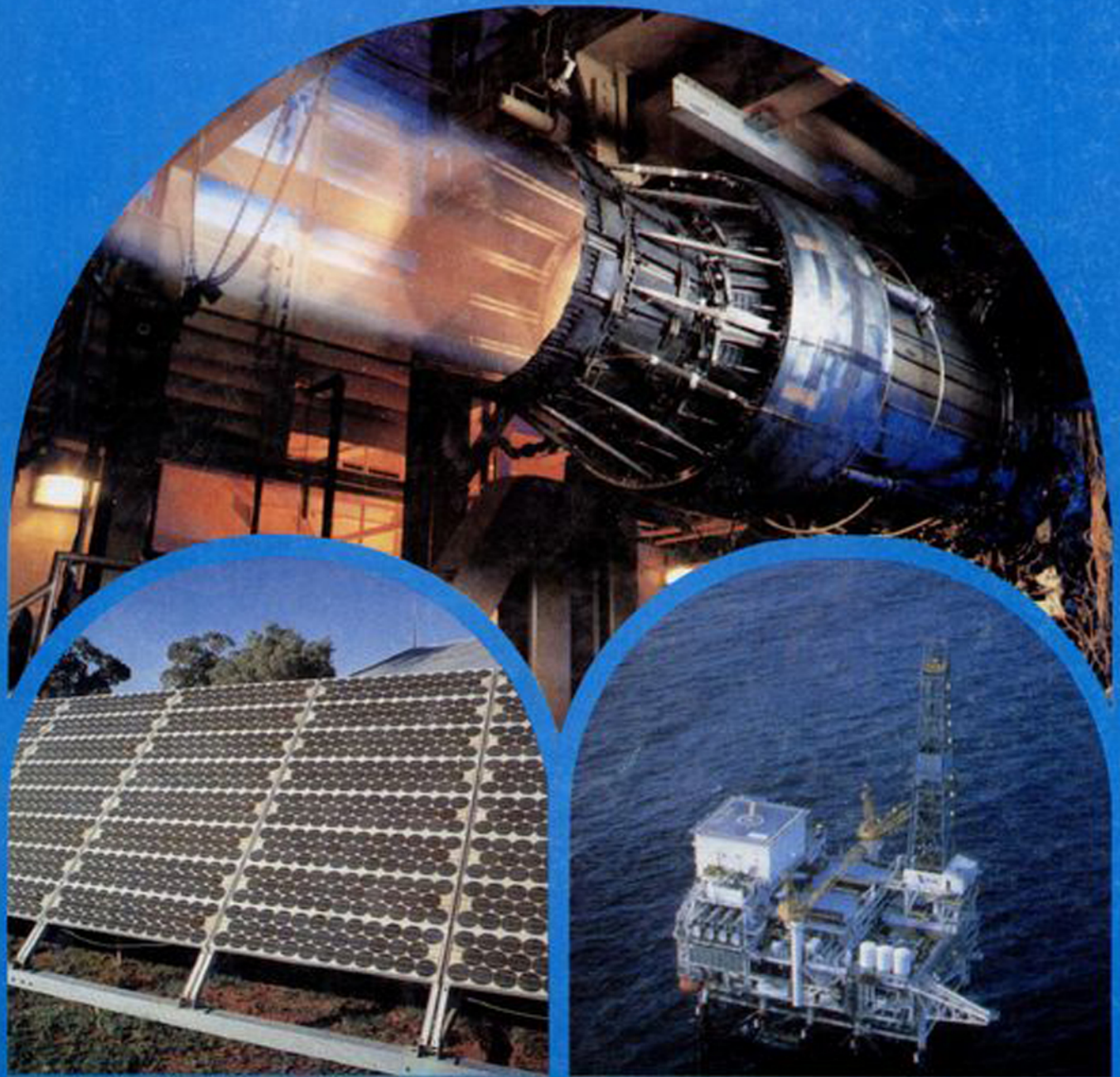
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
1954

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Πηγές – Εφαρμογές – Εναλλακτικές λύσεις





1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



ENERGY

Sources/Applications/Alternatives

by

Howard Bud Smith
Executive Editor—Technology
Goodheart-Willcox Co., Inc.

South Holland, Illinois
THE GOODHEART-WILLCOX COMPANY, INC.
Publishers

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Πηγές – Εφαρμογές – Εναλλακτικές λύσεις

Απόδοση στα Ελληνικά:

ΜΑΝΟΛΗ Α. ΔΡΗ
Καθηγητού Ε.Μ.Π.



ΑΘΗΝΑ
1996



Copyright© 1996
για την ελληνική έκδοση του βιβλίου
ENERGY Sources/Applications/Alternatives
του Howard Bud Smith
Ίδρυμα Ευγενίδου.

Copyright 1993

by

THE GOODHEART-WILLCOX COMPANY, INC.

Previous edition copyright 1985

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of The Goodheart-Willcox Company, Inc. Manufactured in the United States of America.

Library of Congress Catalog Card Number 84-21105
International Standard Book Number 0-87006-956-X

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 93 97 96 95 94 93

ISBN 960-337-013-4

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Το μάθημα της τεχνολογίας στο γυμνάσιο, ως μάθημα γενικής παιδείας, διδάσκεται χωρίς διδακτικό βιβλίο για τους μαθητές, επειδή, σύμφωνα με σύγχρονες σχετικές εκπαιδευτικές πρακτικές (Γαλλία, Αγγλία, Γερμανία) αλλά και με δημοσιεύσεις διεθνών οργανισμών (ΟΥΝΕΣΚΟ, Συμβούλιο της Ευρώπης), η έμφαση της διδασκαλίας θα πρέπει να στηρίζεται στην εξοικείωση των μαθητών με τη διαδικασία επιλύσεως τεχνολογικών προβλημάτων και όχι στην απλή μάθηση προεπιλεγμένων τεχνολογικών θεμάτων βάσει κάποιου συγκεκριμένου εκπαιδευτικού προγράμματος.

Ασχολούμενοι οι μαθητές με ένα τεχνολογικό θέμα μέσω μιας σωστά σχεδιασμένης σειράς εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και με την κατάλληλη εφαρμογή της εκπαιδευτικής διαδικασίας από τον καθηγητή, αποκτούν γνώσεις και ικανότητες που μπορούν να συμβάλουν στην κατανόηση και επίλυση του τεχνολογικού προβλήματος.

Οι διδακτικές μέθοδοι που εφαρμόζονται απαιτούν από τους μαθητές να κατασκευάσουν και να μελετήσουν ατομικά και ομαδικά τεχνολογικά θέματα αξιοποιώντας πολλαπλές πηγές πληροφορήσεως (βιβλία, δημοσιεύματα, εγκυκλοπαίδειες, περιοδικά, εμπειρογνώμονες κ.ά.).

Για τη δημιουργία στοιχειώδους τεχνικής βιβλιοθήκης στα γυμνάσια όπου διδάσκεται το μάθημα και για να καλυφθούν οι ανάγκες αυτές, το ΥΠΕΠΘ με την υπ' αρ. Γ2/5350/7.10.93 απόφαση ανέθεσε στο Ίδρυμα Ευγενίδου τη μετάφραση και έκδοση μεταξύ άλλων και των εξής τριών βιβλίων, τα οποία χρησιμοποιούνται στις ΗΠΑ κατά τη διδασκαλία αντιστοίχων μαθημάτων. Τα βιβλία αυτά καλύπτουν τα βασικά αντικείμενα της τεχνολογίας και είναι τα εξής:

1. Howardud S., "Energy, Sources/Applications/Alternatives", Goodheart-Willcox Co., South Holland, Illinois, 1993.

2. Schwaller, A., "Transportation, Energy and Power Technology", Delmar Publishers Inc., USA, 1989.

3. Sanders, M., "Communication Technology", Glencoe/McGraw–Hill, USA, 1991.

Όπως συμβαίνει με κάθε ξένο διδακτικό βιβλίο, στο περιεχόμενό του παρουσιάζονται εθνικές ιδιαιτερότητες που δυσκολεύουν την πιστή εφαρμογή του σε άλλη χώρα. Αυτό παρατηρείται και στην περίπτωση των παραπάνω βιβλίων μια και περιέχουν αναφορές για τις ΗΠΑ και, το σοβαρότερο από όλα, χρησιμοποιούν το Βρετανικό Μετρικό Σύστημα και όχι το Διεθνές Μετρικό Σύστημα που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη.

Αυτά θα ήταν πολύ σοβαρά προβλήματα αν επιλέγονταν τα βιβλία αυτά ως διδακτικά. Όμως έχουν επιλεγεί μόνο ως βιβλία αναφοράς, ώστε να ενταχθούν και αυτά ως πηγές πληροφορήσεως στην τεχνική βιβλιοθήκη του κάθε γυμνασίου. Γι' αυτό το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο έκρινε ότι δεν είναι απολύτως απαραίτητο να μετατραπεί το χρησιμοποιούμενο μετρικό σύστημα.

Προς διευκόλυνση των μαθητών όμως, αλλά και των καθηγητών, συμπεριελάβαμε στο βιβλίο έναν πίνακα μετατροπής του Βρετανικού Μετρικού Συστήματος στο σήμερα ισχύον Διεθνές Σύστημα.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.
Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.
Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.
Σταμάτης Παλαιοκρασσάς, Σύμβουλος – Αντιπρόεδρος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.
Εμμανουήλ Τρανούδης, Δ/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ.
Σύμβουλος επί των εκδόσεων του Ιδρύματος **Κων. Μανάφης**, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.
Γραμματέας της Επιτροπής, **Γεώργιος Ανδρεάκος**.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ό,τι κινείται ή αλλάζει στον κόσμο μας εξαρτάται από μία δύναμη, την οποία ονομάζομε ενέργεια. Ακόμα και στον άνθρωπο (το σώμα του) βασίζεται στην ενέργεια, για να μιλήσει, να περπατήσει, να εργασθεί. Σίγουρα, χωρίς αυτήν, ο θαυμάσιος τεχνολογικός κόσμος μας δεν θα υπήρχε.

Παρ' όλα αυτά, ως το 1973, όπου σημειώθηκε η ενεργειακή κρίση, λίγο μας είχε απασχολήσει το θέμα των αποθεμάτων των καυσίμων από απολιθώματα. Δεν μας είχε προβληματίσει σοβαρά η πεπερασμένη φύση τους, το γεγονός ότι μια ημέρα θα εξαντλούνταν χωρίς να είναι εύκολο να αντικατασταθούν.

Το παρόν βιβλίο υπό τον τίτλο ***Ενέργεια: Πηγές, Εφαρμογές, εναλλακτικές λύσεις*** αναφέρεται σε διάφορα θέματα που σχετίζονται με τις πηγές ενέργειας. Εξηγεί πώς εξάγομε, επεξεργαζόμαστε, μετατρέπομε και χρησιμοποιούμε την ενέργεια, για να εξασφαλίσομε την παροχή ισχύος στην τεχνολογία. Επίσης, αναφέρεται εκτενώς στις εναλλακτικές πηγές, την προέλευσή τους και τους τρόπους αξιοποιήσεώς τους ώστε να διατηρήσομε και τελικά να αντικαταστήσομε τα καύσιμα απολιθωμάτων των οποίων τα αποθέματα ελαττώνονται.

Επιπλέον, αυτό το βιβλίο εξετάζει πώς και πού χρησιμοποιούμε την ενέργεια, σε ποιον τομέα σημειώνεται η μεγαλύτερη ζήτηση, και ποιες είναι οι προοπτικές πλησιάζοντας το έτος 2000 και πέρα από αυτό. Περιγράφει τους διάφορους τομείς χρήσεως και δίνει τα ποσά ενέργειας που καταναλώνει ο καθένας από αυτούς.

Αρχικά δίνονται πληροφορίες με στόχο την κατανόηση των διαφόρων εναλλακτικών πηγών ενέργειας και στη συνέχεια παρουσιάζονται οι ανάγκες για ενέργεια και οι τρόποι διατηρήσεως αυτής στους διάφορους τομείς της κοινωνίας μας. Τα τελευταία κεφάλαια παρουσιάζουν μια πλευρά της επιδράσεως της συνεχούς αλλαγής των δεδομένων σχετικά με την ενέργεια στον κόσμο μας, τι θα προκύψει στο μέλλον καθώς οι ενεργειακές πηγές εξελίσσονται, και ποιες μπορεί να είναι οι ευκαιρίες εργασίας σε εργασιακούς τομείς σχετικούς με την ενέργεια.

Στο τέλος κάθε κεφαλαίου υπάρχει ένας κατάλογος από όρους, ερωτήσεις για εξέταση, και προτάσεις για εξωσχολικές δραστηριότητες.

Howard Bud Smith

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΓΓΛΟΣΑΞΩΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΜΕΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ				
1 in (ίντσα)	=	2,54 cm		
1 ft (πόδι)	=	12 in	=	30,48 cm
1 mile	=	1609 m		
1 ναυτικό μίλι	=	1852 m		
1 in^2	=	645,2 mm^2		
1 ft^2	=	0,09290 m^2		
1 $mile^2$	=	640 acre	=	2,590 km^2
1 acre	=	4047 m^2		
1 in^3	=	16,39 cm^3		
1 ft^3	=	28,32 dm^3 (*l*)		
1 dm^3	=	1 *l* (liter)	=	1000 cm^3
1 gal (ΗΠΑ)	=	3,785 dm^3		
1 bushel (ΗΠΑ)	=	35,24 dm^3		
1 barrel (ΗΠΑ)	=	42 gal (ΗΠΑ)	=	159,0 dm^3
1 t (tonne)	=	1000 kg		
1 atm	=	101330 Pa (N/m^2)		
1 Torr	=	1/760 atm	=	1mm Hg = 133,3 Pa = 13,60 mm H_2O
1 kgf (χιλιόγραμμο δυνάμεως)	=	9,807 N		
1 *l*bf (πάουντ δυνάμεως)	=	4,448 N		
1 ton (ΗΠΑ)	=	2000 *l*b	=	907,2 kg
1 *l*ong ton (ΗΠΑ)	=	2240 *l*b	=	1016 kg
1 pound (*l*b)	=	0,4536 kg		
1 cal (θερμοχημική θερμίδα)	=	4,184 J		
1 Btu	=	1055 J		
1 Btu/h	=	0,2931 W		
1 metric horsepower (cv, ps)	=	75 kgf x m/s	=	735,5 W
1 hp (αγγλικός ίππος)	=	745,7 W	=	550 *l*bf x ft/s

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



1 Ενέργεια και συστήματα ενέργειας 1

Ανθρώπινη ενέργεια . . . Ενέργεια ως σύστημα . . . Γιατί πρέπει να μελετήσομε την ενέργεια . . . Είδη ενέργειας . . . Μορφές ενέργειας . . . Μετατροπή ενέργειας . . . Νόμοι διατηρήσεως της ενέργειας . . . Πηγές ενέργειας . . . Ανανεώσιμες, μη ανανεώσιμες και ανεξάντλητες πηγές ενέργειας.

2 Η εκμετάλλευση της ενέργειας τότε και τώρα 16

Πρωτόγονη χρήση ενέργειας . . Σχεδιασμός τότε και τώρα . . . Σχεδιασμός μηχανημάτων, που απαλλάσσουν τον άνθρωπο από επίπονες εργασίες . . . Η άνοδος και η πτώση της αιολικής ενέργειας . . . Εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού . . . Χρήση θερμότητας για κίνηση . . . Χρησιμοποίηση καυσίμων απολιθωμάτων . . . Σύγχρονα συστήματα μετατροπής.

3 Συστήματα ισχύος 29

Βασικά συστήματα ισχύος . . . Μετάδοση ενέργειας . . . Έλεγχος της ενέργειας . . . Μέτρηση . . . Οι έννοιες της ισχύος της ενέργειας και της μετρήσεως . . . Υπολογισμός της δυναμικής ενέργειας.

4 Παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας 45

Κατανάλωση ενέργειας . . . Η σπουδαιότητα της ενέργειας για τον άνθρωπο . . . Ενεργειακά αποθέματα . . . Η πυρηνική ενέργεια ως εναλλακτική λύση . . . Εναλλακτικές λύσεις ανανεώσιμης ενέργειας.

5 Μεταφορικά συστήματα 53

Οι μεταφορές ως σύστημα . . . Περιβάλλοντα μεταφοράς . . . Επίγειες μεταφορές . . . Σταθερές ή τυχαίες διαδρομές . . . Μεταφορές σε νερό . . . Θαλάσσιες οδοί . . . Αερομεταφορές . . . Τύποι αεροσκαφών . . . Διαστημικές μεταφορές . . Συστήματα προωθήσεως.





6 Συστήματα μετατροπής ενέργειας 67

Τύποι μετατροπής . . . Κινητήρες εσωτερικής καύσεως . . . Πυραυλοκινητήρες αντιδράσεως . . . Μετατροπείς εξωτερικής καύσεως . . . Ηλεκτρικοί μετατροπείς . . . Ατμολέβητες και καυστήρες . . . Άμεσοι μετασχηματιστές ενέργειας.

7 Συστήματα μεταφοράς ισχύος 88

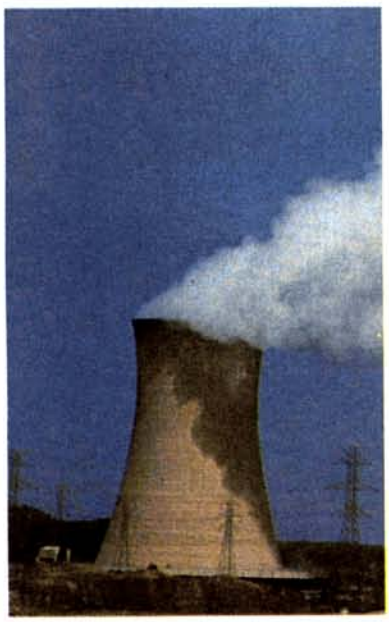
Μηχανικά συστήματα μεταφοράς . . . Μετάδοση με ρευστά . . . Υδραυλικά συστήματα . . . Πνευματικά συστήματα . . . Ηλεκτρική μεταφορά . . . Είδη κυκλωμάτων . . . Ηλεκτρικοί έλεγχοι . . . Ονόματα και σύμβολα για ηλεκτρικά συστήματα . . . Προφύλαξη από τον ηλεκτρισμό . . . Ηλεκτρονικά συστήματα . . . Υπολογιστές.

8 Καύσιμα απολιθωμάτων-κάρβουνο 114

Πώς σχηματίσθηκε το κάρβουνο . . . Τα στάδια του κάρβουνου . . . Αποθέματα κάρβουνου στις Ηνωμένες Πολιτείες . . . Εξόρυξη κάρβουνου . . . Μέτρα ασφάλειας στα ορυχεία . . . Επεξεργασία του κάρβουνου . . . Μεταφορά κάρβουνου . . . Η θέση του κάρβουνου ως πηγής ενέργειας . . . Κάρβουνο και περιβάλλον . . . Νέες διαδικασίες καύσεως . . . Νέα καύσιμα από κάρβουνο.

9 Καύσιμα απολιθωμάτων - Πετρέλαιο και φυσικό αέριο 131

Η ιστορία του πετρελαίου . . . Εντοπισμός αποθεμάτων πετρελαίου και αερίου . . . Γεωλογικά όργανα ελέγχου . . . Γεωτρήσεις για πετρέλαιο . . . Θαλάσσιες γεωτρήσεις . . . Συστατικά αργού πετρελαίου . . . Διύλιση πετρελαίου . . . Ανάμιξη με βενζίνη . . . Μεταφορά πετρελαίου . . . Το πετρέλαιο ως μελλοντική πηγή ενέργειας . . . Φυσικό αέριο . . . Μεταφορά φυσικού αερίου . . . Υγροποίηση φυσικού αερίου.



10 Ηλιακή ενέργεια 148

Ο ήλιος . . . Πυρηνική σύντηξη . . . Πώς παράγεται η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία . . . Πώς διαδίδεται η ενέργεια ακτινοβολίας . . . Ηλιακά αποθέματα . . . Εντροπία και ηλιακή ακτινοβολία . . . Ιστορία ηλιακών συστημάτων ισχύος . . . Ηλιακή θέρμανση κτηρίων . . . Ηλιακά κύτταρα . . . Εφαρμογές φωτοβολταϊκών κυττάρων . . . Φωτοβολταϊκά συστήματα δορυφόρων.

11 Κινητική ενέργεια 179

Κινητική ενέργεια στη φύση . . . Αιολική ενέργεια . . . Ατμοσφαιρική θερμοκρασία και πίεση του αέρα . . . Ποσότητα αιολικής ενέργειας στις ΗΠΑ . . . Ενέργεια κυμάτων . . . Παλίρροια . . . Νερό που πέφτει ή ρέει . . . Αποθηκευμένη ενέργεια . . . Μετατροπή κινητικής ενέργειας . . . Ανεμογεννήτριες . . . Μέτρηση του ανέμου . . . Πλήρη αιολικά συστήματα ισχύος . . . Το μέλλον της αιολικής ενέργειας . . . Περιβαλλοντολογικές θεωρήσεις . . . Υδροηλεκτρική ενέργεια . . . Αξιοποίηση παλιρροιών . . . Ενέργεια από κύματα.

12 Πυρηνική ενέργεια 208

Αλυσιδωτή αντίδραση . . . Σχάση . . . Σημερινή χρήση πυρηνικής ενέργειας . . . Πυρηνικά καύσιμα . . . Αποθέματα ουρανίου . . . Πυρηνικοί αντιδραστήρες . . . Συστήματα πυρηνοκινήσεως . . . Παραπροϊόντα της σχάσεως . . . Το μέλλον της σχάσεως . . . Τι είναι η ακτινοβολία; . . . Πυρηνική σύντηξη . . . Το δευτέριο ως πηγή ενέργειας . . . Δημιουργία συντήξεως . . . Ενέργεια συντήξεως και περιβάλλον.



13 Ενέργεια βιομάζας 229

Πώς παράγεται η βιομάζα . . . Χρήση βιοκαυσίμων . . . Μετατροπή βιομάζας σε ενέργεια . . . Καύσιμα βιομάζας . . . Θερμοχημικά συστήματα . . . Τα οικονομικά της πυρολύσεως . . . Αεριοποίηση . . . Ρευστοποίηση . . . Συμπαραγωγή . . . Βιολογική μετατροπή . . . Συστήματα παραγωγής ενέργειας από απορρίμματα . . . Πύκνωση βιομάζας . . . Πηγές βιομάζας . . . Κόστος καλλιέργειας βιομάζας . . . Πλεονεκτήματα ενεργειακής καλλιέργειας βιομάζας . . . Μειονεκτήματα της ενέργειας βιομάζας.

14 Εσωτερική ενέργεια 248

Θερμοδυναμική ενέργεια εδάφους . . . Χρησιμοποίηση της αποθηκευμένης εσωτερικής ενέργειας της γης . . . Θαλάσσια θερμοδυναμική ενέργεια . . . Προέλευση της εσωτερικής ενέργειας της γης . . . Θέσεις των αποθεμάτων στις ΗΠΑ . . . Μορφές γεωθερμικής ενέργειας . . . Γεωθερμικά πηγάδια . . . Άλλες χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας . . . Επιπτώσεις στο περιβάλλον . . . Το μέλλον της γεωθερμικής ενέργειας.

15 Οικονομία στην ενέργεια 261

Γιατί εξοικονομούμε ενέργεια . . . Πώς χάνεται η ενέργεια . . . Μέτρα εξοικονομήσεως . . . Πώς χάνεται η θερμότητα . . . Προδιαγραφές R και U . . . Βαθμός ημέρας . . . Τοποθέτηση θερμομονώσεως . . . Περιορισμός απωλειών ενέργειας από γυαλί . . . Διαβαθμίσεις EER . . . Καυστήρες οικονομικοί σε καύσιμο . . . Αντλίες θερμότητας . . . Φωτισμός . . . Εξοικονόμηση στις μεταφορές . . . Συμπαραγωγή . . . Ανακύκλωση.

16 Ενέργεια στο μέλλον 292

Ανάπτυξη φωτοβολταϊκών κυττάρων . . . Από νερό σε υδρογόνο . . . Κατοικίες και οικονομία ενέργειας . . . Μεταφορά ισχύος με ακτινοβολία . . . Καύσιμα κινητήρων στο μέλλον . . . Το υδρογόνο ως πηγή καυσίμου στο μέλλον . . . Κύτταρα καυσίμου . . . Η γεννήτρια MHD . . . Θερμοηλεκτρικοί μετατροπείς . . . Άλλες διατάξεις μετατροπής ενέργειας . . . Τεχνολογία θερμικών μηχανών . . . Αεριοποίηση κάρβουνου . . . Παραγωγή στερεών καυσίμων . . . Μετατροπή κάρβουνου και περιβάλλον . . . Το μέλλον της ενέργειας συντήξεως.

17 Επαγγέλματα σχετικά με την ενέργεια 305

Θέσεις εργασίας . . . Ανάγκη για οικονομία . . . Θέσεις εργασίας σε βιομηχανίες καυσίμων απολιθωμάτων . . . Επαγγέλματα σχετικά με τα καύσιμα απολιθωμάτων . . . Βιομηχανίες παραγωγής ισχύος . . . Επαγγέλματα σχετικά με την πυρηνική ενέργεια . . . Επαγγέλματα σχετικά με την ηλιακή ενέργεια . . . Επαγγέλματα σχετικά με την αιολική ενέργεια . . . Επαγγέλματα σχετικά με την ισχύ από υδατοπτώσεις . . . Επαγγέλματα σχετικά με τη βιομάζα . . . Βιομηχανίες επεξεργασίας απορριμμάτων . . . Δασοκομία . . . Άλλα επαγγέλματα . . . Ιδιωτικές επιχειρήσεις . . . Ικανότητες των επιχειρηματιών.

Παράρτημα 320

Τεχνικοί όροι 322

Ευρετήριο 333



1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι πληροφορίες αυτού του κεφαλαίου θα σας βοηθήσουν ώστε να:

- *Ορίσετε την ενέργεια.*
- *Εξηγήσετε πώς η ενέργεια είναι μέρος ενός συστήματος.*
- *Πείτε γιατί η μελέτη ενέργειας είναι σημαντική.*
- *Καταγράψετε και να περιγράψετε τις έξι μορφές της ενέργειας.*
- *Περιγράψετε πώς διαδίδονται το φως και η θερμότητα.*
- *Ορίσετε τον όρο αδράνεια.*
- *Καταγράψετε δύο μορφές μετατροπής ενέργειας που συμβαίνουν στη φύση.*
- *Εξηγήσετε, με απλούς όρους, τους δύο νόμους της θερμοδυναμικής.*
- *Εξηγήσετε και να δώσετε ένα παράδειγμα εντροπίας.*
- *Καταγράψετε τις διαθέσιμες πηγές ενέργειας σήμερα.*

Ενέργεια είναι η ικανότητα παραγωγής έργου. Είμαστε όλοι εξοικειωμένοι με την έννοια του έργου. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι οτιδήποτε προκαλεί κίνηση έχει ενέργεια. Αυτό είναι αλήθεια, αλλά στην ενέργεια οφείλονται πολλά άλλα πέρα από την κίνηση. Πρέπει βασικά να ορίσομε το έργο με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Το ***έργο*** είναι δυνατόν να προκαλέσει αλλαγές. Αυτός ο ορισμός θα εξηγούσε τη μετακίνηση, τη θέρμανση κρύων αντικειμένων ή το φωτισμό μιας σκοτεινής περιοχής.

Όμως, δεν θα εξηγούσε για παράδειγμα την ενέργεια που χρειάζεται, για να εμποδίσομε αντικείμενα να πέσουν ή να σκορπισθούν.

Οπότε, μπορούμε να πούμε ότι το έργο σχετίζεται με την αλλαγή, την κίνηση ή τη στήριξη.

Κοιτάζοντας γύρω μας παρατηρούμε ότι, ευρέως χρησιμοποιείται η ενέργεια και με αυτήν συντελούνται μεταβολές.

Μερικά παραδείγματα είναι τα εξής:

- Ο ήλιος φωτίζει και θερμαίνει τη γη (σχ. 1-1).
- Άνεμοι κάνουν τα δέντρα να γέρνουν, τις σημαίες να κυματίζουν και τους ανεμόμυλους να γυρίζουν (σχ. 1-2).



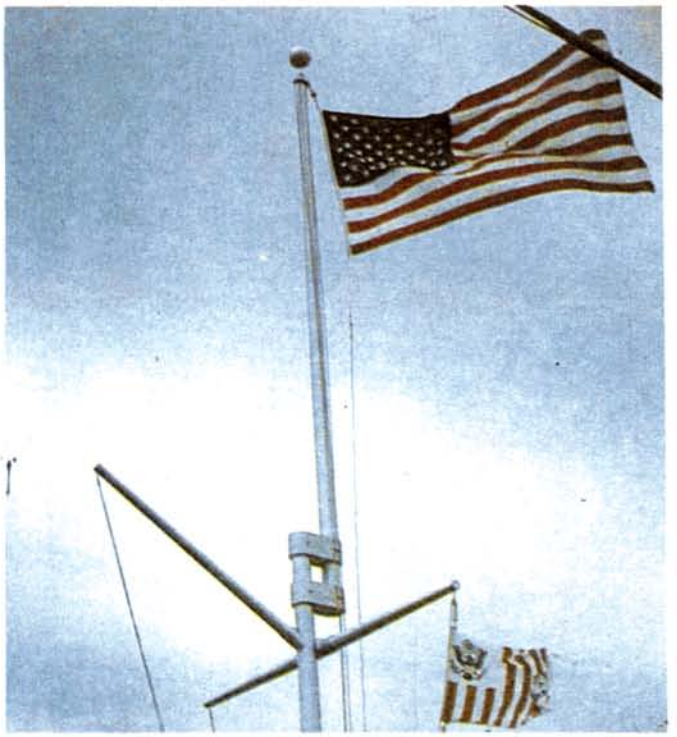


Σχ. 1-1. *Ο ήλιος είναι η μεγαλύτερη πηγή ενέργειας που γνωρίζομε. Παρέχει ενέργεια κάθε μέρα, χειμώνα καλοκαίρι. Επάνω: Κατά τη διάρκεια της ημέρας φωτίζει. Κάτω: Τη νύκτα, υπάρχει σκοτάδι και οι δρόμοι πρέπει να φωτισθούν με άλλα μέσα.*

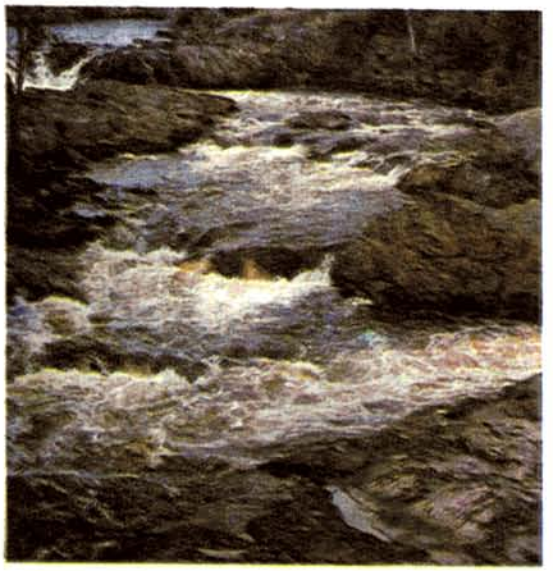
- Το νερό (σχ. 1-3) κινείται από ψηλά προς τα κάτω. Μπορεί να κινηθεί τόσο σιγά, έτσι ώστε να μην παράξει ένα φύλλο που επιπλέει. Μπορεί όμως να κινηθεί ορμητικά και να μεταμορφώσει ακτές μεταφέροντας την άμμο από το ένα μέρος στο άλλο, όπως στο σχήμα 1-4.

ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι άνθρωποι επίσης παράγουν ενέργεια. Το άλμα, το τρέξιμο, η έλξη, όλα απαιτούν τη χρήση ενέργειας που



Σχ. 1-2. *Ο άνεμος είναι η κίνηση του αέρα. Βλέπομε την επίδρασή του στις σημαίες, στους ανεμοδείκτες ή και το ανεμόμετρο, επάνω από το σταθμό ακτοφυλακής.*





Σχ. 1-3. *Το νερό έχει ενέργεια, καθώς κινείται από επάνω προς τα κάτω (π.χ. στα ποτάμια). Ακόμα και αργά κινούμενο το νερό (με λίγη ενέργεια), μπορεί να μεταφέρει ένα φύλλο, ένα ξύλο ή μια βάρκα προς τα κάτω.*



Σχ. 1-4. *Κύματα, όπως αυτά της εικόνας, σχηματίζονται από τον άνεμο. Έχουν αρκετή ενέργεια, για να κινήσουν άμμο και βράχους, μεταμορφώνοντας τις ακτές .*





Σχ. 1-5. *Και οι άνθρωποι έχουν ενέργεια και την καταναλώνουν με το παιδικό παιχνίδι και τις αθλητικές δραστηριότητες.*

βρίσκεται μέσα μας (σχ. 1-5). Οι δραστηριότητές μας δημιουργούν ενέργεια, όπως αυτήν που διαθέτουν όλα τα κινούμενα σώματα.

Η δύναμη καμιά φορά συγχέεται με την ενέργεια. Έχει σχέση με την ενέργεια, αλλά δεν είναι το ίδιο. Η δύναμη θα ορισθεί σε άλλο κεφάλαιο.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΣ ΣΥΣΤΗΜΑ

Σύστημα είναι ένα οργανωμένο σύνολο μερών ή, μερικές φορές, ανθρώπων, που ενεργούν συντονισμένα για να πετύχουν ένα συγκεκριμένο σκοπό. Κάθε μέρος συμπληρώνει (προμηθεύει) κάτι που λείπει από τα άλλα μέρη του συστήματος.

Ολόκληρος ο κόσμος μας είναι φτιαγμένος από συστήματα. Το ανθρώπινο σώμα είναι ένα σύστημα, που αποτελείται από τον εγκέφαλο, το αίμα, τους ιστούς, τα όργανα και πολλά υποσυστήματα. Ο συνδυασμός όλων αυτών των μερών του σώματος οδηγεί στη συγκρότηση ενός σκεπτόμενου, δραστήριου ανθρώπου.

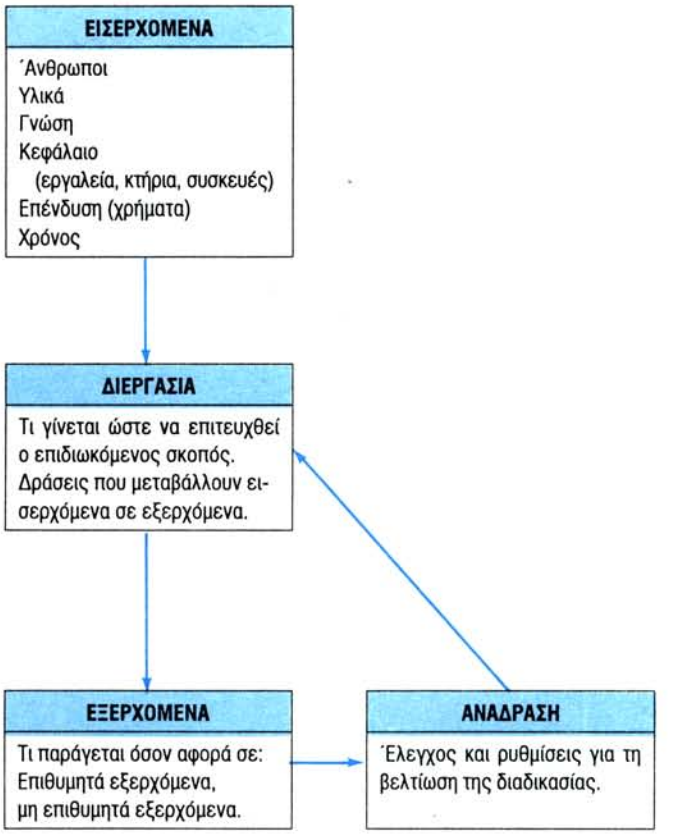
Ο καυστήρας, που θερμαίνει το σπίτι σας, είναι ένα σύστημα. Ο καυστήρας μετατρέπει τα καύσιμα σε θερμότητα. Σε κάποιο χώρο συγκεντρώνεται θερμός αέρας. Ο ζεστός αέρας διοχετεύεται μέσω αγωγών με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα. Οι αγωγοί μεταφέρουν τον κινούμενο αέρα στα διάφορα μέρη του σπιτιού σας. Ένας θερμοστάτης ανάβει τον καυστήρα, όταν το σπίτι είναι δροσερό. Όταν το σπίτι είναι αρκετά ζεστό, ο θερμοστάτης στέλνει μήνυμα στον καυστήρα να σταματήσει να παράγει θερμότητα.

Αναφέρομε επίσης, τον ήλιο, τους πλανήτες και τα άστρα που αποτελούν το ηλιακό σύστημα, το οποίο μοιάζει με μια κυβέρνηση αποτελούμενη από πολλά υπουργεία. Αληθινά, η ανθρώπινη ζωή είναι στενά συνδεδεμένη με συστήματα πολλών τύπων. Μερικά είναι φυσικά. Άλλα είναι φτιαγμένα από τους ανθρώπους.

Όλα τα συστήματα έχουν τα ίδια τμήματα (σχ. 1-6). Υπάρχει η εισαγωγή (είσοδος), η εξέλιξη, η έξοδος και η ανασύζευξη. Η ***εισαγωγή*** ονομάζεται επίσης και πηγή. Οι εισαγωγές για όλα τα τεχνολογικά συστήματα είναι η ενέργεια, η ανθρώπινη γνώση, τα υλικά, το κεφάλαιο (εργαλεία, μηχανήματα και κτήρια), η χρηματοδότηση και ο χρόνος.

Η ***εξέλιξη*** ενός συστήματος είναι η μεταβολή που σημειώνεται ή το έργο που χρειάζεται για να δώσει αξία σε αυτό που παράγεται. Στις συγκοινωνίες εξέλιξη είναι η μεταφορά ανθρώπων ή φορτίων. Η ***έξοδος*** είναι ο τόπος στον οποίο θα βρεθούν άνθρωποι ή φορτία μετά τη μεταφορά. Η ***ανασύζευξη*** είναι οποιοδήποτε σήμα ή πληροφορία, που μπορεί να ρυθμίσει την εξέλιξη ή να την αρχίσει.

Ένας τρόπος να δούμε την ενέργεια είναι να τη θεωρήσομε ως σύστημα. Η εισαγωγή ενός συστήματος ενέργειας είναι η ύλη. Η εξέλιξη είναι η αλλαγή που υφίσταται η ύλη. Η έξοδος είναι η δύναμη που μπορεί να παράγει η αλλαγή την οποία ονομάζομε έργο.



Σχ. 1-6. *Η ενέργεια είναι μέρος συστήματος, όλα τα μέρη του οποίου φαίνονται σε αυτό το διάγραμμα.*

ΓΙΑΤΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣΟΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ;

Είναι σημαντικό να κατανοήσομε την ενέργεια, γιατί κινεί τον κόσμο μας και ό,τι αυτός περιλαμβάνει. Όταν χρησιμοποιούμε την ενέργεια χωρίς να την καταλαβαίνομε αντιμετωπίζομε τον κίνδυνο σπατάλης αυτής. Ό,τι και να κάνομε, χρειαζόμαστε ενέργεια. Το είδος ενέργειας που θα επιλέξομε θα επηρεάσει το περιβάλλον. Όταν μελετούμε την τεχνολογία και το πώς αυτή ωφελεί την ανθρωπότητα, πρέπει να γνωρίζομε ότι η ενέργεια είναι η κινητήρια δύναμη της τεχνολογίας. Όλες οι άλλες είσοδοι συμβάλλουν στις εξαγωγές, αλλά χωρίς την ενέργεια, οι εξελίξεις δεν μπορούν να ενεργοποιηθούν.

Αν μελετούσατε την τεχνολογία της βιομηχανίας, των κτηριακών κατασκευών, των επικοινωνιών και των μεταφορών, θα ανακαλύπτατε ότι η ενέργεια είναι κύρια εισαγωγή σε όλες. Για παράδειγμα, μία βιομηχανική διαδικασία, μπορεί να χρειάζεται θερμότητα και ηλεκτρική ισχύ. Και τα δύο αυτά στοιχεία είναι έξοδοι ενέργειας.

Ένα άλλο παράδειγμα: αυτό το βιβλίο γράφτηκε σε υπολογιστή ο οποίος χρειάσθηκε ηλεκτρισμό. Η πηγή της ενέργειας θα μπορούσε να είναι καύσιμα απολιθωμάτων, όπως ο άνθρακας. Για να παραχθεί το χαρτί,

επάνω στο οποίο τυπώθηκε, καταναλώθηκε ενέργεια (χάριν αυτής το ξύλο κόπηκε, έγινε πολτός και στη συνέχεια χαρτί). Τυπώθηκε από τεράστια εκτυπωτικά μηχανήματα, που λειτούργησαν με ηλεκτρικούς κινητήρες. Οχήματα με μηχανές, που κατανάλωσαν καύσιμα, έφεραν τα βιβλία στο σχολείο σας.

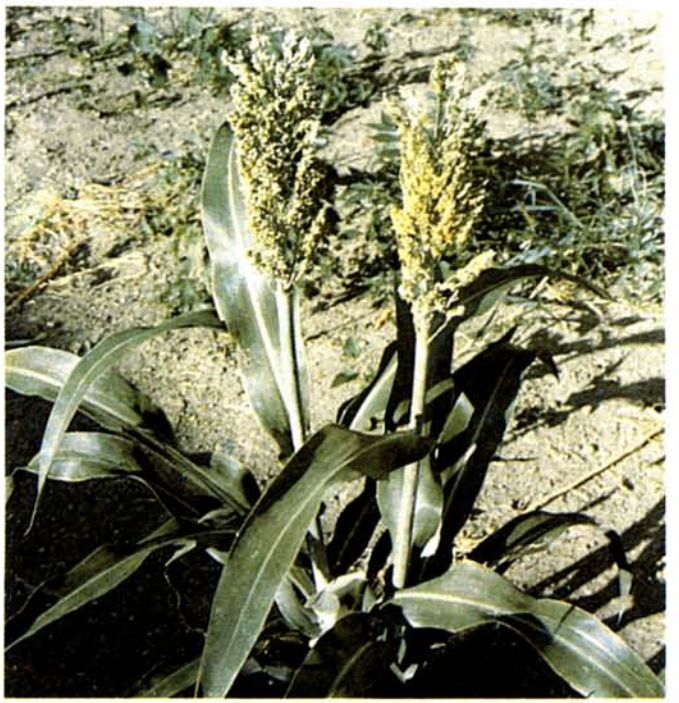
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Κάθε μορφή ύλης περιέχει ενέργεια (μοριακή ενέργεια). Αυτή μπορεί εύκολα να αλλάξει μορφές. Η ενέργεια της ύλης συνεχώς μεταβάλλεται. Υπάρχει σε ουσίες ως θερμοδυναμική (εσωτερική) ενέργεια και ως χημική ενέργεια.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Μπορείτε εύκολα να αντιληφθείτε το αποτέλεσμα από την εφαρμογή της ενέργειας. Αυτή, για παράδειγμα, προκαλεί την περιστροφή ενός ανεμόμυλου ή την κίνηση ενός αυτοκινήτου. Ακόμα είναι εύκολο να κατανοήσετε ότι η ενέργεια παράγει φως και θερμότητα. Μπορείτε να δείτε το φως και να αισθανθείτε τη θερμότητα. Δεν είναι όμως τόσο εύκολο να καταλάβει κάποιος ότι η ενέργεια συντελεί στο να αναπτυχθούν φυτά και δένδρα (σχ. 1-7).

Παρόλο που μπορεί να γνωρίζετε ότι συμβαίνει το φαινόμενο, δεν μπορείτε να δείτε τον ήλιο να ανεβάζει το νερό στον αέρα υπό μορφή ατμού. Μπορείτε όμως να δείτε τη βροχή, για την οποία βεβαίως προαπαιτείται το παραπάνω φαινόμενο (σχ. 1-8).



Σχ. 1-7. *Η ενέργεια από τον ήλιο αποθηκεύεται σε όλα τα αναπτυσσόμενα πράγματα. Όταν τρώτε φρούτα ή λαχανικά, σκεφτείτε ότι μεταβάλλεται η χημική τους ενέργεια σε κινητική.*



Σχ. 1-8. *Τα σύννεφα αποτελούνται από υγρασία ατμοποιημένη, που ανεβαίνει στην ατμόσφαιρα με την επίδραση του ήλιου.*





Σχ. 1-9. *Καμιά φορά η φυσική ενέργεια μιας καταιγίδας καταστρέφει κτήρια και δένδρα. Ένας ανεμοστρόβιλος, που διέσχισε τις μεσοδυτικές εκτάσεις των ΗΠΑ, προκάλεσε αυτήν την καταστροφή.*



Σχ. 1-10. *Ο κεραυνός είναι ένα θεαματικό παράδειγμα της ηλεκτρικής ενέργειας που υπάρχει στη φύση. Μερικές φορές προκαλεί φωτιά, που καταστρέφει περιουσίες και καίει δάση.*

Η φύση καμιά φορά ελευθερώνει μεγάλες δυνάμεις. Πολλές φορές οι δυνάμεις αυτές προκαλούν τεράστιες ζημιές. Ένας δυνατός άνεμος θα καταστρέψει κτήρια και δένδρα (σχ. 1-9). Φωτιές που δεν ελέγχονται μπορούν να καταστρέψουν ολόκληρα δάση (σχ. 1-10).

Όπως βλέπετε, η ενέργεια εμφανίζεται με διαφορετικές μορφές και οι επιδράσεις της ποικίλλουν. Εφόσον αυτό το βιβλίο θα ασχοληθεί μόνο με το θέμα της ενέργειας, είναι σημαντικό να ενημερωθείτε για τα είδη και τις μορφές της ενέργειας.

ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η επιστήμη ταξινομεί την ενέργεια ως φυσική έννοια σε:

- Δυναμική ενέργεια.
- Κινητική ενέργεια.

Δυναμική ενέργεια είναι η ενέργεια, την οποία διαθέτει ένα σώμα λόγω της θέσεως ή της καταστάσεως στην οποία βρίσκεται. Το σώμα αυτό μπορεί να παράγει έργο.

Υπάρχουν δύο είδη δυναμικής ενέργειας.

- Δυναμική ενέργεια θέσεως.
- Δυναμική ενέργεια μορφής.

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΣΕΩΣ

Ένας βράχος στην κορυφή ενός λόφου ή τα βαρίδια ενός εκκρεμούς, είναι μορφές δυναμικής ενέργειας θέσεως. Έχουν ενέργεια βαρύτητας. Η ***βαρύτητα*** είναι η αιτία, που τα σώματα έλκονται από τη γη. Το μηχανικό σφυρί ευρισκόμενο στον αέρα και έτοιμο να πέσει (σχ. 1-11) έχει επίσης δυναμική ενέργεια τέτοιου τύπου. Έχει άλλου τύπου κινητική ενέργεια, όταν πέφτει, και θα συζητήσομε αυτόν τον τύπο αργότερα.

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΟΡΦΗΣ

Δυναμική ενέργεια μορφής έχομε όταν συστρέφομε, συμπιέζομε, τεντώνομε ή λυγίζομε ένα υλικό αλλάζοντας τη φυσική του μορφή. Το μέταλλο και το λάστιχο είναι για παράδειγμα υλικά που μπορούν να παραμορφωθούν ώστε να παράγουν έργο. Όταν είναι παραμορφωμένα (συμπιεσμένα, τεντωμένα ή λυγισμένα) προσπαθούν να επιστρέψουν στο αρχικό τους σχήμα ή μήκος (σχ. 1-12). Έτσι ασκούν δύναμη στο φορτίο επάνω στο οποίο είναι εφαρμοσμένα.

ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

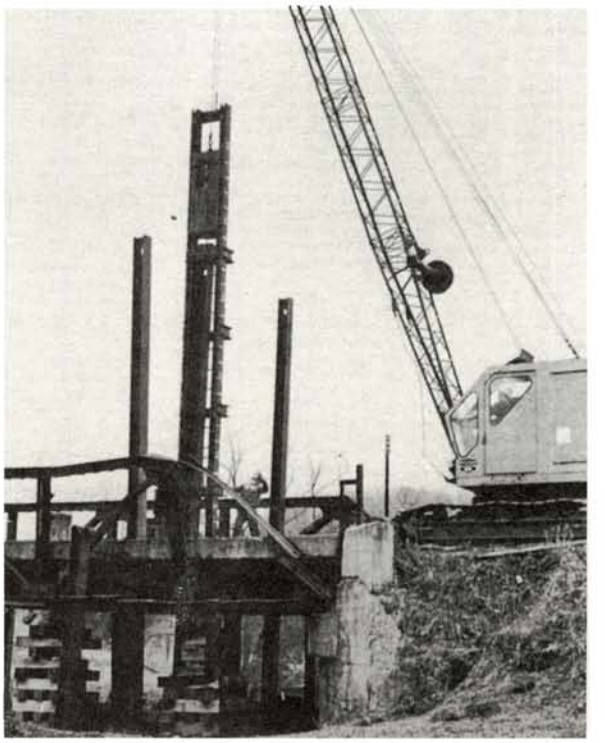
Κινητική ενέργεια είναι η ικανότητα κινουμένων αντικειμένων, να παράγουν έργο. Αυτή η ενέργεια μπορεί να βρεθεί στον αέρα, στο νερό που χύνεται από ένα φράγμα ή σε ένα αυτοκίνητο, που προχωρεί κατηφορικά. Όλα τα σώματα που κινούνται έχουν κινητική ενέργεια. Το σχήμα 1-13 δείχνει έναν τύπο κινητικής ενέργειας.

ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η δυναμική και η κινητική ενέργεια σχετίζονται επίσης με τη μορφή της ενέργειας. Στις μορφές ενέργειας περιλαμβάνονται:

- Φωτεινή ενέργεια.
- Θερμική ενέργεια.
- Μηχανική ενέργεια.
- Χημική ενέργεια.
- Ηλεκτρική ενέργεια.
- Πυρηνική ενέργεια.

Όλες οι μορφές είναι σημαντικές, γιατί μπορούν να παράγουν έργο. Θα ορίσομε και θα συζητήσομε καθεμιά.



Σχ. 1-11. *Τα μηχανικά σφυριά έχουν μεγάλα βάρη, που αφήνονται να πέσουν και να σφυροκοπήσουν κάποιο αντικείμενο. Τα βάρη έχουν δυναμική ενέργεια, όταν βρίσκονται ψηλά. Πέφτοντας η ενέργειά τους μετατρέπεται σε κινητική.*



Σχ. 1-12. *Όταν τεντώνετε ένα λαστιχάκι και το τοποθετείτε γύρω από μερικές κάρτες, τό "φορτώνετε" με ενέργεια. Προσπαθώντας να επιστρέψει στο αρχικό του μέγεθος το λαστιχάκι παράγει έργο.*



Σχ. 1-13. *Οτιδήποτε πέφτει έχει κινητική ενέργεια.*

ΦΩΤΕΙΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Δεν είναι εύκολο να κατανοήσομε τη φωτεινή ενέργεια. Πάντως, επιστήμονες έχουν διατυπώσει θεωρίες γι' αυτό το θέμα. Ένας άλλος όρος γι' αυτήν την ενέργεια είναι ***ενέργεια ακτινοβολίας***. Αυτή η ενέργεια διαδίδεται υπό μορφή κυμάτων. Ο όρος υπονοεί ότι η ενέργεια αυτή είναι ένα είδος ακτινοβολίας. Αυτού του τύπου η ενέργεια διαδίδεται μέσω του διαστήματος και της ατμόσφαιρας της Γης με μεγάλη ταχύτητα.

Ο επιστημονικός όρος τέτοιου τύπου ενέργειας είναι ***ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.*** Το φως είναι μόνο ένα μικρό μέρος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, το οποίο είναι ορατό. Θα μιλήσομε αργότερα για τα αποτελέσματά του και τη φύση του. Ο ήλιος είναι η μεγαλύτερη πηγή ενέργειας στο γνωστό σύμπαν. Εκπέμπει τεράστιες ποσότητες ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η θερμική ενέργεια συγγενεύει πολύ με τη φωτεινή ενέργεια. Και αυτή είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Δεν εκπλήσσει λοιπόν το ότι η θερμότητα και το φως βρίσκονται συνήθως μαζί. Έχετε καθίσει ποτέ μπροστά σε τζάκι (σχ. 1-14), που δεν εξέπεμπε ταυτόχρονα θερμότητα και φως; Η θερμική ενέργεια είναι ένα αόρατο μέρος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Όπως οι ορατές ακτίνες του φωτός, έτσι και οι αόρατες ακτίνες, κινούνται μέσω του διαστήματος με μεγάλη ταχύτητα.

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Τι ακριβώς είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, πέραν του ότι ευθύνεται για το φως και τη θέρμανση; Οι επιστήμονες έχουν διατυπώσει δύο θεωρίες για το πώς προκαλείται και πώς συμπεριφέρεται. Η μία ονομάζεται ***κυματική θεωρία.*** Αυτή η θεωρία βασίζεται στη δραστηριότητα των ηλεκτρονίων των ατόμων της ύλης. Η άλλη καλείται ***θεωρία των κβάντων***, τα οποία είναι "πακέτα ενέργειας".



Σχ. 1.14. *Φως και θερμότητα συχνά εμφανίζονται μαζί. Υπήρχε αρκετός φωτισμός από τη φωτιά, για να μπορέσει η μηχανή να απαθανατίσει αυτήν τη σκηνή.*

Κυματική θεωρία.

Η κυματική θεωρία εξηγεί την ακτινοβολία ως το αποτέλεσμα ηλεκτρονίων που μετακινούνται από την κυκλική ***τροχιά*** τους, γύρω από τον πυρήνα του ατόμου. Τα ηλεκτρόνια μεταπηδούν σε διαφορετική τροχιά συνεχίζοντας να κινούνται κυκλικά γύρω από τον πυρήνα (σχ. 1-15). Μπορούν επίσης να φύγουν, μακριά από το δικό τους άτομο και να συνδεθούν με κάποιο άλλο άτομο.

Κατά τη μεταπήδηση από τροχιά σε άλλη εσωτερική της πρώτης ελευθερώνεται ενέργεια. Η ενέργεια δεν μένει ακίνητη. Κινείται με ταχύτητα 186.000 μίλια ανά δευτερόλεπτο μέσω του διαστήματος. Θα μάθετε περισσότερα γι' αυτήν τη θεωρία μελετώντας την ηλιακή ενέργεια στο κεφάλαιο 10.

Κβαντική θεωρία.

Δεν εξηγείται με την κυματική θεωρία όλη η συμπεριφορά της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι επιστήμονες το βρίσκουν πιο εύκολο να θεωρήσουν την ακτινοβολία ως σωματίδια ενέργειας.

Αυτά τα σωματίδια ή ***φωτόνια*** είναι δέσμες ενέργειας, που κινούνται στο διαπερατό διάστημα και χάνουν την ενέργειά τους, όταν πέφτουν σε μια επιφάνεια, την οποία δεν μπορούν να διαπεράσουν.

Πιστεύεται τώρα ότι η κυματική και η κβαντική θεωρία συμπληρώνουν η μια την άλλη.

Διαφορές θερμικής ενέργειας και φωτός.

Παρ' όλο που το φως και η θερμική ενέργεια είναι και τα δύο μορφές ακτινοβολίας, η θερμική ενέργεια συμπεριφέρεται διαφορετικά από τη φωτεινή ενέργεια. Το φως υπάρχει έξω από την ύλη και δεν εισέρχεται σε αυτήν, αν δεν είναι διαφανής ή διαφώτιστη (ο όρος ***διαφανές*** σημαίνει ότι μπορεί να δείτε μέσω ενός υλικού, ενώ ***διαφώτιστο*** σημαίνει ότι το φως διέρχεται μέσα από το υλικό, αλλά δεν μπορείτε να δείτε μέσω αυτού). Η θερμική ενέργεια υπάρχει έξω από την ύλη επίσης, αλλά εισχωρεί στην ύλη και προκαλεί την άνοδο της θερμοκρασίας της. Τα άτομα της ύλης, τα οποία έχουν θερμανθεί αρχίζουν να κινούνται πιο γρήγορα. Όσο πιο υψηλή είναι η θερμοκρασία του υλικού, τόσο πιο γρήγορη είναι η κίνηση των ατόμων.

Επίσης, θερμαινόμενα άτομα χρειάζονται μεγαλύτερο χώρο για να κινούνται. Αυτό εξηγεί το πολύ γνωστό φαινόμενο ζεστά υγρά ή αέρια να διαστέλλονται. Για παράδειγμα, αν ζεσταθεί νερό ή αέρας σε ένα κλειστό δοχείο, η διαστολή του νερού ή του αέρα μπορεί να προκαλέσει το φούσκωμα ή την έκρηξη του δοχείου (σχ. 1-16).

ΠΩΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

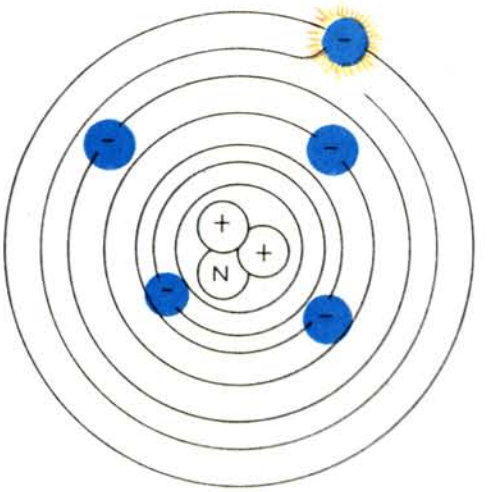
Ενώ το φως διαδίδεται όπως η ακτινοβολία, η θερμότητα διαδίδεται από το ένα μέρος στο άλλο με τρεις τρόπους:

- Με ακτινοβολία, που μόλις συζητήθηκε υπό τον τίτλο Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.
- Με μεταφορά.
- Με αγωγή.

Διάδοση με μεταφορά.

Μεταφορά, είναι η κίνηση μέσα σε υγρά ή αέρια. Η θερμότητα διαδίδεται με την κυκλοφορία θερμαινόμενου ή ζεστού ή υγρού ή αέρα. Η διάδοση συνεχίζεται, έως ότου όλο το υλικό αποκτήσει την ίδια θερμοκρασία.

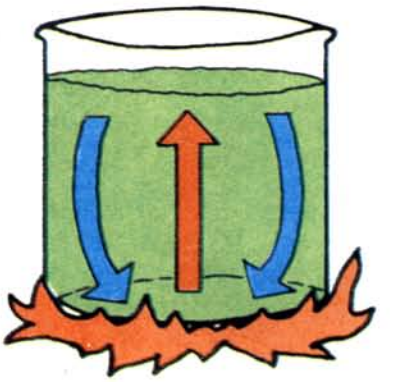
Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται στο νερό. Εξαιτίας της διαστολής, το ζεστό νερό είναι πιο ελαφρύ από το κρύο. Επομένως, το κρύο νερό βυθίζεται και καταλαμβάνει το χώρο, που κενώνεται από το ζεστότερο νερό, το οποίο έχει την τάση να ανεβαίνει (σχ. 1-17).



Σχ. 1-15. *Σύμφωνα με την κυματική θεωρία της ακτινοβολίας ηλεκτρόνια που μεταπηδούν από μια τροχιά ενός ατόμου σε άλλη ελευθερώνουν ή απορροφούν ηλεκτρομαγνητική ενέργεια.*



Σχ. 1-16. *Υγρά σε κλειστά δοχεία τείνουν να διασταλούν όταν θερμαίνονται και μπορούν ακόμα και να σπάσουν τα δοχεία τους.*



Σχ. 1-17. *Μεταφορά, που γίνεται σε ένα υγρό. Το ζεστό νερό είναι λιγότερο πυκνό, αφού τα μόριά του είναι πιο απομακρυσμένα μεταξύ τους. Επειδή είναι ελαφρύτερο, το ζεστό υγρό ανεβαίνει ενώ το πιο κρύο υγρό βυθίζεται στο κάτω μέρος του δοχείου.*

Το ίδιο ισχύει και για τον αέρα: Όταν ο αέρας θερμαίνεται γίνεται πιο ελαφρύς και ανεβαίνει. Ο πιο κρύος αέρας βυθίζεται και παίρνει τη θέση του (σχ. 1-18). Ένα δωμάτιο μπορεί να θερμανθεί με βάση αυτήν την αρχή.

Ο ζεστός αέρας από τον καυστήρα ανεβαίνει, όπως εισέρχεται στο δωμάτιο. Ο κρύος αέρας βυθίζεται στο πάτωμα και μεταφέρεται στον καυστήρα μέσω σωληνώσεων, όπου ξαναζεσταίνεται (σχ. 1-19).

Διάδοση με αγωγή.

Αγωγή είναι η διάδοση της θερμότητας που παράγεται από μοριακή δράση. Θερμαινόμενα μόρια ενός υλικού κινούνται τόσο γρήγορα, που συγκρούονται το ένα με το άλλο. Τα πιο "θερμά" μόρια χτυπούν τα πιο "κρύα" και μεταφέρουν θερμότητα σε αυτά. Αυτό επαναλαμβάνεται ώσπου όλα τα μόρια του υλικού να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία (σχ. 1-20). Αυτή η αρχή εφαρμόζεται, για να κρυώσει η μηχανή του αυτοκινήτου και για να μαγειρέψομε.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Από όλες τις μορφές ενέργειας, η ***μηχανική ενέργεια*** είναι αυτή που συνήθως θεωρούμε ότι "παράγει έργο". Η μηχανική ενέργεια είναι ίδια όπως η κινητική ενέργεια, για την οποία έγινε λόγος νωρίτερα. Όμως, τον όρο "μηχανική" το χρησιμοποιούμε όταν αξιοποιείται ενέργεια για την παραγωγή έργου.

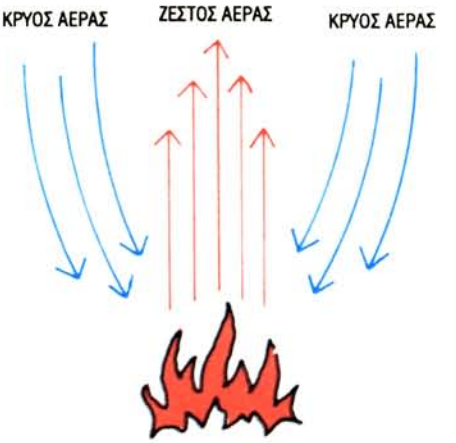
Παρ' όλο που ο όρος υπονοεί μηχανήματα, με αυτόν δεν εννοούμε μόνο την παραγωγή έργου από μηχανήματα. Χαρακτηρίζει όλα τα κινούμενα σώματα. Σώματα που κινούνται παράγουν έργο, γιατί αντιστέκονται σε δυνάμεις, που ασκούνται επάνω τους, για να τα σταματήσουν. Αυτή η τάση να διατηρήσουν την κίνησή τους, λέγεται ***αδράνεια.*** Όσο πιο βαρύ είναι ένα αντικείμενο, τόσο πιο μεγάλη είναι η αδράνειά του.

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

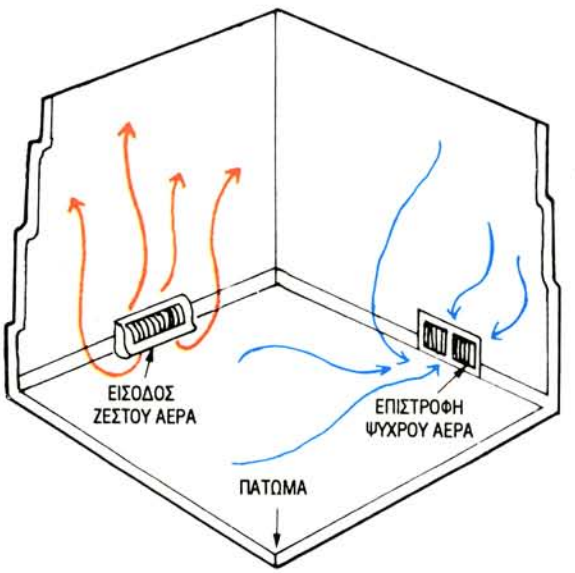
Η ***χημική ενέργεια*** είναι "εγκλωβισμένη" μέσα στα μόρια διαφόρων ουσιών. Τα φυτά αποθηκεύουν ενέργεια ακτινοβολίας από τον ήλιο, διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, ορυκτά και νερό από το χώμα. Τα συνδυάζουν όλα αυτά χημικώς για να σχηματίσουν καινούργια μόρια, που γίνονται ο πολτός και οι ίνες του φυτού. Η αποθηκευμένη ενέργεια ελευθερώνεται όταν τα τρώμε ή τα καίμε.

Για παράδειγμα, η φωτιά δημιουργεί μια χημική μεταβολή στο ξύλο μέσω της διαδικασίας της καύσεως. Η καύση μπορεί επίσης να ονομασθεί "ταχεία οξείδωση". Η κατάληξη αυτής της διαδικασίας, είναι μια μεταβολή στο ξύλο: από ίνες σε θερμότητα και στάχτη. Η θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία μιας ατμομηχανής, για τη θέρμανση ενός κτηρίου ή για την παρασκευή ενός φαγητού (σχ. 1-21). Η καύση αναδιατάσσει τα μόρια, ελευθερώνοντας θερμότητα και φως με τη μορφή ενέργειας ακτινοβολίας. Οι στάχτες που παραμένουν είναι μια εντελώς διαφορετική μορφή ύλης εξαιτίας της χημικής μεταβολής.

Η βενζίνη, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι άλλα παραδείγματα αποθηκευμένης χημικής ενέργειας. Μια μπαταρία επίσης αποθηκεύει ενέργεια σε χημική μορφή και την ελευθερώνει ως ηλεκτρική ενέργεια (σχ. 1-22).



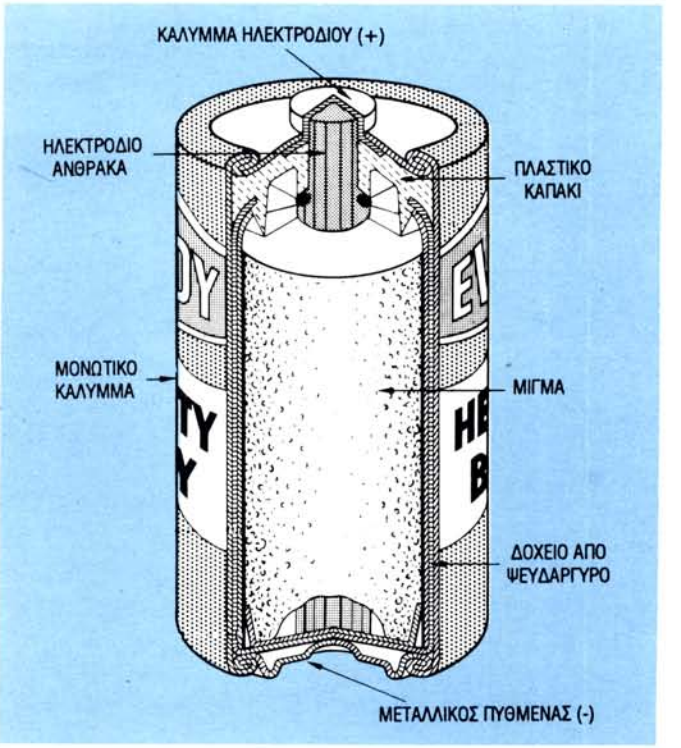
Σχ. 1-18. *Μεταφορά επίσης γίνεται στον αέρα επάνω από μια φωτιά. Ο ζεστός αέρας ανεβαίνει, ενώ ο πιο κρύος αέρας κατεβαίνει και καταλαμβάνει το χώρο του.*



Σχ. 1-19. *Για τη θέρμανση οικιών θέτομε σε εφαρμογή τις αρχές που διέπουν τη μεταφορά. Ο ζεστός αέρας ανέρχεται από την είσοδο ζεστού αέρα που είναι στο δάπεδο και ζεσταίνει το δωμάτιο. Κρύος αέρας αναρροφάται από ένα άνοιγμα που λέγεται επιστροφή ψυχρού αέρα και θερμαίνεται στον καυστήρα.*

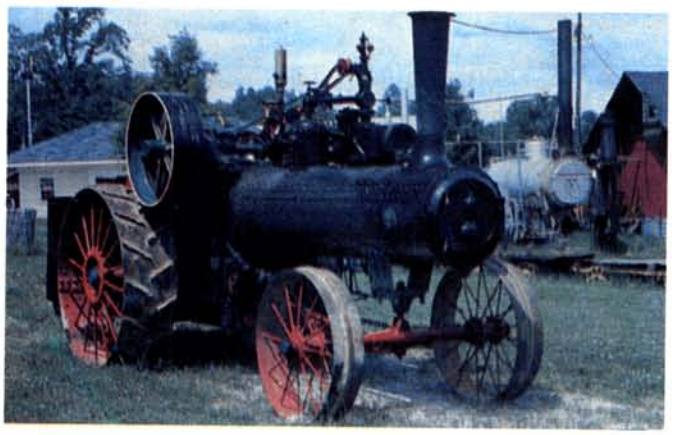


Σχ. 1-20. Θερμότητα διαδίδεται κατά μήκος στερεού υλικού, όπως μια χαλύβδινη ράβδος, καθώς τα μόρια ή άτομα θερμότερης περιοχής που κινούνται γρηγορότερα συγκρούονται με μόρια ή άτομα της λιγότερο θερμής γειτονικής περιοχής και αυξάνουν τις ταχύτητές τους. Με αυτήν τη διαδικασία διαδόσεως ολόκληρη η ράβδος ζεσταίνεται.



Σχ. 1-22. Τομή ενός μικρού ηλεκτρικού στοιχείου (μπαταρίας). Αυτό έχει αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια σε ένα χημικό υλικό, που ονομάζεται μάγμα (Union Carbide Corp.).





Σχ. 1-21. Όταν καίγεται το ξύλο ή το κάρβουνο, μεταβάλλονται χημικώς και ελευθερώνουν ενέργεια, η οποία μεταφέρεται ως θερμότητα στο περιβάλλον και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κίνηση ατμομηχανής.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ηλεκτρική ενέργεια παράγεται, όταν σωματίδια με αρνητικό φορτίο έλκονται από σωματίδια με θετικό φορτίο. Τα αρνητικώς φορτισμένα σωματίδια λέγονται ***ηλεκτρόνια.*** Τα θετικώς φορτισμένα σωματίδια ονομάζονται ***πρωτόνια.*** Η έλξη μεταξύ τους προκαλεί μία ροή ηλεκτρονίων. Αυτή η ροή ηλεκτρονίων είναι γνωστή ως ηλεκτρικό ρεύμα.

Ειδικά αγώγιμα μέταλλα, όπως ο χαλκός και ο άργυρος, επιτρέπουν τη ροή ηλεκτρονίων εύκολα από το ένα μέρος στο άλλο. Ένα σύστημα χαλκίνων συρμάτων, διά των οποίων διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζεται κύκλωμα. Ηλεκτρόνια μπορούν να παράγουν φως και θερμότητα, όταν ρέουν διά μέσου του νήματος (πολύ λεπτό σύρμα), το οποίο βρίσκεται μέσα σε ένα λαμπτήρα. Δημιουργούν επίσης, ένα μαγνητικό πεδίο και προκαλούν την περιστροφή ενός ηλεκτρικού κινητήρα παρέχοντας ισχύ σε άλλες μηχανές. Το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί επίσης να παράγει θερμότητα, όταν διέρχεται μέσω ορισμένων τύπων συρμάτων (σχ. 1-23).

Μια άλλη ιδιότητα που καθιστά την ηλεκτρική ενέργεια τόσο δημοφιλή είναι η ευκολία, με την οποία μεταφέρεται από το ένα μέρος στο άλλο. Μπορούμε να την παράγομε σε ένα σημείο και να τη μεταφέρομε μακριά πριν τη χρησιμοποιήσομε.

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ατομική ή ***πυρηνική ενέργεια*** ελευθερώνεται με τη διάσπαση ή συνένωση ορισμένων ειδών ατόμων.

Η απελευθέρωση ενέργειας μπορεί να είναι ταχεία, όπως σε μια έκρηξη ατομικής βόμβας ή βόμβας υδρογόνου. Μπορεί όμως να ελεγχθεί και να συντελεσθεί με αργούς ρυθμούς παράγοντας τεράστιες ποσότητες ενέργειας με τη δαπάνη μικρής ποσότητας υλικού. Χρησιμοποιούμε την ενέργεια θερμότητας που προέρχεται από τη σχάση ατόμων, για να θερμάνομε υγρά. Τα υγρά βράζουν δημιουργώντας ατμό, που κινεί ένα στρόβιλο. Συνδεδεμένος με μια γεννήτρια ή έναν έλικα η μηχανική ενέργεια στο στρόβιλο παράγει ηλεκτρικό ρεύμα ή προωθεί ένα καράβι.

Όπως συμβαίνει με τον ηλεκτρισμό, η πυρηνική ενέργεια εξαρτάται από τη δράση των ατόμων. Το κέντρο ενός ατόμου ονομάζεται ***πυρήνας.*** Όλοι οι πυρήνες αποτελούνται από θετικά σωματίδια, που λέγονται ***πρωτόνια,*** και ουδέτερα σωματίδια, που καλούνται ***νετρόνια.*** Πυρηνική ενέργεια παράγεται, όταν μεταβάλλεται ο πυρήνας ενός ατόμου ουρανίου, (το ουράνιο χρησιμοποιείται, επειδή τα άτομά του έχουν πολλά πρωτόνια και νετρόνια στους πυρήνες τους). Η διαδικασία, κατά την οποία οι πυρήνες των ατόμων του ουρανίου μεταβάλλονται λέγεται ***σχάση.***

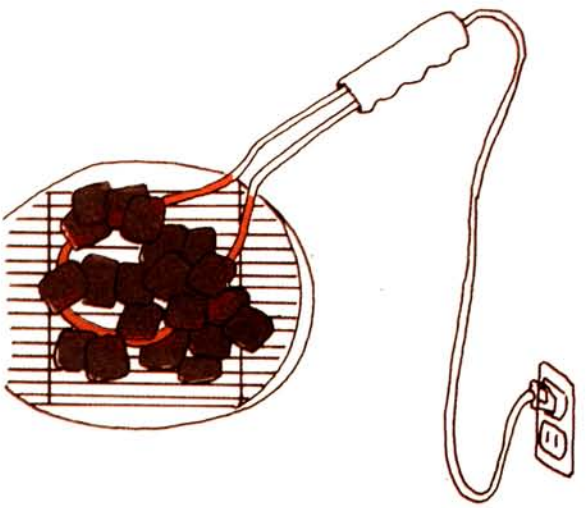
Σχάση.

Ένα τρόπος για να αλλάξει ένα άτομο, είναι να το βομβαρδίσομε με ένα σωματίδιο, όπως το νετρόνιο. Με τον τρόπο αυτό προκαλείται σχάση του πυρήνα σε δύο μέρη, το καθένα από τα οποία έχει περίπου τον ίδιο αριθμό πρωτονίων και νετρονίων. Κατ' αυτόν τον τρόπο μεταβάλλεται η μάζα του πυρήνα και ελευθερώνεται τεράστια ποσότητα ενέργειας (σχ. 1-24).

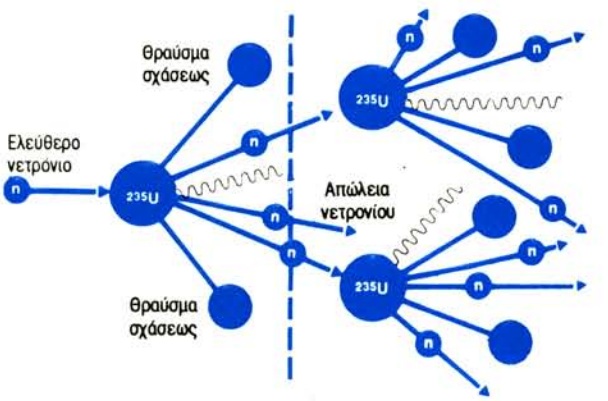
Αν άλλοι πυρήνες χτυπηθούν από νετρόνια που ξεφεύγουν από τη σχάση, η σχάση θα συνεχισθεί. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ***αλυσιδωτή αντίδραση.*** Όταν η σχάση ελέγχεται μέσα σε έναν αντιδραστήρα η απελευθέρωση ενέργειας γίνεται με βραδύτερο ρυθμό από ό,τι στην περίπτωση εκρήξεως ατομικής βόμβας. Είναι επομένως δυνατόν να χρησιμοποιήσομε την ενέργεια υπό μορφή θερμότητας. Συνήθως με αυτή θερμαίνομε νερό, για να παραχθούν ατμοί.

Σύντηξη.

Ένας άλλος τρόπος να εκμεταλλευθούμε την ενέργεια του ατόμου είναι να συνδυάσομε δύο ελαφρά άτομα και να σχηματίσομε ένα βαρύ άτομο. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ***σύντηξη.*** Σύμφωνα με αυτήν επιχειρείται η ένωση δύο πυρήνων. Αυτό είναι δύσκολο, γιατί οι πυρήνες είναι και οι δύο θετικώς φορτισμένοι και έχουν την τάση να απωθούν ο ένας τον άλλο. Αυτή η τάση εξουδετερώνεται θερμαίνοντας το καύσιμο για τη σύντηξη σε υψηλή θερμοκρασία. Οι πυρήνες κινούνται γρήγορα. Ύστερα συγκρούονται ο ένας επάνω στον άλλο τόσο δυνατά, που κατανικούν τη φυσική τους άπωση και παραμένουν ενωμένοι. Το σχήμα 1-25 είναι ένα απλό σχέδιο, που δείχνει πώς συντελείται η σύντηξη. Όπως και με τη σχάση, η σύντηξη απελευθερώνει τέραστιες ποσότητες ενέργειας, τις οποίες μπορούμε να χρησιμοποιήσομε, για να παράγομε άλλες χρήσιμες μορφές ενέργειας.



Σχ. 1-23. *Ένας ηλεκτρικός αναπτήρας για κάρβουνα θερμαίνεται και ανάβει τα κάρβουνα. Τα καλώδια μέσα στον αναπτήρα θερμαίνονται, διότι αυτά παρουσιάζουν αντίσταση στο ηλεκτρικό ρεύμα.*

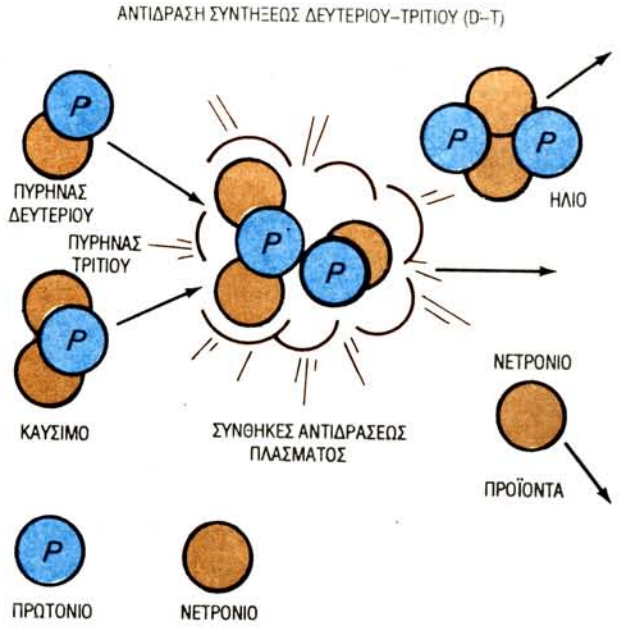


Ένα ελεύθερο νετρόνιο, που εισέρχεται σε ένα πυρήνα ^{235}U, προκαλεί τη σχάση του.

Ο πυρήνας χωρίζεται λόγω της σχάσεως σε μικρότερα θραύσματα και 2 ή 3 νετρόνια. Συγχρόνως εκλύεται ενέργεια.

Σε μια αλυσιδωτή αντίδραση νετρόνια προκαλούν τη σχάση περισσοτέρων πυρήνων ελευθερώνοντας περισσότερη ενέργεια και νετρόνια

Σχ. 1-24. *Πυρηνική ενέργεια ελευθερώνεται, όταν πυρήνες ορισμένου είδους, όπως του ουρανίου, διασπώνται. Δημιουργείται άλλου είδους ύλη και ελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες ενέργειας (Atomic Industrial Forum, Inc.).*



Σχ. 1-25. *Η σύντηξη είναι άλλης μορφής διαδικασία απελευθερώσεως πυρηνικής ενέργειας. Δύο πυρήνες συνδυάζονται και εκλύεται ενέργεια.*

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ένα χαρακτηριστικό της ενέργειας είναι ότι μετατρέπεται εύκολα από τη μια μορφή στην άλλη. Αυτό γίνεται τόσο εύκολα στη φύση, ώστε συχνά ούτε καν αντιλαμβανόμαστε τη μετατροπή.

Μερικές κοινές μετατροπές, που πραγματοποιούνται στη φύση, προκαλούνται από την ηλιακή ενέργεια. Για παράδειγμα, η ηλιακή ακτινοβολία ευθύνεται για πολλές μετατροπές που συντελούνται αθόρυβα παντού γύρω μας.

- Ο ήλιος σαν μια γιγαντιαία αντλία, ανεβάζει το νερό από την επιφάνεια της γης, δηλαδή από λίμνες, ωκεανούς και ποτάμια. Λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας εξατμίζεται επίσης υγρασία, που βρίσκεται σε άλλες επιφάνειες. Κάθε χρόνο 410.000 km^3 υγρασίας μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα. Αργότερα, αυτός ο όγκος υγρασίας ελευθερώνεται με τη μορφή βροχής, χιονόνερου, δρόσου ή χιονιού, για να τροφοδοτήσει εκ νέου έτσι τη ροή των ποταμιών. Αυτή η ροή είναι μηχανική ενέργεια, την οποία μπορούμε να "αιχμαλωτίσομε" και να χρησιμοποιήσομε για να παράγομε άλλες μορφές ενέργεια.
- Τα φυτά συσσωρεύουν την ηλιακή ακτινοβολία μαζί με τις θρεπτικές ουσίες από το χώμα, στοιχεία τα οποία αποθηκεύουν στην ύλη, από την οποία αποτελούνται τα φύλλα, οι μίσχοι και τα κοτσάνια. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ***φωτοσύνθεση.*** Η ενέργεια θα παραμείνει δεσμευμένη μέσα στο φυτό ως χημική ενέργεια, έως ότου κάποιος εξωτερικός παράγοντας θα τη μετατρέψει σε άλλη μορφή ενέργειας.

Ας αναφερθούμε σε κάποιες άλλες μετατροπές:

- Βρώσιμα φυτά προμηθεύουν τα ζώα ή τους ανθρώπους με ενέργεια, που χρειάζεται για τη συντήρηση της θερμοκρασίας του σώματος και την τροφοδότηση των μυών, οι οποίοι ελέγχουν τις κινήσεις του σώματος.
- Η καύση ενός φυτού μετατρέπει τη χημική του ενέργεια σε θερμοδυναμική και τελικά σε θερμότητα.
- Φυτά που θάβονται και δέχονται μεγάλη πίεση, σχηματίζουν ***καύσιμα απολιθωμάτων*** (σχ. 1-26). Αυτές οι αποθηκευμένες μορφές ενέργειας είναι πλούσιες σε άνθρακα και είναι χρήσιμες για την παραγωγή θερμότητας όταν καούν.

ΝΟΜΟΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ενέργεια έχει ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα που είναι γνωστά ως ***Νόμοι της Θερμοδυναμικής***. Ο πρώτος από αυτούς τους νόμους είναι ο εξής: Η ενέργεια δεν μπορεί να καταστραφεί. Μπορεί να μετατραπεί από τη μια μορφή στην άλλη, αλλά ποτέ δεν παύει να υπάρχει.

Εκ πρώτης όψεως, αυτό φαίνεται να είναι θαυμάσιο. Αν δεν μπορεί να καταστραφεί, μπορούμε να τη χρησιμοποιούμε ξανά και ξανά;

Η απάντηση είναι "όχι" εξαιτίας του δεύτερου Νόμου της Θερμοδυναμικής.

Σύμφωνα με αυτόν είναι αδύνατον να επιτύχομε τη ροή της θερμότητας από ένα κρύο σώμα σε ένα πιο ζεστό χωρίς να χρησιμοποιήσομε μια άλλη πηγή ενέργειας. Βάσει του νόμου συμπεραίνομε ότι, όταν η ενέργεια χρησιμοποιηθεί μια φορά χάνει την ικανότητά της να παράγει έργο, παρ' όλο που δεν καταστρέφεται.



Σχ. 1-26. *Αυτό το κομμάτι άνθρακα προήλθε από ορυχείο στο Kentucky των ΗΠΑ.*

Ένα παιδί επάνω σε μια κούνια (σχ. 1-27), δείχνει πώς λειτουργεί αυτή η αρχή. Η μηχανική ενέργεια στο σώμα του παιδιού έκανε την κούνια ν' αρχίσει να κινείται. Όταν δεν ασκείται άλλη ενέργεια, ώστε η κούνια να συνεχίσει να κινείται, αυτή βαθμιαία θα σταματήσει. Με το σταμάτημα φαινομενικά όλη η ενέργεια έχει φύγει. Όμως, αν είχατε ένα ευαίσθητο θερμόμετρο, θα μπορούσατε να μετρήσετε και να δείτε ότι η μηχανική ενέργεια έχει μετατραπεί σε ενέργεια χαμηλής ποιότητας. Θα έδειχνε μια αύξηση στη θερμοκρασία:

- Της κούνιας και των στηριγμάτων της.
- Του αέρα γύρω από την κούνια.

Αυτή η ενέργεια δεν συνδυάζεται με αρκετά υψηλή θερμοκρασία, για να είναι χρήσιμη. Έχει μεταφερθεί σε πιο ψυχρά μέρη του περιβάλλοντος. Σε τέτοιες περιπτώσεις, λέγεται ότι η ενέργεια έχει ***υποβαθμιστεί*** (εξασθενίσει) σε σημείο, που δεν μπορούμε να τη χρησιμοποιήσομε.





Σχ. 1-27. *Επάνω: Το παιδί επάνω στην κούνια χρησιμοποιεί ενέργεια, για να θέσει σε κίνηση την κούνια. Κάτω: Βαθμιαία η κούνια θα σταματήσει, όταν δεν παρέχεται πια ενέργεια, για να συνεχισθεί το κούνημα. Η τριβή και η αντίσταση του αέρα θα τη σταματήσει.*

ΕΝΤΡΟΠΙΑ

Το παιδί επάνω στην κούνια είναι ένα παράδειγμα για το τι θα πει ***εντροπία.*** Ο ρυθμός με τον οποίο η κούνια πηγαινοερχόταν έπεσε, ώσπου τελικά αυτή σταμάτησε. Η ενέργεια δεν εξαφανίσθηκε όλη, αλλά διαχύθηκε τόσο, που δεν μπορούσε να παράγει άλλο έργο. Ο νόμος της εντροπίας είναι ο εξής: τελικά, η κάθε μορφή ενέργειας, όταν τη χρησιμοποιήσομε, διασκορπίζεται τόσο, ώστε δεν είναι πλέον ικανή να παράγει έργο.

Ας εξετάσομε ένα άλλο παράδειγμα. Ας υποθέσομε ότι θέλετε να θερμάνετε νερό, για να λειτουργήσετε ένα μικρό πρότυπο ατμομηχανής. Όταν το νερό γίνει ατμός, θα λειτουργήσει η μηχανή, όσο συνεχίζεται να θερμαίνεται το νερό. Όταν όμως σβήσετε τη φωτιά που παρέχει τη θερμότητα, δεν θα παράγεται πλέον ατμός. Η μηχανή θα σταματήσει να λειτουργεί. Το νερό είναι ακόμα ζεστό, αλλά δεν έχει πια την ενέργεια, να λειτουργήσει τη μηχανή.

ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τι χρειάζεται ώστε μια μορφή ενέργειας να είναι χρήσιμη ως πηγή;

Είναι αναγκαίες ορισμένες προϋποθέσεις:

- Πρέπει αυτή η ενέργεια να είναι άφθονη και η πρόσβαση σε αυτήν εύκολη.
- Πρέπει να μετατρέπεται χωρίς δυσκολία σε μορφή, την οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα μηχανήματά μας.
- Πρέπει να μεταφέρεται εύκολα.
- Πρέπει να αποθηκεύεται εύκολα.

Ως τώρα, λίγες μόνο πηγές ενέργειας έχουν αναπτυχθεί, που να ικανοποιούν όλες αυτές τις απαιτήσεις:

- Υδατάνθρακες ή καύσιμα απολιθωμάτων. Αυτές είναι: το φυσικό αέριο, το κάρβουνο και το πετρέλαιο.
- Πυρηνική ενέργεια.
- Υδροηλεκτρική ενέργεια.

Άλλες πηγές είναι διαθέσιμες, οι οποίες προς το παρόν ίσως δεν πληρούν προϋποθέσεις όπως αυτές που μόλις αναφέραμε. Μπορούμε όμως να τις αναπτύξομε στο σημείο που θα ικανοποιούν καλύτερα τις απαιτήσεις μας. Στην ομάδα αυτήν ανήκουν:

- Ηλιακή ενέργεια. Η ακτινοβολία του ήλιου, στην οποία αναφερθήκαμε νωρίτερα, μπορεί να χρησιμεύσει άμεσα για να παράγει ισχύ και να θερμάνει κτήρια.
- Μορφές κινητικής ενέργειας. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται η παλιρροϊκή, των κυμάτων και η αιολική.
- Η θερμική ενέργεια. Σε αυτήν ανήκουν η γεωθερμική (θερμότητα από το κέντρο της γης) και η θερμότητα που λαμβάνεται από τα θαλάσσια νερά.
- Τα ***βιοκαύσιμα.*** Αυτά είναι μια ομάδα αερίων και υγρών, που εξάγονται από οργανικά απορρίμματα, φύκια, σπόρους και διάφορα φυτά.

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ, ΜΗ-ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΚΑΙ ΑΝΕΞΑΝΤΛΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα αποθέματα ενέργειας εντάσσονται σε μία από τις εξής τρεις ομάδες, που θα επηρεάσουν πολύ τον τρόπο με τον οποίο θα τα χρησιμοποιήσομε στο μέλλον.

Ανανεώσιμα αποθέματα είναι αυτά, που μπορούν να καλλιεργηθούν και να συλλεχθούν επανειλημμένως. Η παροχή δεν μπορεί να εξαντληθεί. Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βρίσκονται σε περιορισμένα αποθέματα. Όταν τελειώσουν, δεν μπορούν να αντικατασταθούν. Οι ανεξάντλητες πηγές ενέργειας υπάρχουν σε τόσο μεγάλη ποσότητα, που δεν θα τελειώσουν ποτέ.

Τα καύσιμα απολιθωμάτων, εφόσον η διαδικασία σχηματισμού τους διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια, θεωρούνται μη-ανανεώσιμα. Όταν οι τελευταίες πηγές πετρελαίου και αερίου εξαντληθούν και τα τελευταία ανθρακορυχεία αδειάσουν, τα καύσιμα απολιθωμάτων θα εξαφανισθούν για πάντα. Η ύλη από την οποία σχηματίσθηκαν ήταν περιορισμένη. Δεν υπάρχει δηλαδή ούτε χρόνος, ούτε υλικό για περισσότερη παραγωγή.

Ανανεώσιμα αποθέματα είναι εκείνα τα φυτά που μπορούν να καλλιεργηθούν και να χρησιμοποιηθούν άπειρες φορές. Η ενέργεια του ήλιου, του ανέμου και του νερού θεωρείται ανεξάντλητη. Όσο λάμπει ο ήλιος, μπορούμε να τον αξιοποιήσομε, ώστε να παράγει έργο. Όλες αυτές οι πηγές ενέργειας θα συζητηθούν πλήρως σε κεφάλαια που ακολουθούν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ενέργεια είναι η ικανότητα παραγωγής έργου. Παρόλο που δεν μπορούμε πάντα να παρατηρήσομε την ενέργεια όταν παράγει έργο, αισθανόμασθε την επίδρασή της στον κόσμο μας.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι ταξινομήσεως της ενέργειας. Η ενέργεια που σχετίζεται με τη θέση ή τη μορφή ενός σώματος ονομάζεται δυναμική ενέργεια. Η ενέργεια που σχετίζεται με την κίνηση ενός σώματος καλείται κινητική ενέργεια.

Ένας άλλος τρόπος να κατατάξομε την ενέργεια είναι μέσω των διαφόρων μορφών της.

- Φωτεινή ενέργεια ή ενέργεια ακτινοβολίας. Ο ήλιος είναι η κύρια πηγή της ενέργειας ακτινοβολίας.
- Θερμική ακτινοβολία. Συγγενεύει με τη φωτεινή ενέργεια και είναι ακτινοβολία.
- Μηχανική ενέργεια. Είναι η δυναμική και η κινητική ενέργεια.
- Χημική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή είναι αποθηκευμένη μέσα σε μόρια. Ελευθερώνεται με αλλαγές, που συντελούνται στα μόρια.
- Ηλεκτρική ενέργεια. Σχετίζεται με το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Πυρηνική ενέργεια. Εκδηλώνεται όταν οι πυρήνες των ατόμων διασπώνται ή συνενώνονται με αποτέλεσμα την απελευθέρωση τεραστίων ποσοτήτων ενέργειας.

Ένα χρήσιμο χαρακτηριστικό της ενέργειας είναι ότι μπορεί να μετατραπεί από τη μια μορφή στην άλλη. Αυτό ονομάζεται μετατροπή ενέργειας.

Η Φυσική μας διδάσκει ότι παρόλο που η ενέργεια μπορεί να αλλάξει, δεν μπορεί να καταστραφεί. Άλλη μια ιδιότητα της ενέργειας είναι ότι από τη στιγμή που τη χρησιμοποιούμε, αυτή υποβαθμίζεται σε σημείο, ώστε να μην μπορεί να παράγει πια έργο. Αυτές οι δύο αρχές της Φυσικής είναι γνωστές ως Νόμοι της Θερμοδυναμικής.

Για να είναι χρήσιμη στην εκτέλεση έργου, η ενέργεια πρέπει να είναι άφθονη, να μετατρέπεται, να μεταφέρεται και να αποθηκεύεται εύκολα. Σήμερα, οι κύριες πηγές μας είναι τα καύσιμα απολιθωμάτων, που λέγονται και υδρογονάνθρακες, η πυρηνική (ατομική) και υδροηλεκτρική ενέργεια.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

βιοκαύσιμα
αλυσιδωτή αντίδραση
χημική ενέργεια
αγωγή
μεταφορά
υποβάθμιση
ηλεκτρική ενέργεια
ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία
ηλεκτρόνιο
ενέργεια
εντροπία
ανάδραση
σχάση
καύσιμα απολιθωμάτων
σύντηξη
βαρύτητα
είσοδος
αδράνεια
κινητική ενέργεια
Νόμοι Θερμοδυναμικής
μηχανική ενέργεια
πυρηνική ενέργεια
πυρήνας
νετρόνιο
τροχιά
έξοδος
φωτόνιο
φωτοσύνθεση
δυναμική ενέργεια
διαδικασία
πρωτόνιο
κβάντο
ενέργεια ακτινοβολίας
διαφανές
διαφώτιστο
κυματική θεωρία
έργο

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Με βιβλία από τη βιβλιοθήκη ερευνήστε την κβαντική θεωρία της ενέργειας. Ετοιμάστε μια γραπτή εργασία για την τάξη σας.
2. Φτιάξτε ή φέρτε ένα παιχνίδι ή ένα μηχάνημα, που θα δείχνει ότι ζεστό ρευστό, όπως ο αέρας, ή το νερό ανεβαίνει προς τα επάνω.
3. Κατασκευάστε και/ή παρουσιάστε ένα παιχνίδι ή ένα μηχάνημα, που θα δείχνει μια αρχή, την οποία μάθατε σε αυτό το κεφάλαιο. Μπορείτε να πάρετε ιδέες ή να βοηθηθείτε από τον καθηγητή σας.
4. Τοποθετήστε ένα ανοικτό γυάλινο δοχείο στον ήλιο. Σκεπάστε το πάνω μέρος με διαφανές πλαστικό ή γυαλί. Παρατηρήστε το κατά διαστήματα. Τι παθαίνει το κάτω μέρος του σκεπάσματος; Αναφέρετε τις παρατηρήσεις σας στον καθηγητή σας ή στην τάξη. Συζητήστε τι έγινε και αναφέρτε τις αιτίες του φαινομένου.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Τι είναι ενέργεια;
2. Η ενέργεια και οι πηγές ενέργειας μπορούν να παράγουν (κυκλώσετε τις σωστές απαντήσεις):
   α. Θερμότητα.
   β. Φως.
   γ. Κίνηση.
   δ. Κανένα από τα παραπάνω.
   ε. Όλα τα παραπάνω.
3. _____ ενέργεια είναι ο τύπος ενέργειας που έχει ένα σώμα εξαιτίας της θέσεως ή της μορφής του.
4. Ορίστε την κινητική ενέργεια και δώστε ένα παράδειγμα.
5. Παρουσιάστε έξι μορφές ενέργειας και περιγράψτε αυτές σύντομα.
6. Η θερμότητα διαδίδεται από ένα μέρος σε κάποιο άλλο με τρεις τρόπους: _____, _____ και _____.
7. Η χημική ενέργεια είναι δεσμευμένη μέσα στα πολλών _____ _____ ειδών υλικών.
8. Πώς παράγεται η πυρηνική ενέργεια;
9. Δώστε δύο παραδείγματα μετατροπής ενέργειας που συμβαίνουν στη φύση.
10. Ο πρώτος νόμος της Θερμοδυναμικής αναφέρει ότι η ενέργεια (μπορεί/δεν μπορεί) να _____ _____.
11. Αναφέρετε τρία καύσιμα απολιθωμάτων.
12. Καύσιμα φτιαγμένα από φυτά ή οργανικά απορρίμματα προέρχονται από (ανανεώσιμη, μη-ανανεώσιμη) πηγή.
13. Με τον όρο εντροπία εννοούμε ότι τελικά όλη η ενέργεια όταν τη χρησιμοποιούμε υποβαθμίζεται τόσο, ώστε (συμπληρώστε την πρόταση)
    _____
    _____.

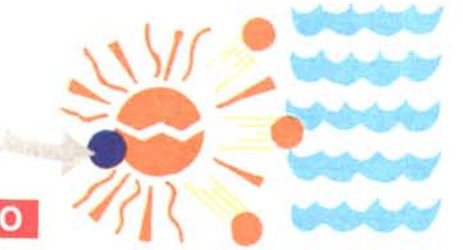


Τι είδους ενέργεια έχομε, όταν ένα μικρό παιδί κατεβαίνει μια τσουλήθρα;



2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



Η ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΤΕ ΚΑΙ ΤΩΡΑ

Οι πληροφορίες που δίνονται σε αυτό το κεφάλαιο θα σας βοηθήσουν ώστε να:

- *Παρακολουθήσετε την ανάπτυξη της μετατροπής της ενέργειας από την προϊστορική ως τη σύγχρονη εποχή.*
- *Ονομάσετε και να περιγράψετε μερικούς ενεργειακούς μετατροπείς. Σε αυτούς περιλαμβάνονται οι ανεμόμυλοι, οι υδροτροχοί, οι στρόβιλοι, οι μηχανές εσωτερικής και εξωτερικής καύσεως, οι ηλεκτρικοί κινητήρες και γεννήτριες και τα κύτταρα καυσίμων.*
- *Συζητήσετε σύγχρονα συστήματα ενεργειακής μετατροπής και χρήσεως.*
- *Αξιολογήσετε τη σπουδαιότητα των συστημάτων ενέργειας για την οικονομία.*
- *Συζητήσετε την επίδραση της ενέργειας στο περιβάλλον.*
- *Συζητήσετε το ρόλο της διαδικασίας σχεδιασμού στην ανάπτυξη των πρώτων μηχανών που χρησιμοποιούσαν ενέργεια.*
- *Ονομάσετε και συζητήσετε σύγχρονα συστήματα μετατροπής.*
- *Αξιολογήσετε τη σπουδαιότητα των ενεργειακών συστημάτων.*

Οι πρόγονοί μας δεν ήξεραν πολλά για τη χρήση της ενέργειας. Στην αρχή χρησιμοποιούσαν τη φυσική ζέστη των σπηλαίων για να προφυλαχθούν από το κρύο και για να είναι ασφαλείς. Μετά έμαθαν πώς να χρησιμοποιούν τη φωτιά. Αντελήφθησαν ότι με αυτήν μπορούσαν να ζεσταίνονται (σχ. 2-1). Για χιλιάδες χρόνια οι πρωτόγονοι άνθρωποι έπρεπε να βασίζονται στη δική τους μυϊκή δύναμη, για να ταξιδέψουν, να βρουν φαγητό, να στεγασθούν και να προστατευθούν.

ΠΡΩΤΟΓΟΝΗ ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τότε ανακάλυψαν ότι η μυϊκή δύναμη μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, για να χτυπήσουν κάποιο ζώο και έτσι να εξασφαλισθεί περισσότερη τροφή. Αργότερα έμαθαν



Σχ. 2-1. *Οι πρωτόγονοι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν τη φωτιά για θέρμανση και μαγείρεμα. Το ξύλο μάλλον ήταν το πρώτο υλικό για την παραγωγή ενέργειας (καύσιμο).*

να δίνουν σχήμα στις πέτρες και να κατασκευάζουν έτσι καλύτερα όπλα.

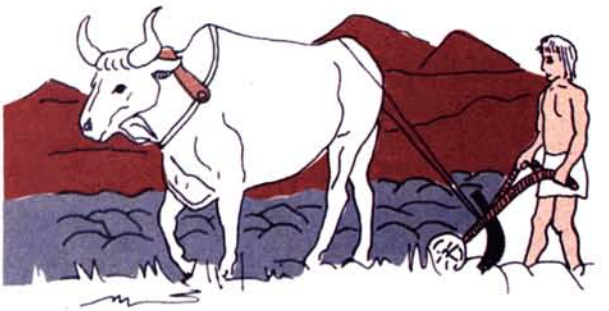
Η θερμότητα από τη φωτιά χρησίμευε για να φτιάξουν κοντάρια, μαχαίρια και βέλη. Έριχναν προσεκτικά κρύο νερό στις άκρες μιας πέτρας, η οποία προηγουμένως είχε θερμανθεί, με αποτέλεσμα να σχηματισθούν κοφτερές άκρες (σχ. 2-2). Έτσι οι πρόγονοί μας μπορούσαν να εκμεταλλεύονται τη μυϊκή (μηχανική) τους δύναμη καλύτερα. Χρησιμοποιώντας αυτά τα βελτιωμένα εργαλεία, μπορούσαν να αυξήσουν την ποσότητα φαγητού και να εξασφαλίσουν καλύτερη προστασία από τα ζώα και τους εχθρούς.

Οι πρώτες κοινότητες ήταν οι οικογένειες και οι φυλές· άρχισαν να αποκτούν σιγά-σιγά πιο μόνιμες κατοικίες. Αυτοί οι άνθρωποι μαζεύτηκαν γύρω από τις πεδιάδες του Νείλου, του Τίγρη και του Ευφράτη, ποταμών στην Αίγυπτο και στο σημερινό Ιράκ.

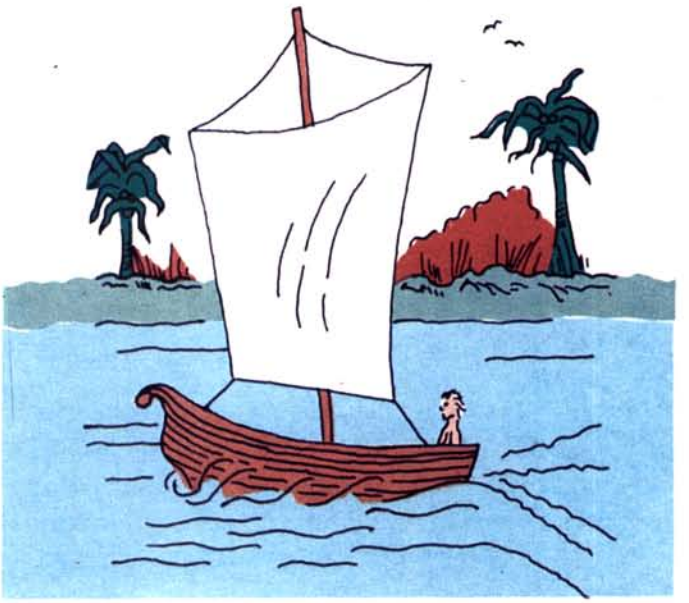
Υπάρχουν επίσης αποδείξεις ότι άνθρωποι που ζούσαν στη νότια Καλιφόρνια 70.000 έως 100.000 χρόνια πριν έφτιαχναν απλοϊκά εργαλεία. Τα νέα εργαλεία που κατάφεραν να κατασκευάσουν τους επέτρεπαν να καλλιεργούν τη γη και να σκοτώνουν περισσότερα άγρια ζώα. Ζώα που είχαν οι ίδιοι εξημερώσει ήταν και πηγή φαγητού και προμήθευαν μηχανική ενέργεια, που τους βοηθούσε να



Σχ. 2-2. *Αργότερα η φωτιά κατέστη και μέσο κατασκευής εργαλείων. Επάνω: Ζέσταιναν μια ειδική πέτρα. Όταν κρύο νερό έσταζε επάνω σε αυτήν, κομμάτια της έσπαζαν, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν κοφτερές άκρες. Κάτω: Οι κοφτερές πέτρες χρησίμευαν για την κατασκευή βελών, δοράτων, ακόμα και χονδροειδών μαχαιριών.*



Σχ. 2-3. *Εκπαίδευαν ζώα για την έλξη αγροτικών εργαλείων.*



Σχ. 2-4. *Τα πανιά ήταν ανώτερα από τη μυϊκή δύναμη για την κίνηση πλοίων.*

κινήσουν απλά εργαλεία και να καλλιεργήσουν το χώμα (σχ. 2-3).

Όταν αναπτύχθηκαν οι ανθρώπινες κοινωνίες, η δύναμη του νερού των ποταμών χρησιμοποιήθηκε για να μεταφέρει σχεδίες. Λίγο αργότερα προστέθηκαν μόνιμα πανιά (σχ. 2-4) που εκμεταλλεύονταν την κινητική (μηχανική) ενέργεια του ανέμου.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΤΕ ΚΑΙ ΤΩΡΑ

Πώς αναπτύχθηκαν τα σχέδια μηχανών και εργαλείων, που χρησιμοποιούσαν ενέργεια και με τα οποία ο ανθρώπινος μόχθος σαφώς ελαττωνόταν; Ακολουθούσαν οι πρώτοι σχεδιαστές τα ίδια βήματα με τους νεότερους; Εφόσον δεν υπήρχαν όργανα γραφής και σχεδιασμού στους προϊστορικούς χρόνους, μόνο υποθέσεις μπορούμε να κάνομε. Χωρίς αμφιβολία η διαδικασία τότε και τώρα άρχισε με την εμφάνιση κάποιας ανάγκης. Η παρατήρηση τους δίδαξε ότι η φωτιά και ο άνεμος είχαν ενέργεια, την οποία μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν.

Το μόνο επομένως που έμενε ήταν να βρουν τον τρόπο εκμεταλλεύσεώς της. Από αυτό το σημείο και μετά, μάλλον τυχαίος πειραματισμός οδήγησε σε βελτιωμένους τρόπους χρήσεως της θερμότητας και σε διάφορα σχέδια για την εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου. Μέσω των πειραμάτων τους οι πρώτοι εφευρέτες αποκόμισαν πολύτιμες γνώσεις (κατέληξαν δηλαδή σε σχέδια που λειτουργούσαν καλύτερα). Είναι επίσης πιθανόν να σχεδίαζαν επάνω στο χώμα. Μάλλον βρήκαν κάποιο απλό σύστημα μετρήσεως.

Τα πιο εφευρετικά μυαλά σκέφτηκαν: "Τι θα γινόταν αν" και βρήκαν διαφορετικούς τρόπους να λύσουν το

πρόβλημα και να ανταποκριθούν στην εκάστοτε ανάγκη. Ένας από τους πρώτους κυνηγούς ανακάλυψε ότι η πέτρα μπορούσε να σκοτώσει μικρά ζώα, αν την πετούσε με αρκετή δύναμη. Αργότερα ο κυνηγός σκέφτηκε ότι έπρεπε να βρει κάποιον τρόπο να πετάξει την πέτρα με μεγαλύτερη δύναμη. Αυτή η ανάγκη τον οδήγησε στη σύλληψη και κατασκευή του τόξου και του βέλους. Το ίδιο ισχύει σήμερα και για την κατασκευή των συγχρόνων μηχανών, που χρησιμοποιούν ενέργεια. Τώρα όμως η διαδικασία σχεδιασμού έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό. Ακολουθεί αρκετά στάδια:

1. Προσδιορισμός του προβλήματος. Αυτό ονομάζεται έκθεση σχεδιασμού. Εδώ περιγράφεται τι πρέπει να πετύχει το προϊόν, αλλά όχι με ποιο τρόπο θα το πετύχει.
2. Ο σχεδιαστής πρόχειρα σχεδιάζει όλες τις ιδέες, που του έρχονται στο νου.
3. Τα πιο πετυχημένα σχέδια βελτιώνονται.
4. Ο σχεδιαστής εκθέτει τις ιδέες του στον πελάτη, ο οποίος διαλέγει ένα σχέδιο για επιπλέον ανάπτυξη.
5. Κατασκευάζεται ένα πρότυπο και δοκιμάζεται.
6. Αξιοποιώντας τα αποτελέσματα της δοκιμής, ο σχεδιαστής βελτιώνει το σχέδιο ή το στέλνει για παραγωγή.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΑΠΑΛΛΑΣΣΟΥΝ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΑΠΟ ΕΠΙΠΟΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

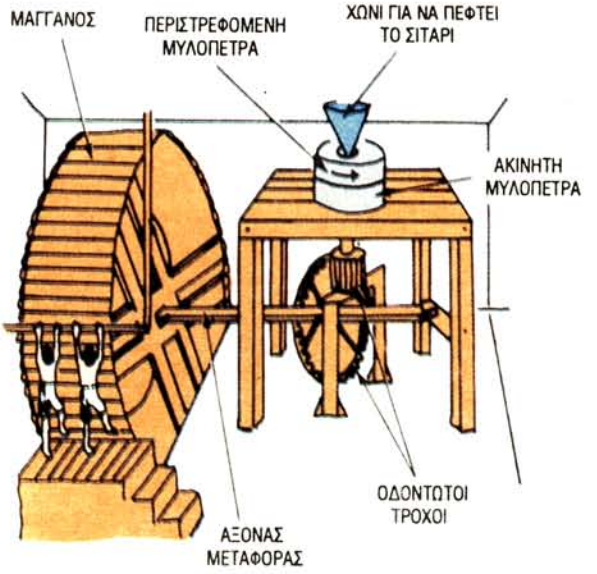
Οι πρώτες προσπάθειες χρήσεως μηχανημάτων, που απαλλάσσουν τον άνθρωπο από επίπονες εργασίες εμφανίζονται γύρω στο 300 π.Χ. Έλληνες επιστήμονες ανέπτυξαν αρκετά τέτοια μηχανήματα, αλλά τα θεωρούσαν απλά παιχνίδια ή αξιοθέατα αντικείμενα για την ψυχαγωγία των πλουσίων.

Λέγεται πάντως ότι ο Αρχιμήδης, που έζησε από το 287 ως το 212 π.Χ., αξιοποίησε πραγματικά μια τέτοια εφεύρεση. Για να προστατεύσει μια ελληνική πόλη από ρωμαϊκή εισβολή, χρησιμοποίησε μεγάλα καμπύλα κάτοπτρα ως ανακλαστήρες και συγκεντρωτές ηλιακών ακτίνων, καίγοντας έτσι τα πανιά των ρωμαϊκών πλοίων.

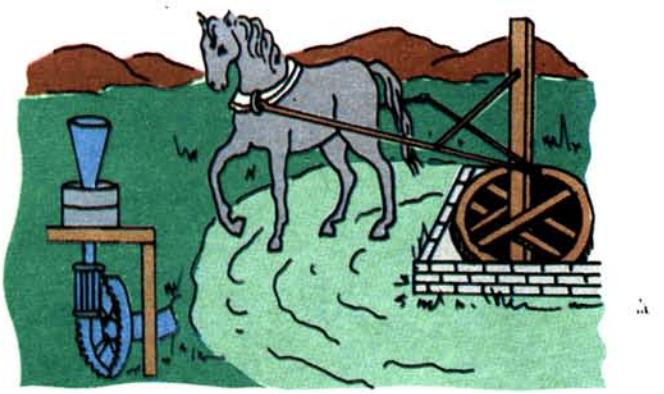
Οι εφευρέτες του μεσαίωνα ήταν πολύ ανώτεροι στην κατασκευή πιο αποτελεσματικών μηχανών, ώστε ο άνθρωπος να κοπιάζει λιγότερο. Η μυϊκή δύναμη των ανθρώπων και των ζώων χρησιμοποιήθηκε καλύτερα (σχ. 2-5 και 2-6). Για πρώτη φορά, όχι μόνο ο άνθρωπος, αλλά και τα άλογα αντικαταστάθηκαν από άλλη πηγή μηχανικής ενέργειας. Οι πρώτοι τροχοί νερού αξιοποίησαν την ενέργεια νερού που πέφτει ή ρέει.

ΟΙ ΠΡΩΤΟΙ ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΙ

Πιστεύομε ότι οι πρώτοι ανεμόμυλοι ήταν περσική εφεύρεση. Ήταν πολύ διαδεδομένοι στην έρημο, όπου τον περισσότερο καιρό επικρατούν ισχυροί άνεμοι. Το σχήμα 2-7 παρουσιάζει ένα από τα πρώτα σχέδια. Τα



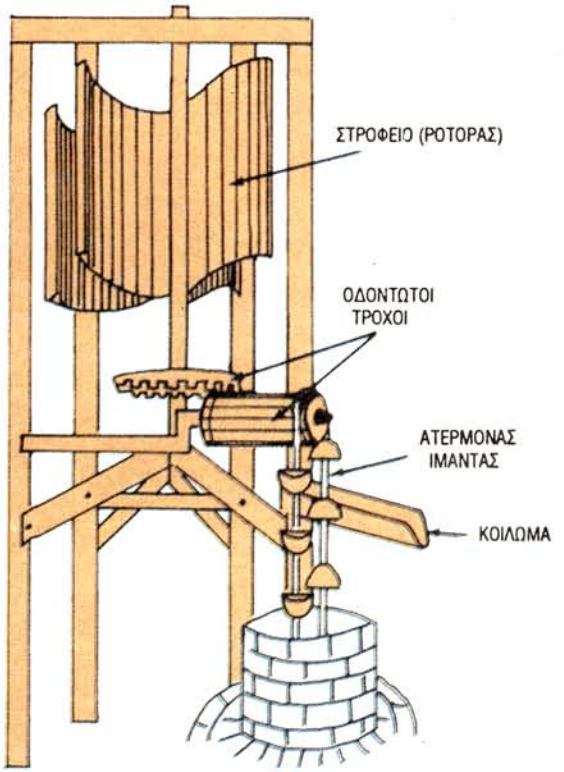
Σχ. 2-5. *Ανθρώπινη μυϊκή δύναμη συχνά χρησιμοποιούνταν για την κίνηση των αλευρομύλων.*



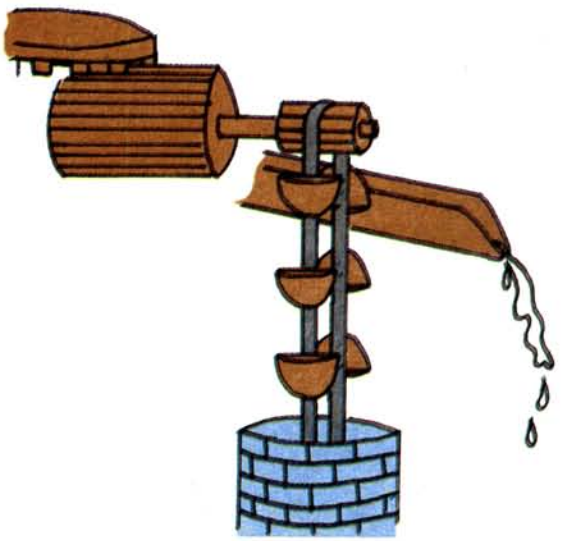
Σχ. 2-6. *Αργότερα εκπαιδεύτηκαν ζώα, για να θέτουν σε κίνηση τα μηχανήματα.*

ξύλινα πτερύγια που εκμεταλλεύονταν τον άνεμο στηρίζονταν επάνω σε κατακόρυφο άξονα. Το στροφείο (ρότορας) έμοιαζε με σύγχρονη περιστρεφόμενη πόρτα.

Ο άξονας ήταν συνδεδεμένος με έναν ξύλινο οδοντωτό τροχό, ο οποίος με τη σειρά του εμπλέκονταν σε έναν κύλινδρο με κατάλληλες οπές. Ο κύλινδρος κινούσε ένα βρόχο από σκοινί, στον οποίο είχαν προσαρμοσθεί κύπελλα κατά τακτικά διαστήματα. Αυτός ο βρόχος εκτείνονταν βαθιά μέσα στο πηγάδι. Καθώς γύριζε ο κύλινδρος, τα κύπελλα γέμιζαν με νερό και ανέβαιναν κατόπιν στην επιφάνεια, όπου το νερό χύνονταν μέσα σε ένα κοίλωμα, καθώς το σκοινί περνούσε πάνω από τον κύλινδρο (σχ. 2-8). Ο πύργος ήταν ανοικτός έτσι ώστε τα πτερύγια να εκμεταλλεύονται τον άνεμο από όλες τις κατευθύνσεις.



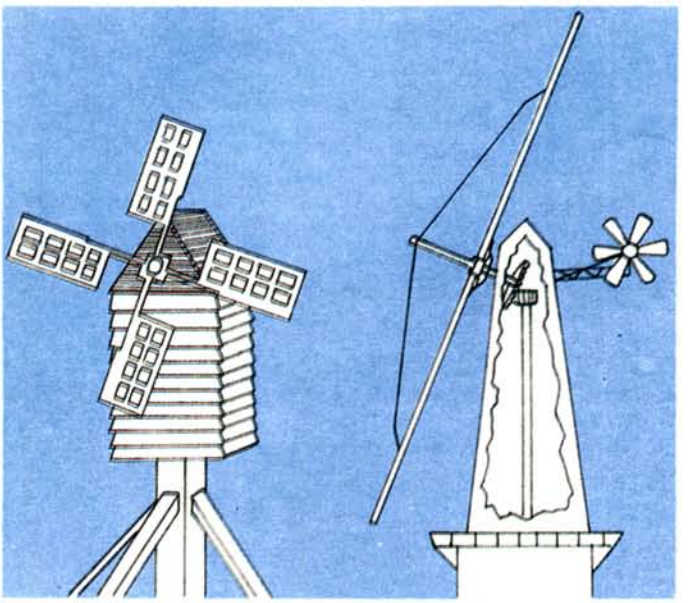
Σχ. 2-7. *Σχήμα στο οποίο εικονίζεται πώς ίσως ήταν ο πρώτος περσικός ανεμόμυλος, ο οποίος μπορούσε να αξιοποιήσει τον άνεμο από κάθε κατεύθυνση.*



Σχ. 2-8. *Ο περσικός μύλος ήταν συνδεδεμένος με οδοντωτούς τροχούς και ανυψωτή, έτσι ώστε το νερό να αντλείται από το πηγάδι με κουβάδες.*

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΙ ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΙ

Ο ***ανεμόμυλος*** πρωτοεμφανίσθηκε στην Ευρώπη το 12ο αιώνα. Οι πρώτοι έμοιαζαν με αυτούς που εικονίζονται στο σχήμα 2-9.Τα πτερύγια ήταν τέσσερα και έμοιαζαν με τεράστια κουπιά. Ήταν ξύλινα πλαίσια, επάνω στα οποία προσαρμόζονταν και τεντώνονταν καμβάς. Τα πτερύγια στηρίζονταν σε μια ανοικτή κατασκευή, ενώ ένας στύλος στήριζε το όλο σύστημα (όλη η κατασκευή έμοιαζε με ένα σπιτάκι επάνω σε ένα δένδρο). Αυτό επέτρεπε στο μύλο να μπορεί να προσανατολίζεται προς τον άνεμο. Καμιά φορά, αντί της ανοικτής κατασκευής χρησιμοποιούσαν κλειστή κατασκευή.



Σχ. 2-9. *Αργότερα, ευρωπαϊκά σχέδια μύλων βελτίωσαν τον περσικό μύλο. Αριστερά: Ένας ανεμόμυλος πάνω σε στύλο. Δεξιά: Άλλος τύπος ανεμομύλου.*

Ο μύλος γνωστός ως ***Smock mill*** εμφανίσθηκε αργότερα και ήταν βελτιωμένος σε σύγκριση με το μύλο με στύλο. Είχε δεύτερο στροφείο (ρότορα), με τη βοήθεια του οποίου το μεγάλο στροφείο συνεχώς ήταν στραμμένο προς τον άνεμο. Αυτοί οι μύλοι ήταν τεράστιες κατασκευές, πολλές φορές με ύψος 40 μέτρα. Τα στροφεία αυτών (συχνά ονομαζόμενα "πανιά") είχαν μήκος ως και 25 μέτρα. Μια σειρά από ξύλινους οδοντωτούς τροχούς και άξονες συνέδεαν τα στροφεία με μυλόπετρες ή μηχανές αντλήσεως νερού.

ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΙ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ

Η δύναμη του ανέμου (αιολική ενέργεια) έγινε δημοφιλής στα αμερικάνικα αγροκτήματα στις αρχές του 19ου αιώνα, ως μέσον προμήθειας νερού για τις αγροτικές οικογένειες και τα ζώα τους. Η επέκταση του σιδηροδρόμου προς τη Δυτική ακτή κατέστη δυνατή, εν μέρει, χάρη στον ανεμόμυλο. Αντλούσε και αποθήκευε νερό που ήταν απαραίτητο για τη λειτουργία των ατμομηχανών. Οι πρώτοι ανεμόμυλοι διέθεταν ξύλινους πύργους και μεγάλα ξύλινα στροφεία. Ένα πτερύγιο (με σχήμα βεντάλιας) τοποθετημένο πίσω από το στροφείο βοηθούσε στο να είναι το στροφείο συνεχώς στραμμένο



Σχ. 2-10. *Οι πρώιμοι μύλοι στην Αμερική, τύπου ρόδας και πύργου, ήταν κατασκευασμένοι από ξύλο. Χωρίς αυτούς τους μύλους, η εγκατάσταση στη Δύση (ΗΠΑ) θα ήταν πολύ δύσκολη.*



Σχ. 2-11. *Νεότεροι ανεμόμυλοι ήταν κατασκευασμένοι από μέταλλο. Πολλοί από αυτούς υπάρχουν ακόμη. Όμως η άντληση του νερού σήμερα πραγματοποιείται με τη χρήση άλλων μορφών ενέργειας.*

κατευθείαν στον άνεμο (σχ. 2-10). Αργότερα, πύργοι και στροφεία από γαλβανισμένο ατσάλι, αντικατέστησαν τους ξύλινους μύλους. Παρ' όλο που τους εγκατέλειψαν από ένα σημείο και μετά εξαιτίας της φθηνής ηλεκτρικής ενέργειας, με την οποία τροφοδοτούνταν πλέον τα αγροκτήματα, πολλοί πύργοι ακόμα βρίσκονται σκορπισμένοι στα μεσοδυτικά και δυτικά αγροκτήματα (σχ. 2-11). Το στροφείο γύριζε ένα μοχλό περιστροφής (μανιβέλα), η οποία με τη σειρά της κινούσε μια μακριά ράβδο σαν αντλία. Η ράβδος ήταν συνδεδεμένη στο έμβολο μιας αντλίας ανυψώσεως. Όπως το στροφείο περιστρεφόταν, το έμβολο της αντλίας κινούνταν επάνω κάτω αντλώντας νερό από το πηγάδι.

Η ΑΝΟΔΟΣ ΚΑΙ Η ΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

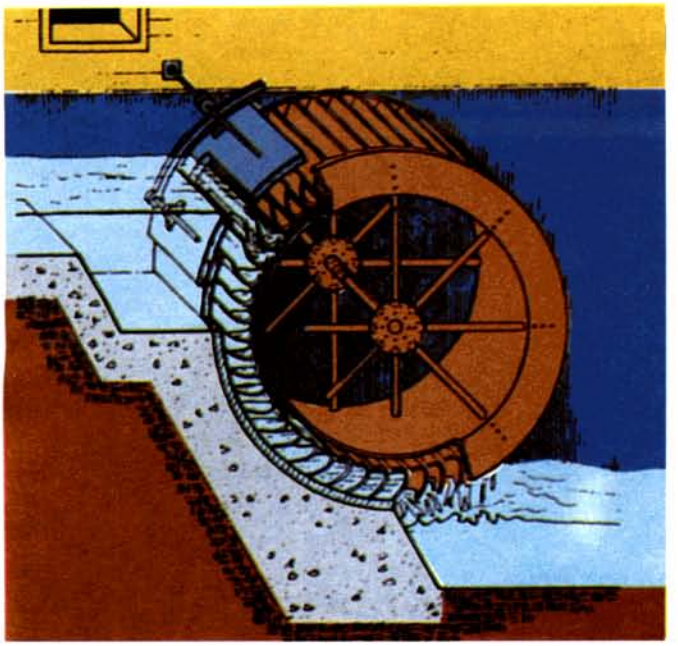
Μολονότι ήταν φθηνή, η αιολική ενέργεια δεν ήταν ποτέ σίγουρη, ούτε ήταν ο ανεμόμυλος τόσο ισχυρός όσο ο νερόμυλος. Ήταν πιο χρήσιμη, βέβαια, στα χαμηλά μέρη, όπου δεν υπήρχαν ποτάμια. Μέχρι το 1810 ήταν μια αποτελεσματική πηγή ενέργειας και χρησίμευε για την άρδευση, την αποστράγγιση, και ως ένα σημείο, την άλεση καλαμποκιού και μικρών σπόρων. Το 1890, στη Δανία κατασκευάσθηκε η πρώτη γεννήτρια ανέμου. Με το χρόνο, άλλες ευρωπαϊκές χώρες τις μετεσκεύασαν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το επιπλέον ηλεκτρικό ρεύμα αποθηκευόταν σε συσσωρευτές για να χρησιμοποιηθεί, όταν επικρατούσε άπνοια.

ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Οι πρωτόγονοι ταξιδιώτες θα ήταν ευχαριστημένοι να μεταφέρονται οι βάρκες τους από την ενέργεια του νερού που έρρεε. Οι μετέπειτα γενιές βρήκαν ένα καινούργιο τρόπο να χρησιμοποιήσουν την ενέργεια του νερού. Ο τροχός του νερού, που εφευρέθηκε περίπου το 200 π.Χ., αξιοποιούσε την ενέργεια του νερού που έρρεε ή έπεφτε και τη μετέτρεπε σε ενέργεια για την άλεση σπόρων. Αυτό ήταν μια σημαντική πρόοδος, αν αναλογισθούμε τις παλαιές μεθόδους αλέσεως του καλαμποκιού (σε πέτρινη λεκάνη με μια λεία πέτρα).

Οι πρώτοι τροχοί νερού σχεδιάσθηκαν έτσι, που το νερό να σπρώχνει τα πτερύγια στο κάτω μέρος του τροχού. Αυτοί είναι γνωστοί ως ***τροχοί νερού κάτω μέρους*** (σχ. 2-12). Το μεσαίωνα, αυτού του είδους ο τροχός νερού είχε τελειοποιηθεί σε τέτοιο σημείο, ώστε μπορούσε να παράγει ισχύ 40 ως 60 ίππων.

Το 1750, ο John Smeaton, ένας Άγγλος πολιτικός μηχανικός, σχεδίασε τον ***τροχό νερού επάνω μέρους.*** Αυτός αποτέλεσε σημαντική εξέλιξη του προηγούμενου. Το νερό χύνονταν στο επάνω μέρος του τροχού, στην κατερχόμενη πλευρά του. Το βάρος του νερού κινούσε τον τροχό και τον έκανε ισχυρότερο (σχ. 2-13). Έτσ



Σχ. 2-12. *Υδροτροχός κάτω μέρους. Σε αυτήν την πρώιμη κατασκευή το νερό έρρεε κάτω από τον τροχό και έσπρωχνε τα πτερύγια του τροχού.*



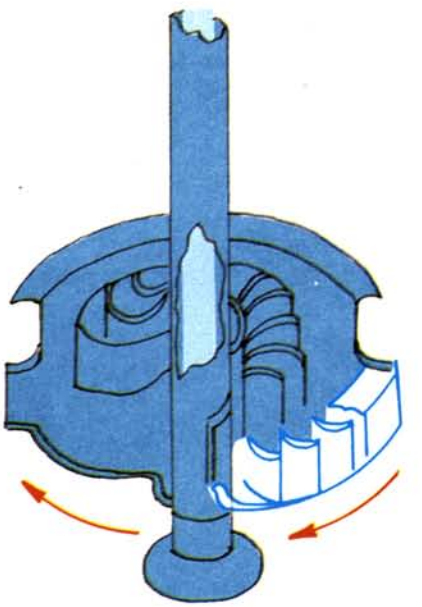
Σχ. 2-13. *Πρότυπο υδροτροχού άνω μέρους. Επειδή το βάρος του νερού συνδυαζόταν με την κινητική ενέργεια, αυτού του τύπου ο υδροτροχός ήταν πιο αποτελεσματικός.*

βάρος του νερού μπορούσε να λειτουργεί αποδοτικότερα και να κινεί πιο βαριά φορτία.

ΣΤΡΟΒΙΛΟΙ

Οι τροχοί νερού δεν αποκτούσαν αρκετή ισχύ από τη μηχανική ενέργεια του νερού. Έτσι αναπτύχθηκε ο στρόβιλος, ο οποίος ήταν σαφώς αποτελεσματικότερος. Ένα από τα πρώτα επιτυχή πρότυπα σχεδιάσθηκε από τον Benoit Fourneyron (σχ. 2-14). Είχε καμπύλα πτερύγια και στηρίζονταν σε έναν κατακόρυφο άξονα. Ο άξονας ήταν κούφιος και το νερό εισχωρούσε στο στρόβιλο μέσω του άξονα. Όπως εισχωρούσε στο στρόβιλο πιεζόταν να βγει προς τα έξω σπρώχνοντας έτσι τις λεπίδες, καθώς έβγαινε από το στρόβιλο.

Ο σύγχρονος υδροστρόβιλος χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η ισχύς παρέχεται από νερό σε φράγμα. Η κινητική ενέργεια παρέχεται από την ορμητική πτώση του νερού από το επάνω μέρος του φράγματος έως το στρόβιλο, που βρίσκεται κάτω. Η κατακόρυφη απόσταση ονομάζεται υψόμετρο. Το νερό οδηγείται μέσω ενός υδροφράκτη (μια ειδική δίοδο νερού ή σήραγγα, που κατασκευάζεται μέσα στο φράγμα), χτυπάει το στρόβιλο και προκαλεί την πολύ γρήγορη περιστροφή του, όπως διέρχεται μέσω των πτερυγίων. Συνδεδεμένος με έναν άξονα στη γεννήτρια, ο στρόβιλος παρέχει ισχύ για την παραγωγή ηλεκτρικού



Σχ. 2-14. *Σχέδιο του υδροστροβίλου του Fourneyron. Στην τομή φαίνονται τα ακίνητα πτερύγια με χρώμα και τα κινητά με λευκό. Το νερό που κατέρχεται από τον κούφιο άξονα διέρχεται από τα ακίνητα πτερύγια και στη συνέχεια κτυπά τα κινητά πτερύγια στην περιφέρεια του τροχού. Ο νερό προκαλεί περιστροφική κίνηση στα εξωτερικά πτερύγια.*

ρεύματος. Στο σχήμα 2-15 εικονίζεται η κάθετη τομή ενός σύγχρονου υδροηλεκτρικού εργοστασίου.

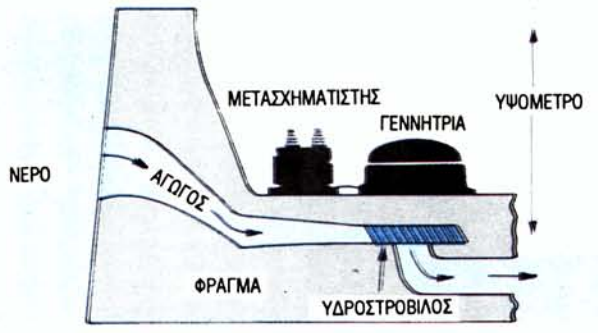
ΧΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΚΙΝΗΣΗ

Οι κάτοικοι των σπηλαίων άναβαν φωτιές, για να δημιουργούν ένα πιο άνετο περιβάλλον. Οι πρώτοι μεταλλουργοί έκαιγαν ξύλο και κάρβουνο, για να λιώσουν τα υλικά τους, τα οποία προορίζονταν για καλούπωμα και σφυρηλάτηση. Η θερμότητα όμως δεν χρησιμοποιήθηκε για κίνηση, ώσπου κάποιος εφεύρε μια μηχανή, η οποία μπορούσε να μετατρέπει τη θερμότητα. Αυτή η εφεύρεση ήταν η θερμική μηχανή.

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Μηχανές που μπορούν να παράγουν έργο από θερμότητα λέγονται ***θερμικές μηχανές.*** Το πρώτο λειτουργικό πρότυπο αναπτύχθηκε γύρω στο 130 π.Χ. Εφευρέτης ήταν ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς, επιστήμονας, συγγραφέας και μαθηματικός. Η εφεύρεσή του (σχ. 2-16) σχεδόν καθόλου δεν θυμίζει μια ατμομηχανή. Αποτελούνταν από ένα στρογγυλό δοχείο (το οποίο μοιάζει με μαγειρικό σκεύος) με μια μεγάλη σφαίρα πάνω από αυτό. Το δοχείο περιείχε νερό και ένα καλά εφαρμοσμένο σκέπασμα στην επιφάνειά του που συγκρατούσε τον ατμό. Δύο σωλήνες ανέβαιναν προς τα επάνω διαπερνώντας το επίπεδο σκέπασμα και συνδέονταν με τη σφαίρα, η οποία ήταν κούφια. Η σφαίρα που μπορούσε να περιστρέφεται είχε δύο ακροφύσια. Τα ακροφύσια είχαν σχήμα γωνίας 90° και εκτείνονταν σε αντίθετη κατεύθυνση. Όταν το νερό έβραζε μέσα στο δοχείο, ο ατμός διέφευγε μέσω των σωλήνων και εισερχόταν στην κούφια σφαίρα. Καθώς η πίεση αυξανόταν μέσα στη σφαίρα ο ατμός διέφευγε από τα ακροφύσια. Αυτό προκαλούσε την περιστροφή της σφαίρας.

Μπορείτε εύκολα να αντιληφθείτε τη δύναμη του ατμού, που οφείλεται στο νερό που βράζει, αν παρατηρήσετε ένα σκεπασμένο μαγειρικό σκεύος, στο οποίο παρασκευάζεται φαγητό.



Σχ. 2-15. *Σύγχρονος υδροστρόβιλος. Τροφοδοτείται με κινητική ενέργεια λόγω του υψομέτρου. Αυτή είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ ελεύθερης στάθμης του νερού και του στροβίλου.*

Τι νομίζετε ότι θα γινόταν, αν τοποθετούσατε μια σφυρίχτρα μέσα από την οποία έπρεπε να διέλθει ο ατμός, για να διαφύγει; Αυτή η αρχή χρησιμοποιείται στην τσαγιέρα που σφυρίζει (σχ. 2-17). Παράγει χρήσιμο έργο ο ατμός με το να κάνει τη σφυρίχτρα να σφυρίζει;

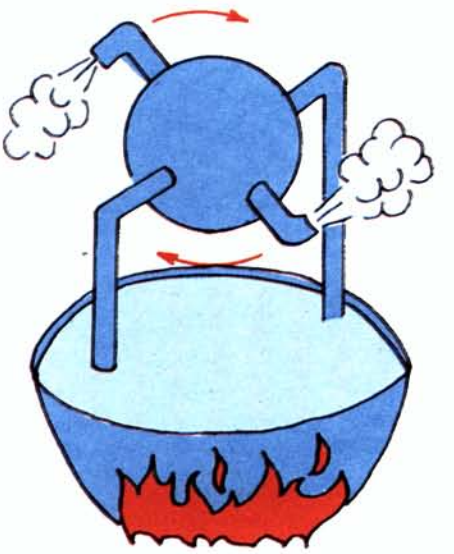
Ο Ήρων δεν υποψιάσθηκε πόσο σημαντική ήταν η εφεύρεσή του.

Αν είχαν καταβληθεί επιπλέον προσπάθειες να καταστεί εκμεταλλεύσιμος ο ατμός, αυτές δεν καταγράφηκαν, ώσπου ο Leonardo da Vinci εφεύρε ένα πιστόλι που χρησιμοποιούσε ατμό, για να εκτοξεύσει σφαίρες. Αυτό έγινε το 1495.

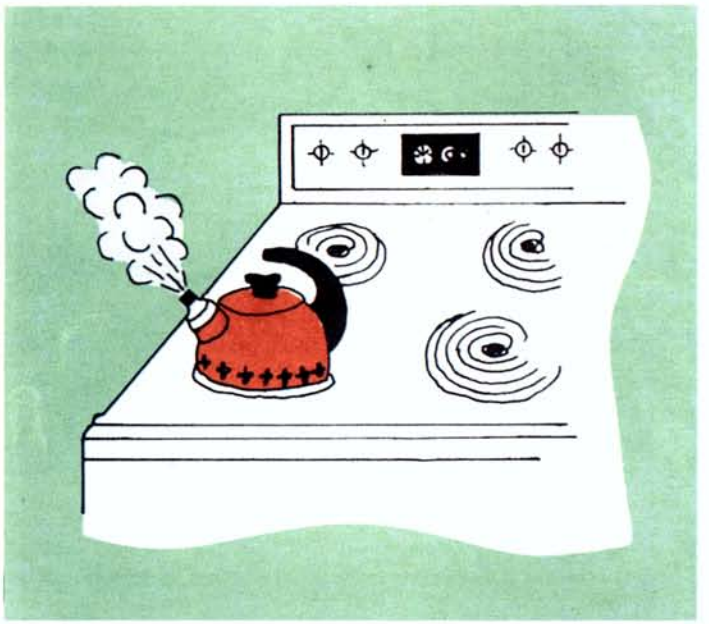
ΑΤΜΟΚΙΝΗΤΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΝΕΡΟΥ

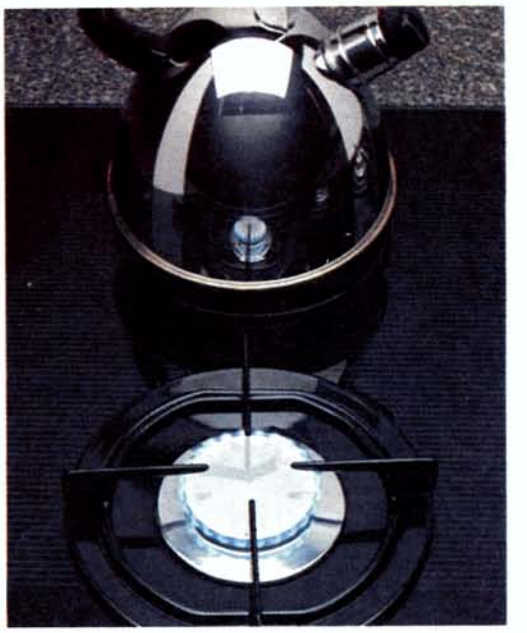
Δεν προέκυψε καμιά σημαντική εφαρμογή που να βασίζεται στην εφεύρεση του da Vinci, και γενικότερα στον ατμό ως κινητήρια δύναμη, ώσπου οι Άγγλοι μεταλλωρύχοι χρειάσθηκαν έναν καλύτερο τρόπο αντλήσεως του νερού από τα φυτανθρακορυχεία. Το 1698 ο Thomas Savery σχεδίασε και κατασκεύασε μια ατμοκίνητη αντλία, που λειτουργούσε με πιέσεις άνω των 1034 kPa. Με την εφεύρεση αυτή έχομε την αρχή της σύγχρονης περιόδου παραγωγής ισχύος, ακριβώς γιατί δι' αυτής καθίστανται τα καύσιμα από απολιθώματα (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) κύρια πηγή ενέργειας.

Ο κινητήρας του Savery βελτιώθηκε περισσότερο, όταν συνεταιρίσθηκε με τον Thomas Newcomen. Ο βελτιωμένος κινητήρας εκτόξευε ατμό μέσα σε έναν κούφιο κύλινδρο και κινούσε ένα έμβολο. Το έμβολο ήταν συν-



Σχ. 2-16. *Το πρώτο πρότυπο θερμικού κινητήρα ήταν ένα ελληνικό παιχνίδι. Ατμός έβγαινε από το κάτω δοχείο που έμοιαζε με σκεύος μαγειρικής. Κινούνταν προς τα επάνω μέσω των σωλήνων στα πλάγια και εισερχόταν μέσα στην κούφια σφαίρα (επάνω). Καθώς αυξανόταν η πίεση, ο ατμός διέφευγε από τα ακροφύσια προκαλώντας την περιστροφή της σφαίρας.*





Σχ. 2-17. *Η τσαγιέρα που "σφυρίζει" αποδεικνύει τη δύναμη των διεσταλμένων αερίων. Καύσιμο από την κουζίνα παρέχει την ενέργεια, για να δημιουργηθεί ατμός. Η δύναμη του ατμού θα κάνει τη σφυρίχτρα να σφυρίζει (DACOR).*

δεδεμένο στο ένα άκρο μιας ράβδου, που μπορούσε να κινείται σαν τραμπάλα. Το άλλο άκρο της ήταν συνδεδεμένο με μια ράβδο αντλίας. Καθώς ο ατμός κινούσε το έμβολο η ράβδος ανεβοκατέβαινε (σχ. 2-18).

ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΩΝ

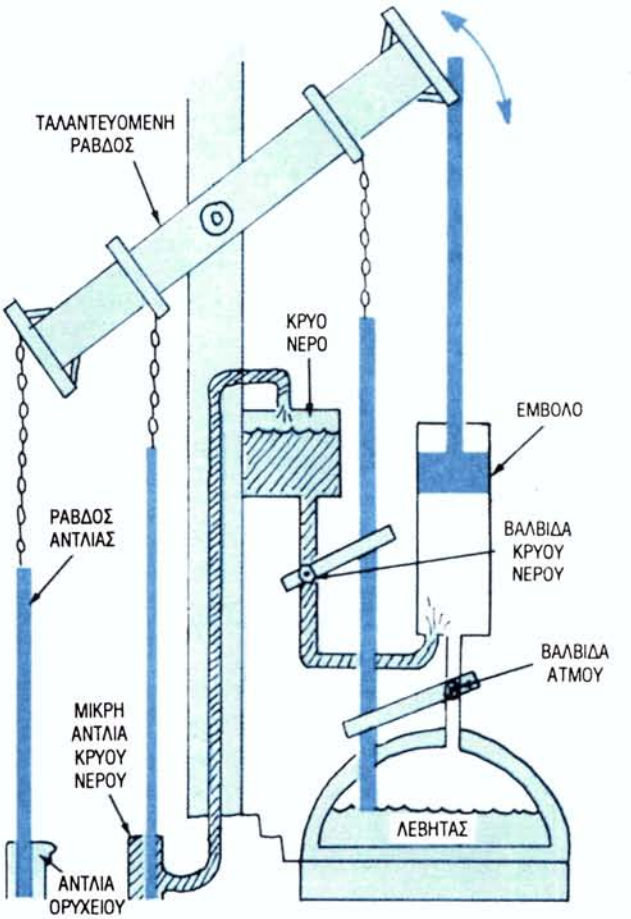
Οι πρώτες χρήσιμες ατμομηχανές ήταν σχεδιασμένες να καίνε καύσιμα απολιθωμάτων. Ο Σκωτσέζος κατασκευαστής οργάνων James Watt κατασκεύασε την πρώτη πετυχημένη παλινδρομική ατμομηχανή (σχ. 2-19). Ατμομηχανές άλλου σχεδιασμού βασισμένες στην ίδια αρχή κινούσαν καράβια και τρένα (σχ. 2-20).

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΗ

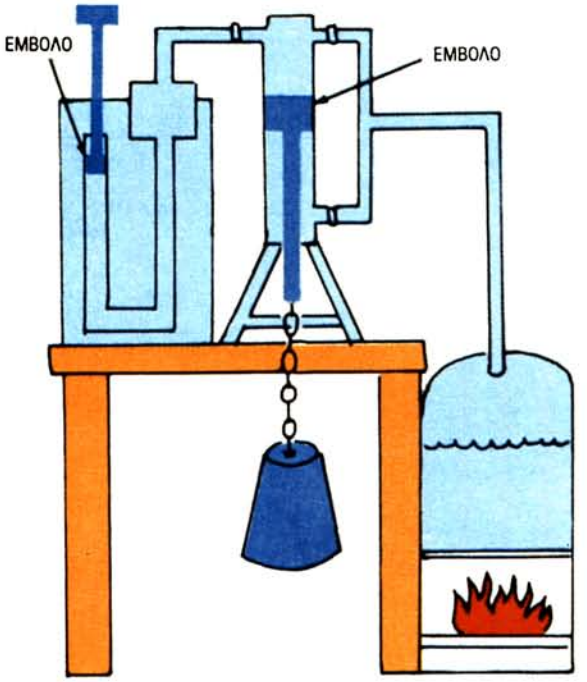
Η λειτουργία της ατμομηχανής βασίζεται στην πίεση υπέρθερμου ατμού, ο οποίος διαστέλλεται. Ο ατμός εισχωρεί σε ένα μεγάλο κυλινδρικό θάλαμο, που έχει ένα έμβολο. Η πίεση του ατμού που διαστέλλεται σπρώχνει το έμβολο, ώστε αυτό να κινηθεί κατά μήκος του κυλίνδρου. Το έμβολο είναι συνδεδεμένο με μια μακριά ράβδο, που περιστρέφει ένα στρόφαλο. Ο στρόφαλος γυρίζει οτιδήποτε είναι συνδεδεμένο με αυτόν.

ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ ΚΑΙ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ

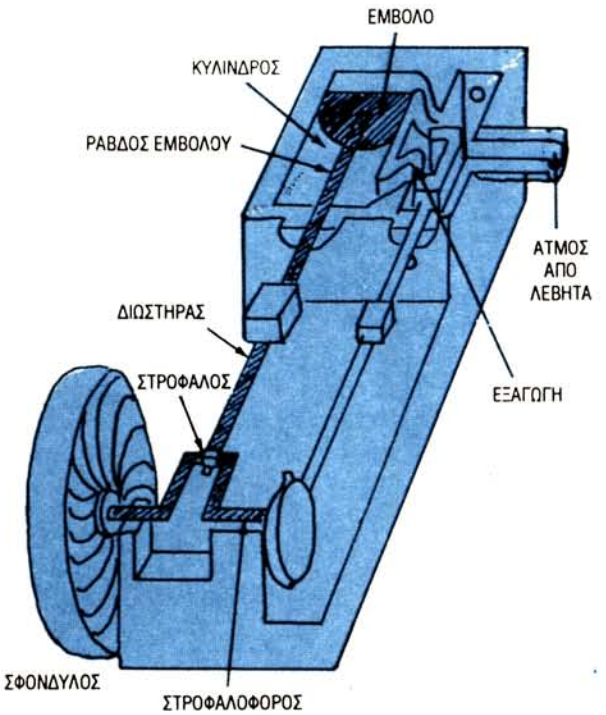
Ο ***στρόβιλος*** είναι ένα πιο αποτελεσματικό μηχάνημα για τη μετατροπή κινητικής ενέργειας ατμού ή αερίου σε μηχανική ενέργεια. Έχει τη δυνατότητα να επιτυγχάνει άμεσα περιστροφική κίνηση εκμεταλλευόμενος τον ατμό



Σχ. 2-18. *Ο κινητήρας του Newcomen αντλούσε νερό από ανθρακωρυχεία στην Αγγλία. Το έμβολο ατμού κινούσε τη ράβδο επάνω κάτω και αυτή το έμβολο.*



Σχ. 2-19. *Η εφεύρεση της ατμομηχανής του Watt είναι αρκετά απλοποιημένη εδώ. Δεν λειτουργούσε πολύ καλά και χρησιμοποιούσε τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Το πρόβλημα με αυτόν το σχεδιασμό ήταν ότι τα τοιχώματα του κυλίνδρου έπρεπε να κρυώσουν και να ξαναζεσταθούν μετά από κάθε κύκλο.*



Σχ. 2-20. *Μια νεότερη παραλλαγή της ατμομηχανής του Watt. Αυτός κατάλαβε ότι πρέπει να μονώσει το σώμα του κυλίνδρου εξωτερικά. Η ατμομηχανή αυτή έλαβε τέτοια μορφή, ώστε να χρησιμοποιείται για την κίνηση πλοίων, ελκυστήρων και τρένων.*

υπό πίεση. Η ατμομηχανή μετατρέπει την ευθύγραμμη κίνηση σε περιστροφική. Κατά τη διαδικασία αυτή, μέρος της μηχανικής ενέργειας σπαταλάται λόγω τριβής, αδράνειας και μη ωφέλιμης κινήσεως.

Άλλος ένας παράγοντας, εξαιτίας του οποίου η λειτουργία του στροβίλου είναι αποτελεσματική, είναι ότι σε αυτόν έχομε συνεχή εφοδιασμό με ενέργεια, σε αντίθεση με την παλινδρομική ατμομηχανή, η οποία όταν το έμβολο κινείται προς το επάνω μέρος του κυλίνδρου, δεν αξιοποιεί την ενέργεια του ατμού. Με αυτό εννοούμε ότι η μετατροπή της ενέργειας είναι διακοπτόμενη (κλειστή - ανοικτή).

ΤΥΠΟΙ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ

Στο ***στρόβιλο δράσεως*** ο ατμός υψηλής πιέσεως φθάνει μέσω σωλήνων στα πτερύγια του στροβίλου. Διαφεύγει διά μέσου των στομίων των σωλήνων και κινείται με πολύ μεγάλη ταχύτητα, καθώς χτυπάει τα πτερύγια (σχ. 2-21). Στους σύγχρονους στροβίλους η ταχύτητα μπορεί να είναι πάνω από 1200 m/s.

ΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΣ

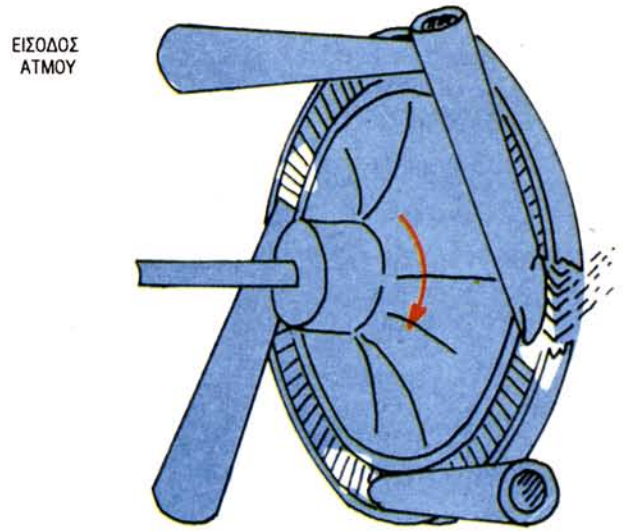
Στο ***στρόβιλο αντιδράσεως*** (σχ. 2-22) ο ατμός διέρχεται διά μέσου ομάδων πτερυγίων. Το αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερη "ώθηση". Όλα τα πτερύγια είναι στον ίδιο άξονα. Καθώς φεύγει ο ατμός μέσα από μια σειρά πτερυγίων, επανακατευθύνεται έτσι ώστε να χτυπά την επόμενη σειρά υπό γωνία. Αυτή η γωνία προκαλεί τεράστια ώθηση, παρ' όλο που η πίεση του ατμού έχει μειωθεί.

ΣΥΝΘΕΤΟΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΣ

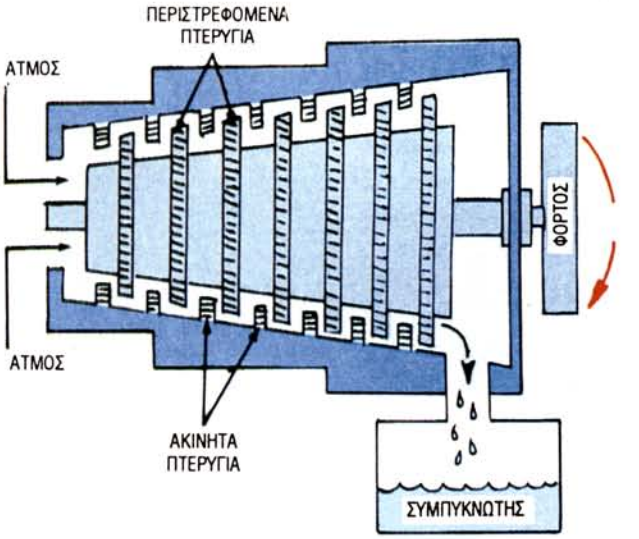
Ένας τρίτος τύπος είναι γνωστός ως ***σύνθετος στρόβιλος.*** Στην πραγματικότητα είναι μια σειρά από στροβίλους. Ο ατμός διέρχεται διαδοχικά διά μέσου όλων αυτών των στροβίλων. Ο καθένας είναι σχεδιασμένος να χρησιμοποιεί κατά τον καλύτερο τρόπο τον ατμό, καθώς η πίεση και η θερμοκρασία πέφτουν (σχ. 2-23). Αυτός ο σχεδιασμός χρησιμοποιείται σε στροβίλους μεγάλης ισχύος, όπου θα χρειάζονταν υπερβολικά μεγάλα πτερύγια αντιδράσεως. Συνεχίσθηκαν βελτιώσεις και τροποποιήσεις. Σε αυτές συμπεριλαμβάνεται ο σύνθετος στρόβιλος ταχύτητας του Charles Curtis που παρουσιάσθηκε στη Νέα Υόρκη το 1897, και ο πολλαπλός στρόβιλος δράσεως του Zoelly. Ο τελευταίος παρουσιάσθηκε το 1900. Αυτός είχε μικρότερη πολλαπλότητα, άρα ήταν πιο απλός από αυτόν του Curtis.

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ

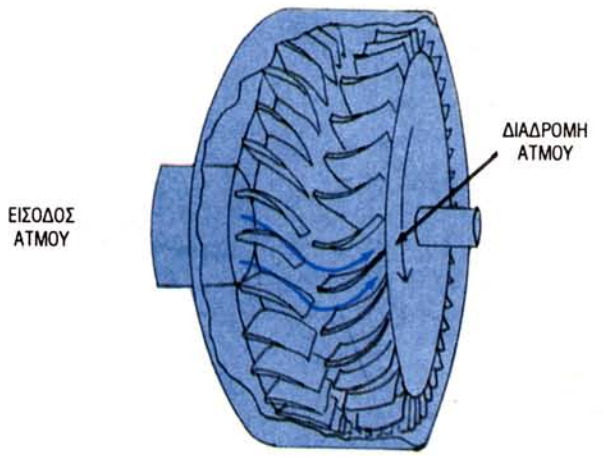
Οι κινητήρες καύσεως αξιοποιούν την ενέργεια παγιδεύοντας τη δύναμη των καυσίμων που φλέγονται. Οι ατμομηχανές ονομάζονται μηχανές εσωτερικής καύσεως, γιατί το καύσιμο καίγεται έξω από τον κινητήρα



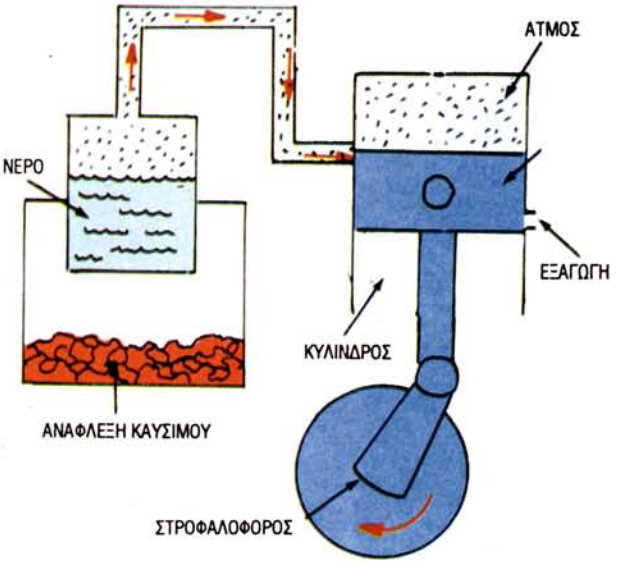
Σχ. 2-21. *Ο ατμοστρόβιλος de Laval είναι ένα δείγμα στροβίλου δράσεως. Ατμός υψηλής πιέσεως διοχετεύεται μέσω σωλήνων στις λεπίδες του στροβίλου.*



Σχ. 2-23. *Ο σύνθετος στρόβιλος είναι στην πραγματικότητα μια σειρά στροβίλων. Αυτού του τύπου ο στρόβιλος χρησιμοποιεί τον ατμό κατά τον καλύτερο τρόπο, καθώς η θερμοκρασία και η πίεση του ατμού πέφτουν.*



Σχ. 2-22. *Απλό στοιχείο ενός στροβίλου αντιδράσεως τύπου Parson. Ο ατμός έπρεπε να περάσει διά μέσου πολλών σειρών λεπίδων.*



Σχ. 2-24. *Οι ατμομηχανές είναι κινητήρες εξωτερικής καύσεως γιατί το καύσιμο, διά του οποίου παράγεται ενέργεια, καίγεται έξω από τον κινητήρα.*

(σχ. 2-24). Στους ***κινητήρες εσωτερικής καύσεως***, το καύσιμο καίγεται μέσα στον κινητήρα (σχ. 2-25). Οι δύο περισσότερο διαδεδομένοι τύποι είναι ο κινητήρας βενζίνης και ο κινητήρας diesel.

ΠΩΣ ΑΝΑΠΤΥΧΘΗΚΕ Ο ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ

Πειραματικά πρότυπα κινητήρων εσωτερικής καύσεως τεσσάρων χρόνων αναπτύχθηκαν και στην Αγγλία και στην ηπειρωτική Ευρώπη γύρω στο 1800. Το πρώτο καύσιμο ήταν ένα μίγμα άνθρακα, αερίου και αέρα. Περίπου 60 χρόνια αργότερα ο Γάλλος μηχανικός Etienne Lenoir, κατασκεύασε ένα δίχρονο κινητήρα, που λειτουργούσε ομαλά, αλλά δεν ανέπτυσσε μεγάλη ισχύ. Παρ' όλα αυτά πωλήθηκαν μερικές εκατοντάδες κινητήρες τέτοιου τύπου τα επόμενα λίγα χρόνια.

Ο Alphonse Beau de Rochas, ένας άλλος Γάλλος εφευρέτης, ανέπτυξε τις αρχές, που οδήγησαν στην κατασκευή των πρώτων επιτυχημένων τετραχρόνων κινητήρων. Κατέγραψε τις διαδοχικές λειτουργίες αυτών:

1. Αναρρόφηση στη διάρκεια του πρώτου χρόνου, για να εισαχθεί το μίγμα καυσίμου και αέρα.

2. Συμπίεση του μίγματος κατά τη διάρκεια του επόμενου χρόνου.
3. Ανάφλεξη του συμπιεσμένου μίγματος με τη βοήθεια σπινθήρα από επαγωγικό πηνίο, με τη διαστολή των προϊόντων καύσεως και την εκτέλεση χρήσιμου έργου στη διάρκεια του επόμενου χρόνου.
4. Εξαγωγή των καυσαερίων στη διάρκεια του επόμενου χρόνου.

Δεκατέσσερα χρόνια αργότερα, ο Nikolaus A. Otto, ένας Γερμανός μηχανικός, εφήρμοσε αυτές τις αρχές στον πρώτο τετράχρονο κινητήρα. Ακόμα σήμερα, οι περισσότεροι κινητήρες εσωτερικής καύσεως λειτουργούν με βάση αυτές τις βασικές αρχές. Συχνά ονομάζονται "ο κύκλος του Otto".

Ο κινητήρας του Otto κατασκευάσθηκε στη Γερμανία και στις Ηνωμένες Πολιτείες. Σχεδόν 50.000 κινητήρες πουλήθηκαν μεταξύ του 1877 και του 1894.

Βελτιώσεις στα συστήματα εσωτερικής καύσεως συνεχίσθηκαν. Το 1855, ο Gottlieb Daimler, ο Γερμανός εφευρέτης και μηχανικός, σχεδίασε και κατασκεύασε έναν κινητήρα, που έκαιγε βενζίνη. Ένας άλλος Γερμανός μηχανικός, ο Rudolph Diesel, κατασκεύασε τον πρώτο ***κινητήρα diesel.*** Ήταν σχεδιασμένος να λειτουργεί με καύσιμα χαμηλής ποιότητας (σχ. 2-26).

Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ

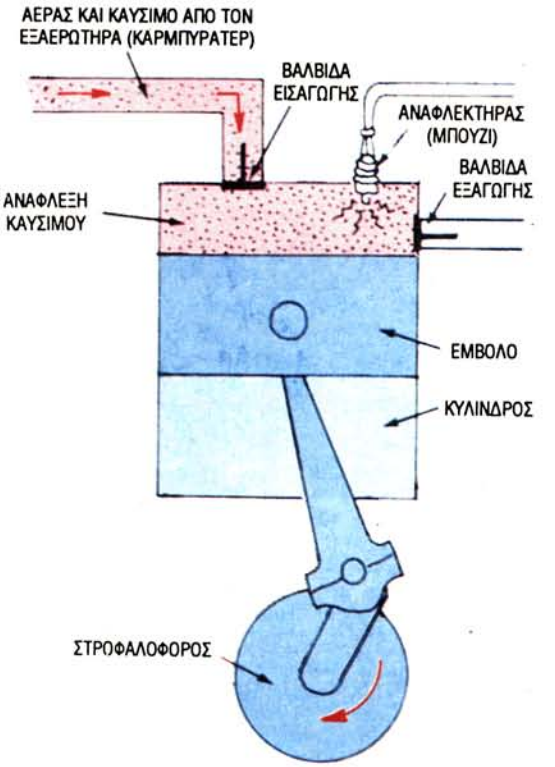
Μόλις έχετε μελετήσει την ιστορία της προσπάθειας του ανθρώπου να απαλλαγεί από τον κόπο της εργασίας διά των μηχανημάτων. Πρώτα κατάφεραν να εκπαιδεύσουν ζώα, ώστε αυτά να εκτελούν διάφορες εργασίες. Μετά σχεδίασαν και κατασκεύασαν μηχανήματα γι' αυτό το σκοπό.

Ένα κοινό στοιχείο σε όλες αυτές τις προσπάθειες ήταν η χρήση κάποιου μέσου, το οποίο μπορούσε να μετατρέψει την ενέργεια. Μια μορφή ενέργειας συνήθως μετατρεπόταν σε άλλη, διαφορετική μορφή, με την οποία ήταν δυνατόν να εκτελεσθεί μια εργασία. Έτσι οι διάφορες συσκευές ή τα ζώα που αξιοποιήθηκαν για την παραγωγή έργου ονομάσθηκαν ***μετατροπείς ενέργειας*** και η διαδικασία ***μετατροπή ενέργειας.***

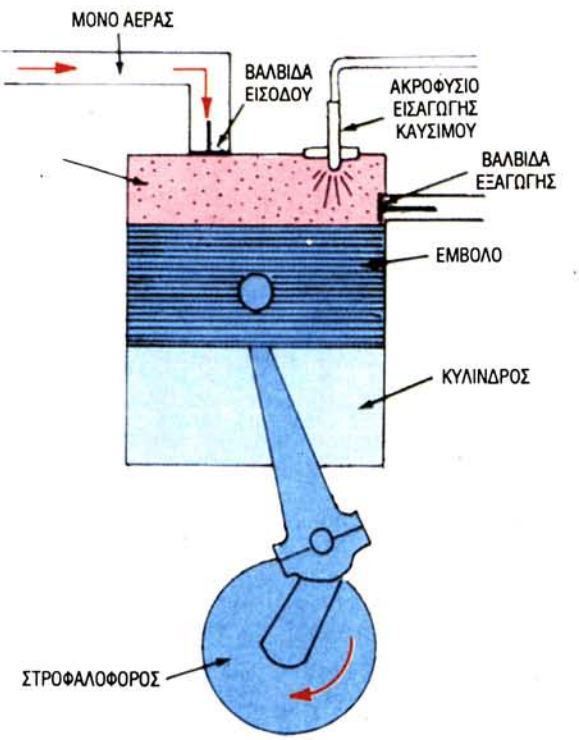
ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ

Όπως μάθατε στο πρώτο κεφάλαιο, η ενέργεια μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη. Είναι συνηθισμένη η μετατροπή της σε κάποια άλλη μορφή, για να γίνει η ενέργεια χρήσιμη. Σκεφθείτε τις παρακάτω μετατροπές:

- Μηχανική σε ηλεκτρική. Παραδείγματα είναι οι γεννήτριες και οι εναλλακτήρες. Μπορούν να προσαρμοσθούν σε έναν κινητήρα, σε έναν υδροστρόβιλο ή ατμοστρόβιλο, ή σε έναν ανεμόμυλο.
- Ηλεκτρική σε μηχανική. Παραδείγματα είναι ένας ηλεκτρικός κινητήρας, που χρησιμοποιείται, για να θέτει



Σχ. 2-25. *Ο κινητήρας εσωτερικής καύσεως αποτελείται από ένα έμβολο που κινείται πάνω κάτω μέσα σε έναν κύλινδρο. Ένας στροφαλοφόρος μετατρέπει αυτήν την κίνηση του εμβόλου σε κυκλική κίνηση. Ένα σημείο λειτουργεί ως είσοδος, από την οποία εισάγεται το καύσιμο στον κινητήρα. Ένα άλλο σημείο λειτουργεί ως έξοδος από την οποία διεφεύγουν τα καυσαέρια.*



Σχ. 2-26 *Κινητήρας diesel καταναλώνει καύσιμα χαμηλής ποιότητας μέσα στον κύλινδρο. Αυτός στηρίζεται στην αύξηση της θερμοκρασίας με συμπίεση για την ανάφλεξη του μίγματος.*

σε κίνηση έναν ανεμιστήρα, ή ένα πηνίο ηλεκτρονόμου, που ελέγχει ένα διακόπτη.

- Χημική σε ηλεκτρική. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ένα ηλεκτρικό στοιχείο (συσσωρευτής), που τροφοδοτεί με ενέργεια ένα ραδιόφωνο ή ένα παιχνίδι.
- Ηλεκτρική σε χημική. Ένας εναλλακτήρας παράγει ηλεκτρισμό και τον αποθηκεύει σε ένα στοιχείο (συσσωρευτή).
- Φωτεινή (ή ακτινοβολίας) σε ηλεκτρική. Ένα ηλιακό κύτταρο συλλέγει ηλιακό φως, το οποίο και μετατρέπει σε ηλεκτρισμό.
- Μοριακή σε θερμοδυναμική (εσωτερική). Η αύξηση της άτακτης κινήσεως των μορίων του νερού αυξάνει τη θερμοκρασία του. Έτσι αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή έργου.

Είναι σύνηθες φαινόμενο η πολλαπλή μετατροπή της ενέργειας πριν αυτή χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή έργου. Είναι όμως επιθυμητό να μειώνεται ο αριθμός των μετατροπών, γιατί κάποια ενέργεια χάνεται σε κάθε μετατροπή.

Πολλές από τις αρχαίες συσκευές μετατροπής υπάρχουν και σήμερα σε βελτιωμένη μορφή. Οι βενζινομηχανές και οι κινητήρες Diesel μαζί με τον ατμοστρόβιλο παράγουν το πλείστον της μηχανικής ενέργειας, την οποία χρησιμοποιούμε παγκοσμίως τόσο στις μεταφορές όσο και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υδροηλεκτρικοί στρόβιλοι επίσης μας εφοδιάζουν με ηλεκτρική ισχύ.

Γεννήτριες μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Ο ηλεκτρικός κινητήρας μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια ξανά σε μηχανική.

ΑΛΛΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η χρήση καυσίμων απολιθωμάτων για μαγείρεμα και τη θέρμανση χώρων άρχισε, όπως είδαμε, με τις φωτιές, με τις οποίες ζέσταιναν τις σπηλιές και έψηναν το κρέας. Οι ανοικτές φωτιές σύντομα αντικαταστάθηκαν από πρόχειρα τζάκια και αργότερα από φούρνους (σχ. 2-27). Τα σύγχρονα σπίτια θερμαίνονται με καυστήρες ή ηλεκτρικές συσκευές θερμάνσεως.

Επιπλέον, η ανοικτή φωτιά ως μέσο για την κατασκευή εργαλείων αντικαταστάθηκε από τις υψικαμίνους και τη βιομηχανική θερμότητα (βιομηχανική θερμότητα, είναι η θερμότητα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή μετάλλου, πλαστικού και άλλων υλικών). Τα εργοστάσια σήμερα χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για την κίνηση των μηχανημάτων τους.

Στον 20ο αιώνα, οι κινητήρες αντιδράσεως (jet) και κινητήρες πυραύλων προστέθηκαν στον μακρύ κατάλογο των συστημάτων προωθήσεως. Αυτοί οι ισχυροί κινητήρες είναι σχεδιασμένοι για την κίνηση αεροπλάνων και διαστημοπλοίων.

ΑΤΕΝΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Κάποια στιγμή στο μέλλον μπορούμε να περιμένομε



Σχ. 2-27. *Μια παλιά σόμπα που έκαιγε ξύλα. Κάποτε την προτιμούσαν πολύ γιατί, ήταν πιο αποτελεσματική ως σύστημα θερμάνσεως από μια ανοικτή εστία φωτιάς ή ένα τζάκι.*

την τελειοποίηση των πιο αποτελεσματικών από τους μετατροπείς ενέργειας. Πιθανότητα πολλοί από αυτούς θα είναι συσκευές, που θα μπορούν να μετατρέπουν την ενέργεια κατευθείαν από τη μια μορφή στην άλλη με λίγα ή καθόλου κινητά μέρη. Μερικές από αυτές τις εφευρέσεις ήδη αναπτύσσονται. Επειδή τα συστήματα ισχύος και οι μετατροπείς ενέργειας πρέπει πάντα να λειτουργούν μαζί, έτσι ώστε η ενέργεια να παράγει έργο, η μελέτη και κατανόηση αυτών είναι σημαντική για να μελετήσομε και να κατανοήσομε την ενέργεια. Γι' αυτό το σκοπό το κεφάλαιο 3 θα αφιερωθεί στα συστήματα ισχύος και το κεφάλαιο 5 στη σύγχρονη μετατροπή ενέργειας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση της ενέργειας στην αυγή του ανθρώπινου πολιτισμού ήταν πολύ περιορισμένη. Κατοικούσαν στις σπηλιές, ενώ τα δέρματα ζώων χρησίμευαν ως ρούχα. Η δύναμη των μυών ήταν ένας τρόπος μετακινήσεως από το ένα μέρος στο άλλο.

Τι γινόταν με το φαγητό; Η τεχνολογία της εποχής (αν μπορεί αυτό να ονομασθεί τεχνολογία) περιορίζονταν στην εκσφενδόνιση πρωτογόνων όπλων για την εξασφάλιση της τροφής.

Με το χρόνο τα ζώα εξημερώθηκαν και κατέστησαν μέσα μεταφοράς. Απλά πανιά εκμεταλλεύονταν την ισχύ του ανέμου ώστε να μετακινούν σχεδίες ή βάρκες.

Φαίνεται ότι μετά από τη μυϊκή δύναμη, η θερμότητα και η κινητική ενέργεια ήταν από τις πρώτες μορφές ενέργειας που αξιοποιήθηκε. Οι ανεμόμυλοι πιθανώς αναπτύχθηκαν στην Περσία και χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση νερού από πηγάδια. Οι Ευρωπαίοι τελειοποίησαν την πέρσικη εφεύρεση.

Οι τροχοί νερού, στη συνέχεια, εκμεταλλεύτηκαν την ενέργεια του νερού που έπεφτε ή έρρεε. Μια μεταγενέστερη βελτίωση του τροχού νερού ήταν ο στρόβιλος. Ήταν πιο αποτελεσματικός από τον τροχό νερού. Σήμερα ο στρόβιλος (βεβαίως πολύ πιο τελειοποιημένος) είναι ένα από τα κύρια μηχανήματα για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Χρησιμοποιεί και νερό και ατμό ως πρωτογενή πηγή ενέργειας.

Η ιδέα να χρησιμοποιηθεί η θερμότητα για κίνηση δεν επικράτησε πολύ πριν τον 1ο αιώνα π.Χ.

Ένας εφευρέτης επιστήμονας και μαθηματικός, που ζούσε στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου, ανέπτυξε τον προάγγελο της σύγχρονης θερμικής μηχανής. Ακόμα και γι' αυτόν δεν ήταν παρά ένα παιχνίδι για τη διασκέδαση των φίλων του.

Παρ' όλο που οι πρώτες ατμομηχανές λειτουργούσαν με ατμό, ο οποίος παραγόταν έξω από τους κινητήρες, οι σύγχρονες ατμομηχανές σχεδόν πάντα καίνε καύσιμο μέσα στον κινητήρα. Οι κινητήρες προσφέρουν ισχύ σε όλους τους τύπους οχημάτων: στεριάς, θάλασσας, αέρα και διαστήματος.

Μηχανήματα που μετατρέπουν κάποια μορφή ενέργειας σε μορφή που παράγει ισχύ ονομάζονται "μετατροπείς". Η ενέργεια μπορεί να μετατραπεί πολλές φορές πριν χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή έργου. Ακόμα και το ανθρώπινο σώμα είναι μετατροπέας. Σκεφθείτε το.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

σύνθετος στρόβιλος
κινητήρας diesel
γεννήτρια
θερμική μηχανή
στρόβιλος δράσεως
κινητήρας εσωτερικής καύσεως
τροχός νερού επάνω μέρους
μύλος σε στύλο
στρόβιλος αντιδράσεως
smock μύλος
στρόβιλος
τροχός νερού κάτω μέρους
ανεμόμυλος

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Προετοιμάστε μια εργασία για μια εφεύρεση των τελευταίων 100 χρόνων, με την οποία αξιοποιήθηκε ενέργεια ή βελτιώθηκε η χρήση ενέργειας και έγινε η ζωή των ανθρώπων πιο άνετη. Συγκεντρώστε τις πληροφορίες σας από το σχολείο σας, και επιπλέον, πάρτε συνέντευξη από ένα ηλικιωμένο άτομο, που έχει ζήσει κάποιες αλλαγές εξαιτίας μιας εφευρέσεως.
2. Κατασκευάστε ένα λειτουργικό πρότυπο ενός τροχού νερού και παρουσιάστε το στην τάξη σας. Εξηγήστε πώς και γιατί λειτουργεί.
3. Κατασκευάστε ένα πρότυπο ενός από τους πρώτους ανεμόμυλους, χρησιμοποιώντας ξύλο ή μέταλλο. Λάβετε υπ' όψη σας περιγραφές και εικονογραφίες από το κείμενο για να βοηθηθείτε στο σχεδιασμό.
4. Σχεδιάστε κάποιο μηχάνημα το οποίο μπορεί να μετατρέψει την ενέργεια ατμού σε κίνηση. Προτείνετε ή περιγράψτε πώς νομίζετε ότι μπορεί να λειτουργήσει.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Ονομάστε δύο από τις πρώτες μορφές μηχανικής ενέργειας.
2. Αναφέρετε τα στάδια, τα οποία πρέπει κάποιος να ακολουθήσει ώστε να σχεδιάσει ένα μηχάνημα.
3. Ο _____ εφευρέθηκε, για να αξιοποιηθεί η ενέργεια νερού που πέφτει ή κινείται.
4. Ο _____ ήταν η πρώτη εφεύρεση που εκμεταλλεύθηκε τον άνεμο, για την άντληση νερού και την άλεση σπόρων.
5. Η εφεύρεση του μηχανήματος, για το οποίο γίνεται λόγος στην 3η ερώτηση αποδόθηκε στους:
   α. Ολλανδούς.
   β. Άποικους της Αμερικής.
   γ. Άγγλους.
   δ. Πέρσες.
6. Αναφερθείτε στη σπουδαιότητα του ανεμόμυλου για τα αγροκτήματα στην Αμερική.
7. Η χρήση του τροχού νερού περιορίσθηκε λόγω _____, γιατί η δεύτερη εφεύρεση εκμεταλλευόταν καλύτερα την ενέργεια του νερού που πέφτει.
8. Ποιο είναι το νόημα της λέξεως "υψόμετρο" σε σχέση με την ενέργεια του νερού που πέφτει;
9. Μηχανήματα που μπορούν να παράγουν έργο από θερμότητα λέγονται _____.
10. Σχεδιάστε την ατμομηχανή Newkomen.
11. Ο (Η) ατμο_____ χρησιμοποιεί την ενέργεια του ατμού και την μετατρέπει κατευθείαν σε περιστροφική κίνηση.
12. Περιγράψτε τη διαφορά μεταξύ ενός κινητήρα εξωτερικής καύσεως και ενός εσωτερικής καύσεως. Δώστε παραδείγματα και των δύο τύπων.
13. Όταν μια διάταξη ή ένα μηχάνημα είναι σχεδιασμένο να μετατρέπει μια μορφή ενέργειας σε άλλη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραχθεί έργο, καλείται:
    α. Μηχάνημα.
    β. Μετατροπέας ενέργειας.



3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΙΣΧΥΟΣ

Οι πληροφορίες που παρέχονται στο κεφάλαιο αυτό θα σας βοηθήσουν ώστε να:

- *Ορίσετε τι είναι σύστημα ισχύος.*
- *Ονομάσετε τέσσερα βασικά συστήματα ισχύος.*
- *Ονομάσετε και περιγράψετε το ρόλο κάθε βασικού στοιχείου ενός συστήματος ισχύος.*
- *Εξηγήσετε τους όρους, τους σχετικούς με την ενέργεια: έργο, ισχύς, ροπή, ταχύτητα, υψόμετρο, πίεση, Joule, αποτελεσματικότητα και διάστιχο.*

Στα κεφάλαια 1 και 2 μάθατε τι είναι ενέργεια, ποιες είναι οι πηγές της και πώς μπορούμε να τις εκμεταλλευθούμε, για να παραχθεί έργο. Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσετε τα συστήματα ισχύος και πώς σχετίζονται το ένα με το άλλο. Θα μάθετε επίσης, πώς μετρείται η ενέργεια.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΙΣΧΥΟΣ

Ένα σύστημα ισχύος παίζει σημαντικό ρόλο στην αξιοποίηση της ενέργειας, για να έχομε ως αποτέλεσμα την παραγωγή έργου. Το σύστημα μετατρέπει, μεταφέρει και ελέγχει την ενέργεια με τέτοιο τρόπο, ώστε να παραχθεί χρήσιμο έργο. Ένας ελκυστήρας (τρακτέρ), είναι ένα καλό παράδειγμα ενός συστήματος ισχύος. Ο ελκυστήρας (σχ. 3-1) είναι πολύ ισχυρός και μπορεί να κάνει τη δουλειά πολλών αλόγων. Υπάρχουν και άλλα συστήματα, όπως το μηχάνημα που κόβει το γρασίδι, που είναι πολύ μικρότερο και με λιγότερα εξαρτήματα. Από την άλλη πλευρά, μερικά συστήματα ισχύος είναι



Σχ. 3-1. *Ένα συνηθισμένο αγροτικό σύστημα ισχύος. Οι ελκυστήρες μετατρέπουν ενέργεια από καύσιμα απολιθωμάτων σε χρήσιμο γεωργικό έργο.*

πολύ μεγάλα. Απαιτούν (καταλαμβάνουν) αρκετό χώρο και αποτελούνται από πολλά μέρη. Ένα εργοστάσιο ηλεκτρισμού θα ήταν καλό παράδειγμα ενός μεγάλου συστήματος ισχύος (σχ. 3-2).

ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΙΣΧΥΟΣ

Υπάρχουν τέσσερα βασικά συστήματα ισχύος. Αυτά τα τέσσερα συστήματα τροφοδοτούν με ισχύ όλα τα τεχνολογικά συστήματα σε όλον τον κόσμο. Αυτά είναι τα:

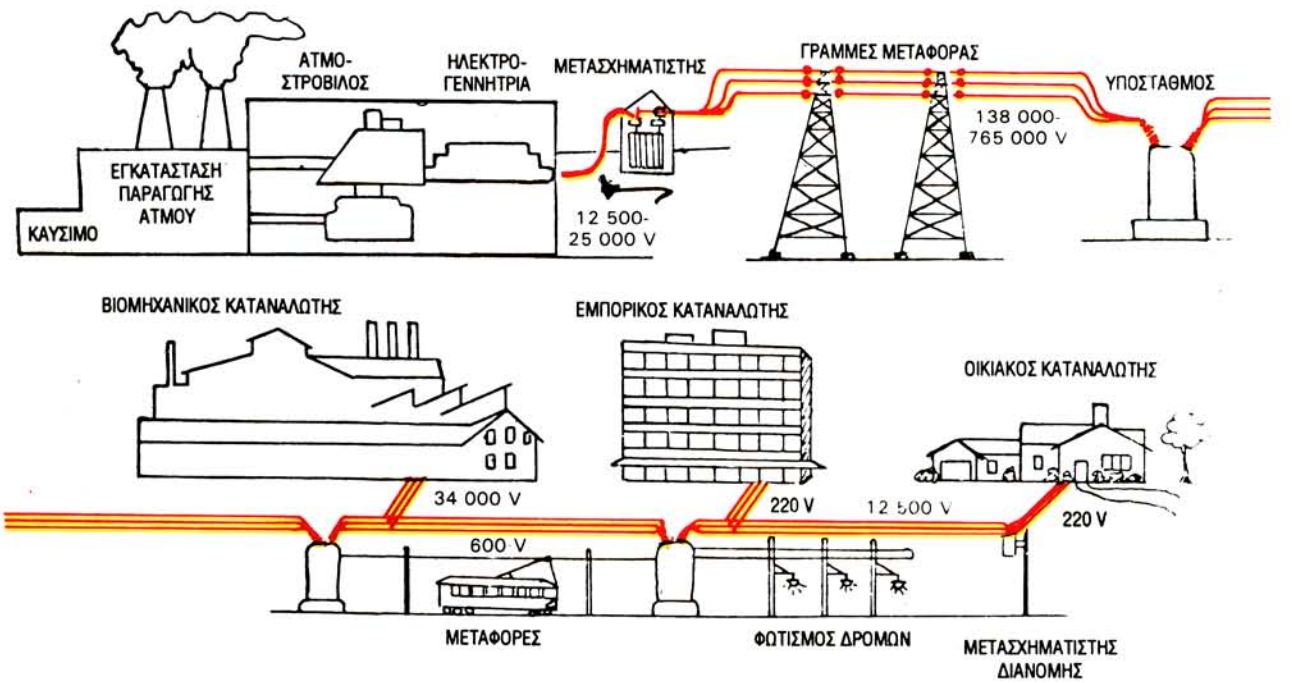
- Ηλεκτρικά συστήματα.
- Μηχανικά συστήματα.
- Συστήματα ρευστών.
- Θερμικά συστήματα.

Ανεξαρτήτως του αν είναι μικρά ή μεγάλα, όλα τα συστήματα ισχύος διαθέτουν ορισμένα βασικά στοιχεία, που έχουν τις ίδιες λειτουργίες. Τα στοιχεία είναι:

- Μια πηγή ενέργειας. Συχνά, αυτή είναι ένα καύσιμο κάποιου τύπου, αλλά θα μπορούσε να είναι και άλλη μορφή ενέργειας, όπως η ενέργεια του νερού ή του αέρα.
- Μέθοδος μετατροπής. Χρειάζεται να υπάρχει ένας τρόπος μετατροπής της ενέργειας από μία μορφή σε μια άλλη πιο χρήσιμη, για να παραχθεί έργο.
- Μέθοδος μεταβιβάσεως. Είναι ένας τρόπος μεταφοράς της ενέργειας στον καταναλωτή, όπου αυτή μπορεί να παράγει το έργο, για το οποίο είναι σχεδιασμένη.
- Σύστημα ελέγχου. Σαν το λουρί ενός σκύλου, ένας μηχανισμός ελέγχου ελέγχει την ενέργεια, έτσι ώστε να παράγει χρήσιμο έργο και τίποτα παραπάνω.
- Μηχανήματα μετρήσεως. Αυτά μπορεί να είναι δείκτες, μέτρα, ή μετρητές. Ο σκοπός τους είναι να παρέχουν στο χρήστη πληροφορίες για το σύστημα ισχύος που χρειάζεται για τη σωστή λειτουργία του.
- Μια έξοδος ή ένα φορτίο. Είναι αυτό, επάνω στο οποίο η ισχύς ενεργεί. Σε έναν ελκυστήρα το φορτίο είναι το βάρος του ίδιου του ελκυστήρα συν το βάρος του μηχανήματος (εργαλείου) που έλκει.
- Απώλειες. Δεν χρησιμοποιείται όλη η ενέργεια, που ελευθερώνεται. Μέρος αυτής διαφεύγει στην ατμόσφαιρα ως θερμότητα. Η τριβή στα κινούμενα εξαρτήματα (αυτά τρίβονται το ένα με το άλλο) είναι επίσης ένας λόγος απώλειας μέρους της ενέργειας. Αν συγκρίνετε έναν ελκυστήρα ή ένα μηχάνημα κοπής γρασιδιού με ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα δείτε ότι και για τα τρία ισχύει ο ορισμός του συστήματος ισχύος (σχ. 3-3).

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Από τα προηγούμενα κεφάλαια ήδη γνωρίζετε ότι μια πηγή ενέργειας είναι ένα σύστημα παροχής ενέργειας, η οποία καθίσταται εκμεταλλεύσιμη όταν παράγει έργο. Μερικές πηγές ενέργειας ονομάζονται ***σταθερές.*** Είναι πάντα διαθέσιμες, όταν χρειάζονται. Άλλες καλούνται ***μεταβλητές*** πηγές, γιατί η διαθεσιμότητά τους δεν είναι βέβαιη.



Σχ. 3-2. *Οι σταθμοί ηλεκτρικής ισχύος είναι ένα πολύπλοκο σύστημα. Είναι μεγάλοι, καταλαμβάνουν πολύ χώρο και αποτελούνται από πολλά τμήματα.*

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ			
ΣΤΟΙΧΕΙΟ	**ΚΟΠΤΗΣ ΓΡΑΣΙΔΙΟΥ**	**ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΣΧΥΟΣ**	**ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ**
Πηγή ενέργειας	Καύσιμο και δοχείο καυσίμου.	Σωροί άνθρακα, σωλήνες φυσικού αερίου, πυρηνικοί ράβδοι, δύναμη νερού που πέφτει.	Βενζίνη τροφοδοτείται συνέχεια σε κινητήρα που λειτουργεί· εγκαταστάσεις ισχύος τροφοδοτούνται με καύσιμο συνεχώς - είναι διαθέσιμη επί 24ώρου βάσεως.
Μέθοδος μετατροπής	Ο κινητήρας καίει καύσιμο και αξιοποιεί την εκτόνωση των αερίων που παράγονται κατά την καύση.	Τα καύσιμα και η σχάση δημιουργούν ατμό που περιστρέφει το στρόβιλο. Νερό που πέφτει επίσης γυρίζει το στρόβιλο, ο οποίος θέτει σε λειτουργία την ηλεκτρική γεννήτρια.	Κινητήρας βενζίνης μετατρέπει τη χημική ενέργεια σε θερμοδυναμική ενέργεια, έτσι ώστε ο κινητήρας να δημιουργήσει περιστροφική κίνηση (κινητική ενέργεια). Σταθμός ισχύος χρησιμοποιεί χημική, πυρηνική ή κινητική ενέργεια, για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια.
Τρόπος μεταφοράς	Έμβολο και στροφαλοφόρος.	Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος.	Η κινητική ή μηχανική ενέργεια μεταφέρεται από τα διεσταλμένα αέρια στο έμβολο, στο στροφαλοφόρο, στη λεπίδα κοπής. Ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται διά μέσου καλωδίων και θέτει σε λειτουργία ηλεκτρικούς κινητήρες και φώτα.
Σύστημα ελέγχου	Ρυθμιστική βαλβίδα και λαβή οδηγήσεως.	Διακόπτες. Σωληνοειδή.	Η ταχύτητα και η κατεύθυνση του κόπτη ελέγχονται. Διακόπτες και σωληνοειδή διακόπτουν και αποκαθιστούν την ηλεκτρική ενέργεια.
Μηχανήματα μετρήσεως	Μετρητής πιέσεως λαδιού. Μετρητής βενζίνης.	Ηλεκτρικά όργανα.	Και στα δύο συστήματα τα όργανα δείχνουν στο χειριστή τη λειτουργική κατάσταση του συστήματος ισχύος. Μπορούν να μετρηθούν καύσιμο, ρεύμα και τάση.
Φόρτος	Λεπίδα κοπής.	Ηλεκτρικοί κινητήρες. Ηλεκτρικά φώτα. Ηλεκτρική θέρμανση. Ηλεκτρονικός εξοπλισμός.	Ο φόρτος είναι το έργο που παράγεται από τα συστήματα. Ο κόπτης κόβει το γρασίδι. Η ηλεκτρική ισχύς θέτει σε λειτουργία το μηχάνημα και παράγει φως.

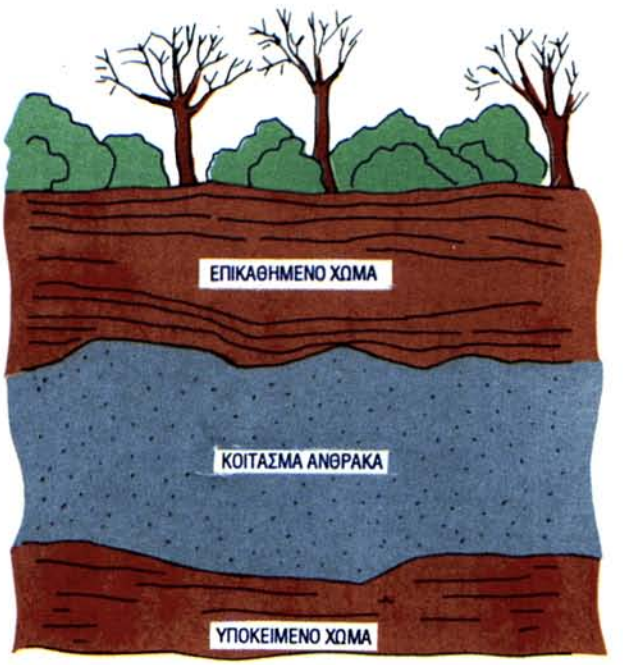
Σχ. 3-3. *Σύγκριση μεγάλων και μικρών συστημάτων ισχύος. Και οι δύο κατηγορίες έχουν παρόμοιες προδιαγραφές ενός συστήματος ισχύος.*

Σταθερή πηγή ενέργειας.

Σταθερή πηγή ενέργειας είναι αυτή, που είναι πάντα διαθέσιμη, πρωί - βράδυ. Καμιά παρέμβαση σε αυτήν δεν χρειάζεται. Η ενέργεια είναι έτοιμη για χρήση, όταν τη χρειαζόμαστε. Σχεδόν όλες οι σταθερές πηγές ενέργειας είναι το αποτέλεσμα αποθηκεύσεως. Η αποθήκευση μπορεί να είναι τυχαία ή σκόπιμη (σχ. 3-4 και 3-5). Καύσιμα όπως ο άνθρακας, το ακατέργαστο πετρέλαιο και το φυσικό αέριο προήλθαν από φυσική ή τυχαία αποθήκευση. Οι αλλαγές στη φύση ήταν η αιτία να παγιδευθούν στα στρώματα του υπεδάφους και σε λίμνες. Αυτή η τυχαία αποθήκευση μας προσφέρει μια σταθερή πηγή.

Η αποθήκευση νερού σε ένα φράγμα, που αποτελεί συνεχή πηγή μηχανικής ενέργειας, είναι αποθήκευση σκόπιμη. Ο ηλεκτρισμός όμως είναι μια σταθερή πηγή ενέργειας, η οποία είναι δύσκολο να αποθηκευθεί. Βεβαίως, μικρές ποσότητες ηλεκτρισμού μπορούν να αποθηκευθούν με συσσωρευτές (μπαταρίες), αλλά συνήθως ο ηλεκτρισμός χρησιμοποιείται μόλις παραχθεί.

Τα περισσότερα συστήματα ισχύος είναι σχεδιασμένα να χρησιμοποιούν μια σταθερή πηγή ενέργειας. Συστήματα που είναι κατασκευασμένα να χρησιμοποιούν ηλεκτρική ισχύ, φυσικό αέριο και πετρέλαιο είναι τα πιο συνηθισμένα. Η ηλεκτρική ισχύς θέτει σε λειτουργία τα



Σχ. 3-4. *Πηγή τυχαίας (ή φυσικής) αποθηκεύσεως καυσίμου. Άνθρακας, τον οποίο παρήγαγε η φύση παραμένει αποθηκευμένος, κατά στρώματα ώσπου να εξορυχθεί.*



Σχ. 3-5. *Καύσιμα για αυτοκίνητα βρίσκονται εύκολα σε σταθμούς βενζίνης και μπορούν να αποθηκευθούν στη δεξαμενή του αυτοκινήτου μέχρι να χρησιμοποιηθούν. Αυτό το όχημα προμηθεύεται πεπιεσμένο φυσικό αέριο που μειώνει την εκπομπή οξειδίων του αζώτου και υδρογονανθράκων (The Coastal Corp.).*



Σχ. 3-6. *Ο ηλεκτρισμός είναι σταθερή πηγή ισχύος. Μπορούμε να τον χρησιμοποιήσομε για να παράγομε φως, θερμότητα ή μηχανική ενέργεια. Αυτό το σύγχρονο μαγειρείο (κουζίνα), χρησιμοποιεί ηλεκτρισμό για να παράγει θερμότητα. Ο ηλεκτρισμός λειτουργεί το συνδυασμό θερμαντικών στοιχείων με αντιστάτες φούρνου και μικροκυμάτων (Creda Inc.).*

φώτα, τους ηλεκτρικούς κινητήρες και τις συσκευές (σχ. 3-6). Μερικές φορές χρησιμοποιείται για θέρμανση και ψύξη.

Το φυσικό αέριο είναι καύσιμο για το μαγείρεμα, τη θέρμανση σπιτιών, γραφείων και εργοστασίων. Από το πετρέλαιο παράγεται η βενζίνη, η οποία θέτει σε λειτουργία κινητήρες εσωτερικής καύσεως.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ

Μερικές πηγές ενέργειας είναι διαθέσιμες μόνο για ορισμένο χρόνο. Αυτές καλούνται μεταβλητές πηγές ενέργειας. Ο άνεμος είναι ένα καλό παράδειγμα τέτοιας πηγής. Όπως μάθατε σε προηγούμενα κεφάλαια, αυτός μπορεί να προμηθεύει με ισχύ και μάλιστα φθηνά πολλούς διαφορετικούς τύπους μηχανημάτων, ώστε να λειτουργήσουν. Όμως δεν είναι διαθέσιμος πάντοτε. Καμιά φορά δεν υπάρχει άνεμος ή δεν είναι αρκετά δυνατός, ώστε να παράγει έργο.

Η ηλιακή ενέργεια είναι επίσης μεταβλητή πηγή. Ο ήλιος εφοδιάζει με μεγάλες ποσότητες ενέργειας τη γη. Μπορεί επίσης να παράγει μεγάλες ποσότητες έργου. Πράγματι, βοηθάει να παράγομε πολλές άλλες πηγές ενέργειας. Παρ' όλα αυτά, δεν μπορούμε να βασισθούμε στην ηλιακή ακτινοβολία. Τις συννεφιασμένες ημέρες υπάρχει λίγο ηλιακό φως και το βράδυ καθόλου. Στην καλύτερη περίπτωση, ο ήλιος λάμπει περίπου 12 ώρες την ημέρα στα περισσότερα μέρη του κόσμου (σχ. 3-7).

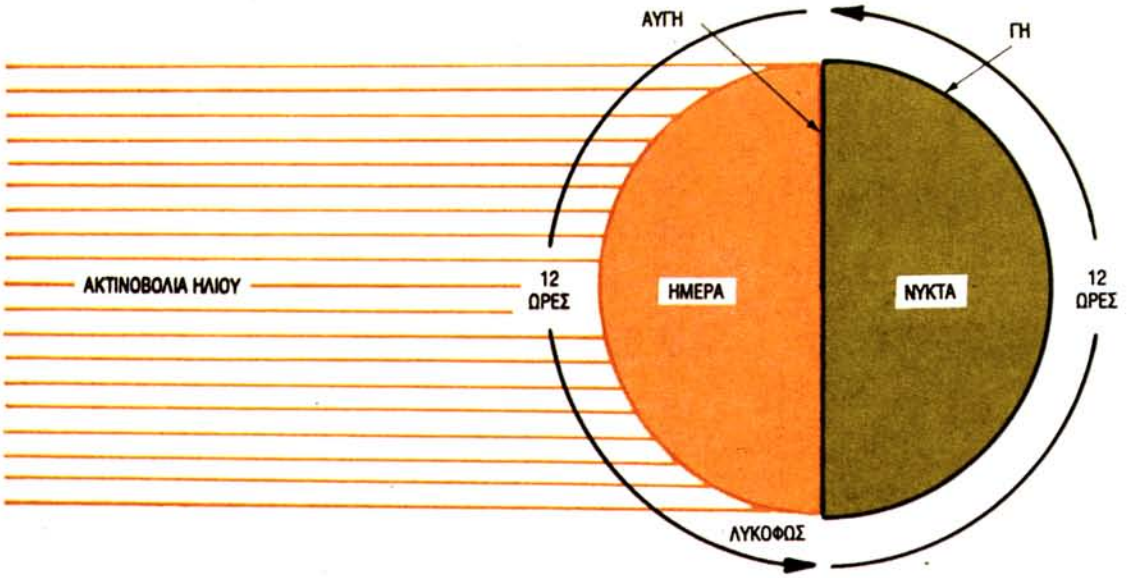
Οι παλίρροιες και τα κύματα των ωκεανών είναι μια άλλη μορφή μεταβλητής ενέργειας. Όπως ο άνεμος και ο ήλιος, έτσι και αυτά δεν είναι πάντα διαθέσιμα, για να μας τροφοδοτήσουν με ενέργεια . Επομένως δεν μπορούμε να βασισθούμε σε αυτά.

Καθώς οι συνηθισμένες σταθερές πηγές τελειώνουν, οι μεταβλητές πηγές γίνονται όλο και πιο σημαντικές. Η τεχνολογία λοιπόν χρησιμοποιείται για να βρεθούν καινούργιοι τρόποι για τη μετατροπή και την αποθήκευση ενέργειας από αυτές τις πηγές. Έτσι η αποθηκευμένη ενέργεια θα είναι διαθέσιμη, ενώ η πηγή όχι.

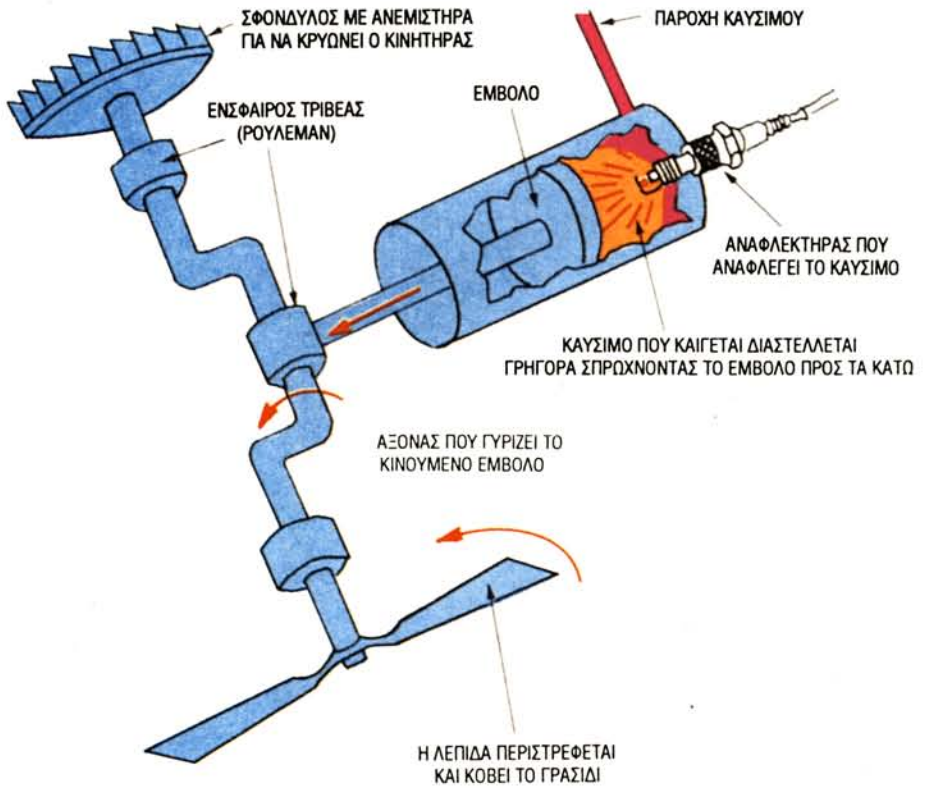
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όπως ξέρετε από το κεφάλαιο 2, η ενέργεια μπορεί να χρειασθεί να μετατραπεί από τη μία μορφή στην άλλη, για να παράγει έργο. Μερικά συστήματα ισχύος μπορούν να πραγματοποιήσουν πάνω από μία μετατροπή. Οι κινητήρες σε κόπτες γρασιδιού και σε αυτοκίνητα, για παράδειγμα, δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν καύσιμο ως άμεση πηγή ισχύος. Το καύσιμο πρέπει πρώτα να μετατραπεί σε ζεστά αέρια. Στο σχήμα 3-8 εικονίζεται η μεταφορά ενέργειας από τα διαστελλόμενα καυτά αέρια, μέσω ενός εμβόλου, σε ένα στρόφαλο.

Ένας σταθμός, που παράγει ισχύ και λειτουργεί με άνθρακα ή πετρέλαιο, κάνει πολλές μετατροπές ενέργειας. Πρώτα μετατρέπει την αποθηκευμένη χημική ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια. Μετά η εσωτερική ενέρ-



Σχ. 3-7. *Λόγω της περιστροφής της γης, το ηλιακό φως είναι διαθέσιμο μόνο τις μισές περίπου ώρες του 24ώρου. Στο σχήμα φαίνεται γιατί συμβαίνει αυτό.*



Σχ. 3-8. *Ο κινητήρας κόπτη γρασιδιού μετατρέπει το καύσιμο (χημική ενέργεια) σε καυτά αέρια που παράγουν μηχανική δύναμη για να περιστρέψουν τη λεπίδα ώστε να κόψει το γρασίδι.*

γεια μετατρέπεται σε μηχανική. Τελικά, η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική (σχ. 3-9).

ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το τρίτο στοιχείο ενός συστήματος ισχύος, η μετάδοση, είναι η μεταφορά ισχύος από την πηγή στο φορτίο. Τρεις βασικές μέθοδοι εφαρμόζονται γι' αυτόν το σκοπό:

- Σύνδεση υγρών. Υγρά ή αέρια ωθούνται μέσω σωλήνων ή σωληναρίων προς το φορτίο. Τα υγρά ωθούνται από την ισχύ της μετατρεπόμενης ενέργειας. Το σύστημα φρένων ενός αυτοκινήτου λειτουργεί κατ' αυτόν τον τρόπο. Η πίεση που ασκείται από τον οδηγό στο ποδόπληκτρο πέδης (πεντάλ φρένου) ή μια αντλία, που λειτουργεί με τον κινητήρα, αναγκάζει το υγρό φρένων να διέλθει διαμέσου των σωληναρίων για να πιέσει τα τακάκια των φρένων στο δίσκο των φρένων (σχ. 3-10). Στους ανυψωτήρες εντοπίζομε άλλο ένα παράδειγμα υγρών, τα οποία μεταδίδουν ισχύ από το ένα σημείο στο άλλο (σχ. 3-11).

Στη βιομηχανία συχνά χρησιμοποιείται πεπιεσμένος αέρας, για να ανοίξουν οι διακόπτες και να λειτουργήσουν οι ρυθμιστές στη σειρά παραγωγής. Ο αέρας είναι υπό πίεση και κινείται μέσω σωλήνων και καναλιών μέσα σε μεταλλικά εξαρτήματα που ονομάζονται πύλες.

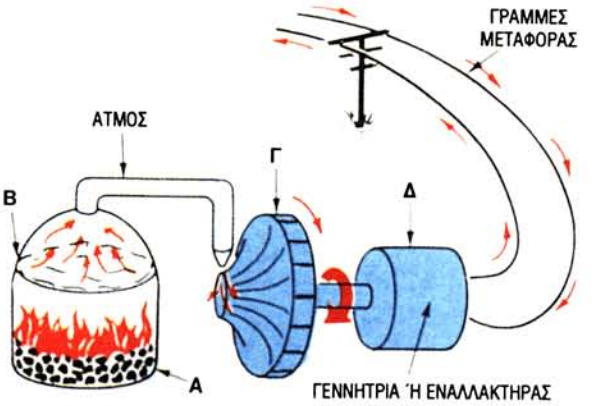
- Ηλεκτρική σύνδεση. Μεταφερόμενο μέσω καλωδίων το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει την ενέργεια του περιστρεφόμενου στροβίλου στα σπίτια και τα εργοστάσια. Εκεί χρησιμοποιείται για φωτισμό και για τη λειτουργία συσκευών. Τα καλώδια ή οι αγωγοί, γνωστοί ως γραμμές μεταφοράς (σχ. 3-12), επιτρέπουν να τοποθετηθεί ο σταθμός παραγωγής πιο κοντά στην πηγή της ενέργειας.
- Άμεση μηχανική σύνδεση. Ένας στροφαλοφόρος, ένας ιμάντας ή κάποια άλλη σύνδεση μεταφέρει ισχύ από ένα σημείο στο άλλο. Το ημιαξόνιο ενός φορτηγού ή επιβατηγού μεταφέρει την περιστροφική κίνηση του κινητήρα στους τροχούς (σχ. 3-13). Ιμάντες, αλυσίδες, σχοινιά ή καλώδια μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να μεταδώσουν μηχανική ενέργεια (σχ. 3-14).

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι ρυθμιστές (έλεγχοι) σε συστήματα ισχύος εκτελούν τρεις εργασίες:

- Κλείνουν και ανοίγουν την παροχή ισχύος.
- Ρυθμίζουν την ταχύτητα, σταματούν την κίνηση, ή προκαλούν κάποια άλλη αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο παρέχεται η ισχύς.
- Ελέγχουν την κατεύθυνση.

Οι διακόπτες ελέγχουν τα ηλεκτρικά φώτα και τους κινητήρες στο σπίτι και το σχολείο σας (σχ. 3-15). Το αυτοκίνητο έχει ένα διακόπτη, ο οποίος επιτρέπει τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος για να αρχίσει και να συνεχίσει να λειτουργεί ο κινητήρας. Άλλοι διακόπτες ελέγχουν τα φώτα, τα παράθυρα, τις κλειδαριές και τους υαλοκαθαριστήρες.



Σχ. 3-9. Η μετατροπή της ενέργειας του άνθρακα σε ηλεκτρισμό απαιτεί πολλά στάδια ή μετατροπές. Α - Ο άνθρακας καίγεται, για να παράγει θερμοδυναμική ενέργεια. Β - Η θερμότητα ανεβάζει τη θερμοκρασία του νερού, ώσπου να γίνει ατμός. Γ - Η ενέργεια του ατμού μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια και περιστρέφει το στρόβιλο. Δ - Η ενέργεια του περιστρεφόμενου στροβίλου θέτει σε λειτουργία τη γεννήτρια. Η γεννήτρια μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική.

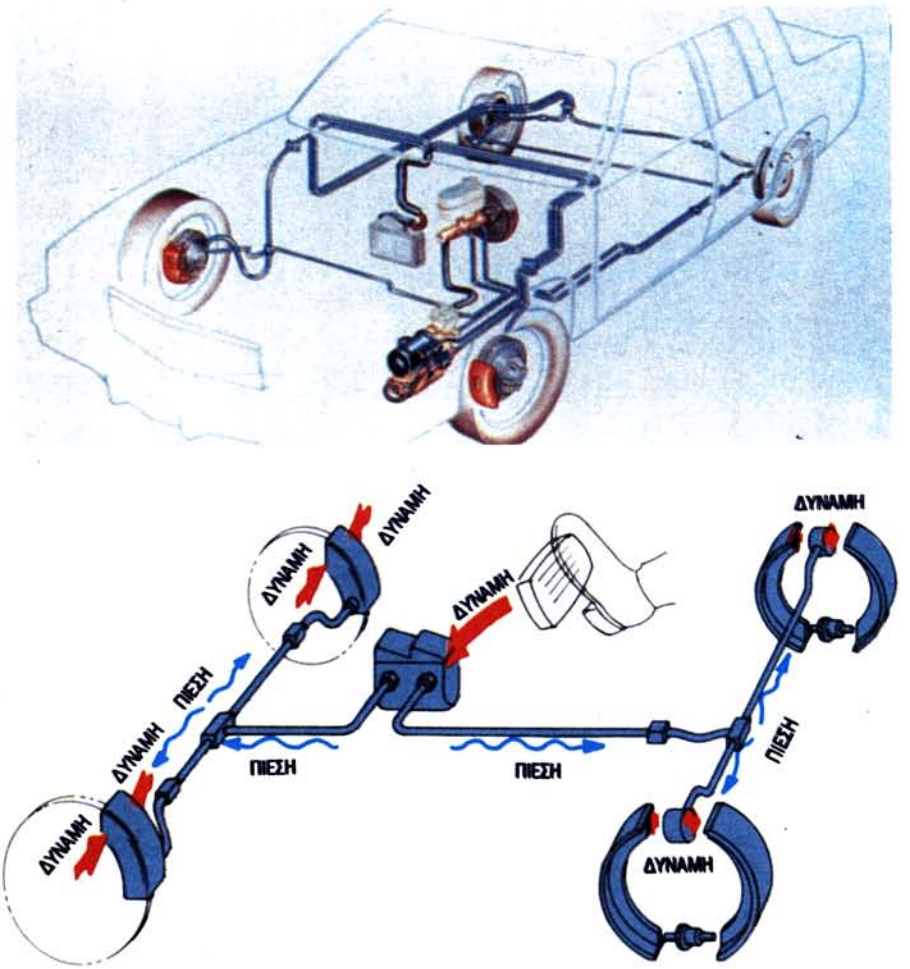
Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ισχύος διαθέτουν διακόπτες και μετασχηματιστές που ελέγχουν το ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο παρέχεται στους πελάτες (σχ. 3-16).

ΤΥΠΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

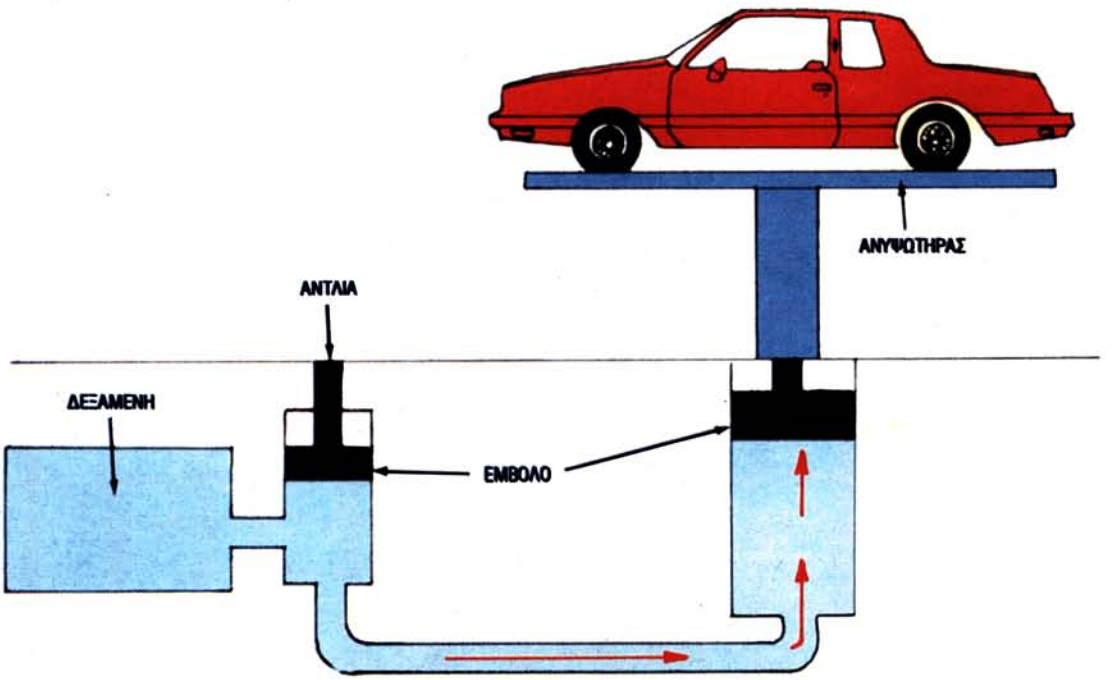
Δύο είναι οι βασικοί τύποι ελέγχου της ενέργειας:

- Ο συνολικός έλεγχος. Ένας ηλεκτρικός διακόπτης είναι τέτοιου τύπου. Όταν αυτός λειτουργεί, η παροχή ισχύος είναι εντός (λειτουργίας) ή εκτός (λειτουργίας). Ο αυτόματος διακόπτης ενός αυτοκινήτου επιτρέπει ή διακόπτει τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος, το οποίο αποθηκεύεται στο συσσωρευτή (μπαταρία).
- Μερικός έλεγχος. Έλεγχο τέτοιου τύπου έχομε, όταν ρυθμίζομε την κατεύθυνση ή την ταχύτητα.

Παρ' όλη τη σπουδαιότητα του ελέγχου της μορφής "εντός" ή "εκτός", μπορείτε να φαντασθείτε την οδήγηση αυτοκινήτου, το οποίο διαθέτει μόνο ένα διακόπτη εκκινήσεως; Στην πραγματικότητα χρειάζεσθε πολλούς μερικούς ελέγχους, για να οδηγήσετε ένα αυτοκίνητο. Ο μοχλός ταχυτήτων ελέγχει τη μεταφορά της ισχύος από τον κινητήρα στους τροχούς. Με το τιμόνι διευθύνομε το όχημα, ώστε αυτό να κινείται μέσα στο δρόμο. Το ποδόπληκτρο ταχύτητας/επιταχύνσεως επιτρέπει αλλαγές στην ταχύτητα. Το ποδόπληκτρο πέδης (πεντάλ φρένου) επιβραδύνει ή σταματά το όχημα.



Σχ. 3-10. *Στο σύστημα πεδήσεως ενός αυτοκινήτου χρησιμοποιείται υγρό για τη μεταφορά της πιέσεως. Το πόδι ασκεί πίεση στο ποδόπληκτρό πέδης (πεντάλ). Η ισχύς μεταδίδεται από το ποδόπληκτρο (πεντάλ) στους τέσσερις τροχούς μέσω του υγρού, το οποίο είναι ασυμπίεστο (Cadillac Motor Car Div.).*



Σχ. 3-11. *Η ισχύς, εξαιτίας της οποίας θα κινηθεί ο ανυψωτήρας προς τα επάνω, μεταφέρεται σε αυτόν μέσω της μηχανικής δράσεως μιας αντλίας. Υγρά ωθούνται μέσω σωλήνων και κυλίνδρων και αναγκάζουν το έμβολο να κινηθεί προς τα επάνω μέσα στον κύλινδρο με αποτέλεσμα να κινηθεί προς τα επάνω ο ανυψωτήρας.*



Α

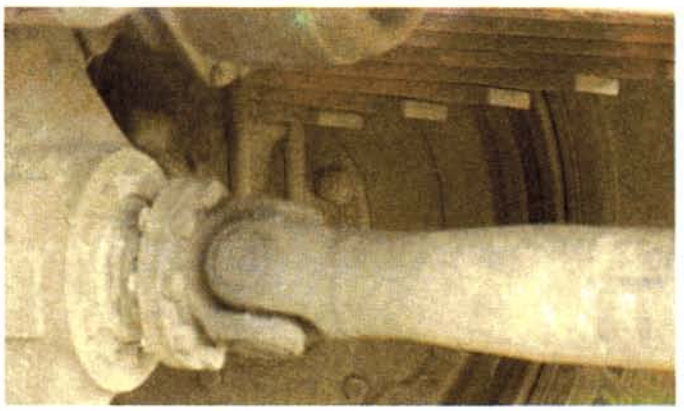


Β

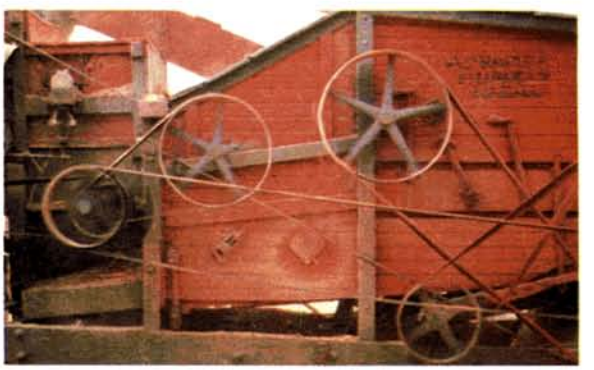


Γ

Σχ. 3-12. *Η ηλεκτρική ισχύς μπορεί να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις και οι τάσεις να διαφοροποιηθούν για διαφορετικές χρήσεις. Α - Η ηλεκτρική ισχύς, που παράγεται από ένα σταθμό ισχύος, μεταφέρεται από το σταθμό μέσω γραμμών υψηλής τάσεως. Β - Οι υποσταθμοί μετατρέπουν τον ηλεκτρισμό, ώστε να έχει διάφορες τάσεις, και τον μεταφέρουν στους χρήστες. Γ - Οι γραμμές που εικονίζονται εδώ, μεταφέρουν τον ηλεκτρισμό στα σπίτια.*

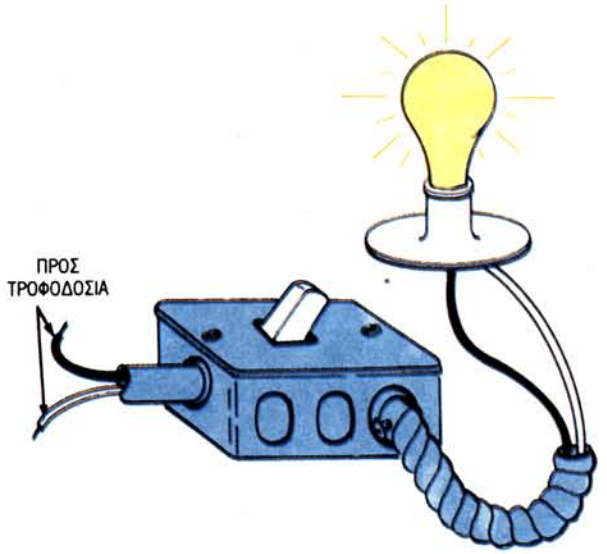


Σχ. 3-14. *Ιμάντες και αλυσίδες ως μεταδότες ισχύος. Μια αλυσίδα και δύο αλυσοτροχοί μετατρέπουν την παλινδρομική κίνηση σε κυκλική και μετά σε γραμμική. Ιμάντες σε ένα παλαιό μηχάνημα αλωνισμού, μεταδίδουν περιστροφική κίνηση από τον ένα μηχανισμό στον άλλο.*





Σχ. 3-13. *Συστήματα μεταδόσεως. Οι αλυσίδες και οι κινητήριοι άξονες είναι δύο μηχανισμοί, που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ισχύος από μια πηγή ισχύος, ώστε να τεθούν σε κίνηση οι τροχοί.*



Σχ. 3-15. Διακόπτες ελέγχουν τα ηλεκτρικά φώτα.

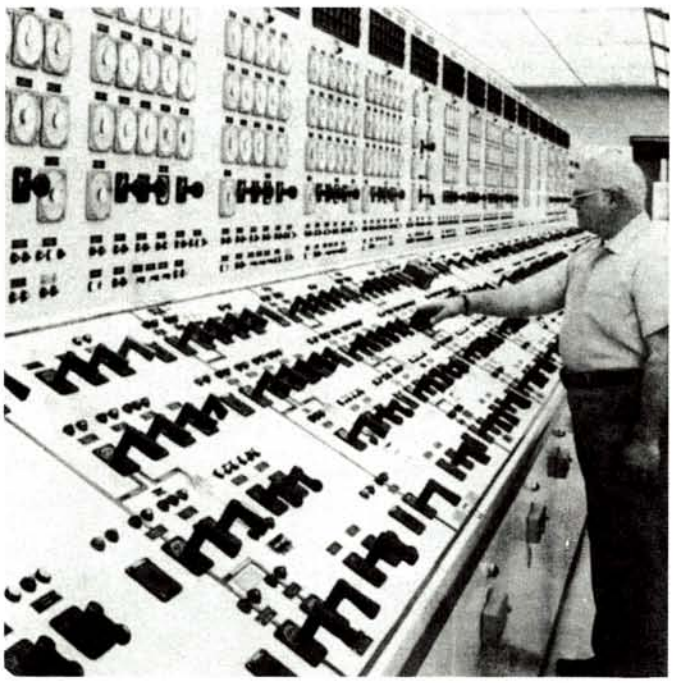
ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Μέρος από την ισχύ εξόδου ενός συστήματος παραγωγής ενέργειας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Μερικές φορές πρέπει να ρυθμισθεί για να γίνει το σύστημα πιο ασφαλές ή να προστατευθεί από φθορές. Οι μορφές παραγόμενης ισχύος, που πρέπει να ελέγχονται είναι:

- Τριβή. Αυτή είναι η αντίσταση μεταξύ δύο σωμάτων, που τρίβονται το ένα με το άλλο (σχ. 3-17).
- Θερμικές απώλειες. Οι εγκαταστάσεις ηλεκτρικής ισχύος δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν όλη τη θερμότητα που παράγουν. Μέρος αυτής πρέπει να ελευθερωθεί στον αέρα (σχ. 3-18).



Σχ. 3-17. Τριβή είναι η αντίσταση δύο σωμάτων ή επιφανειών, που τρίβονται η μια με την άλλη.





Σχ. 3-16. Οι εγκαταστάσεις ισχύος χρειάζονται πολλούς τρόπους ελέγχου. Επάνω: Ο κεντρικός πίνακας ελέγχου σε μια εγκατάσταση ισχύος ελέγχει την παροχή και τη διακοπή της ισχύος. Κάτω: Υποσταθμός εγκαταστάσεως ισχύος με τεράστιους αυτόματους διακόπτες και μετασχηματιστές.



Σχ. 3-18. Οι πύργοι ψύξεως χρησιμοποιούνται από τις εγκαταστάσεις ισχύος, για να ελευθερωθεί στον αέρα η εκρέουσα θερμότητα.

ΜΕΤΡΗΣΗ

Η μέτρηση είναι σημαντική σε ένα σύστημα ισχύος για πολλούς λόγους:

- Προσδιορίζει την ποσότητα ενέργειας μέσα στο σύστημα.
- Μπορεί να ορίσει πόσο έργο παράγει το σύστημα.
- Μπορεί επίσης να προσδιορίσει πόσο γρήγορα παράγεται το έργο.

ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

Είναι αναγκαίο να γνωρίζομε τη λειτουργική κατάσταση των μερών ενός συστήματος ισχύος. Όργανα όπως είναι οι μετρητές δίνουν αυτή την πληροφορία. Τα όργανα σε ορισμένα συστήματα είναι πολύ απλά. Άλλα είναι πολύπλοκα.

Ένας απλός μετρητής στάθμης, που δείχνει πόσο καύσιμο υπάρχει στην αποθήκη καυσίμων (ντεπόζιτο), μπορεί να είναι το μόνο αναγκαίο όργανο, σε έναν κόπτη γρασιδιού. Ένα αυτοκίνητο όμως πρέπει απαραιτήτως να διαθέτει όργανα μετρήσεως, όπως:

- Ένα μετρητή στάθμης καυσίμου.
- Ένα ***αμπερόμετρο*** για τη μέτρηση του ρεύματος παροχής από τον εναλλακτήρα.
- Ένα όργανο ενδείξεως της θερμοκρασίας του ψυκτικού της μηχανής.
- Έναν ταχογράφο, ο οποίος δείχνει την ταχύτητα με την οποία κινείται το αυτοκίνητο.
- Ένα όργανο ενδείξεως της πιέσεως λαδιού, για να γνωρίζομε αν το αυτοκίνητο λιπαίνεται σωστά.

Το σχήμα 3-19 παρουσιάζει έναν πίνακα οργάνων ενός αυτοκινήτου. Ο χειριστής πρέπει να "διαβάζει" τα όργανα για να είναι βέβαιος ότι το αυτοκίνητο λειτουργεί σωστά.

Οι σταθμοί ισχύος διαθέτουν πολλά όργανα, που δείχνουν πόση είναι η τάση και πόσο είναι το ρεύμα στις γραμμές ισχύος. Ειδικοί μετρητές μετρούν πόση ενέργεια καταναλώνεται από τους πελάτες (σχ. 3-20).

ΦΟΡΤΙΟ (ΦΟΡΤΟΣ)

Το φορτίο ενός συστήματος ισχύος είναι η χρήσιμη παρεχόμενη ισχύς. Ένα ποδήλατο είναι ένα καλό παράδειγμα ενός απλού συστήματος. Η πηγή ενέργειας είναι η μηχανική δύναμη που ασκείται στα πετάλια από τον οδηγό. Ο στρόφαλος μετατρέπει την παλμική κίνηση σε κυκλική, δηλαδή περιστροφική. Η αλυσίδα μεταδίδει την κίνηση στον πίσω τροχό. Το φορτίο ισχύος εξαρτάται από το βάρος του ανθρώπου και το βάρος του ποδηλάτου.

ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Έχομε απώλειες σε κάθε μετατροπή ενέργειας από τη μια μορφή στην άλλη. Κάθε σύστημα ισχύος έχει αυτές τις απώλειες. Όπως εξηγήσαμε νωρίτερα, αυτό είναι ένα ανεπιθύμητο στοιχείο στη χρήση ενέργειας. Θα μάθετε για την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ισχύος αργότερα, όταν μελετήσετε τις μεθόδους διατηρήσεως. Οι απώλειες ισχύος είναι ένας από τους πολλούς λόγους που εξηγούν γιατί η απόδοση είναι μικρή σε μερικές μετατροπές ενέργειας και υψηλή σε άλλες.

Δύο σημαντικά στοιχεία, στα οποία αναφερθήκαμε νωρίτερα, ευθύνονται για την απώλεια ενέργειας. Είναι η τριβή και η απώλεια θερμότητας.

Η επιπλέον ενέργεια πρέπει να χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε να νικήσομε την τάση των εξαρτημάτων, που κινούνται το ένα δίπλα στο άλλο, να κολλήσουν. Ακόμα και με τη χρήση λιπαντικών ουσιών, όπως το λάδι και το κερί, δεν μπορούμε να αποφύγομε την τριβή.



Σχ. 3-19. Τα όργανα είναι αναγκαία για την παρακολούθηση της λειτουργίας ενός συστήματος ισχύος. Ο πίνακας οργάνων ενός αυτοκινήτου παρουσιάζει στο χειριστή τη λειτουργική κατάσταση των συστημάτων φορτίσεως, ψύξεως, λιπάνσεως, παροχής καυσίμου και καμιά φορά του συστήματος πεδήσεως.



Σχ. 3-20. Σε κάθε καταναλωτή ηλεκτρικού ρεύματος αντιστοιχεί και ένας μετρητής, ο οποίος μετρά την κατανάλωση, ώστε να προκύψει η ανάλογη χρέωση.

Η θερμότητα που χάνεται είναι απλά η ενέργεια που έχει χάσει την ικανότητά της να παράγει άλλο έργο. Πρέπει να διαφύγει στον αέρα, στο νερό ή σε άλλο υλικό που βρίσκεται γύρω. Στο αυτοκίνητο, για παράδειγμα, η θερμότητα μεταφέρεται από τον κινητήρα στο νερό του συστήματος ψύξεως. Το ψυγείο και το καλοριφέρ του αυτοκινήτου συντελούν στη διαφυγή της θερμότητας στην ατμόσφαιρα.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ

Στη βόρεια Αμερική, δύο συστήματα μετρήσεως χρησιμοποιούνται, για να εκφράσουν το έργο, την ισχύ, τη ροπή, την ταχύτητα, την επιτάχυνση και άλλα σχετικά μεγέθη. Το ένα είναι το εθιμοτυπικό των ΗΠΑ και το άλλο είναι το SI (διεθνές σύστημα μετρικών μονάδων), που χρησιμοποιείται στον Καναδά και σχεδόν σε όλες τις άλλες χώρες του κόσμου. Στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιούνται και τα δύο συστήματα, και δεν έχουν υιοθετήσει μόνο το μετρικό σύστημα.

ΟΙ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ

Καθώς μελετάτε την ενέργεια και την ισχύ, θα αρχίσετε να χρησιμοποιείτε πολλούς νέους όρους. Αυτοί οι όροι χρησιμοποιούνται, όταν συζητούμε για την ενέργεια και τη σχέση της με την ισχύ, το έργο και τις πηγές ενέργειας.

Πολλοί όροι περιγράφουν τα φορτία (φόρτο) όπως είναι το ***έργο***.

Μηχανικό έργο είναι η δύναμη επί την απόσταση που διανύει η δύναμη ενώ ασκείται σε κάποιο σώμα. Η δύναμη βοηθά ένα σώμα να κινείται.

Είναι εύκολο να δούμε μερικές περιπτώσεις παραγωγής έργου. Για παράδειγμα, όταν ο οδηγός πιέζει τα πετάλια, ένα ποδήλατο κινείται προς τα εμπρός (σχ. 3-21). Η μοριακή (κίνηση μορίων ή ατόμων) δραστηριότητα είναι άλλο θέμα. Μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα του ηλεκτρισμού που παράγει έργο. Δεν μπορούμε όμως να παρατηρήσομε την κίνηση ηλεκτρονίων μέσα σε έναν αγωγό. Το ρεύμα κινείται μέσω ενός σύρματος. Αν και δεν μπορούμε να το παρατηρήσομε βλέπομε το φως που παράγεται και αισθανόμαστε τη θερμότητα που εκλύεται. Το βλέπομε στον αναμμένο λαμπτήρα και στην περιστροφή ενός ηλεκτρικού κινητήρα. Αυτά τα αποτελέσματα μας πείθουν ότι ο ηλεκτρισμός παράγει έργο.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΡΓΟΥ

Το έργο μετρείται σε ***πόδια*** (foot-pound) στις πιο συνηθισμένες μονάδες μετρήσεως στις ΗΠΑ.

Στο SI (μετρικό σύστημα), που υιοθετείται από τις περισσότερες χώρες, το έργο μετρείται σε joule. Η μονάδα ονομάζεται έτσι από τον James Prescott Joule, ΄Αγγλο επιστήμονα. Το ***Joule*** (J) είναι το έργο που παράγεται, όταν μια δύναμη 1 newton κινεί ένα αντικείμενο για απόσταση 1 μέτρου.



Σχ. 3-21. *Είναι εύκολο να δει κάποιος την εφαρμογή της ενέργειας για την παραγωγή κινήσεως στα ποδήλατα αυτών των δύο μικρών ποδηλατιστών.*

Ο μαθηματικός τύπος είναι:

$$\text{ΕΡΓΟ} = \text{ΑΠΟΣΤΑΣΗ} \times \text{ΔΥΝΑΜΗ}$$

$$\text{δηλαδή} \quad W = D \times F$$

Επομένως:

΄Εργο (σε joule) = Απόσταση (σε μέτρα) x Δύναμη (σε newton).

΄Ενα newton είναι η δύναμη που απαιτείται για να επιταχύνει μάζα ενός χιλιογράμμου με επιτάχυνση ένα μέτρο ανά δευτερόλεπτο στο τετράγωνο.

Πρόβλημα: Πόσα Joule έργου παράγονται όταν μία δύναμη 300 newton (N) ασκείται για μια απόσταση 150 μέτρων; Χρησιμοποιώντας τον τύπο, καταλήγομε στο εξής αποτέλεσμα:

$$W = 150 \times 300 = 45.000 \text{ joule}$$

ΙΣΧΥΣ

Το έργο και η ισχύς συνήθως συγχέονται. Η ***ισχύς*** ως όρος χρησιμοποιείται αντί του όρου "έργο" και αντιστρόφως. Είναι πιο εύκολο να διακρίνετε τους δύο αυτούς όρους, αν απλώς θυμάστε ότι το έργο δεν έχει σχέση με το χρόνο που απαιτείται για να παραχθεί. Ο όρος "έργο" συνδυάζεται μόνο με τους όρους "δύναμη" και "απόσταση".

Ισχύς είναι η ποσότητα έργου που παράγεται ανά μονάδα χρόνου.

Για τον υπολογισμό της ισχύος χρησιμοποιούμε τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Ισχύς} = \frac{\text{έργο}}{\text{χρόνο}} \quad \text{ή} \quad P = \frac{w}{t}$$

Αυτός μπορεί επίσης να γραφεί:

$$P = \frac{D \times F}{t}$$

Πρόβλημα: Αν ένας ποδηλάτης και ένα ποδήλατο που ζυγίζουν 70 kg διανύσουν απόσταση 150 m σε 20 δευτερόλεπτα, πόση ισχύς αναπτύσσεται;

$$P = \frac{D \times F}{t}$$

$$P = \frac{150 \times 70}{20} = \frac{10.500}{20} = 525 \text{ W}$$

Η πιο συνήθης μονάδα μετρήσεως ισχύος στις ΗΠΑ είναι ο ***ίππος*** (hp). Ένας ίππος (hp) είναι η ενέργεια που απαιτείται για να ανυψωθούν 33.000 lb σε ύψος ενός ποδός σε ένα λεπτό (σχ. 3-22).

Στο SI (μετρικό σύστημα) η μονάδα ισχύος είναι το watt (W). Ένα ***watt*** είναι η ισχύς που χρειάζεται για να παράγομε έργο με ρυθμό 1 joule (J) ανά δευτερόλεπτο. Εφόσον το watt είναι μια μικρή μονάδα ισχύος, η ισχύς συνήθως μετρείται σε kilowatt, που το καθένα είναι ίσο με 1000 watt. Ένα kilowatt είναι περίπου 1,34 hp και 1 hp ισούται με 746 watt.

Ο τύπος για να βρούμε την ισχύ είναι:

Ισχύς (σε watt) = έργο (σε joule)/χρόνος (σε second)

$$\text{Ισχύς (σε watt)} = \frac{\text{απόσταση (σε μέτρα)} \times \text{δύναμη (σε newton)}}{\text{χρόνος (σε second)}}$$

Η ισχύς των 525 J/s, που προέκυψε ως αποτέλεσμα στο προηγούμενο πρόβλημα, ισούται με 525 W.

ΡΟΠΗ

Περιγράψαμε την ενέργεια με βάση κάποια δύναμη που μετακινεί ένα σώμα προς μια κατεύθυνση. Δεν είναι όμως όλες οι κινήσεις σε ευθεία γραμμή. Σε έναν κινητήρα, για παράδειγμα, ή ένα στρόφαλο υπεισέρχεται κάποια ***δράση περιστροφής*** (σχ. 3-23). Αυτή η δράση ονομάζεται ***ροπή***. Η ροπή μετρείται όπως το έργο. Πολλαπλασιάζομε τη δύναμη (σε newton) επί την απόσταση (σε μέτρα). Η ροπή λέγεται και ροπή δυνάμεως. Στο SI μετρικό σύστημα η μονάδα μετρήσεως είναι το newton επί μέτρο (N · m). Ο τύπος που δίνει τη ροπή της δυνάμεως είναι:

Ροπή = δύναμη x απόσταση

Πρόβλημα: Σε έναν τροχό ακτίνας 2 μέτρων ασκείται (σε κάποιο σημείο της περιφέρειάς του και κάθετα προς την ακτίνα) δύναμη 10 newton. Υπολογίστε τη ροπή της δυνάμεως ως προς τον άξονα περιστροφής.

Ροπή = 10 x 2 N · m ⇒ Ροπή = 20 N · m.

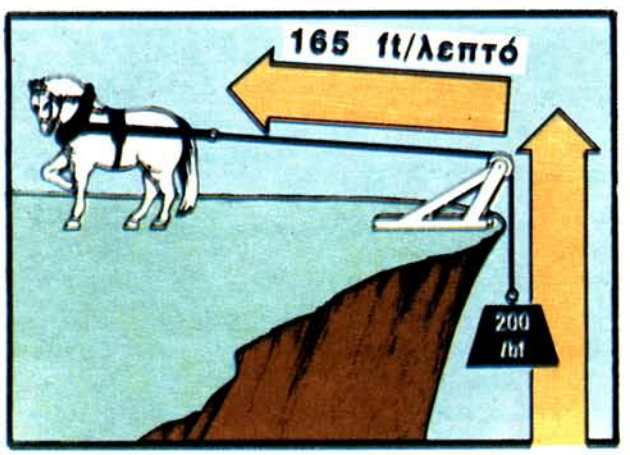
ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Ταχύτητα είναι η απόσταση που διανύεται προς μια κατεύθυνση διά του αντίστοιχου χρόνου.

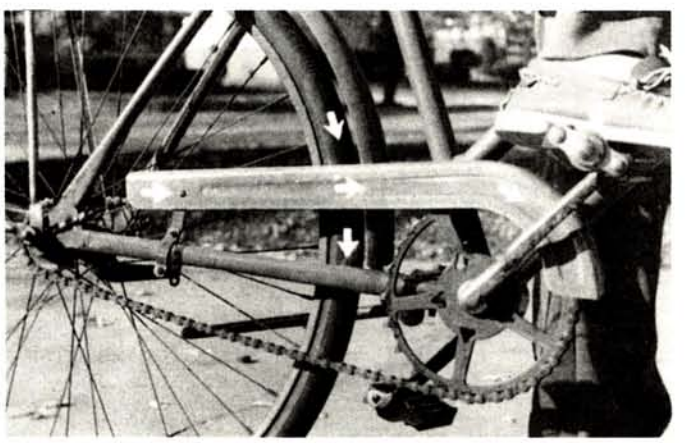
Για παράδειγμα, η βενζίνη χρησιμοποιείται για την κίνηση των αυτοκινήτων σε ταχύτητες που μετρώνται σε μίλια ή χιλιόμετρα ανά ώρα. Η μέτρηση στο σύστημα SI είναι σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο.

Ο τύπος για τον ορισμό της ταχύτητας είναι:

$$\text{Ταχύτητα} = \frac{\text{απόσταση προς την ίδια κατεύθυνση}}{\text{χρόνος}}$$



Σχ. 3-22. *Ισχύς είναι ο ρυθμός παραγωγής έργου. Η ισχύς σε ίππους (hp) καθορίζεται από τις μονάδες δυνάμεως (πάουντ) (lb f) και πόδια (ft).*



Σχ. 3-23. *Στο ποδήλατο η ροπή περιστρέφει τη ρόδα.*

ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ

Η ***επιτάχυνση*** σχετίζεται με την ταχύτητα. Είναι η μεταβολή της ταχύτητας ανά μονάδα χρόνου. Στο διεθνές σύστημα μονάδων η επιτάχυνση μετρείται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο στο τετράγωνο.

Ο τύπος ορισμού της επιταχύνσεως είναι:

$$\text{Επιτάχυνση} = \frac{\text{μεταβολή της ταχύτητας}}{\text{χρόνος}}$$

Ένα σημαντικό παράδειγμα επιταχύνσεως σχετίζεται με τη βαρύτητα. Ένα σώμα που πέφτει προς τη γη, πάντα επιταχύνεται με επιτάχυνση 10 μέτρα ανά δευτερόλεπτο στο τετράγωνο, δηλαδή η ταχύτητά του μεταβάλλεται 10 μέτρα ανά δευτερόλεπτο ανά δευτερόλεπτο.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ένα σημαντικό στοιχείο της επιταχύνσεως για τους μηχανικούς είναι ο υπολογισμός της εγκλωβισμένης ενέργειας, που υπάρχει σε ένα αντικείμενο που δεν κινείται (αλλά που μπορεί να πέσει ή μπορούμε να το κάνομε να πέσει). Η ενέργεια που προκύπτει από την ύλη που πέφτει σχετίζεται με την επιτάχυνση. Ο τύπος είναι:

$$p = mgh$$

όπου:

p = δυναμική ενέργεια.
m = μάζα ή βάρος.
g = ο ρυθμός επιταχύνσεως ελεύθερης πτώσεως ($10\ m/s^2$).
h = η απόσταση, την οποία διανύει το σώμα ή το αντικείμενο που πέφτει.

Για να δείτε πώς χρησιμοποιείται ο τύπος, ας λύσομε αυτό το πρόβλημα:

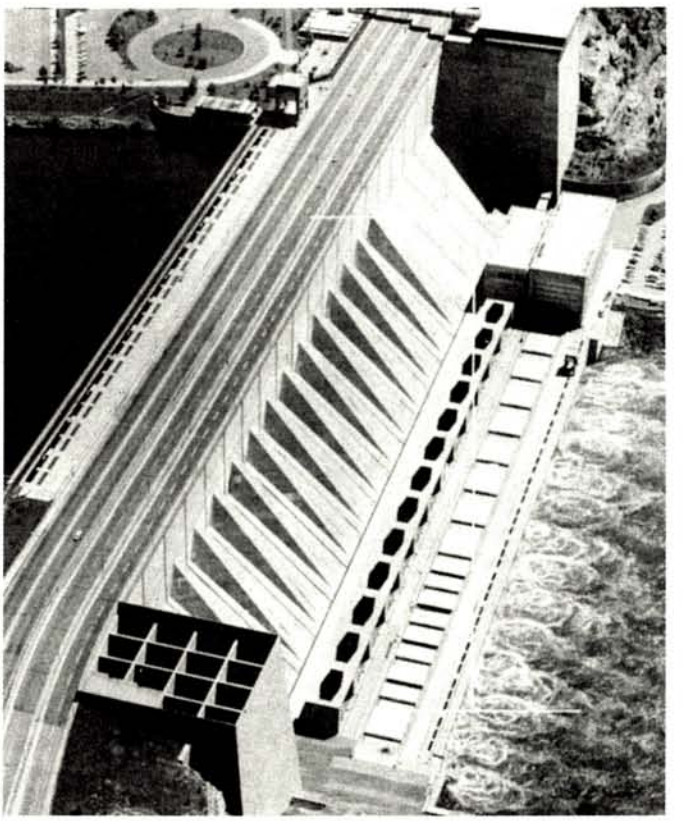
Μια πέτρα 5 kg είναι τοποθετημένη στην άκρη ενός γκρεμού. Η απόσταση από την κορυφή του γκρεμού έως το έδαφος είναι 30 μέτρα. Ποια είναι η δυναμική ενέργεια βαρύτητας της πέτρας;

Χρησιμοποιούμε τον τύπο $p = mgh$

$$p = 5 \times 10 \times 30 = 1500 \text{ joule}$$

ΥΨΟΜΕΤΡΟ

Το ***υψόμετρο*** σχετίζεται με τη δυναμική ενέργεια βαρύτητας. Είναι η διαφορά μεταξύ της στάθμης ενός υγρού, όπως το νερό, και της εκβολής του. Ένα φράγμα που συγκρατεί μεγάλο όγκο νερού, είναι ένα καλό παράδειγμα, με το οποίο γίνεται αντιληπτός αυτός ο ορισμός (σχ. 3-24).



Σχ. 3-24. *Το υψόμετρο είναι η διαφορά σε ύψος μεταξύ της στάθμης του νερού σε ένα φράγμα ή πύργο και του σημείου εκροής. Όσο πιο μεγάλο είναι το υψόμετρο τόσο πιο μεγάλη είναι η πίεση στην εκροή.*

ΑΠΟΔΟΣΗ

Απόδοση είναι ο λόγος (πηλίκο) της ποσότητας έργου που παράγει ένα σύστημα προς την ενέργεια εισόδου του. Συνήθως εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό. Η απόδοση ενός κινητήρα μπορεί να υπολογισθεί χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$\text{Απόδοση} = \frac{\text{ενέργεια που παράγεται}}{\text{ενέργεια που εισάγεται}} \times 100\%$$

ΠΙΕΣΗ

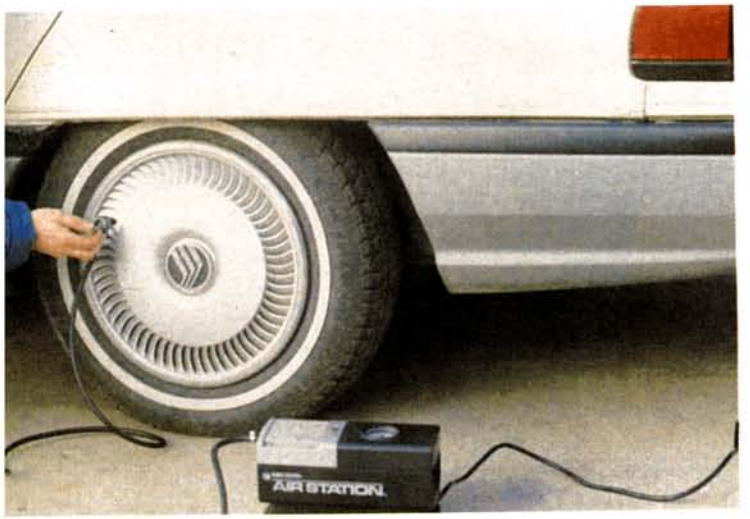
Πίεση είναι η δύναμη ανά μονάδα επιφανείας, που ασκείται από αέριο ή υγρό, το οποίο συγκρατείται σε ένα κλειστό δοχείο. Ο τύπος αυτής είναι:

$$\text{Πίεση} = \frac{\text{δύναμη}}{\text{εμβαδόν}}$$

Η πίεση είναι ένα σημαντικό μέγεθος των ενεργειακών συστημάτων. Στις εφαρμογές της συμπεριλαμβάνονται:

- Συστήματα που βασίζονται στον αέρα για τη λειτουργία τους:

Πεπιεσμένος αέρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία ορισμένων τύπων φρένων, για το φούσκωμα ελαστικών (σχ. 3-25) και για τον έλεγχο μηχανημάτων στη βιομηχανική παραγωγή.



Σχ. 3-25. Η πίεση του αέρα είναι ένας ενδιαφέρων παράγοντας στον κόσμο μας, που έχει συνειδητοποιήσει την αξία της ενέργειας.

- Συστήματα που λειτουργούν με υγρά υπό πίεση:
  α. Ατμός για την ώθηση στροβίλων με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρισμού.
  β. Υγρά υπό πίεση σε υδραυλικά συστήματα, τα οποία σηκώνουν βαριά φορτία και ασκούν πολύ μεγάλες δυνάμεις. Ένα παράδειγμα τέτοιου συστήματος είναι το σύστημα υδραυλικών φρένων σε ένα αυτοκίνητο (σχ. 3-10).

Η πιο συνηθισμένη μονάδα μετρήσεως στις ΗΠΑ είναι το pound ανά ίντσα στο τετράγωνο. Χάριν συντομίας σημειώνεται "psi". Η μονάδα πιέσεως στο SI είναι το pascal (Pa). Ένα ***pascal*** (Pa) είναι 1 newton ανά μέτρο στο τετράγωνο (N/m^2).

ΒΡΕΤΑΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (Btu)

Η βρετανική μονάδα θερμότητας (Btu) είναι η συνήθης μονάδα μετρήσεως της θερμότητας στις ΗΠΑ. Είναι η ποσότητα θερμότητας που απαιτείται για να ανέβει η θερμοκρασία 1 lb (pound) νερού 1 βαθμό Fahrenheit. Παρ' όλο που σιγά σιγά αντικαθίσταται από το joule εν τούτοις η Btu μπορεί να χρησιμοποιείται για:

- Τον υπολογισμό της ποσότητας θερμότητας που αποδίδεται από καύσιμα.
- Τον προσδιορισμό της θερμότητας που εκλύεται από μηχανήματα όπως οι καυστήρες και οι λέβητες.
- Τον υπολογισμό της θερμότητας την οποία απαιτούν χώροι που πρόκειται να θερμανθούν.
- Τη μέτρηση της ψυκτικής ικανότητας μιας μονάδας κλιματισμού.
- Τη μέτρηση των απωλειών θερμότητας στο σπίτι. Το σχήμα 3-26 είναι ένας πίνακας για τη μετατροπή διαφόρων ποσοτήτων σε Btu.
- Τη μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή μπορεί να εκφράζεται ως Btu ανά τετραγωνικό πόδι ανά ώρα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Μετατροπή από (ή ισοδυναμία)	σε	Πολλαπλασιάζετε επί
kilowatt - hour	Btu	3.412,8
1 τόνος άνθρακα	Btu	26.200.000
1 λίτρο βενζίνης	Btu	31.000
1 κυβικό μέτρο φυσικού αερίου	Btu	36.300
1 Btu	kWh	0.000293

Σχ. 3-26. Συντελεστές για τη μετατροπή διαφόρων μονάδων ενέργειας σε βρετανικές μονάδες θερμότητας (Btu).

Βαρέλι

Το ***βαρέλι*** είναι μια μονάδα μετρήσεως που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία πετρελαίου. Ένα βαρέλι περιέχει 42 γαλόνια (1 γαλόνι περίπου 4 λίτρα). Ο όρος "βαρέλι" έχει παραμείνει από τα πρώτα χρόνια της βιομηχανίας πετρελαίου, όταν το ακατέργαστο πετρέλαιο το μετέφεραν από τις πετρελαιοπηγές στα διυλιστήρια σε μεγάλα ξύλινα βαρέλια (σχ. 3-27). Από τότε, σιδηροδρομικά βυτιοφόρα βαγόνια, τεράστια δεξαμενόπλοια, μαούνες πετρελαίου και συστήματα σωλήνων έχουν αντικαταστήσει το βαρέλι. Ο όρος, όμως, χρησιμοποιείται ακόμα σε όλους τους κλάδους της πετρελαιοβιομηχανίας, και ειδικά όταν ομιλούμε για αποθέματα, προμήθεια και ζήτηση.

QUAD (ΚΟΥΑΝΤ)

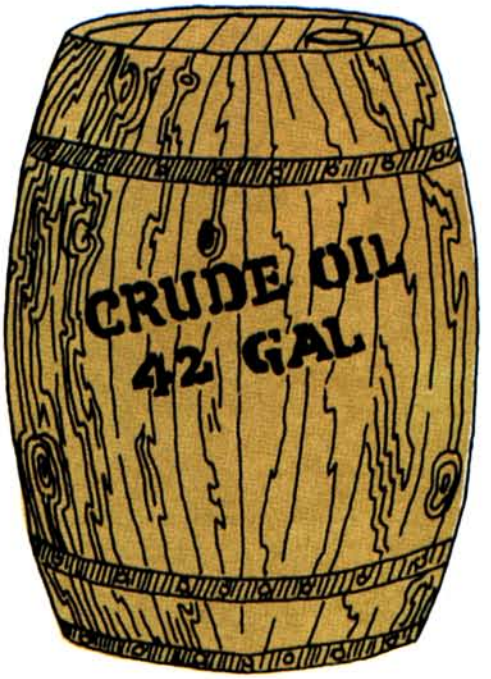
Το quad είναι μονάδα μετρήσεως της ενέργειας, που είναι ίση με 10^{15} Btu. Αυτό ισοδυναμεί με ένα τετράκις εκατομμύριο Btu, ποσότητα ενέργειας δηλαδή που απελευθερώνεται από την καύση μισού εκατομμυρίου βαρελιών πετρελαίου την ημέρα επί ένα χρόνο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα σύστημα ισχύος μετατρέπει, μεταδίδει και ελέγχει την ενέργεια για την εκτέλεση χρήσιμου έργου. Ένα βασικό σύστημα ισχύος αποτελείται από τα εξής στοιχεία: μια πηγή ενέργειας, μια μέθοδο μετατροπής, έναν τρόπο μεταφοράς, ένα σύστημα ελέγχου, ένα σύστημα μετρήσεως και ένα φορτίο. Ένα ανεπιθύμητο στοιχείο κάθε συστήματος είναι η απώλεια ενέργειας.

Οι πλέον πολύτιμες πηγές ενέργειας είναι οι σταθερές. Στις σταθερές πηγές συμπεριλαμβάνονται καύσιμα απολιθωμάτων. Άλλη σταθερή πηγή είναι η ενέργεια από νερό, το οποίο εγκλωβίζεται με ένα φράγμα.

Άλλες πηγές ενέργειας είναι γνωστές ως μεταβλητές· ονομάζονται έτσι γιατί δεν είναι πάντα διαθέσιμες.



Σχ. 3-27. *Ξύλινα βαρέλια, που κάποτε χρησιμοποιούνταν για τη μεταφορά πετρελαίου, έχουν εξαφανισθεί προ πολλού, αλλά το πετρέλαιο ακόμα μετρείται με το βαρέλι.*

Η ηλιακή και η αιολική ενέργεια ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία, όπως η παλιρροϊκή και η ενέργεια κυμάτων. Καθώς οι σταθερές πηγές με την πάροδο του χρόνου δεν επαρκούν, αυτές οι πηγές θα γίνουν πιο σημαντικές.

Πριν χρησιμοποιηθούν, οι περισσότερες πηγές ενέργειας πρέπει να μετατραπούν σε άλλη μορφή. Η πιο συνηθισμένη μετατροπή είναι η καύση καυσίμου απολιθωμάτων και η παραγωγή θερμότητας. Η θερμότητα μπορεί να μετατραπεί σε πολλές μορφές ενέργειας που παράγουν έργο. Αυτή η αλλαγή ονομάζεται "μετατροπή".

Είναι σημαντικό να μπορούμε να διαβάζομε όργανα, όπως είναι μέτρα και μετρητές, και να λύνομε προβλήματα σχετικά με τη συγκέντρωση και τη χρήση ενέργειας.

Αυτοί οι όροι και οι μετρήσεις είναι: το φορτίο, το έργο, η ισχύς, η ροπή, η ταχύτητα, η επιτάχυνση, το υψόμετρο, η απόδοση και η πίεση. Υπάρχουν πολλές σημαντικές μετρήσεις σχετικές με τα συστήματα ισχύος. Είναι σημαντικό να γνωρίζετε τους τύπους για όρους όπως: έργο, ισχύς, ροπή, ταχύτητα, επιτάχυνση, υψόμετρο, απόδοση και πίεση.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

επιτάχυνση
αμπερόμετρο
βαρέλι
Btu
μεταβλητή πηγή ενέργειας
σταθερή πηγή ενέργειας
απόδοση
πηγή ενέργειας
newton επί μέτρο
υψόμετρο
ίππος (hp)
joule
ροπή δυνάμεως
pascal
ισχύς
πίεση
quad
ροπή
ταχύτητα
watt
έργο

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Επισκεφθείτε ένα σταθμό ισχύος, όπου παράγεται ηλεκτρισμός. Ρωτήστε για τις προοπτικές εργασίας και τα είδη εργασίας που γίνονται εκεί. Πάρτε μέρος σε συζήτηση στην τάξη για το τι ακούσατε και παρατηρήσατε.
2. Ετοιμάστε ένα σχέδιο που να παρουσιάζει τα διάφορα τμήματα ενός συστήματος ηλεκτρικής ισχύος. Σημειώστε τι είναι το κάθε τμήμα δείχνοντας την πηγή ενέργειας, τη μετατροπή, τη μετάδοση, τον έλεγχο, τη μέτρηση και το φορτίο.
3. Βρείτε μια φωτογραφία ενός πλήρους μικρού συστήματος παραγωγής ισχύος αυτοκινήτου από κάποιο περιοδικό. Σημειώστε τα διάφορα ορατά μέρη του συστήματος, ανάλογα με τη λειτουργία του καθενός στο σύστημα ισχύος.
4. Καταγράψτε όλους τους τύπους συστημάτων ισχύος που υπάρχουν στην περιοχή όπου ζείτε. Αναφέρετε την πηγή ενέργειας για το καθένα.
5. Κατασκευάστε ένα σύστημα ισχύος, που να έχει τη δυνατότητα να κινείται με πηγή ενέργειας που να βρίσκεται εντός του συστήματος.
6. Χρησιμοποιήστε ένα κλειδί ασκήσεως ροπών και μια ζυγαριά με ελατήριο, για να δείξετε στην τάξη τι είναι η ροπή.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Εξηγήστε τον όρο "σύστημα ισχύος".
2. Ονομάστε τα έξι βασικά μέρη ενός συστήματος ισχύος.
3. Μια _____ πηγή ενέργειας είναι αυτή που είναι πάντα διαθέσιμη, όταν χρειασθεί.
4. Μια μεταβλητή πηγή ενέργειας είναι αυτή που:
   α. Εύκολα μετατρέπεται από μια μορφή ενέργειας σε μια άλλη.

β. Είναι διαθέσιμη μερικές φορές (όχι πάντα).
γ. Κανένα από τα παραπάνω.

5. Αναφέρετε τις μετατροπές που προκαλεί ένας σταθμός ενέργειας, όταν παράγει ενέργεια.
6. Ποιες είναι οι τρεις βασικές λειτουργίες του συστήματος ελέγχου σε συστήματα ισχύος;
7. Η τριβή είναι _____ μεταξύ δύο σωμάτων που τρίβονται το ένα με το άλλο.
8. Ένας μετρητής αερίου είναι μέρος του _____ σε ένα σύστημα ισχύος.
9. Το έργο μετρείται σε _____ στο συνήθες σύστημα μετρήσεως των ΗΠΑ.
10. Το _____ είναι η μονάδα μετρήσεως έργου στο SI.
11. Τι είναι ροπή; Ποια μονάδα χρησιμοποιείται για τη μέτρησή της;
12. Ταχύτητα είναι η απόσταση που διανύεται προς ____ _____ της κινήσεως.



4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι πληροφορίες που δίνονται σε αυτό το κεφάλαιο θα σας βοηθήσουν ώστε να:

- *Παρουσιάσετε στοιχεία σχετικά με το επίπεδο της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας.*
- *Ονομάσετε τις κύριες περιοχές στις οποίες παράγεται ενέργεια.*
- *Συζητήσετε την κατανάλωση της ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες και τον Καναδά σε βαρέλια πετρελαίου την ημέρα.*
- *Γνωρίσετε τους τέσσερις κύριους κλάδους χρήσεως ενέργειας στον κόσμο.*
- *Συζητήσετε την έκταση των αποθεμάτων καυσίμων απολιθωμάτων για την παραγωγή ενέργειας, τα οποία διαθέτουν ακόμη οι ΗΠΑ.*
- *Εξηγήσετε τους όρους, "αποδεδειγμένα αποθέματα" και "μελλοντικά αποθέματα".*

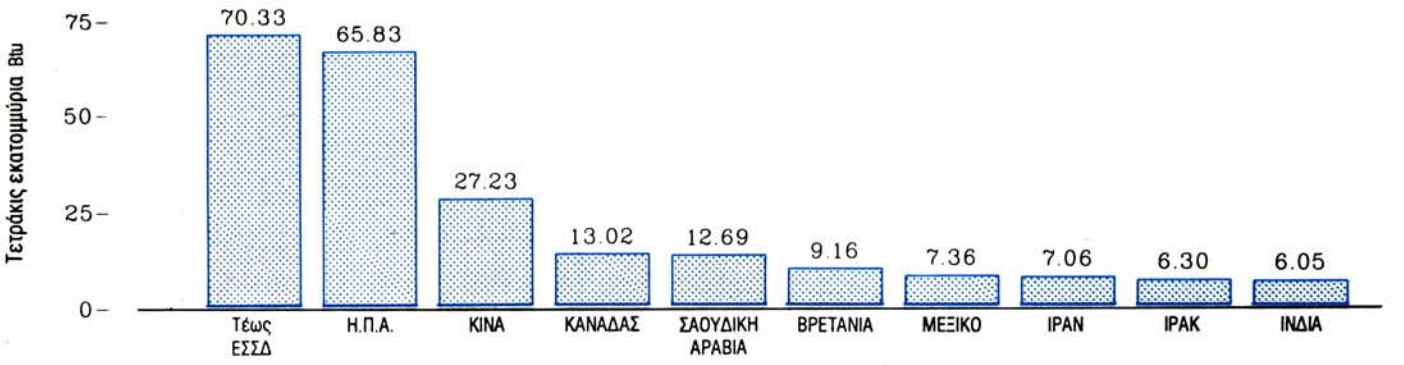
Επειδή η ενέργεια είναι η κινητήρια δύναμη στις καθημερινές μας δραστηριότητες, στην οικονομία και στην τεχνολογία, η παραγωγή σταθερών ενεργειακών πηγών αποτελεί μια παγκόσμια βιομηχανία. Η παγκόσμια παραγωγή ενέργειας έφτασε τα 335 πεντάκις εκατομμύρια joule (περίπου 338 τετράκις εκατομμύρια Btu) το 1989, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία που έχομε.

Ενώ όλες οι χώρες και οι περιοχές του κόσμου παράγουν μια ορισμένη ποσότητα ενέργειας, 10 χώρες είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί ενέργειας παγκοσμίως. Τα σχήματα 4-1 ως 4-4 παρουσιάζουν τις λεπτομέρειες.

Αυτές οι ποσότητες ενέργειας μπορούν να δοθούν διάφορους τρόπους, όπως σε Btu (1 Btu = 1044 joule). Ένα Btu, όπως μάθατε στο κεφάλαιο 3 είναι η ποσότητα ενέργειας θερμότητας που χρειάζεται, για να ανέβει η θερμοκρασία 1 lb νερού ένα βαθμό Fahrenheit. Όταν ομιλούμε για παραγωγή και χρήση ενέργειας, χρησιμοποιείται ο όρος "quad" επειδή οι ποσότητες για τις οποίες συζητούμε είναι τεράστιες. Όπως επίσης μάθατε στο κεφάλαιο 3, ένα quad αντιπροσωπεύει ένα τετράκις εκατομμύριο και γράφεται 1.000.000.000.000.000 ή 1×10^{15} (ένα επί δέκα στη δέκατη πέμπτη).

Επίσης, οι ποσότητες ενέργειας μπορεί να δίνονται σε βαρέλια πετρελαίου. Ένα βαρέλι, όπως ξέρετε, είναι ίσο με 42 γαλόνια (περίπου 165 λίτρα) και δίνει ενέργεια ίση με 5,8 εκατομμύρια Btu. Όταν ο όρος χρησιμοποιείται συχνά, σημαίνει ότι η συνολική ενέργεια από όλες τις

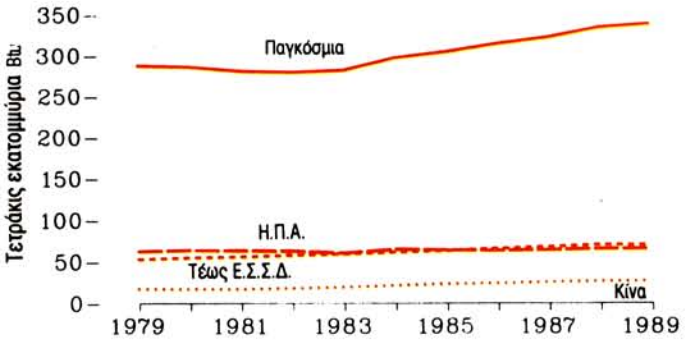
Χώρες μεγαλύτερης παραγωγής, 1989



Σημείωση: Επειδή οι κάθετες κλίμακες διαφέρουν, τα διαγράμματα δεν πρέπει να συγκρίνονται.

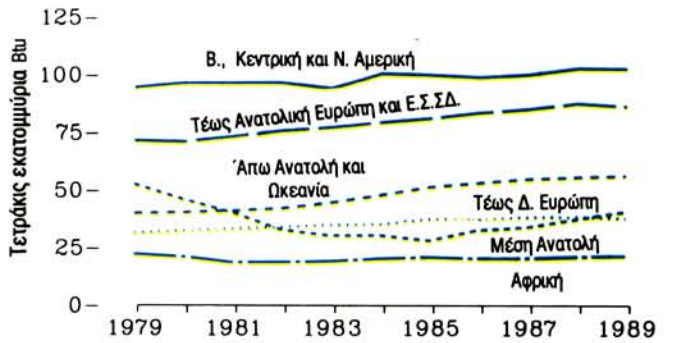
Σχ. 4-1. *Δέκα χώρες προμηθεύουν τον κόσμο με πάνω από 225 quad ενέργειας κάθε χρόνο (Annual Energy Review, 1990).*

Συνολική παγκόσμια παραγωγή και οι μεγαλύτεροι παραγωγοί, 1979-1989



Σχ. 4-2. Η συνολική παγκόσμια παραγωγή ενέργειας δίνεται για μια δεκαετία.

Περιοχές από όλο τον κόσμο, 1979-1989



Σχ. 4-3. Η αμερικανική ήπειρος είναι η μεγαλύτερη παραγωγός ενέργειας στον κόσμο (U.S. Dept. of Energy).

πηγές είναι ίση με την ενέργεια που περιέχουν τόσα βαρέλια πετρελαίου.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η κατανάλωση ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1990 ήταν 81,44 quad. Αυτό θα πει ότι κάθε ημέρα του χρόνου, κάθε άνθρωπος που ζούσε στις Η.Π.Α. κατανάλωνε 897.000 Btu ενέργειας.

Το έτος 1989 η παγκόσμια κατανάλωση πετρελαίου εκτιμήθηκε σε περίπου 66 εκατομμύρια βαρέλια καθημερινά. Αυτό ισοδυναμεί σχεδόν με 383 quad. Τον ίδιο χρόνο, οι ΗΠΑ κατανάλωσαν συνολικά 81,35 quad ή 37,9 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα. Ο Καναδάς κατανάλωσε 1,76 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα ή 10,2 quad.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Η μετρική μονάδα για τη μέτρηση της ενέργειας είναι το joule (J). Ένα Btu είναι ίσο με 1055 J ή 1,055 kJ. Ένα βαρέλι πετρελαίου δίνει 5.829.000 kJ. Ένα kilojoule ισοδυναμεί με 1000 joule.

Κύρια παγκόσμια παραγωγή ενέργειας ανά περιοχή και χώρα, 1989 (Quadrillion Btu)

Περιοχή και χώρα	1989
Βόρεια, Κεντρική και Νότια Αμερική	101,54
Καναδάς	13,02
Μεξικό	7,36
Ηνωμένες Πολιτείες	65,83
Βενεζουέλα	5,58
Άλλες χώρες	9,75
Δυτική Ευρώπη	36,66
Γαλλία	4,02
Ολλανδία	2,62
Νορβηγία	5,77
Ηνωμένο Βασίλειο (Αγγλία)	9,16
Δυτική Γερμανία	5,87
Άλλες χώρες	9,22
Τέως Ανατολική Ευρώπη και ΕΣΣΔ	85,24
Ανατολική Γερμανία	2,88
Πολωνία	5,52
Ρουμανία	2,73
ΕΣΣΔ	70,33
Άλλες χώρες	3,78
Μέση Ανατολή	39,55
Ιράν	7,06
Ιράκ	6,30
Κουβέιτ	4,31
Σαουδική Αραβία	12,69
Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	5,06
Άλλες χώρες	4,13
Αφρική	20,24
Αλγερία	4,21
Λιβύη	2,67
Νιγηρία	3,80
Νότιος Αφρική	4,27
Άλλες χώρες	5,29
Άπω Ανατολή και Ωκεανία	55,12
Αυστραλία	5,78
Κίνα	27,23
Ινδία	6,05
Ινδονησία	4,66
Ιαπωνία	3,07
Άλλες χώρες	8,33

Σχ. 4-4. Κύρια παγκόσμια παραγωγή ανά περιοχή και χώρα.

Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

Είναι δύσκολο να φαντασθούμε ένα Btu, αλλά είναι περίπου η ποσότητα θερμότητας που μας δίνει ένα μεγάλο σπίρτο. Μπορείτε να φαντασθείτε σχεδόν 94 τετράκις εκατομμύρια σπίρτα;

Το σχήμα 4-5 παρουσιάζει τη σχέση ποσοτήτων ενέργειας με διάφορες, πιο γνωστές, μονάδες.

Η ενέργεια, είτε σε σπίρτα είτε σε βαρέλια πετρελαίου, είναι σημαντική για την ευημερία μας. Χωρίς αυτήν οι βιομηχανίες μας δεν θα λειτουργούσαν. Τα σπίτια και οι πόλεις μας θα ήταν σκοτεινές και κρύες. Τα αεροπλάνα, τα αυτοκίνητα και τα τρένα θα ήταν άχρηστα. Οι τρόποι για να εξοικονομήσομε τα χρήματα που χρειαζό-

Μονάδα Ενέργειας		Ισοδύναμο
1 Btu Ενέργειας	1	σπίρτο
	250	θερμίδες (Διεθνής Πίνακας Ατμού)
	0,25	κιλοθερμίδες (θερμίδες φαγητού)
1000 Btu Ενέργειας	2	ποτήρια κρασιού
	250	χιλιοθερμίδες (θερμίδες φαγητού)
	0,80	σάντουιτς με φυστικοβούτυρο και με μαρμελάδα
1 εκατομμύριο Btu Ενέργειας	40	κιλά κάρβουνου
	55	κιλά σκληρού ξύλου που έχει στεγνώσει στο φούρνο
	32	λίτρα βενζίνης, αρκετά για να κινήσουν ένα μέσο αυτοκίνητο για απόσταση περίπου 260 χιλιομέτρων (1989)
	44	λίτρα προπανίου
	1,1	ημέρες καταναλώσεως ενέργειας κατά κεφαλήν στις ΗΠΑ
	2	μήνες φαγητού ενός εργάτη
1 τετράκις εκατομμύριο Btu Ενέργειας	45	εκατομμύρια μικροί τόνοι κάρβουνου
	60	εκατομμύρια μικροί τόνοι σκληρού ξύλου στεγνωμένου σε φούρνο
	28	δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα ξηρού φυσικού αερίου
	170	εκατομμύρια βαρέλια αργού πετρελαίου
	470	χιλιάδες βαρέλια αργού πετρελαίου ημερησίως για ένα χρόνο
	28	ημέρες εισαγωγής πετρελαίου στις ΗΠΑ
	26	ημέρες χρήσεως βενζίνης για αυτοκίνητα στις ΗΠΑ
	26	ώρες παγκόσμιας χρήσεως ενέργειας (1989)
1 βαρέλι αργού πετρελαίου	15	ημέρες καταναλώσεως πετρελαίου στις ΗΠΑ κατά κεφαλήν
	160	κυβικά μέτρα ξηρού φυσικού αερίου
	0,26	μικροί τόνοι (235 κιλά κάρβουνου)
	1700	κιλοβατώρες (kWh ηλεκτρισμού)
1 μικρός τόνος κάρβουνου	102	ημέρες καταναλώσεως κάρβουνου κατά κεφαλήν στις ΗΠΑ
	3,8	βαρέλια αργό πετρέλαιο
	590	κυβικά μέτρα ξηρού φυσικού αερίου
	6500	κιλοβατώρες (kWh) ηλεκτρισμού
28 κυβικά μέτρα φυσικού αερίου	4,8	ημέρες χρήσεως φυσικού αερίου κατά κεφαλήν
	0,18	βαρέλια (περίπου 30 λίτρα) αργού πετρελαίου
	0,047	μικροί τόνοι (42 κιλά) κάρβουνου
	300	κιλοβατώρες (kWh) ηλεκτρισμού
1000 κιλοβατώρες (kWh) ηλεκτρισμού	34	ώρες ηλεκτρισμού για τις ΗΠΑ κατά κεφαλήν
	0,59	βαρέλια αργού πετρελαίου
	0,15	μικροί τόνοι (140 κιλά)
	95	κυβικά μέτρα ξηρού φυσικού αερίου

Σχ. 4-5. *Οι μετρήσεις ενέργειας έχουν νόημα, όταν δίνονται σε συνηθισμένους, γνωστούς καθημερινούς όρους.*

μαστε για να ζήσομε θα ήταν τρομερά περιορισμένοι. Θα καταλήγαμε σε ένα επίπεδο ζωής, σύμφωνα με το οποίο οι περισσότερες εργασίες θα εκτελούνταν με τα χέρια ή με τη χρήση ζώων.

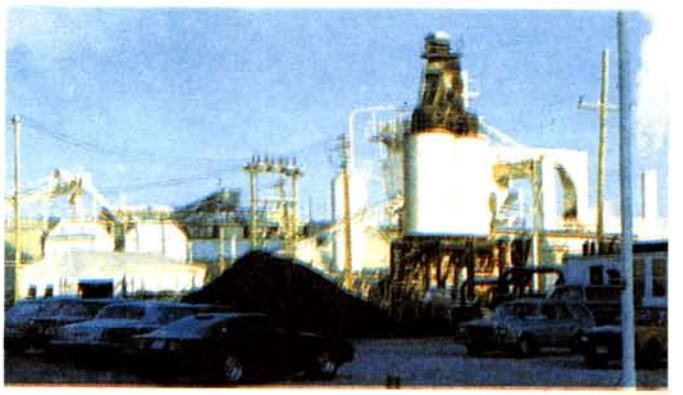
ΚΛΑΔΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ποιος χρησιμοποιεί αυτήν την ενέργεια; Ο καθένας από μας καταναλώνει μέρος αυτής άμεσα ή έμμεσα κάθε μέρα. Ίσως ένα ηλεκτρικό ρολόι να μας ξυπνά κάθε πρωί. Αυτό καθιστά αναγκαία την ηλεκτρική ισχύ στο σπίτι μας. Το ρολόι το ίδιο κατασκευάστηκε σε κάποιο εργοστάσιο. Και εκεί καταναλώθηκε κάποια ενέργεια. Λεωφορεία και αυτοκίνητα μεταφέρουν ανθρώπους στη δουλειά και το σχολείο. Και στην περίπτωση αυτή, καταναλώθηκε ενέργεια (καύσιμα). Ένα εργοστάσιο αυτοκινήτων ή φορτηγών επίσης κατανάλωσε ενέργεια, για να κατασκευάσει αυτά τα οχήματα. Για τη στέγαση, τη βιομηχανική παραγωγή και την εκπαίδευση απαιτούνται κτήρια. Χρειάστηκε επομένως ενέργεια για την κατασκευή των κτηρίων. Ενέργεια καταναλώνεται επίσης για να είναι ζεστά το χειμώνα και δροσερά το καλοκαίρι. Καταλώνομε ενέργεια, για να ζήσομε, να εκπαιδευθούμε και να δουλέψομε.

Για ευκολία, οι καταναλωτές ενέργειας είναι χωρισμένοι σε ομάδες ή τομείς.

Υπάρχουν τέσσερις ευρύτεροι τομείς.

- ***Μη ενεργειακός τομέας.*** Αυτή η ομάδα (σχ. 4-6) περιλαμβάνει όλους αυτούς που χρησιμοποιούν καύσιμα απολιθωμάτων ως πρώτη ύλη, για να παράγουν άλλα προϊόντα ή αγαθά. Το ενεργειακό υλικό - αέριο, πετρέλαιο, ή άνθρακας - χρησιμοποιείται για την παραγωγή προϊόντων όπως τα χημικά, τα φάρμακα, η άσφαλτος, το γράσο και τα λάδια, τα πλαστικά, τα συνθετικά υφάσματα και το ατσάλι. Υπολογίζεται ότι το 1990 στις ΗΠΑ αυτός ο τομέας χρησιμοποίησε 6,5 quad ενέργειας.
- ***Βιομηχανικός τομέας.*** Σε αυτήν την κατηγορία (σχ. 4-7), ανήκουν όλοι οι τύποι των βιομηχανικών, των γεωργικών επιχειρήσεων και των επιχειρήσεων εκμεταλλεύσεως του ορυκτού πλούτου. Χρησιμοποιούν ενέργεια σε όλες τις μορφές της: αέριο, πετρέλαιο, άνθρακα και ηλεκτρισμό. Κατά το έτος 1990, αυτός ο τομέας κατανάλωσε 30,17 quad ενέργειας.
- ***Μεταφορικός τομέας.*** Όλοι οι τρόποι μεταφοράς ανθρώπων και υλικών περιλαμβάνονται σε αυτόν τον τομέα: αυτοκίνητα, φορτηγά, τρένα, πλοία, αεροπλάνα, μεταφορείς και αγωγοί (σχ. 4-8). Εφόσον δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν άλλες ενεργειακές πηγές, τα οχήματα μεταφοράς καταναλώνουν το μισό πετρέλαιο και ένα μέρος του φυσικού αερίου που χρησιμοποιούν όλοι οι άλλοι τομείς. Το δικό τους μερίδιο ενέργειας το 1990 στις ΗΠΑ ήταν 22,06 quad, από 1 quad το 1980.
- ***Στεγαστικός/Εμπορικός τομέας.*** Σε αυτόν (σχ. 4-9) περιλαμβάνονται όλα τα ιδιωτικά και δημόσια κτήρια, όπως καταστήματα, κτήρια γραφείων, νοσοκομεία και σχολεία. Ο τομέας αυτός κατανάλωσε 29,22 quad ενέργειας το 1990 στις ΗΠΑ. Έχομε μια αύξηση περίπου 1,7 quad από το 1980.

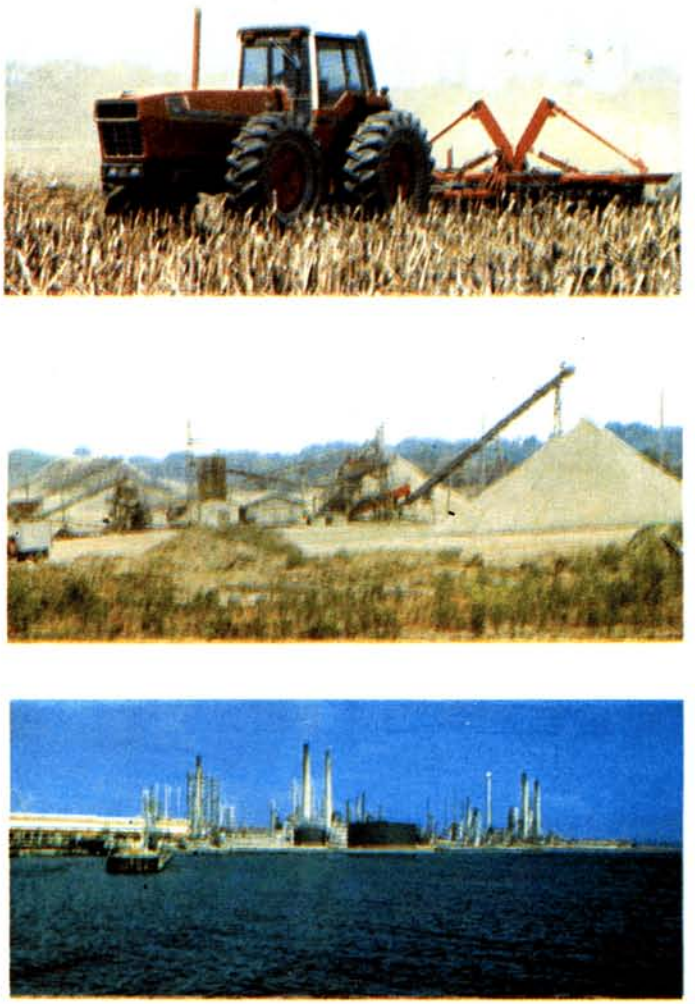


Σχ. 4-6. *Μερικές επιχειρήσεις, όπως αυτό το εργοστάσιο ασφάλτου, κατατάσσονται στο μη-ενεργειακό τομέα αφού χρησιμοποιούν ενέργεια κυρίως ως πρώτη ύλη για την παραγωγή άλλων προϊόντων.*

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

Για να ανταποκριθούμε σε όλες τις ανάγκες των τομέων που αναφέραμε παραπάνω χρειαζόμαστε μια σταθερή, σίγουρη πηγή. Οι περισσότεροι από μας θυμούνται ότι πάντα κατά το παρελθόν υπήρχαν άφθονα αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και άνθρακα. Πώς παρήχθησαν ή πόσο διάστημα θα υπήρχαν ακόμη, ήταν κάτι που δεν ενδιέφερε το μέσο άνθρωπο. Πίστευαν όλοι ότι τα αποθέματα θα κρατούσαν για πάντα. Ώσπου ήρθε, το 1973, η απαγόρευση εξαγωγής πετρελαίου (εμπάργκο), που επέβαλαν τα αραβικά κράτη και ο OPEC (οργανισμός χωρών παραγωγής πετρελαίου), γύρω από τον Περσικό κόλπο. Αυτά τα γεγονότα ήταν η αιτία να συνειδητοποιήσει η παγκόσμια κοινή γνώμη τον κίνδυνο ελλείψεως ενέργειας και κυρίως ότι το κόστος της ενέργειας θα ακολουθούσε μια συνεχώς ανοδική πορεία.

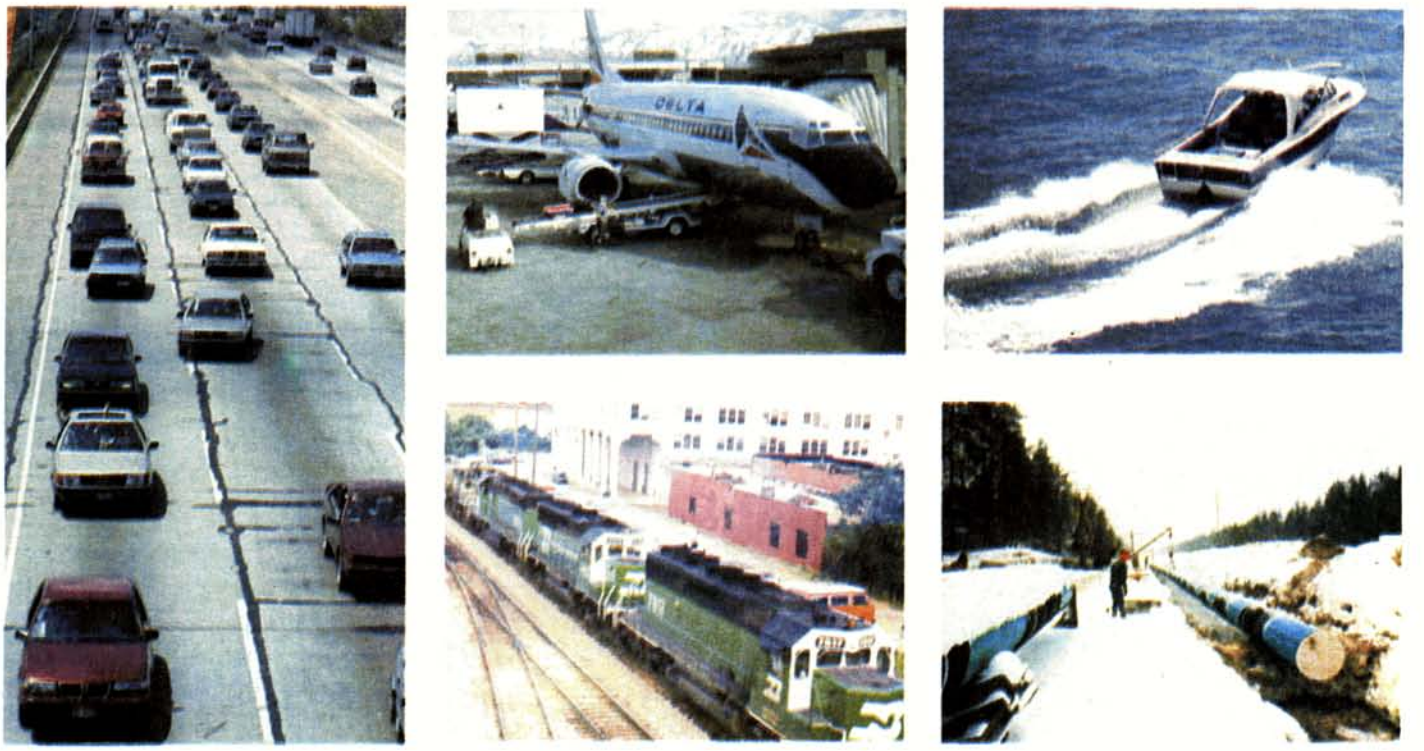
Κατά το διάστημα της απαγορεύσεως το 1973, στις οι ΗΠΑ ήδη εισάγονταν μεγάλες ποσότητες πετρελαίου από ξένες χώρες. Συγκεκριμένα εισάγονταν το 40% του απαιτούμενου ακατέργαστου πετρελαίου, το 40% του απαιτούμενου πετρελαίου ως καύσιμου και μικρότερα ποσοστά



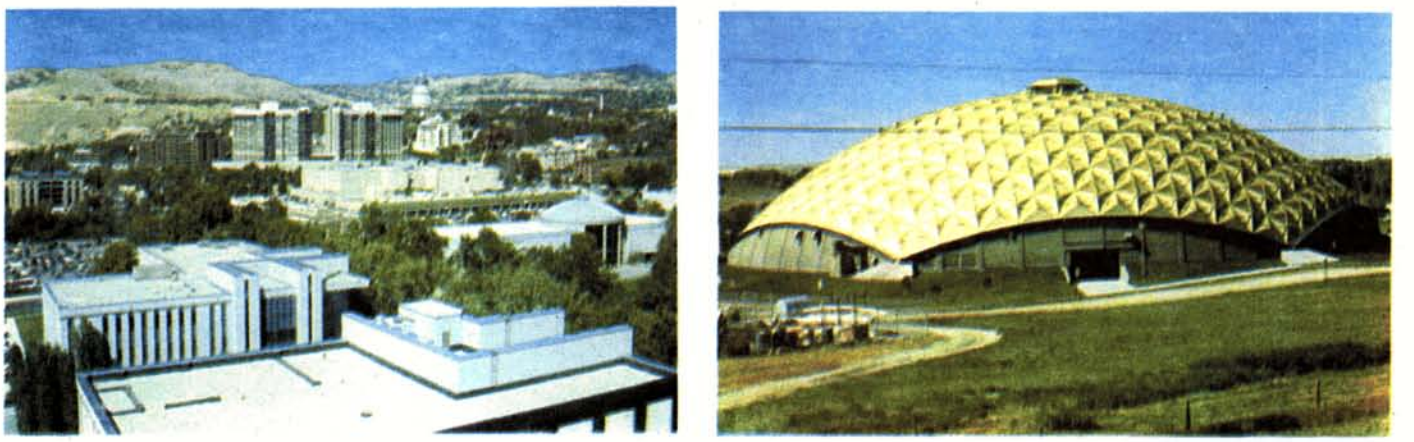
Σχ. 4-7. *Καταναλωτές ενέργειας από το βιομηχανικό τομέα. Επάνω: Οι γεωργικές εργασίες εκτελούνται σήμερα με μεγάλους ελκυστήρες που καταναλώνουν καύσιμα απολιθωμάτων. Μέση: Στα λατομεία χρησιμοποιούνται βαριά μηχανήματα. Κάτω: Διυλιστήριο. Αυτή η βιομηχανική επιχείρηση προμηθεύει προϊόντα πετρελαίου χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (The Coastal Corp.).*

βενζίνης και καύσιμης ύλης για αεριωθούμενα (κηροζίνη).

Το άμεσο αποτέλεσμα της απαγορεύσεως ήταν ότι οι εισαγωγές καυσίμων έπεσαν 3½ εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα κάτω από την προβλεπόμενη (για το μέλλον) ζήτηση. Οι ΗΠΑ δεν είχαν αποθηκευμένο πετρέλαιο και ούτε μπορούσαν να αυξήσουν την παραγωγή στις πετρελαιοπηγές τους. Διαθέσιμα αποθέματα έπρεπε να μοιρασθούν σε όλους τους τομείς που χρησιμοποιούσαν ενέργεια. Το 1973, το 46% όλης της ενέργειας που καταναλώθηκε στις ΗΠΑ ήταν πετρέλαιο. Για να κρατηθεί σε λειτουργία η βιομηχανία, η κυβέρνηση παραχώρησε σε αυτήν σχεδόν όλη την ενέργεια που χρειαζόταν. Ο περιορισμός στην κατανάλωση ενέργειας έγινε αισθητός κυρίως στο στεγαστικό/εμπορικό τομέα. Η παροχή καυσίμων στα πρατήρια βενζίνης μειώθηκε. Ουρές σχηματίσθηκαν στους σταθμούς εφοδιασμού βενζίνης. Οι εργαζόμενοι άρχισαν να χρησιμοποιούν ένα αυτοκίνητο για να πηγαίνουν στις δουλειές τους. Οι πολιτείες έθεσαν ως όριο ταχύτητας τα 55 km/h στις εθνικές οδούς με σκοπό την οικονομία βενζίνης και diesel.



Σχ. 4-8. *Στο μεταφορικό τομέα περιλαμβάνονται οι επιχειρήσεις μεταφορών ανθρώπων και υλικών. Η μεταφορά γίνεται με φορτηγά και αυτοκίνητα, τρένα, αεροπλάνα και αγωγούς (The Coastal Corp.).*



Σχ. 4-9. *Στεγαστικός/Εμπορικός τομέας. Δημόσια και ιδιωτικά κτήρια (και σπίτια) χρησιμοποιούν πετρέλαιο, αέριο, ηλεκτρισμό και καμιά φορά κάρβουνο και ξύλο για θέρμανση, φωτισμό και για τη λειτουργία συσκευών.*

Μαζί με την έλλειψη καυσίμων ήρθαν και τεράστιες αυξήσεις στην τιμή του ακατέργαστου πετρελαίου. Το 1973, λίγο πριν την κρίση, η τιμή του βαρελιού ακατέργαστου πετρελαίου κυμαινόταν από 3,89 δολάρια για το ντόπιο έως 4,08 δολάρια για το εισαγόμενο πετρέλαιο. Το 1979, παρόλο που η απαγόρευση είχε λήξει και σχεδόν είχε ξεχασθεί, η τιμή του ακατέργαστου πετρελαίου είχε ανέβει κατά μέσο όρο στα 21 δολάρια το βαρέλι. Αυτό αντιπροσώπευε μία αύξηση της τάξεως σχεδόν του 700% στα έξι χρόνια. Οι τιμές στα πρατήρια είχαν ανέβει πάνω από 1,00 δολάριο το γαλόνι, δηλαδή περίπου 0,25 δολάρια το λίτρο (σχ. 4-10).

Στα χρόνια μετά το 1973 έχομε δει τις τιμές να ανεβαίνουν και να πέφτουν πολλές φορές, αλλά ποτέ να επιστρέφουν στις τιμές πριν το 1973. Το 1986, η υπερπαραγωγή των χωρών του OPEC οδήγησε στην πτώση των τιμών του ακατέργαστου πετρελαίου - αλλά για λίγο - έως το χαμηλό επίπεδο των 1,26 δολαρίων ανά εκατομμύριο Btu. Το 1989 οι τιμές άρχισαν να ανεβαίνουν ξανά, έως 1,32 δολάρια ανά εκατομμύριο Btu για εκείνον το χρόνο. Το 1989 σημειώθηκε άνοδος έως 1,40 δολάρια ανά εκατομμύριο Btu. Όταν το Ιράκ εισέβαλε στο Κουβέιτ, η αβεβαιότητα για την παροχή πατρελαίου έσπρωξε την τιμή στα 2,63 δολάρια ανά εκατομμύριο Btu. Ήταν μια αύξηση της τάξεως του 21% από το επίπεδο του 1989. Τέτοια ξεσπάσματα στις τιμές ευθύνονται για την ανησυχία της διεθνούς κοινής γνώμης, σχετικά με το κόστος και την παροχή της ενέργειας. Ο εξαρτώμενος από το πετρέλαιο κόσμος μας συνεχίζει να αγωνιά για έναν πιθανό περιορισμό παροχής καυσίμων από απολιθώματα, γεγονός που θα οφείλεται είτε σε κάποια πολιτική αστάθεια είτε στη μείωση των παγκοσμίων αποθεμάτων.



Σχ. 4-10. *Οι υψηλότερες τιμές ακατέργαστου πετρελαίου επηρεάζουν τις τιμές της βενζίνης, που έφθασαν στις ΗΠΑ αρκετά πιο ψηλά από 1 δολάριο ανά γαλόνι, στη δεκαετία του 1970. Από τότε, οι τιμές είναι ασταθείς. Το 1979, η βενζίνη πωλούνταν 1,35 δολάρια το γαλόνι στα πρατήρια. Μετά τον πόλεμο του Περσικού Κόλπου, οι τιμές παρέμειναν γύρω στα 1,14 έως 1,26 δολάρια.*

ΑΤΕΝΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Η κρίση του 1973 και η αβεβαιότητα που κυριαρχεί από τότε, είχε δύο συνέπειες. Όλοι πλέον κατανοούν τη σπουδαιότητα της ενέργειας για κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα. Η προσοχή μας επίσης εστιάζεται στο ανησυχητικό γεγονός ότι τα καύσιμα, στα οποία τόσο πολύ βασιζόμαστε, θα τελειώσουν κάποια μέρα, για μερικά από αυτά μάλιστα αυτό θα συμβεί στη διάρκεια της δικής μας ζωής. Ταυτόχρονα, όσο αυτά θα γίνονται πιο σπάνια θα ανεβαίνει η τιμή τους.

ΤΙ ΕΧΕΙ ΑΠΟΜΕΙΝΕΙ;

Μπορούμε μόνο εικασίες να κάνομε για το πόσο θα κρατήσουν τα αποθέματα πετρελαίου, άνθρακα και φυσικού αερίου. Είμαστε σε θέση να υπολογίσομε με κάποια βεβαιότητα την ποσότητα των αποθεμάτων μας. Μπορούμε επίσης να εκτιμήσομε, με κάπως λιγότερη σιγουριά, την ετήσια κατανάλωση για μερικά χρόνια στο μέλλον.

ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

Αποδεδειγμένα αποθέματα είναι αυτά τα καύσιμα, που έχουν εντοπισθεί, έχουν υπολογισθεί με κάποια βεβαιότητα και που μπορούν να αξιοποιηθούν με τη σύγχρονη τεχνολογία. Αυτά τα αποδεδειγμένα αποθέματα όλου του κόσμου καταγράφονται στο σχήμα 4-11. Τα αποθέματα των ΗΠΑ και του Καναδά φαίνονται στο σχήμα 4-12.

Υπάρχει άλλη μια κατηγορία καυσίμων, που είναι γνωστά ως πόροι ή ***μελλοντικά αποθέματα.*** Αυτά είναι αποθέματα που υπολογίζομε ότι υπάρχουν, αλλά με λιγότερη σιγουριά. Υπάρχει η πιθανότητα με τη βοήθεια μελλοντικής τεχνολογίας, που δεν έχομε τώρα, να μπορέσομε να τα εκμεταλλευθούμε (σχ. 4-13).

Τα σχήματα 4-12 και 4-13 δείχνουν ότι η πλέον άφθονη καύσιμη ύλη είναι ο άνθρακας. Αντιπροσωπεύει το 90% όλων των αποθεμάτων μας. Με τα σημερινά επίπεδα καταναλώσεως, οι παροχές θα μπορούσαν να κρατήσουν για περίπου 300 χρόνια.

Τα αποθέματα πετρελαίου, που υπολογίζονται στα 34 δισεκατομμύρια βαρέλια, μπορεί να μην κρατήσουν ως το τέλος του αιώνα, σύμφωνα με τους υπεύθυνους της πετρελαιοβιομηχανίας και τους κυβερνητικούς εμπειρογνώμονες.

Άλλοι πιστεύουν ότι τα αποθέματα πετρελαίου θα κρατήσουν περίπου ως το έτος 2020. Η παραγωγή πετρελαίου στις ΗΠΑ, όπως προέβλεψαν οι ίδιοι εμπειρογνώμονες, άρχισε να υποχωρεί στις δεκαετίες του 1980 και του 1990.

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΘΟΥΝ		
ΠΗΓΗ	ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ
Κάρβουνο	1,347,142	Εκατομμύρια μικροί τόνοι
Πετρέλαιο	1,002,2	Δισεκατομμύρια βαρέλια
Φυσικό Αέριο	113	Τρισεκατομμύρια κυβ. μέτρα

Σχ. 4-11. *Το 1990 αυτά ήταν τα αποθέματα καυσίμων απολιθωμάτων που ήταν δυνατόν να αξιοποιηθούν (U.S. Dept. of Energy).*

ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΗΠΑ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΑΝΑΔΑ			
	ΠΗΓΗ	ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ
ΗΠΑ	Κάρβουνο	232,395	Εκατομμύρια μικροί τόνοι
	Πετρέλαιο	26,5	Εκατομμύρια βαρέλια
	Φυσικό Αέριο	4,7	Τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα
ΚΑΝΑΔΑΣ	Κάρβουνο	5.743	Εκατομμύρια μικροί τόνοι
	Πετρέλαιο	6,1	Εκατομμύρια βαρέλια
	Φυσικό Αέριο	4,7	Τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα

Σχ. 4-12. *Αποθέματα καυσίμων απολιθωμάτων για τις ΗΠΑ και τον Καναδά (Annual Energy Review, 1990).*

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ		
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ	BTU ΙΣΟΤΙΜΙΑ (ΣΕ QUAD)
Κάρβουνο	1,8 τρισεκατομμύρια τόνοι	37.863
Πετρέλαιο	139 δισεκατομμύρια βαρέλια	806,2
Υγρά φυσικού αερίου	28 δισεκατομμύρια βαρέλια	0,115
Φυσικό αέριο	25 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα	917,375
Σύνολο		39.586,49

Σχ. 4-13. *Τα μελλοντικά αποθέματα ή πόροι είναι ποσότητες ενέργειας από απολιθώματα, για τα οποία οι γεωλόγοι και εταιρείες σχετικές με την ενέργεια είναι λιγότερο σίγουροι. Ίσως να μπορέσομε να τα εκμεταλλευθούμε στο μέλλον. Στα μελλοντικά αποθέματα καυσίμων από απολιθώματα μπορούμε να προσθέσομε 3,8 δισεκατομμύρια μικρούς τόνους ουρανίου.*

Η παροχή φυσικού αερίου σε μερικές περιοχές είναι ανεπαρκής για αρκετό καιρό τώρα. Η ζήτηση ξεπερνάει την παραγωγή από το 1973. Η παραγωγή από τα υπάρχοντα αποθέματα θα συνεχίσει να υποχωρεί και στον 21ο αιώνα.

Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΛΥΣΗ

Κάποτε την προαναγγείλαμε ως μια μακροπρόθεσμη πηγή ενέργειας, που θα μείωνε την εξάρτησή μας από τα καύσιμα απολιθωμάτων. Η πυρηνική ισχύς όμως δεν αναπτύχθηκε, όπως κάποτε προβλέψαμε. Οι ανησυχίες για την επίδρασή της στο περιβάλλον, ο κίνδυνος ατυχημάτων στους πυρηνικούς αντιδραστήρες και οι αμφιβολίες σχετικά με την ασφαλή αποθήκευση ραδιενεργών αποβλήτων έχουν αισθητά περιορίσει την ανάπτυξή της. Παρ' όλο που λειτουργούσαν 111 σταθμοί πυρηνικής ισχύος το 1990, δεν υπήρχε καμιά άδεια για μελλοντική οικοδόμηση. Καμιά παραγγελία δεν είχε γίνει για την κατασκευή τέτοιας μονάδας.

Όμως, η παραγωγή πυρηνικής ισχύος αυξάνεται κάθε χρόνο, από τα μέσα της δεκαετίας του 1960. Συνολικά, 577 δισεκατομμύρια κιλοβατώρων ηλεκτρισμού, που παρήχθησαν χάριν της πυρηνικής ισχύος, καταναλώθηκαν το 1990.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ιστορία της ενέργειας δείχνει ότι στη διάρκεια των αιώνων η πηγή ενέργειας από την οποία εξαρτάται μια κοινωνία δεν είναι πάντα η ίδια. Αρκετές φορές η μια πηγή διαδέχεται την άλλη. Η αρχαία Ρώμη αντιμετώπισε έλλειψη ξύλου για φωτιά και είχε αρχίσει να προσανατολίζεται σε άλλες πηγές. Επίσης, ερείπια αρχαίων κτισμάτων παρέχουν αποδείξεις παθητικής ηλιακής οικοδόμησης. Οι ΗΠΑ κάποτε βασίζονταν στο ξύλο για την εξασφάλιση μεγάλου μέρους της απαιτούμενης ενέργειας. Αργότερα, σημειώθηκε στροφή προς τον άνθρακα. Στη συνέχεια, το ενδιαφέρον στράφηκε προς το πετρέλαιο, που ήταν πιο επιθυμητό, γιατί τα υποπροϊόντα του προκαλούσαν μικρότερη ρύπανση.

Τώρα, για άλλη μια φορά, η ανάγκη να στραφούμε σε άλλες πηγές ενέργειας είναι επείγουσα. Βραχυπρόθεσμα, η εξοικονόμηση της ενέργειας θα βοηθήσει, ώστε να μην εξαντληθούν τα αποθέματα καυσίμων απολιθωμάτων που έχουν απομείνει. Μακροπρόθεσμα, θα μπορούσε να αναπτυχθεί η αξιοποίηση ανανεώσιμης ενέργειας, όπως η ηλιακή, η κινητική και ορισμένες πηγές θερμότητας. Το 1990, η παραγωγή και κατανάλωση ανανεώσιμης ενέργειας στις ΗΠΑ ήταν 3,2 quad. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής παρήχθη από υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Άλλα 3,6 quad περίπου, τα οποία καταναλώθηκαν, προήλθαν κυρίως από βιοκαύσιμα, όπως το ξύλο, τα απορρίμματα και η αλκοόλη (οινόπνευμα), χωρίς να μετατραπούν σε ηλεκτρική ενέργεια. Η συνολική κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έχει υπολογισθεί στο 8% της συνολικής ενεργειακής καταναλώσεως.

Γεωθερμικές πηγές συνεισφέρουν στα συνολικά αποθέματα ηλεκτρικής ενέργειας. Το υψηλότερο σημείο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αυτές τις πηγές ήταν 10,8 κιλοβατώρες (kWh) το 1987. Το 1990, η παραγωγή είχε πέσει στις 8,6 κιλοβατώρες (kWh).

Καθένας από τους ανεξάντλητους και ανανεώσιμους πόρους θα συζητηθούν με περισσότερες λεπτομέρειες

σε επόμενα κεφάλαια. Τέλος η εξοικονόμηση της ενέργειας θα είναι το θέμα άλλου κεφαλαίου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για την παραγωγή ενέργειας λειτουργεί μια τεράστια παγκόσμια βιομηχανία, το προϊόν της οποίας ήταν πάνω από 338 τετράκις εκατομμύρια Btu ενέργειας το 1989. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της παραγωγής κατανέμεται σε δέκα χώρες.

Οι ΗΠΑ εκτός του ότι είναι από τους μεγαλύτερους παραγωγούς ενέργειας, είναι και ο μεγαλύτερος καταναλωτής, στον κόσμο. Το 1990 οι ΗΠΑ κατανάλωσαν 81 από τα 338 quad που παρήχθησαν παγκοσμίως. Αντίθετα, ο Καναδάς κατανάλωσε 10 quad το 1990.

Οι τέσσερις κύριοι τομείς καταναλώσεως ενέργειας είναι:

1. Οι βιομηχανίες που χρησιμοποιούν καύσιμα απολιθωμάτων ως πρώτη ύλη, για να παράγουν προϊόντα όπως χημικά, φάρμακα, συνθετικά, υφάσματα και ατσάλι.
2. Οι βιομηχανίες παραγωγής, οι οικοδομικές και γεωργικές επιχειρήσεις, τα ορυχεία και τα λατομεία.
3. Τα μεταφορικά συστήματα, στα οποία περιλαμβάνονται ιδιωτικά οχήματα, φορτηγά, τρένα, αεροπλάνα, πλοία, άλλα συστήματα που βασίζονται στο νερό και αγωγοί.
4. Ο στεγαστικός και ο εμπορικός τομέας. Σε αυτόν περιλαμβάνονται κτήρια (όπως σπίτια, γραφεία επιχειρήσεων και καταστήματα), στα οποία παρέχεται ενέργεια για να εξασφαλισθεί η θέρμανση, η κίνηση κλπ.

Από το 1973, οι άνθρωποι ανησυχούν για τη μείωση στις παροχές καυσίμων απολιθωμάτων. Παράλληλα υπάρχουν ανησυχίες για την επίδραση της καταναλώσεως ενέργειας στο περιβάλλον και τον κίνδυνο υπερεξαρτήσεως από χώρες, οι οποίες προμηθεύουν με καύσιμα απολιθωμάτων όλο τον κόσμο.

Υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις, που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη καθώς και μέτρα για να αμβλυνθεί το πρόβλημα των επικειμένων ελλείψεων. Αυτές θα συζητηθούν σε ακόλουθα κεφάλαια.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

μελλοντικά αποθέματα
βιομηχανικός τομέας
μη ενεργειακός τομέας
αποδεδειγμένα αποθέματα
στεγαστικός/εμπορικός τομέας
μεταφορικός τομέας

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Ετοιμάστε μια εργασία σχετικά με το σύστημα θερμάνσεως σπιτιών στις κεντρικές και βόρειες περιοχές της Βόρειας Αμερικής και αναφέρετε σε τι διαφέρει από τα συστήματα άλλων περιοχών με ψυχρό κλίμα. Χρησιμοποιήστε τη βιβλιοθήκη για πληροφορίες.
2. Πάρτε συνέντευξη από ιδιοκτήτες σπιτιών στη γειτονιά σας με θέμα το αυξανόμενο κόστος της ενέργειας (επιμείνετε στο ύψος των λογαριασμών θερμάνσεως). Προσπαθήστε να υπολογίσετε κατά μέσον όρο την αύξηση (σε ποσοστό) από το 1973 έως σήμερα. Παρουσιάστε τα αποτελέσματα αυτών των συνεντεύξεων στην τάξη σας.
3. Βρείτε μια έκθεση από έναν οργανισμό προστασίας του περιβάλλοντος για την κατανάλωση καυσίμου από αυτοκίνητα διαφόρων τύπων. Ετοιμάστε μια γραφική παράσταση, που θα δείχνει τη διαφορά στην κατανάλωση καυσίμου μεταξύ τετρακυλίνδρων και οκτακυλίνδρων μεγάλων ιδιωτικής χρήσεως αυτοκινήτων. Το κόστος να αναφερθεί σε 20.000 km οδηγήσεως. Η τιμή βενζίνης ανά λίτρο ας θεωρηθεί ότι είναι 200 δρχ.
4. Ετοιμάστε έναν κατάλογο προϊόντων και υπηρεσιών, που εσείς προσωπικά χρειάζεσθε, και δείξτε ποιος κλάδος ενέργειας προσφέρει την υπηρεσία ή το προϊόν.

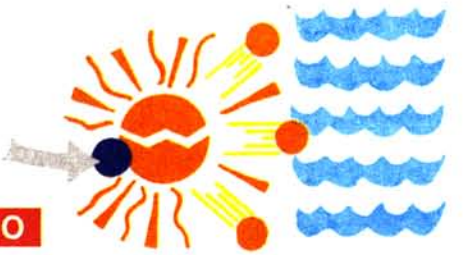
ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Πόση παραγωγή ενέργειας είχαμε το 1989 σε όλον τον κόσμο;
2. Ονομάστε τους κλάδους καταναλώσεως ενέργειας και εξηγήστε τον καθένα.
3. Ονομάστε τις δύο μονάδες που χρησιμοποιούμε, όταν αναφέρομε τους όρους "παραγωγή" και "χρήση" ενέργειας.
4. Ένα βαρέλι ακατέργαστου πετρελαίου δίνει _____ Btu ενέργειας.
5. Τι εννοούμε με τον όρο "αποδεδειγμένα αποθέματα καυσίμων";
6. Τα αποθέματα ποιου τύπου καυσίμου απολιθωμάτων είναι τα περισσότερα και πόσο χρονικό διάστημα υπολογίζεται ότι θα κρατήσουν;



5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Οι πληροφορίες που δίνονται στο κεφάλαιο αυτό θα σας βοηθήσουν ώστε να:

- *Ορίσετε τι είναι ένα σύστημα και να κατανοήσετε τις μεταφορές ως σύστημα.*
- *Ονομάσετε τα περιβάλλοντα μεταφοράς και να συζητήσετε ποιο σύστημα μεταφοράς χρησιμοποιείται σε κάθε περιβάλλον.*
- *Καταγράψετε τα συστήματα προωθήσεως που έχουν προσαρμοσθεί στα διάφορα περιβάλλοντα.*

Οι μεταφορές είναι ένας σημαντικός τομέας στην οικονομία των ΗΠΑ, όπως και κάθε χώρας, και έχουν τεράστια επίδραση στη ζωή κάθε πολίτη. Χωρίς αυτήν η ζωή των ανθρώπων θα ήταν ριζικά αλλαγμένη. Ένας τομέας τέτοιας σπουδαιότητας και μεγέθους, όπως οι μεταφορές, έχει και αυτός άμεση σχέση με τη χρήση ενέργειας.

Σύμφωνα με στατιστικές που δόθηκαν στη δημοσιότητα από το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, οι μεταφορές καταναλώνουν το 63% όλου του πετρελαίου που χρησιμοποιείται στην Αμερική. Το 1990, η ποσότητα πετρελαίου που καταναλώθηκε στις μεταφορές ήταν σχεδόν 11 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα (σχ. 5-1).

ΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΩΣ ΣΥΣΤΗΜΑ

Αναφερόμαστε σε όλες τις μεταφορές και στα περισσότερα αν όχι όλα τα μέρη αυτών ως συστημάτων. Ας επιστρέψομε στο κεφάλαιο 1 για τον ορισμό ενός συστήματος. Αν θυμάστε, ένα σύστημα είναι ένα οργανωμένο σύνολο μερών για την εκτέλεση συγκεκριμένης λειτουργίας.

Το όχημα, που σας μεταφέρει στο σχολείο, είναι ένα σύστημα μέσα σε ένα μεγαλύτερο σύστημα, που ονομάζεται "επίγειες μεταφορές".

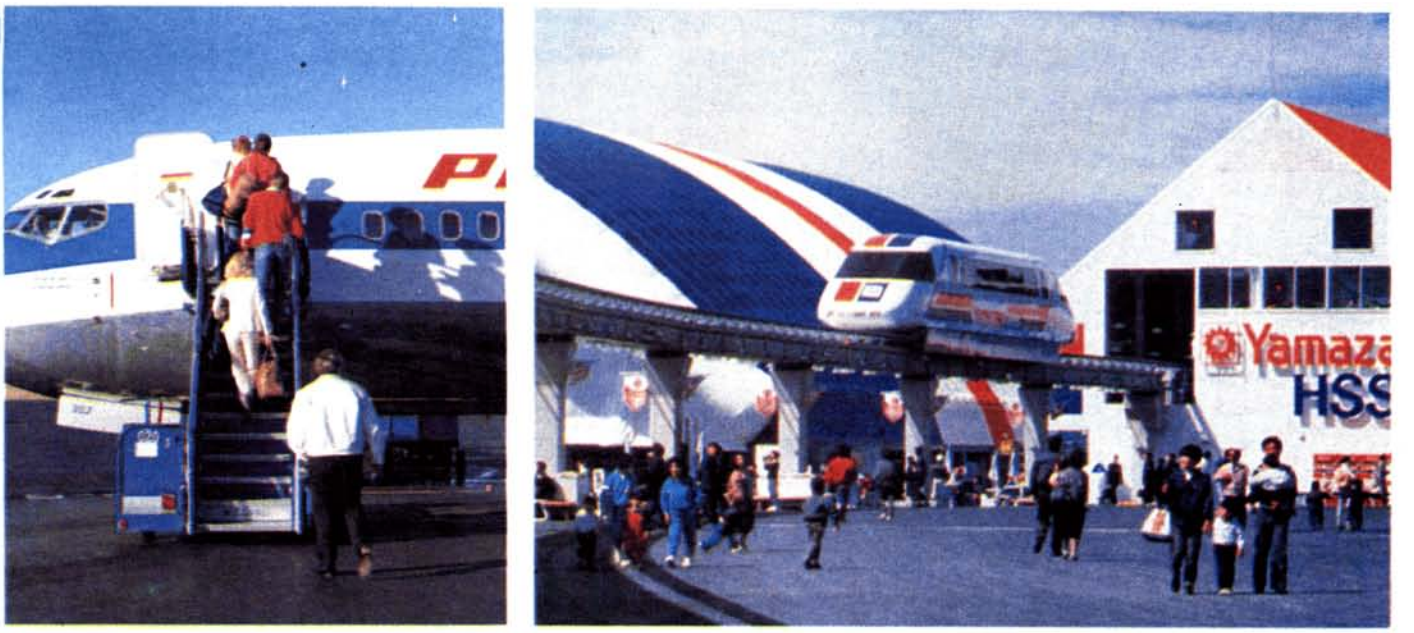
Ένα σχολικό λεωφορείο αποτελείται από το αμάξωμα στο οποίο περιέχονται όλα τα εξαρτήματα του λεωφορείου. Ένας κινητήρας προμηθεύει το όχημα με ισχύ για να κινηθεί. Οι ρόδες στηρίζουν το όχημα και επιτρέπουν την κίνηση. Τα φρένα σταματούν το όχημα ή ελαττώνουν την ταχύτητά του. Ο μηχανισμός του τιμονιού ελέγχει την κατεύθυνση της κινήσεως.

Ένα υποσύστημα λιπάνσεως λιπαίνει τα μέρη του κινητήρα που κινούνται. Ένα υποσύστημα ψύξεως απομακρύνει την ανεπιθύμητη θερμότητα, που μπορεί να καταστρέψει τον κινητήρα. Ένα άλλο υποσύστημα προμηθεύει το όχημα με ηλεκτρισμό για την ανάφλεξη του καυσίμου και εξασφαλίζει σε αυτό την ισχύ και το φως.

	Εγγραφές αυτοκινήτων (εκατομμύρια)					Κατανάλωση καυσίμων αυτοκινήτων (χιλιάδες βαρέλια ανά ημέρα)		
Χρόνος	Επιβατηγά αυτοκίνητα	Μοτοσυκλέτες	Λεωφορεία	Φορτηγά	Σύνολο	Βενζίνη	Άλλα καύσιμα	Σύνολο
1960	61,7	0,6	0,3	11,9	74,4	3,953	159	4,112
1970	89,2	2,8	0,4	18,8	111,2	5,845	439	6,284
1980	121,7	5,7	0,5	33,6	161,6	6,820	896	7,716
1990	145,0	4,3	(*)	45,2	194,5	7,474	1,408	8,882

* Περιλαμβάνεται στα φορτηγά.

Σχ. 5-1. *Αυτός ο πίνακας δείχνει τον αριθμό των αυτοκινήτων, μοτοσυκλετών, φορτηγών και των λεωφορείων στις ΗΠΑ και την κατανάλωση βενζίνης και άλλων καυσίμων από αυτά για διάφορα έτη (Annual Energy Review, 1990, Dept. of Energy).*



A B

Σχ. 5-2. *Τα ταξίδια σε ξένες χώρες είναι μια συνηθισμένη εμπειρία όχι μόνο για τους Αμερικανούς ή τους Καναδούς, αλλά και για ανθρώπους άλλων χωρών. Α - Η αεροπορική συγκοινωνία είναι ευρέως αναπτυγμένη σε μερικές χώρες. Β - Αυτοί οι άνθρωποι ταξιδεύουν στην Ιαπωνία. Το εικονιζόμενο τρένο κινείται με μαγνητική ανύψωση (HSST).*



Σχ. 5-3. *Είναι σύνηθες φαινόμενο να βρίσκετε αγαθά από ξένες χώρες στο γειτονικό σας εμπορικό κέντρο.*

Τα συστήματα μεταφοράς είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν ανθρώπους και φορτία από το ένα μέρος στο άλλο. Η σύγχρονη τεχνολογία χρησιμοποιείται για να κάνει αυτήν τη μεταφορά όσο πιο αποτελεσματική γίνεται, πάντα σε σχέση με το χρόνο, το κόστος και τη φροντίδα που χρειάζεται η όλη διαδικασία. Κάθε χρόνο σπαταλάται 20% του ακαθάριστου εθνικού προϊόντος των ΗΠΑ για τη μεταφορά ανθρώπων και προϊόντων. Οι σύγχρονοι τρόποι συγκοινωνίας έχουν γίνει τόσο αποδοτικοί, που τα συγκοινωνιακά δίκτυα σήμερα καλύπτουν όλον τον πλανήτη. Οι άνθρωποι πάντα ήταν περίεργοι για καινούργια μέρη, τους χαρακτηρίζει η διάθεση να εξερευνούν ξένες χώρες (σχ. 5-2). Ταυτόχρονα γρήγοροι τρόποι μεταφοράς μας φέρνουν προϊόντα από όλον τον κόσμο (σχ. 5-3). Τα δικά μας προϊόντα αγοράζονται από πολλές ξένες χώρες.

Ο όρος "σύστημα" χρησιμοποιείται στις μεταφορές με διάφορους τρόπους. Μπορούμε να το χρησιμοποιήσομε, για να περιγράψομε όλες τις εταιρείες μεταφορών μαζί με τα οχήματά τους, τις σιδηροδρομικές γραμμές ή τους δρόμους, τα κτήρια και τους ανθρώπους, που λειτουργούν τις εταιρείες. Μπορούμε να θεωρήσομε τις μεταφορές ως μια οργανωμένη ομάδα οχημάτων που εξασφαλίζει την αποτελεσματική μεταφορά ανθρώπων και εμπορευμάτων σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσομε τον όρο, για να περιγράψομε τα διάφορα μέρη που αποτελούν ένα όχημα.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Περιβάλλοντα μεταφοράς είναι τα διάφορα μέσα, στα οποία κινούνται τα οχήματα μεταφοράς. Αφού τα μέσα έχουν τεράστιες διαφορές μεταξύ τους, τα οχήματα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε το περιβάλλον να στηρίζει τις λειτουργίες τους.

Επίσης χρησιμοποιείται ο όρος ***τρόπος*** (μεταφοράς) όταν αναφερόμαστε στα περιβάλλοντα, όπως και στα συστήματα ή οχήματα, που είναι σχεδιασμένα για να





Σχ. 5-4. *Επάνω: Μεταφορείς ανθρώπων στο αεροδρόμιο O'Hare στο Σικάγο. Οι κυλιόμενοι ιμάντες μεταφέρουν γρήγορα τους επιβάτες που κινούνται προς και από τα αεροπλάνα και τα κτήρια (Murphy/Jahn Architects). Κάτω: Το ποδήλατο είναι ένα άλλο μέσο μεταφοράς ανθρώπων το οποίο κινείται με την ανθρώπινη δύναμη.*

είναι κατάλληλα στο κάθε περιβάλλον.

Οι σύγχρονες μεταφορές έχουν αναπτυχθεί σε αρκετά περιβάλλοντα ή τρόπους (μεταφοράς). Αυτά είναι:

1. Ξηρά
2. Νερό
3. Αέρας
4. Διάστημα

Η φύση καθενός από αυτά τα περιβάλλοντα προσδιορίζει το σχέδιο του οχήματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Υπάρχουν πολύ μεγάλες διαφορές μεταξύ αυτών των οχημάτων εξαιτίας των διαφορών στην ικανότητα του περιβάλλοντος να στηρίξει το βάρος του οχήματος και των επιβατών ή του φορτίου του.

ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Λέγοντας επίγειες μεταφορές εννοούμε κάθε τρόπο μεταφοράς ανθρώπων ή αγαθών από το ένα μέρος στο άλλο, με δεδομένο βεβαίως ότι η μεταφορά αυτή συντελείται επάνω ή κάτω από τη γη. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι που μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορες μεθόδους. Μια είναι να λάβομε υπόψη τι κυρίως είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν και την απόσταση της μεταφοράς.

ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΑΝΘΡΩΠΩΝ

Η πρώτη κύρια κατηγορία είναι γνωστή ως ***μεταφορείς ανθρώπων*** (σχ. 5-4). Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα ποδήλατα, τα τηλεφορικά οχήματα (τελεφερίκ), οι ανελκυστήρες, οι κυλιόμενες σκάλες, τα δίκυκλα οχήματα και τα καρότσια. Οι μεταφορείς ανθρώπων γενικά χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν ανθρώπους σε μικρές αποστάσεις και με σχετικά χαμηλές ταχύτητες. Πολλά από αυτά τα μέσα θεωρούνται ***τοπικές μεταφορές,*** γιατί δεν απομακρύνονται από το κτήριο ή την περιοχή, όπου λειτουργούν. Για παράδειγμα, οι ανελκυστήρες και οι κυλιόμενες σκάλες μεταφέρουν ανθρώπους μεταξύ πατωμάτων ή κτηρίων, ενώ τα τηλεφορικά οχήματα (τελεφερίκ) μεταφέρουν ανθρώπους σε απότομες ανηφόρες ή μέσα από χαράδρες. Οι κυλιόμενοι μεταφορικοί ιμάντες μεταφέρουν ανθρώπους σε διαδρόμους ή αίθουσες.

Ένα σιδηροδρομικό σύστημα σε χώρους, όπως τα αεροδρόμια, με μικρούς μεταφορείς, εγκατεστημένο σε ένα αεροδρόμιο μπορεί να μεταφέρει επιβάτες από τα κτήρια στους χώρους σταθμεύσεως των αυτοκινήτων.

Όμως η χρήση οποιουδήποτε επίγειου μεταφορικού οχήματος εξαρτάται από τις ανάγκες των ανθρώπων σε μια συγκεκριμένη στιγμή.

Ένας κυλιόμενος ιμάντας για παράδειγμα, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί, για να μεταφέρει φορτίο, όπως άμμο, χαλίκι και άνθρακα, από ορυχεία ή λατομεία. Μπορείτε να σκεφθείτε άλλα μέρη, όπου ένας κυλιόμενος ιμάντας μπορεί να μεταφέρει φορτίο; Σκεφθείτε τους χώρους φορτώσεως των εργοστασίων και τις αποθήκες.

ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ

Αυτού του είδους οι μεταφορείς είναι σχεδιασμένοι για τη ***μεταφορά ταξιδιωτών.*** Διαφέρουν όμως από τους μεταφορείς ανθρώπων, ακριβώς γιατί είναι προορισμένοι να μεταφέρουν ανθρώπους σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις και με αρκετά υψηλότερες ταχύτητες από αυτές των μεταφορέων ανθρώπων. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα αυτοκίνητα, τα τρένα, τα λεωφορεία και τα δίκυκλα οχήματα (σχ. 5-5).

ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

Οι μεταφορείς φορτίων μεταφέρουν υλικά και προϊόντα σε μακρινές αποστάσεις. Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται οι αγωγοί, οι σιδηρόδρομοι και τα φορτηγά. Γενικά, κατασκευές και οχήματα τέτοιου τύπου είναι φτιαγμένα να αντέχουν βαριά φορτία (σχ. 5-6).

Οι αγωγοί είναι ακίνητες κατασκευές. Υλικά όμως δια-



Σχ. 5-5. Αυτά τα οχήματα είναι παραδείγματα μέσων μεταφοράς ανθρώπων.



Α Β Γ

Σχ. 5-6. Μεταφορείς φορτίων μεγάλων αποστάσεων. Α- Τα κάρα ήταν κάποτε το κύριο μέσο μεταφοράς αγαθών στην Αμερική. Β- Τα σιδηροδρομικά βαγόνια είναι ένα σπουδαίο μέσο διακινήσεως αγαθών για μεγάλες αποστάσεις. Αυτά τα βαγόνια είναι σταθμευμένα σε σιδηροδρομικούς σταθμούς. Γ- Αυτά τα φορτηγά μεταφέρουν ξύλινους κορμούς από δάσος στην πολιτεία Washington σε εργοστάσιο επεξεργασίας.

φόρων τύπων διακινούνται μέσω αυτών. Είναι σχεδιασμένοι να μεταφέρουν αέρια και υγρά υλικά, ορυκτά, τσιμέντο και άνθρακα. Τα στερεά είναι αναμεμιγμένα με νερό πριν μεταφερθούν.

Γίνονται πειράματα για τη μεταφορά άλλων στερεών, μεταξύ των οποίων είναι το θειάφι, το ατσάλι, οι σπόροι και, πιθανώς, ταχυδρομικά πακέτα.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των συστημάτων αγωγών είναι η γρήγορη διακίνηση των αγαθών.

Καθώς το σύστημα τίθεται σε λειτουργία, η μεταφορά αγαθών είναι τελείως ανεξάρτητη από φανάρια, προβλήματα κινήσεως, νησίδες διαβάσεως ή άσχημες καιρικές συνθήκες.

Οι αγωγοί υπάρχουν πάνω από 165 χρόνια. Ένας από τους πρώτους κατασκευάσθηκε στην Fredonia της Νέας Υόρκης από κούφιους κορμούς δένδρων ενωμένους άκρη με άκρη για να μεταφέρει φυσικό αέριο.

Ένας από τους πιο γνωστούς αγωγούς είναι ο Trans-Alaska, που μεταφέρει πετρέλαιο σε απόσταση 1227 km από τις πετρελαιοπηγές του Prudhoe Bay της Alaska, μέχρι το λιμάνι του Valdez στον κόλπο Gulf της Alaska (σχ. 5-7).

Τοπικοί μεταφορείς.

Η τέταρτη κατηγορία επιγείων μεταφορών είναι αυτή που περιλαμβάνει οχήματα σχεδιασμένα να μεταφέρουν φορτία και εργαλεία μέσα σε ορυχεία, λατομεία, αποθήκες και εργοστάσια. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα φορτηγά, τα μηχανοκίνητα περονοφόρα οχήματα, τα με αυτοματισμό κατευθυνόμενα οχήματα και οι κυλιόμενοι ιμάντες.

Τα φορτηγά που δεν κινούνται στους μεγάλους δρόμους επιτρέπεται να κινηθούν μόνο για μικρές αποστάσεις σε ιδιωτικούς δρόμους ή εκεί, όπου δεν υπάρχουν δρόμοι. Είναι σχεδιασμένα κυρίως για να μεταφέρουν πέτρα, κάρβουνο και διάφορα ορυκτά από λατομεία ή ορυχεία στο χώρο επεξεργασίας ή στο χώρο φορτώσεως (σχ. 5-8).

Τα περονοφόρα οχήματα είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν και να αποθηκεύουν πρώτες ύλες και βιομηχανοποιημένα αγαθά.

Τα με αυτοματισμό κατευθυνόμενα οχήματα είναι σχεδιασμένα είτε να μεταφέρουν αποθέματα στα αυτοματοποιημένα μηχανήματα των εργοστασίων είτε να με-

ταφέρουν τα προϊόντα σε άλλες μηχανές ή στις αποθήκες (σχ. 5-9).

Ο σωλήνας πεπιεσμένου αέρα του 19ου αιώνα, ο οποίος σήμερα χρησιμοποιείται στις τράπεζες, είναι άλλο ένα παράδειγμα της τοπικής μεταφοράς προϊόντων. Μια σύγχρονη εκδοχή της μεταφοράς με πεπιεσμένο αέρα είναι ο αγωγός στο Hamilton του Ontario, στον Καναδά. Είναι σχεδιασμένος να μεταφέρει χαλίκι, ορυκτά και άλλα παρόμοια υλικά. Κατά διαστήματα, κατά μήκος του αγωγού, ανεμιστήρες δημιουργούν είτε πίεση αέρα είτε ένα κενό. Οι μεταφορείς είναι γόνδολες, με άκρες που να εφαρμόζουν ακριβώς στο σωλήνα. Οι γόνδολες κινούνται με ταχύτητα περίπου 44 km/h.

ΣΤΑΘΕΡΕΣ Ή ΤΥΧΑΙΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ

Οι επίγειοι μεταφορείς μπορούν να καταταχθούν ανάλογα με τις διαδρομές ή τις οδούς που ακολουθούν. Αυτές είναι ή ***σταθερές διαδρομές*** ή ***τυχαίες διαδρομές.*** Ένα όχημα σταθερής διαδρομής μπορεί να κινείται μόνο κατά μήκος μιας διαδρομής, που έχει κατασκευασθεί ειδικά γι' αυτό το όχημα. Ένα τρένο, ένας ανελκυστήρας, μια κυλιόμενη σκάλα, ή ένας αγωγός ακολουθούν σταθερές διαδρομές. Το όχημα δεν μπορεί να ξεφύγει από τη διαδρομή του. Τα οχήματα τυχαίας διαδρομής μπορούν να κατευθυνθούν σε διάφορους δρόμους. Η διαδρομή ενός ποδηλάτου, ενός φορτηγού, ή ενός αυτοκινήτου είναι τυχαίες.

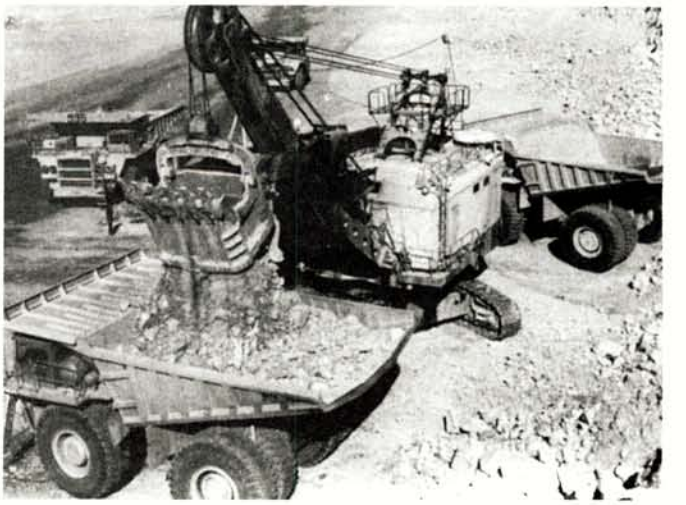
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΣΕ ΝΕΡΟ

Οχήματα που κινούνται στην επιφάνεια του νερού είναι γνωστά και ως σκάφη. Αφού είναι προορισμένα να κινούνται στο νερό, είναι σχεδιασμένα διαφορετικά από τα οχήματα ξηράς. Επειδή το νερό είναι λιγότερο πυκνό από τη γη τα οχήματα αυτά πρέπει να μπορούν να επιπλέουν με τη βοήθεια της ***ανώσεως*** (άνωση είναι η δύ-



Σχ. 5-7. *Αυτός ο αγωγός στην Αλάσκα μεταφέρει αργό πετρέλαιο από τις πετρελαιοπηγές του κόλπου Prudhoe σε δεξαμενές λιμένων για δεξαμενόπλοια στο Valdez.*





Σχ. 5-8. *Επάνω: Το εικονιζόμενο φορτηγό έχει μεγάλη ιπποδύναμη, διακρίνεται για την αντοχή του και μπορεί να μεταφέρει βαρύ φορτίο σε πολύ ανώμαλες επιφάνειες. Κάτω: Αυτά τα φορτηγά χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ορυκτών από χαλκορυχείο στο Μεξικό (WABCO Creative Services).*



Σχ. 5-9. *Αυτό το περονοφόρο μηχάνημα και ένα αυτομάτως κατευθυνόμενο όχημα χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και αποθήκευση υλικών σε μια αποθήκη. Το περονοφόρο παίρνει τα υλικά από τα ράφια και τα φορτώνει στο αυτομάτως κατευθυνόμενο όχημα. Αυτό είναι σχεδιασμένο να μεταφέρει υλικά στο σταθμό φορτώσεως ή σε έναν άλλο χώρο αποθηκεύσεως (Mannesman Demag Corp. Material Handling Systems).*

ναμη που ασκείται σε ένα αντικείμενο από το ρευστό, στο οποίο είναι βυθισμένο). Η πυκνότητα του νερού είναι 1 γραμμάριο ανά κυβικό εκατοστό στους 4°C. Η πυκνότητα της γης είναι, κατά μέσο όρο, 5,5 γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό.

Το ξύλο, λιγότερο πυκνό από το νερό, επιπλέει. Οι αρχαίοι χρησιμοποιούσαν ξύλινους κορμούς, για να μετακινηθούν οι ίδιοι και για να μεταφέρουν τα φορτία τους σε υδάτινους δρόμους. Αργότερα έκαναν τους κορμούς κοίλους, για να μεταφέρουν περισσότερο βάρος (σχ. 5-10). Τα επόμενα χρόνια, όταν κατασκευάζονταν βάρκες και πλοία από πριονισμένα ξύλα και σανίδες, οι κατασκευαστές τα έφτιαχναν κούφια, ώστε να μπορούν να μεταφέρουν περισσότερους ανθρώπους και αγαθά.

ΤΥΠΟΙ ΣΚΑΦΩΝ

Λέγοντας μεταφορείς νερού εννοούμε τα σκάφη, τα πλοία και τα ταχύπλοα. Υπάρχουν πολλές άλλες κατηγορίες και υποκατηγορίες. Οι μεταφορείς στο νερό, όπως οι μεταφορείς ξηράς, είναι φτιαγμένοι να μεταφέρουν φορτία και ανθρώπους. Μια άλλη κατηγορία σκαφών είναι σχεδιασμένα για την ψυχαγωγία του ανθρώπου. Τόσο το μέγεθός τους όσο και η ικανότητά τους στη μεταφορά φορτίων ποικίλλουν, αναλόγως του τι είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν.

Μεταφορείς φορτίων.

Στους μεταφορείς φορτίων επί υγρού στοιχείου ανήκουν τα φορτηγά πλοία μεγάλου φορτίου, τα φορτηγά πλοία γενικού φορτίου, τα δεξαμενόπλοια, τα πλοία που μεταφέρουν σιδηρά κιβώτια (Container ships), τα φορτηγά ελαφρού φορτίου και οι μαούνες.

Φορτηγά πλοία μεγάλου φορτίου, όπως αυτό που φαίνεται στο σχήμα 5-11, μεταφέρουν ξηρό ή υγρό (χύμα) υλικό. Το φορτίο τους μπορεί να είναι πετρέλαιο, άνθρακας, σπόροι, χαλίκι, γύψος ή ορυκτό σιδήρου. Αυτό το φορτίο φυλάσσεται σε αμπάρια, κάτω από το κατάστρωμα.

Τα ***φορτηγά πλοία γενικού φορτίου*** και τα ***πλοία μεταφοράς σιδηρών κιβωτίων*** (Container ships) είναι μεγάλα σκάφη, σχεδιασμένα για ανοιχτές θάλασσες. Αυτά τα πλοία έχουν γερανούς και κατάλληλους ιστούς για τη διευκόλυνση της φορτώσεως και της εκφορτώσεως. Το γενικό φορτίο μπορεί να είναι αυτοκίνητα, βαριά εξαρτήματα, συσκευασμένα προϊόντα, ξυλεία, φρούτα, λαχανικά και βιομηχανικά αγαθά. Πριν λίγα χρόνια, αυτά τα πλοία διέθεταν και ψυγεία για τα κατεψυγμένα προϊόντα και τα αγαθά, που εύκολα αλλοιώνονται. Τα πλοία μεταφοράς σιδηρών κιβωτίων είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν προϊόντα, τα οποία προηγουμένως έχουν τοποθετηθεί σε μεγάλα σιδηρά κιβώτια. Τα κιβώτια φορτώνονται σε χώρους, που είναι ειδικά σχεδιασμένοι γι' αυτά. Οι χώροι αυτοί έχουν οδηγούς, που συγκρατούν τα κι-



Σχ. 5-10. *Ένα μονόξυλο μπορεί να μεταφέρει περισσότερο βάρος από ένα κούτσουρο ίδιου μεγέθους.*



Σχ. 5-11. *Το φορτηγό πλοίο για φορτία όγκου εκτελεί μεταφορές στον ποταμό του Αγ. Λαυρεντίου. Φορτώνει κάρβουνο σε ένα λιμάνι των Great Lakes.*



Σχ. 5-12. *Τα σκάφη ρυμουλκήσεως είναι οι σκληροί εργάτες της θαλάσσιας συγκοινωνίας.*

βώτια, τα οποία μοιάζουν με φορτηγά αυτοκίνητα. Τα καταστρώματα διαθέτουν επίσης στερεώματα για την αποθήκευση αυτών των κιβωτίων στο κατάστρωμα. Μερικά πλοία αυτού του τύπου μπορούν να μεταφέρουν πάνω από 1000 κιβώτια.

Μια ειδική κατηγορία τέτοιων πλοίων είναι αυτά που έχουν σχεδιασθεί να μεταφέρουν μεγάλα επίγεια οχήματα, που μπορούν να οδηγηθούν από και προς το πλοία. Άλλο είδος φορτίου, το οποίο είναι πολύ μεγάλο για να χωρέσει σε κιβώτια και δεν έχει τροχούς τοποθετείται σε ειδικά ικριώματα, τα οποία κινούνται προς και από το πλοίο.

Τα ***δεξαμενόπλοια*** μεταφέρουν μόνο υγρά. Σε ειδικές δεξαμενές αποθηκεύονται προϊόντα πετρελαίου και άλλα υγρά καύσιμα, κρασί, μελάσα και διάφορα είδη χημικών υγρών.

Τα σκάφη ρυμουλκήσεως (σχ. 5-12) είναι οι σκληροί εργάτες της θαλάσσιας συγκοινωνίας. Τα ρυμουλκά είναι μικρά σκάφη με δυνατούς κινητήρες. Δεν προορίζονται για τη μεταφορά φορτίων αλλά για να ρυμουλκήσουν ή να σπρώξουν μεγαλύτερα σκάφη ώστε αυτά να εισέλθουν σε λιμάνια ή σε κλειστούς χώρους. Επίσης, χρησιμοποιούνται για να σπρώξουν ή να τραβήξουν φορτηγίδες γεμάτες φορτίο. Παράδειγμα, τα ρυμουλκά που σπρώχνουν φορτηγίδες σε ποταμούς και λίμνες (σχ. 5-13).

Μεταφορείς ανθρώπων.

Τα υπερωκεάνεια και τα ***επιβατηγά πλοία*** μεταφέρουν ανθρώπους που ταξιδεύουν διά της θαλάσσιας οδού. Τα οχηματαγωγά όμως μεταφέρουν έναν περιορισμένο αριθμό οχημάτων, όπως αυτοκίνητα, φορτηγά, ακόμα και τρένα (σχ. 5-14). Τα επιβατηγά πλοία είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν επιβάτες από ένα σημείο της ξηράς σε ένα άλλο. Τα κρουαζιερόπλοια είναι σχεδιασμένα για ταξίδια ψυχαγωγίας. Η μεταφορά με υπερωκεάνεια πλοία έχει μειωθεί αισθητά με την ανάπτυξη των αεροπορικών μεταφορών, που είναι πολύ πιο γρήγορες και φθηνότερες.

Τα ***υδρόπτερα*** (σχ. 5-15) είναι μεγάλης ταχύτητας μεταφορείς ανθρώπων που λειτουργούν σε εσωτερικές θαλάσσιες οδούς. Με τη βοήθεια πτερυγίων που είναι προσαρμοσμένα στο σκελετό τους, κινούνται πάνω από την επιφάνεια του νερού με ταχύτητα περίπου 80 km/h. Τα πτερύγια είναι προσαρμοσμένα στη σκάφη του πλοίου και βρίσκονται κοντά στη στάθμη του νερού. Η κίνηση του σκάφους προς τα εμπρός προκαλεί την ανύψωση του σκελετού πάνω από το νερό και τη στήριξή του στα πτερύγια.

Η προώθηση επιτυγχάνεται χάρη στους κινητήρες, οι οποίοι συνδέονται με αντλίες πιδάκων νερού. Τέτοια σκάφη όμως είναι πειραματικά, παρ' όλο που αρκετά τέτοιου είδους έχουν λειτουργήσει για ένα μικρό χρονικό διάστημα σε παράκτιες θαλάσσιες οδούς και σε ποταμούς ή λίμνες.

Τα ***hovercraft*** ή οχήματα που λειτουργούν με στρώμα



Σχ. 5-13. *Ένα σκάφος ρυμουλκήσεως σε ποταμό της πολιτείας Illinois σπρώχνει μια σειρά από φορτηγίδες.*





Σχ. 5-14. *Αυτό το οχηματαγωγό συνδέει τα λιμάνια Victoria, British Columbia και Port Angeles, Washington. Στην επάνω φωτογραφία πλησιάζει στο λιμάνι, ενώ κάτω εκφορτώνονται τα οχήματα.*



Σχ. 5-15. *Εδώ παρουσιάζεται το σχέδιο ενός SWATH σκάφους - κρουαζιερόπλοιου. Ένα τέτοιο ιπτάμενο πλοίο κατασκευάζεται στην Ελβετία για μια αλυσίδα αμερικανικών ξενοδοχείων (Radisson Hotels International).*

αέρα είναι άλλο ένα είδος πειραματικού σκάφους. Ένα στρώμα αέρα ωθεί και στηρίζει πάνω στην επιφάνεια του νερού τα hovercraft. Τέτοια σκάφη μπορούν να λειτουργήσουν και στο νερό και στην ξηρά. Ο αέρας απορροφάται από το πάνω μέρος του μηχανήματος μέσω μεγάλων ανεμιστήρων. Το στρώμα αέρα που δημιουργείται σηκώνει το σκάφος σε μια ασφαλή απόσταση από την επιφάνεια.

ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΟΔΟΙ

Οι θαλάσσιες οδοί είναι οι δρόμοι που ακολουθούν τα πλοία. Όπως οι σιδηρόδρομοι έτσι και αυτοί οι δρόμοι είναι πιο περιοριστικοί από τους αυτοκινητόδρομους.

Υπάρχουν εσωτερικές και υπερωκεάνειες θαλάσσιες οδοί. Οι εσωτερικές οδοί είναι οι ποταμοί, οι λίμνες και άλλα σημεία στο εσωτερικό μιας ηπείρου στα οποία έχομε συγκέντρωση υδάτων. Παραδείγματα είναι ο ποταμός Mississippi και η θαλάσσια οδός του Αγίου Λαυρεντίου. Ο ποταμός Mississippi επιτρέπει τη μεταφορά προϊόντων από τη Minnesota έως το πιο νότιο σημείο της Louisiana. Η θαλάσσια οδός του Αγίου Λαυρεντίου, εκτάσεως πάνω από 4.000 km περίπου, αρχίζει από τον Ατλαντικό, για να καταλήξει στα λιμάνια των Μεγάλων Λιμνών. Εξασφαλίζει σε πολλές πόλεις (Toronto, Buffalo, Erie, Cleveland, Toledo, Detroit, Chicago, Gary, Milwaukee και Duluth) τη δυνατότητα προσβάσεως στον Ατλαντικό Ωκεανό. Εκατομμύρια τόνοι σπόρων, άνθρακα, ορυκτού σιδήρου και άλλων φορτίων διακινούνται μέσω αυτού. Στις εσωτερικές οδούς, οι διάδρομοι πλεύσεως των πλοίων είναι αυστηρά καθορισμένοι, ώστε να μην αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο να πέσουν σε ξέρες. Οι διάδρομοι αυτοί ορίζονται με σημαντήρες, ή καμιά φορά, με φάρους ξηράς. Σε αυτά τα νερά, οι ναυτικοί υποχρεώνονται να ακολουθούν τους κανόνες που ορίζουν την κίνηση των πλοίων, ώστε να αποφεύγεται η σύγκρουση με άλλα σκάφη. Μοιάζουν με τους κανόνες κυκλοφορίας, που ισχύουν στους αυτοκινητόδρομους.

Παρ' όλο που οι ωκεανοί είναι μεγάλες εκτάσεις νερού, όπου τα πλοία θα μπορούσαν να κινηθούν χωρίς περιορισμούς, οι υπερωκεάνειοι οδοί είναι θαλάσσιοι - ναυτιλιακοί διάδρομοι σαφώς σχεδιασμένοι και προκαθορισμένοι. Τα πλοία κινούνται σε αυτούς τους διαδρόμους πολύ προσεκτικά αποφεύγοντας έτσι τη σύγκρουση με άλλα πλοία. Χρησιμοποιούνται διάφορα όργανα για να βοηθήσουν τον καπετάνιο, όπως η πυξίδα, για να μην ξεφεύγει το πλοίο από την πορεία του, οι χάρτες, όπου καταγράφονται οι πορείες, οι εξάντες, για πλεύση με τη βοήθεια των άστρων και ραντάρ για τον εντοπισμό άλλων πλοίων ή της ξηράς. Άλλα σύγχρονα όργανα που χρησιμοποιούνται από τους ναυτικούς είναι τα: loran, omni - VOR, Decca, omega, Consolan/consol και τα δορυφορικά συστήματα πλεύσεως.

Καμιά φορά υπάρχουν εμπόδια στις ναυτιλιακές οδούς, όπως ορμητικά νερά, καταρράκτες στους ποταμούς ή ξέρες. Για να επιτραπεί η διέλευση των πλοίων, πρέπει να κατασκευασθούν υδροφράκτες, ώστε τα πλοία να διέρχονται πάνω από το εμπόδιο. Η διώρυγα του Παναμά, που συνδέει την Καραϊβική θάλασσα, με τον Ειρηνικό Ωκεανό, έχει αρκετούς υδροφράκτες, που υψώνουν τα πλοία από την επιφάνεια της θάλασσας προς το εσωτερικό της διώρυγας (σχ. 5-16). Οι υδροφράκτες είναι τεράστιες υδατοστεγείς δεξαμενές, που εκ περιτροπής πλημμυρίζουν και αδειάζουν, για να διέλθουν τα πλοία από τη μία στην άλλη. Το σχήμα 5-17 παρουσιάζει πλοία που διασχίζουν τον υδροφράκτη Miraflores στην πλευρά της διώρυγας προς την Καραϊβική.

ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

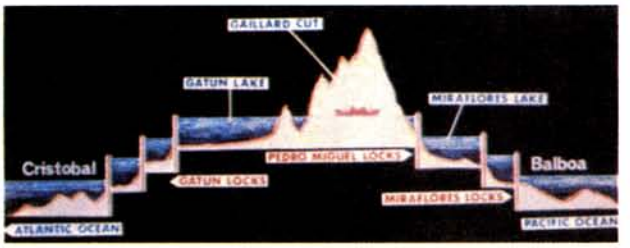
Τα συστήματα μεταφοράς διά αέρος χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά φορτίων και ανθρώπων. Το ποσοστό προτιμήσεώς τους από το κοινό έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία 40 χρόνια.

Η βιομηχανία αερομεταφορών διακρίνεται σε δύο βασικούς κλάδους: Τις γενικές αερομεταφορές και τις εμπορικές αερομεταφορές.

Οι γενικές αερομεταφορές περιλαμβάνουν έξι κατηγορίες:

- Επιχειρηματικές πτήσεις. Πολλές εταιρείες συντηρούν ένα ή περισσότερα αεροσκάφη για τη μεταφορά του προσωπικού τους, το οποίο πρέπει να συνεργασθεί με το προσωπικό άλλων γραφείων ή εγκαταστάσεων. Είναι ο μεγαλύτερος από τους έξι τομείς και διαθέτει πάνω από 150.000 αεροπλάνα.
- Αεροπορικά ταξί, ενοικιάσεις, υπηρεσίες μεταφοράς στον εργασιακό χώρο (σχ. 5-18). Υπάρχουν εταιρείες, των οποίων το έργο είναι η μεταφορά ανθρώπων σε μικρές αποστάσεις ή η οργάνωση ναυλωμένων πτήσεων (charter).
- Αεροπορικές υπηρεσίες για ειδικούς λόγους. Οι υπηρεσίες αυτές δεν μεταφέρουν ανθρώπους ή προϊόντα, αλλά έχουν ποικίλες δραστηριότητες, όπως ο έλεγχος και η φωτογράφιση περιοχών από τον αέρα, το ψέκασμα καλλιεργιών και ο έλεγχος της κινήσεως στους αυτοκινητοδρόμους.
- Ατομικές πτήσεις. Ιδιοκτήτες ή ενοικιαστές χρησιμοποιούν αεροπλάνα για προσωπικές εργασίες ή για την ψυχαγωγία τους.
- Αεροπορία ως άθλημα. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι άνθρωποι που επιχειρούν επικίνδυνες πτώσεις από αεροπλάνα (κασκαντέρ), τα αεροπλάνα που "γράφουν" στον αέρα και η αεροπλοΐα.
- Εκπαιδευτική αεροπορία. Περίπου 150.000 άνθρωποι παρακολουθούν μαθήματα αεροπλοηγήσεως κάθε χρόνο. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται και όσοι εκπαιδεύονται σε βάσεις της πολεμικής αεροπορίας.

Ο κλάδος των εμπορικών αερομεταφορών (σχ. 5-19) είναι σαφώς πιο αναπτυγμένος και ευρύτερα γνωστός σε σχέση με τον κλάδο των γενικών αερομεταφορών. Σε αυτόν ανήκουν οι εμπορικές αεροπορικές εταιρείες, που χρησιμοποιούν οι περισσότεροι άνθρωποι, για να ταξι-



Σχ. 5-16. *Στο σχέδιο αυτό παρουσιάζεται η διώρυγα, η οποία έχει διανοιχθεί στον ισθμό του Παναμά για μια απόσταση 82 χμ. Υπάρχουν συνολικά 12 υδροφράκτες, ο καθένας μήκους 300 μέτρων, πλάτους 37 μέτρων και βάθους 25 μέτρων. Ο θάλαμος ενός υδροφράκτη περιέχει περίπου 264 εκατομμύρια λίτρα νερού (Panama Canal Commission).*



Σχ. 5-17. *Φαίνονται πλοία, που διέρχονται από τον υδροφράκτη Miraflores στη διώρυγα του Παναμά (Panama Canal Commission).*



Σχ. 5-18. *Αυτό το αεροπλάνο λειτουργεί ως αεροταξί για μεταφορές σε μακρινές περιοχές για ψάρεμα στον Καναδά.*



Σχ. 5-19. *Χαρακτηριστικό είδος επιβατικού αεροπλάνου. Το εικονιζόμενο είναι σχεδιασμένο για τη μεταφορά επιβατών σε μεγάλες αποστάσεις (McDonnell Douglas).*

δεύσουν αεροπορικώς. Αυτές έχουν την ικανότητα να μεταφέρουν πολλές εκατοντάδες επιβατών ταυτόχρονα και διακρίνονται σε τρεις περίπου κατηγορίες: μεταφορείς εσωτερικού, διεθνείς μεταφορείς και τοπικοί μεταφορείς.

ΠΩΣ ΠΕΤΟΥΝ ΤΑ ΑΕΡΟΠΛΑΝΑ

Η ικανότητα των αεροσκαφών να πετάξουν, τη στιγμή μάλιστα που είναι πιο βαριά από τον αέρα, βασίζεται σε αεροδυναμικές αρχές. Κατά τη διάρκεια της πτήσεως, τα αεροσκάφη επηρεάζονται από πολλές δυνάμεις: τη βαρύτητα, την αντίσταση, την ανύψωση και την προώθηση. Η ***βαρύτητα*** και η ***αντίσταση*** έλκουν το σκάφος προς τη γη και τείνουν να το κρατούν πίσω. Η ***προώθηση*** είναι η δύναμη που κινεί το σκάφος μπροστά. ***Ανύψωση*** είναι μια δύναμη με διεύθυνση προς τα επάνω, με τη βοήθεια της οποίας το αεροσκάφος παραμένει στον αέρα. Με τον έλεγχο αυτών των δυνάμεων, ο πιλότος μπορεί να καθορίζει την κίνηση του αεροσκάφους κατά την πτήση.

Η προώθηση ελέγχεται με την ταχύτητα του κινητήρα. Η ανύψωση επιτυγχάνεται με τη ροή του αέρα από τα φτερά. Εξαιτίας της κλίσεως των φτερών, ο αέρας που μετακινείται από την επιφάνεια επιταχύνεται. Αυτό δημιουγεί μία ελάττωση της πιέσεως στο επάνω μέρος του φτερού. Έτσι υπάρχει διαφορά στην πίεση του αέρα μεταξύ του επάνω και του κάτω μέρους του φτερού. Αυτός είναι ένας από τους παράγοντες για την επίτευξη της ανυψώσεως.

Ένας άλλος παράγοντας που συντελεί στην ανύψωση είναι ο γνωστός νόμος του Νεύτωνα, δράσεως - αντιδράσεως. Ο Νεύτωνας είπε ότι για κάθε δράση υπάρχει μια αντίθετη και ίση αντίδραση.

Η λειτουργία του κινητήρα ή των κινητήρων ελέγχει την ταχύτητα του αεροσκάφους και τη σχετική κίνηση του αέρα ως προς τα φτερά. Ο πιλότος μπορεί να υψώσει ή να χαμηλώσει το αεροσκάφος ελέγχοντας την ταχύτητα του κινητήρα.

ΤΥΠΟΙ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

Υπάρχουν πολλοί τύποι αεροσκαφών: με σταθερά φτερά, με περιστρεφόμενα φτερά και ελαφρότερα από τον αέρα. Όταν ομιλούμε περί αεροσκαφών με σταθερά φτερά, φυσικά εννοούμε ότι αυτά είναι προσαρμοσμένα



Σχ. 5-20. Ένα αεροσκάφος με περιστρεφόμενα φτερά (ελικόπτερο) κατά τη διάρκεια πτήσεως (Bell Helicopter).



Σχ. 5-21. Αυτό το είδος αεροστάτου δεν έχει σκελετό. Ο φάκελος (μπαλόνι) είναι γεμάτος με ήλιο, που είναι ελαφρότερο από τον αέρα (Goodyear Tire Co.).

στο σώμα του σκάφους και παραμένουν ακίνητα. Το αεροσκάφος αυτού του τύπου είναι πιο βαρύ από τον αέρα.

Το σκάφος που διαθέτει περιστρεφόμενα φτερά είναι γνωστό ως ελικόπτερο (σχ. 5-20). Ο κινητήρας του σκάφους περιστρέφει τα φτερά με μεγάλη ταχύτητα για να επιτευχθεί έτσι η ανύψωση. Ένας δεύτερος τύπος πτερυγίων στο σημείο της ουράς αφ' ενός εξουδετερώνει την τάση του ελικοπτέρου να περιστρέφεται ως προς τον κατακόρυφο άξονα, αντίθετα προς τα μεγάλα φτερά, αφ' ετέρου ελέγχει την κατεύθυνσή του. Όπως και το σκάφος με σταθερά φτερά, και αυτό είναι βαρύτερο από τον αέρα.

Σκάφη που είναι πιο ελαφρά από τον αέρα ονομάζονται ***αερόστατα (πηδαλιουχούμενα).*** Είναι σκάφη με κινητήρα, που κατευθύνονται και λειτουργούν στον αέρα. Η άνωσή τους οφείλεται στο γεγονός ότι είναι γεμάτα με αέριο, που είναι ελαφρύτερο από τον αέρα. Γι' αυτόν το σκοπό έχουν χρησιμοποιηθεί το ήλιο και το υδρογόνο.

Είναι γνωστοί τρεις διαφορετικοί τύποι αεροστάτων: τα εύκαμπτα, τα ημιεύκαμπτα και τα άκαμπτα. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ αυτών των τύπων. Τα εύκαμπτα αερόστατα είναι μικρά και δεν έχουν σκελετό (μοιάζουν με φούσκες).

Υπάρχει μια υποτυπώδης κατασκευή, για τη στήριξη του κινητήρα, των καυσίμων και του πληρώματος (σχ. 5-21).

Τα ημιεύκαμπτα αερόστατα έχουν την κατασκευή και τα εξαρτήματα των ακάμπτων. Επιπλέον, διαθέτουν έναν απλό μεταλλικό σκελετό, που ενισχύει την πλώρη και δίνει στο μπαλόνι κάποιο σχήμα. Δεν υπάρχει άλλο κατασκευαστικό στήριγμα.

Τα άκαμπτα αερόστατα είναι μεγάλα και έχουν ένα πολύπλοκο σκελετό, που έχει κατασκευασθεί από αλουμίνιο ή ανθεκτικό πλαστικό. Το σώμα του αερόστατου αυτού χωρίζεται σε 15 ή περισσότερα διαμερίσματα. Το κάθε τμήμα έχει το δικό του αερόσακο.

Τα αερόστατα είναι σχεδιασμένα όπως τα μπαλόνια, που ήταν γαλλική εφεύρεση του 1872. Η πρώτη πτήση μπαλονιού με κινητήρα πραγματοποιήθηκε το 1852 όταν ο Henri Gifford ανύψωσε ένα μπαλόνι διαμέτρου 15 μέτρων με ισχύ ατμού. Στη Γερμανία, τη Μεγάλη Βρετανία και τη Γαλλία, προχώρησε πολύ η έρευνα για την ανάπτυξη αεροστάτων από το 1865 ως τα μέσα του 20ου αιώνα.

Τα αερόστατα ήταν ευαίσθητα στους δυνατούς ανέμους και ευπρόσβλητα από εχθρικά αεροσκάφη, με αποτέλεσμα να εγκαταλειφθεί η ανάπτυξή τους μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Παρ' όλα αυτά, τα εύκαμπτα αερόστατα και τα μπαλόνια με ζεστό αέρα, συνέχισαν λίγο ή πολύ να είναι δημοφιλή. Τα πρώτα χρησιμοποιούνται στη διαφήμιση, ενώ φίλαθλοι χρησιμοποιούν μπαλόνια ζεστού αέρα.

Τώρα, δεκαετίες μετά την εγκατάλειψή τους, τα άκαμπτα αερόστατα επανεξετάζονται και αναπτύσσονται εκ νέου. Ως το τέλος του 1991, η εταιρία Westinghouse Airships είχε αναπτύξει και παραδώσει στο ναυτικό των ΗΠΑ ένα πειραματικό αερόστατο με πολύ βελτιωμένο σχεδιασμό. Γνωστό με το όνομα Sentinel 1000, έχει μήκος 74 m και είναι το μεγαλύτερο στον κόσμο. Το Sentinel θα διαδεχθεί ένα άλλο, ακόμα μεγαλύτερο αερόστατο, το YEZ 24, που θα είναι μήκους 142 m από τη μία άκρη στην άλλη. Το ύψος του θα είναι περίπου το ίδιο με αυτό ενός κτηρίου με 15 ή 16 ορόφους.

Τα υλικά και η τεχνολογία της διαστημικής εποχής ευθύνονται γι' αυτήν την ανανέωση του ενδιαφέροντος και την εκ νέου ανάπτυξή τους. Ενώ βάσει παλαιοτέρων σχεδίων χρησιμοποιούνταν σχετικώς βαριά και όχι ανθεκτικά υφάσματα για την κατασκευή του καλύμματος, τα σημερινά καλύμματα είναι κατασκευασμένα από ελαφρά ανθεκτικά συνθετικά υφάσματα, όπως το dacron, το mylar και το tedlar. Ελαφρές σμικρυνθείσες ηλεκτρονικές μονάδες εξασφαλίζουν βελτιωμένο έλεγχο και δυνατότητα συγκεντρώσεως πληροφοριών. Η βελτιωμένη προώθηση επιτυγχάνεται με σύγχρονες μεθόδους προωθήσεως.

Ανάπτυξη των αεροστάτων έχομε και στην Κοινοπολιτεία Ανεξαρτήτων Κρατών (Ρωσία). Ένα από τα μεγάλα

προγράμματα αυτών είναι το Albatross. Πρόκειται για ένα αερόστατο που θα έχει το ίδιο περίπου μέγεθος με το αμερικανικό YEZ-2A. Θα διαθέτει πτερύγια ελικοπτέρου, τα οποία θα επιτυγχάνουν την αναγκαία επιπλέον ανύψωση για τη μεταφορά μεγάλου φορτίου.

Η Ρωσία σχεδιάζει να το χρησιμοποιήσει για την ανάπτυξη μεγάλων πλουτοπαραγωγικών περιοχών, όπου δρόμοι, αεροδρόμια και σιδηρόδρομοι είναι σπάνιοι.

Στη θεωρία, η ικανότητα ενός αερόστατου να παραμείνει στον αέρα δεν έχει όρια. Η ανάγκη όμως για επανατροφοδότησή του με καύσιμα το αναγκάζει να προσγειωθεί. Μπορούμε να· χρησιμοποιήσομε ηλιακή ισχύ σε ένα αερόστατο; Ο Eric Raymond, που κατασκεύασε το πρώτο αεροπλάνο με ηλιακή ενέργεια, το οποίο μπόρεσε να διασχίσει τις ΗΠΑ, έχει αναπτύξει σχέδια για την κατασκευή ενός αερόστατου τέτοιου τύπου, το οποίο θα κάνει το γύρο του κόσμου.

Στο σχέδιό του το βασικό ρόλο τον έχουν τα νέα υλικά της διαστημικής εποχής. Ο σκελετός είναι κατασκευασμένος από σωλήνες αλουμινίου μικρής διαμέτρου, τυλιγμένες με ίνες Kevlar (ίνες με βάση τον άνθρακα). Η διάταξη των φωτοβολταϊκών στοιχείων στηρίζεται σε ένα λεπτό αφρώδες υλικό, που σχηματίζει σάντουιτς με δύο φύλλα kevlar. Το κάλυμμα είναι κατασκευασμένο από tedlar. Αυτό είναι ένα πλαστικό, παρόμοιο με το mylar film, αλλά πιο ισχυρό και ανθεκτικό στις υπεριώδεις ακτίνες.

Η ανύψωση του αερόστατου μήκους 30,5 m και διαμέτρου 5,5 m επιτυγχάνεται με 6 αεροθαλάμους (σαμπρέλες) γεμάτες με ήλιο. Η προώθηση επιτυγχάνεται με έναν ηλεκτρικό κινητήρα 5 hp (3,75 km), ο οποίος κινεί έναν έλικα περίπου 5 m. Αυτός, θα πρέπει να κινεί το αερόστατο με ταχύτητα περίπου 95 km ανά ώρα. Η πτήση το βράδυ με ταχύτητα περίπου 65 km/h γίνεται με μπαταρίες, που αποθηκεύουν ηλιακή ενέργεια. Η γόνδολα κατασκευασμένη από σάντουιτς με βάση ίνες άνθρακα έχει χώρο για δύο επιβάτες, εξοπλισμό για την πλοήγηση, όργανα επικοινωνίας και εξοπλισμό διασώσεως, με επιπλέον χώρο για δύο ηλεκτρικούς κινητήρες. Αυτοί χρειάζονται, για να δώσουν έκτακτη ισχύ και επιπλέον προώθηση κατά την απογείωση και την προσγείωση. Σε περίπτωση κακοκαιρίας, μια άγκυρα που προωθείται με πύραυλο εκτοξεύεται προς τη γη χωρίς τη βοήθεια ανθρώπων στο έδαφος.

ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Διάστημα καλούμε το χώρο πέραν της ατμόσφαιρας που περιβάλλει τη γη. Το κοντινό διάστημα αρχίζει περίπου στα 805 με 1600 km από την επιφάνεια της γης και εκτείνεται στα 16.100 km - ή και περισσότερο από τη γη. Το απώτερο διάστημα είναι πέρα των 16.100 km από τη γη.

Τα ταξίδια στο διάστημα άρχισαν το 1957, όταν η Σοβιετική Ένωση εκτόξευσε το Sputnik I, έναν τεχνητό δορυφόρο της γης. Στις 31 Ιανουαρίου, οι ΗΠΑ επίσης εκτόξευσαν τον πρώτο τους δορυφόρο τον Explorer I. Η Σοβιετική Ένωση το 1961 πέτυχε άλλη μια πρωτιά στέλνοντας τον πρώτο αστροναύτη στο διάστημα, ο οποίος επέβαινε στο σκάφος Vostok I.

Αυτό ετέθη σε τροχιά γύρω από τη γη. Αποφασισμένοι να έχουν τον πρώτο λόγο στην εξερεύνηση του διαστήματος οι ΗΠΑ έθεσαν σε εφαρμογή το πρόγραμμα Απόλλων. Οι στόχοι του ήταν:

- Να προσεδαφισθούν στη σελήνη Αμερικάνοι αστροναύτες και να επιστρέψουν ασφαλείς.
- Να αναπτυχθεί η διαστημική τεχνολογία για άλλους σκοπούς, που ενδιαφέρουν τις ΗΠΑ.
- Να καταστούν οι ΗΠΑ πρωτοπόρος χώρα στην εξερεύνηση και αξιοποίηση του διαστήματος.
- Να εκτελεσθούν μια σειρά επιστημονικών πειραμάτων στη σεληνιακή επιφάνεια.
- Να εξοικειωθεί ο άνθρωπος με το περιβάλλον της σελήνης, ώστε να μπορεί να εργάζεται σε αυτό.

Τον Ιούλιο του 1969 η απόπειρα προσγειώσεως διαστημοπλοίου στη σελήνη ήταν επιτυχής (λιγότερο από οκτώ χρόνια μετά την ανακοίνωση του προέδρου John F. Kennedy, για την προσπάθεια που θα κατέβαλλαν οι Αμερικάνοι, ώστε ο άνθρωπος να κατακτήσει τη σελήνη). Πριν το τέλος της δεκαετίας επιχειρήθησαν έξι ακόμη πτήσεις, για να σημειωθούν τελικά πέντε επιτυχείς προσεδαφίσεις στη σελήνη.

Το πρόγραμμα Απόλλων είχε επίσης και άλλους στόχους: να μεταφερθούν πληρώματα και εξοπλισμός σε ένα διαστημικό σταθμό, που ονομαζόταν Skylab, και να πάρουν μέρος σε μια διεθνή πτήση που θα μετέφερε ανθρώπους. Ο σταθμός Skylab ήταν ένα επιστημονικό εργαστήριο στο διάστημα.

Χρησιμοποιήθηκε σε τέσσερις διαστημικές αποστολές σκοπός των οποίων ήταν:

- Να γίνουν επιστημονικές έρευνες κατά τη διάρκεια κάθε περιστροφής του γύρω από τη γη.
- Να παρατηρηθεί η γη από το διάστημα.
- Να εξετασθούν άνθρωποι (οι αντιδράσεις του ανθρώπινου οργανισμού) και συστήματα κατά τη διάρκεια της διαστημικής πτήσεως.

Ο Skylab άνοιξε το δρόμο για τη διεθνή διαστημική πτήση Apollo-Soyuz. Το 1975 ένα διαστημικό σκάφος τύπου Απόλλων και ένα σοβιετικό σκάφος εκτοξεύθηκαν ταυτόχρονα και συνδέθηκαν όσο ήταν και τα δύο σε τροχιά γύρω από τη γη.

Η επόμενη σημαντική εξέλιξη ήταν η κατασκευή και η δοκιμή ενός διαστημικού σκάφους, που μπορούσε να ξαναχρησιμοποιηθεί. Το πρώτο διαστημικό λεωφορείο τέτοιου τύπου, το Columbia, σχεδιάσθηκε να εκτοξευθεί στο διάστημα, όπως ένας πύραυλος. Μπορεί να μεταφέρει βαριά φορτία στο διάστημα και να λειτουργεί ως διαστημικός σταθμός, όσο περιστρέφεται γύρω από τη γη. Μπορεί να προσγειωθεί, όπως ένα αεροπλάνο.

Η ικανότητα του Columbia να χρησιμοποιηθεί ξανά και ξανά μειώνει σημαντικά το κόστος αυτού.

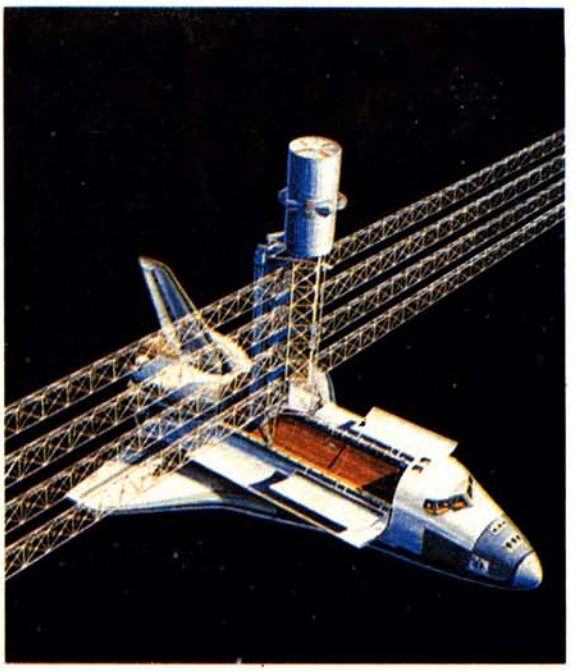
Διαφορετικό από άλλα συστήματα, το Columbia είναι

ένα πραγματικό μεταφορικό σύστημα. Ο διαστημικός εξοπλισμός του είναι σπουδαίος. Σε αυτόν περιλαμβάνονται:

- Οι πύραυλοι για την ενίσχυση της ανυψώσεως. Αυτοί βοηθούν τους κύριους κινητήρες προωθήσεως του σκάφους κατά τη διάρκεια της εκτοξεύσεως.
- Το διαστημικό λεωφορείο (σχ. 5-22).
- Ένα διαστημικό εργαστήριο με όλο τον εξοπλισμό που χρειάζονται οι επιστήμονες, για να κάνουν απλά πειράματα.
- Ένα διαστημικό ρυμουλκό, ο σκοπός του οποίου είναι να εκτελεί ταυτόχρονες και μεγάλου ύψους τροχιές στη διάρκεια αποστολών εγκαταλείψεως.

Ο σκοπός του Columbia είναι να μεταφέρει φορτία από τη γη στο μακρινό διάστημα. Ο μεγάλος θάλαμος φορτώσεως που διαθέτει έχει την ικανότητα να δέχεται μεγάλες κατασκευές. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ο λόγος που το Columbia έχει χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά δορυφόρων στο διάστημα και για την εκτόξευσή τους. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για την επαναφορά και επιδιόρθωση δορυφόρων, που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη (σχ. 5-23).

Σε αρκετές πτήσεις μετέφερε ένα εργαστήριο στο θάλαμο φορτώσεως. Αυτό το εργαστήριο είναι διαθέσιμο στους επιστήμονες, στα ερευνητικά ιδρύματα, στις κυβερνητικές υπηρεσίες και στους ιδιώτες.



Σχ. 5-22. *Το διαστημικό λεωφορείο που ξαναχρησιμοποιείται είναι ένα πραγματικό συγκοινωνιακό όχημα. Θα χρησιμοποιηθεί ξανά και ξανά, για να μεταφέρει ανθρώπους, υλικά και προμήθειες από τη γη στο διαστημικό σταθμό. Εδώ, εικονίζεται το λεωφορείο στο διάστημα σταματημένο σε μια εξέδρα κατασκευών. Κάποια ημέρα προϊόντα ή και κατασκευές μπορεί να παράγονται στο διάστημα (NASA).*

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΩΘΗΣΕΩΣ

Κάθε σύστημα μεταφοράς χρειάζεται ένα ***σύστημα προωθήσεως.*** Τέτοια μηχανήματα είναι γνωστά ως μετατροπείς ενέργειας. Έργο τους είναι να μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε μιαν άλλη, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το όχημα για την προώθησή του. Συστήματα προωθήσεως είναι τα εξής:

- Ανθρώπινη ισχύς. Ο ίδιος ο άνθρωπος κοπιάζοντας κινεί ένα όχημα. Ένα παράδειγμα είναι το ποδήλατο. Έχουν γίνει επίσης πειραματικές πτήσεις με αεροσκάφη τα οποία προωθούνταν χάρη στην ανθρώπινη ισχύ.
- Αέρας. Η δύναμη του αέρα έχει χρησιμοποιηθεί επί σειρά αιώνων κατά το παρελθόν. Τα ιστία παγιδεύουν τον άνεμο. Τα πρώτα σκάφη που ταξίδευαν στις θάλασσες είχαν πολλά ιστία. Σήμερα χρησιμοποιούνται σε αθλητικές - ψυχαγωγικές δραστηριότητες (ιστιοπλοΐα). Αυτό βεβαίως δεν ισχύει και για τις πρωτόγονες κοινωνίες, που υπάρχουν και στις μέρες μας.
- Θερμικοί κινητήρες. Αυτά τα μηχανήματα καταναλώνουν καύσιμα, για να παράγουν θερμότητα. Αέρια καύσεως ή ατμού που διαστέλλονται παράγουν μηχανική δύναμη, η οποία με τη σειρά της παράγει έργο. Στους θερμικούς κινητήρες συμπεριλαμβάνονται οι κινητήρες εσωτερικής καύσεως και οι κινητήρες εξωτερικής καύσεως. Στο τέλος τους 19ου αιώνα, οι κινητήρες ατμού κινούσαν οχήματα ξηράς, όπως τρένα (μηχανές τρένων) αυτοκίνητα και ελκυστήρες. Ο πιο δη-



Σχ. 5-23. *Τα διαστημικά λεωφορεία μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε διαστημική έρευνα και σε αποστολές ανακτήσεως (NASA).*

μοφιλής κινητήρας για τη συγκοινωνία ξηράς είναι ο παλινδρομικός κινητήρας εσωτερικής καύσεως. Με αυτόν είναι εξοπλισμένα τα περισσότερα αυτοκίνητα, φορτηγά και οι ντηζελομηχανές τρένων. Άλλοι τύποι θερμικών κινητήρων είναι ο στρόβιλος και ο κινητήρας αντιδράσεως (jet). Οι κινητήρες αντιδράσεως χρησιμοποιούνται στις εναέριες μεταφορές.

- Πύραυλοι. Τύπος θερμικών κινητήρων οι πύραυλοι, χρησιμοποιούνται για να προωθήσουν διαστημικά οχήματα σε ένα περιβάλλον, όπου δεν υπάρχει οξυγόνο για να συμβάλλει στην καύση. Το διαστημικό όχημα χρειάζεται να μεταφέρει ποσότητα οξυγόνου για την καύση των καυσίμων του.

Άσχετα προς το περιβάλλον όπου λειτουργεί, κάθε σύστημα μεταφοράς έχει κοινούς τύπους τεχνολογίας, αναγκαίους για να καταστήσουν το σύστημα εύχρηστο και ένα αποδοτικό μεταφορικό μέσο, κατάλληλο για το κάθε περιβάλλον. Το επόμενο κεφάλαιο θα αφιερωθεί στις διάφορες μονάδες που μετατρέπουν ενέργεια, έτσι ώστε να μπορεί να παραχθεί έργο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κόσμος μας επηρεάζεται άμεσα από τις μεταφορές. Χωρίς αυτές η ζωή μας θα άλλαζε ριζικά. Έργο αυτών είναι η μεταφορά ανθρώπων και φορτίων από το ένα μέρος στο άλλο.

Τα περιβάλλοντα μεταφοράς είναι τα διάφορα μέσα, όπου κινούνται τα οχήματα. Αυτά είναι: η ξηρά, το νερό, ο αέρας και το διάστημα. Τα οχήματα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να ταιριάζουν με το περιβάλλον, όπου θα λειτουργήσουν. Ο όρος γι' αυτές τις διαφορετικές μεθόδους μεταφοράς είναι "τρόποι" (μεταφοράς).

Τα οχήματα μεταφοράς χρειάζονται κάποιο σύστημα προωθήσεως. Έργο τους είναι να μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε μιαν άλλη, ώστε το σύστημα προωθήσεως να μπορεί να κινήσει (ή να δώσει ισχύ) το όχημα και τους επιβάτες ή το φορτίο. Αυτά τα συστήματα προωθήσεως είναι:

- Η ανθρώπινη δύναμη.
- Η δύναμη του ανέμου (αιολική).
- Οι θερμικές μηχανές.
- Οι πύραυλοι (ειδικός τύπος θερμικού κινητήρα).

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

αεροσκάφος (αερόστατο)
φορτηγά πλοία μεγάλου φορτίου
άνωση
πλοία μεταφοράς σιδηρών κιβωτίων
άκαμπτο
αντίσταση
σταθερή διαδρομή
φορτηγά πλοία γενικού φορτίου
βαρύτητα
Hovercraft
υδρόπτερα
δύναμη ανυψώσεως
τρόποι (μεταφοράς)
τοπική μεταφορά
υπερωκεάνεια
μεταφορείς ανθρώπων
σύστημα προωθήσεως
τυχαία διαδρομή
διαστημική μεταφορά
δεξαμενόπλοια
προώθηση
ρυμουλκά
περιβάλλοντα μεταφοράς
σκάφη

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

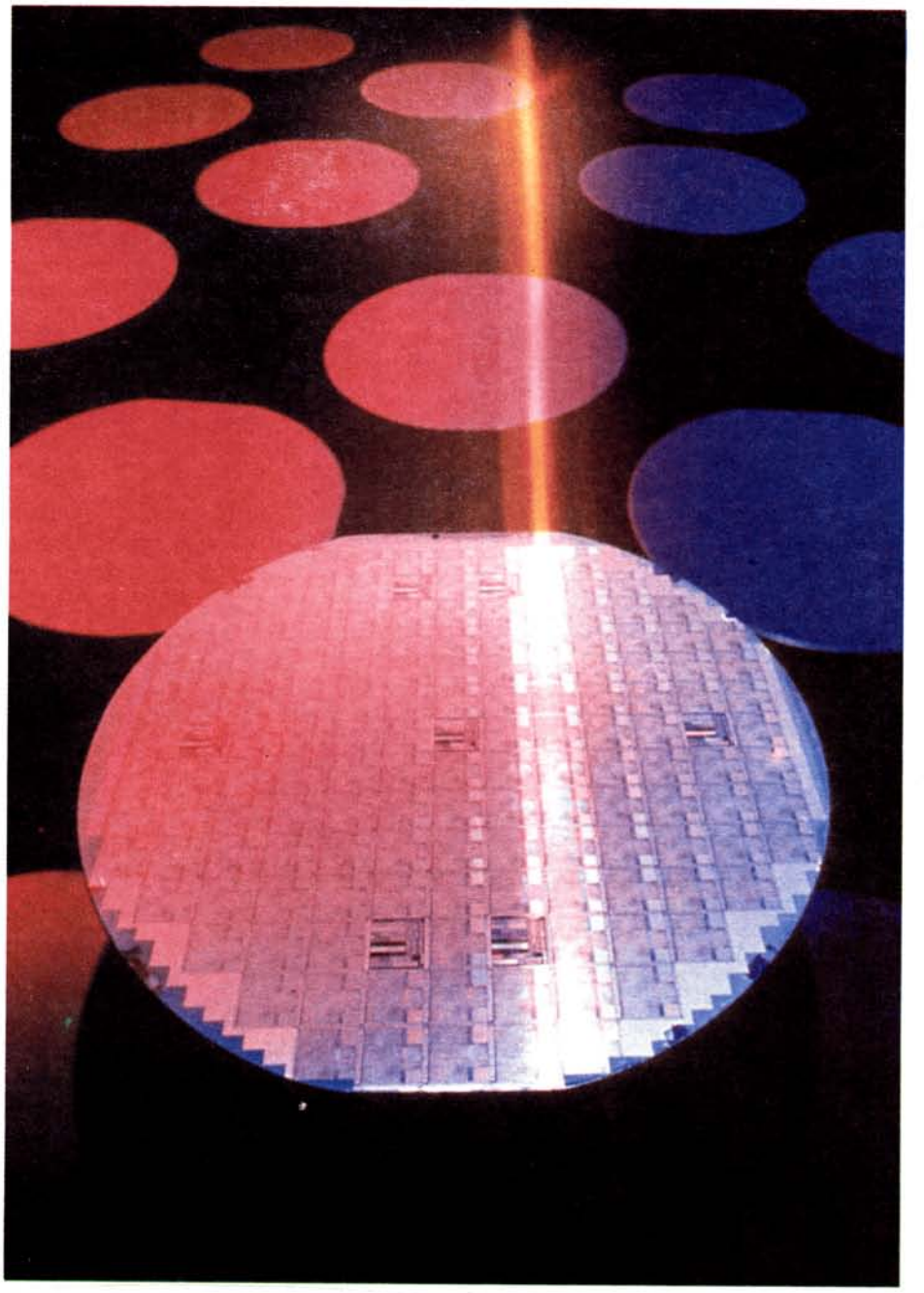
1. Χρησιμοποιώντας έναν οδικό χάρτη διαλέξτε τον τρόπο, με τον οποίο θα πάτε σε μια μακρινή πόλη. Σε ένα άλλο φύλλο χαρτιού γράψτε τους εθνικούς δρόμους που θα πάρετε. Μετά, χρησιμοποιώντας την κλίμακα χιλιομέτρων του χάρτη, βρείτε την απόσταση που θα διασχίσετε οδηγώντας, για να φτάσετε στον προορισμό σας.
2. Υπολογίστε την ποσότητα βενζίνης, που χρειάζεται ένα αυτοκίνητο, για να πάει στον προορισμό που διαλέξατε στην προηγούμενη άσκηση και να γυρίσει. Να υποθέσετε ότι το αυτοκίνητο καταναλώνει 1 λίτρο στα 10 km και κινείται κατά μέσο όρο με 90 km την ώρα.
3. Κατασκευάστε ένα λειτουργικό πρότυπο ενός οχήματος, που έχει σχεδιασθεί να κινείται με ένα σύστημα προωθήσεως σε οποιοδήποτε περιβάλλον μεταφοράς. Να ονομάσετε τον τύπο ενέργειας που έχει μετατραπεί για να προωθήσει το όχημά σας.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Ορίστε ένα σύστημα μεταφοράς .
2. Ονομάστε τέσσερα περιβάλλοντα μεταφορών.
3. Ποδήλατα, βαγόνια, ανελκυστήρες, κυλιόμενες σκάλες, μοτοσυκλέτες και καρότσια αποτελούν μια κύρια κατηγορία οχημάτων μεταφορών ξηράς που ονομάζεται _____.
4. Ονομάστε τρεις μεταφορείς φορτίων που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά φορτίων σε μακρινές αποστάσεις.
5. Γιατί ένα σκάφος επιπλέει στο νερό;
6. Ονομάστε τους δύο τρόπους θαλασσίων οδών που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές στο νερό.
7. Δεν είναι αναγκαίο να χαράξομε την πορεία στην περίπτωση της μεταφοράς μέσω ωκεανών, αφού οι ωκεανοί είναι τόσο μεγάλοι. Σωστό ή λάθος;
8. Ποια από τα ακόλουθα είναι τα όργανα που βοηθούν τον καπετάνιο να ελέγχει την πορεία του πλοίου και να βρει τη θέση του (στίγμα του) όσο είναι μακριά από την ξηρά;

α. Χάρτες
β. Πυξίδα
γ. Εξάντας
δ. Loran
ε. Όλα τα παραπάνω.

9. Οι δύο γενικές κατηγορίες εναέριας μεταφοράς είναι: Η _____ αεροπορία και η _____ αεροπορία.
10. Ονομάστε τρεις βασικούς τύπους αεροσκαφών.
11. Τα όρια του κοντινού διαστήματος είναι από _ έως _____ km από την επιφάνεια της γης.
12. _____ είναι ένας τύπος θερμικού κινητήρα, που χρησιμοποιείται για να δώσει ισχύ σε διαστημόπλοια στο διάστημα, όπου δεν υπάρχει οξυγόνο.
13. Τι εννοούμε με τον όρο "θερμικοί κινητήρες";
14. Κάθε τύπος μεταφορικού οχήματος χρειάζεται _____ ώστε να κινείται με τη δική του ισχύ.



Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα έχουν καταστήσει δυνατό τον ηλεκτρονικό έλεγχο στα συστήματα μεταφορών (Harris Corp.).



6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι πληροφορίες που δίνονται σε αυτό το κεφάλαιο θα σας βοηθήσουν, ώστε να:

- *Ορίσετε τη μετατροπή ενέργειας.*
- *Περιγράψετε τι γίνεται κατά τη μετατροπή ενέργειας.*
- *Εξηγήσετε τη διαφορά μεταξύ εμμέσων και αμέσων συστημάτων μετατροπής ενέργειας.*
- *Καταγράψετε και περιγράψετε τα κύρια έμμεσα συστήματα μετατροπής ενέργειας.*
- *Καταγράψετε και περιγράψετε τα κύρια άμεσα συστήματα μετατροπής ενέργειας.*

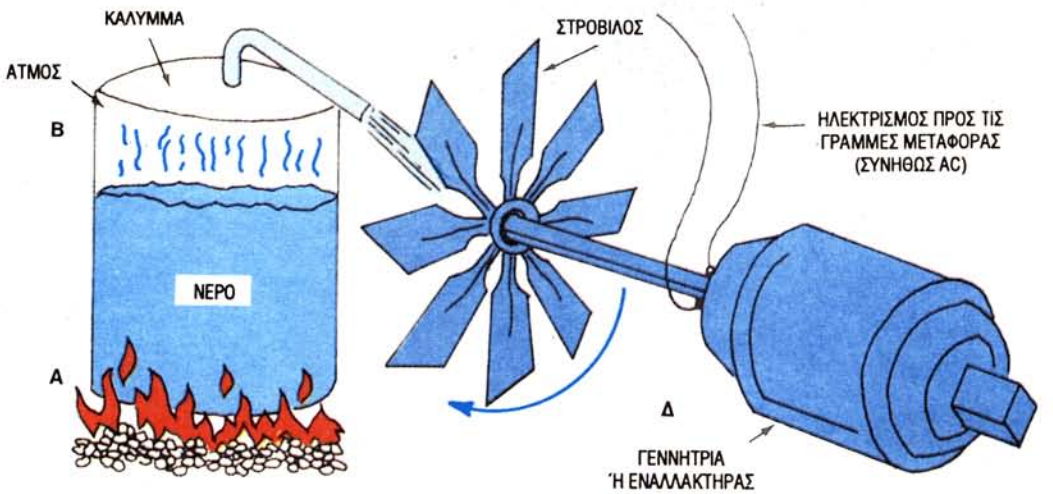
Όσο μελετούσατε πώς αξιοποιείται η ενέργεια στο κεφάλαιο 2, μάθατε τον όρο ***μετατροπής ενέργειας.*** Όπως θα θυμάστε, με τον όρο αυτό εννοούμε την αλλαγή της ενέργειας από τη μια μορφή στην άλλη. Αυτή η αλλαγή είναι ένα σημαντικό βήμα σε οποιαδήποτε χρήση της ενέργειας, διότι δι' αυτής επιτυγχάνονται δύο πράγματα:

- Ελευθερώνεται ενέργεια, με αποτέλεσμα να μπορεί να παραχθεί έργο.
- Μετατρέπεται η ενέργεια σε μορφή κατάλληλη για το έργο που χρειάζεται να παραχθεί.

Σε ορισμένες περιπτώσεις συντελούνται μια σειρά από μετατροπές, πριν τελικά χρησιμοποιηθεί η ενέργεια (σχ. 6-1). Τέλος, μικρή ποσότητα ενέργειας χάνεται σε κάθε μετατροπή.

ΤΥΠΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι μετατροπής της ενέργειας. Είναι δυνατόν να ξεχωρίσομε τους μετατροπείς σε διαφορετικούς τύπους. Ένας τρόπος είναι να τους κατατάξομε ανάλογα με τον αριθμό μετατροπών που πρέπει να γίνουν, πριν μπορέσει να χρησιμοποιηθεί η ενέργεια. Αν γίνουν πολλές μετατροπές, ώσπου να φθάσει η ενέργεια στην κατάλληλη μορφή για την παραγωγή έργου, η μέθοδος ονομάζεται ***έμμεση μετατροπή.*** Αν όμως η ενέργεια χρησιμοποιείται μετά από μία μετατροπή η μέθοδος ονομάζεται ***άμεση μετατροπή.***



Σχ. 6-1. *Απλοποιημένο διάγραμμα μιας ηλεκτρικής εγκαταστάσεως ισχύος. Συντελούνται πολλές μετατροπές πριν την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Α - Η καύση μετατρέπει τη χημική ενέργεια του κάρβουνου σε θερμοδυναμική. Β - Η θερμοδυναμική ενέργεια δημιουργεί υδρατμούς. Γ - Η μηχανική ενέργεια της πιέσεως του ατμού κινεί το στρόβιλο. Δ - Τελικά, ο εναλλακτήρας μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια του στροβίλου σε ηλεκτρική.*

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΜΜΕΣΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ

Επειδή ο κόσμος μας εξαρτάται τόσο πολύ από τα καύσιμα απολιθωμάτων, οι περισσότεροι μετατροπείς ως τώρα, έχουν σχεδιασθεί να αξιοποιούν την ενέργεια των υδατανθράκων (καύσιμα απολιθωμάτων). Οι μετατροπείς διά της καύσεως ουσιών, όπως η βενζίνη, ο άνθρακας, το φυσικό αέριο, τα diesel καύσιμα, η κηροζίνη και άλλες που περιέχουν άνθρακα, παράγουν θερμότητα. Η θερμότητα αυτή χρησιμοποιείται για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας. Ονομάζονται μετατροπείς θερμότητας από καύση ή θερμικές μηχανές, επειδή μετατρέπουν την καύσιμη ύλη σε θερμική ενέργεια και στη συνέχεια τη θερμική ενέργεια σε μηχανική.

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ

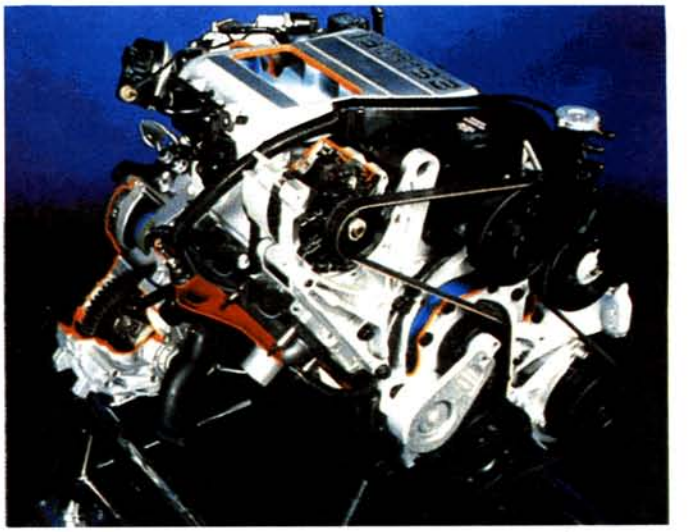
Μια κατηγορία θερμικών κινητήρων (σχ. 6-2) είναι σχεδιασμένοι να εξαερώνουν και να καίνε ένα μίγμα αέρα και βενζίνης μέσα σε έναν κλειστό θάλαμο, που ονομάζεται κύλινδρος. Αυτός ο τύπος ονομάζεται ***κινητήρας εσωτερικής καύσεως***. Μετατρέπει τη χημική ενέργεια σε εσωτερική, σε θερμότητα και στη συνέχεια σε μηχανική ενέργεια. Παρόμοιος με την ατμομηχανή, που αναφέραμε στο κεφάλαιο 2, ο κινητήρας εσωτερικής καύσεως αποτελείται από έναν ή περισσότερους χυτούς κυλίνδρους, οι οποίοι έχουν υποστεί μηχανική κατεργασία μέσα σε βαρύ μεταλλικό περίβλημα και αποτελούν ενιαίο σύνολο (μπλοκ).

Τετράχρονος κινητήρας.

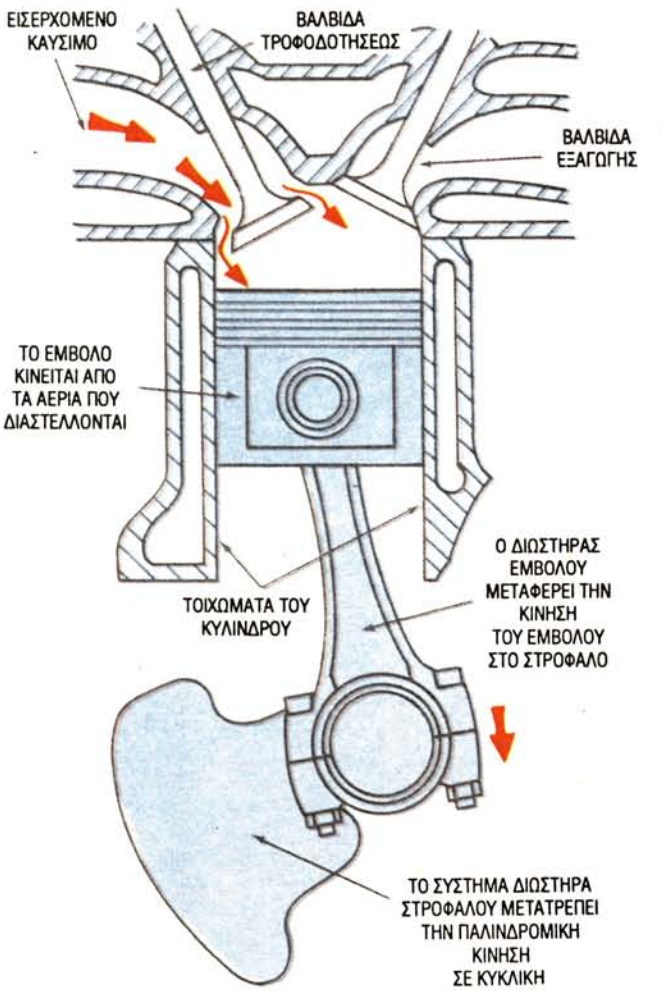
Ο τετράχρονος κινητήρας ονομάζεται έτσι, γιατί χρειάζονται τέσσερις χρόνοι για να ολοκληρωθεί ένας κύκλος. Ένας κύκλος περιλαμβάνει δύο χρόνους προς τα πάνω και δύο προς τα κάτω. Μόνο ένας από τους χρόνους παράγει κάποιο έργο (παράγει ισχύ).

Το επάνω μέρος του κυλίνδρου σε ένα μπλοκ τετράχρονου κινητήρα, είναι σφραγισμένο, εκτός από δύο μικρά ανοίγματα, που είναι σκεπασμένα με βαλβίδες. Οι βαλβίδες μοιάζουν με το πώμα ενός μπουκαλιού. Αυτές μπορούν να ανοίξουν ώστε να εισέλθουν αέρια ή υγρά ή να κλείσουν με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν διαρροές. Στον κινητήρα, μια βαλβίδα ελέγχει την εισαγωγή καυσίμου. Η άλλη ανοίγει, για να διαφύγουν τα καυσαέρια (μεταχειρισμένη καύσιμη ύλη) και παραμένει κλειστή κατά τη διάρκεια των άλλων χρόνων. Στο σχήμα 6-3 εικονίζεται απλοποιημένη η τομή τμήματος ενός κυλίνδρου και των σχετικών εξαρτημάτων του κινητήρα.

Ο κάθε κύλινδρος σε έναν κινητήρα έχει ένα έμβολο. Το έμβολο σφραγίζει το άλλο άκρο του κυλίνδρου, ώστε να μη διαφεύγουν αέρια από το κάτω μέρος του κυλίνδρου. Αυτό το έμβολο είναι συνδεδεμένο σε ένα στρόφαλο με μία ράβδο (διωστήρας), που ονομάζεται ράβδος εμβόλου. Τα έμβολα είναι ελεύθερα να κινούνται επάνω και κάτω μέσα στους κυλίνδρους.



Σχ. 6-2. *Ο κινητήρας αυτοκινήτου είναι θερμική μηχανή. Καίει καύσιμο μέσα στους κυλίνδρους του για να δώσει ισχύ στο αυτοκίνητο (Chevrolet).*



Σχ. 6-3. *Η κάθετη τομή δείχνει τα μέρη του κυλίνδρου ενός τετράχρονου κινητήρα. Προσέξτε τη συντονισμένη λειτουργία των διαφόρων εξαρτημάτων, για να παραχθεί ενέργεια.*

Πώς παράγεται ισχύς από τους τέσσερις χρόνους.

Το έμβολο κατά τον πρώτο χρόνο κατά την κίνησή του προς τα κάτω, αναρροφά εκρηκτικό μίγμα καυσίμου και αέρα. Το μίγμα συμπιέζεται κατά τον πρώτο χρόνο ανόδου του εμβόλου. Καθώς το έμβολο κινούμενο φθάνει στο υψηλότερο σημείο της διαδρομή του, ένας σπινθήρας από έναν αναφλεκτήρα (μπουζί), ή λόγω αυξήσεως της θερμοκρασίας του πεπιεσμένου αερίου ανάβει το εξαερωμένο καύσιμο. Το εξαερωμένο μίγμα καίγεται γρήγορα, κάνοντας τα αέρια να εκτονωθούν απότομα. Επειδή το επάνω μέρος του κυλίνδρου είναι σφραγισμένο, τα διαστελλόμενα αέρια ωθούν το έμβολο. Αυτός είναι ο χρόνος, κατά τον οποίο ο κινητήρας μετατρέπει ενέργεια σε έργο. Η ράβδος (διωστήρας), η οποία συνδέει το έμβολο με το στρόφαλο, μεταφέρει την ισχύ στο στρόφαλο περιστρέφοντάς τον πολύ γρήγορα. Ο στρόφαλος μεταφέρει την κίνηση στο φορτίο του. Το φορτίο μπορεί να είναι οι τροχοί ενός αυτοκινήτου ή η λεπίδα ενός κοπτήρα γρασιδιού. Το φορτίο μπορεί επίσης να είναι κάποιο άλλο μηχάνημα.

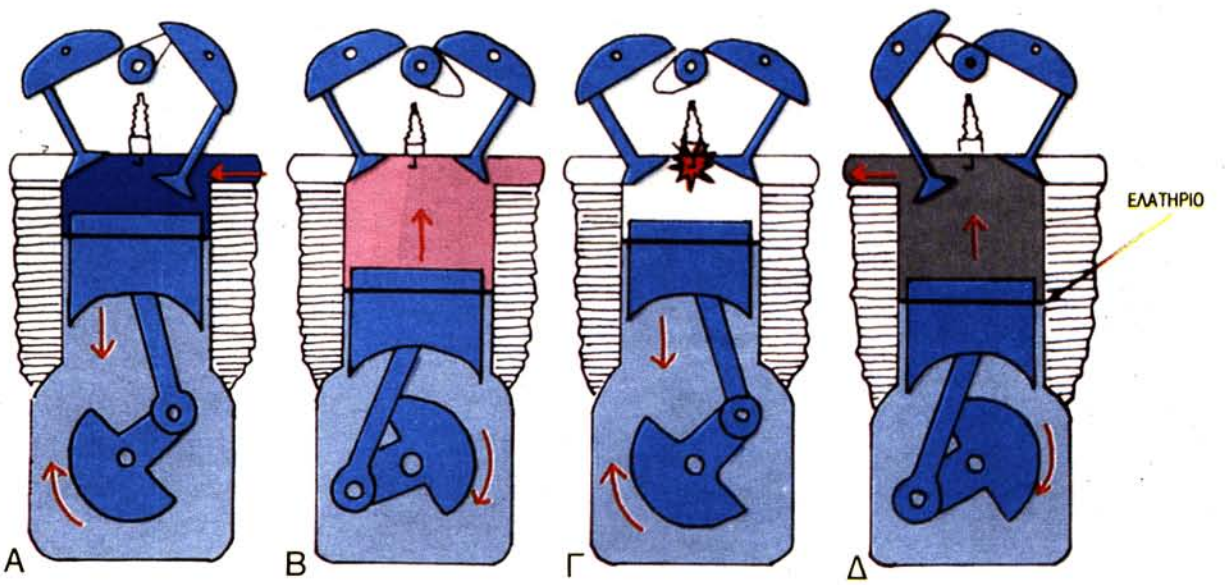
Κατά το δεύτερο χρόνο προς τα επάνω το έμβολο ωθεί τη χρησιμοποιημένη καύσιμη ύλη έξω από τον κύλινδρο μέσω της ανοικτής βαλβίδας εξαγωγής στο επάνω μέρος του κυλίνδρου. Όταν το έμβολο φθάνει στο υψηλότερο σημείο της διαδρομής του, η βαλβίδα εξαγωγής κλείνει και η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει ξανά. Ο κύκλος, που αποτελείται από την εισαγωγή, τη συμπίεση, την ισχύ, την εξαγωγή, αρχίζει πάλι από την αρχή. Στο σχήμα 6-4, έχομε μια σειρά σχεδίων, που δείχνουν τις τέσσερις φάσεις ενός τετράχρονου κινητήρα. Στο σχήμα 6-5 έχομε δύο σχέδια κινητήρων.

Τα περισσότερα αυτοκίνητα διαθέτουν τετράχρονο κινητήρα (σχ. 6-5). Υπάρχουν όμως θερμικοί κινητήρες που χρειάζονται μόνο δύο χρόνους, για να συμπληρώσουν τον κύκλο καύσεως. Αυτοί είναι γνωστοί ως δίχρονοι κινητήρες (σχ. 6-6).

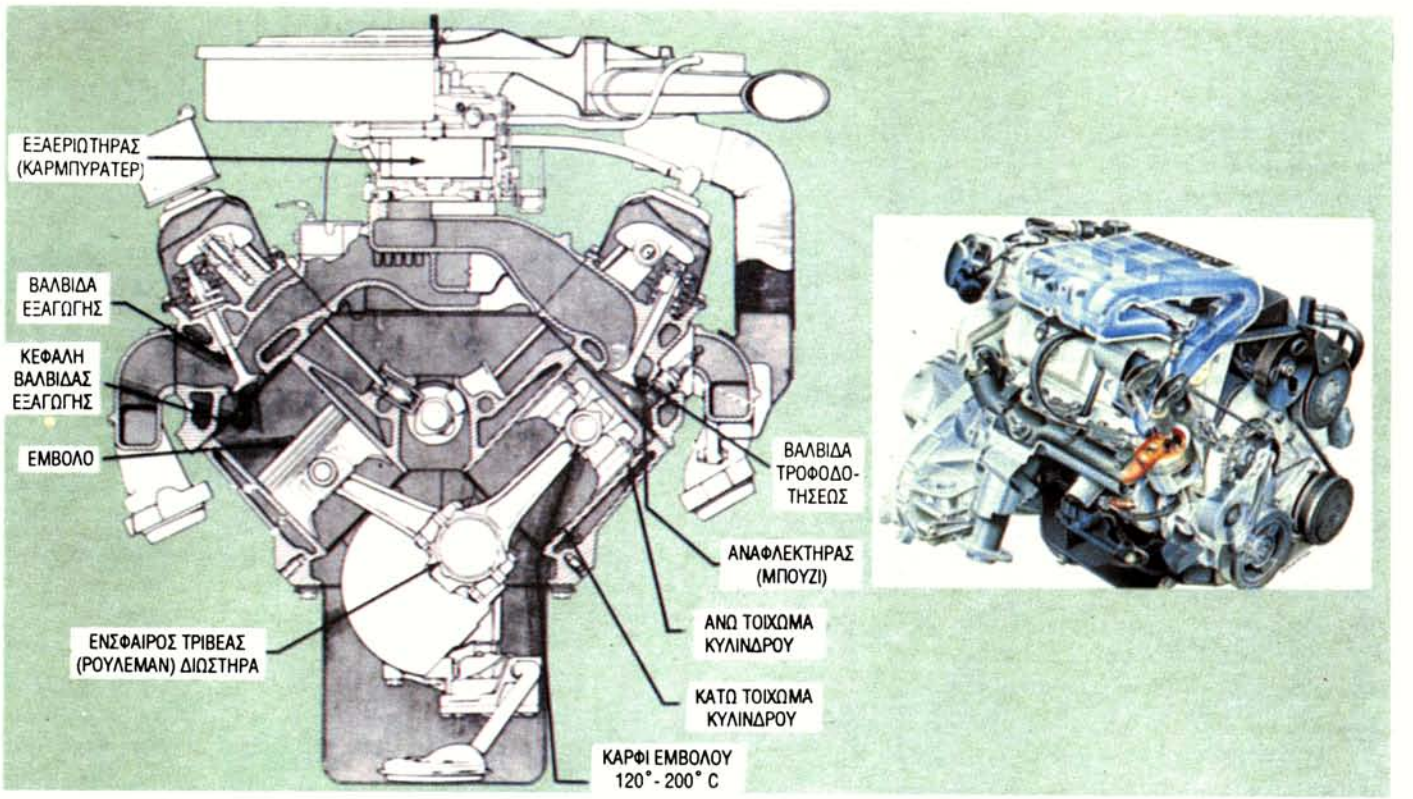
Λειτουργία δίχρονου κινητήρα.

Η δίχρονη λειτουργία αρχίζει με κίνηση του εμβόλου προς τα κάτω. Όταν γίνεται αυτή η κίνηση, δημιουργείται ένα κενό, λόγω του οποίου εισέρχεται ένα μίγμα αέρα - καυσίμου μέσα στο θάλαμο καύσεως. Κατά την κίνηση του εμβόλου προς τα επάνω το άνοιγμα διά του οποίου το καύσιμο εισέρχεται, κλείνει. Το καύσιμο συμπιέζεται από το έμβολο. Καθώς το έμβολο φθάνει στο υψηλότερο σημείο της διαδρομής του το συμπιεσμένο καύσιμο αναφλέγεται με μια έκρηξη, που οδηγεί το έμβολο προς τα κάτω και αυτός είναι ο χρόνος (παραγωγής) ισχύος. Καθώς το έμβολο πλησιάζει στο κατώτατο σημείο της διαδρομής του, τα χρησιμοποιημένα αέρια βγαίνουν από το θάλαμο και συντελείται εισροή καυσίμου ξανά. Ο κύκλος ξεκινά εκ νέου με την επόμενη προς τα επάνω κίνηση.

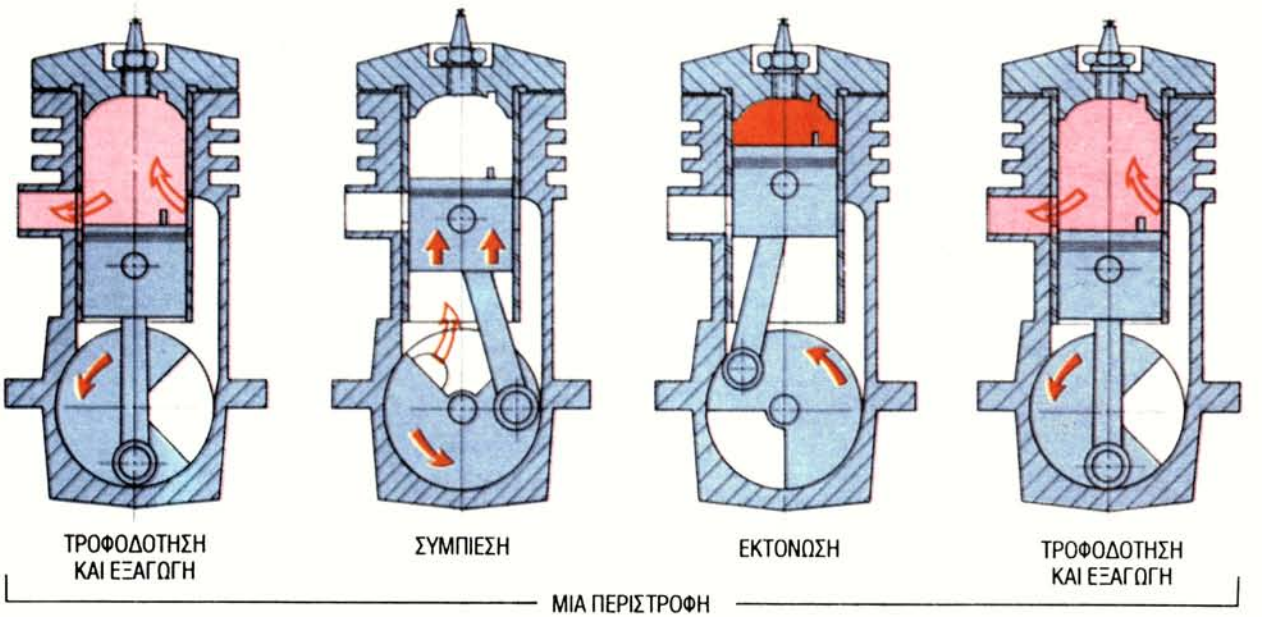
Δίχρονους κινητήρες διαθέτουν οι κοπτήρες γρασιδιού, τα οχήματα χιονιού και άλλα οχήματα των οποίων ο κινητήρας πρέπει να είναι μικρός και ελαφρύς.



Σχ. 6-4. *Λειτουργία τετράχρονου κινητήρα εσωτερικής καύσεως. Αυτός ονομάζεται επίσης παλινδρομικός κινητήρας, επειδή τα έμβολα κινούνται πάνω κάτω. Α - Στον πρώτο χρόνο (φάση) του κύκλου απορροφάται ατμός καυσίμου μέσω της ανοικτής βαλβίδας στο επάνω μέρος δεξιά. Β - Ο επόμενος χρόνος είναι προς τα επάνω, για να συμπιέσει τον ατμό αερίου. Η βαλβίδα είναι κλειστή. Γ - Ένας σπινθήρας ανάβει το καύσιμο οδηγώντας το έμβολο προς τα κάτω κατά το χρόνο εκτονώσεως. Δ - Χρόνος εξαγωγής. Το έμβολο κινείται προς τα επάνω, απομακρύνοντας το χρησιμοποιημένο καύσιμο μέσω της ανοικτής βαλβίδας εξαγωγής στο κάτω μέρος αριστερά.*



Σχ. 6-5. *Δύο σχέδια κινητήρα αυτοκινήτου. Α - Τομή ενός V6 τετράχρονου κινητήρα. Β - Τετράχρονος κινητήρας V6 3,1 λίτρων (Chevrolet).*



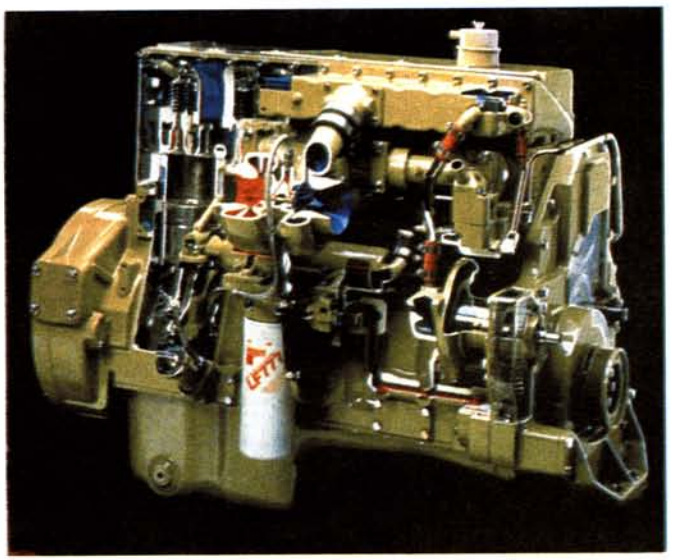
Σχ. 6-6. *Λειτουργία δίχρονου κινητήρα. Α - Στο κάτω μέρος του πρώτου χρόνου το χρησιμοποιημένο καύσιμο εξάγεται και νέοι ατμοί καυσίμου εισέρχονται στον κύλινδρο. Β - Κατά το χρόνο συμπιέσεως το καύσιμο συμπιέζεται. Γ - Το καύσιμο αναφλέγεται όταν ο αναφλεκτήρας προκαλεί σπινθήρα. Τα διαστελλόμενα αέρια κινούν το έμβολο προς τα κάτω. Δ - Στο τέλος του χρόνου εκτονώσεως το χρησιμοποιημένο καύσιμο εξάγεται και νέα ποσότητα ατμοποιημένου καυσίμου εισέρχεται στον κύλινδρο.*

Κινητήρες diesel (πετρελαιομηχανές).

Οι κινητήρες diesel (σχ. 6.7), όπως και οι κινητήρες βενζίνης, έχουν κυλίνδρους και έμβολα και καταναλώνουν υγρό καύσιμο. Και αυτοί μπορεί να είναι δίχρονοι ή τετράχρονοι.

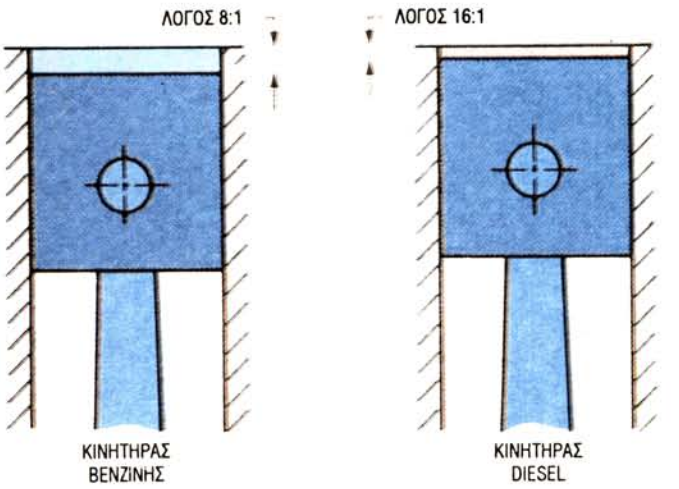
Διαφέρουν από τους κινητήρες βενζίνης στα εξής σημεία:

- Ο αέρας και το καύσιμο μεταφέρονται στο θάλαμο καύσεως χωριστά και αναμιγνύονται μέσα στον κύλινδρο και όχι μέσα στον εξαεριωτήρα (καρμπυρατέρ) όπως σε μια βενζινομηχανή. (Τα συστήματα εκχύσεως βενζίνης είναι παρόμοια με τα συστήματα εκχύσεως στις μηχανές diesel).
- Το diesel ως καύσιμο δεν είναι τόσο εκρηκτικό όσο η βενζίνη.
- Δεν υπάρχει σύστημα αναφλέξεως. Το diesel δεν αναφλέγεται από ηλεκτρικό σπινθήρα. Η ανάφλεξη οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας και στην πίεση των ατμών του καυσίμου.

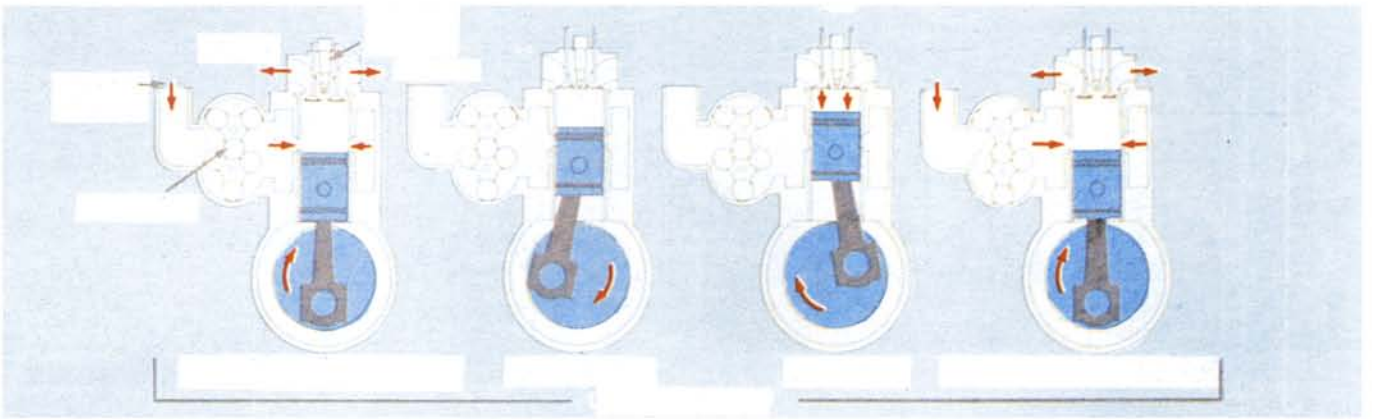


Σχ. 6-7. *Ένα κινητήρας diesel είναι άλλος ένα τύπος θερμικού κινητήρα εσωτερικής καύσεως, στον οποίο το καύσιμο αναφλέγεται λόγω της θερμοκρασίας του συμπιεσμένου καυσίμου. Τα μέρη που τον συγκροτούν φαίνονται στην τομή (Cummins Engine Co., Inc.).*

Εφόσον στον κινητήρα diesel η ανάφλεξη προκαλείται από την υψηλή πίεση των ατμών, οι λόγοι συμπιέσεων των κινητήρων diesel είναι υψηλότεροι από αυτούς των κινητήρων βενζίνης (σχ. 6-8). Ο αέρας που αναρροφάται στο θάλαμο καύσεως του κινητήρα diesel θερμαίνεται έως 540°C (ή περισσότερο), όταν αυτός συμπιέζεται πολύ γρήγορα. Μόλις πριν το έμβολο φθάσει στο ανώτατο νεκρό σημείο (το επάνω μέρος του χρόνου) ο εγχυτής του καυσίμου ψεκάζει μια συγκεκριμένη ποσότητα καυσίμου diesel μέσα στο θάλαμο καύσεως. Ο ζεστός αέρας αναφλέγει την καύσιμη ύλη και προκαλεί το χρόνο παραγωγής έργου. Οι κινητήρες diesel για το λόγο αυτό συχνά ονομάζονται κινητήρες αναφλέξεως από συμπίεση. Κατασκευάζονται και οι δύο τύποι κινητήρων diesel, δίχρονοι και τετράχρονοι. Ο τετράχρονος τύπος λειτουργεί με βάση την ίδια αρχή, που ισχύει για τον τετράχρονο βενζινοκινητήρα. Ο δίχρονος κινητήρας diesel έχει ένα χρόνο παραγωγής έργου (ενεργός χρόνος) σε κάθε περιστροφή και μπορεί να παράγει περίπου τη διπλή ισχύ από αυτήν που παράγει ο τετράχρονος κινητήρας. Το σχήμα 6-9 δείχνει μια περιστροφή ενός δίχρονου diesel κινητήρα.



Σχ. 6-8. *Για να θερμάνει σωστά το συμπιεσμένο μίγμα και να το αναφλέξει, ο κινητήρας diesel πρέπει να έχει πολύ μεγαλύτερο λόγο συμπιέσεως σε σύγκριση με τον κινητήρα βενζίνης.*



Σχ. 6-9. *Παρουσιάζεται η λειτουργία του δίχρονου diesel. Αυτού του τύπου ο κινητήρας είναι περίπου δύο φορές ισχυρότερος από τον αντίστοιχο τετράχρονο κινητήρα.*

Περιστροφικός κινητήρας εσωτερικής καύσεως.

Οι περιστροφικοί κινητήρες εσωτερικής καύσεως (σχ. 6-10) αναπτύσσουν ισχύ μέσω ενός στροφείου (ρότορα) ή στροφείων σε σχήμα τριγώνου, που περιστρέφονται μέσα στο θάλαμο καύσεως (σχ. 6-11).

Σε τρία διαφορετικά σημεία στη διάρκεια της περιστροφής του, συμπιέζει ένα εξαεριωμένο μίγμα αέρα και καυσίμου, το οποίο μετά αναφλέγεται. Όπως και με το συνηθισμένο κινητήρα βενζίνης, τα φλεγόμενα αέρια διαστέλλονται και προκαλούν την κίνηση του στροφείου. Ο περιστροφικός κινητήρας, γνωστός ως κινητήρας Wankel από το Γερμανό εφευρέτη Felix Wankel, έχει ορισμένα πλεονεκτήματα, που δεν έχει ο παλινδρομικός κινητήρας εσωτερικής καύσεως.

- Είναι μικρότερος, πιο αθόρυβος και δεν προκαλεί δονήσεις.
- Είναι αποδοτικότερος και αναπτύσσει περισσότερη ροπή συγκριτικά με το μέγεθός του.
- Ο κινητήρας Wankel έχει μόνο 70 βασικά εξαρτήματα. Ένας παλινδρομικός κινητήρας έξι κυλίνδρων ανάλογης ισχύος έχει περίπου 230 βασικά εξαρτήματα. Επομένως είναι ευκολότερη και φθηνότερη η παραγωγή και η συναρμολόγησή του.
- Ένας κινητήρας Wankel έχει 3 κινούμενα εξαρτήματα. Ένας παλινδρομικός έχει 166.
- Τα συστήματα ελέγχου της ρυπάνσεως προσαρμόζονται πιο εύκολα σε αυτόν. Με το πλεονέκτημα του μικρότερου μεγέθους και βάρους, είναι πιο εύκολο να δεχθεί τέτοια συστήματα ελέγχου.

Η αποδοτικότητα και η ισχύς του κινητήρα Wankel είναι εύκολο να καταλάβει κάποιος γιατί είναι μεγαλύτερες. Σε κάθε περιστροφή συντελείται τρεις φορές έναυση και παραγωγή έργου, όταν ο παλινδρομικός κινητήρας έχει μόνο έναν ενεργό χρόνο παραγωγικής ισχύος σε κάθε μία ή δύο περιστροφές. Επιπλέον, το έμβολο ενός παλινδρομικού κινητήρα πρέπει να αντιστρέψει την κατεύθυνσή του στο τέλος κάθε χρόνου.

Στον κινητήρα Wankel υπάρχει μόνο περιστροφική κίνηση.

Για κάθε κύκλο, ο κινητήρας Wankel ακολουθεί τέσσερις φάσεις:

1. Εισαγωγή: Ένα μίγμα καυσίμου και αέρα αναρροφάται, καθώς μεγαλώνει ο θάλαμος καύσεως.
2. Συμπίεση. Ο θάλαμος μικραίνει και συμπιέζει το μίγμα.
3. Παραγωγή έργου. Όταν το μίγμα αέρα - καύσιμης ύλης είναι εντελώς συμπιεσμένο, ο πρώτος αναφλεκτήρας προκαλεί σπινθήρα. Λίγο μετά συμβαίνει το ίδιο και με το δεύτερο αναφλεκτήρα, ώστε να διασφαλισθεί η ολοκλήρωση της αναφλέξεως.
4. Εξαγωγή. Το στροφείο πιέζει τα καμένα αέρια, ώστε αυτά να εξέλθουν από τη θύρα εξαγωγής.

Το σχήμα 6-12 δείχνει τη λειτουργία του θαλάμου ενός κινητήρα Wankel καθώς το στροφείο (ρότορας) περιστρέφεται περνώντας από αυτούς τους χρόνους (φάσεις).

Το στροφείο έχει τρεις πλευρές και τρεις θαλάμους. Οι θάλαμοι χωρίζονται με σφραγίσματα, που είναι τοποθετημένα στις κορυφές του στροφείου. Ο κινητήρας είναι χρονισμένος, έτσι ώστε κάθε πλευρά να παράγει ισχύ στη διάρκεια μιας περιστροφής του στροφείου. Στο σχήμα 6-13 εικονίζεται η κάθετη τομή ενός περιστρεφόμενου κινητήρα προσαρμοσμένου σε ένα θερμικό αντιδραστήρα. Ο αντιδραστήρας παράγει καυσαέρια σύμφωνα με κάποιες προδιαγραφές.

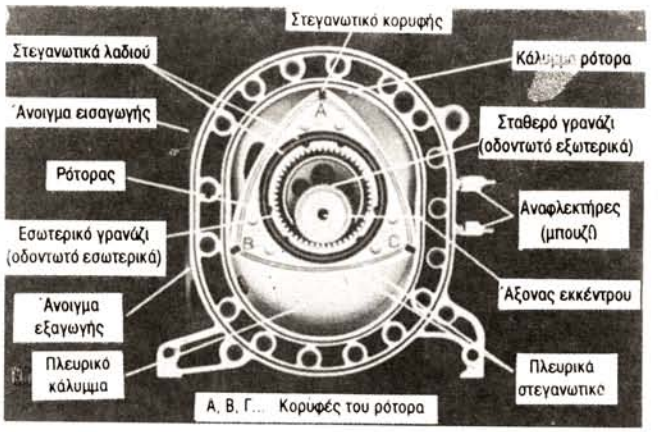
Κινητήρες αντιδράσεως (jet).

Επειδή είναι ισχυροί, ανάλογα με το μέγεθος και το βάρος τους, οι ***κινητήρες αντιδράσεως*** είναι η μόνη επιλογή για την κίνηση αεροσκαφών και πυραύλων. Συχνά κινούν αεροσκάφη με ταχύτητες που υπερβαίνουν τα 1210 km/h.

Οι κινητήρες αντιδράσεως λειτουργούν με τον ίδιο περίπου τρόπο που λειτουργεί ένα μπαλόνι, από το οποίο διαφεύγει αέρας (σχ. 6-14).



Σχ. 6-10. *Αυτός ο περιστροφικός κινητήρας, γνωστος επισης ως κινητήρας "Wankel" από τον εφευρέτη του. Καθένας από τους ρότορες αυτού πραγματοποιεί τρεις ωθήσεις ισχύος κατά τη διάρκεια κάθε περιστροφής (Mazda Motors of America).*



Σχ. 6-11. *Αυτά είναι τα κύρια μέρη ενός περιστροφικού κινητήρα εσωτερικής καύσεως. Ο ρότορας αντικαθιστά το έμβολο και το κάλυμμα τον παραδοσιακό κύλινδρο (Mazda Motors of America, Inc.).*

Το μπαλόνι κινείται από την πίεση του αέρα που ενυπάρχει σε αυτό και όχι από τον αέρα που διαφεύγει. Ισχύουν τα εξής:

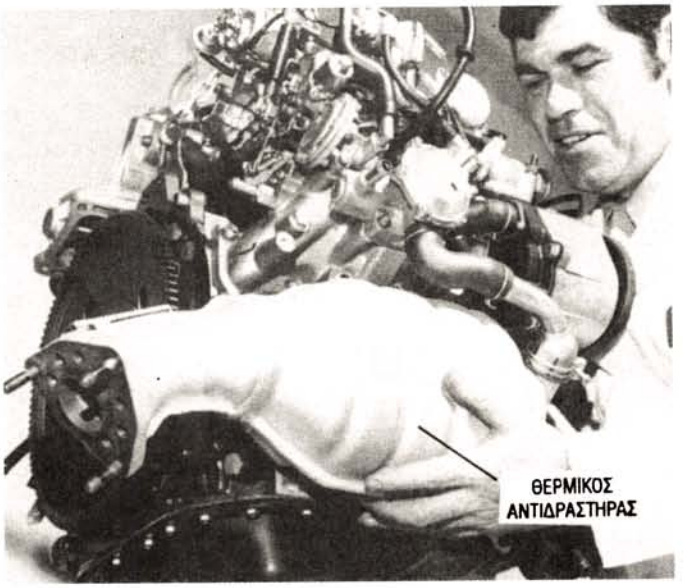
- Ο αέρας που διαφεύγει από το μπαλόνι ελαττώνει την εσωτερική πίεση στο σημείο διαφυγής.
- Η υψηλή πίεση συνεχίζει να σπρώχνει την άλλη άκρη του μπαλονιού.
- Αυτή η άνιση πίεση ωθεί το μπαλόνι προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης πιέσεως.

Με τον ίδιο τρόπο, ο κινητήρας αντιδράσεως κινείται προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης πιέσεως (σχ. 6-15).

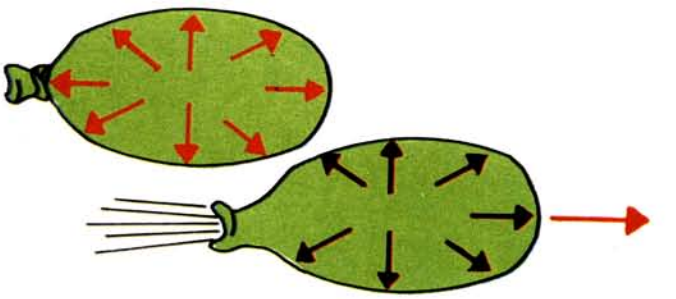
Η προώθηση με κινητήρα αντιδράσεως είναι δυνατή εξαιτίας της φυσικής αρχής που είναι γνωστή ως ο τρίτος Νόμος κινήσεως του Νεύτωνα. Σύμφωνα με αυτόν το νόμο, για κάθε δράση υπάρχει μια ίση και αντίθετη αντίδραση.

Στην περίπτωση του μπαλονιού η δράση είναι η δύναμη που ασκεί το μπαλόνι στον εξερχόμενο αέρα από το στόμιό του. Στον κινητήρα αντιδράσεως η δράση είναι η δύναμη επάνω στα καυτά αέρια που βγαίνουν από το πίσω μέρος του κινητήρα με μεγάλη ταχύτητα. Η αντίδραση και στις δύο περιπτώσεις είναι η δύναμη που ασκείται από τα αέρια επάνω στον κινητήρα (άνιση πίεση στο εσωτερικό).

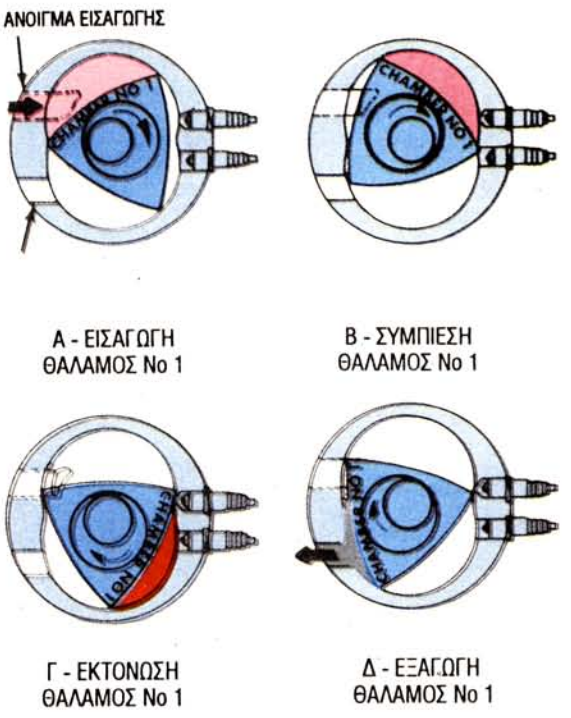
Ο κινητήρας αντιδράσεως που χρησιμοποιείται πιο πολύ σήμερα είναι ο στροβιλοκινητήρας αντιδράσεως. Αυτοί οι κινητήρες έχουν αντικαταστήσει κινητήρες εμ-



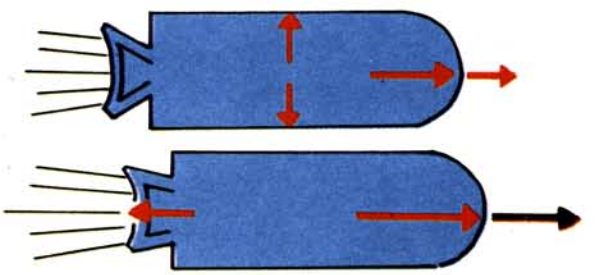
Σχ. 6-13. *Περιστροφικός κινητήρας στον οποίο έχει προσαρμοσθεί θερμικός αντιδραστήρας για τον έλεγχο καυσαερίων. Ο αντιδραστήρας δεν έχει μέρη που να φθείρονται και δεν χρησιμοποιεί ειδικά χημικά.*



Σχ. 6-14. *Το μπαλόνι δείχνει τη φυσική αρχή, σύμφωνα με την οποία για κάθε δράση υπάρχει μια ίση και αντίθετη αντίδραση. Επάνω: Όσο ο αέρας δεν μπορεί να διαφύγει από το μπαλόνι, η πίεση μέσα σε αυτό είναι ίση προς όλες τις πλευρές. Κάτω: Μόλις επιτραπεί στον αέρα να διαφύγει η πίεση στην κεφαλή είναι πιο μεγάλη και προωθεί το μπαλόνι προς αυτήν την κατεύθυνση.*



Σχ. 6-12. *Παρουσιάζεται ένας θάλαμος ενός κινητήρα Wankel κατά τη διάρκεια μιας περιστροφής του στροφαλοφόρου. Καθένας από τους άλλους θαλάμους ακολουθεί τον ίδιο κύκλο, αλλά σε διαφορετικούς χρόνους.*



Σχ. 6-15. *Πώς λειτουργεί ο κινητήρας jet. Αριστερά: Όπως και το μπαλόνι, το jet κινείται προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης πιέσεως. Δεξιά: Δράση και αντίδραση σε έναν jet.*

βόλων σε όλα τα στρατιωτικά και στα περισσότερα εμπορικά αεροσκάφη.

Κινητήρες ramjet.

Ο ***κινητήρας ramjet*** ξεχωρίζει για την απλότητά του και την απουσία κινουμένων μερών. Στην πραγματικότητα, δεν διαφέρει πολύ από έναν κύλινδρο με ανοικτά άκρα. Δεν είναι περίεργο που συνήθως αναφερόμαστε σε αυτόν χρησιμοποιώντας την έκφραση "ιπτάμενος σωλήνας καύσεως". Τα βασικά μέρη και οι βασικοί τύποι αυτού παρουσιάζονται στο σχήμα 6-16.

Ένα μειονέκτημα του ramjet είναι ότι δεν μπορεί να αναπτύξει καθόλου ώθηση, όταν παραμένει ακίνητος. Χρειάζεται να αναπτύξει προηγουμένως τόση ταχύτητα, ώστε να μπορέσει να λειτουργήσει. Αφού αναπτύξει την απαιτούμενη ταχύτητα για την προώθηση, η ταχύτητά του είναι θεωρητικά απεριόριστη· όσο πιο γρήγορα κινείται, τόσο καλύτερα λειτουργεί και αναπτύσσει μεγαλύτερη προώθηση. Για πρακτικούς λόγους η ανώτερη ταχύτητά του περιορίζεται (αριθμός Mach = 5). Σε δοκιμές σε αεροσήραγγες πιο υψηλές ταχύτητες προκάλεσαν πολύ μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας επάνω από το επιτρεπόμενο όριο. Εξαιτίας των χαρακτηριστικών του, ο κινητήρας ramjet είναι ιδανικός για τα κατευθυνόμενα βλήματα.

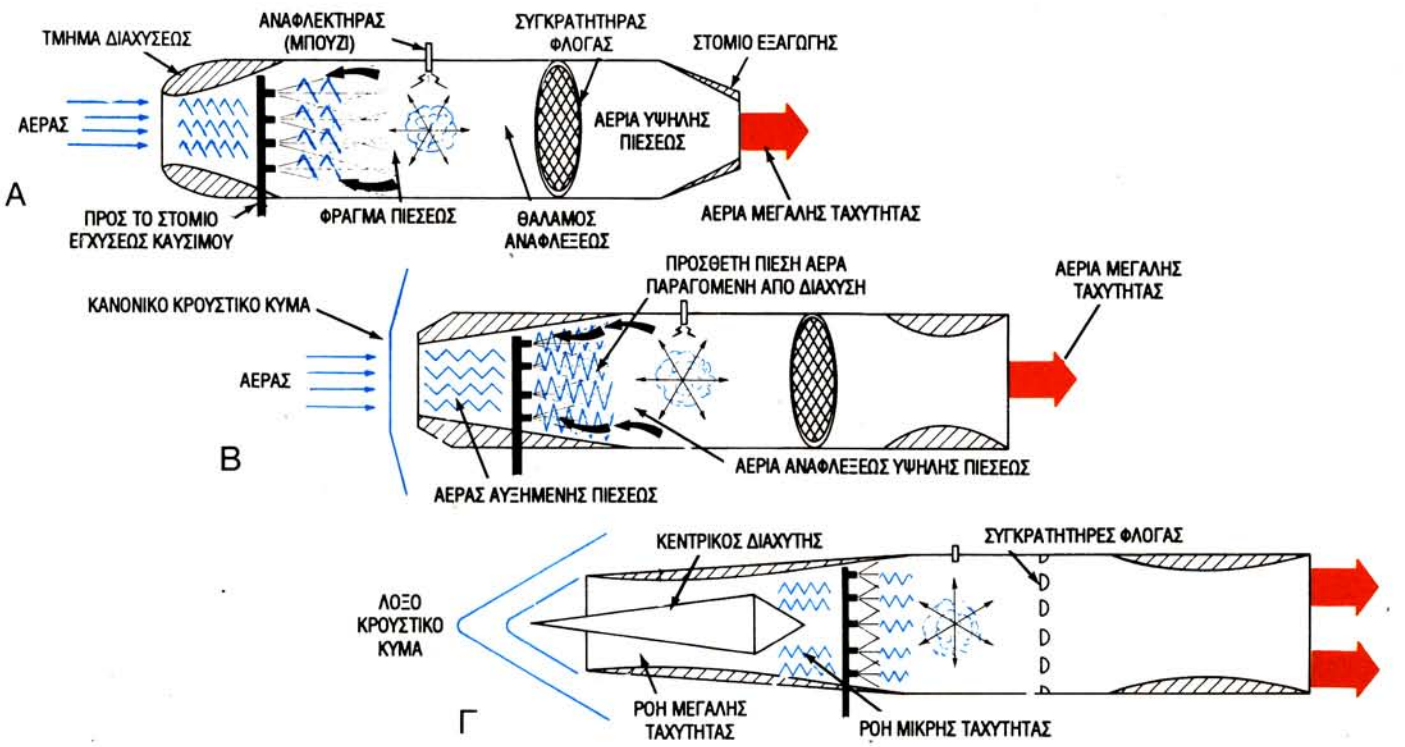
Στροβιλοκινητήρες αντιδράσεως.

Ο στροβιλοκινητήρας αντιδράσεως αντιπροσωπεύει μια ξεχωριστή κατηγορία κινητήρων, που είναι σχεδιασμένοι για χρήση σε αεροσκάφη. Αυτή είναι η κύρια χρήση τους ακόμη και σήμερα. Οι στροβιλοκινητήρες αντιδράσεως χρησιμοποιούνται περισσότερο σε στρατιωτικά αεροσκάφη. Όπως και οι άλλοι τύποι κινητήρων εσωτερικής καύσεως, έχει και αυτός τέσσερις χρόνους: εισαγωγή, συμπίεση, ανάφλεξη και εξαγωγή.

Η διαφορά του όμως από τον παλινδρομικό κινητήρα είναι ότι οι χρόνοι πραγματοποιούνται συνεχώς και όχι σε κύκλους.

Ο αέρας εισχωρεί στον κινητήρα μέσω του συμπιεστή. Ένας εκκινητής χρησιμοποιείται, για να δώσει στο συμπιεστή την ταχύτητα που χρειάζεται. Ο συμπιεσμένος αέρας αναγκάζεται να εισχωρήσει στο θάλαμο αναφλέξεως. Εδώ, το καύσιμο (συνήθως κηροζίνη), εισάγεται και αναφλέγεται πρώτα από τους αναφλεκτήρες. Λίγο μετά ανάφλεξη της καύσιμης ύλης πραγματοποιείται και στους υπόλοιπους θαλάμους με τη μεταφορά της φλόγας μέσω σωλήνων.

Η καύση, από τη στιγμή που θα αρχίσει, είναι συνεχής. Υπερθερμαινόμενα αέρια διαστέλλονται με πολύ μεγάλη ταχύτητα και πιέζουν προς το στόμιο εξόδου. Πριν διαφύγουν διέρχονται μέσω ενός στροβίλου. Τα



Σχ. 6-16. *Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι κινητήρων ramjet. Α - Υποηχητικός ramjet. Χρησιμοποιείται για να δώσει ισχύ στα ελικόπτερα. Β - Χαμηλός υπερηχητικός ramjet. Μια από τις εφαρμογές του είναι η κίνηση κινουμένων στόχων για το στρατό. Γ - Υψηλοί υπερηχητικοί ramjet χρησιμοποιούνται όταν χρειάζονται ταχύτητες αριθμού Mach 2 (διπλάσιο της ταχύτητας του ήχου). Είναι γνωστά ως (scramjet) (από το Supersonic Combustion Ram Jets). Άλλοι τύποι κινητήρων jet πρέπει να χρησιμοποιηθούν, για να αυξήσουν την ταχύτητα του ramjet ως την ταχύτητα προωθήσεως.*

αέρια χτυπούν τα λεπίδια του στροβίλου προκαλώντας την περιστροφή του με μεγάλη ταχύτητα. Ο στρόβιλος αναγκάζει το συμπιεστή του αέρα να συνεχίζει να εισάγει συμπιεσμένο αέρα στο θάλαμο αναφλέξεως. Ένα απλοποιημένο σχήμα ενός χαρακτηριστικού στροβιλοκινητήρα αντιδράσεως φαίνεται στο σχήμα 6-17.

Η έξοδος από ένα στροβιλοκινητήρα μετρείται σε ***pound*** ή ***newton προωθήσεως***. Για λόγους συγκρίσεως, μια μετατροπή σε ίππους μπορεί να γίνει διαιρώντας τα pound προωθήσεως διά του 2,6.

Μια δεύτερη κατηγορία στροβιλοκινητήρων είναι γνωστοί ως στροβιλοκινητήρες με ανεμιστήρα (σχ. 6-18). Ένας ανεμιστήρας έχει προστεθεί ακριβώς μπροστά από το συμπιεστή. Ο ανεμιστήρας αναρροφά επιπλέον αέρα, τον οποίο συμπιέζει μερικώς, πριν εισαχθεί στο συμπιεστή. Πρόσθετη ροή αέρα από τον ανεμιστήρα κινείται στο εξωτερικό του κινητήρα. Αυτή η διάταξη δίνει στον κινητήρα επιπλέον ισχύ. Μια άλλη παραλλαγή του στροβιλοκινητήρα με ανεμιστήρα είναι ο ελικοφόρος στροβιλοκινητήρας (σχ. 6-19). Η κύρια διαφορά του από το στροβιλοκινητήρα με ανεμιστήρα είναι ότι ένας έλικας αντικαθιστά τον ανεμιστήρα. Ένα σύστημα γραναζιών μειώσεως των στροφών που κινείται με τη βοήθεια του στροβίλου συμπιέσεως συνδέει τον έλικα με τον κινητήρα.

Σχεδόν όλη η ενέργεια που αναπτύσσεται με τη φλεγόμενη καύσιμη ύλη χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του συμπιεστή και του έλικα. Μικρή ποσότητα ενέργειας σπαταλάται άμεσα για να παραχθεί η προώθηση. Ελικοφόρους στροβιλοκινητήρες διαθέτουν κυρίως τα μικρότερα αεροσκάφη. Είναι κατάλληλοι για πτήσεις κοντινών ή μετρίων αποστάσεων.

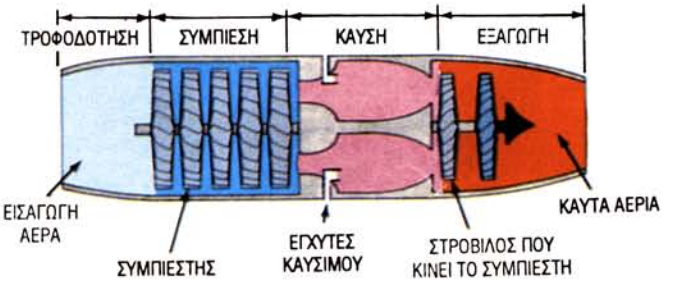
Κινητήρας αεριοστροβίλου.

Αυτού του είδους ο κινητήρας είναι παρόμοιος με τον ατμοστρόβιλο. Έχει μεγάλα στροφεία (ρότορες) με πτερύγια, που παίρνουν τη μεγάλη ενέργεια του συμπιεσμένου αερίου και περιστρέφονται με μεγάλη ταχύτητα.

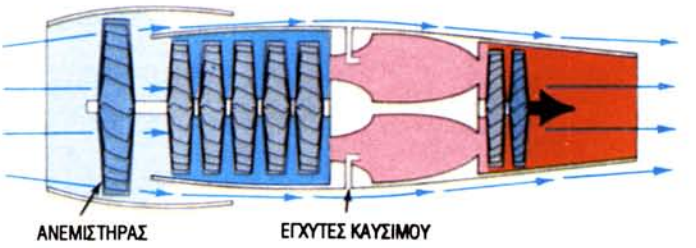
Ενώ ο ατμοστρόβιλος είναι σχεδιασμένος κυρίως να λειτουργήσει ενώ είναι στερεωμένος σε ακίνητη βάση, ο αεριοστρόβιλος χρησιμοποιείται σε οχήματα όπως τα αεροσκάφη, τα πλοία, τα τρένα και τα μεγάλα φορτηγά. Στο σχήμα 6-20 παρουσιάζεται ένα απλό σχέδιο και μια φωτογραφία ενός αεριοστροβίλου. Αποτελείται κυρίως από ένα συμπιεστή, ένα θάλαμο καύσεως, ένα στρόβιλο και ένα στόμιο εξαγωγής. Ο αεριοστρόβιλος είναι βασικά ένας στροβιλοκινητήρας αντιδράσεως, που έχει προσαρμοσθεί να κινεί έναν ελεύθερο στρόβιλο. Χρησιμοποιώντας ένα σύστημα γραναζιών μειώσεως ταχύτητας, προσαρμόζεται εύκολα σε διάφορες χρήσεις. Είναι απλός, αξιόπιστος, εύκολος να τεθεί σε λειτουργία όταν κάνει κρύο και έχει μικρές εκπομπές καυσαερίων. Οι ναυτικοί αεριοστρόβιλοι είναι τεράστιοι, της τάξεως των 40.000 ίππων. Οι βιομηχανικοί αεριοστρόβιλοι χρησιμοποιούνται συνήθως από εταιρείες ηλεκτρικού ρεύματος για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος κατά την περίοδο μεγάλης αιχμής.

Λειτουργία αεριοστροβίλου.

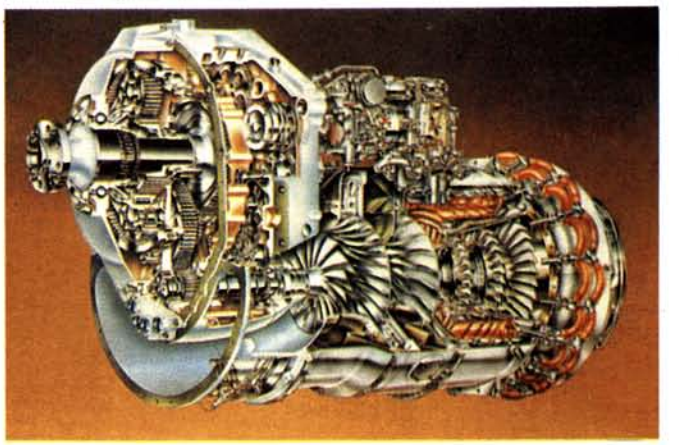
Συμπιεσμένος αέρας ωθείται μέσα στο θάλαμο καύσεως με ένα συμπιεστή-εξωστήρα. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος θερμαίνεται ο αέρας γύρω στους 218°C. Θερμαίνεται λίγο ακόμη διερχόμενος από έναν εναλλάκτη θερμότητας. Οι εναλλάκτες θερμότητας που βρίσκονται και στις δύο πλευρές του κινητήρα απορροφούν θερμότητα από τα αέρια εξαγωγής και τη μεταφέρουν στον εισερχόμενο συμπιεσμένο αέρα. Καύσιμο προστίθεται και αναφλέγεται από τον καυτό συμπιεσμένο αέρα. Διαστελλόμενα αέρια στους 1040 έως 927°C κινούνται μέσω του στροβίλου. Εκεί διαστέλλονται μέχρι να αποκτήσουν ατμοσφαιρική πίεση και μεταφέρουν την ενέργειά τους για να κινήσουν το συμπιεστή και τους



Σχ. 6-17. *Ένας στροβιλοκινητήρας αντιδράσεως μοιάζει με οποιονδήποτε άλλο κινητήρα εσωτερικής καύσεως και έχει τον ίδιο κύκλο καύσεως. Σε αυτόν όμως ο κύκλος είναι συνεχής.*



Σχ. 6-18. *Διάγραμμα ενός ανεμιστήρα. Ο ανεμιστήρας κινείται από ένα ξεχωριστό στρόβιλο στο πίσω μέρος του κινητήρα.*



Σχ. 6-19. *Ένας ελικοφόρος στροβιλοκινητήρας. Η ισχύς που αναπτύσσεται από τον κινητήρα κινεί έναν έλικα.*

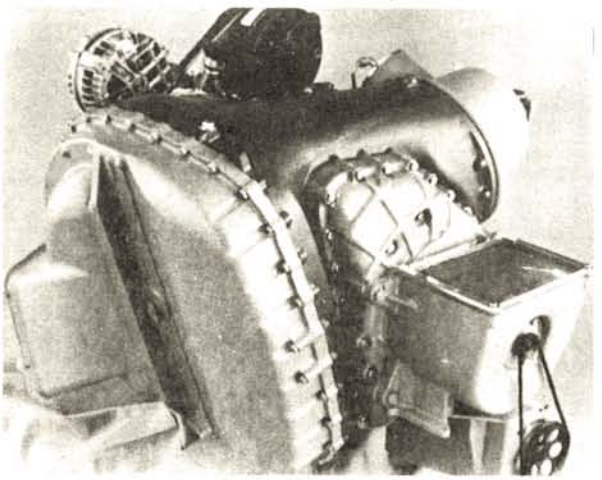
στροβίλους ισχύος. Ο στρόβιλος ισχύος κινεί κάποιον έλικα ή τροχούς.

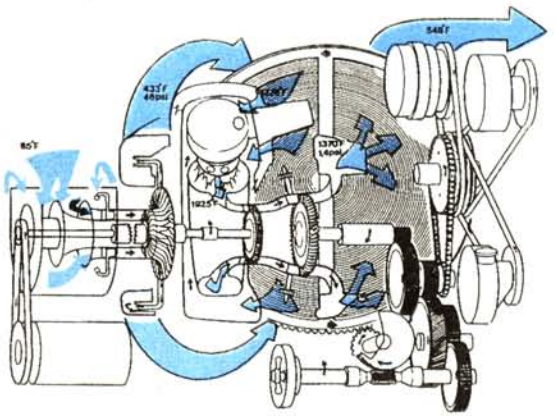
Αφού διέλθουν από το στρόβιλο τα καυτά αέρια χρησιμοποιούνται με έναν από τους δύο τρόπους: Στο στροβιλοκινητήρα αντιδράσεως και στο στροβιλοκινητήρα με ανεμιστήρα προμηθεύουν προώθηση αντιδράσεως. Στους ελικοφόρους στροβιλοκινητήρες και στους στροβιλοκινητήρες που κινούν στρεφόμενους άξονες χρησιμοποιούνται για να κινήσουν στροφεία ή έλικες.

ΠΥΡΑΥΛΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΣ

Όπως οι κινητήρες αντιδράσεως αεροπλάνων, και οι ***πυραυλοκινητήρες*** βασίζονται στον τρίτο νόμο κινήσεως του Νεύτωνα: Κάθε δράση έχει μια ίση και αντίθετη αντίδραση. Οι πυραυλοκινητήρες είναι και αυτοί κινητήρες αντιδράσεως.

Ο πυραυλοκινητήρας διαφέρει από τον κινητήρα αεροπλάνου στα εξής σημεία:





Σχ. 6-20. *Κινητήρες αεριοστροβίλου. Επάνω: Φωτογραφία ενός πειραματικού κινητήρα, σχεδιασμένου να λειτουργήσει σε αυτοκίνητο. Είναι συμπαγής και ισχυρός για το μέγεθός του. Κάτω: Σχηματικό διάγραμμα του ίδιου κινητήρα παρουσιάζει τη ροή του αέρα και της θερμοκρασίας. Προς το παρόν, κανένας δεν παράγει αυτού του τύπου τον κινητήρα, ώστε να λειτουργήσει σε αυτοκίνητα.*

- Ο πύραυλος μπορεί να λειτουργήσει στο μακρινό διάστημα, αφού είναι εφοδιασμένος με καύσιμο και οξυγόνο, που είναι απαραίτητο για την καύση. Το οξυγόνο βρίσκεται σε ένα οξειδωτικό που αποθηκεύεται σε ένα δοχείο μέσα στον πύραυλο. Τα αεροπλάνα είναι κατάλληλα μόνο για πτήσεις μέσα στην ατμόσφαιρα της γης, αφού παίρνουν τον αέρα για τις καύσεις, από το περιβάλλον έξω από τη μηχανή.
- Οι πύραυλοι έχουν λίγα, ίσως και κανένα, κινούμενα εξαρτήματα.
- Η λειτουργία του πυραύλου είναι πολύ απλή (σχ. 6-21). Καύσιμο και οξυγόνο ελευθερώνονται ή αναμιγνύονται και καίγονται μέσα στο θάλαμο καύσεως. Άνιση πίεση μέσα στον πύραυλο τον κινεί προς τα εμπρός. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι πυραύλων. Ο έ-



A



B

Σχ. 6-21. *Ένας πυραυλοκινητήρας είναι σχεδιασμένος να προωθήσει ένα όχημα στο διάστημα. Ο αέρας και το καύσιμο που καταναλώνει μεταφέρονται μέσα στο ίδιο το διαστημόπλοιο. Α - Απλοποιημένο σχέδιο του συστήματος προωθήσεως που είναι μέσα στο ίδιο το όχημα. Β - Ο κύριος κινητήρας του διαστημικού λεωφορείου στη διάρκεια μιας στατικής δοκιμής στο εργαστήριο του κατασκευαστή. Οι προωθητές είναι το υγρό οξυγόνο και το υγρό υδρογόνο. Το καύσιμο καίγεται καθαρά. Το μόνο υποπροϊόν της καύσεώς του είναι ο ατμός (Rocketdyne Div., Rockwell International).*

νας τύπος χρησιμοποιεί υγρό καύσιμο ή προωθητικό· ο άλλος χρησιμοποιεί στερεό προωθητικό.

Πύραυλοι με υγρό προωθητικό.

Ένας πύραυλος με υγρό καύσιμο έχει πέντε κύρια μέρη:

- Το προωθητικό.
- Το σύστημα τροφοδοσίας του προωθητικού.
- Το θάλαμο καύσεως.
- Τον αναφλεκτήρα μη υπεργολικού καυσίμου (χρειάζεται εξωτερική πηγή οξυγόνου και εξωτερική ανάφλεξη).
- Το σύστημα εξαγωγής.

Οι καύσιμες ύλες είναι ή μονοπροωθητές ή διπροωθητές. Οι μονοπροωθητές περιέχουν και καύσιμο και οξειδωτή μέσα σε μια ουσία. Όταν ένας διπροωθητής χρησιμοποιείται, το καύσιμο και ο οξειδωτής είναι διαχωρισμένα έως την έγχυσή τους μέσα στο θάλαμο καύσεως. Στο σχήμα 6-22 δίνεται ένα διάγραμμα πυραύλου, που χρησιμοποιεί ένα διπροωθητικό σύστημα. Χρησιμοποιούνται αναφλεκτήρες για την ανάφλεξη του διπροωθητή.

Δεν χρειάζεται αναφλεκτήρας εάν το καύσιμο είναι αναμεμιγμένο με τον οξειδωτή και αποτελεί ***υπεργολικό*** μίγμα.

Καύσιμο και οξειδωτής αναφλέγονται ταυτόχρονα, όταν έρθουν σε επαφή το ένα με το άλλο μέσα στο θάλαμο αναφλέξεως.

Πύραυλοι με στερεά προωθητικά.

Τα στερεά προωθητικά για πυραύλους αποτελούνται από υδατάνθρακα και έναν οξειδωτή. Ο οξειδωτής περιέχει μεγάλη αναλογία οξυγόνου.

Τα υλικά αναμιγνύονται σε αναλογίες, ώστε να παραχθεί μια στερεά ουσία. Το τελικό στερεό καύσιμο ονομάζεται κόκκος ή ράβδος. Μια γέμιση είναι ένας ή περισσότεροι κόκκοι ή ράβδοι. Το μίγμα του προωθητικού χύνεται μέσα στο θάλαμο καύσεως πριν σκληρύνει.

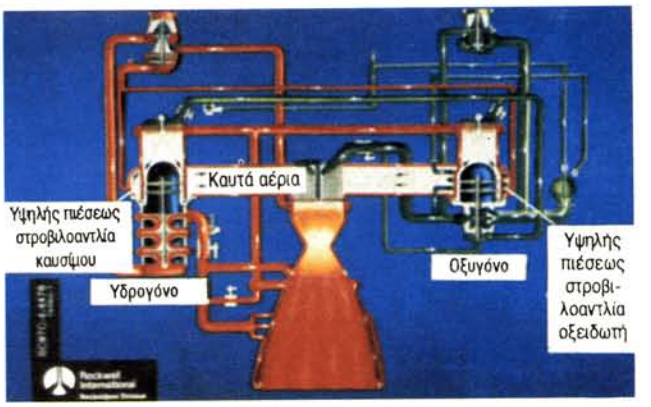
Οι πύραυλοι στερεών καυσίμων είναι πολύ απλοί. Έχουν μικρό ρυθμό καύσεως και συχνά χρησιμοποιούνται ως μονάδες πρόσθετης προωθήσεως ή για να κινήσουν μεγάλης ταχύτητας κατευθυνόμενα βλήματα.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ

Στους ***μετατροπείς εξωτερικής καύσεως*** η καύση του καυσίμου συντελείται έξω από τον κύλινδρο ή το θάλαμο καύσεως, όπου επιτυγχάνεται η μετατροπή από θερμότητα σε κίνηση. Υπάρχουν πολλοί τύποι:

- Ο ατμοκινητήρας. Καλό θα ήταν να ξαναδιαβάστε το κεφάλαιο 2 για τη χρήση του ατμού.
- Ο κινητήρας κύκλου Stirling.
- Ο κινητήρας ελεύθερου εμβόλου.

Κάποτε προτιμούσαν τις παλινδρομικές ατμομηχανές ως μονάδες προωθήσεως ή πηγές ισχύος για ελκυστήρες και ως σταθερές πηγές κινήσεως για τη λειτουργία μηχανημάτων σε εργοστάσια. Για μια μικρή περίοδο στην ιστορία της αναπτύξεως του αυτοκινήτου, υπήρχαν ατμομηχανές στα αυτοκίνητα. Τέτοιοι κινητήρες δεν αναπτύχθηκαν ως κύρια πηγή κινήσεως για τα ιδιωτικά οχήματα συγκοινωνίας ξηράς. Ο κινητήρας βενζίνης εσωτερικής καύσεως βόλευε περισσότερο και γρήγορα εκτόπισε τον ατμοκινητήρα. Πραγματοποιήθηκαν όμως αρκετά πειράματα στη δεκαετία του 1970 για να τελειοποιηθεί κάποιος τύπος θερμικού κινητήρα εξωτερικής καύσεως ώστε να χρησιμοποιηθεί στα αυτοκίνητα.



Σχ. 6-22. *Σχηματική παράσταση της λειτουργίας του κύριου κινητήρα του διαστημικού λεωφορείου. Όταν αρχίζει ο κινητήρας, οι παροχές υδρογόνου και οξυγόνου λειτουργούν ταυτόχρονα. Αναφλεκτήρες στους αριστερούς και δεξιούς τρούλους αρχίζουν την καύση με την οποία λειτουργούν οι στροβιλοαντλίες. Ένας τρίτος αναφλεκτήρας είναι τοποθετημένος επάνω από τον κινητήρα (κέντρο). Αναφλέγει το μίγμα που είναι ένα μέρος υδρογόνου και έξι μέρη οξυγόνου (Rocketdyne Div., Rockwell International).*



Σχ. 6-23. *Ατμοκίνητοι ελκυστήρες χρησιμοποιούνταν κάποτε στις γεωργικές εργασίες. Σήμερα εκτίθενται σε μουσεία.*

Μέχρι να αντικατασταθεί από άλλες μονάδες παραγωγής κινήσεως, η ατμομηχανή ήταν δημοφιλής στη σιδηροδρομική και ατμοπλοϊκή συγκοινωνία, όπως και ευρεία ήταν η εφαρμογή της στους γεωργικούς ελκυστήρες (σχ. 6-23).

ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΚΥΚΛΟΥ STIRLING

Ο ***κινητήρας κύκλου Stirling*** (σχ. 6-24) εφευρέθηκε το 1916 από τον ιερωμένο Robert Stirling. Παρ' όλο που συνήθως χρησιμοποιεί καύσιμα απολιθωμάτων, οποιαδήποτε πηγή θερμότητας θα είναι κατάλληλη συμπεριλαμβανομένης και της ηλιακής.

Η καύση συντελείται σε ένα θάλαμο που ονομάζεται καυστήρας.

Η θερμότητα μεταφέρεται σε ένα ρευστό, όπως αέριο ή ο αέρας, μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας. Αυτός είναι μια συσκευή που μπορεί να συλλέγει θερμότητα παραγόμενη από καύση και να τη μεταφέρει χωρίς να μεταφέρει την ύλη που έχει τη θερμότητα.

Ο εναλλάκτης θερμαίνει το συμπιεσμένο αέριο ή τον αέρα, ο οποίος μετά διαστέλλεται. Καθώς αυξάνεται η πίεση, το αέριο σπρώχνει τα έμβολα και δημιουργεί μηχανική ενέργεια.

Ένας στρόφαλος ή κατάλληλη πλάκα (σχ. 6-25) αλλάζει τη γραμμική κίνηση σε περιστροφική κίνηση.

Κατόπιν το αέριο μέσα στον κύλινδρο γίνεται πιο κρύο με έναν εξωτερικό ψύκτη. Το αέριο συστέλλεται και η πίεση πέφτει.

Στη συνέχεια ο κινητήρας κύκλου Stirling βελτιώθηκε. Όμως, η βασική του λειτουργία παραμένει, όπως την περιγράψαμε. Ο κινητήρας έχει δύο χρόνους για κάθε περιστροφή του στροφάλου. Αυτό τον καθιστά πιο αποδοτικό από τους δίχρονους ή τετράχρονους κινητήρες εσωτερικής καύσεως.

Η απόδοση του πιο πρόσφατου πειραματικού προτύπου ήταν περίπου 30%. Αυτή ήταν καλύτερη από την απόδοση των συγχρόνων κινητήρων αερίου (σχ. 6-26).

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ STIRLING

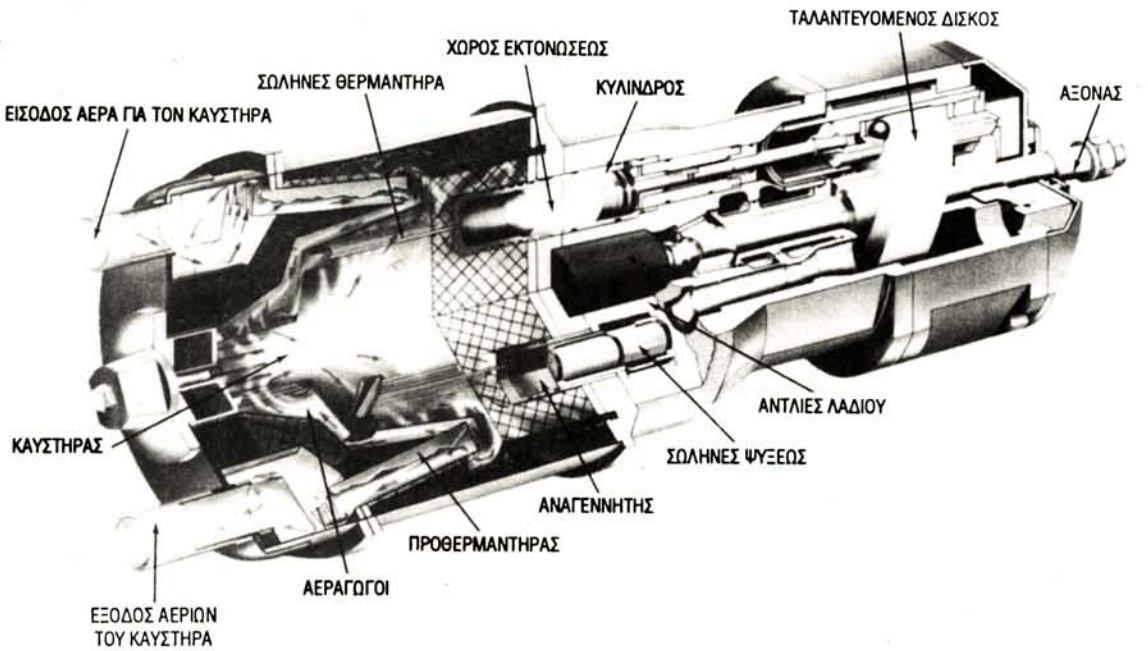
Ο πειραματισμός για τη βελτίωση του κινητήρα Stirling, έχει σταματήσει, γιατί υπήρξαν πολλά προβλήματα, που οι μηχανικοί δεν έχουν λύσει. Ένα πρόβλημα είναι η σωστή ψύξη του κινητήρα. Εφ' όσον λειτουργεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες πρέπει να απαλλαγεί από θερμότητα που είναι περισσότερη από αυτήν ενός συνηθισμένου κινητήρα βενζίνης.

Ένα δεύτερο πρόβλημα είναι τα αέρια που κινούν τα έμβολα. Το ήλιο και το υδρογόνο λειτουργούν καλύτερα, αλλά είναι δύσκολο να περιορισθούν γιατί παραμένουν υπό υψηλή πίεση, δηλαδή 200 ατμόσφαιρες (περίπου 420 Pa).

Το υδρογόνο θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα ασφάλειας στην περίπτωση που λόγω κάποιου σφάλματος σημειώνονταν διαρροή αυτού του πολύ εύφλεκτου αερίου.

ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΕΜΒΟΛΟΥ

Ένας άλλος μετατροπέας ενέργειας, που οι μηχανικοί έχουν προσπαθήσει να τελειοποιήσουν, είναι ο ***κινη-***

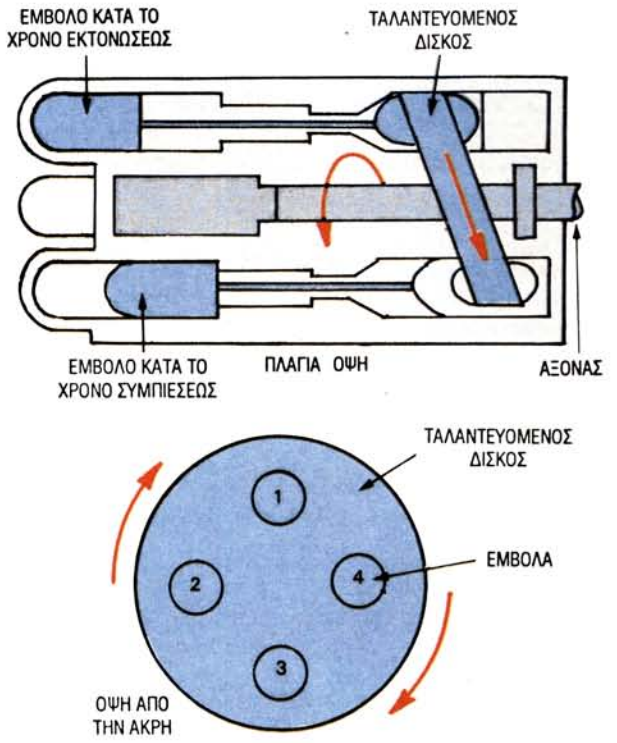


Σχ. 6-24. *Κινητήρας κύκλου Stirling. Πιο αποδοτικός από τον παλινδρομικό κινητήρα, ίσως στο μέλλον να είναι ο κινητήρας για τα περισσότερα αυτοκίνητα, αν μερικά από τα προβλήματά του λυθούν με την επέμβαση της τεχνολογίας (Ford Motor Co.).*

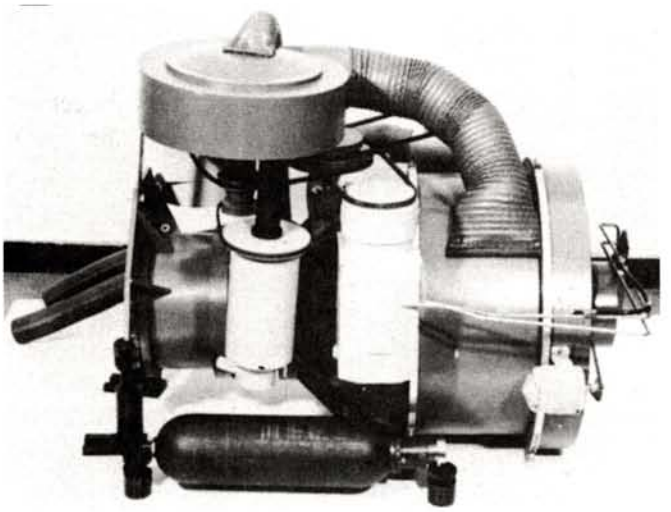
τήρας ελεύθερου εμβόλου (σχ. 6-27). Όπως ένα υβρίδιο, συνδυάζει στοιχεία και του παλινδρομικού κινητήρα και του αεριοστροβιλοκινητήρα.

Τα έμβολα ονομάζονται "ελεύθερα" γιατί δεν είναι συνδεδεμένα σε διωστήρα ή στροφαλοφόρο, ούτε έχουν σύστημα αναφλέξεως για το καύσιμο (σχ. 6-28). Οι κύλινδροι, μέσα στους οποίους τα έμβολα κινούνται είναι διαβαθμισμένοι έτσι, ώστε να υπάρχουν δύο διάμετροι στο κάθε έμβολο. Οι μεγάλες άκρες των εμβόλων ονομάζονται έμβολα ανακλάσεως. Όταν τίθεται σε λειτουργία ο κινητήρας, αέρας υπό πίεση ωθείται στο θάλαμο ανακλάσεως και δύο αντιμέτωπα έμβολα κινούνται το ένα προς το άλλο. Όταν τα έμβολα είναι πολύ κοντά το ένα στο άλλο, εισάγεται το καύσιμο στον κύλινδρο μεταξύ των εμβόλων. Το καύσιμο αναφλέγεται από τη μεγάλη πίεση και τα έμβολα αναγκάζονται να χωρίσουν βίαια. Αυτό προκαλεί τη συμπίεση του αέρα που βρίσκεται στο θάλαμο ανακλάσεως με αποτέλεσμα να παράγεται ενέργεια, που θα χρειασθεί για να επανέλθουν τα έμβολα στον πρώτο χρόνο. Σε κάποια στιγμή, οπές στον κύλινδρο ανοίγουν και επιτρέπουν στα διεσταλμένα λόγω θερμότητας αέρια να κινηθούν μέσα στο στρόβιλο προκαλώντας την περιστροφή του.

Παρ' όλο που ο κινητήρας με ελεύθερα έμβολα μπορεί να λειτουργήσει σχεδόν με οποιοδήποτε καύσιμο δεν υπάρχει στο εμπόριο. Διάφορα προβλήματα χαρακτηρίζουν τη λειτουργία του. Είναι θορυβώδης, με χαμηλή ισχύ, δύσκολα τίθεται σε λειτουργία και οι βίαιες δυνάμεις από την καύση γρήγορα προκαλούν φθορές.



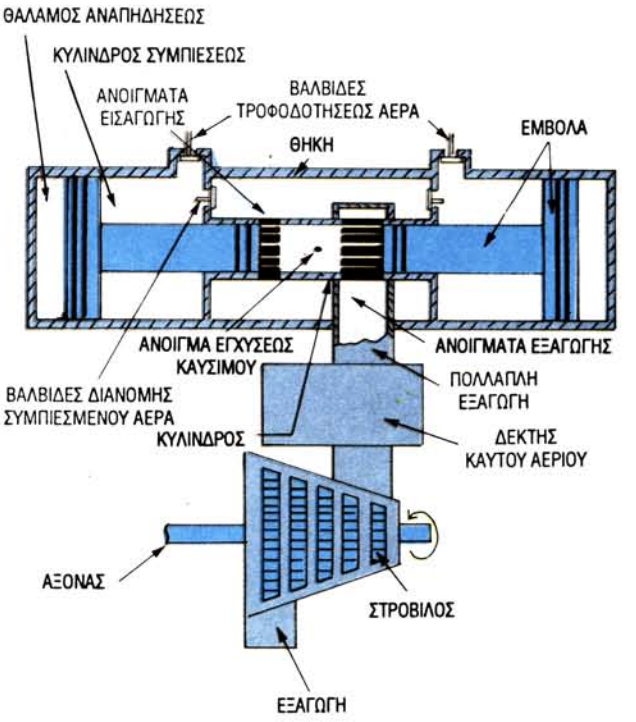
Σχ. 6-25. *Τομή των εμβόλων ενός κινητήρα κύκλου Stirling. Καθώς τα έμβολα κινούνται μπρος-πίσω, περιστρέφουν τον ταλαντευόμενο δίσκο προκαλώντας περιστροφή.*



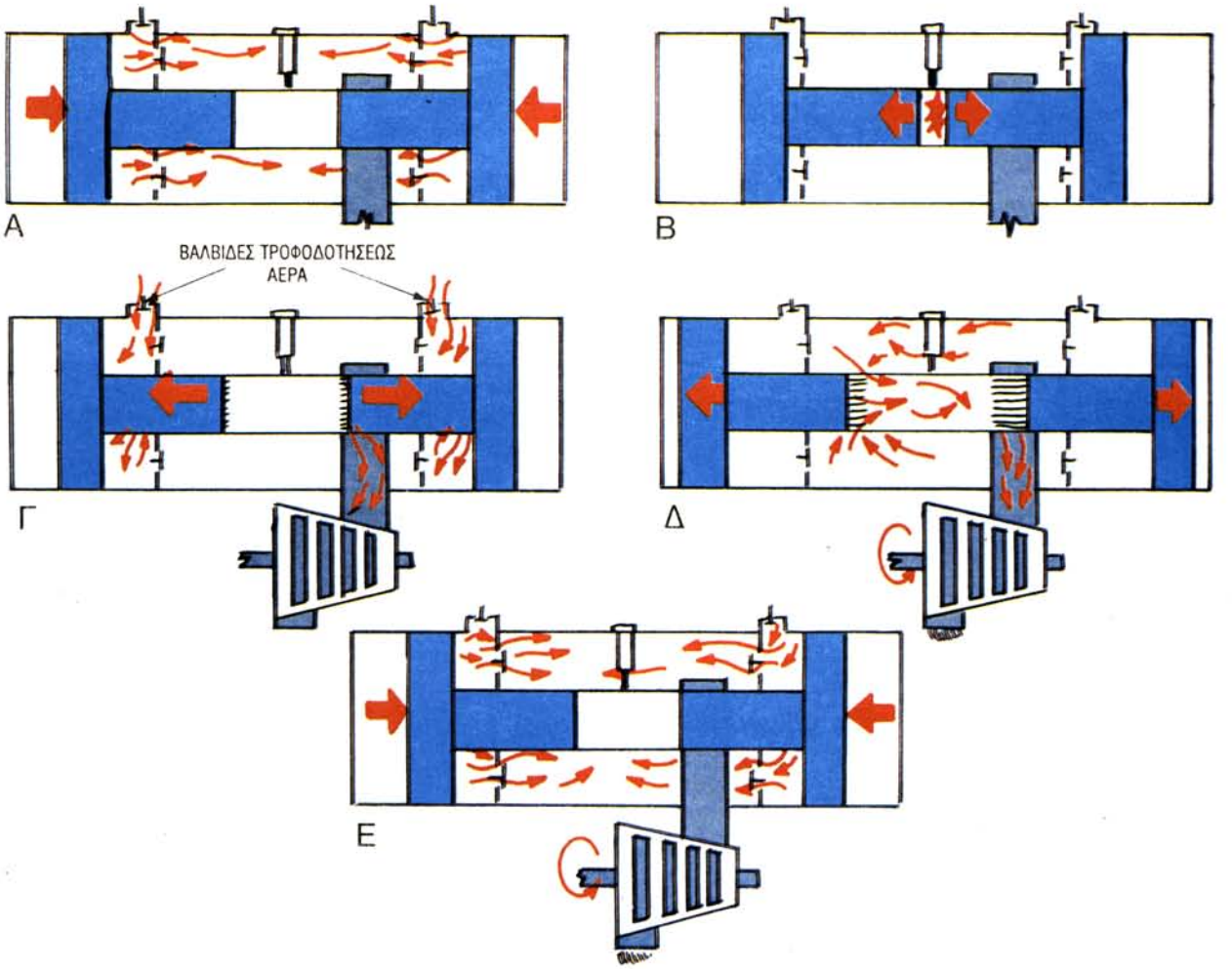
Σχ. 6-26. *Ένας πειραματικός κινητήρας Stirling, που σχεδιάσθηκε για να χρησιμοποιηθεί στα αυτοκίνητα (Ford Motor Co.).*

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ

Μεγάλο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται διεθνώς μετατρέπεται σε ηλεκτρική ισχύ. Η ισχύς χρησιμοποιείται παντού. Φωτίζει δρόμους, σπίτια, εργοστάσια, κτήρια όλων των ειδών και άλλες κατασκευές. Με αυτήν



Σχ. 6-27. *Απλό διάγραμμα ενός κινητήρα με ελεύθερο έμβολο. Συνδυάζει ένα στρόβιλο με εξαρτήματα ενός παλινδρομικού κινητήρα.*



Σχ. 6-28. *Οι διαδοχικές φάσεις της λειτουργίας ενός κινητήρα ελεύθερου εμβόλου, που κινεί ένα στρόβιλο. Α - Πίεση του αέρα από το σύστημα εκκινήσεως εισέρχεται στο θάλαμο αναπηδήσεως ή από τη μια μεριά ή από την άλλη. Β - Όταν οι άκρες των εμβόλων είναι κοντά, ένας σπινθήρας αναφλέγει το καύσιμο, που εισάγεται στο θάλαμο. Γ - Έμβολα, κινούμενα προς τα έξω, συμπιέζουν τον αέρα στο θάλαμο αναπηδήσεως. Κατ' αυτόν τον τρόπο παράγεται ενέργεια για το χρόνο της επιστροφής. Οι βαλβίδες τροφοδοτήσεως ανοίγουν, για να εισέλθει αέρας στο θάλαμο καύσεως. Τα ανοίγματα εξαγωγής ανοίγουν και επιτρέπουν την είσοδο του αέρα στο στρόβιλο. Δ - Τα ανοίγματα τροφοδοτήσεως ανοίγουν στο χρόνο εκτονώσεως. Κατόπιν συμπιεσμένος αέρας στον κλειστό χώρο γύρω στον κύλινδρο εισέρχεται στο θάλαμο καύσεως ωθώντας τα υπόλοιπα αέρια προς το στρόβιλο. Ε - Συμπιεσμένος αέρας στους θαλάμους αναπηδήσεως κινεί εκ νέου και τα δύο έμβολα για να αρχίσει ο επόμενος κύκλος.*

επίσης λειτουργούν κινητήρες, συσκευές, φούρνοι και συστήματα θερμάνσεως. Επιπλέον, όλοι οι τύποι συστημάτων επικοινωνίας βασίζονται στον ηλεκτρισμό.

Το μεγαλύτερο μέρος του ηλεκτρισμού που καταναλώνομε παράγεται αρχικά από τη μετατροπή ενέργειας σε θερμότητα. Περίπου 80% των σταθμών ισχύος χρησιμοποιούν ατμοστροβίλους, για να μετατρέψουν τη θερμότητα σε ηλεκτρική ισχύ.

Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Ο ηλεκτρισμός είναι το αποτέλεσμα της κινήσεως των ηλεκτρονίων από ένα άτομο ενός υλικού σε κάποιο άλλο με μια συνεχή ροή. Αυτοί οι τύποι υλικών είναι γνωστοί ως αγωγοί. Τα ηλεκτρόνια, που κινούνται διά μέσου ενός αγώγιμου υλικού μπορούν να παράγουν φως, καθώς κινούνται μέσω λαμπτήρων. Η κίνησή τους μέσα σε ηλεκτρικούς κινητήρες τους κάνει να περιστρέφονται. Όταν τα ηλεκτρόνια κινούνται μέσα σε ορισμένα υλικά, προκαλούν τη θέρμανσή τους.

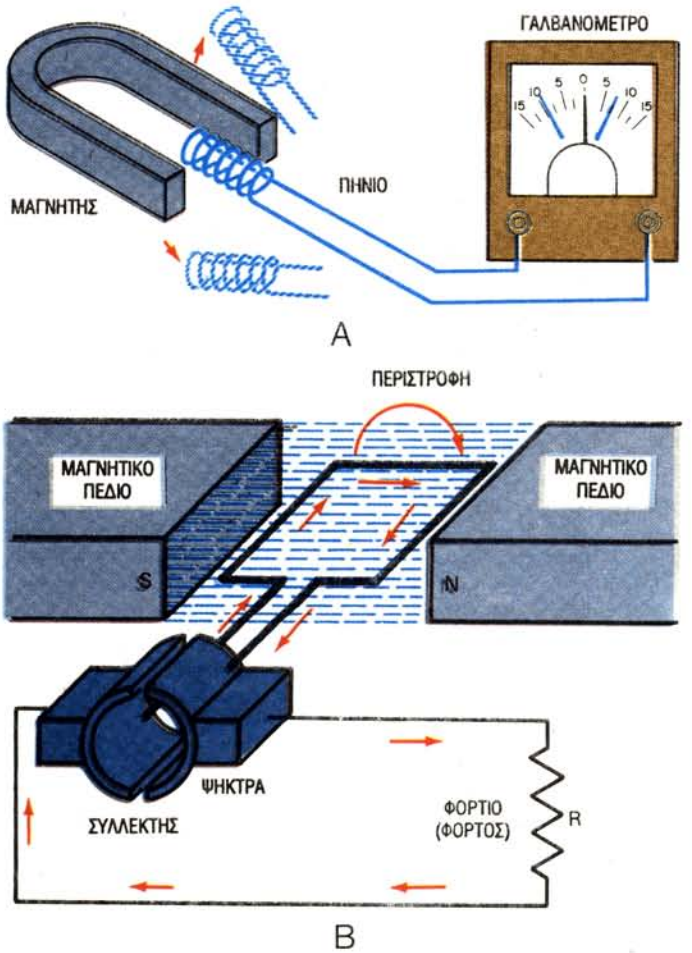
Τα ηλεκτρόνια κινούνται λόγω της έλξεώς τους από άλλα σωματίδια μέσα στο άτομο, που ονομάζονται πρωτόνια. Αυτή η έλξη οφείλεται στο γεγονός ότι τα ηλεκτρόνια είναι αρνητικώς φορτισμένα, ενώ τα πρωτόνια έχουν θετικό φορτίο. Είναι παρόμοια με την έλξη που υπάρχει μεταξύ δύο αντιθέτων πόλων ενός μαγνήτη.

ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Ο ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ο ηλεκτρισμός παράγεται επίσης και στη φύση. Όταν

ηλεκτρόνια αυξάνονται στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας κινούνται βίαια προς την περιοχή που υπάρχει το πλεόνασμα πρωτονίων. Το αποτέλεσμα είναι ο κεραυνός. Χτενίζοντας τα μαλλιά μας παράγομε αυτό που ονομάζεται στατικός ηλεκτρισμός.

Ο ηλεκτρισμός παράγεται χρησιμοποιώντας μαγνητισμό. Κάνοντας πειράματα ανακαλύψαμε ότι όταν ένα σύρμα που είναι καλός αγωγός κινείται διά μέσου ενός μαγνητικού πεδίου (μεταξύ των πόλων ενός μαγνήτη) παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα στο σύρμα-αγωγό (σχ. 6-29α). Αυτή η αρχή χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό μιας ηλεκτρικής γεννήτριας. Ένας βρόχος σύρματος-αγωγού περιστρέφεται συνέχεια μέσα σε αυτό το μαγνητικό πεδίο παράγοντας μια συνεχή ροή ηλεκτρονίων. Αυτήν τη ροή την ονομάζομε ηλεκτρικό ρεύμα. Το σχήμα 6-29β είναι ένα απλοποιημένο σχέδιο μιας γεννήτριας συνεχούς ρεύματος και δείχνει πώς αυτή λειτουργεί.



Σχ. 6-29. Μπορούμε να παράγομε ηλεκτρισμό με τη χρήση μαγνητών. Α - Καθώς ένα σύρμα κινείται διά μέσου ενός μαγνητικού πεδίου μεταξύ των πόλων ενός μαγνήτη, θα παραχθεί ρεύμα στο σύρμα. Αν το σύρμα είναι συνδεδεμένο με ένα γαλβανόμετρο, μια κίνηση προς τα κάτω στο πεδίο θα προκαλέσει την απόκλιση της βελόνας προς μια κατεύθυνση. Μια κίνηση προς τα επάνω, θα προκαλέσει την απόκλιση στην αντίθετη κατεύθυνση. Β - Και στη γεννήτρια χρησιμοποιείται επίσης η ίδια αρχή για την παραγωγή συνεχούς ρεύματος.

Τύποι γεννητριών.

Υπάρχουν δύο τύποι γεννητριών. Σύμφωνα με τον ένα τύπο το ρεύμα πάντα κινείται προς την ίδια κατεύθυνση. Γι' αυτόν το λόγο, η γεννήτρια ονομάζεται ***γεννήτρια συνεχούς ρεύματος.***

Σύμφωνα με τον άλλο, το ηλεκτρικό ρεύμα εναλλάσσεται, αλλάζει κατεύθυνση πολλές φορές το δευτερόλεπτο. Στη βόρεια Αμερική αυτή η εναλλαγή γίνεται 60 φορές το δευτερόλεπτο, στην Ευρώπη 50 φορές το δευτερόλεπτο. Οι κύκλοι ανά δευτερόλεπτο μετρούνται σε hertz.

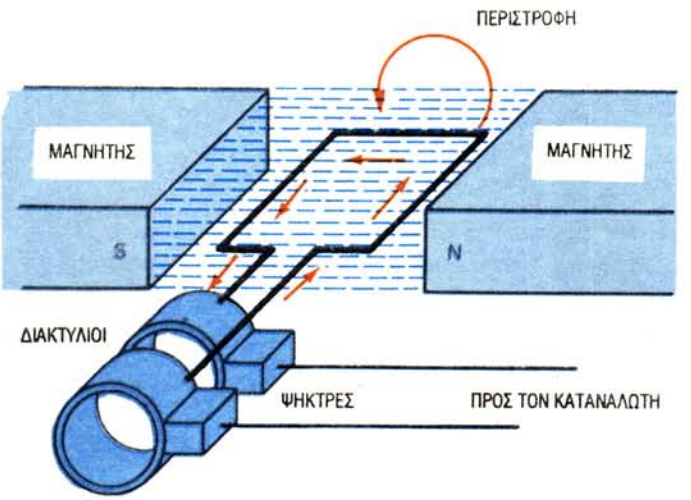
Συνήθως, η γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος ονομάζεται ***εναλλακτήρας.*** Στο σχήμα 6-30 έχομε ένα απλοποιημένο σχέδιο ενός εναλλακτήρα. Προσέξτε τους όρους με τους οποίους αποδίδονται τα διάφορα μέρη του.

Πώς λειτουργούν οι γεννήτριες/εναλλακτήρες.

Προσέξτε ότι το επαγώγιμο δεν είναι τίποτα περισσότερο από μια σπείρα ή ένα βρόχο σύρματος. Σε μια πραγματική γεννήτρια ή εναλλακτήρα το επαγώγιμο (επαγωγικό πηνίο) αποτελείται από εκατοντάδες βρόχους.

Για να παράγομε ηλεκτρισμό, ο βρόχος πρέπει να περιστρέφεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο ενός μαγνήτη. Μεγάλες μονάδες χρησιμοποιούν έναν ηλεκτρομαγνήτη.

Ρεύμα από το περιστρεφόμενο επαγώγιμο μπορεί να διέλθει μέσω αγωγού και να οδηγηθεί σε ένα φορτίο (φόρτο). Το φορτίο μιας ηλεκτρικής εγκαταστάσεως μπορεί να είναι όλα τα φώτα και η καταναλισκόμενη ισχύς μιας ολόκληρης περιοχής. Το φορτίο μιας μικρής γεννήτριας μπορεί να είναι οι ανάγκες ενός μόνο σπιτιού.



Σχ. 6-30. *Απλό λειτουργικό διάγραμμα ενός εναλλακτήρα. Το ρεύμα αλλάζει κατεύθυνση κάθε μισή περιστροφή του συρμάτινου πλαισίου.*

Σταθμοί ισχύος.

Η μεγαλύτερη παραγωγή ισχύος πραγματοποιείται σε μεγάλες εγκαταστάσεις, που ονομάζονται ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται είναι τα καύσιμα απολιθωμάτων (όπως ο άνθρακας), η υδροκίνηση (από έναν καταρράκτη ή νερό φράγματος) και η πυρηνική ενέργεια. Για το σταθμό ισχύος στο σχήμα 6.31 πηγή ενέργειας είναι ο άνθρακας.

Ο ηλεκτρισμός, αφού παραχθεί, πρέπει να μεταφερθεί στα σημεία χρήσεώς του. Για να μεταφερθεί σε κάποια απόσταση, ο ηλεκτρισμός πρέπει να έχει ένα είδος "πιέσεως" ώστε να κινηθεί. Το ανάλογο της πιέσεως που κινεί τον ηλεκτρισμό διά μέσου αγωγών ονομάζεται τάση.

Μια άλλη ονομασία είναι ηλεκτρεγερτική δύναμη. Καθώς παράγεται το ηλεκτρικό ρεύμα στη γεννήτρια, η ***τάση*** του είναι μεν υψηλή, αλλά όχι αρκετά υψηλή, ώστε η μεταφορά μέσω καλωδίων να μην έχει μεγάλες απώλειες. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται μετασχηματιστές ανυψώσεως.

Ένας ***μετασχηματιστής*** είναι μια ηλεκτρική συσκευή που μπορεί, να αλλάξει την τάση του ηλεκτρικού ρεύματος (σχ. 6-32). Όμως, ρεύμα με τάση περίπου 340.000 volt είναι πολύ υψηλό για να χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες, φώτα ή σε διάφορες συσκευές. Άλλοι μετασχηματιστές, που ονομάζονται μετασχηματιστές μειώσεως, τοποθετούνται σε υποσταθμούς, για να μειώσουν την τάση (σχ. 6-33). Κατόπιν, το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρεται σε εργοστάσια και άλλα μέρη, όπου θα χρησιμοποιηθεί για κίνηση και άλλες χρήσεις. Μικροί μετασχηματιστές, τοποθετημένοι σε στύλους ή στη γη μειώνουν την τάση στα 220 volt, ώστε ο ηλεκτρισμός να χρησιμοποιείται σε σπίτια και κτήρια (σχ. 6-34).

Η λειτουργία των ηλεκτρικών κινητήρων.

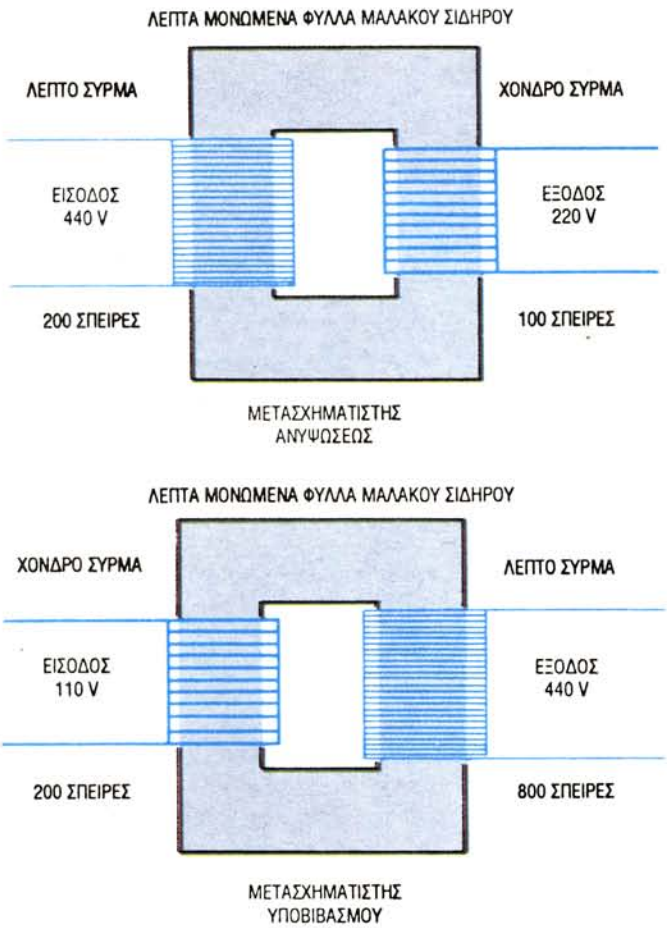
Ένας ***ηλεκτρικός κινητήρας*** (σχ. 6-35) μοιάζει πολύ με μια γεννήτρια ή έναν εναλλακτήρα. Η μόνη διαφορά είναι ότι η γεννήτρια μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική, ενώ ο κινητήρας μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια ξανά σε μηχανική. Και για τον ηλεκτρικό κινητήρα όπως και για τη γεννήτρια ο μαγνητισμός είναι η βάση της λειτουργίας του.

Λειτουργεί ως εξής:

- Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από μια γεννήτρια διέρχεται από το επαγωγικό πηνίο.
- Το πηνίο αλληλεπιδρά με τους μαγνήτες του κινητήρα. Αυτό προκαλεί την περιστροφή του πηνίου καθώς αυτό έλκεται και απωθείται από το μαγνήτη.
- Η περιστροφή είναι αρκετά δυνατή, έτσι ώστε ο κινητήρας να μπορεί να κινήσει μηχανήματα.
- Ένας άξονας συνδεδεμένος με το επαγωγικό πηνίο μεταφέρει την περιστροφή σε μια τροχαλία. Ένας ιμάντας μεταφέρει την κίνηση σε ένα μηχάνημα.



Σχ. 6-31. *Ένας ηλεκτρικός σταθμός που λειτουργεί με κάρβουνο. Μια αποβάθρα στα δεξιά επιτρέπει τη μεταφορά κάρβουνου με καράβι.*



Σχ. 6-32. *Οι μετασχηματιστές χρησιμοποιούν επίσης μαγνητισμό, για να αλλάξουν την ηλεκτρική τάση. Περιελίξεις σύρματος δημιουργούν ένα μαγνητικό πεδίο. Το μαγνητικό πεδίο επάγει ηλεκτρικό ρεύμα στο άλλο πηνίο.*



Σχ. 6-33. *Ένας υποσταθμός υποβιβάζει την τάση ώστε ο ηλεκτρισμός να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τη βιομηχανία. Ένας προστατευτικός φράκτης πάντα περικυκλώνει τους υποσταθμούς, λόγω του κινδύνου που δημιουργείται από την υψηλή τάση.*



Σχ. 6-34. *Ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρεται σε σπίτια με γραμμές μεταφοράς, όπως αυτές που φαίνονται εδώ. Μετασχηματιστές, τοποθετημένοι πάνω σε στύλους μειώνουν την τάση στα 120 ως 240 V για να χρησιμοποιηθεί ο ηλεκτρισμός σε σπίτια.*



Σχ. 6-35. *Ένας ηλεκτρικός κινητήρας χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια, για να παράγει μηχανική.*

Στοιχεία και συσσωρευτές (μπαταρίες).

Η χημική ενέργεια μπορεί να αποθηκευθεί και να χρησιμοποιηθεί αργότερα. Τα στοιχεία και οι συσσωρευτές (σχ. 6-36) μπορούν να θεωρηθούν και ως μηχανήματα αποθηκεύσεως και ως μετασχηματιστές ενέργειας. Τα χημικά μπορούν να είναι στη μορφή αλοιφής (ξηρός συσσωρευτής) ή υγρού (υγρός συσσωρευτής). Ένα απλό υγρό στοιχείο προκύπτει αν εμβαπτίσομε μια λωρίδα χαλκού και μια λωρίδα ψευδαργύρου σε ένα χημικό διάλυμα νερού και θειικού οξέος. Αν συνδέσομε αγωγούς στις λωρίδες και μετά σε μια λυχνία τα ηλεκτρόνια θα κινηθούν και θα παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα. Ένα απλό στοιχείο φαίνεται στο σχήμα 6-37.

ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ

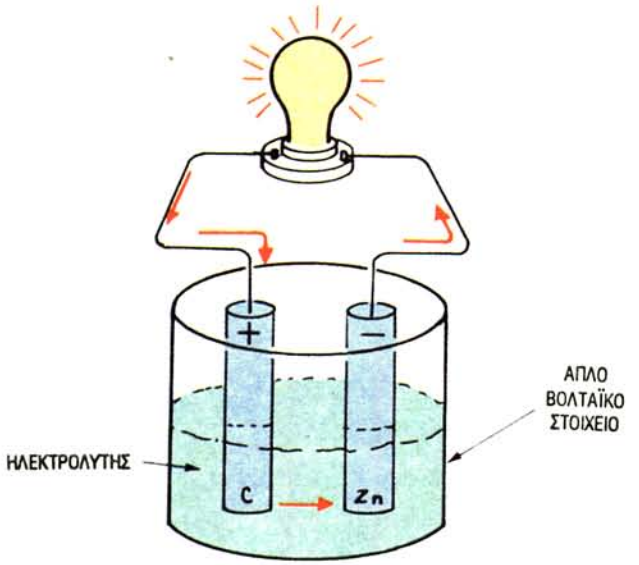
Ένας άλλος τύπος μηχανήματος έμμεσης μετατροπής ενέργειας είναι οι ατμολέβητες και οι καυστήρες που χρησιμοποιούνται για να παράγουν ατμό και ζεστό αέρα για τη θέρμανση χώρων και για τη βιομηχανική παραγωγή. Αυτά τα συστήματα είναι θερμικοί κινητήρες. Χρησιμοποιούν καύσιμα απολιθωμάτων ή ηλιακή ενέργεια για να παράγουν θερμότητα (σχ. 6-38).

Ο κινητήρας Rankine.

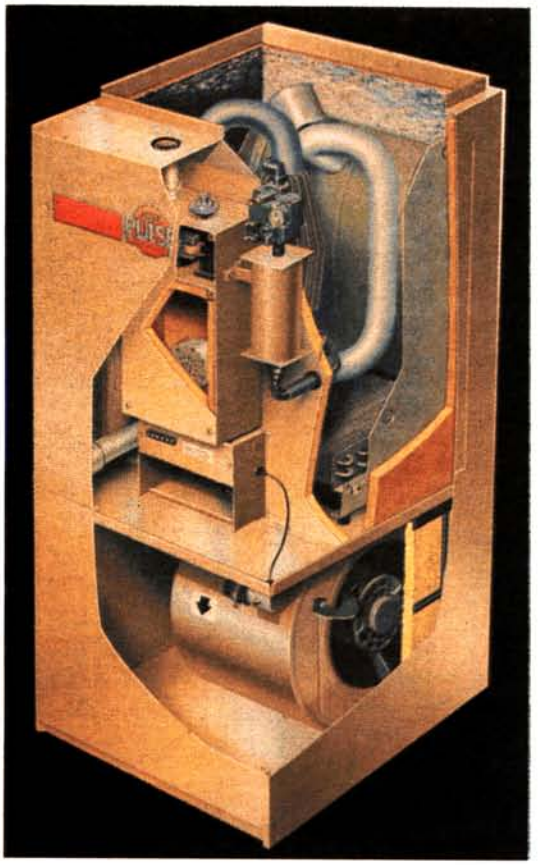
Ο ***κινητήρας Rankine*** είναι ένας αντιστρεπτός θερμικός κινητήρας. Χρησιμοποιεί ζεστό νερό, για να θερμάνει ένα πτητικό υγρό (ατμοποιείται πολύ εύκολα) όπως το Freon.



Σχ. 6-36. *Συσσωρευτές και στοιχεία υπάρχουν σε διάφορα μεγέθη και διάφορες τάσεις.*



Σχ. 6-37. *Η αρχή στην οποία βασίζεται ένα στοιχείο ή ένας συσσωρευτής παρουσιάζεται σε αυτό το πρόχειρα κατασκευασμένο στοιχείο.*



Σχ. 6-38. *Ένας κλίβανος καυτού αέρα είναι ένας τύπος θερμικής μηχανής (Lennox Industries, Inc.).*

Ο κινητήρας Rankine συνήθως χρησιμοποιείται, για να λειτουργήσει σώματα κλιματισμού ή γεννήτριες. Τελευταία, χρησιμοποιείται για να παράγει ηλεκτρική ισχύ στη μετατροπή εσωτερικής ενέργειας ωκεανών (OTEC).

Αυτό καλύπτεται στο κεφάλαιο 14, που ασχολείται με την εσωτερική ενέργεια (σχ. 6-39).

ΑΜΕΣΟΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο συσσωρευτής είναι ένα γνωστό παράδειγμα κατασκευής που επιτυγχάνει άμεση μετατροπή ενέργειας. Χρησιμοποιεί μια αλοιφή ή ένα υγρό χημικό διάλυμα για να αποθηκεύσει ηλεκτρισμό. Ο αποθηκευμένος ηλεκτρισμός προκαλεί μια χημική μεταβολή στο διάλυμα. Όταν ο συσσωρευτής συνδέεται με ένα κύκλωμα, τα ηλεκτρόνια κινούνται από το χημικό διάλυμα μέσω ενός αγωγού. Ο συσσωρευτής παράγει το ρεύμα χωρίς κανένα κινούμενο εξάρτημα και χωρίς να μεσολαβεί κάποιο ενδιάμεσο βήμα.

Επιστήμονες και μηχανικοί εργάζονται για τη δημιουργία άλλων συσκευών που θα μπορούν να μετατρέπουν κάποια μορφή ενέργειας άμεσα. Αυτό είναι επιθυμητό για πολλούς λόγους:

- Κατ' αρχήν, οι άμεσες μετατροπές είναι γενικά πιο αποδοτικές.
- Ένας άλλος λόγος είναι ότι μια κατασκευή άμεσης μετατροπής θα είναι πιο λειτουργική και με μικρότερη πιθανότητα βλάβης. Αυτό το στοιχείο θα έκανε τους άμεσους μετατροπείς πιο ελκυστικούς στις περιπτώσεις όπου δεν θα υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε επισκευαστές. Μικρές μονάδες τέτοιου τύπου ήδη λειτουργούν σε συστήματα ισχύος, σε δορυφόρους και πυραύλους, που χρησιμοποιούνται στα προγράμματα του διαστήματος. Υπάρχουν αρκετά καινούργια συστήματα άμεσης μετατροπής.

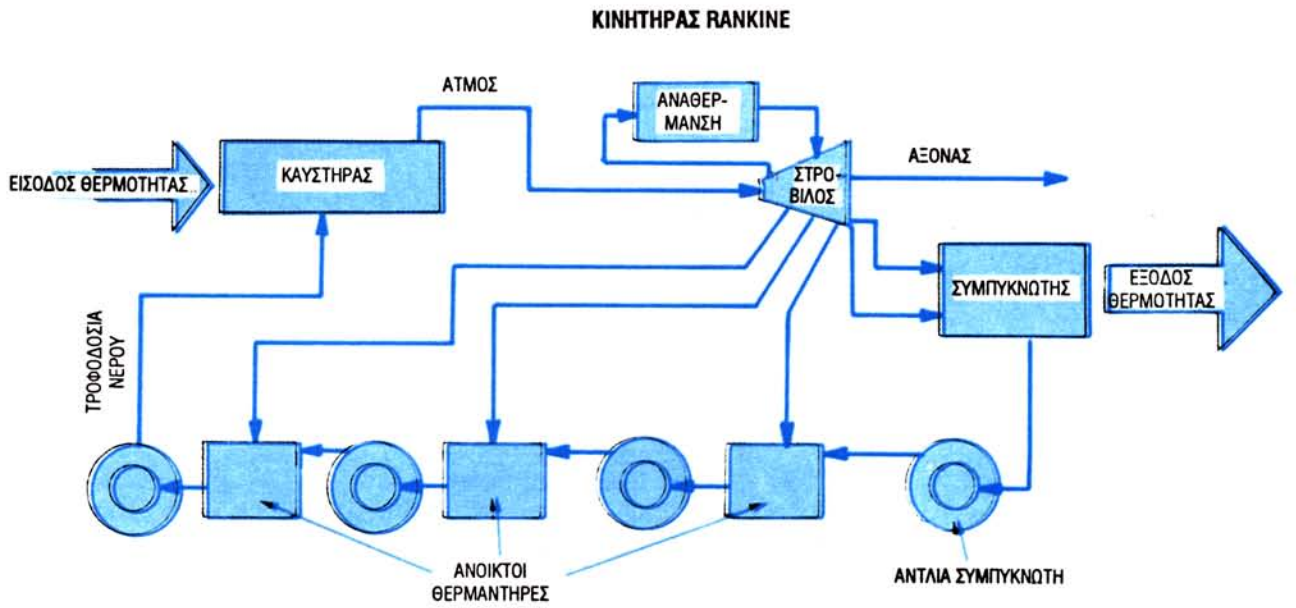
  Μερικά από αυτά υπάρχουν σε περιορισμένη παραγωγή. Άλλα μόλις αναπτύσσονται.
- ***Στοιχεία καυσίμου.*** Όπως περίπου ένας συσσωρευτής, και αυτά παράγουν ηλεκτρισμό από μια πηγή καυσίμου και οξυγόνου.
- Η ***MHD*** (μαγνητοϋδροδυναμική) ***γεννήτρια*** μετατρέπει ενέργεια καυτών αερίων άμεσα σε ηλεκτρικό ρεύμα.
- ***Ηλιακά στοιχεία***, που μετατρέπουν το ηλιακό φως άμεσα σε ηλεκτρισμό.

Αυτές και άλλες κατασκευές άμεσης μετατροπής που ακόμα αναπτύσσονται μελετώνται σε άλλα κεφάλαια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μετατροπή ενέργειας είναι η αλλαγή ενέργειας από μια μορφή σε άλλη. Έτσι απελευθερώνεται ενέργεια για να παράγει έργο και μετατρέπεται σε μορφή πιο κατάλληλη για το έργο που πρέπει να παραχθεί.

Η μετατροπή ενέργειας μπορεί να συντελεσθεί άμεσα ή έμμεσα. Λέγοντας έμμεση μετατροπή εννοούμε πάνω



Σχ. 6-39. *Σχηματικό διάγραμμα που δείχνει τη διάταξη κινητήρα Rankine. Η πιο συχνή χρήση του είναι σε κλιματιστικά.*

από μια μετατροπές, για να έχομε τελικά ενέργεια χρήσιμη για το σκοπό που προορίζεται. Άμεση μετατροπή έχομε, όταν η ενέργεια που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή έργου έχει μετατραπεί μόνο μια φορά (από μια μορφή σε μια άλλη).

Από τους μετατροπείς ενέργειας, αυτός που χρησιμοποιείται περισσότερο είναι ο κινητήρας εσωτερικής καύσεως. Ονομάζεται έτσι γιατί το καύσιμο καίγεται μέσα στη μηχανή. Οι διάφοροι τύποι είναι: η τετράχρονη μηχανή (κινητήρας), η δίχρονη μηχανή, η μηχανή diesel, ο περιστροφικός κινητήρας, ο κινητήρας αντιδράσεως, ο αεριοστροβιλοκινητήρας και ο πυραυλοκινητήρας.

Στις μηχανές εξωτερικής καύσεως η καύση γίνεται έξω από τη μηχανή. Ο παλαιότερος τύπος είναι η ατμομηχανή, η οποία σήμερα χρησιμοποιείται πολύ λίγο. Άλλοι τύποι είναι: ο κινητήρας κύκλου Stirling και ο κινητήρας ελεύθερου εμβόλου.

Επειδή η ηλεκτρική ισχύς μάς είναι πολύ χρήσιμη, χρησιμοποιούνται παρά πολύ μετατροπείς ηλεκτρικής ενέργειας. Οι πιο συνήθεις μετατροπείς, είναι οι γεννήτριες. Οι διάφοροι τύποι γεννητριών είναι: η γεννήτρια συνεχούς ρεύματος και η γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος (εναλλακτήρας).

Συνήθως οι γεννήτριες βρίσκονται σε σταθμούς ισχύος και χρησιμοποιούν ατμό ή νερό ως πηγή ενέργειας. Ο ηλεκτρισμός μεταφέρεται με γραμμές μεταφοράς στους χρήστες. Η τάση μπορεί να μεταβληθεί με μετασχηματιστές. Οι μετασχηματιστές ανυψώσεως αυξάνουν την τάση και οι μετασχηματιστές υποβιβασμού την ελαττώνουν.

Η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική με ηλεκτρικούς κινητήρες. Ο ηλεκτρισμός χρησιμοποιείται επίσης για την παραγωγή φωτός και θερμάνσεως.

Άμεσοι μετατροπείς ενέργειας είναι οι συσσωρευτές (μπαταρίες), τα στοιχεία καυσίμου, τα ηλιακά στοιχεία, και οι μαγνητοϋδροδυναμικές γεννήτριες. Αυτές μελετώνται σε άλλα κεφάλαια.

Όταν κανείς εργάζεται ή επισκευάζει μετατροπείς χρειάζεται ορισμένα εργαλεία. Οι χρήστες εργαλείων πρέπει να ακολουθούν ορισμένους κανόνες, για να αποφεύγουν τραυματισμούς κατά τη χρήση τους.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

εναλλακτήρας
άμεση μετατροπή
γεννήτρια συνεχούς ρεύματος
ηλεκτρικός κινητήρας
μετατροπή ενέργειας
μετατροπέας εξωτερικής καύσεως
κινητήρας ελεύθερου εμβόλου
στοιχείο καυσίμου
αεριοστρόβιλος
έμμεση μετατροπή
μηχανή εσωτερικής καύσεως
κινητήρας αντιδράσεως
μαγνητοϋδροδυναμική γεννήτρια (MHD)
newton ωθήσεως
pound ωθήσεως
κινητήρας ramjet
κινητήρας Rankine
πυραυλοκινητήρας
ηλιακό κύτταρο (στοιχείο)
κινητήρας κύκλου Stirling
μετασχηματιστής
στροβιλοκινητήρας με ανεμιστήρα
στροβιλοκινητήρας αντιδράσεως

στροβιλοκινητήρας με έλικα (ελικοφόρος)
τάση

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Κάντε έναν κατάλογο συστημάτων ισχύος της περιοχής, όπου ζείτε.
   Ονομάστε τον τύπο του κάθε ενεργειακού μετατροπέα που χρησιμοποιείται, και, αν μπορείτε, καταγράψτε το είδος της ενέργειας που μετατρέπει.
2. Πάρτε τον κατάλογο ενεργειακών μετατροπέων που έχουν αναπτυχθεί από τη δραστηριότητα 1 και μελετήστε τις μορφές μολύνσεως που δημιουργεί ο καθένας. Πάρτε μέρος σε συζήτηση στην τάξη για πιθανές μεθόδους μειώσεως ή εξαλείψεως της μολύνσεως λόγω των διαδικασιών μετατροπής.
3. Κοιτάζοντας ξανά τον κατάλογο των ενεργειακών μετατροπέων που προέκυψε από τη δραστηριότητα 1, πάρτε μέρος σε συζήτηση στην τάξη με θέμα τι θα κάνετε, για να αντικαταστήσετε αυτούς τους μετατροπείς ενέργειας αν τα συστήματα τροφοδοσίας τους με ενέργεια εξαντλούνταν. Απαριθμήστε εναλλακτικά καύσιμα και μετατροπείς.
4. Με τη βοήθεια τού διδάσκοντος φτιάξτε ένα απλό πρότυπο ή παιχνίδι, που να επιδεικνύει έναν τύπο ενεργειακού μετατροπέα, από αυτούς που μελετήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο.

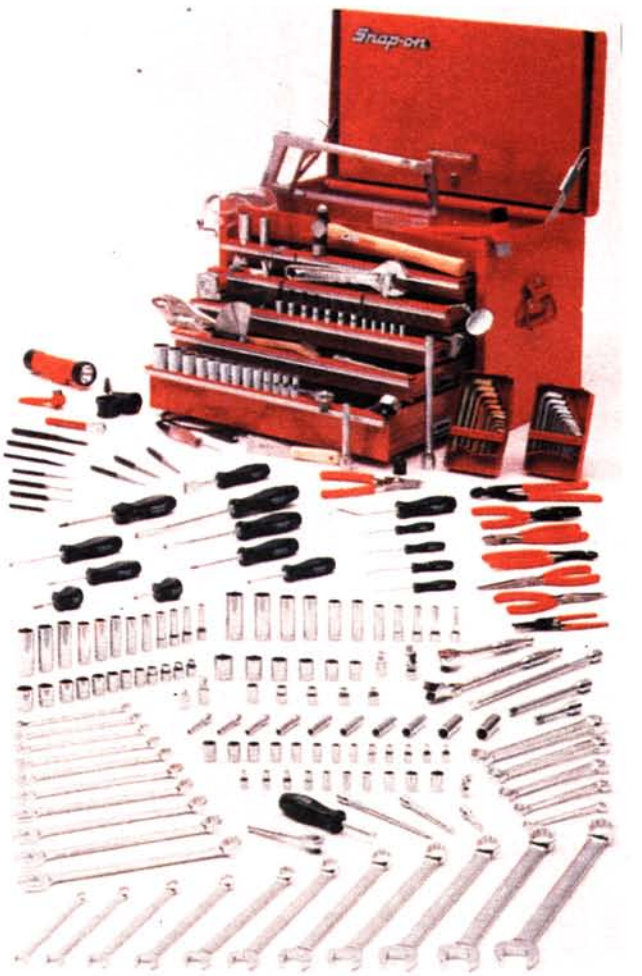
ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Κάποιος ενεργειακός μετατροπέας που μετατρέπει ενέργεια σε πολλές διαφορετικές μορφές πριν αυτή να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή έργου, λέγεται (άμεσος, έμμεσος) μετατροπέας.
2. Η θερμική μηχανή, όπου η καύση γίνεται μέσα στον κύλινδρό της λέγεται:
   α. Παλινδρομική μηχανή.
   β. Μηχανή εξωτερικής καύσεως.
   γ. Δίχρονη μηχανή.
   δ. Μηχανή εσωτερικής καύσεως.
3. Ο περιστροφικός κινητήρας έχει _____ ωθήσεις σε κάθε κύκλο.
4. Διατυπώστε τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα και εξηγήστε πώς εφαρμόζεται στην προώθηση αεριωθουμένων.
5. Πόσες ωθήσεις υπάρχουν στον κινητήρα Stirling ανά περιστροφή;
6. Εξηγήστε σε ποια σημεία μοιάζει η μηχανή ελεύθερου εμβόλου με τη diesel.
7. Ο ηλεκτρισμός (ρεύμα) στηρίζεται στην κίνηση _____ μέσα σε μεταλλικό αγωγό.
8. Αναφέρετε δύο τύπους μηχανών, που μετατρέπουν άλλες μορφές ενέργειας σε ηλεκτρισμό.
9. Καταγράψτε τις μετατροπές που σημειώνονται σε σταθμό παραγωγής ισχύος από καύσιμα απολιθωμάτων, για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
10. Τι μέτρα ασφαλείας πρέπει να λαμβάνονται κατά τη χρήση τροχού λειάνσεως;

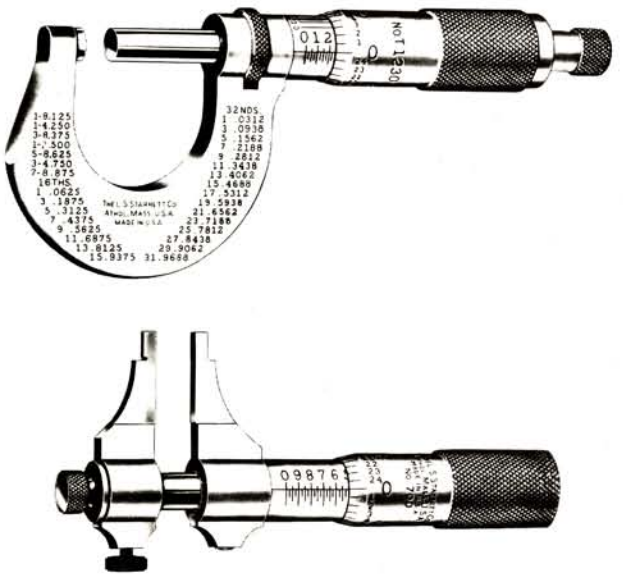
Επιλογή εργαλείων.

Οι μετατροπείς ενέργειας χρειάζονται περιοδική συντήρηση και επισκευές. Το τεχνολογικό - εκπαιδευτικό εργαστήριό σας ίσως να έχει εργαλεία για επισκευές μικρών κινητήρων εσωτερικής καύσεως, όπως μοτοποδηλάτων ή μηχανημάτων κοπής γρασιδιού.

Μεταξύ αυτών των εργαλείων θα υπάρχουν πλήρη σύνολα από κλειδιά, ηλάγρες (τανάλιες) και κατσαβίδια. Οποιαδήποτε εργασία σε κινητήρες απαιτεί τη χρήση σωληνωτών κλειδιών, διατρητικών, κοπιδιών, σφυριών, λίμας, δραπάνων, τρυπανιών, γλύφανου, φιλιέρας (κοπτικό για εξωτερικό σπείρωμα) και κολαούζου (κοπτικό για εσωτερικό σπείρωμα). Κοιτάξτε το σχήμα 6Α.



Σχ. 6Α. *Η εργασία σε μηχανές εσωτερικής καύσεως απαιτεί μεγάλη ποικιλία εργαλείων. Τεχνίτες που εργάζονται κατά τον ελεύθερο χρόνο τους εκτελώντας τέτοιες επισκευές, φτιάχνουν σιγά σιγά μεγάλη συλλογή από εργαλεία χειρός (φορητά) και εργαλεία ειδικής χρήσεως, ώστε να έχουν πάντα το κατάλληλο εργαλείο για τη δουλειά που θα παρουσιασθεί (Snap-On Tool Corp.).*



Σχ. 6Β. *Τα μικρόμετρα είναι όργανα μετρήσεως για να μετρούν τις εσωτερικές και εξωτερικές διαμέτρους (L.S. Starrett Co.).*

Οι επισκευές και η συντήρηση μηχανών χρειάζεται και μερικά εργαλεία μετρήσεως, μικρόμετρα μετρήσεως εσωτερικών και εξωτερικών διαστάσεων, λίμες μετρήσεως διακένων, μετρητές πιέσεως και μετρητές ροπών (σχ. 6Β).

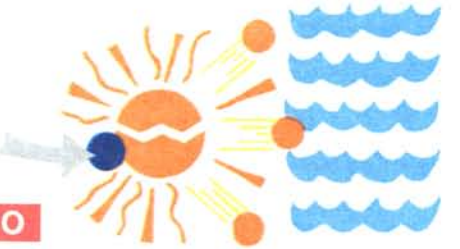
Τα εργαλεία είναι ασφαλέστατα αν χρησιμοποιούνται σωστά.

- Μη χτυπάτε ποτέ κεφαλές σφυριών μεταξύ τους. Οι επιφάνειές τους είναι πολύ σκληρές· μπορεί να πεταχθούν ρινίσματα με μεγάλες ταχύτητες.
- Ποτέ μη χρησιμοποιείται κρουστικό εργαλείο με χαλαρή ή κατεστραμμένη λαβή.
- Αποφεύγετε να κρατάτε το κρουστικό εργαλείο στην άκρη της χειρολαβής.
- Μη χρησιμοποιείτε κοπίδια ή διατρητικά με αμβλυμένες κεφαλές (σαν μανιτάρι). Μπορεί να πεταχθούν τεμάχια του μετάλλου και να προκαλέσουν τραυματισμό.
- Μη χρησιμοποιείτε κατσαβίδια σαν κοπίδια ή σαν μοχλούς.
- Όταν χρησιμοποιείτε τανάλιες, να έχετε τα χέρια σας μακριά από τις κοφτερές ακμές.
- Χρησιμοποιείτε τανάλιες με μονωμένες λαβές, όταν δουλεύεται με ηλεκτρισμό.
- Να τραβάτε αντί να σπρώχνετε όταν χρησιμοποιείται κλειδιά. Αν γλιστρήσει το κλειδί που σπρώχνετε ή ξαφνικά χαλαρώσει η βίδα, μπορεί να τραυματισθείτε στην παλάμη σας. Η κινητή σιαγόνα μεταβλητού κλειδιού (κάβουρας) πρέπει να "βλέπει" στην κατεύθυνση που περιστρέφεται η βίδα.
- Απομακρύνετε τα ρινίσματα σιδήρου με βούρτσα, ποτέ με το χέρι.
- Κρατήστε δάκτυλα και χέρια μακριά από τις κοφτερές ακμές των εργαλείων.
- Όταν χρησιμοποιείτε τροχό λειάνσεως να φοράτε γυαλιά ασφαλείας και να είστε πάντα βέβαιοι ότι η "ασπίδα" προστασίας του εργαλείου είναι στη θέση της. Βεβαιωθείτε ότι ΟΛΑ τα προστατευτικά είναι στη θέση τους.



7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΙΣΧΥΟΣ

Οι πληροφορίες αυτού του κεφαλαίου θα σας βοηθήσουν, ώστε να:

- *Κατανοήσετε τον όρο "συστήματα μεταφοράς (μεταδόσεως) ισχύος".*
- *Συζητήσετε γύρω από τα ουσιώδη στοιχεία των μηχανικών συστημάτων μεταφοράς, των συστημάτων μεταφοράς με ρευστά και των συστημάτων μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος.*
- *Κατανοήσετε τα τρία συστήματα.*
- *Μάθετε όρους σχετικούς με τα τρία συστήματα.*

Η δύναμη και το έργο που παράγεται από ενεργειακούς μετατροπείς θα ήταν άχρηστα χωρίς κάποια μέθοδο μεταφοράς (μεταδόσεως) της δυνάμεως ή άλλου αντίστοιχου μεγέθους, που παράγει ο μετατροπέας, για να παραχθεί χρήσιμο έργο. Ισχύς παραγόμενη από κάποια μορφή ενέργειας μπορεί να μεταφερθεί από ένα μέρος σε κάποιο άλλο με τη βοήθεια ενός συστήματος μεταφοράς ισχύος.

Ένα ***σύστημα μεταφοράς ισχύος*** είναι μια μέθοδος μεταφοράς, ελέγχου και προσαρμογής (του προϊόντος) της εξόδου ενός ενεργειακού μετατροπέα. Μεταφέροντας και ελέγχοντας την ισχύ, την προσαρμόζετε, ώστε να κάνει τη δουλειά που χρειάζεται.

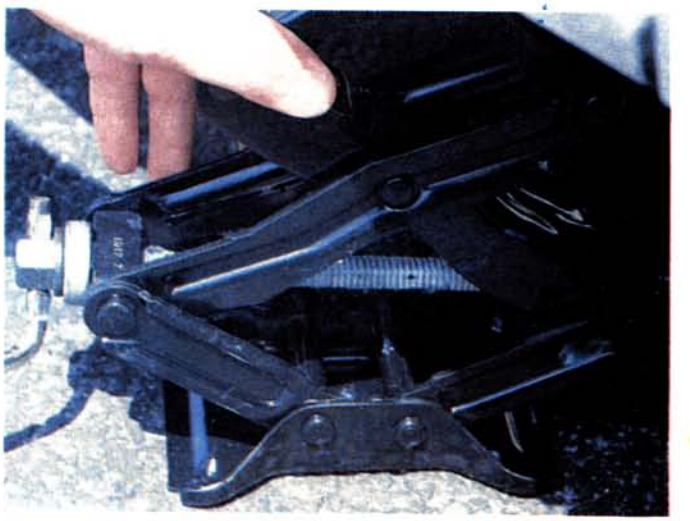
Έχουν επινοηθεί και αναπτυχθεί διάφορα συστήματα για τη μεταφορά ισχύος. Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετηθούν:

- Μηχανικά συστήματα.
- Συστήματα ρευστών.
- Ηλεκτρικά συστήματα.

Ένα σύστημα μεταφοράς μπορεί να είναι τόσο απλό, όσο ένας μηχανικός ή υδραυλικός γρύλος, που σηκώνει το αυτοκίνητο, για να αλλάξομε έναν τροχό ή τόσο πολύπλοκο, όσο το ηλεκτρικό σύστημα ενός εργοστασίου (σχ. 7-1).

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Ένα τέτοιο σύστημα μεταφέρει (μεταδίδει) και ελέγχει ισχύ ή κίνηση με τη βοήθεια ενός στερεού, μηχανικού συνδέσμου μεταξύ του ενεργειακού μετατροπέα και της μηχανής που κινεί και ελέγχει. Χρησιμοποιούνται διάφοροι σύνδεσμοι και διατάξεις ελέγχου.



Σχ. 7-1. *Ο γρύλος αυτοκινήτου μεταφέρει την ανθρώπινη δύναμη και την πολλαπλασιάζει, για να ανυψωθεί το αυτοκίνητο. Το σπείρωμα του γρύλου είναι μια παραλλαγή του κεκλιμένου επιπέδου.*

Οι πιο κοινοί είναι:

- Άξονες.
- Τροχαλίες και ιμάντες.
- Γρανάζια.
- Οδοντωτοί τροχοί με αλυσίδες.
- Συμπλέκτες.
- Έκκεντρα.

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ

Ας θυμηθούμε για λίγο τι είχε λεχθεί στο πρώτο κεφάλαιο. Τα συστήματα έχουν τρία μέρη: είσοδο, διαδικασία και έξοδο. Ο μετατροπέας ενέργειας παρέχει την είσοδο. Οι μηχανικές διατάξεις εκτελούν διαδικασία ή μεταβολή με διάφορους τρόπους:

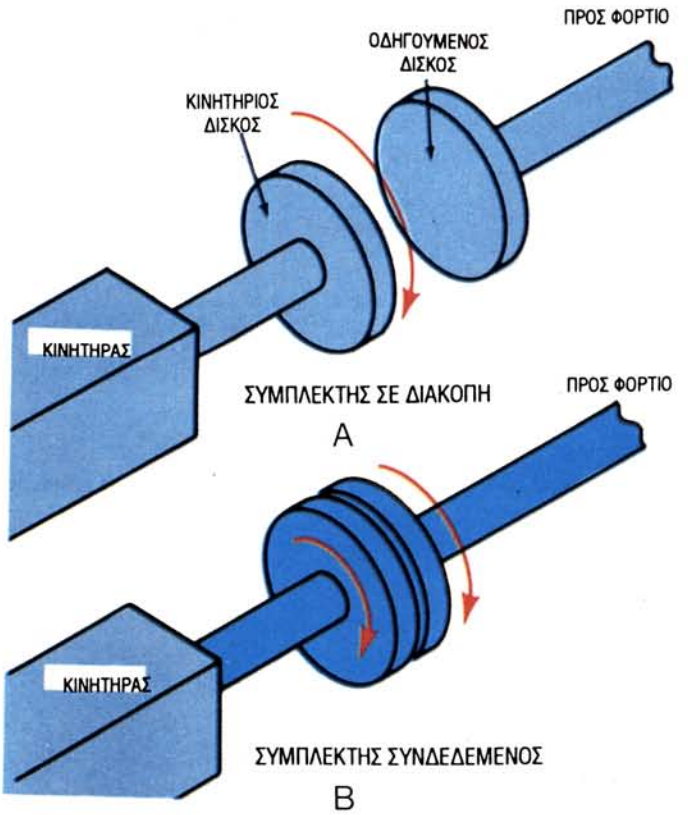
- Μεταφέροντας την ισχύ (ή την κίνηση) σε κάποια απόσταση.
- Αποκαθιστώντας ή διακόπτοντας την παροχή ισχύος ανάλογα με τις ανάγκες.
- Μεταβάλλοντας την κατεύθυνση στη μεταφορά ισχύος.
- Μεταβάλλοντας τη δύναμη και/ή την ταχύτητα.

Η έξοδος του συστήματος μπορεί να είναι κίνηση σε ευθεία, όπως σε ένα αυτοκίνητο, που κινείται σε εθνικό δρόμο, περιστροφική κίνηση, όπως σε ένα δράπανο, παλινδρομική κίνηση, όπως η κίνηση σφύρας. Μπορεί ακόμη να είναι κάποια από τις πολλές λειτουργίες μιας μηχανής που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία.

Μεταφορά ισχύος στο φόρτο (φορτίο).

Ο μετατροπέας ή κινητήρια μονάδα, όπως επίσης λέγεται, βρίσκεται συνήθως σε κάποια απόσταση από το φορτίο. Χρειάζεται ένας μηχανικός σύνδεσμος, ώστε να μπορεί να μεταφερθεί ισχύς στο φορτίο. Το σύστημα μεταφοράς μπορεί, για παράδειγμα, να διατηρεί την περιστροφική κίνηση μιας μηχανής ή να τη μετατρέπει σε κίνηση σε ευθεία.

Χωρίς τρόπο διακοπής της μεταφερόμενης ισχύος, η πηγή ισχύος θα παρήγαγε ισχύ και όταν δεν θα χρειαζόταν. Πρέπει να υπάρχει τρόπος διακοπής χωρίς να σταματήσει η παραγωγή ισχύος από το μετατροπέα.



Σχ. 7-2. *Απλοποιημένο διάγραμμα συμπλέκτη. Α - Ο κινητήριος δίσκος δεν εφάπτεται με τον οδηγούμενο· ο οδηγούμενος άξονας δεν παίρνει κίνηση από τον πρώτο. Β - Ο κινητήριος δίσκος εφάπτεται με τον οδηγούμενο. Ο δεύτερος και ο άξονάς του παίρνουν κίνηση από τον πρώτο.*

Σύνδεση και διακοπή.

Ο ***συμπλέκτης*** είναι ένα απλό σύστημα συνδέσεως και διακοπής. Υπάρχει σε αυτοκίνητα και ελκυστήρες (τρακτέρ) με χειροκίνητο κιβώτιο ταχυτήτων. Μια χειρολαβή ή ένα πετάλι ποδιού διακόπτει (απομονώνει), δηλαδή εμποδίζει τον κινητήρα να παρέχει κίνηση στους τροχούς, όταν ο χειριστής θέλει να σταματήσει, να αλλάξει κατεύθυνση ή να αλλάξει ταχύτητα (σχ. 7-2).

Μεταβολή κατευθύνσεως.

Πολλοί από τους μετατροπείς ή κινητήριες μονάδες που χρησιμοποιούνται σήμερα, έχουν περιστρεφόμενη είσοδο (ασκείται ***ροπή*** στην είσοδό τους). Συχνά πρέπει να αλλάξει η κατεύθυνση κατά την οποία ασκείται η ροπή, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή κίνηση. Τις περισσότερες φορές, η μεταβολή είναι:

- Αντιστροφή της κατευθύνσεως: Αυτό γίνεται όταν θέλομε το αυτοκίνητο να αλλάξει κίνηση από εμπρός προς τα πίσω.
- Στροφή: Η περιστροφή σε ένα επίπεδο πρέπει να μετατραπεί σε άλλο επίπεδο. Αυτό για παράδειγμα συμβαίνει στο οπίσθιο σύστημα του αυτοκινήτου, όπου γίνεται μετατροπή κατά 90°, για να κινηθούν οι πίσω τροχοί από τη μηχανή.

Μεταβολή δυνάμεως ή ταχύτητας.

Δύναμη και ταχύτητα υπάρχουν πάντα σε μηχανικά συστήματα. Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ τους. Όταν η μια αυξάνεται, η άλλη μειώνεται ανάλογα. Αυτή η σχέση



Σχ. 7-3. *Σύστημα οδοντωτών τροχών στον πίσω τροχό ποδηλάτου 10 ταχυτήτων. Όταν χρειάζεται περισσότερη δύναμη (σωστότερα: ροπή), ο ποδηλάτης βάζει την αλυσίδα σε μεγαλύτερο οδοντωτό τροχό.*

εξηγείται με την αρχή που λέγεται μηχανικό πλεονέκτημα· ουσιαστικά πρόκειται για την αρχή διατηρήσεως της ενέργειας. Θα εξηγήσομε την αρχή αυτή στη συνέχεια. Κατά τη χρήση της μηχανικής ισχύος, οι ανάγκες μας μεταβάλλονται με τις συνθήκες. Μερικές φορές χρειαζόμαστε περισσότερη δύναμη· μερικές φορές χρειάζεται περισσότερη ταχύτητα. Αν έχετε ποτέ οδηγήσει κάποιο ποδήλατο με 3, 10 ή 12 ταχύτητες, θα έχετε αντιμετωπίσει αυτή τη μεταβαλλόμενη ανάγκη (σχ. 7–3). Όταν αρχίζετε να κινείστε, χρειάζεστε μεγαλύτερη δύναμη. Κατόπιν, καθώς το ποδήλατο κινείται γρηγορότερα, δεν χρειάζεται να πιέζετε πολύ δυνατά το πετάλι, αλλά χρειάζεται να αυξήσετε την ταχύτητά σας. Αλλάζοντας "ταχύτητες", μπορείτε να εξασφαλίζετε τη δύναμη και την ταχύτητα που απαιτούνται.

Μηχανικό πλεονέκτημα.

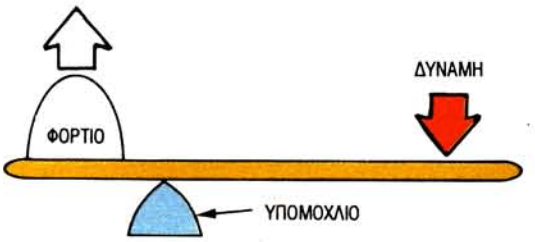
Άλλοτε απαιτείται περισσότερη δύναμη και άλλοτε περισσότερη ταχύτητα από ό,τι μπορεί να δώσει η κινητήρια μονάδα. Τότε πρέπει να βρεθεί τρόπος αυξήσεως της δυνάμεως της αποστάσεως μετακινήσεως. Αυτό, εφόσον συμβεί, δίνει στην ασκούμενη δύναμη ένα πλεονέκτημα. Αυτό το πλεονέκτημα, είτε δηλαδή προκύπτει μεγαλύτερη δύναμη είτε μεγαλύτερη ταχύτητα, λέγεται ***μηχανικό πλεονέκτημα.***

Η αρχή του μηχανικού πλεονεκτήματος σχετίζεται στενά με το μοχλό. Ο μοχλός είναι μια απλή μηχανή, που αποτελείται από μια ράβδο, η οποία έχει ένα σημείο περιστροφής (υπομόχλιο). Η ράβδος στρέφεται περί το υπομόχλιο (σχ. 7-4). Ανάλογα με το πού βρίσκεται το υπομόχλιο σε σχέση με τη ράβδο, ο μοχλός μπορεί να αυξάνει τη δύναμη ή τη μετακίνηση. Το σχήμα 7-5 δείχνει μια διάταξη, όπου ο μοχλός πολλαπλασιάζει τη δύναμη. Μικρή δύναμη στη μια άκρη θα εμφανισθεί πολλαπλασιασμένη στην άλλη άκρη. Για παράδειγμα, αν το φορτίο είναι σε απόσταση 25 εκατοστών από το υπομόχλιο και η δύναμη που ασκείται είναι σε απόσταση 1,0 μέτρου από αυτό, η ασκούμενη δύναμη πολλαπλασιάζεται επί τέσσερα. Δύναμη 100 newton θα σηκώσει βάρος 400 newton.

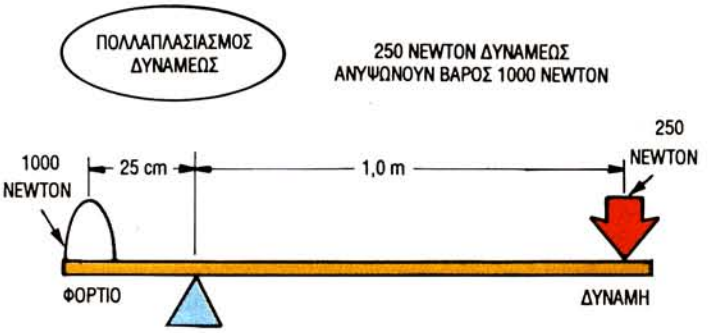
Πρόβλημα: Δεδομένης της διατάξεως στο σχήμα 7-5, τι δύναμη χρειάζεται, για να ανυψωθεί βράχος βάρους 1000 newton;

Λύση: Αφού η απόσταση από το υπομόχλιο μέχρι την ασκούμενη δύναμη είναι 4 φορές την απόσταση από το υπομόχλιο μέχρι το βράχο, διαιρούμε το φορτίο διά 4 και βρίσκομε την απαιτούμενη δύναμη: 1000/4 = 250. Άρα η δύναμη ισούται με 1000 newton.

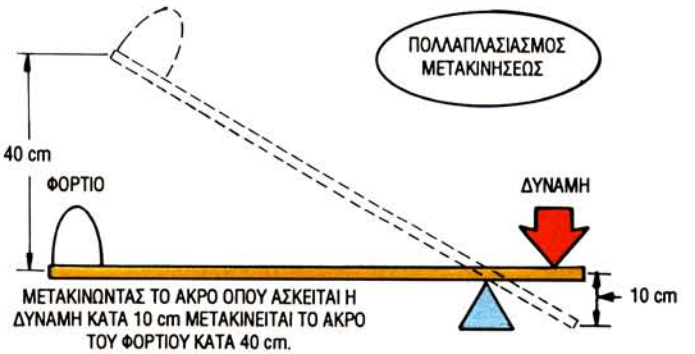
Για να πολλαπλασιασθεί η μετακίνηση πρέπει η δύναμη να είναι πιο κοντά στο υπομόχλιο από ό,τι το φορτίο (σχ. 7-6). Έτσι δύναμη που μετακινεί λίγο το σημείο ασκήσεώς της στη ράβδο, μπορεί να μετακινήσει το φορτίο κατά πολύ περισσότερο. Φυσικά η δύναμη που χρειάζεται πρέπει να είναι πολύ μεγαλύτερη από το φορτίο.



Σχ. 7-4. *Ένας μοχλός, όταν χρησιμοποιείται σύμφωνα με το σχήμα, πολλαπλασιάζει τη δύναμη. Μικρή δύναμη στο δεξί άκρο θα σηκώνει μεγάλο φορτίο στο αριστερό. Η αύξηση αυτή στη δύναμη λέγεται "μηχανικό πλεονέκτημα".*



Σχ. 7-5. *Παράδειγμα πολλαπλασιασμού δυνάμεως.*



Σχ. 7-6. *Όταν το υπομόχλιο είναι πιο κοντά στο άκρο που ασκείται η δύναμη, ο μοχλός πολλαπλασιάζει τη μετακίνηση.*

Πρόβλημα: Μια δύναμη που ασκείται στο ένα άκρο μοχλού απέχει 25 cm από το υπομόχλιο, ενώ το φορτίο που θα μετακινηθεί απέχει 1,0 m από το υπομόχλιο. Πόσο θα μετακινηθεί το φορτίο, αν η δύναμη μετακινηθεί κατά 10 cm;

Λύση: Αφού το φορτίο απέχει 1,0 m = (100 cm) από το υπομόχλιο και η δύναμη 25 cm, η μετακίνηση του φορτίου ισούται με τη μετακίνηση της δυνάμεως επί τέσσερα, δηλαδή (10 x 4) = 40 cm.

Πρόβλημα: Ποιο είναι το μηχανικό πλεονέκτημα μοχλού, αν δύναμη 300 newton ανυψώσει φορτίο 200 newton;

Λύση: Ο τύπος για το μηχανικό πλεονέκτημα είναι:

$$\text{Μηχανικό πλεονέκτημα} = \frac{\text{Δύναμη αντιστάσεως (φορτίου)}}{\text{Δύναμη προσπάθειας}}$$

Άρα: δύναμη αντιστάσεως 200 newton, διαιρούμενη διά της δυνάμεως που ασκείται (προσπάθεια) η οποία είναι 300 newton οδηγεί σε μηχανικό πλεονέκτημα 30 newton.

Η μηχανική μεταφορά ισχύος (ή δυνάμεως) συχνά επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας γρανάζια, ιμάντες και τροχαλίες, άξονες, οδοντωτούς τροχούς, συμπλέκτες και έκκεντρα. Γρανάζια και τροχαλίες είναι στην πραγματικότητα εφαρμογή της ίδιας αρχής με το μοχλό. Το κέντρο του γραναζιού, από όπου διέρχεται ο άξονας, είναι το υπομόχλιο. Η απόσταση από το κέντρο μέχρι την περιφέρεια του γραναζιού ή της τροχαλίας είναι ο μοχλός (μοχλοβραχίονας δυνάμεως). Αν ασκείται κάποια δύναμη στην περιφέρεια της τροχαλίας, η δύναμη στην περιφέρεια του άξονα είναι πολύ πιο μεγάλη. Αν ασκούνταν δύναμη στον άξονα, η δύναμη στην περιφέρεια της τροχαλίας θα ήταν μικρότερη, όμως μικρή μετακίνηση στην περιφέρεια του άξονα θα προκαλούσε μεγάλη μετακίνηση στην περιφέρεια της τροχαλίας.



Σχ. 7-7. Τα γρανάζια είναι μέθοδος μεταφοράς ισχύος, καθώς τα δόντια του κινητήριου γραναζιού εμπλέκονται σε αυτά του οδηγούμενου.

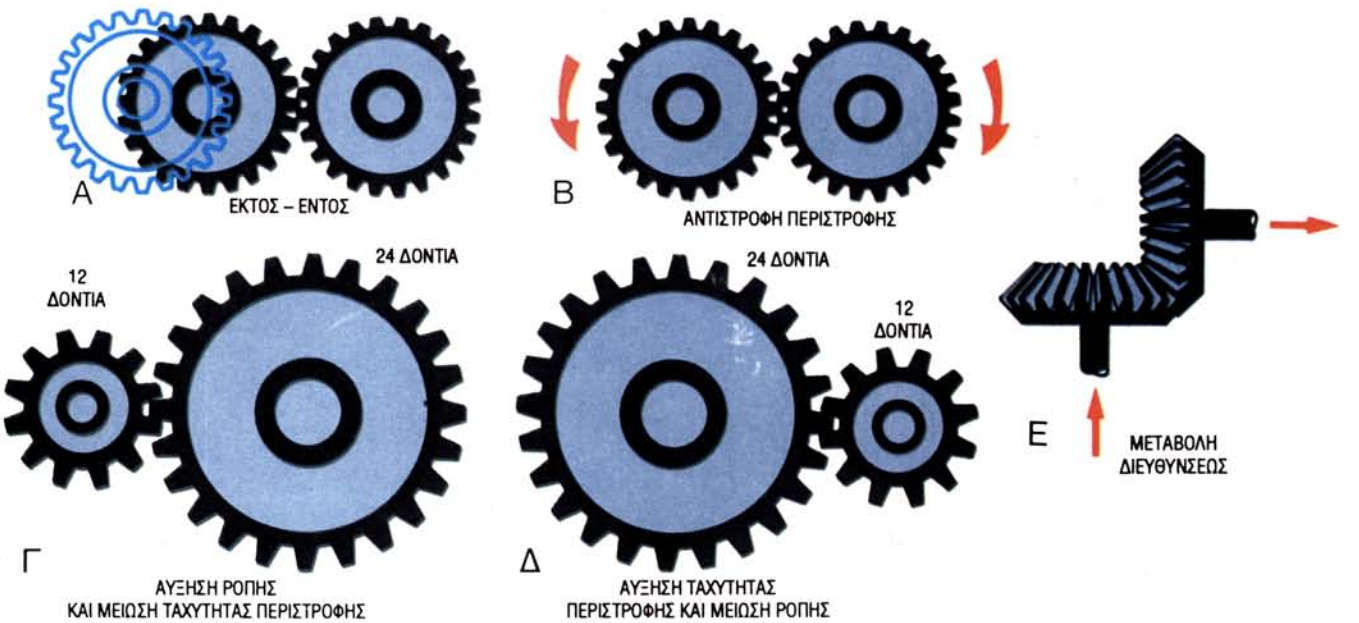
ΓΡΑΝΑΖΙΑ

Ένα ***γρανάζι*** είναι όπως μια ρόδα με δόντια στην περιφέρεια. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλα γρανάζια. Τα δόντια του ενός εμπλέκονται στα δόντια του άλλου (σχ. 7-7). Αυτή η εμπλοκή επιτρέπει τη μετάδοση κινήσεως από το ένα στο άλλο. Το γρανάζι που συνδέεται με την πηγή ισχύος ή κινήσεως λέγεται ***γρανάζι-οδηγός*** ή ***κινητήριο γρανάζι.*** Το άλλο, που δέχεται την κίνηση, λέγεται ***οδηγούμενο γρανάζι.***

Ένα πλεονέκτημα των γραναζιών είναι ότι δεν γλιστρούν. Η μεταφορά της κινήσεως ή της ισχύος είναι απόλυτη. Το σχήμα 7-8 παρουσιάζει διάφορους τρόπους, με τους οποίους μεταφέρεται και ελέγχεται κίνηση με γρανάζια.

Λόγος γραναζιών.

Ο λόγος γραναζιών σχετίζεται με τον αριθμό δοντιών του κινητήριου γραναζιού και τον αριθμό δοντιών του



Σχ. 7-8. Τα γρανάζια ελέγχουν τη μεταφορά κινήσεως κατά διαφόρους τρόπους.

οδηγούμενου. Ο λόγος μας επιτρέπει να υπολογίζομε μεταβολές στις ταχύτητες και στις δυνάμεις. Αν οι αριθμοί δοντιών είναι ίδιοι, δεν υπάρχουν μεταβολές κατά τη μεταφορά (μετάδοση) της κινήσεως. Αν το κινητήριο γρανάζι έχει λιγότερα δόντια από το οδηγούμενο, η ταχύτητα του δεύτερου είναι μικρότερη, αλλά η δύναμη (καλύτερα η ροπή = δύναμη x ακτίνα) μεγαλώνει. Αν το κινητήριο γρανάζι έχει περισσότερα δόντια, η ταχύτητα του οδηγούμενου γραναζιού αυξάνεται, ενώ η ροπή του κινητήριου γραναζιού μειώνεται.

Υπολογισμός λόγου γραναζιών.

Έστω ότι το κινητήριο γρανάζι έχει 40 δόντια και το οδηγούμενο έχει 20. Διαιρώντας τους αριθμούς 40 και 20, διά του μέγιστου κοινού διαιρέτη βρίσκομε το λόγο γραναζιών:

Εδώ ο μέγιστος κοινός διαιρέτης είναι το 20, άρα:

40/20 = 2 και 20/20 = 1, άρα

λόγος γραναζιών = ***2 : 1*** (δύο προς ένα).

Αν θέλομε να ξέρομε πόσες περιστροφές κάνει το οδηγούμενο σε σχέση με το κινητήριο γρανάζι, διαιρούμε τον αριθμό δοντιών του οδηγούμενου διά του αριθμού των δοντιών του γραναζιού – οδηγού. Εδώ έχομε: 40/20 = 2. Δηλαδή για κάθε μια περιστροφή του κινητήριου γραναζιού, το οδηγούμενο κάνει 2 στροφές.

Αν το κινητήριο γρανάζι είναι μικρότερο, οπότε έχει και λιγότερα δόντια από το άλλο, αυξάνεται η ροπή. Έχομε δηλαδή μηχανικό πλεονέκτημα. Μπορείτε να βρείτε το μηχανικό πλεονέκτημα διαιρώντας τον αριθμό δοντιών του οδηγούμενου γραναζιού διά του αριθμού δοντιών του γραναζιού – οδηγού.

Παράδειγμα: Οδηγούμενο γρανάζι έχει 40 δόντια και το κινητήριο γρανάζι έχει 10 δόντια.

Έχομε 40/10 = 4.

Άρα, η διάταξη των δύο αυτών γραναζιών έχει μηχανικό πλεονέκτημα 4. Το οδηγούμενο γρανάζι, θα παρέχει 4 φορές τη ροπή του κινητήριου γραναζιού, αλλά θα περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα $\frac{1}{4}$ αυτής του πρώτου.



Σχ. 7-9. *Ιμάντες και τροχαλίες. Ιμάντες μεταφέρουν περιστροφική κίνηση από μια τροχαλία σε άλλη.*

ΙΜΑΝΤΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΧΑΛΙΕΣ

Οι ιμάντες και οι τροχαλίες είναι συστήματα που συχνά χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και τον έλεγχο κινήσεως σε σύγχρονα εργοστάσια και σε πολλές εφαρμογές μεταφορών. Βοηθητικά στοιχεία θερμικών μηχανών, όπως εναλλακτήρες, αντλίες νερού και υδραυλικές αντλίες κινούνται με συστήματα ιμάντων μεταξύ του άξονα, της μηχανής και του εν λόγω συστήματος (σχ. 7-9 και 7-10).

Όπως τα γρανάζια, οι ιμάντες και οι τροχαλίες μπορούν να:

- Διακόψουν και να αποκαταστήσουν τη μετάδοση ισχύος (κινήσεως).
- Αντιστρέψουν την κατεύθυνση ισχύος κινήσεως.
- Μεταβάλουν τη διέθυνση ή το επίπεδο κινήσεως.
- Μεταβάλουν τη ροπή.
- Μεταβάλουν την ταχύτητα περιστροφής.

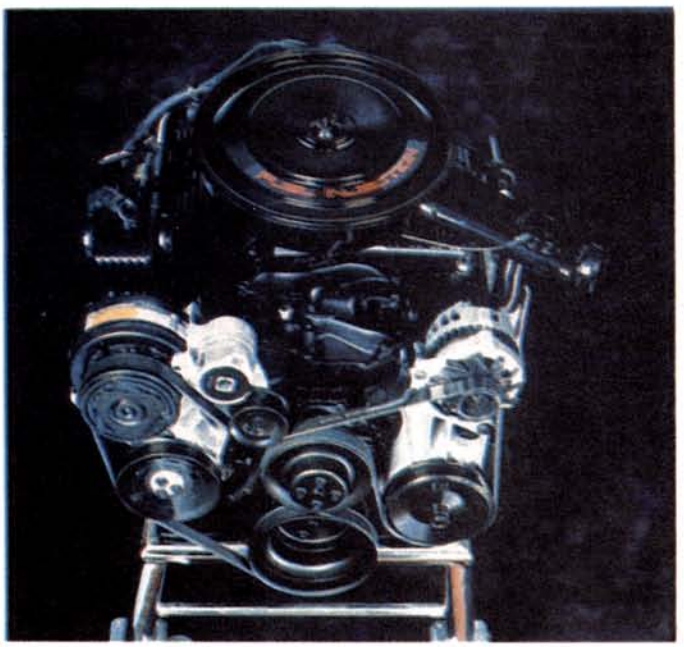
Ένα πλεονέκτημα του συστήματος ιμάντα και τροχαλίας είναι η ευκαμψία. Λόγω αυτού, το σύστημα λειτουργεί καλά, παρ' όλη την ύπαρξη δονήσεως ή μικρών αποκλίσεων από την ευθυγράμμιση. Τα συστήματα αυτά είναι επίσης φθηνότερα. Το σχήμα 7-11 απεικονίζει διάφορα συστήματα ιμάντων – τροχαλιών, σχεδιασμένων για τον έλεγχο της μεταδόσεως κινήσεως.

ΑΛΥΣΙΔΕΣ ΜΕ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ

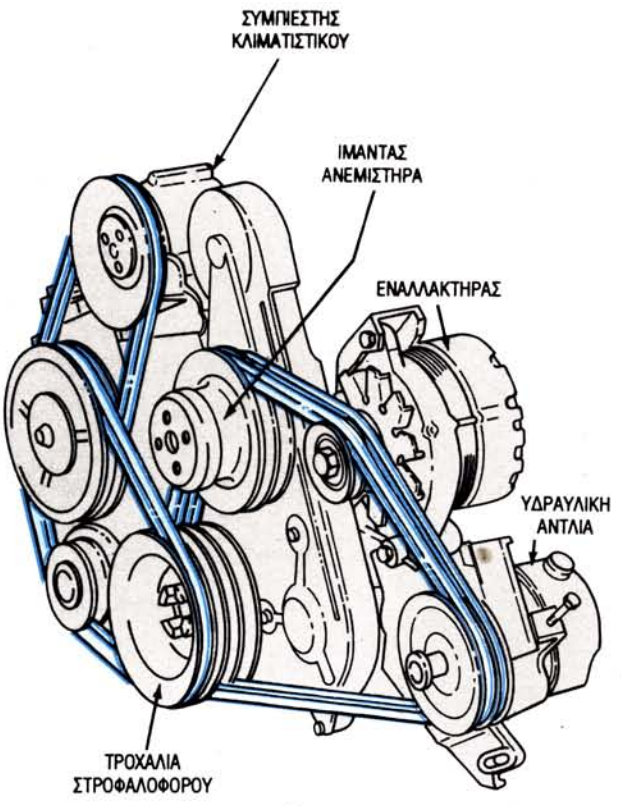
Αυτά τα συστήματα μοιάζουν με τα συστήματα ιμάντων – τροχαλιών. Συνδυάζουν χαρακτηριστικά των γραναζιών. Ο ***οδοντωτός τροχός*** είναι ένα λεπτό, επίπεδο γρανάζι με χαρακτηριστικά δόντια. Τα δόντια αυτά μπορούν και εισέρχονται (πιάνουν) στα ανοίγματα που υπάρχουν σε κατάλληλες αλυσίδες. Η αλυσίδα μεταφέρει τη ροπή του οδοντωτού τροχού, σε κάποια απόσταση, σε κάποιον άλλο τροχό. Ως προς όλα τα άλλα η αρχή λειτουργίας είναι ίδια, όπως και στα γρανάζια και στους ιμάντες – τροχαλίες. Το ποδήλατο είναι ένα καλό παράδειγμα μηχανής, όπου μεταφέρεται κίνηση (ισχύς) με σύστημα αλυσίδας – οδοντωτού τροχού.

ΑΞΟΝΕΣ

Ο ***άξονας*** (σχ. 7-12) είναι μεταλλική ράβδος ή σωλήνας, που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά κινήσεως. Λό-



A



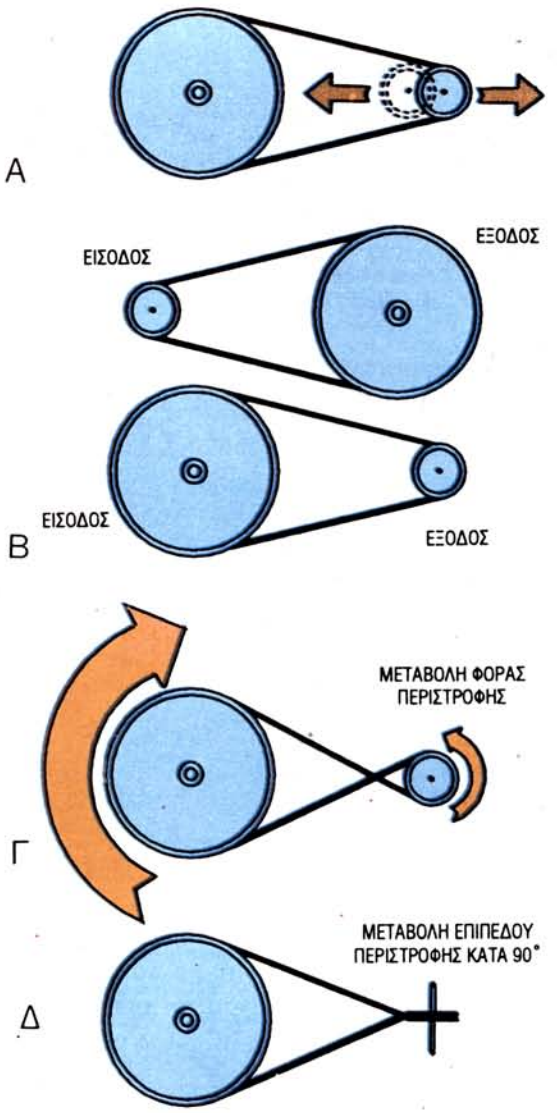
B

Σχ. 7-10. *Ιμάντες και τροχαλίες χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ροπής από τη μηχανή, για να λειτουργήσουν τα βοηθητικά συστήματά της. Α - Αυτή η διάταξη κινεί τον εναλλακτήρα ενός επιβατηγού αυτοκινήτου (General Motors). Β - Σχεδιάγραμμα διατάξεως ιμάντα τροχαλιών σε τυπική εφαρμογή σε αυτοκίνητο.*

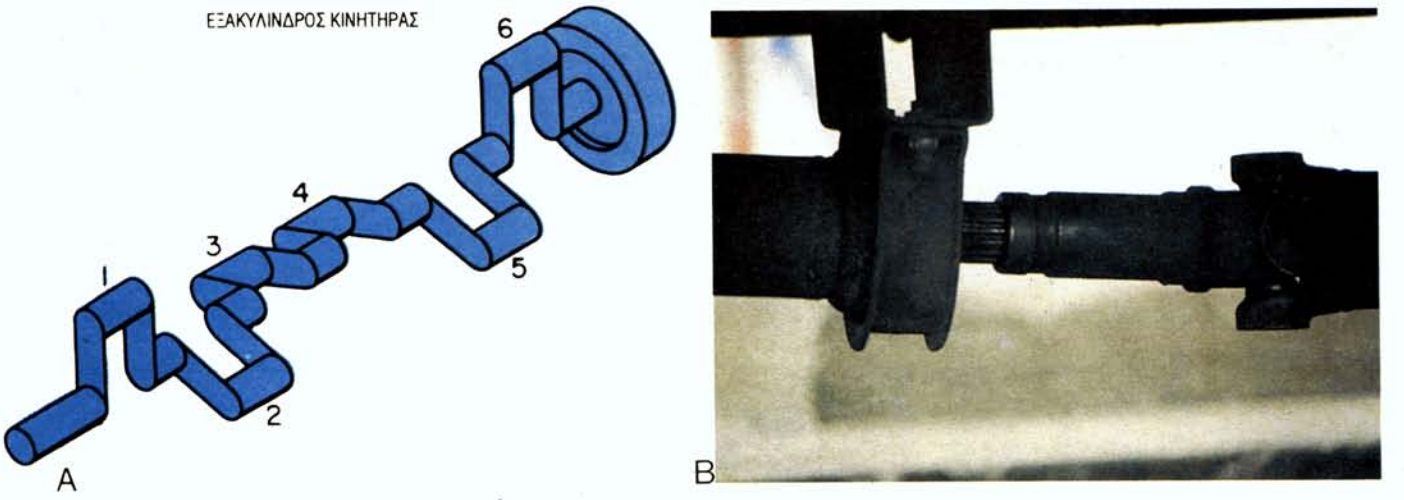
γω του σχεδιασμού τους, οι άξονες δεν μπορούν από μόνοι τους να αλλάξουν τη διεύθυνση, την ταχύτητα, τη ροπή, να αποκαταστήσουν ή να διακόψουν τη μεταφορά. Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι δεν "γλιστρούν", πράγμα που μπορεί να συμβεί στα συστήματα με ιμάντες. Λόγω αυτού του πλεονεκτήματος λέμε ότι παρέχουν σίγουρη μεταφορά. Το σχήμα 7-13 παρουσιάζει μία συνήθη εφαρμογή με άξονα μεταφοράς.

ΕΚΚΕΝΤΡΑ

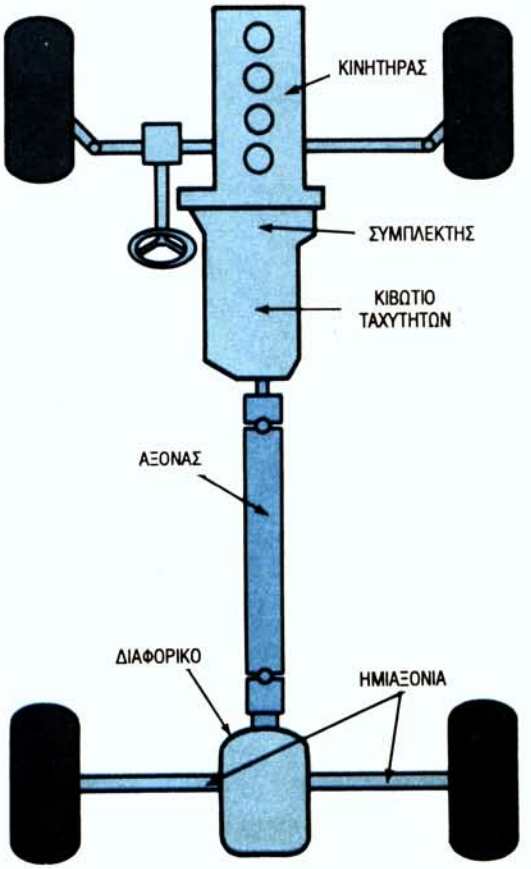
Πολλές φορές υπάρχει ανάγκη μετατροπής περιστροφικής κινήσεως σε παλινδρομική. Για το σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθούν έκκεντρα. Το ***έκκεντρο*** είναι διάταξη, που χρησιμοποιεί την αρχή του κεκλιμένου επιπέδου, για να πετύχει ανυψωτική δράση. Καθώς το έκκε-



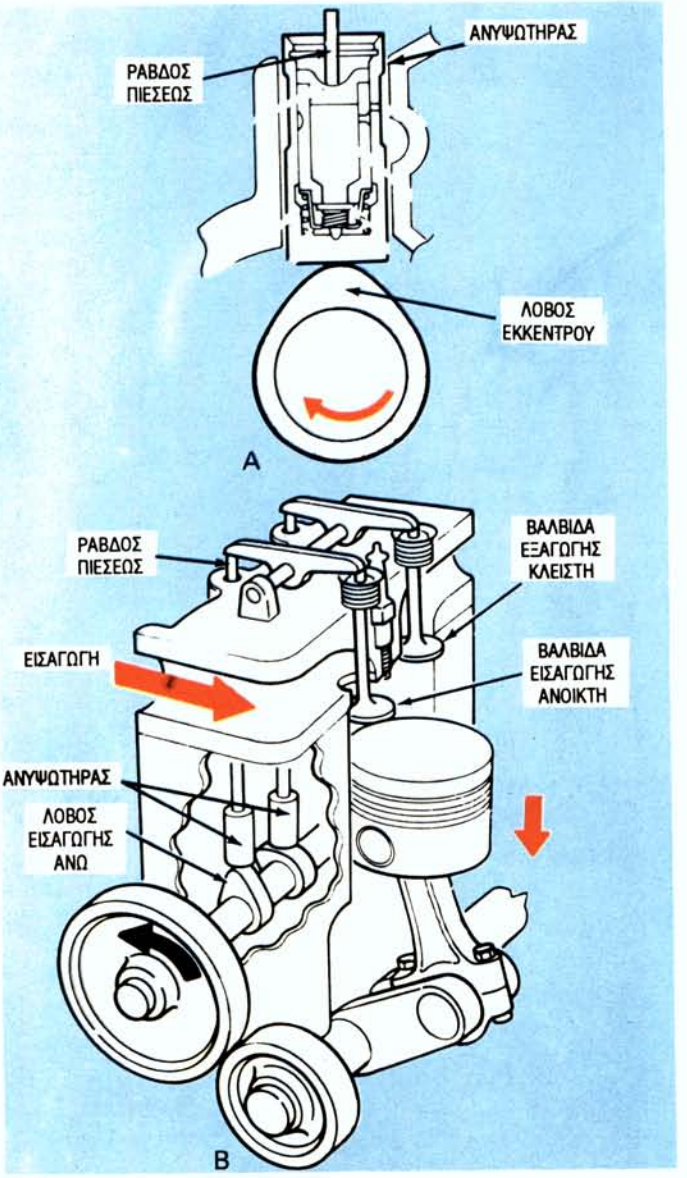
Σχ. 7-11. *Διάφοροι τρόποι ελέγχου της κινήσεως με ιμάντες και τροχαλίες. Α - Αποκατάσταση - διακοπή κινήσεως. Β - Πολλαπλασιασμός ταχύτητας. Γ - Αλλαγή φοράς κινήσεως. Δ - Μεταβολή επιπέδου κινήσεως.*



Σχ. 7-12. *Άξονες μεταφέρουν κίνηση και ισχύ προς και από κινητήρες. Α - Στροφαλοφόρος. Μετατρέπει παλινδρομική κίνηση σε περιστροφική, σε κινητήρα. Β - Άξονας αυτοκινήτου μεταφέρει ροπή σε μακρινό σημείο χωρίς να τη μεταβάλει κατά οποιονδήποτε τρόπο.*



Σχ. 7-13. *Ο άξονας χρησιμοποιείται σε μεταφορικά οχήματα για τη μεταβίβαση της ροπής του κινητήρα στις ρόδες του οχήματος.*



Σχ. 7-14. *Οι μηχανές αυτοκινήτου έχουν έκκεντρα, που μετατρέπουν περιστροφική κίνηση σε παλινδρομική Α - Στην αρχή το έκκεντρο πιέζει τον ανυψωτήρα που μεταφέρει την κίνηση στη ράβδο πιέσεως. Β - Ράβδοι πιέσεως κινούν βραχίονες, που μετατρέπουν την προς τα επάνω κίνηση σε κίνηση προς τα κάτω, η οποία ανοίγει τις βαλβίδες (John Walker).*

ντρο περιστρέφεται, η καμπύλη επιφάνειά του που ασκεί δύναμη σε κάποια ράβδο. Οι μηχανές αυτοκινήτου έχουν έκκεντρα, που ανοιγοκλείνουν τις βαλβίδες τους (σχ. 7-14).

ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΜΕ ΡΕΥΣΤΑ

΄Οπως και τα μηχανικά συστήματα μεταδόσεως, έτσι και τα συστήματα ***μεταδόσεως με ρευστά*** δεν παράγουν ισχύ. Χρησιμοποιούν ρευστά για τη μετάδοση ισχύος από μια θέση σε άλλη, και για τη χρήση ισχύος για την εκτέλεση ορισμένου είδους εργασιών. Αυτά τα συστήματα επιτυγχάνουν τα παραπάνω συμπιέζοντας ρευστά, τα οποία μπορεί να είναι είτε υγρά είτε αέρια.

Η μετάδοση με ρευστά περιλαμβάνει δύο συστήματα: υδραυλικά και πνευματικά (δηλ. με αέρια). Και τα δύο βρίσκουν εφαρμογές σε πολλούς τεχνολογικούς τομείς (σχ. 7-15). Η μέθοδος των ρευστών χρησιμοποιείται επίσης για τη μεταφορά υγρών και στερεών υλικών σε μεγάλες αποστάσεις με τη βοήθεια αγωγών.

΄Ενα από τα κύρια πλεονεκτήματα των συστημάτων ρευστών σε σχέση με τα μηχανικά συστήματα είναι ότι δεν χρειάζονται τις πολύπλοκες διατάξεις γραναζιών, ιμάντων, τροχαλιών και μοχλών. ΄Ενα άλλο πλεονέκτημα είναι ο περισσότερο ακριβής έλεγχος της ισχύος. Δεν υπάρχει "παίξιμο" λόγω χαλαρών συνδέσμων. Οι δυνάμεις που ασκούνται μπορεί να μεταδοθούν προς τα επάνω, προς τα κάτω, υπό γωνία και σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις. Κατά τη διαδικασία υπάρχει μικρή απώλεια ισχύος. Η κίνηση είναι στρωτή. Τα μέτρα των δυνάμεων δεν μεταβάλλονται λόγω αλλαγής κατευθύνσεως.

ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

΄Οπως είπαμε, τα υδραυλικά συστήματα μεταφοράς χρησιμοποιούν υγρά ως μέσα μεταφοράς. Υπάρχουν πολλά υγρά που είναι κατάλληλα. Αυτά είναι μίγματα νερού – λαδιού, μίγματα νερού – γλυκόλης και φωσφορικοί εστέρες. Σε μερικές εφαρμογές, για τη μεταφορά υλικών, το νερό είναι το προτιμόμενο ρευστό. Το καθαρό ορυκτέλαιο είναι το καλύτερο ρευστό για τις περισσότερες εφαρμογές.

Τα υγρά, έχουν ορισμένες ιδιότητες, οι οποίες τα καθιστούν κατάλληλα για μεταφορά ισχύος (μετάδοση κινήσεως):

- Δεν έχουν συγκεκριμένο σχήμα και παίρνουν εύκολα το σχήμα του δοχείου στο οποίο τοποθετούνται. Αυτό τους επιτρέπει να μεταφέρουν ισχύ εύκολα διά μέσου σωλήνων και κυλίνδρων.
- Αντίσταση στη συμπίεση. Ο όγκος των υγρών μικραίνει πολύ λίγο, όταν συμπιέζονται. ΄Οταν ένα υγρό συμπιέζεται μέσα σε κλειστό χώρο, ουσιαστικά συμπεριφέρεται σαν στερεό.
- Τα υγρά μεταδίδουν ασκούμενες δυνάμεις σε όλες τις κατευθύνσεις συγχρόνως (σχ. 7-16). Αυτό σχετίζεται με το νόμο του Pascal: η πίεση που ασκείται σε



Α



Β



Γ



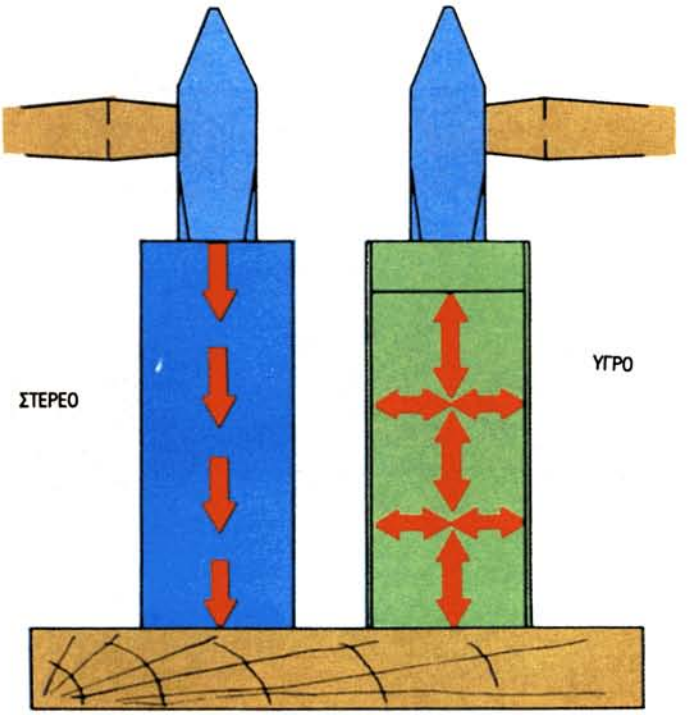
Δ

Σχ. 7-15. *Η μετάδοση με ρευστά έχει πολλές εφαρμογές. Α - Υδραυλικό σύστημα ανυψώσεως ανατρεπόμενου φορτηγού. Β - Υδραυλικό σύστημα σε εκσκαφέα. Γ - Υδραυλικός γερανός. Δ - Υδραυλικό σύστημα σε εκσκαφέα.*

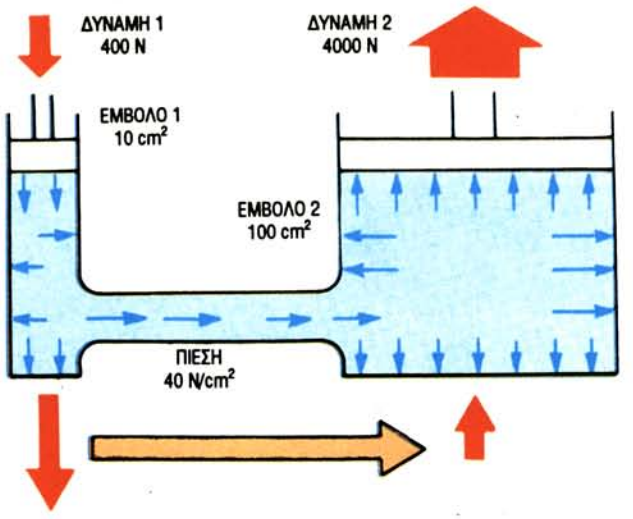
υγρό περιορισμένο σε δοχείο μεταδίδεται η ίδια σε όλο το υγρό (και προκαλεί δυνάμεις σε μικρές επιφάνειες ανεξάρτητες του προσανατολισμού τους). Αυτός ο νόμος είναι η βάση της σύγχρονης υδραυλικής.

Πολλαπλασιασμός δυνάμεως.

Ένα υδραυλικό σύστημα αποτελείται βασικά από δύο κυλίνδρους με κινητά έμβολα, που συνδέονται με σωλήνα. Αναλόγως του μεγέθους των εμβόλων που θα επιλέξομε το υδραυλικό σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να πολλαπλασιάσει είτε τη δύναμη είτε την ταχύτητα (ή μετακίνηση). Όταν οι κύλινδροι (έμβολα) έχουν ίδιες διαμέτρους, οι μετακινήσεις των εμβόλων είναι ίσες. Όταν ασκηθεί δύναμη στο ένα και μετακινηθεί, τότε το άλλο θα μετακινηθεί το ίδιο και θα ασκήσει την ίδια δύναμη. Όταν ο ένας κύλινδρος έχει μικρότερη διάμετρο, δεν έχομε ίδια αποτελέσματα στον άλλο κύλινδρο (σχ. 7-17).



Σχ. 7-16. *Τα στερεά μεταφέρουν δύναμη μόνο προς μια κατεύθυνση, την κατεύθυνση της δυνάμεως. Υγρά, όταν είναι μέσα σε κλειστό δοχείο, μεταφέρουν δύναμη προς όλες τις κατευθύνσεις.*



Σχ. 7-17. *Πολλαπλασιασμός δυνάμεως με υδραυλικό σύστημα. Μικρή δύναμη στο αριστερό έμβολο δημιουργεί μεγάλη δύναμη στο μεγαλύτερο έμβολο. Ποιο έμβολο μετακινείται λιγότερο;*

Υπάρχουν μερικοί κανόνες κατά τη χρήση υδραυλικής μεταφοράς. Στηρίζονται στο νόμο του Pascal:

- Η δύναμη σε κάθε έμβολο είναι ανάλογη προς την επιφάνειά του.
- Το μέτρο της δυνάμεως ισούται με το γινόμενο της πιέσεως επί την επιφάνεια του εμβόλου.
- Οι μετακινήσεις των εμβόλων είναι αντιστρόφως ανάλογες προς τις επιφάνειές τους.

Απλά, αν τα έμβολα έχουν ίσες διατομές, η δύναμη στο έμβολο εξόδου θα ισούται με τη δύναμη στο έμβολο εισόδου. Από την άλλη, αν τα έμβολα έχουν άνισες διατομές, δύναμη που ασκείται στο μικρότερο έμβολο θα πολλαπλασιασθεί στο έμβολο εξόδου (μεγαλύτερο) ανάλογα με το εμβαδόν της διατομής του. Επίσης, όσο μικρότερο είναι το έμβολο εισόδου, τόσο περισσότερο θα μετακινηθεί. Όσο μεγαλύτερο είναι το έμβολο εξόδου τόσο λιγότερο θα μετακινηθεί. Οι πιέσεις και στα δύο έμβολα είναι πάντα ίσες.

Πίεση.

Η πίεση είναι μέγεθος χρήσιμο, όταν ασχολείται κανείς με ρευστά σε δοχεία. Όπως ξέρετε, τα ρευστά σε κλειστά δοχεία ασκούν δυνάμεις προς όλες τις κατευθύνσεις.

Για τον υπολογισμό της δυνάμεως που ασκείται από ρευστά, πολλαπλασιάζομε την πίεση επί την επιφάνεια. Έστω ότι η επιφάνεια σε δοχείο με πεπιεσμένο αέρα είναι 2000 τετραγωνικά εκατοστά και ότι η πίεση είναι 100 $^{N}/_{cm^2}$ (newton ανά τετραγωνικό εκατοστό). Ας υπολογίσομε τη δύναμη:

Δύναμη = πίεση επί επιφάνεια

Δύναμη = 2000 x 100 cm^2 x $^{N}/_{cm^2}$

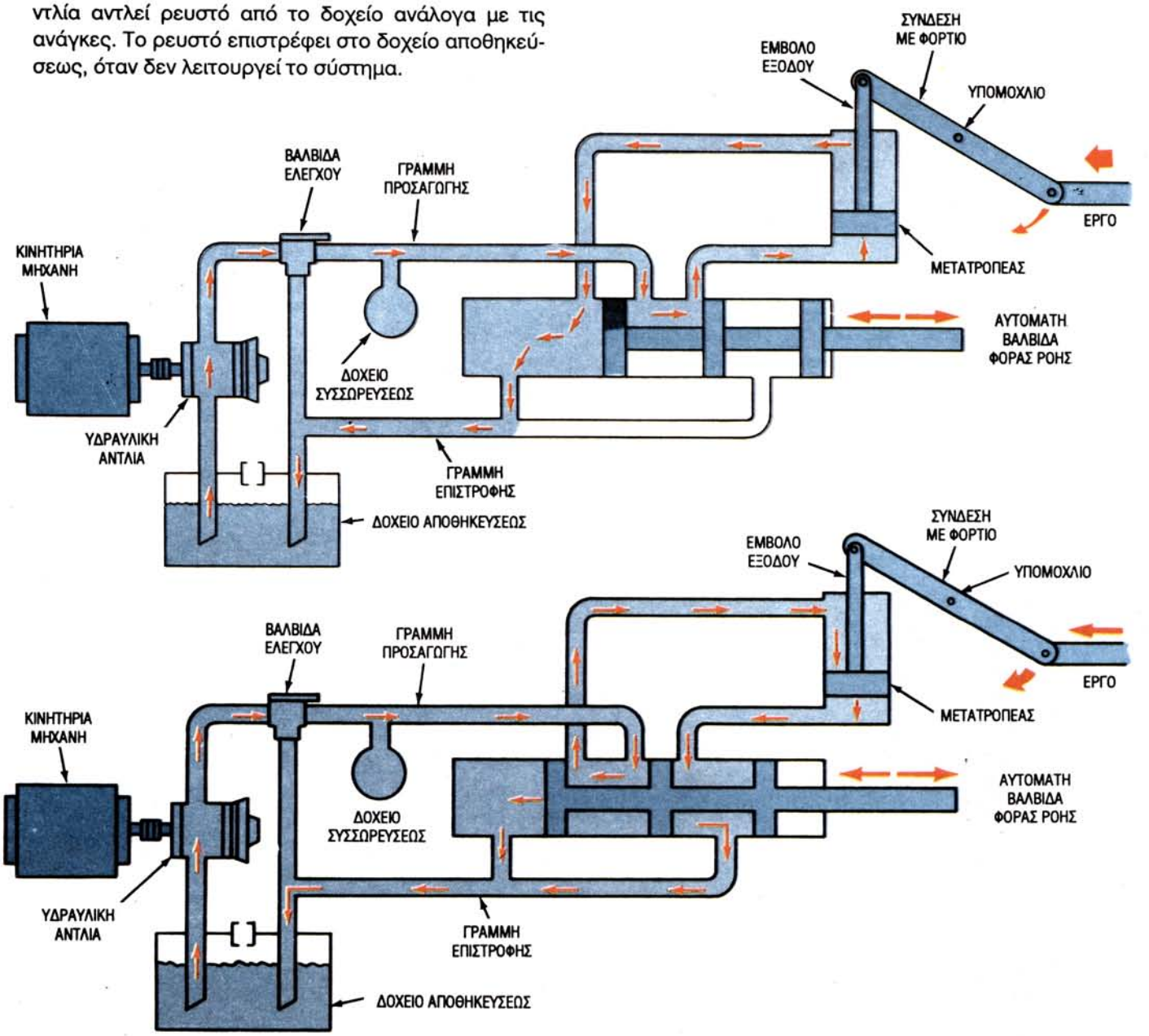
Δύναμη = 200.000 N.

Σε συστήματα με ρευστά, μικρή πίεση σε μικρό έμβολο, που μεταφέρεται σε μεγαλύτερο έμβολο, μπορεί να παράγει μεγαλύτερη δύναμη στο μεγάλο έμβολο. Παρατηρήστε τα έμβολα που φαίνονται στο σχήμα 7-17. Δύναμη 400 newton στο μικρότερο έμβολο γίνεται δύναμη 4000 newton στο μεγαλύτερο έμβολο.

Μέρη ενός συστήματος.

Ένα υδραυλικό σύστημα, εκτός από τους υδραυλικούς κυλίνδρους, αποτελείται από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- Μια αντλία. Κινείται με κάποια κινητήρια πηγή, όπως είναι ο ηλεκτρικός κινητήρας ή άλλος ενεργειακός μετατροπέας, και δημιουργεί την πίεση στο υδραυλικό ρευστό του συστήματος.
- Βαλβίδα περιορισμού. Έχει τεθεί σε προκαθορισμένη τιμή πιέσεως και περιορίζει την πίεση που δημιουργείται στο σύστημα. Όταν η πίεση υπερβεί αυτήν την τιμή, η βαλβίδα επιτρέπει σε ρευστό να βγει από το σύστημα και να κατευθυνθεί στο δοχείο αποθηκεύσεως ρευστού.
- Δοχείο ρευστού. Επειδή το υδραυλικό σύστημα χρειάζεται περισσότερο ρευστό από όσο μπορεί να κρατηθεί στο τμήμα που είναι υπό πίεση, το δοχείο περιέχει την επιπλέον ποσότητα του ρευστού. Η αντλία αντλεί ρευστό από το δοχείο ανάλογα με τις ανάγκες. Το ρευστό επιστρέφει στο δοχείο αποθηκεύσεως, όταν δεν λειτουργεί το σύστημα.
- ***Συσσωρευτής.*** Αυτό είναι ένα δεύτερο δοχείο αποθηκεύσεως υγρού, που υπάρχει υπό πίεση στο σύστημα. Λειτουργεί σαν "εξομαλυντής" (αμορτισέρ), καθώς μεταβάλλεται η πίεση ή σταματά η κίνηση στο σύστημα.
- Βαλβίδες ελέγχου φοράς ροής. Είναι τοποθετημένες στην πλευρά του συστήματος που είναι υπό πίεση, για να ελέγχουν την κίνηση του ρευστού προς και από το έμβολο εξόδου. Ελέγχουν τη φορά, κατά την οποία θα κινηθεί το έμβολο εξόδου.
- Φίλτρα. Το κάθε σύστημα έχει ένα φίλτρο· τα μεγάλα συστήματα μπορεί να έχουν πολλά φίλτρα. Το σχήμα 7-18 δείχνει ένα απλοποιημένο υδραυλικό σύστημα.



Σχ. 7-18. *Απλό υδραυλικό σύστημα, που σχεδιάσθηκε για να κινεί το έμβολο εξόδου προς τη μία ή την άλλη κατεύθυνση. Α - Με τη βαλβίδα φοράς ροής σε αυτήν τη θέση, το έμβολο εξόδου θα κινηθεί προς τα επάνω. Β - Με τη βαλβίδα προς τα δεξιά ασκείται υδραυλική πίεση στην άλλη πλευρά του εμβόλου και θα κινηθεί προς τα κάτω.*

Προσέξτε την κίνηση του ρευστού διά του συστήματος και πώς γίνεται ο έλεγχος του συστήματος.

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα ***πνευματικά συστήματα*** είναι συστήματα μεταφοράς κινήσεως ή ισχύος, που χρησιμοποιούν αέρα ως μέσο μεταφοράς. Ως προς τα άλλα, είναι παρόμοια με τα υδραυλικά συστήματα. Σε αντιδιαστολή με τα υγρά, που δεν συμπιέζονται πολύ, τα αέρια μπορούν να συμπιεσθούν και να καταλάβουν πολύ μικρότερο χώρο από ό,τι όταν είναι υπό συνήθη πίεση. Λόγω αυτής της ιδιότητάς τους η μεταφορά ενέργειας με πνευματικά (που χρησιμοποιούν αέριο) συστήματα είναι κατάλληλη σε πολλές περιπτώσεις, που απαντούν στη βιομηχανία και τις μεταφορές.

Τα πνευματικά συστήματα έχουν άλλα πλεονεκτήματα. Δεν χρειάζεται να αγορασθούν ακριβά ρευστά, επειδή χρησιμοποιούν ατμοσφαιρικό αέρα. Επίσης δεν υπάρχουν προβλήματα διαρροών. Αυτό είναι σημαντικό σε εργοστάσια, όπου η καθαριότητα μπορεί να είναι σπουδαίο πράγμα σε κάποια διαδικασία βιομηχανικής παραγωγής.

Βασικό πνευματικό σύστημα.

Ένα τυπικό πνευματικό σύστημα διαθέτει τα ακόλουθα:

- Πηγή παραγωγής πεπιεσμένου αέρα. Η πηγή διαθέτει συμπιεστή αέρα, που κινείται με ηλεκτρικό κινητήρα.
- Δοχείο αποθηκευμένο, που λέγεται ***δέκτης,*** στο οποίο αποθηκεύεται ο συμπιεσμένος αέρας.
- Φίλτρα για την απομάκρυνση των προσμίξεων που πιθανόν να υπάρχουν στον αέρα.
- Μετρητές πιέσεως.
- Εναλλάκτη θερμότητας, για να ψύχει το συμπιεστή.
- Βαλβίδες ελέγχου, για να σταματούν τη ροή του αέρα ή να αλλάξουν τη φορά κινήσεώς του.
- Ένα μετατροπέα. Αυτός είναι μια διάταξη που λειτουργεί με αέρα και μετατρέπει την ενέργεια του πεπιεσμένου αέρα σε μηχανική ενέργεια.

Χρήσεις των πνευματικών συστημάτων.

Οι βιομηχανίες χρησιμοποιούν ευρέως πνευματικά συστήματα. Έχουν αντικαταστήσει κατά πολύ τη χειρονακτική εργασία στα εργοστάσια. Οι σταθμοί επισκευής αυτοκινήτων τα χρησιμοποιούν για την ανύψωση οχημάτων, όταν οι τεχνίτες εργάζονται κάτω από αυτά. Ο ανυψωτήρας χρησιμοποιεί σύστημα αέρα και λαδιού.

Πολλά εργαλεία κινούνται με κινητήρες πεπιεσμένου αέρα. Είναι πιο ανθεκτικά και παρουσιάζουν λιγότερα προβλήματα από ό,τι οι ηλεκτρικοί κινητήρες (σχ. 7-19).

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Ένα σύστημα ***ηλεκτρικής μεταφοράς ισχύος*** μεταφέρει και ελέγχει ηλεκτρικό ρεύμα. Με τη χρήση αγωγών μεταφέρει το ρεύμα και με συστήματα, που διακόπτουν ή αποκαθιστούν το ρεύμα, μεταβάλλει τα μεγέθη του ή αλλάζει τη φορά του.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος εξηγήθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, που αφορούσε τους ενεργειακούς μετατροπείς.

Μάθατε στο κεφάλαιο 6 ότι η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από τη χημική ενέργεια καυσίμων απολιθωμάτων ή από την κινητική ενέργεια ρέοντος ή πίπτοντος νερού. Μπορεί επίσης να παραχθεί ηλεκτρισμός με χρήση ανεμογεννητριών και ηλιακών κυττάρων. Αυτές οι μονάδες θα συζητηθούν σε επόμενο κεφάλαιο. Επίσης, μάθατε ότι, αφού παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια από άλλες πηγές ενέργειας, διοχετεύεται με (ηλεκτροφόρους) αγωγούς στους καταναλωτές και μετασχηματιστές μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά της, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους διάφορους καταναλωτές.

Το σύστημα διοχετεύσεως και ελέγχου ηλεκτρικής ισχύος λέγεται ***κύκλωμα***. Το κύκλωμα είναι μία οδός, διά της οποίας διέρχεται ηλεκτρική ισχύς και κατευθύνεται σε φώτα, μηχανήματα, συσκευές και άλλα φορτία. Η λέξη σημαίνει ότι το κύκλωμα, όταν λειτουργεί, είναι κλειστό (βρόχος).

Στους μεταλλικούς αγωγούς το ρεύμα κυκλοφορεί,



Σχ. 7-19. *Τα πνευματικά συστήματα, εκτός της χρήσεως ως μέσων μεταφοράς και ελέγχου ισχύος (ή κινήσεως), λειτουργούν συστήματα αυτομάτων θυρών, πιστολέτα και άλλα μηχανικά εργαλεία, που απαντούν κυρίως σε συνεργεία αυτοκινήτων.*

λόγω της υπάρξεως "ελευθέρων" ηλεκτρονίων, όπως κινείται το νερό μέσα σε ένα σωλήνα. Το σχήμα 7-20 δείχνει πώς γίνεται αυτό.

Ηλεκτρόνια κινούνται σε κάποιο κύκλωμα, εφόσον υπάρχει κάποια πηγή, που παρέχει ηλεκτρεγερτική δύναμη και το κύκλωμα δεν έχει διακοπεί από κάποιο διακόπτη. Η ***ηλεκτρεγερτική δύναμη*** είναι σαν την "πίεση", που αναγκάζει τα ηλεκτρόνια να κινούνται μέσα στον αγωγό. Μετρείται σε volt.

ΕΙΔΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

Τα κυκλώματα σχεδιάζονται ειδικά για την κάθε περίπτωση. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι:

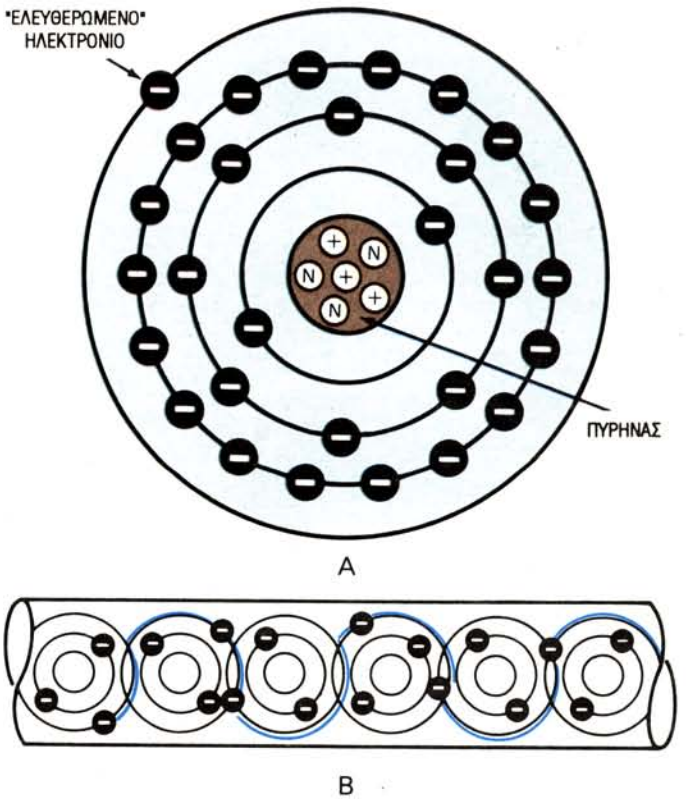
- Σε σειρά.
- Παράλληλα.
- Σε σειρά – παράλληλα.

Το ***κύκλωμα σε σειρά*** έχει μόνο μια διαδρομή. Το ρεύμα που το διαρρέει, διέρχεται το ίδιο, από κάθε συσκευή ή διάταξη του κυκλώματος. Το σχήμα 7-21 είναι ένα παράδειγμα κυκλώματος σε σειρά. Αν κάποιος διακόπτης διακόψει τη συνέχεια του κυκλώματος, το ρεύμα θα σταματήσει και όλο το κύκλωμα θα "νεκρωθεί'. Δεν θα υπάρχει ρεύμα.

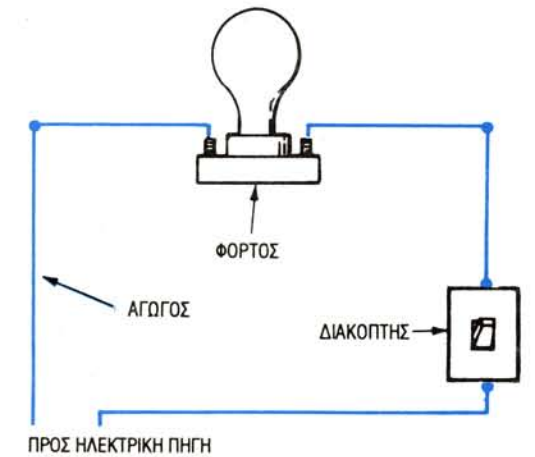
Το ***κύκλωμα παράλληλης συνδέσεως*** διαθέτει περισσότερους από ένα δρόμους για τη ροή του ρεύματος. Κοιτάξτε το σχήμα 7-22. Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί δρόμοι για το ρεύμα. Αν ένας από τους δρόμους διακοπεί, θα εξακολουθήσει να ρέει ρεύμα στους εναπομείναντες.

Τα κυκλώματα σε οικιακές εγκαταστάσεις είναι παραδείγματα παράλληλης συνδέσεως. Ένα φορτίο, όπως ένα λαμπτήρας ή μια συσκευή, μπορεί να τεθεί εκτός λειτουργίας χωρίς να επηρεασθεί το ρεύμα στα άλλα φορτία.

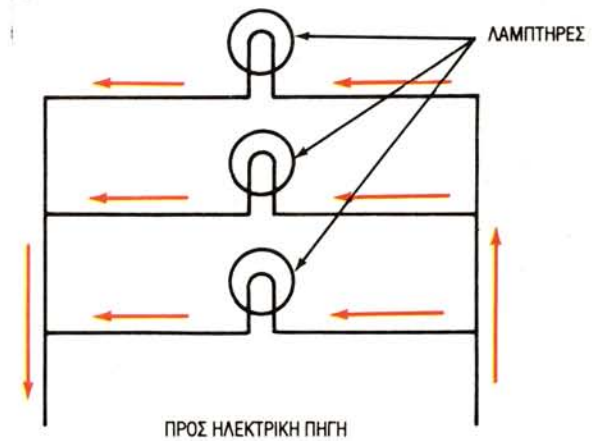
Ένα κύκλωμα ***σειράς – παράλληλο*** συνδυάζει στοιχεία κυκλώματος σε σειρά και στοιχεία κυκλώματος παράλληλης συνδέσεως. Μέρος του κυκλώματος έχει παράλληλους δρόμους, ενώ άλλο μέρος αυτού έχει ένα δρόμο με αντίστοιχα στοιχεία κυκλώματος συνδεδεμένα με τους δύο αυτούς τρόπους (σχ. 7-23).



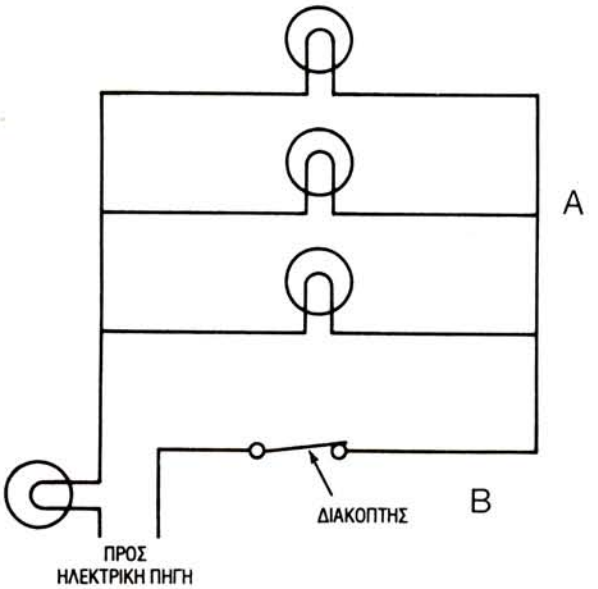
Σχ. 7-20. *Παρατηρούμε πώς είναι διευθετημένα τα ηλεκτρόνια και πώς κινούνται μέσα σε χάλκινο αγωγό. Α - Ο πυρήνας του κάθε ατόμου χαλκού αποτελείται από νετρόνια και πρωτόνια. Υπάρχει ίσος αριθμός ηλεκτρονίων και πρωτονίων στο ελεύθερο άτομο χαλκού. Τα ηλεκτρόνια κινούνται σε τέσσερις στιβάδες γύρω από τον πυρήνα. Β - Στο κομμάτι του χαλκού το εξωτερικό ηλεκτρόνιο κάθε ατόμου κατά κάποιο τρόπο "ελευθερώνεται" και δεν ανήκει σε συγκεκριμένο άτομο, αλλά μπορεί να κινείται σε όλο το χώρο του μετάλλου. Έτσι έχομε την αγωγιμότητα του μεταλλικού κομματιού από χαλκό.*



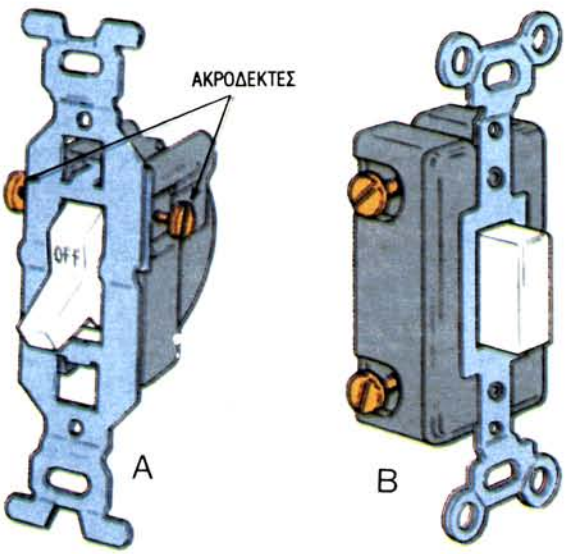
Σχ. 7-21. *Απλό κύκλωμα σε σειρά. Έχει μόνο μια διαδρομή για το ρεύμα. Αν ο διακόπτης τεθεί "εκτός" (off), θα σταματήσει η ροή των ηλεκτρονίων.*



Σχ. 7-22. *Κύκλωμα παράλληλης συνδέσεως. Αν διακοπεί η παροχή ρεύματος σε κάποιο λαμπτήρα, ο συγκεκριμένος λαμπτήρας θα σβήσει. Όμως, οι άλλοι θα λειτουργούν, διότι ηλεκτρόνια θα κυκλοφορούν στο υπόλοιπο κύκλωμα.*



Σχ. 7-23. *Ένα σύστημα σε σειρά - παράλληλο συνδυάζει και τους δύο τύπους κυκλωμάτων. Τι θα συμβεί, αν ο διακόπτης του σχήματος τεθεί στη θέση "εκτός"; Θα παραμείνει σε λειτουργία μέρος του κυκλώματος;*

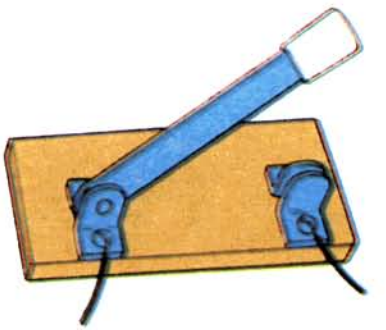


Σχ. 7-24. *Μονοπολικοί διακόπτες. Α - Αυτός είναι γνωστός ως τάμπλερ. Έχει δύο ακροδέκτες και ελέγχει κάποιο λαμπτήρα ή συσκευή. Β - Μονοπολικός διακόπτης, με κομβίο πιέσεως.*

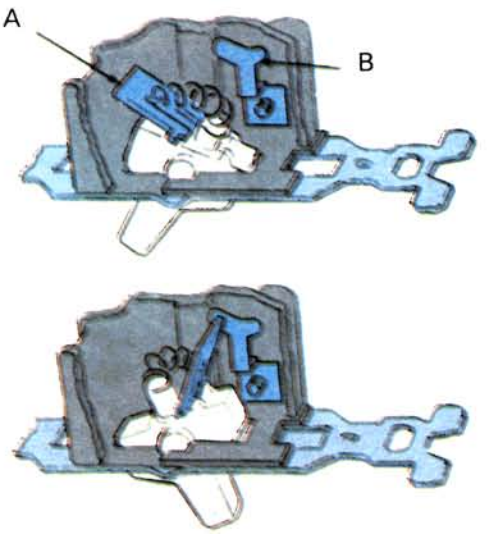
Αν για παράδειγμα, ένας από τους λαμπτήρες στο μέρος Α καεί ή τεθεί εκτός, οι υπόλοιποι λαμπτήρες και το υπόλοιπο κύκλωμα θα λειτουργούν. Αν ο διακόπτης Β τεθεί στη θέση εκτός, το ρεύμα θα σταματήσει τελείως.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

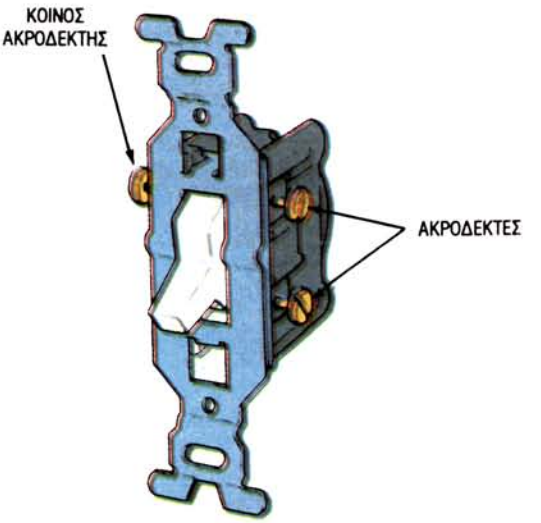
Επιπροσθέτως, εκτός από την ηλεκτρική πηγή και τους αγωγούς, το ηλεκτρικό κύκλωμα πρέπει να διαθέτει συστήματα ελέγχου και φορτία. Οι έλεγχοι είναι ηλεκτρικές διατάξεις, όπως διακόπτες, ηλεκτρονόμοι και προστατευτικές διατάξεις.



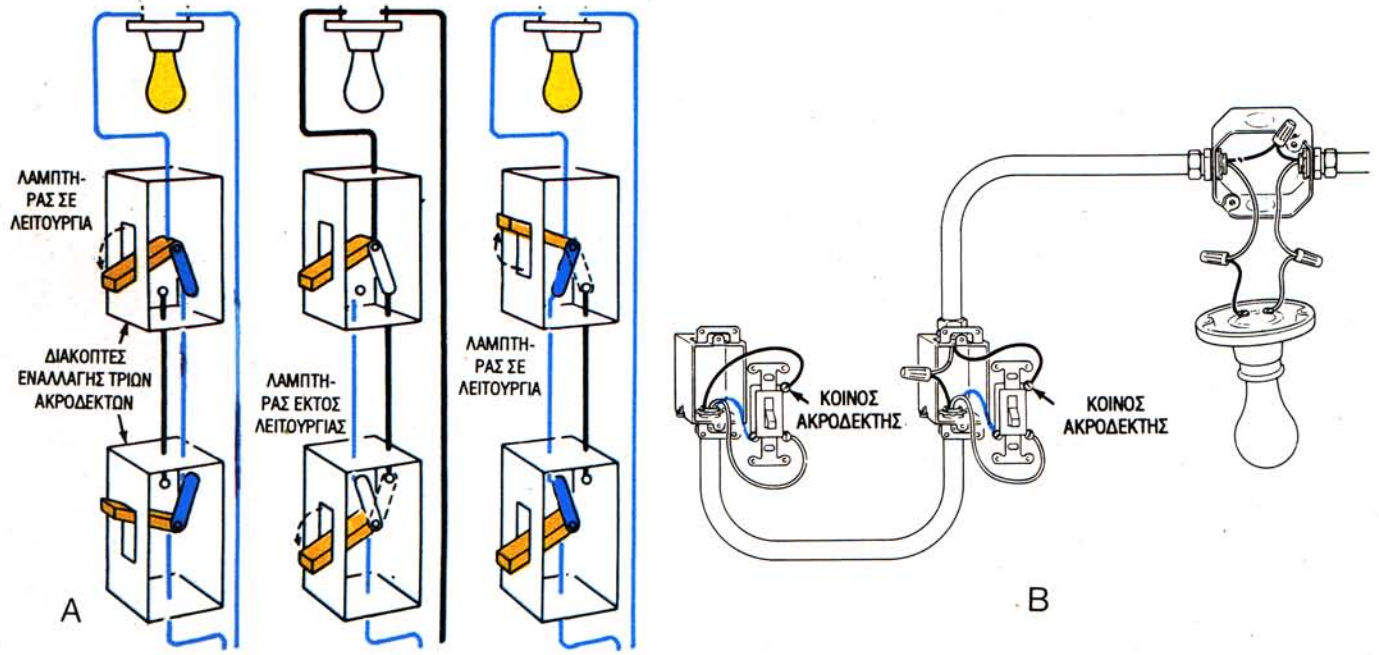
Σχ. 7-25. *Ο μαχαιρωτός διακόπτης είναι το απλούστερο παράδειγμα μονοπολικού διακόπτη. Αυτός του σχήματος βρίσκεται στη θέση "εκτός".*



Σχ. 7-26. *Το εσωτερικό μονοπολικού διακόπτη τύπου τάμπλερ. Ελατήριο προκαλεί έναν απότομο κτύπο, καθώς η "επαφή Α" κατευθύνεται προς την "επαφή Β" ή απομακρύνεται από αυτήν.*



Σχ. 7-27. *Διακόπτης εναλλαγής με τρεις ακροδέκτες.*



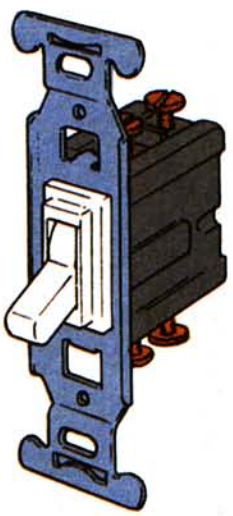
Σχ. 7-28. *Κοιτάξτε πώς λειτουργεί ένας διακόπτης εναλλαγής με τρεις ακροδέκτες. Α - Αν μελετήσετε τις θέσεις του διακόπτη, θα καταλάβετε τη λειτουργία του. Β - Αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο κάποιος ηλεκτρολόγος - τεχνίτης, θα συνδέσει τέτοιους διακόπτες σε κύκλωμα λαμπτήρα.*

Διακόπτες.

Οι ***διακόπτες*** είναι διατάξεις συνδέσεως – αποσυνδέσεως, που σταματούν και αποκαθιστούν τη ροή σε κάποιο κύκλωμα. Το σχήμα 7-24 δείχνει έναν κοινό διακόπτη μονοπολικό, τάμπλερ. Λειτουργεί σαν το μαχαιρωτό διακόπτη που φαίνεται στο σχήμα 7-25. Ο διακόπτης τάμπλερ είναι γνωστός σε όλους. Θα έχετε δει κάποια παραλλαγή του, γιατί σήμερα χρησιμοποιείται αρκετά. Έχει ελατήρια, που τον συγκρατούν στη μια και στην άλλη θέση. Στη μια θέση αποκαθιστά το ρεύμα, ενώ στην άλλη το διακόπτει (σχ. 7-26).

Διακόπτης εναλλαγής (αλέ-ρετούρ) τριών επαφών (σχ. 7-27). Είναι σαν τον απλό μονοπολικό διακόπτη, αλλά με τρεις ακροδέκτες αντί για δύο. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλον έναν όμοιό του, όταν πρέπει η λειτουργία κάποιου φωτιστικού να ελέγχεται από δύο διαφορετικές θέσεις ενός κτηρίου. Το σχήμα 7-28 απεικονίζει τη σύνδεση και λειτουργία τέτοιων διακοπτών.

Διακόπτης εναλλαγής (αλέ–ρετούρ) τεσσάρων επαφών. Χρησιμοποιείται, όταν πρέπει να αναβοσβήνει κάποιος λαμπτήρας από τρεις θέσεις. Έχει τέσσερις ακροδέκτες και χρησιμοποιείται μεταξύ δύο διακοπτών εναλλαγής με τρεις επαφές (σχ. 7-29). Ο διακόπτης εναλλαγής με τέσσερις επαφές πάντα διαρρέεται από ρεύμα. Το σχήμα 7-30 δείχνει κύκλωμα με τέτοιο διακόπτη.

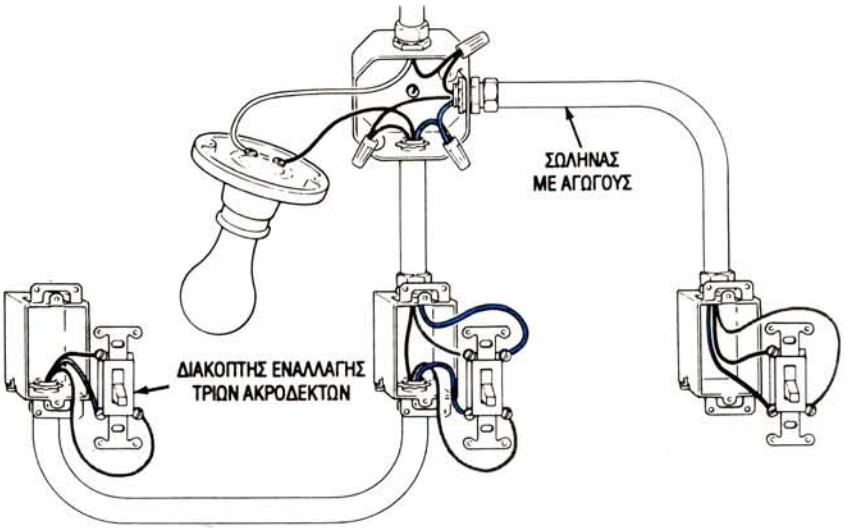


Σχ. 7-29. *Διακόπτης εναλλαγής τεσσάρων ακροδεκτών.*

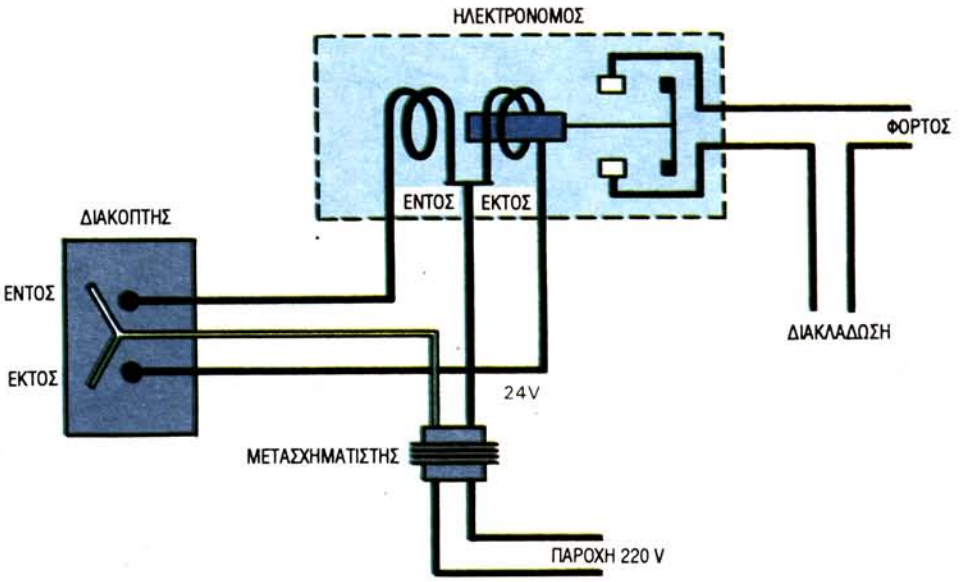
ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ

Ο ***αυτόματος*** (ή ηλεκτρονόμος ή ρελαί) είναι διακόπτης, που λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα. Ελέγχει κάποιο κύκλωμα εντός ή εκτός λειτουργίας με τη βοήθεια ηλεκτρομαγνήτη. Ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μικρός κύλινδρος από σίδηρο, που μαγνητίζεται με τη βοήθεια ρεύματος. Συγκεκριμένα γύρω από αυτόν το σιδηρό κύλινδρο είναι τυλιγμένος μονωμένους αγωγός (πηνίο) με πολλές σπείρες. Όταν ο χρήστης κλείνει το διακόπτη διέρχεται ρεύμα διά του πηνίου. Ο κύλινδρος από σίδηρο μαγνητίζεται, έλκει κάποιο μέταλλο και κλείνει επαφές που αποκαθιστούν το κύκλωμα έτσι, ώστε να διέρχεται ρεύμα δι' αυτού.

Χρησιμοποιούνται ηλεκτρομαγνήτες για τη λειτουργία κλειδαριών, φωτισμού και ηλεκτροκινητήρων.



Σχ. 7-30. *Εγκατάσταση διακόπτη εναλλαγής τεσσάρων ακροδεκτών, όπως θα την έκανε ένας ηλεκτρολόγος - τεχνίτης.*



Σχ. 7-31. *Σχηματικό διάγραμμα κυκλώματος, που ελέγχεται από ηλεκτρονόμο.*

Ο ηλεκτρονόμος μπορεί να λειτουργήσει με τη βοήθεια άλλων διατάξεων, όπως ρολόγια, θερμοστάτες, φωτόμετρα και άλλοι αισθητήρες. Το σχήμα 7-31 είναι ένα σχηματικό διάγραμμα ηλεκτρονόμου.

ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

Αυτά είναι ηλεκτρικές διατάξεις, που τοποθετούνται σε κυκλώματα, για να τα προστατεύσουν από υψηλότερα των κανονικών ρεύματα. Αν υπάρχει μια μη κανονική συνθήκη στο κύκλωμα ή αν η απαίτηση για ρεύμα γίνει υπερβολικά μεγάλη, η ασφάλεια ή ο ασφαλειοδιακόπτης θα σταματήσει τη ροή ρεύματος στο κύκλωμα.

Μια από τις κυριότερες αιτίες που προκαλεί υπερβολικό ρεύμα είναι το βραχυκύκλωμα. Το ***βραχυκύκλωμα*** προκαλεί ένα πάρα πολύ ισχυρό ρεύμα στο κύκλωμα. Συμβαίνει όταν αγωγοί διά των οποίων ρέει ρεύμα και έχουν σημαντική διαφορά δυναμικού μεταξύ τους έρχονται σε ηλεκτρική επαφή ο ένας με τον άλλον. Αν αυτή η κατάσταση με το αυξημένο ρεύμα εξακολουθήσει επί πολύ, θα υπερθερμάνει τους αγωγούς, θα προκαλέσει βλάβη ή ακόμη και φωτιά. Το υπερβολικό ρεύμα, από ό,τι φαίνεται από τα ανωτέρω, οφείλεται στη μεγάλη πτώση της αντιστάσεως του κυκλώματος. Αυτό εξηγείται με το νόμο του Ohm, ο οποίος λέγει ότι το ρεύμα είναι αντιστρόφως ανάλογο της αντιστάσεως. Έτσι, αν η αντίσταση πέσει, το ρεύμα γίνεται ισχυρότερο.

Βραχυκυκλώματα μπορεί να συμβούν, όταν καταστραφεί η ηλεκτρομόνωση και οι αγωγοί έλθουν σε ηλεκτρική επαφή μεταξύ τους. Για παράδειγμα, η κατα-

στροφή της μονώσεως μπορεί να οφείλεται στην επανειλημμένη κάμψη του καλωδίου ενός φωτιστικού.

Η ***υπερφόρτωση*** είναι η κατάσταση κατά την οποία έχομε υπερβολική ποσότητα ρεύματος, που διαρρέει κύκλωμα και που οφείλεται σε ασυνήθιστα υπερβολική απαίτηση για ισχύ. Σε αυτήν την περίπτωση το ρεύμα είναι αυξημένο, αλλά ακολουθεί τον κανονικό του δρόμο.

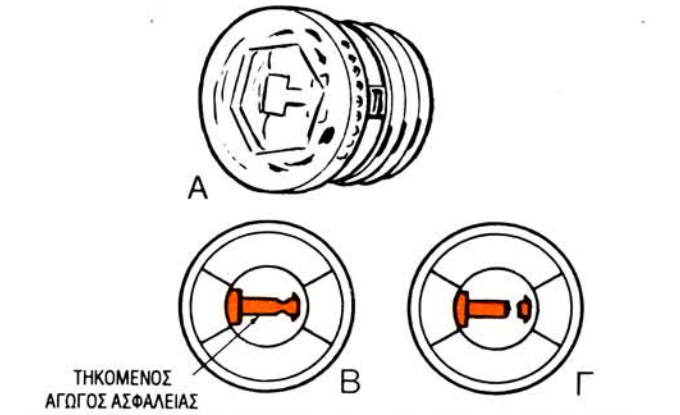
Η (υπερβολική) ποσότητα ρεύματος στην περίπτωση βραχυκυκλώματος μπορεί να είναι εκατοντάδες φορές μεγαλύτερη από την ποσότητα ρεύματος που σε κανονικές συνθήκες ρέει στο κύκλωμα.

Κατά την υπερφόρτωση το ρεύμα είναι μόνο 2 έως 10 φορές περισσότερο από το κανονικό.

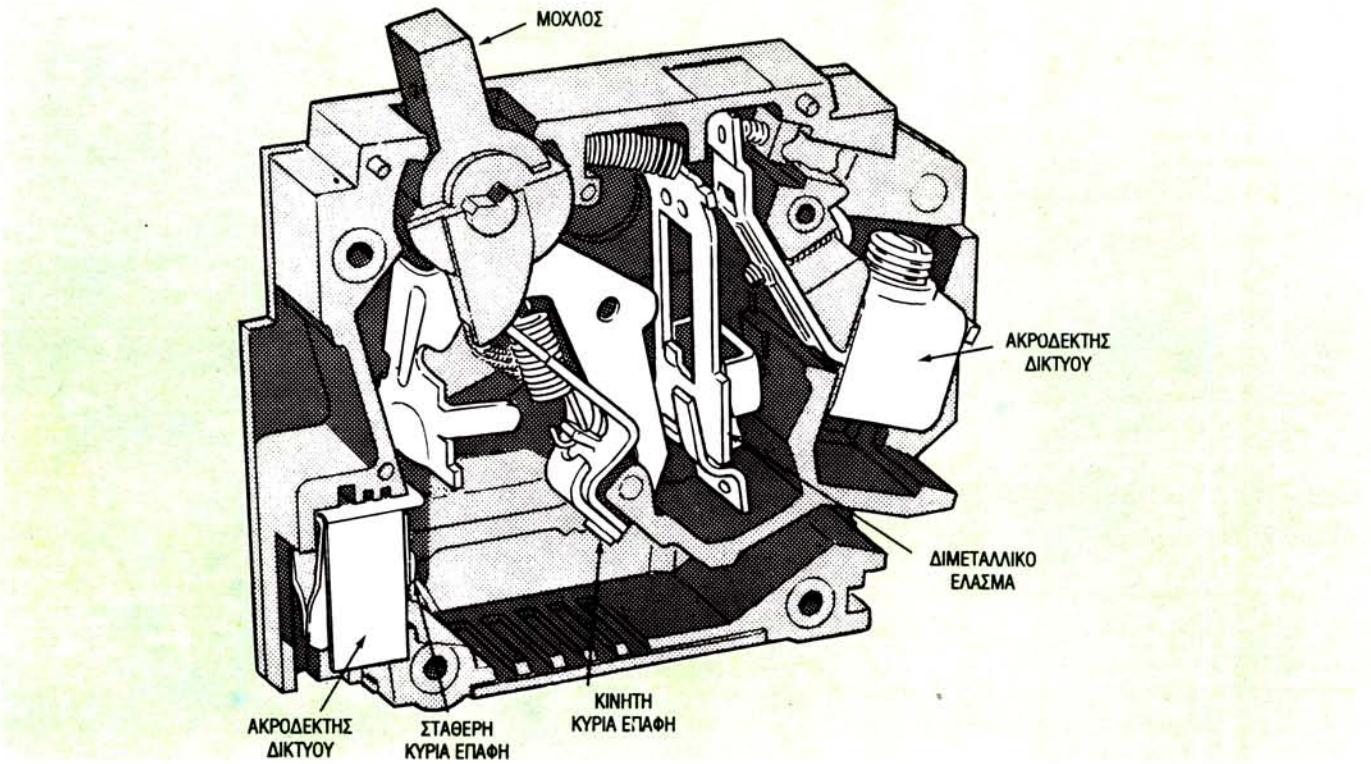
Ασφάλειες.

Το απλούστερο είδος ασφάλειας είναι απλώς ένα κομμάτι λεπτού σύρματος. Αν το ρεύμα γίνει πολύ ισχυρό, λιώνει το σύρμα και "κόβει" το κύκλωμα (σχ. 7-32).

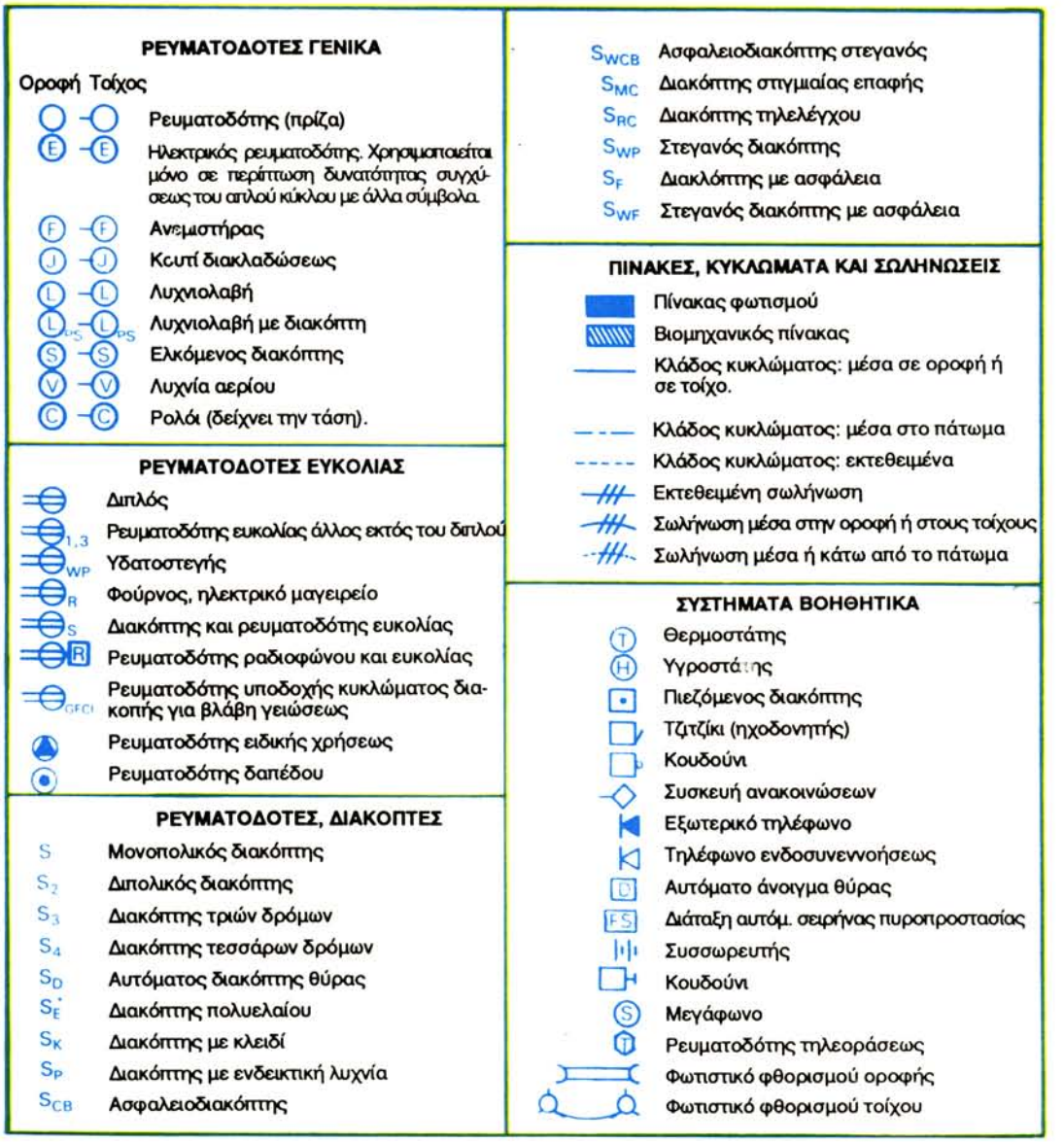
Ο ασφαλειοδιακόπτης είναι πιο πολύπλοκος από την ασφάλεια. Το υπερβολικό ρεύμα θα "ανοίξει επαφές", που βρίσκονται μέσα στο περίβλημα του ασφαλειοδιακόπτη. Αφού διορθωθεί η βλάβη, ο ασφαλειοδιακόπτης μπορεί να επανέλθει στην κανονική του κατάσταση. Το σχήμα 7-33 δείχνει μια τομή ενός ασφαλειοδιακόπτη. Το σχήμα 7-34 παρουσιάζει σύμβολα οικιακής ηλεκτρικής εγκαταστάσεως.



Σχ. 7-32. *Οι ασφάλειες κατασκευάζονται έτσι, ώστε να "αυτοκαταστρέφονται" και να σταματούν τη ροή ρεύματος για την αποφυγή βλάβης στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Α - Βιδωτή ασφάλεια. Β - Το ρεύμα διέρχεται διά του τηκόμενου αγωγού της ασφάλειας, που είναι μια λωρίδα λεπτού μετάλλου. Γ- Κάποιο υπερβολικό ρεύμα "έκαψε" αυτήν την ασφάλεια. Σημειώστε ότι ο μικρός αυτός αγωγός έλιωσε μερικώς και σταμάτησε τη ροή του ρεύματος. Δ - Ασφάλειες αυτού του τύπου προστατεύουν τα ηλεκτρικά κυκλώματα αυτοκινήτου (General Electric).*



Σχ. 7-33. *Ο ασφαλειοδιακόπτης είναι ένας αυτόματος διακόπτης στο "θερμό" αγωγό ενός κυκλώματος. Ανοίγει αυτόματα διακόπτοντας την τροφοδοσία ρεύματος, όταν αυτό γίνει πολύ μεγάλο.*

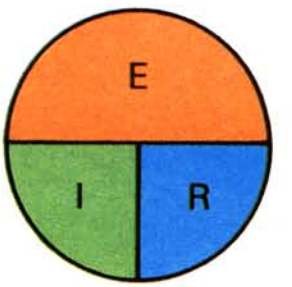


Σχ. 7-34. *Κάθε ηλεκτρολόγος-τεχνίτης πρέπει να γνωρίζει αυτά τα σύμβολα.*

ΟΝΟΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΑ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Στον ηλεκτρισμό έχομε ρυθμό ροής, τάση, αντίσταση και ισχύ. Οι όροι, οι μονάδες μετρήσεως και τα σύμβολα για αυτά είναι:

- ***Ampere***. Είναι το μέτρο του ρυθμού ροής φορτίων (ρεύμα). Αναφέρεται στον αριθμό ηλεκτρονίων που κινούνται μέσα σε αγωγό σε ορισμένο χρόνο. Το ampere αντιστοιχεί στη διέλευση 6,25 x 10^{18} ηλεκτρονίων ανά δευτερόλεπτο από τη διατομή αγωγού. Παράγεται, όταν διαφορά δυναμικού 1 volt εφαρμόζεται



Σχ. 7-35. *Αυτός ο κύκλος (τέχνασμα) βοηθά να θυμάστε πότε πρέπει να πολλαπλασιάζετε και πότε να διαιρείτε, όταν καλείσθε να λύστε προβλήματα ηλεκτρικής ισχύος.*

στα άκρα αγωγού με αντίσταση 1 ohm το σύμβολό του είναι Α.

- ***Volt.*** Το αίτιο που κινεί τα ηλεκτρόνια μέσα σε έναν αγωγό. Μετρά και την ηλεκτρεγερτική δύναμη και τη διαφορά δυναμικού ή τάση. Ένα volt στα άκρα αντιστάσεως 1 ohm (Ω) δημιουργεί ρεύμα 1 ampere. Το σύμβολό του είναι V.
- ***Ohm.*** Μετρά την αντίσταση στη ροή ρεύματος σε κύκλωμα. Ένα ohm είναι ίσο με την αντίσταση αγωγού που όταν εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού στα άκρα του 1 volt, διέρχεται δι' αυτού ρεύμα 1 ampere. Το σύμβολό του είναι Ω.
- ***Watt.*** Μετρά την ηλεκτρική ισχύ, που παράγεται σε ηλεκτρική διάταξη ή σύστημα. Ένα watt (σύμβολο W) παράγεται, όταν ρεύμα 1 ampere διαρρέει διάταξη, στα άκρα της οποίας υπάρχει τάση 1 volt. Ισούται με 1 joule ανά δευτερόλεπτο ή περίπου $^1/_{746}$ hp.

Η ισχύς αυτή σε watt βρίσκεται πολλαπλασιάζοντας την τάση σε volt επί το ρεύμα σε ampere (W = V x A).

Για τη λύση προβλημάτων ηλεκτρικής ισχύος, χρειάζεται να ακολουθήσετε το νόμο του Ohm. Ο νόμος αυτός λέει ότι το ρεύμα σε ένα κύκλωμα είναι ανάλογο της τάσεως στα άκρα του (ή της ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως κλειστού κυκλώματος) και αντιστρόφως ανάλογο της αντιστάσεώς του.

Με απλά λόγια, όταν αυξάνει το ρεύμα, η τάση αυξάνει με ανάλογο ρυθμό και αντιστρόφως· επίσης, όταν αυξάνεται η αντίσταση, η τάση και το ρεύμα ελαττώνονται με ανάλογο ρυθμό και αντιστρόφως.

Είναι πιο εύκολο να θυμάστε τα παραπάνω και να λύνετε προβλήματα ηλεκτρισμού έχοντας στο νου σας τον κύκλο (πρόκειται περί τεχνάσματος) που εικονίζεται στο σχήμα 7-35. Μπορείτε να πείτε αν πρέπει να διαιρέσετε ή να πολλαπλασιάσετε σκεπάζοντας το ηλεκτρικό μέγεθος που θέλετε να υπολογίσετε και προσέχοντας τις θέσεις των δύο άλλων μεγεθών (σχ. 7-36). Μερικά προβλήματα θα σας βοηθήσουν να καταλάβετε πώς λειτουργεί το τέχνασμα.

Προβλήματα.

α. Αν η τάση είναι 220 volt και το ρεύμα είναι 20 ampere, πόση είναι η αντίσταση;

Πρώτα σκεπάστε το R στον κύκλο (σχ. 7-36Α). Αφού το Ε είναι πάνω από το I, αυτό σημαίνει ότι πρέπει να διαιρέσετε, για να βρείτε το αποτέλεσμα:

R = E/I

R = 220/20 Ohm (Ω)

R = 11 Ohm

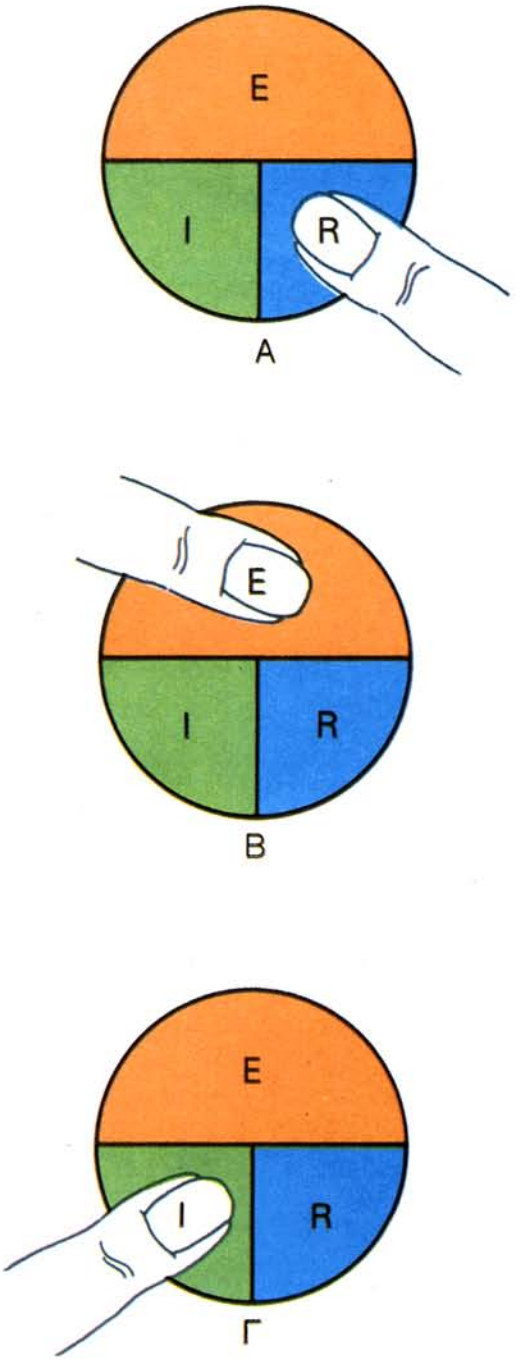
β. Αν το ρεύμα σε κύκλωμα είναι το Α και η αντίσταση είναι το ohm, πόση είναι η τάση;

Σκεπάζοντας την τάση (Ε), όπως στο σχήμα 7-36Β, το I είναι δίπλα στο R. Αυτό σημαίνει ότι τα μεγέθη πρέπει να πολλαπλασιασθούν:

E = I x R

E = 20 x 20 volt

E = 400 volt



Σχ. 7-36. *Εφαρμογή του τεχνάσματος. Σκεπάστε το μέγεθος (ρεύμα, τάση ή αντίσταση) που θέλετε να προσδιορίσετε. Πολλαπλασιάστε όταν τα σύμβολα που απομένουν είναι δίπλα δίπλα. Διαιρέστε διά του μεγέθους που είναι κάτω, όταν το ένα σύμβολο είναι πάνω από το άλλο.*

γ. Αν η τάση σε κύκλωμα είναι 220 volt και η αντίσταση είναι 10 ohm, πόσο είναι το ρεύμα;

Σκεπάζοντας το I, όπως στο σχήμα 7-36Γ, το R είναι κάτω από το Ε. Άρα ο τύπος πρέπει να είναι:

I = E/R

I = 220/10 A

I = 22 A

ΠΡΟΦΥΛΑΞΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ

Δουλεύοντας με ηλεκτρισμό ή σε μέρη όπου υπάρχει ηλεκτρισμός, απαιτείται μεγάλη προσοχή για την αποφυγή κατά λάθος επαφής με το ηλεκτρικό ρεύμα. Το ηλεκτρικό κτύπημα (σοκ) είναι πάντα δυσάρεστο, επικίνδυνο και μπορεί να προκαλέσει το θάνατο. Το ρεύμα μάλλον και όχι η τάση είναι ο πλέον επικίνδυνος παράγοντας. Η τάση δεν είναι πιο θανατηφόρα στα 10.000 volt από ό,τι στα 220 volt. Ρεύμα όμως που πλησιάζει ακόμη και τη μικρή τιμή των 10 milliampere (0,01 ampere), είναι επικίνδυνο και μπορεί να προκαλέσει σημαντικές βλάβες στο σώμα.

Λόγω του μεγάλου κινδύνου τραυματισμού ή θανάτου (χωρίς να υπολογίζομε την καταστροφή υλικών) πολλές υπηρεσίες ασφαλείας έχουν ορίσει κανόνες, που εφαρμόζονται κατά το σχεδιασμό, την εγκατάσταση, και τη χρήση του ηλεκτρισμού. Στις ΗΠΑ, η National Fire Protection Association υποστηρίζει τους κανονισμούς που ορίζει ο National Electrical Code. Πρόκειται για ένα σύνολο από κανόνες, κανονισμούς και πρότυπα, που αφορούν στην εγκατάσταση συστημάτων ηλεκτρικής ισχύος. Το πακέτο αυτό έχει καταρτισθεί από μία ομάδα ειδικών και αναθεωρείται κάθε τρία χρόνια. Ενώ δεν έχει την ισχύ νόμου, του έχει δοθεί νομική αξία από πολλές πολιτείες και κοινότητες στις ΗΠΑ. Ουσιαστικά, είναι ένας οδηγός για αυτούς που εγκαθιστούν ηλεκτρικά συστήματα σε οικοδομήματα.

Ένα άλλο σύνολο από πρότυπα ηλεκτρικής ασφάλειας και κανονισμούς έχει καταρτισθεί από το Occupational Safety and Health Act (OSHA) στις ΗΠΑ. Αυτά τα πρότυπα περιέχονται στη δημοσίευση, "Design Safety Standards for Electrical System". Ο σκοπός αυτών των προτύπων είναι να εξασφαλισθεί η ασφαλής χρήση ηλεκτρικών κατασκευών από τους εργαζόμενους.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Μια κατηγορία ηλεκτρικών κυκλωμάτων στηρίζεται στη χρήση ηλεκτρονικών διατάξεων, που να εκτελούν ορισμένες λειτουργίες. Τα ηλεκτρονικά είναι μια τεχνολογία, που περιλαμβάνει την εφαρμογή του ηλεκτρισμού με αυτές τις ειδικές διατάξεις. Κάποτε, αυτές οι ηλεκτρονικές λειτουργίες γίνονταν με λυχνίες κενού. Σήμερα, διατάξεις από στερεά υλικά, που λέγονται ημιαγωγοί, εκτελούν όλες αυτές τις λειτουργίες. Γι' αυτό το λόγο οι διατάξεις ημιαγωγών είναι κοινώς γνωστές ως διατάξεις ***στερεάς καταστάσεως.*** Για να κατανοηθεί γιατί και πώς λειτουργούν, χρειάζεται να γνωρίζομε περισσότερα για τους ημιαγωγούς.

Ημιαγωγά υλικά.

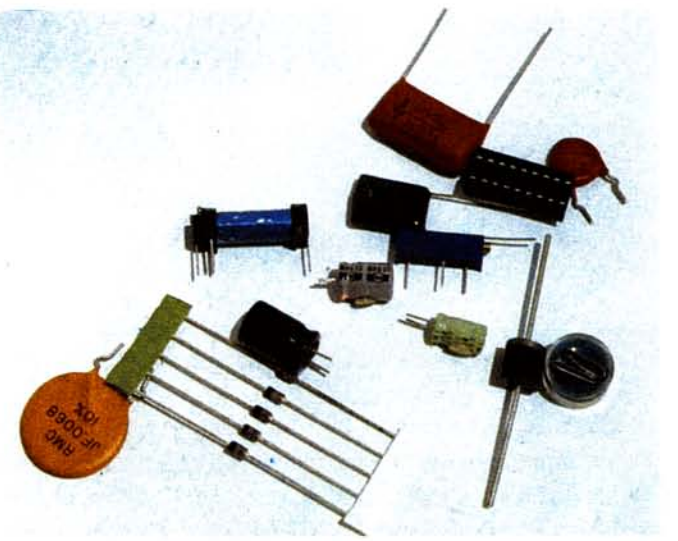
Μέχρι τώρα, αναφερόμενοι στον ηλεκτρισμό εξετάσαμε μόνο υλικά, που άγουν πολύ καλά τον ηλεκτρισμό. Οι μονωτές, όπως τα υλικά που καλύπτουν ηλεκτρικούς αγωγούς, δεν άγουν πρακτικώς καθόλου. Όπως μαρτυρά και το όνομά τους, οι ημιαγωγοί παρουσιάζουν αντίσταση στο ρεύμα, αλλά δεν το σταματούν.

Ένα υλικό που συνήθως χρησιμοποιείται είναι το πυρίτιο. Το καθαρό πυρίτιο είναι μονωτής. Για να γίνει κάπως αγώγιμο, προστίθενται σε αυτό προσμίξεις, όπως αρσενικό. Το αρσενικό ελευθερώνει μερικά από τα ηλεκτρόνια του πυριτίου. Μερικά άτομα πυριτίου φορτίζονται αρνητικά. Από την άλλη, αν προστεθεί αλουμίνιο στο πυρίτιο, το πυρίτιο παίρνει ηλεκτρόνια από το αλουμίνιο. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος μερικά άτομα πυριτίου αποκτούν θετικό φορτίο. Το σχήμα 7-37 παρουσιάζει διατάξεις στερεάς καταστάσεως με αυτά τα δύο είδη ημιαγωγών υλικών.

Ροή οπών.

Η ηλεκτρική θεωρία βασίζεται στη ροή ηλεκτρονίων διά μέσου μεταλλικών αγωγών (συρμάτων). Για να κατανοηθεί πώς λειτουργούν οι διατάξεις στερεάς καταστάσεως, πρέπει να μάθετε τη θεωρία της ***ροής οπών.***

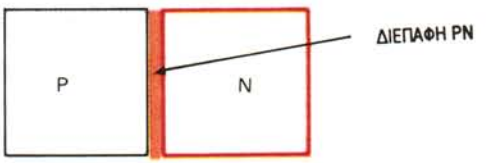
Η ροή (ρεύμα) οπών είναι πάντα αντίθετη της ροής ηλεκτρονίων. Εξηγείται απλοϊκά με τα σφαιρίδια που φαίνονται στο σχήμα 7-38. Κάθε σφαιρίδιο παριστάνει ένα ηλεκτρόνιο σε κάποιο κύκλωμα. Η κάθε μία άδεια θέση είναι μια οπή. Κάθε φορά που ένα σφαιρίδιο μετακινείται από αριστερά προς τα δεξιά, η οπή μετακινείται προς τα αριστερά. Αυτή η μετακίνηση συνεχίζεται, καθώς τα σφαιρίδια μετακινούνται από αριστερά προς τα δεξιά. Όταν υπάρχει ρεύμα σε κάποιο κύκλωμα, όπου υπάρχει μια διάταξη στερεάς καταστάσεως, η διέλευση



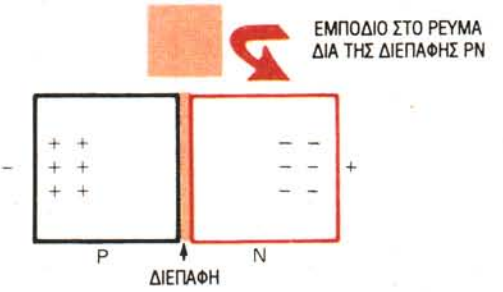
Σχ. 7-37. *Οι διατάξεις στερεάς καταστάσεως υπάρχουν σε πολλά μεγέθη και σχήματα (General Electric).*



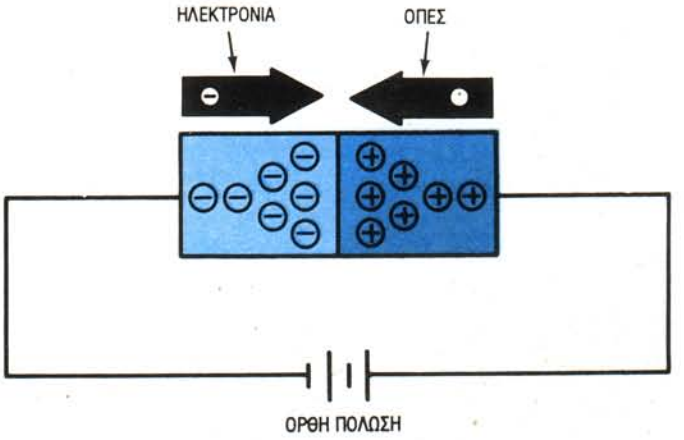
Σχ. 7-38. *Η ροή οπών είναι αντίθετη της ροής ηλεκτρονίων. Σκεφθείτε τα έγχρωμα σφαιρίδια στο σχήμα ως ηλεκτρόνια και το λευκό σφαιρίδιο ως οπή. Καθώς ηλεκτρόνια κινούνται προς τα δεξιά, η οπή κινείται προς τα αριστερά.*



Σχ. 7-39. *Η δίοδος είναι όπως μια βαλβίδα ελέγχου σε σωλήνα νερού. Επιτρέπει τη ροή ηλεκτρονίων προς μια μόνο κατεύθυνση αλλά όχι προς την αντίθετη.*



Σχ. 7-40. *Διάγραμμα μιας διατομής PN. Είναι ένας φραγμός που σχηματίζεται στην επαφή μεταξύ του θετικού υλικού P και του αρνητικού υλικού N.*



Σχ. 7-41. *Διάγραμμα διόδου σε ορθή πόλωση. Οι οπές και τα ηλεκτρόνια οδεύουν προς τη διεπαφή. Έτσι εύκολα διέρχεται αρκετό ρεύμα διά της διόδου.*

του ρεύματος συνεχίζεται, όσο η διάταξη στερεάς καταστάσεως επιτρέπει την κίνηση ηλεκτρονίων και οπών.

Δίοδοι.

Η δίοδος (διόδιο) είναι διάταξη στερεάς καταστάσεως, της οποίας ο σκοπός συνήθως είναι να επιτρέπει τη ροή ρεύματος προς μια φορά (σχ. 7-39). Αν ρεύμα τείνει να κινηθεί κατά την αντίθετη φορά, η δίοδος το εμποδίζει. Για να το καταλάβετε αυτό, χρειάζετε να μάθετε τι είναι η διεπαφή PN.

Διεπαφή PN.

Η διεπαφή PN είναι η περιοχή διαχωρισμού μεταξύ του υλικού τύπου P και του υλικού τύπου N της διόδου (σχ. 7-40). Αυτή η διεπαφή είναι σημαντική στην πόλωση των τρανζίστορ ή οποιασδήποτε άλλης διατάξεως ημιαγωγού. Αυτό θα φανεί καθαρά αργότερα.

Για να διέλθει ρεύμα διά της διατάξεως ημιαγωγού, πρέπει να έχομε ροή ηλεκτρονίων διά των υλικών P και N. Η ροή αυτή μπορεί να παρομοιασθεί με νερό, που θέλομε να ρεύσει από ένα φράγμα. Το νερό πρώτα θα συγκεντρωθεί στο φράγμα, μέχρι να φθάσει σε ορισμένο ύψος. Τότε θα ρεύσει διά μέσου πυλών, που υπάρχουν στο φράγμα για αυτόν το σκοπό. Αφού διέλθει από τις πύλες το νερό, δεν μπορεί να επιστρέψει πίσω.

Η δίοδος λειτουργεί όπως το φράγμα. Εμποδίζει τη ροή ηλεκτρονίων μέχρις ότου φθάσουν σε ορισμένη στάθμη. Όταν φθάσουν σε αυτό το επίπεδο, τα ηλεκτρόνια διέρχονται διά της διόδου και εκτελούν το ρόλο τους στο κύκλωμα. Αν τείνουν να κινηθούν κατά την αντίθετη κατεύθυνση, η δίοδος τα εμποδίζει.

Πόλωση.

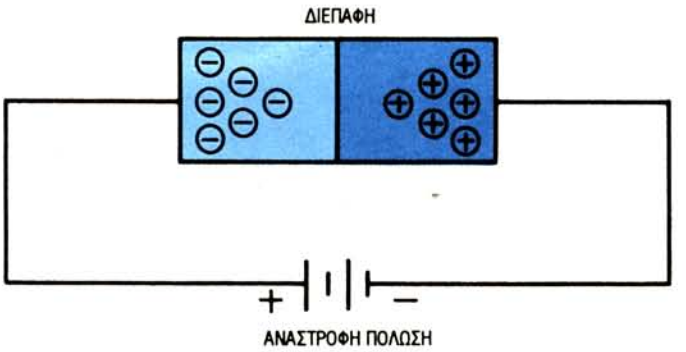
Όπως αναφέραμε προηγουμένως, υλικό τύπου P συνδυάζεται με υλικό τύπου N. Αν το υλικό τύπου N της σχετικής διατάξεως ενωθεί με τον αρνητικό πόλο μιας πηγής τροφοδοσίας (τάσεως) και το υλικό τύπου P συνδεθεί με το θετικό πόλο αυτής, η διάταξη συμπεριφέρεται όπως το φράγμα. Επειδή τα ομώνυμα φορτία απωθούνται, ηλεκτρόνια της N πλευράς οδηγούνται προς τη διεπαφή. Από την άλλη πλευρά της διεπαφής, οι οπές (με φορτίο +) επίσης απωθούνται προς τη διεπαφή. Τα ηλεκτρόνια και οι επαφές συναντώνται στη διεπαφή (σχ. 7-41). Έτσι θα

διέλθει ρεύμα διά της διατάξεως αυτής, που είναι μια δίοδος. Τότε λέμε ότι είναι ***ορθά πολωμένη***.

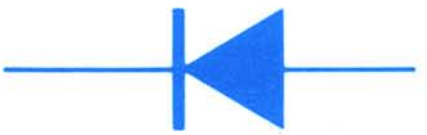
Τι γίνεται όταν η δίοδος συνδέεται με το τροφοδοτικό, με το θετικό πόλο ενωμένο στο υλικό Ν και τον αρνητικό στο υλικό Ρ; Αυτή η σύνδεση απομακρύνει τις οπές και τα ηλεκτρόνια από τη διεπαφή. Αν γίνεται αυτό για μεγάλο διάστημα λίγο ρεύμα διέρχεται από τη διάταξη (σχ. 7-42). Αυτό λέγεται ***ανάστροφη πόλωση.***

Το σύμβολο της διόδου φαίνεται στο σχήμα 7-43. Η κορυφή του βέλους που σχηματίζεται από το σύμβολό της πάντα δείχνει τη φορά της κινήσεως των οπών. Η κίνηση των ηλεκτρονίων είναι προς την αντίθετη φορά.

Οι δίοδοι έχουν πολλές χρήσεις. Επειδή μπορούν να μετατρέπουν εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές, μια σημαντική λειτουργία τους είναι να μετατρέπουν το εναλλασσόμενο ρεύμα του εναλλακτήρα αυτοκινήτου σε συνεχές, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον κινητήρα. Οι LED (light emitting diodes, δηλαδή δίοδοι εκπομπής φωτός) εκτελούν μια ειδική λειτουργία. Εκπέμπουν φως, αν συνδεθούν κατά την ορθή φορά. Οι LED χρησιμοποιούνται σε πίνακες ψηφιακών οργάνων για αυτοκίνητα, σε ψηφιακά ρολόγια τοίχου και χειρός, καθώς και όπου υπάρχουν ψηφιακές ενδείξεις.



Σχ. 7-42. *Δίοδος με ανάστροφη πόλωση. Οι οπές και τα ηλεκτρόνια απομακρύνονται από τη διεπαφή και πάρα πολύ λίγο ρεύμα διέρχεται διά της διατάξεως.*



Σχ. 7-43. *Σύμβολο διόδου.*

Τρανζίστορ.

Τα τρανζίστορ είναι θεμελιώδεις ημιαγωγές διατάξεις. Μπορούν να:

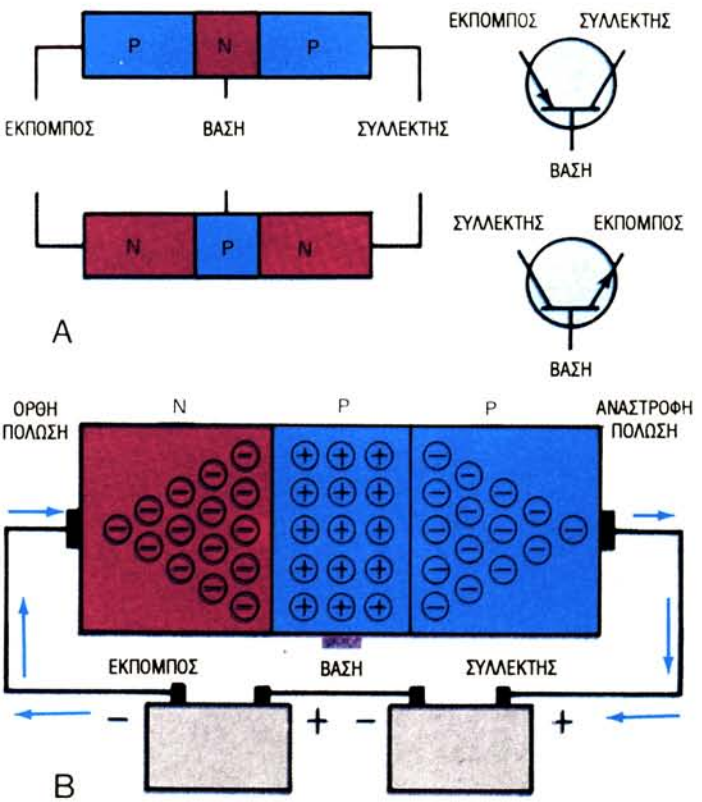
- Ενισχύσουν το ρεύμα κυκλώματος.
- Παράγουν εναλλασσόμενα ρεύματα με επιθυμητές συχνότητες.
- Αποκαταστήσουν και σταματήσουν το ρεύμα κυκλώματος.

Η λειτουργία τους αυτή ως διακοπτών καθιστά τα τρανζίστορ σπουδαία και απαραίτητα εξαρτήματα για τη λειτουργία υπολογιστών.

Το διπολικό τρανζίστορ αποτελείται από τρία στρώματα ημιαγωγού πυριτίου με προσμίξεις.

Υπάρχουν δύο τύποι τρανζίστορ: NPN και PNP. Ένα PNP διπολικό τρανζίστορ έχει ένα λεπτό στρώμα κρυστάλλου πυριτίου τύπου Ν μεταξύ δύο στρωμάτων τύπου Ρ. Το διπολικό τρανζίστορ NPN έχει ένα λεπτό στρώμα τύπου Ρ μεταξύ δύο στρωμάτων τύπου Ν. Στο σχήμα 7-44 υπάρχουν διαγράμματα, που δείχνουν την κατασκευή και τα σύμβολά τους. Και στις δύο περιπτώσεις το πρώτο στρώμα λέγεται ***εκπομπός***, το δεύτερο ***βάση*** και το τρίτο ***συλλέκτης.***

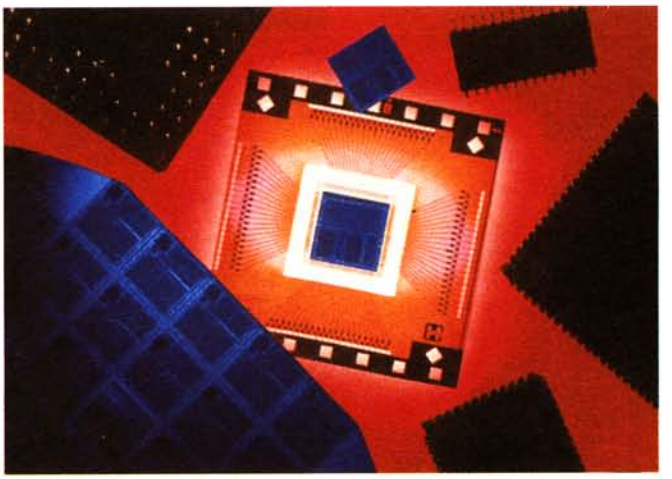
Στα σύμβολα, συγκρατήστε τη φορά του βέλους μέσα στον κύκλο. Κοιτάζοντας το σύμβολο σε ένα κύκλωμα μπορείτε να πείτε αν είναι τύπου NPN ή PNP, ανάλογα με τη φορά του βέλους. Το τρανζίστορ PNP έχει το βέλος με φορά προς το εσωτερικό του κύκλου. Στο NPN το βέλος έχει φορά προς το εξωτερικό του κύκλου (στα αγγλικά υπάρχει ο εξής μνημονικός κανόνας: στο PNP το βέλος is ***P***ointing i***N***, ενώ στο NPN το βέλος is ***N***ot ***P***ointing i***N***).



Σχ. 7-44. *Διπολικό τρανζίστορ. Έχει τρία στρώματα πυριτίου. Α - Διαγράμματα και σύμβολα για τρανζίστορ NPN και PNP. Β - Ροή ρεύματος σε τρανζίστορ NPN.*

Ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Ένα ***ολοκληρωμένο κύκλωμα*** είναι ένα κύκλωμα που έχει πολλούς αντιστάτες, τρανζίστορ και πυκνωτές. Είναι ένα πλήρες ηλεκτρονικό κύκλωμα, που περιέχεται σε ένα μικρό πακέτο. Το IC, όπως λέγεται γενικά (Intergrated Circuit), είναι ένα συμπαγές κύκλωμα σε μικρογραφία. Στο σχήμα 7-45 υπάρχει φωτογραφία ενός IC. Το μικρό του μέγεθος είναι το κύριο προτέρημά του. Το κύκλωμα ενός ολόκληρου ραδιοφώνου μεσαίων κυμάτων (AM) μπορεί να υπάρχει σε ένα μοναδικό IC, όχι μεγαλύτερο από ένα κουτί σπίρτα.



Σχ. 7-45. *Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα είναι κατά το πλείστον η βάση της σύγχρονης τεχνολογίας ηλεκτρονικών, όπως η επεξεργασία σημάτων. Τα ολοκληρωμένα περιέχουν πολλά κυκλώματα υπό σμίκρυνση και στοιχεία κυκλωμάτων (Harris Corp.).*

Κατασκευή ενός IC.

Υπάρχουν πολλοί τύποι IC και υπάρχουν διάφορες μέθοδοι κατασκευής τους. Σύμφωνα με μία μέθοδο, η βάση για την κατασκευή ενός IC είναι ένα κομμάτι (wafer) πυριτίου. Γίνεται ένα σχέδιο του κυκλώματος πολύ μεγαλύτερο από το τελικό κύκλωμα. Κατόπιν ειδική κάμερα σμικρύνσεως φωτογραφίζει και σμικρύνει το σχέδιο στο 1/400 του αρχικού μεγέθους. Αυτό επιτρέπει την τοποθέτηση πολλών εκατοντάδων πλευρών κυκλωμάτων σε ένα κομμάτι (wafer) πυριτίου μικρότερο σε διάμετρο από 1,2 cm. Ειδικοί φούρνοι βοηθούν στην εμφύτευση των προσμίξεων στο πυρίτιο. Αυτός ο τύπος IC λέγεται μονολιθικό IC (σχ. 7-46).

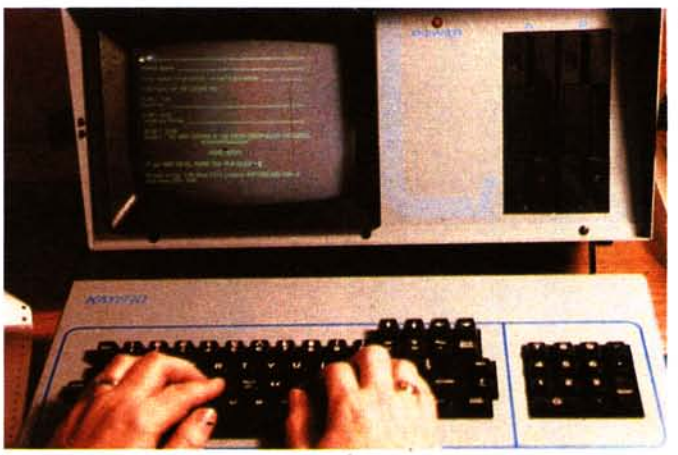
Τα IC χρησιμοποιούνται εκεί, όπου είναι σημαντικό ή αναγκαίο οι διατάξεις να καταλαμβάνουν ελάχιστο χώρο. Οι δορυφορικές διατάξεις τηλεπικοινωνιών και τα διαστημικά οχήματα κάνουν πολύ εκτεταμένη χρήση των IC. Οι περιορισμοί βάρους και μεγέθους είναι μεγίστης σημασίας για τα δορυφορικά συστήματα. Πιο κοντά μας και πιο κοινοί είναι οι περιορισμοί χώρου στα ακουστικά βαρυκοΐας. Μπορείτε να σκεφθείτε άλλη περίπτωση, όπου το μικρό μέγεθος θα ήταν προτέρημα;



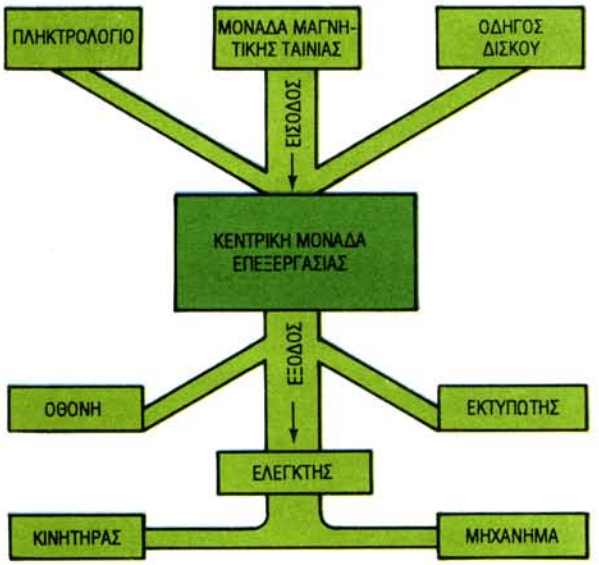
Σχ. 7-46. *Ένα εξελιγμένης τεχνολογίας σύστημα χαράξεως των κομματιών (wafer) πυριτίου σε ένα σύγχρονο εργαστήριο παραγωγής. Το σύστημα χαράξεως παράγει πολύ μικροσκοπικές δομές κυκλωμάτων, πράγμα που ήταν αδύνατον πριν στη βιομηχανία παραγωγής διατάξεων ημιαγωγών (Harris Corp.).*

Υπολογιστές.

Η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών στερεάς καταστάσεως και των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων έχει καταστήσει δυνατή την ανάπτυξη μικροϋπολογιστών και υπολογιστών. Ο ***μικροϋπολογιστής*** είναι ένας υπολογιστής για έναν ειδικό σκοπό, με ολοκληρωμένες μονάδες μνήμης και μονάδες ελέγχου ως ένα σύνολο (τσιπ). Χρησιμοποιείται στις μονάδες ελέγχου, στις μεταφορές, στα σπίτια και στα εργοστάσια. Ο ***υπολογιστής*** είναι μια ηλεκτρονική συσκευή, που δέχεται δεδομένα, τα επεξεργάζεται με τη βοήθεια κάποιου αποθηκευμένου προγράμματος, που έχει διάφορες εντολές, και παράγει τα αποτελέσματα. Η έξοδός του μπορεί να δώσει πληροφορίες στην οθόνη ή τυπωμένες στο χαρτί. Μπορεί να ελέγχει μηχανήματα, που κατασκευάζουν εξαρτήματα ή προϊόντα, ή να ελέγχει διάφορες λειτουργίες οχημάτων ή ολοκλήρων συστημάτων μεταφοράς. Το σχήμα 7-47 δείχνει έναν υπολογιστή. Το σχήμα 7-48 δείχνει μερικές εισό-



Σχ. 7-47. *Υπολογιστής ενώ χρησιμοποιείται ως εργαλείο επικοινωνίας. Τα αποτελέσματα στην οθόνη μπορούν να τυπωθούν και από εκτυπωτή.*



Σχ. 7-48. *Αυτό δείχνει τα εξαρτήματα ενός συστήματος υπολογιστή.*

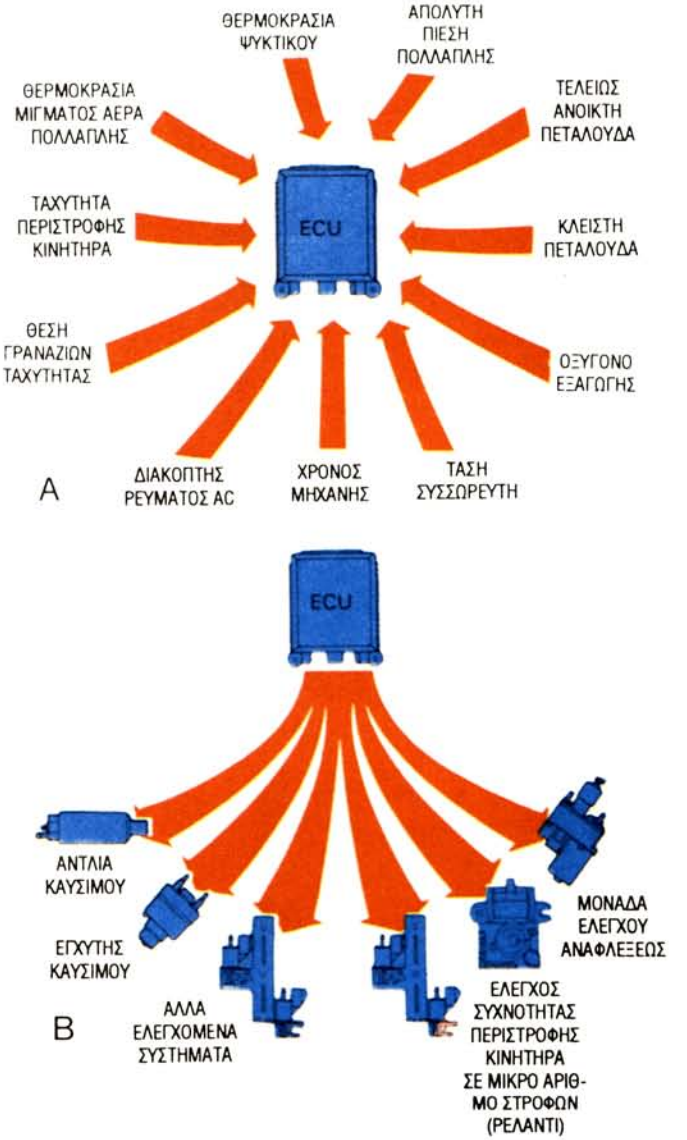
δους και εξόδους. Οι υπολογιστές έχουν γίνει αναπόσπαστο μέρος πολλών τεχνολογιών.

Μεταφορές. Ένας μικροϋπολογιστής σε αυτοκίνητο παίρνει πληροφορίες από αισθητήρια τοποθετημένα σε διάφορες θέσεις της μηχανής του αυτοκινήτου και στο σύστημα κινήσεως. Εκτός από τις πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες στη μνήμη του ο μικροϋπολογιστής χρησιμοποιεί και εισερχόμενες πληροφορίες, για να ελέγξει διάφορα πράγματα, όπως το μίγμα καυσίμου, την ταχύτητα περιστροφής της μηχανής όταν το αυτοκίνητο δεν κινείται το χρονισμό της αναφλέξεως των αναφλεκτήρων (μπουζί), τις εκπομπές καυσαερίων της μηχανής, τις αλλαγές ταχυτήτων στους αυτόματους συμπλέκτες και την πέδηση. Κοιτάξτε το σχήμα 7-49.

Αν κάποιο εξάρτημα δεν λειτουργεί σωστά, ο υπολογιστής μπορεί επίσης να δώσει έναν κωδικό, με τον οποίο λέγει στον τεχνίτη ποιο είναι το πρόβλημα. Στο σχήμα 7-50 υπάρχει ένα ηλεκτρικό διάγραμμα ενός υπολογιστή για αυτοκίνητο.

Επικοινωνία. Με την εξάπλωση της χρήσεως του υπολογιστή έχει αρχίσει μια νέα εποχή ανταλλαγής πληροφοριών. Οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία, αποθήκευση και μετάδοση πληροφοριών με εκπληκτική ταχύτητα. Ολόκληρες εγκυκλοπαίδειες για παράδειγμα, μπορεί να αποθηκευθούν σε λίγους συμπαγείς δίσκους (compact disc).

Βιομηχανική παραγωγή. Υπολογιστές με ειδικά προγράμματα για μηχανική επεξεργασία μπορούν να οδηγούν μηχανήματα, να επεξεργάζονται με μεγάλη ακρίβεια διάφορα υλικά και να παράγουν προϊόντα. Επίσης μπορούν να ελέγχουν ρομπότ (που εκτελούν εργασίες, όπως συγκολλήσεις, μεταφορές εξαρτημάτων και υλικών) καθώς και αλυσίδες παραγωγής.



Σχ. 7-49. *Υπολογιστής αυτοκινήτου. Α - Αισθητήρες στέλνουν σήματα για τις διάφορες λειτουργίες του αυτοκινήτου. Β - Ανταποκρινόμενος στα σήματα ο υπολογιστής ελέγχει τα διάφορα μέρη του συστήματος του αυτοκινήτου.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα συστήματα ισχύος που μερικές φορές αναφέρονται ως συστήματα μεταφοράς ισχύος, μεταφέρουν, μεταβάλλουν και ελέγχουν την εξερχόμενη ισχύ διαφόρων τύπων ενεργειακών μετατροπέων. Υπάρχουν τρεις συνήθεις τύποι συστημάτων ισχύος: μηχανικά συστήματα, ρευστών και ηλεκτρικά.

Τα μηχανικά συστήματα περιλαμβάνουν έναν αριθμό διατάξεων. Οι πιο συνήθεις είναι: άξονες, τροχαλίες και ιμάντες, γρανάζια, οδοντωτοί τροχοί και αλυσίδες. Συμπλέκτες και σύνδεσμοι είναι διατάξεις συνήθεις σε μηχανικά συστήμα ισχύος.

Παρέχονται τέσσερα είδη ελέγχου με μηχανικά συστήματα κινήσεως (ισχύος). Αυτά είναι:

- Μεταφορά κινήσεως (ισχύος) σε απόσταση από το μετατροπέα προς το φορτίο (το κινούμενο σύστημα ή μηχανή).
- Αποκατάσταση ή διακοπή κινήσεως, σύμφωνα με τις ανάγκες.
- Μεταβολή της φοράς μεταφοράς ισχύος (κινήσεως).
- Μεταβολή της δυνάμεως και της ταχύτητας της μεταδόσεως της κινήσεως.

Η κίνηση μπορεί να μεταδοθεί με απευθείας μηχανική σύνδεση, ως περιστροφή ή ως ευθύγραμμη κίνηση. Σε μηχανικά συστήματα ο συμπλέκτης είναι το μέσον, που διακόπτει προς στιγμή τη μετάδοση της κινήσεως αποσυνδέοντας το φορτίο από την κινητήρια μηχανή, για να επιτευχθεί μεταβολή στην ταχύτητα ή για να σταματήσει το αυτοκίνητο. Η μεταβολή της φοράς κινήσεως περιλαμβάνει αντιστροφή της κατευθύνσεως ή στροφή προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά.

Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ δυνάμεως και ταχύτητας. Όταν αυξάνεται η δύναμη, υπάρχει ανάλογη μείωση της ταχύτητας· αύξηση της ταχύτητας σημαίνει μείωση της δυνάμεως. Αυτή η συσχέτιση λέγεται μηχανικό πλεονέκτημα. Απαντάται και στα μηχανικά συστήματα μεταδόσεως και στα συστήματα με ρευστά.

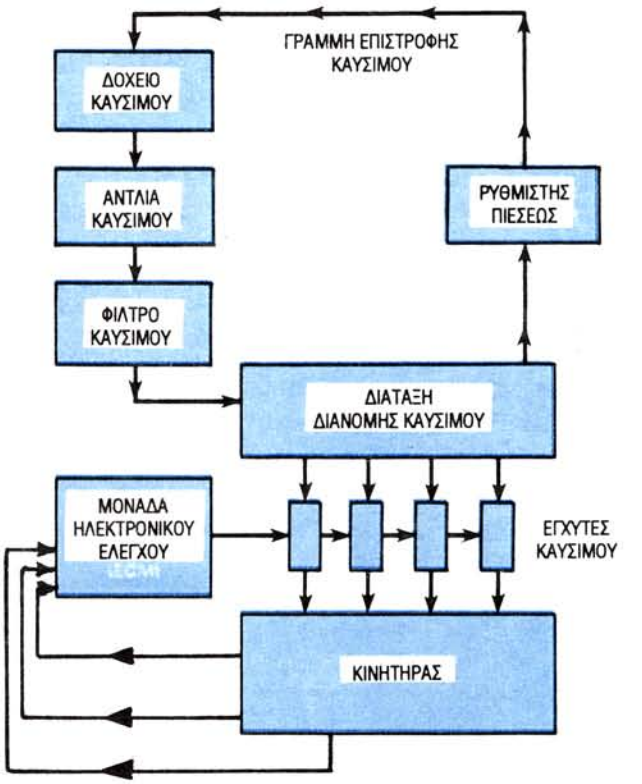
Ένας μηχανισμός που παρέχει μηχανικό πλεονέκτημα είναι ο μοχλός. Τα γρανάζια και οι τροχαλίες είναι διευθετημένα έτσι ώστε όχι μόνο να μεταφέρουν κίνηση, αλλά και να μπορούν να δώσουν μηχανικό πλεονέκτημα δυνάμεως ή ταχύτητας.

Τα συστήματα με ρευστά χρησιμοποιούν υγρά και αέρια για τη μεταφορά κινήσεως. Όταν χρησιμοποιούνται υγρά ως μέσο μεταφοράς, το σύστημα είναι γνωστό ως υδραυλικό σύστημα. Όταν χρησιμοποιείται αέρας, το σύστημα είναι γνωστό ως πνευματικό σύστημα.

Ένα κύριο πλεονέκτημα των συστημάτων με ρευστά σε σχέση με τα μηχανικά είναι η απλότητά τους, αφού δεν έχουν πολύπλοκες διατάξεις γραναζιών, ιμάντων, τροχαλιών και συμπλεκτών. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ο πιο ακριβής έλεγχος της εφαρμοζόμενης ισχύος.

Τα υδραυλικά και τα πνευματικά συστήματα αποτελούνται από μια αντλία, κινητά έμβολα, αποθηκευτικά δοχεία ή δοχεία πιέσεως, σωλήνες και βαλβίδες. Τα υδραυλικά ρευστά περιλαμβάνουν γαλακτώματα νερού, λαδιού, μίγματα νερού–γλυκόζης και φωσφορικούς εστέρες. Τα καθαρά ορυκτέλαια είναι το καλύτερο υλικό για τις περισσότερες εφαρμογές.

Η ηλεκτρική μετάδοση ισχύος στηρίζεται στην κίνηση ηλεκτρονίων μέσα σε κυκλώματα. Τα κυκλώματα αποτελούνται από καλώδια, που λέγονται αγωγοί και διατάξεις, που ρυθμίζουν (ελέγχουν) το ρεύμα μεταξύ πηγής και φορτίου (φόρτου). Ένα κύκλωμα σειράς διαθέτει μόνο ένα δρόμο για τη ροή του ρεύματος. Αν κάτι στο κύκλωμα κόψει το δρόμο, η ροή ρεύματος θα σταματήσει. Ένα κύκλωμα παράλληλης συνδέσεως έχει περισσότερους από ένα δρόμους για το ρεύμα. Αν σε κάποιο δρόμο η ροή έχει διακοπεί, θα συνεχισθεί διαμέσου κάποιου ή κάποιων άλλων δρόμων. Κύκλωμα σειράς και παράλληλο συνδυάζει και μοναδικές διαδρομές και πολλαπλές παράλληλες.



Σχ. 7-50. *Ο υπολογιστής ελέγχει τη διανομή καυσίμου στον κινητήρα. Αισθητήρες της μηχανής εισάγουν πληροφορίες στον υπολογιστή υπό μορφή μικρών ηλεκτρικών σημάτων. Ο υπολογιστής παράγει σήματα, που οδηγούν στη λειτουργία των εκχυτών· αυτοί παρέχουν καύσιμο στη μηχανή.*

Όπως και στα άλλα συστήματα μεταφοράς ισχύος, έτσι και στα ηλεκτρικά χρησιμοποιούνται διατάξεις ελέγχου. Διακόπτες συνδέουν και αποσυνδέουν την ηλεκτρική παροχή ισχύος. Οι ηλεκτρονόμοι είναι διακόπτες που τίθενται σε λειτουργία με ηλεκτρικό ρεύμα. Οι ασφάλειες και οι ασφαλειοδιακόπτες τοποθετούνται πάντοτε σε ηλεκτρικά κυκλώματα, για να τα προστατεύουν από υπερβολικά ρεύματα, λόγω υπερφορτώσεων και βραχυκυκλωμάτων.

Τα ηλεκτρονικά συστήματα περιέχουν κυκλώματα, που ελέγχονται από διατάξεις στερεάς καταστάσεως. Αυτές οι διατάξεις διακόπτουν και αποκαθιστούν ρεύματα, περιορίζουν το μέγεθος του ρεύματος, ενισχύουν ρεύματα και ρυθμίζουν τη φορά των ρευμάτων. Οι ηλεκτρονικές διατάξεις στερεάς καταστάσεως είναι επίσης γνωστές ως διατάξεις ημιαγωγών. Περιλαμβάνουν διόδους, τρανζίστορ, και παραλλαγές αυτών των δύο διατάξεων. Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερα κυκλώματα σε ένα "πακέτο" υπό σμίκρυνση. Τα σύγχρονα συστήματα των επικοινωνιών είναι αυτά, στα οποία κυρίως εφαρμόζονται οι διατάξεις στερεάς καταστάσεως. Τα σύγχρονα οχήματα μεταφοράς είναι ένας άλλος τομέας ευρείας εφαρμογής.

Οι υπολογιστές επίσης είναι αποτέλεσμα της αναπτύξεως των διατάξεων ημιαγωγών. Έχουν γίνει σημαντικό τεχνολογικό εργαλείο, όχι μόνο στις μεταφορές αλλά και σε άλλους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

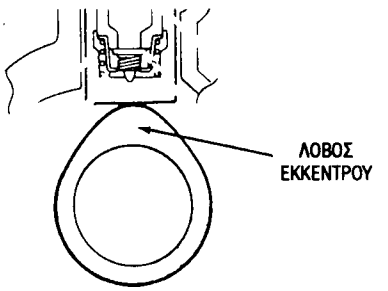
συσσωρευτής
amperes
βάση
έκκεντρο
κύκλωμα
ασφαλειοδιακόπτης
συμπλέκτης
συλλέκτης
υπολογιστής
κινητήριο γρανάζι
οδηγούμενο γρανάζι
σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος
ηλεκτρεγερτική δύναμη
εκπομπός
μετάδοση κινήσεως με ρευστά
ορθή πόλωση
διακόπτης τεσσάρων δρόμων
ασφάλεια
γρανάζι
ροή οπών
ολοκληρωμένο κύκλωμα
μηχανικό πλεονέκτημα
μικροϋπολογιστής (μικροεπεξεργαστής)
ohm
υπερφόρτωση
παράλληλο κύκλωμα
πνευματικό σύστημα μεταφοράς
σύστημα μεταφοράς ισχύος
δέκτης
ηλεκτρονόμος
κύκλωμα σε σειρά
κύκλωμα σειράς–παράλληλο
άξονας
βραχυκύκλωμα
στερεάς καταστάσεως (διάταξη)
οδοντωτός τροχός
διακόπτης
διακόπτης τριών δρόμων
ροπή
τρανζίστορ
volt
watt

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Παρατηρήστε τη μηχανική μεταφορά ισχύος στο εργαστήριο ισχύος, στο σχολείο σας ή σε κάποιο άλλο μέρος.
2. Κατασκευάστε ένα πρότυπο οχήματος, που να διαθέτει σύστημα μεταδόσεως κινήσεως για την κίνησή του.
3. Κατασκευάστε ένα ρομπότ ή ένα σύστημα μεταδόσεως, που να αποτελείται από σύριγγες, σωληνώσεις και άλλα υλικά που μπορείτε να βρείτε.
4. Επισκεφθείτε ένα κατάστημα που πωλεί υπολογιστές και συγκεντρώστε πληροφορίες για τους προσωπικούς υπολογιστές. Συγκεντρώστε βιβλιογραφία για τους διάφορους τύπους υπολογιστών και μάθετε για τις ποικίλες χρήσεις τους.
5. Επισκεφθείτε ένα εργοστάσιο, για να μάθετε πώς χρησιμοποιούνται υπολογιστές για τον έλεγχο μηχανημάτων και ρομπότ.
6. Χρησιμοποιήστε έναν υπολογιστή, για να γράψετε κάποια αναφορά σας.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Ορίστε τι είναι το σύστημα μεταφοράς ισχύος (κινήσεως).
2. Ένα σύστημα μεταφοράς είναι πάντα πολύ πολύπλοκο. Σωστό ή λάθος;
3. Αναφέρετε τις διατάξεις που μεταφέρουν και ελέγχουν μηχανικώς κίνηση (ισχύ).
4. _____ είναι μια απλή μηχανική διάταξη για γρήγορη σύνδεση και αποσύνδεση, για μεταφορά ή διακοπή μεταδόσεως ισχύος.
5. Αναφέρετε τους τέσσερις τρόπους ελέγχου μηχανικής μεταφοράς και μεταβολής στη μεταφορά ισχύος.
6. Εκεί όπου υπάρχει μηχανικό πλεονέκτημα στη μεταφορά ισχύος, αύξηση της δυνάμεως συνοδεύεται από _____ στην ταχύτητα.
7. Δώστε τον τύπο για το μηχανικό πλεονέκτημα.
8. _____ είναι μια σύγκριση του αριθμού των δοντιών στο κινητήριο γρανάζι με τον αριθμό των δοντιών στο οδηγούμενο γρανάζι.
9. Ονομάστε τη διάταξη μεταφοράς ισχύος (κινήσεως) που φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



10. Η μετάδοση ισχύος με ρευστά περιλαμβάνει μόνο τη χρήση υγρών ή μέσων μεταφοράς. Σωστό ή λάθος;
11. Δώστε τρεις ιδιότητες υγρών, εξαιτίας των οποίων είναι κατάλληλα για τη μετάδοση ισχύος (κινήσεως).
12. Ένα σύστημα μεταφοράς (μεταδόσεως) που βασίζε-

ται στη χρήση πεπιεσμένου αέρα λέγεται _____ σύστημα.

13. Αναφέρετε ένα πλεονέκτημα συστήματος μεταφοράς, που χρησιμοποιεί αέρα.
14. Ονομάστε τα εξαρτήματα ενός πνευματικού συστήματος.
15. _____ συστήματα μεταφοράς ισχύος αξιοποιούν τη ροή των ηλεκτρονίων για τη μεταφορά, τον έλεγχο και τη μεταβολή των χαρακτηριστικών της ισχύος.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ: Συνδυάστε τους ορισμούς ή τις προτάσεις στα δεξιά με τους όρους στα αριστερά.

16. _ Κύκλωμα σε σειρά.
17. _ Παράλληλα.
18. _ Κύκλωμα σειράς–παράλληλο.
19. _ Ηλεκτρονόμος.
20. _ Βραχυκύκλωμα.
21. _ Υπερφόρτωση.
22. _ Τάση.

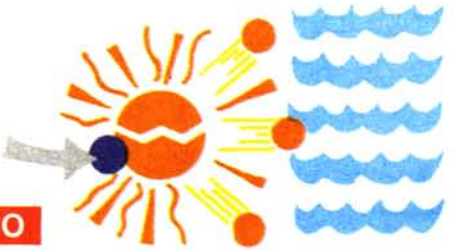
A. Ηλεκτρεγερτική δύναμη.
B. Τυχαία υπερβολική αύξηση του ρεύματος λόγω βλάβης στο κύκλωμα.
Γ. Μόνο μια διαδρομή για το ρεύμα.
Δ. Υπερβολική ποσότητα ρεύματος, που προκύπτει από μεγάλη απαίτηση για ισχύ.
E. Παρέχει περισσότερους από ένα δρόμους στο ρεύμα.
Z. Διακόπτης που λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα.
H. Μέρος του κυκλώματος έχει πολλές διαδρομές· το άλλο μέρος έχει μόνο μία.

23. Τι είναι ο ημιαγωγός;
24. _____ είναι μια διάταξη ημιαγωγού, που επιτρέπει τη δίοδο σε ρεύμα μιας μόνο φοράς.
25. Αναφέρετε τέσσερις λειτουργίες, που εκτελεί ένας υπολογιστής αυτοκινήτου.



8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΚΑΥΣΙΜΑ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΩΝ - ΚΑΡΒΟΥΝΟ

Οι πληροφορίες που δίνονται σε αυτό το κεφάλαιο θα σας βοηθήσουν ώστε να:

- *Περιγράψετε τη διαδικασία, σύμφωνα με την οποία μετατρέπεται η νεκρή φυτική ύλη σε κάρβουνο και να ονομάσετε τα στάδια της διαδικασίας σχηματισμού του άνθρακα.*
- *Καταγράψετε και να περιγράψετε τους τρόπους εξορύξεως κάρβουνου στις ΗΠΑ.*
- *Εξηγήσετε τις μεθόδους που εφαρμόζονται για τη μεταφορά του κάρβουνου από το ορυχείο ως το σημείο, όπου χρησιμοποιείται.*
- *Καταγράψετε τις διαδικασίες για τη μετατροπή του κάρβουνου σε υγρά και αέρια καύσιμα.*
- *Συζητήσετε το μέλλον του κάρβουνου ως πηγής ενέργειας.*
- *Εξηγήσετε την επίδραση του κάρβουνου στο περιβάλλον και να περιγράψετε τις προσπάθειες που καταβάλλονται, ώστε να περιορισθεί η μόλυνση από την καύση του κάρβουνου.*



Σχ. 8-1. *Το κάρβουνο είναι καθιζηματικός οργανικός λίθος. Σχηματίσθηκε από φυτά που ξεράθηκαν σε χρονικό διάστημα μεταξύ ενός και πεντακοσίων εκατομμυρίων ετών (American Coal Foundation).*

Το κάρβουνο είναι ένα καύσιμο απολιθωμάτων, όπως μάθατε στο πρώτο κεφάλαιο. Θεωρείται ότι είναι υπολείμματα φυτικής ζωής, τα οποία μετά από την αποσύνθεσή τους θάφτηκαν πριν από εκατομμύρια χρόνια. Είναι ύλη που μοιάζει με πέτρα, αλλά πολύ πιο μαλακή. Έχει συνήθως χρώμα μαύρο ή καφέ, ανάλογα με την ηλικία του.

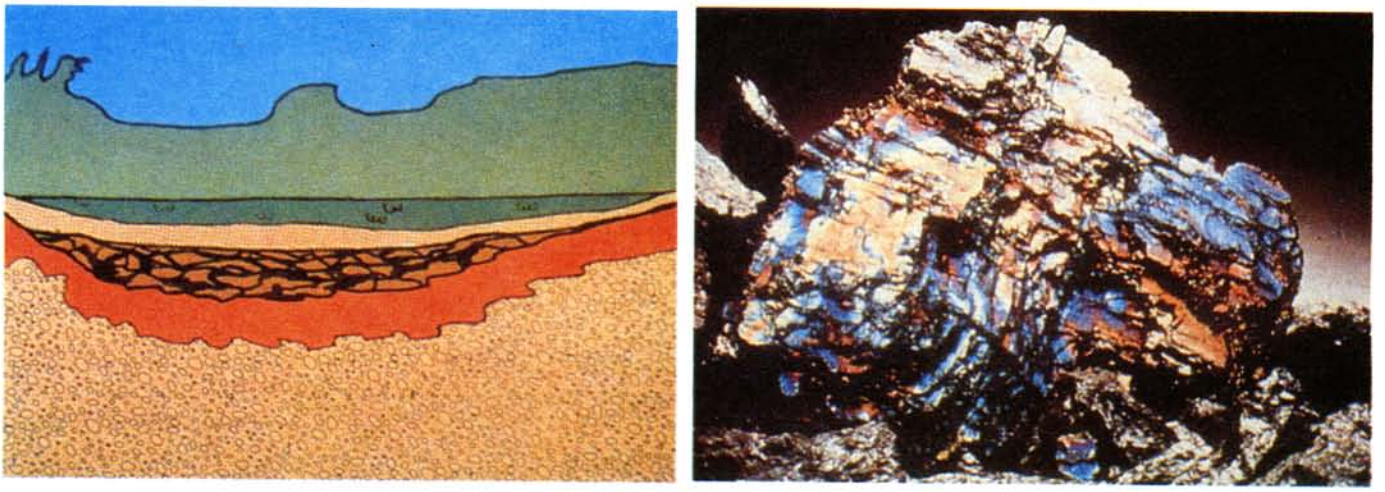
ΠΩΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΘΗΚΕ ΤΟ ΚΑΡΒΟΥΝΟ

Θερμότητα, πίεση και βακτηρίδια αντιδρώντας με τη νεκρή ύλη δημιούργησαν καινούργιες ουσίες, που είναι πλούσιες σε άνθρακα (82 τοις εκατό) και υδρογόνο (12 τοις εκατό). Οι ουσίες ονομάζονται ***υδατάνθρακες,*** επειδή είναι ένα μίγμα των δύο αυτών στοιχείων. Το μίγμα καίγεται καλά και είναι μια άριστη καύσιμη ύλη.

Θεωρείται ότι το κάρβουνο άρχισε να σχηματίζεται στη γη περίπου πριν από 300 με 500 εκατομμύρια χρόνια. Η διαδικασία διήρκησε περίπου 85 εκατομμύρια χρόνια και ολοκληρώθηκε πάνω από 235 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα.

Τα τεράστια στρώματα κάρβουνου στο υπέδαφος είναι ό,τι απέμεινε από τεράστια δάση κοντά στην τροπική ζώνη (σχ. 8-1). Τα φύλλα και τα δέντρα έπεσαν μέσα σε βάλτους και σάπισαν. Αρχικά ήταν μία γλοιώδης υδαρής μάζα. Αργότερα, έχασε το μεγαλύτερο μέρος από το νερό που διέθετε και η σάπια βλάστηση πέρασε διάφορα στάδια, που εξηγούνται αργότερα. Οι επιστήμονες υπολογίζουν ότι χρειάστηκε συμπαγής φυτική ύλη πάχους 1-2 μέτρων, για να δημιουργηθούν 30 εκατοστά ασφαλτικού κάρβουνου.

Το κάρβουνο σχηματίσθηκε, καθώς οι θάλασσες προχώρησαν και υποχώρησαν κυκλικά σε όλη τη γη (σχ. 8-2). Τα νερά μετέφεραν βαριά στρώματα από αμμόλιθο, σχιστόλιθο και άλλων ειδών πετρώματα, με αποτέλεσμα αυτά να μείνουν πάνω από τη σάπια φυτική ζωή. Τα επιπλέον στρώματα που τοποθετήθηκαν διαδοχικά με το χρόνο άσκησαν αυξημένη πίεση πάνω στην ύλη που σάπιζε, κάνοντάς την όλο και πιο πυκνή.



Σχ. 8-2. *Σχηματισμός κάρβουνου. Α - Υπολείμματα βλαστήσεως με το χρόνο θάφτηκαν κάτω από ιζήματα θαλασσών και ποταμών. Τα ιζήματα με το χρόνο απολιθώθηκαν και πίεζαν ακόμα περισσότερο την οργανική ύλη που σάπιζε. Κάτω από συνεχή πίεση και υψηλή θερμοκρασία αυτή η οργανική ύλη μεταμορφώθηκε σε κάρβουνο (American Coal Foundation). Β - Ένα κομμάτι κάρβουνου (National Coal Foundation). Αυτοί είναι οι τέσσερις βαθμοί (στάδια) του άνθρακα. Η ανάπτυξη από το ένα στάδιο στο άλλο εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την πίεση επάνω στο στρώμα του κάρβουνου.*



Σχ. 8-3. *Το κάρβουνο έχει διάφορους βαθμούς (στάδια), ανάλογα με την ηλικία του (American Coal Foundation).*

ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ

Το κάρβουνο βρίσκεται σε διάφορα στάδια, ανάλογα με τη χρονολογία του (σχ. 8-3). Το πρώτο στάδιο είναι ένα προϊόν που μοιάζει με σάπιο ξύλο. Ονομάζεται ***φυτάνθρακας.*** Με συνεχή πίεση να ασκείται πάνω του, ο φυτάνθρακας, παίρνει τη μορφή μιας μαλακής, χρώματος καφέ, ινώδους ύλης, που ονομάζεται ***λιγνίτης.*** Αυτός είναι νέο κάρβουνο. Καίγεται εύκολα, αλλά δεν παράγει πολλή θερμότητα. Το φάσμα θερμότητας του λιγνίτη είναι μεταξύ 2 x 10^6 και 4 x 10^6 j/kg. Η περιεκτικότητα του σε άνθρακα είναι 25-35%. Μερικές φορές αναφερόμαστε σε αυτόν αποκαλώντας τον καφέ κάρβουνο. Κυρίως χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Στα 4 x 10^6 ως 6 x 10^6 j/kg το φάσμα θερμότητας του ***υποασφαλτικού κάρβουνου*** είναι λίγο υψηλότερο από αυτό του λιγνίτη. Η περιεκτικότητά του σε άνθρακα είναι μεταξύ 35 και 45%.

Το πιο παλαιό κάρβουνο γίνεται πιο πυκνό και έχει χρώμα μαύρο. Αυτός ο τύπος ονομάζεται ***ασφαλτικό*** ή ***μαλακό κάρβουνο***. Η περιεκτικότητά του σε άνθρακα είναι πολύ υψηλότερο (45-86 τοις εκατό) και παράγει πιο καυτή φλόγα (5 x 10^6 ως 7,5 x 10^6 j/kg). Είναι το πιο άφθονο και αυτό που χρησιμοποιείται περισσότερο. Το ***ανθρακικό κάρβουνο*** είναι πιο παλαιό και πιο σκληρό από το υποασφαλτικό. Όταν καίγεται, έχει μια καυτή μπλε φλόγα, χωρίς καπνό. Όμως δεν είναι πολύ άφθονο. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η πολιτεία Pennsylvania είναι ο μόνος κύριος παραγωγός.

ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ ΣΤΙΣ ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ

Το κάρβουνο είναι άφθονο στη Βόρεια Αμερική. Υπολογίζεται ότι ο Καναδάς, οι ΗΠΑ και το Μεξικό έχουν συνολικά πάνω από 250 δισεκατομμύρια τόνους ανακτήσιμα αποθέματα. Τα αποθέματα των ΗΠΑ αποτελούν το 90% όλων των αποθεμάτων καύσιμης ύλης από απολιθώματα που γνωρίζομε. Αυτά τα απολιθώματα περιέχουν 12 φορές την ενέργεια του πετρελαίου όλης της Σαουδικής Αραβίας.

Τα περισσότερα αποθέματα κάρβουνου στις ΗΠΑ βρίσκονται σε δύο περιοχές:

- Ανατολική και κεντροδυτική.
- Δυτική.

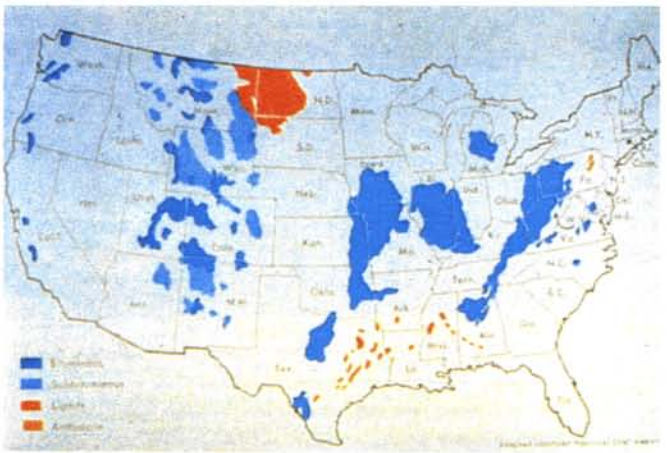
Το σχήμα 8-4 δείχνει τις περιοχές και τους τύπους αποθεμάτων κάρβουνου που υπάρχουν στις Ηνωμένες Πολιτείες.

ΕΞΟΡΥΞΗ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ

Υπάρχουν διάφοροι τύποι εξορύξεως.

- Αν το κάρβουνο είναι κοντά στην επιφάνεια, συλλέγεται με ***επιφανειακή*** εξόρυξη ή ***λατομία*** (σχ. 8-5).
- Αν το κάρβουνο βρίσκεται σε ανηφορικό έδαφος ή είναι πολύ βαθιά κάτω από την επιφάνεια, που σημαίνει ότι δεν μπορεί να εφαρμοσθεί η επιφανειακή εξόρυξη, τότε η εταιρεία εξορύξεως θα χρησιμοποιήσει τη μέθοδο του ***υπόγειου ορυχείου*** (σχ. 8-6).

Ο τύπος εξορύξεως που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από το πόσο βαθιά βρίσκεται το κάρβουνο μέσα στη γη. Η μεγαλύτερη ποσότητα κάρβουνου στην κεντροδυτική περιοχή λαμβάνεται με λατομία, γιατί βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια. Επειδή στην ανατολική περιοχή το κάρβουνο βρίσκεται πιο βαθιά, πρέπει να εξορυχθεί με υπόγεια εξόρυξη.



Σχ. 8-4. *Μεγάλα αποθέματα κάρβουνου υπάρχουν στην ανατολική και στην κεντροδυτική περιοχή των ΗΠΑ.*



Σχ. 8-5. *Στην εξόρυξη με λατομία, τεράστια φτυάρια μαζεύουν το κάρβουνο από ρηχούς λάκκους και το φορτώνουν σε φορτηγά (National Coal Assn.).*

ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΤΗΣ ΦΛΕΒΑΣ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ

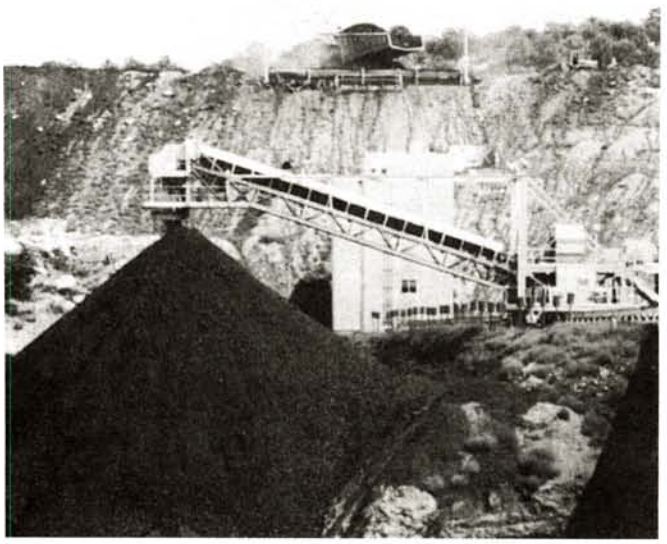
Για να εντοπίσουν το στρώμα κάρβουνου, οι μηχανικοί θα εκτελέσουν δοκιμαστικές γεωτρήσεις. Πρόκειται για δείγματα υπεδάφους που λαμβάνονται από βαθιές τρύπες. Ελέγχουν τα υλικά που προκύπτουν από τις γεωτρήσεις. Όλη η διαδικασία ονομάζεται "διευρεύνηση".

Οι μηχανικοί θα προβούν επίσης και σε ***σεισμική ανάλυση*** (μελέτη), για να προσδιορίσουν τη σκληρότητα, το βάθος και τη φύση του επικαθήμενου χώματος. Το ***επικαθήμενο χώμα*** είναι το χώμα και η πέτρα που σκεπάζουν τη φλέβα του κάρβουνου. Τοποθετούνται εκρηκτικά μέσα σε τρύπες που ανοίγονται στο έδαφος. Εκρηκτικά κύματα διαδίδονται μέσα στο έδαφος και επιστρέφουν πίσω. Όργανα μετρούν το χρονικό διάστημα που περνά. Ένας χειριστής μελετά το ***σεισμογράφο*** (που μετρά τα εκρηκτικά κύματα) και προσδιορίζει τον τύπο και το πάχος του υπόγειου υλικού. Αυτές οι πληροφορίες βοηθούν τους μηχανικούς να αποφασίσουν αν η εξόρυξη του κάρβουνου αξίζει τον κόπο.

Αν η επιφανειακή εξόρυξη είναι υπό μελέτη, οι πληροφορίες που συνελέγησαν από τη γεώτρηση και τις εκρήξεις θα βοηθήσουν τους μηχανικούς να μάθουν επίσης αν το επικαθήμενο χώμα μπορεί να αφαιρεθεί εύκολα με έναν εκσκαφέα ή αν θα χρειασθεί πρώτα να χρησιμοποιηθούν τρυπάνι και εκρηκτικά (σχ. 8-7).

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΕΞΟΡΥΞΗ

Πριν αναπτυχθεί ένα λατομείο, οι μηχανικοί πρέπει να μελετήσουν την ***τοπογραφία*** του εδάφους (πρόκειται για τον τρόπο που είναι σχηματισμένο το έδαφος). Μπο-



Σχ. 8-6. *Ένα υπόγειο ορυχείο. Αυτός ο τρόπος εξορύξεως είναι αναγκαίος εκεί όπου η γη είναι ανώμαλη ή όταν το κάρβουνο είναι θαμμένο πολύ βαθιά, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να εφαρμοσθεί λατομία.*

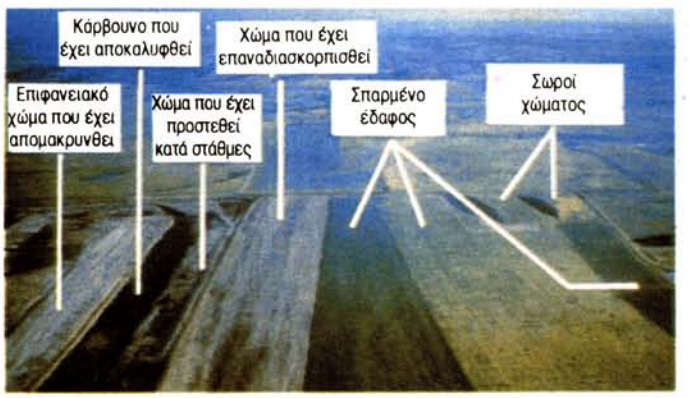
ρεί να είναι βραχώδες - ανηφορικό ή επίπεδο. Οι μηχανικοί επίσης μελετούν το πάχος του στρώματος κάρβουνου και την ποσότητα του επικαθήμενου χώματος.

Για να συλλεγούν οι πληροφορίες μπορεί να χρειασθεί αεροφωτογράφηση. Καταρτίζονται χάρτες βάσει αεροφωτογραφιών του εδάφους. Οι μηχανικοί μελετούν τους χάρτες, για να:

- Εντοπίσουν το κάρβουνο στην επιφάνεια.
- Υπολογίσουν τα αποθέματα κάρβουνου.
- Προσδιορίσουν τα όρια οικοπέδων.
- Διαλέξουν περιοχές, όπου μπορούν να μεταφερθούν τα χώματα από τις εκσκαφές, οι οποίες ονομάζονται ***χωματερές*** (σχ. 8-8 και 8-9).



Σχ. 8-7. *Ένα τεράστιο κάθετο τρυπάνι ανοίγει τρύπες στο επικαθήμενο χώμα πλάτους 30 εκατοστών. Εκρηκτικά μέσα στις τρύπες διασπούν το επικαθήμενο χώμα, για να αφαιρεθεί στη συνέχεια με μηχανικά φτυάρια (National Coal Assn.).*



Σχ. 8-8. *Αυτό είναι ένα ορυχείο στη Βόρεια Ντακότα. Παρουσιάζεται όλη η διαδικασία της λατομίας και σημειώνονται τα στάδια (American Coal Foundation).*

ΑΠΟΓΥΜΝΩΣΗ

Η αφαίρεση του επικαθήμενου χώματος πάνω από τη φλέβα του κάρβουνου ονομάζεται ***απογύμνωση***. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκσκαπτικό μηχάνημα (σχ. 8-10) για να κάνει επίπεδη την επιφάνεια και να επιτρέψει τη λειτουργία άλλων μεγάλων μηχανημάτων εκεί.

Συνήθως, ειδικώς σχεδιασμένα μηχανήματα επιτυγχάνουν την απομάκρυνση του επικαθήμενου χώματος για να εμφανισθεί η φλέβα του κάρβουνου (σχ. 8-11). Ένας τύπος είναι ο ***γιγαντιαίος εκσκαφέας.*** Διαθέτει έναν κοπτικό τροχό στην άκρη ενός μακρού βραχίονα. Ο τροχός περιστρέφεται κόβοντας και συλλέγοντας το επικαθήμενο χώμα με μεταλλικά δόντια που σχηματίζουν κάδους. Ένα άλλο μηχάνημα που χρησιμοποιείται για την αφαίρεση του επικαθήμενου χώματος είναι το μηχάνημα με ***κινούμενο κάδο*** (σχ. 8-12). Είναι βασικά ένας μεγάλος κάδος που κρέμεται στην άκρη μιας σκούπας.

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ένα γιγαντιαίο ***φτυάρι για επιφανειακή εξόρυξη***. Ο κάδος ενός τέτοιου μηχανήματος, που εικονίζεται στο σχήμα 8-13, μπορεί να κρατήσει 210 τόνους χώματος, πέτρας ή κάρβουνου.

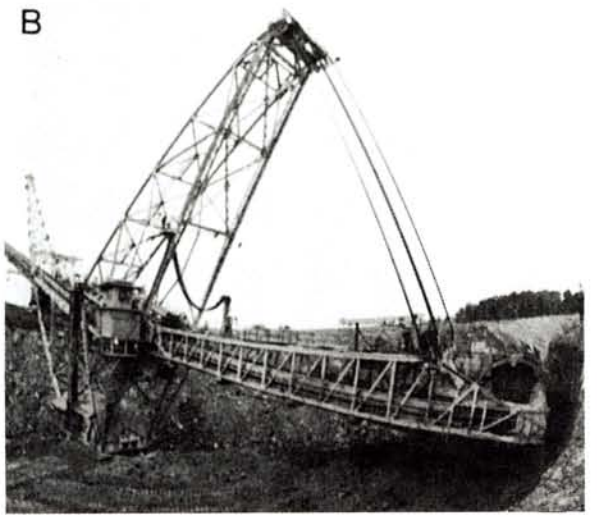


Σχ. 8-9. *Πριν αρχίσει η επιφανειακή εξόρυξη, η εταιρεία εξορύξεως πρέπει να καθορίσει πώς θα διαμορφωθεί το έδαφος κατά τη διάρκεια της εξορύξεως και μετά την αποκατάστασή του.*



Σχ. 8-10. *Εκσκαφείς χρησιμοποιούνται, για να καθαρίσουν το έδαφος. Το επικαθήμενο χώμα αφαιρείται και αποθηκεύεται. Θα ξαναχρησιμοποιηθεί κατά τη διαδικασία της αποκαταστάσεως.*





Σχ. 8-11. *Εκτός από μπουλντόζες, γιγαντιαίοι εκσκαφείς, ή μηχανικά φτυάρια, απομακρύνουν το επικαθήμενο χώμα, μέχρι να ξεσκεπασθεί ένα μεγάλο μέρος από το στρώμα του κάρβουνου. Α - Αυτό το φτυάρι έχει χωρητικότητα 200 κυβικών μέτρων και θα μπορούσε να συγκρατήσει τρία σχολικά λεωφορεία (American Coal Foundation). Β - Καμιά φορά χρησιμοποιείται ένας τεράστιος εκσκαφέας με ρόδα, για να απομακρύνει το επικαθήμενο χώμα. Ένας ιμάντας μεταφοράς το μεταφέρει στη χωματερή (Consolidation Coal Co.).*





Σχ. 8-12. *Επάνω: Ένα μηχάνημα με κινούμενο κάδο, που κρέμεται στην άκρη ενός βραχίονα. Κάτω: Χρησιμοποιείται, για να αφαιρέσει το επικαθήμενο χώμα και να βγάλει το χαλαρό κάρβουνο (Chevron Corp.).*

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΟΡΥΞΕΩΣ ΜΕ ΑΠΟΓΥΜΝΩΣΗ

Δύο κυριότερες μέθοδοι εξορύξεως με απογύμνωση είναι οι εξής:

- Μέθοδος αφαιρέσεως με απόξεση (σχ. 8-14).
- Μέθοδος αφαιρέσεως με φορτηγό (σχ. 8-15).

Και στις δύο μεθόδους, το επικαθήμενο χώμα μεταφέρεται σε μέρος του λατομείου ήδη εξορυγμένο.

ΦΟΡΤΩΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

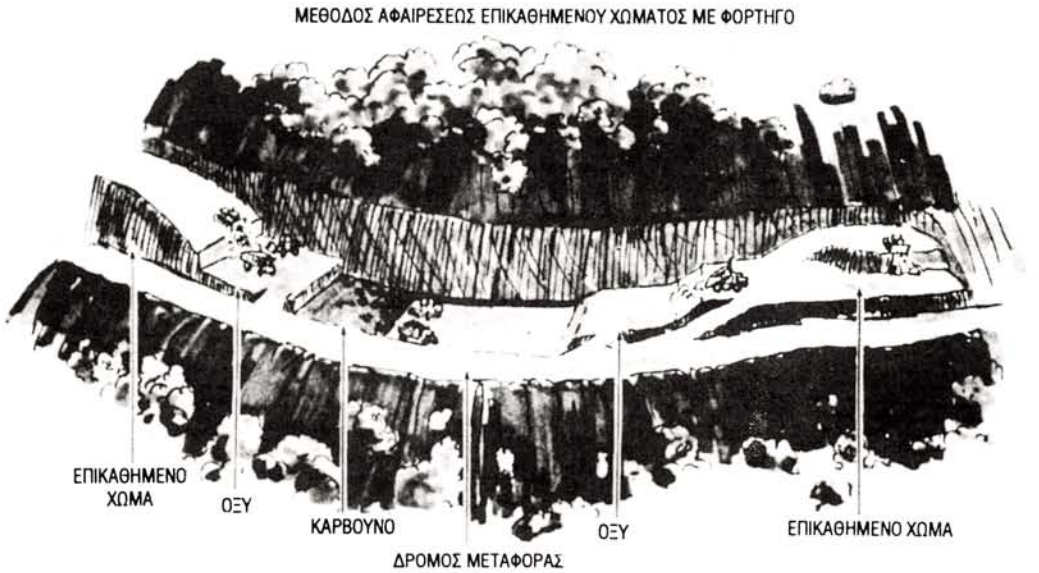
Κάρβουνο που εξορύχθηκε με επιφανειακή εξόρυξη συχνά φορτώνεται με ηλεκτρικά φτυάρια επάνω σε τεράστια φορτηγά. Τα οχήματα το μεταφέρουν σε εργοστάσιο επεξεργασίας. Ένας ιμάντας μεταφοράς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον ίδιο σκοπό (σχ. 8-16).



Σχ. 8-13. *Ο κάδος ενός φτυαριού επιφανειακής εξορύξεως αφαιρεί περίπου τρία βαγόνια χώμα και πέτρα τη φορά (National Coal Assn.).*



Σχ. 8-14. *Μέθοδος αφαιρέσεως επικαθήμενου χώματος με απόξεση. Το επικαθήμενο χώμα απομακρύνεται με μηχάνημα αποξέσεως σε περιοχή όπου έχει εξορυχθεί. Πρώτα διοχετεύται οξύ κάτω. Πέτρα και πηλός τοποθετούνται από πάνω (Caterpillar Inc.).*



Σχ. 8-15. *Μέθοδος αφαιρέσεως επικαθήμενου χώματος με φορτηγό στην εξόρυξη με απογύμνωση. Φορτηγά αντικαθιστούν τα μηχανήματα αποξέσεως για τη μεταφορά του οξέος και του επικαθήμενου χώματος (Caterpillar Inc.).*



Σχ. 8-16. *Ιμάντας μεταφοράς χρησιμοποιείται για τη μεταφορά κάρβουνου από το ορυχείο (Chevron Corp.).*

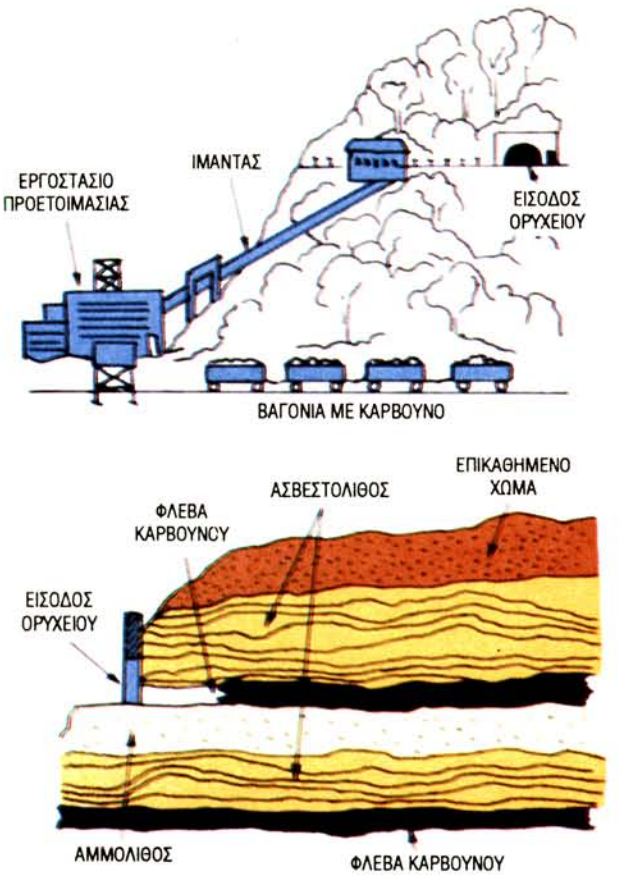
ΥΠΟΓΕΙΑ ΄Η ΒΑΘΙΑ ΕΞΟΡΥΞΗ

Το κάρβουνο που βρίσκεται βαθιά μέσα στη γη πρέπει να εξορυχθεί με υπόγεια ή βαθιά εξόρυξη. Υπάρχουν τρεις τύποι υπογείων ορυχείων. Ονομάζονται ανάλογα με το πηγάδι εισόδου που ανοίγεται, για να φθάσει κάποιος ως το κάρβουνο.

- Οριζόντιο ορυχείο. Το πηγάδι ανοίγεται οριζόντια μέσα σε ένα λόφο (σχ. 8-17).
- Κεκλιμένο ορυχείο. Το πηγάδι είναι ελαφρώς κεκλιμένο. Πηγάδι αυτού του τύπου ανοίγεται εκεί όπου το κάρβουνο είναι πολύ βαθιά στη γη, ώστε να εξορυχθεί με λατομία, αλλά όχι αρκετά βαθιά, ώστε να κατασκευάσομε ορυχείο με πηγάδι (σχ. 8-18).
- Υπόγειο ορυχείο. Το άνοιγμα είναι κατακόρυφο, όπως εικονίζεται στο σχήμα 8-19. Χρειάζεται ένας ανελκυστήρας για να έχομε πρόσβαση στο ορυχείο.

Η είσοδος του ορυχείου εξυπηρετεί διπλά. Δι' αυτής μεταφέρονται εργάτες και υλικά μέσα στη γη, ως το σημείο όπου βρίσκεται το κάρβουνο. Επίσης δι' αυτής μεταφέρεται το εξορυγμένο κάρβουνο στην επιφάνεια.

Στο σχήμα 8-20 το πηγάδι στα δεξιά είναι σχεδιασμένο να επιτυγχάνει εξαερισμό και γι' αυτό διαθέτει έναν ανεμιστήρα, που αναγκάζει φρέσκο αέρα να εισέλθει στο ορυχείο. Το ίδιο πηγάδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανεβούν και να κατεβούν εργάτες και υλικά, αν χρειασθεί. Αυτό το ορυχείο έχει δύο επίπεδα. Το κάτω προσφέρεται για την απομάκρυνση των υδάτων και (ή) για την προσέγγιση άλλης φλέβας κάρβουνου.



Σχ. 8-17. Το οριζόντιο ορυχείο έχει ένα οριζόντιο πηγάδι, που ανοίγεται στην πλαγιά λόφου. Επάνω: Εμπρόσθια όψη. Κάτω: Πλάγια όψη.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΑΘΙΑΣ ΕΞΟΡΥΞΕΩΣ

Υπάρχουν δύο μέθοδοι λήψεως κάρβουνου από βαθύ ορυχείο:

- Συμβατική εξόρυξη.
- Συνεχής εξόρυξη.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΑΘΙΑΣ ΕΞΟΡΥΞΕΩΣ

Το κάρβουνο πρέπει να εξορυχθεί με τέτοιο τρόπο, που να αφαιρεθεί όλο χωρίς να παγιδευθούν εργάτες και μηχανήματα λόγω καταρρεύσεως του ορυχείου. Το πιο συνηθισμένο σύστημα στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι το ***σύστημα εξορύξεως με δωμάτιο και στύλους***. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, το κάρβουνο αφαιρείται αφού κατασκευασθούν μια σειρά "δωματίων" υπογείως, εκεί όπου υπάρχουν τα κοιτάσματα (σχ. 8-21). Μεγάλες κολόνες κάρβουνου αφήνονται κατά διαστήματα, για να λειτουργούν ως στηρίγματα του δωματίου. Τα ίδια τα δωμάτια έχουν 6 με 9 μέτρα πλάτος. Οι στύλοι έχουν πλευρά 6 έως 27 μέτρα.

Συνήθως οι στύλοι αφαιρούνται αφού έχει προχωρήσει η εξόρυξη. Η οροφή αφήνεται να πέσει, καθώς οι εργασίες εκτελούνται πλέον προς τα πίσω, προς την είσοδο του πηγαδιού.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΞΟΡΥΞΗ

Η εξόρυξη με συμβατικές μεθόδους έχει τέσσερα στάδια: κοπή, γεώτρηση, έκρηξη και φόρτωση. Ο κόπτης μοιάζει με γιγαντιαίο πριόνι. Μπορεί να κόβει οριζόντια ή κάθετα. Φορητά ηλεκτρικά πριόνια ανοίγουν τρύπες για τα εκρηκτικά.

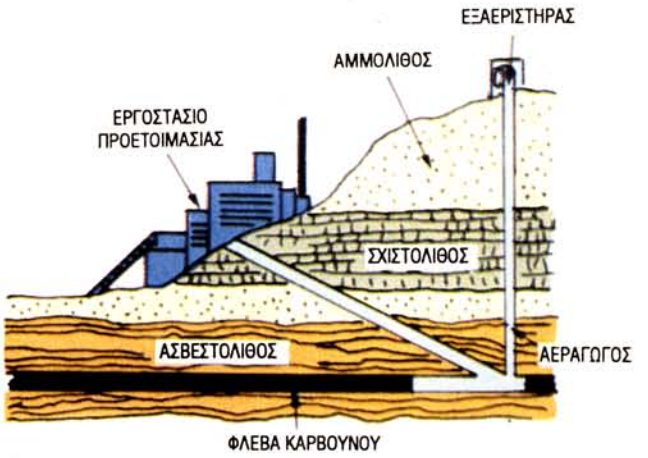
Το κάρβουνο που έχει αποκολληθεί συλλέγεται με ένα ***φορτωτή.*** Αυτό είναι ένα ηλεκτρικό μηχάνημα με βραχίονες σαν δόντια. Ένας ιμάντας μεταφέρει το κάρβουνο σε μεταφορικό βαγόνι πίσω από το φορτωτή. Το βαγόνι μεταφέρει το κάρβουνο σε ιμάντα ή σε μέρος, όπου μπορεί να φορτωθεί σε σιδηροδρομικά βαγόνια.

ΣΥΝΕΧΗΣ ΕΞΟΡΥΞΗ

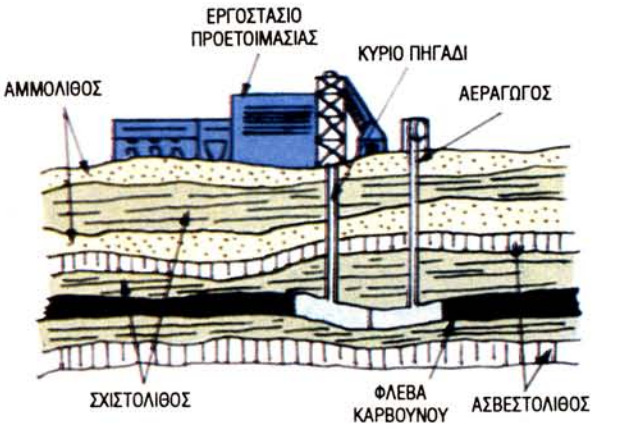
Στη ***συνεχή εξόρυξη,*** ειδικά κινούμενα μηχανήματα εξορύσσουν το κάρβουνο και το φορτώνουν σε βαγόνια. Η διαδικασία αυτή είναι συνεχής και δεν χρησιμοποιούνται εκρηκτικά.

Στα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται κατά τη συνεχή εξόρυξη συμπεριλαμβάνονται:

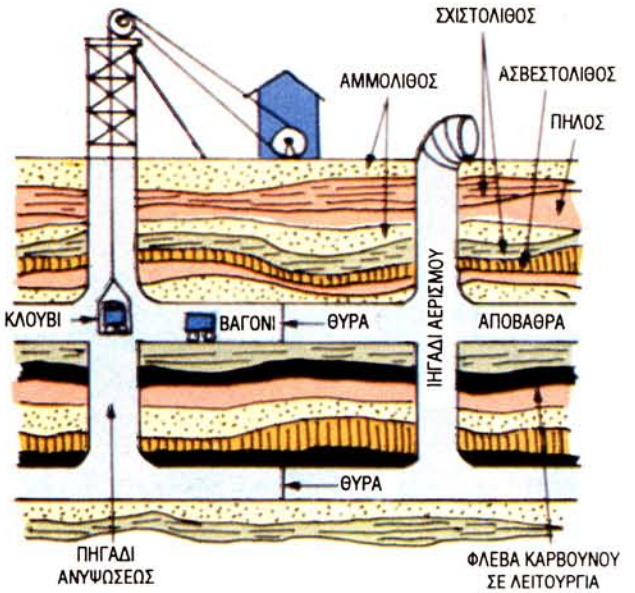
- Ένα μηχάνημα συνεχούς εξορύξεως που βγάζει το



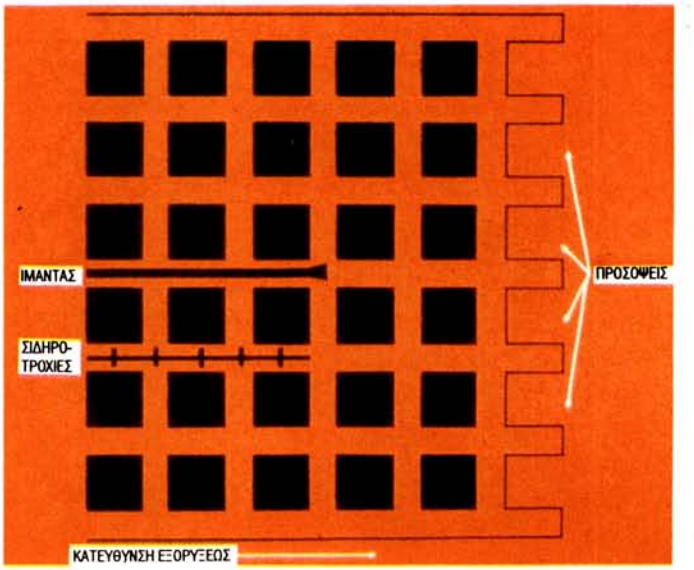
Σχ. 8-18. *Τομή κεκλιμένου ορυχείου. Πηγάδι αυτού του τύπου ανοίγεται όταν το κάρβουνο είναι πολύ βαθιά, για να εφαρμόσομε εξόρυξη με απογύμνωση.*



Σχ. 8-19. *Τομή υπόγειου ορυχείου. Αυτός ο τύπος είναι ο πιο δαπανηρός. Απαιτείται να ανοιχθούν δύο πηγάδια. Με το ένα εξασφαλίζεται η πρόσβαση, ενώ με το άλλο ο εξαερισμός του ορυχείου, εκτός του ότι λειτουργεί και ως δίοδος διαφυγής στην περίπτωση που κλείσει το κύριο πηγάδι.*



Σχ. 8-20. *Ένα ορυχείο με κάθετο πηγάδι μπορεί να έχει περισσότερα από ένα επίπεδα.*



Σχ. 8-21. *Μέθοδος εξορύξεως με δωμάτια και με στύλους. Το κάρβουνο αφαιρείται φτιάχνοντας μια σειρά δωματίων μέσα στη φλέβα. Οι στύλοι του κάρβουνου μένουν για να στηρίξουν την οροφή (οι στύλοι απεικονίζονται με μαύρο) (American Coal Foundation).*

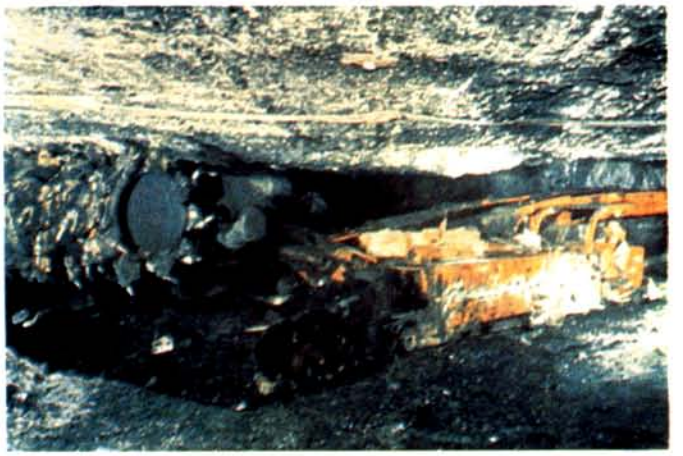
κάρβουνο από τη φλέβα με οριζόντια περιστρεφόμενα δόντια (σχ. 8-22). Το κάρβουνο φορτώνεται αυτόματα επάνω σε βαγόνι.

- Ένα μηχάνημα εξορύξεως που αποκολλά το κάρβουνο από τη φλέβα δουλεύοντας σε κατακόρυφη επιφάνεια. Με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων οι μηχανές συνεχούς εξορύξεως μπορούν να στηρίζουν με κοχλίες την οροφή, την ίδια ώρα που το κάρβουνο αφαιρείται (σχ. 8-23).

Η κοχλίωση είναι ένα σύστημα υποστηρίξεως των οροφών των ορυχείων. Ανοίγονται τρύπες στην οροφή, για να εισαχθούν μεγάλοι κοχλίες. Οι κοχλίες κοχλιώνονται και στερεώνονται στο επάνω μέρος, σε ένα διαστελλόμενο περίβλημα (κάλυκας) με σπείρωμα. Με την κοχλίωση των κοχλιών, συνδέονται μαζί (σφίγγοντας) τα πετρώματα και λειτουργούν ως δοκοί υποστηρίξεως (σχ. 8-24).

ΕΞΟΡΥΞΗ ΜΑΚΡΟΥ ΤΟΙΧΟΥ

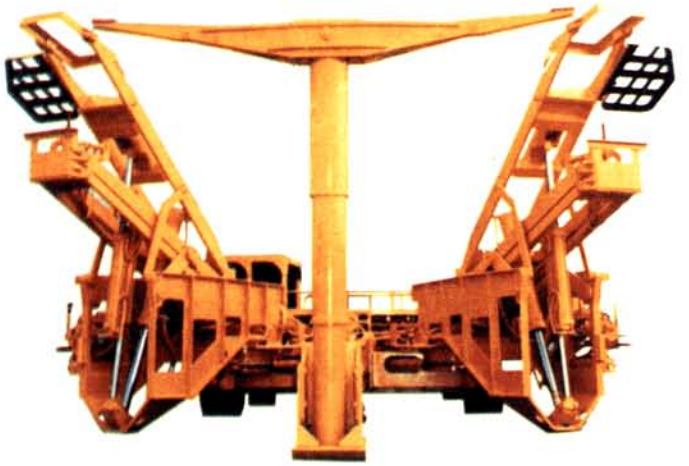
Μια δεύτερη μέθοδος υπόγειας εξορύξεως λέγεται ***εξόρυξη μακρού τοίχου.*** Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, ανοίγονται δύο παράλληλες εισαγωγές (διάδρομοι, μπούκες) μέσα στη φλέβα του κάρβουνου (οι εισαγωγές είναι όπως οι διάδρομοι, επιτρέπουν δηλαδή στα μηχανήματα εξορύξεως να προσεγγίσουν το κάρβουνο). Οι δύο εισαγωγείς (διάδρομοι) μπορεί να είναι από 150 m μέχρι 240 m μεταξύ τους και να έχουν μήκος 3000 m.



Σχ. 8-22. *Ένα μηχάνημα συνεχούς εξορύξεως σε λειτουργία. Χρησιμοποιείται πιο συχνά για εξόρυξη στη μέθοδο με δωμάτια και στύλους. Ένας περιστρεφόμενος κύλινδρος με δόντια από καρβίδιο του βολφραμίου αποκολλά το κάρβουνο από τη φλέβα.*

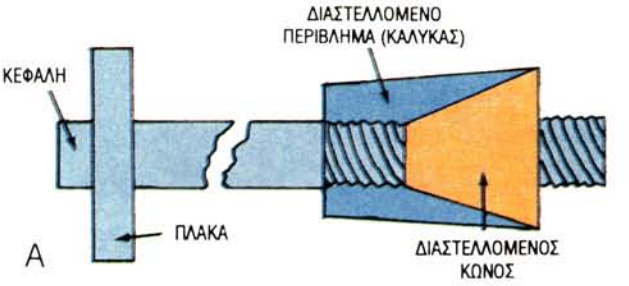


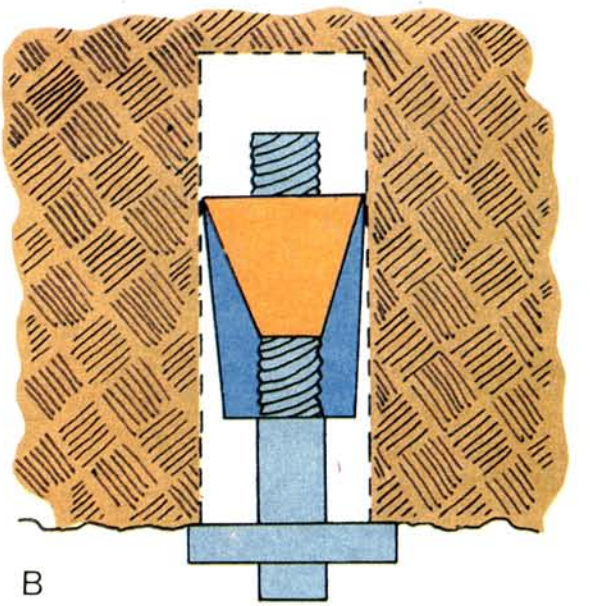
A



B

Σχ. 8-23. *Αφού προχωρήσει σε κάποια απόσταση, το μηχάνημα συνεχούς εξορύξεως απομακρύνεται, και ένα μηχάνημα που κοχλιώνει την οροφή εισέρχεται στο ορυχείο. Α - Ανοίγονται τρύπες στην πέτρα. Μακρές μεταλλικές ράβδοι μαζί με ρητίνη πιέζονται μέσα στην οροφή (American Coal Foundation). Β - Ένα μηχάνημα κοχλιώσεως έχει προσωρινά στηρίγματα που λειτουργούν υδραυλικά (Lee-Norse Co.).*





B

Σχ. 8-24. *Α - Τυπικός κοχλίας οροφής σχεδιασμένος για να ενισχύσει την οροφή του ορυχείου, ώστε να αποφεύγονται καταρρεύσεις. Β - Κοχλίας οροφής που έχει τοποθετηθεί. Διαστελλόμενο περίβλημα (κάλυκας) γαντζώνεται στα πλευρά της ανοιγμένης τρύπας.*



Σχ. 8-25. *Μηχάνημα εξορύξεως κάρβουνου από μακρό τοίχο κινείται κατά μήκος του τοίχου που αποτελείται από κάρβουνο και μπορεί να έχει μήκος από 150 m μέχρι 240 m. Το μήκος των διαδρομών εισόδου (εισαγωγής) μπορεί να είναι μέχρι 3000 m (American Coal Foundation).*

Οι διάδρομοι ενώνονται στο απώτερο άκρο τους με έναν άλλο διάδρομο, που λέγεται ***εγκάρσιο κόψιμο.*** Η επιφάνεια κάρβουνου που σχηματίζεται με το εγκάρσιο κόψιμο είναι ο μακρός τοίχος.

Ένας περιστρεφόμενος κύλινδρος με κοπτικά από καρβίδιο του βολφραμίου κινείται εμπρός-πίσω κατά μήκος της επιφάνειας του τοίχου κόβοντας το κάρβουνο. Ψεκασμός με νερό εμποδίζει τη δημιουργία σκόνης. Εξορυγμένο κάρβουνο πέφτει μέσα σε ένα σύστημα μεταφορικής ταινίας, που το οδηγεί στην επιφάνεια του εδάφους ή σε υπόγεια οχήματα κινούμενα με σιδηροτροχιές (βαγονέτα). Κινητά ατσάλινα υποστηρίγματα, που φαίνονται στη δεξιά πλευρά του σχήματος 8-25, στηρίζουν την οροφή επάνω από την περιοχή εργασίας. Καθώς το μηχάνημα κοπής προχωρεί προς τα εμπρός, τα υποστηρίγματα προχωρούν και αυτά. Η οροφή επάνω από την περιοχή όπου ολοκληρώθηκε η εξόρυξη αφήνεται να πέσει. Με αυτήν τη μέθοδο επιτυγχάνεται εξόρυξη του κάρβουνου σχεδόν κατά 80 τοις εκατό.

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ

Τα μέτρα ασφάλειας κατά την υπόγεια εξόρυξη απαιτούν μεγάλη προσοχή. Στις ΗΠΑ η ομοσπονδιακή κυβέρνηση και οι πολιτειακές κυβερνήσεις ορίζουν τα πρότυπα ασφάλειας. Οι εταιρείες εξορύξεως κάρβουνου πρέπει να ακολουθήσουν αυτούς τους κανονισμούς, που απαιτούν εκτός των άλλων σωστό εξαερισμό και κατάλληλα ρούχα.

Το σχήμα 8-26 εικονίζει έναν ανθρακωρύχο εφοδιασμένο και ντυμένο κατάλληλα, έτσι που να είναι ασφαλής.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ

Το μη επεξεργασμένο κάρβουνο, δηλαδή το ***ακατέργαστο κάρβουνο από το ορυχείο,*** περιέχει πέτρες και άλλες προσμίξεις (ακαθαρσίες), όπως θειούχο σίδηρο, οι οποίες πρέπει να απομακρυνθούν.

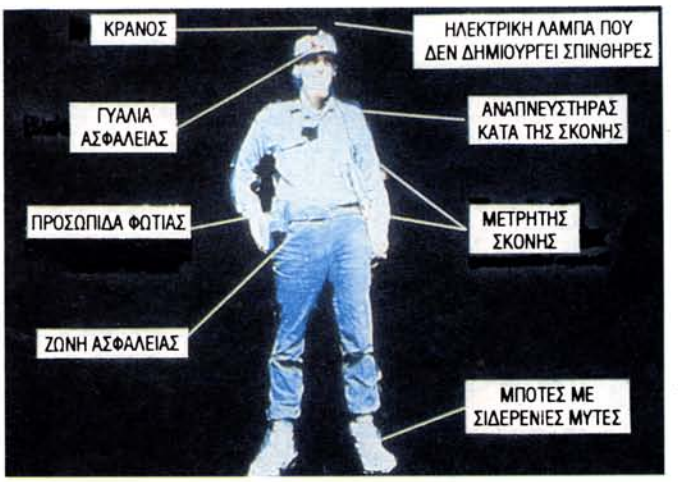
Το εξορυγμένο κάρβουνο συλλέγεται στο χώρο (εργοστάσιο) επεξεργασίας (σχ. 8-27), σπάζεται, γίνεται κομμάτια κατάλληλου μεγέθους και αναμιγνύεται (σχ. 8-28).

Το εργοστάσιο όπου γίνεται η κατεργασία ασφαλτικού κάρβουνου λέγεται ***tipple*** (τίπλ). Παράγεται ανθρακίτης σε χώρο, που λέγεται χώρος ***διασπάσεως***.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ

Το κάρβουνο αποθηκεύεται μέχρι να χρησιμοποιηθεί. Οι χώροι αποθηκεύσεως βρίσκονται συνήθως σε λιμάνια ή σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Τεράστια κινητά μηχανικά φτυάρια, όπως αυτά στο σχήμα 8-29, ξεφορτώνουν το κάρβουνο από τα τρένα. Κατόπιν αυτά τα μηχανήματα κινούνται σε σιδηροτροχιές και τον συγκεντρώνουν σε τεράστιους σωρούς. Μερικά από αυτά μπορούν να ξεφορτώσουν 10.000 t κάρβουνο σε λιγότερο από έξι ώρες.

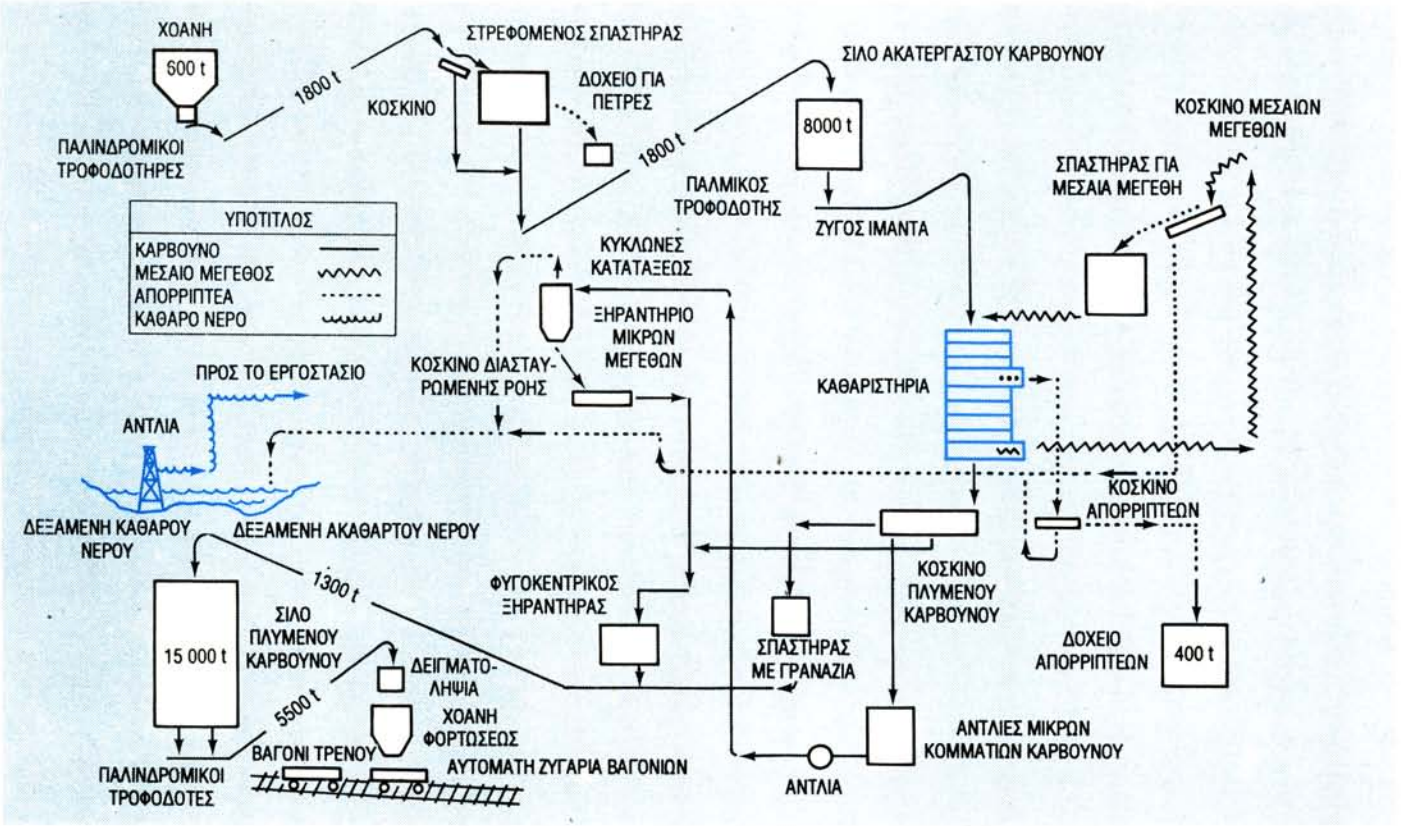
Όταν το κάρβουνο λαμβάνεται από τους σωρούς αποθηκεύσεως, ένας τροχός με φτυάρια το μεταφέρει με ρυθμούς μέχρι 6000 τόνους την ώρα. Μπορεί στη συνέχεια να μεταφερθεί με ιμάντα μεταφοράς στο λιμάνι για φόρτωση σε πλοία ή στο εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής. Ο τροχός με φτυάρια φαίνεται επίσης στο σχήμα 8-29.



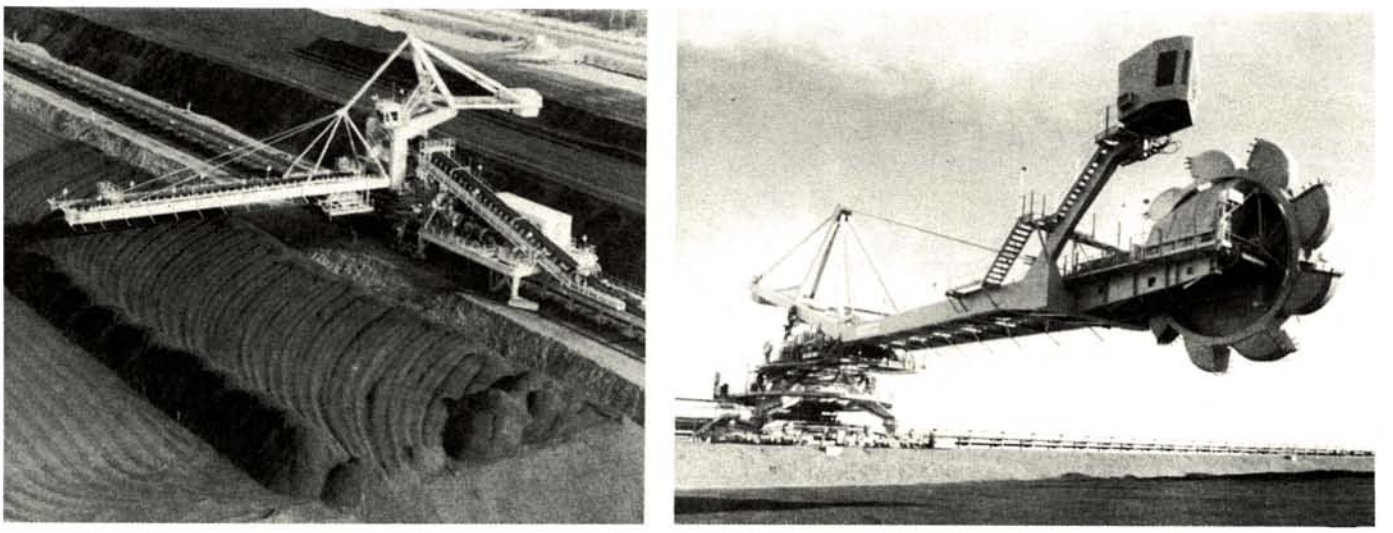
Σχ. 8-26. *Η ασφάλεια είναι πρωταρχικό πράγμα στη σύγχρονη διαδικασία εξορύξεως. Παρουσιάζονται μερικά από τα εξαρτήματα και τα ρούχα που πρέπει να έχει ο ανθρακωρύχος. Στην περίπτωση φωτιάς ή εκρήξεως, η προσωπίδα φιλτράρει και κατακρατεί το διοξείδιο του άνθρακα (American Coal Foundation).*



Σχ. 8-27. *Στις πιο πολλές περιπτώσεις το κάρβουνο έχει προσμίξεις, που πρέπει να απομακρυνθούν πριν αυτός φθάσει στον καταναλωτή. Σε αυτό το εργοστάσιο επεξεργασίας συσκευές που χρησιμοποιούν παλμικά ρεύματα νερού και διάφορα υγρά, διαχωρίζουν τις προσμίξεις, όπως το πυριτικό θείο, πέτρες, πηλός και άλλα υλικά που παράγουν στάχτες.*



Σχ. 8-28. *Διάγραμμα ροής που δείχνει πώς γίνεται η επεξεργασία του κάρβουνου στο εργοστάσιο κατεργασίας του.*



Σχ. 8-29. *Κινητό μηχανικό φτυάρι και τροχός με φτυάρια. Είναι κατασκευασμένα στο Thunder Bay στο Ontario του Καναδά και με αυτά σχηματίζονται οι σωροί λιγνίτη, ο οποίος πρόκειται να μεταφερθεί με πλοία στον ανατολικό Καναδά. Αριστερά: Μηχανικό φτυάρι σε λειτουργία. Δεξιά: Τροχός σε φτυάρια παίρνει λιγνίτη από το σωρό (Allis Chalmers).*

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ

Το κάρβουνο μπορεί να μεταφερθεί με σιδηρόδρομο, μαούνες ή πλοία, φορτηγά αυτοκίνητα ή αγωγούς (σχ. 8-30). Μεγάλες ποσότητες μεταφέρονται με τρένο. Το πιο εύχρηστο βαγόνι για το σκοπό αυτό είναι το βαγόνι - γόνδολα. Είναι ανοικτό από επάνω για εύκολο φόρτωμα. Μερικά έχουν πυθμένα που μπορεί να ανοιγοκλείνει. Το πάτωμά τους ανοίγει, όπως οι διπλές πόρτες, για γρήγορο ξεφόρτωμα του οχήματος χωρίς τη χρήση επιπλέον μηχανημάτων.

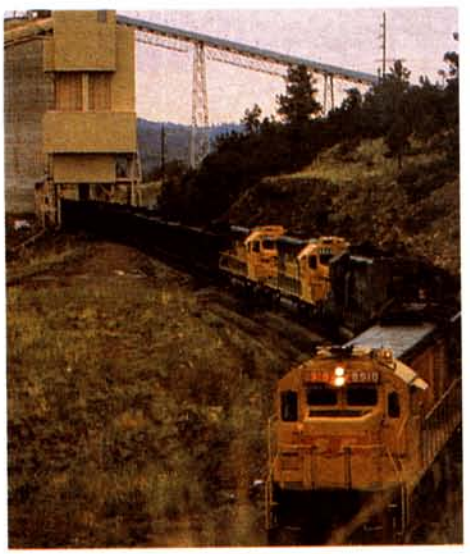
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΜΕ ΑΓΩΓΟ

Είναι δυνατόν να μεταφερθεί κάρβουνο με αγωγό (σχ. 8-31). Η διαδικασία μεταφοράς απαιτεί τη χρήση πολλών μηχανημάτων και έχει πολλά βήματα:

- Το κάρβουνο θρυμματίζεται στο μέγεθος κόκκων ζάχαρης (σχ. 8-32).



A



B

Σχ. 8-30. *A - Μαούνες φορτώνονται με κάρβουνο για μεταφορά διά ποταμού. Αυτή η μαούνα μπορεί να σηκώσει 1500 τόνους (American Coal Foundation). B - Τρένα, όπως αυτό με 100 βαγόνια, μεταφέρουν 10.000 με 11.000 τόνους κάρβουνο κάθε φορά. Το τρένο μπορεί να φορτωθεί σε περίπου τρεις ώρες και να ξεφορτωθεί σε περίπου τέσσερις με πέντε (Chevron Corp.).*

- Με δεύτερη κονιορτοποίηση σε κατάλληλο μύλο θρυμματίζεται το κάρβουνο σε μικρότερα σωμάτια. Προστίθεται νερό ή κάποιο άλλο υγρό.
- Αντλίες (σχ. 8-33) μεταφέρουν τη λάσπη διαμέσου αγωγού (σωλήνα) με ταχύτητες 1,5 με 2 μέτρα το δευτερόλεπτο. Σταθμοί αντλήσεως βρίσκονται σε διαστήματα 65 με 80 χιλιομέτρων.

Το σχήμα 8-34 δείχνει ένα μέρος του θαλάμου ελέγχου και το σχήμα 8-35 είναι ένα διάγραμμα ροής ενός συστήματος παχύρευστου κάρβουνου (λάσπης). Η μεταφορά με αγωγό θεωρείται φθηνότερη. Το κόστος (στις ΗΠΑ) με ειδικό τρένο ανέρχεται (σήμερα) σε 2,5 εκατοστά του δολαρίου ανά τόνο ανά μίλι (1 μίλι = 1,6 km)· το αντίστοιχο κόστος με αγωγό είναι 1,5 εκατοστά του δολαρίου.



Σχ. 8-31. *Ο αγωγός Black Mesa Pipeline βρίσκεται σε λειτουργία για περισσότερο από 18 χρόνια και μεταφέρει κάρβουνο από το εργοστάσιο επεξεργασίας στο Black Mesa στη βόρεια Αριζόνα (ΗΠΑ) μέχρι το σταθμό ηλεκτροπαραγωγής στη νότια Νεβάδα, περίπου 480 km μακριά (Williams Technologies, Inc.).*



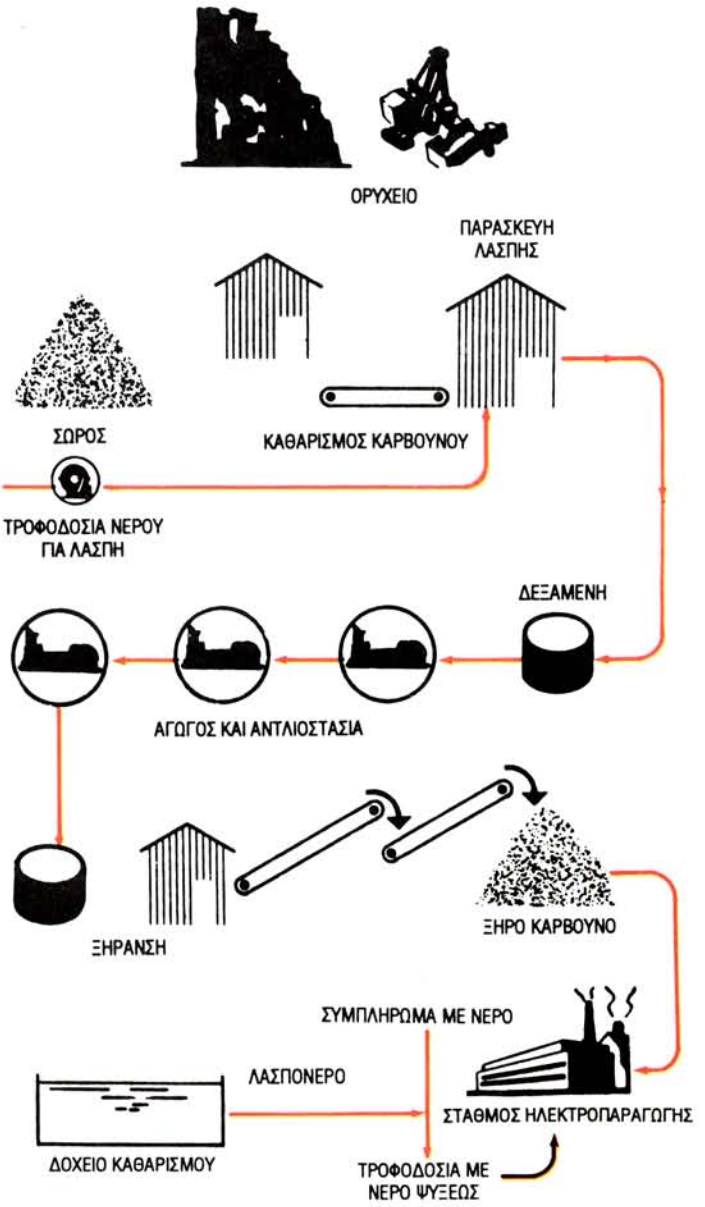
Σχ. 8-32. *Η καθεμιά από τις τρεις γραμμές επεξεργασίας στο Black Mesa αποτελείται από ένα ανυψωμένο δοχείο κάρβουνου, έναν μύλο 1500 hp για ξηρό θρυμματισμό, ένα μύλο 1700 hp για υγρή κονιορτοποίηση και μία αντλία για τη μεταφορά της λάσπης σε δεξαμενή 250.000 λίτρων όταν αναταράσσεται.*



Σχ. 8-33. Μηχανήματα αντλήσεως της λάσπης. Ο αγωγός έχει ακόμα τέσσερις σταθμούς με παλινδρομικές αντλίες κατά μήκος των 480 km. Μπορεί και μεταφέρει 5 εκατομμύρια τόνους κάρβουνου το χρόνο (Williams Technologies, Inc.).



Σχ. 8-34. Κεντρικός θάλαμος ελέγχου προσωπικού 55 ατόμων διευθύνει, συντηρεί και λειτουργεί το εργοστάσιο επεξεργασίας και τους σταθμούς αντλήσεως.



Σχ. 8-35. Αυτό το διάγραμμα ροής δείχνει την επεξεργασία και μεταφορά παχύρευστου κάρβουνου (λάσπης) από το ορυχείο στο χρήστη (Williams Technologies, Inc.).

Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ ΩΣ ΠΗΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Παρόλο που το πετρέλαιο έγινε το πιο δημοφιλές καύσιμο στα 1960 η χρήση του άνθρακα συνέχισε να αυξάνεται. Το 1971 οι ΗΠΑ χρησιμοποίησαν 500 εκατομμύρια τόνους κάρβουνο. Κατόπιν, η διεθνής έλλειψη πετρελαίου προβλημάτισε τους καταναλωτές για τη διάρκεια των αποθεμάτων πετρελαίου στο μέλλον. Από τότε, η χρήση του κάρβουνου αυξάνεται κατά μέσο όρο 20,5 εκατομμύρια τόνους το χρόνο (σχ. 8-36).

Ο μεγαλύτερος καταναλωτής κάρβουνου είναι η βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρισμού που καταναλώνει το 85% του χρησιμοποιημένου κάρβουνου. Ο ηλεκτρισμός που παράγεται από κάρβουνο στις ΗΠΑ είναι περισσότερος από το 50% του συνόλου του παραγόμενου ηλεκτρισμού (σχ. 8-37).

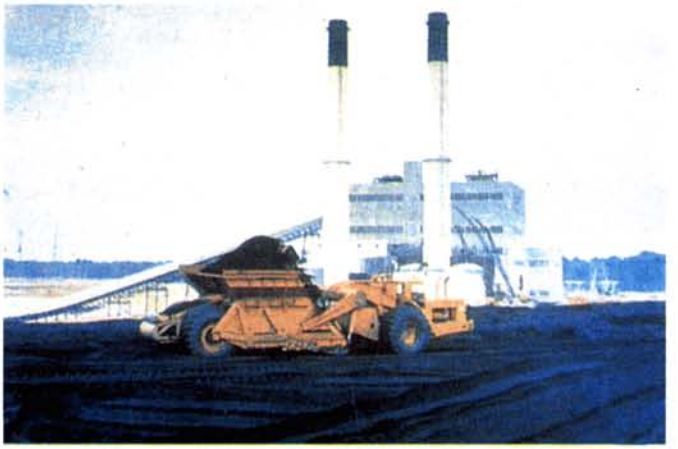
Ο δεύτερος μεγαλύτερος καταναλωτής είναι η βιομηχανική παραγωγή. Το κάρβουνο είναι πρώτη ύλη για χημικές βιομηχανίες, χαρτοβιομηχανίες, πρωτογενείς μεταλλοβιομηχανίες και τις βιομηχανίες τροφίμων (σχ. 8-38).

Το ασφαλτικό κάρβουνο αποτελεί το 94% του κάρβουνου που εξορύχθηκε στις ΗΠΑ το 1990. Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές κάρβουνου. Το 1990 κατανάλωσαν περίπου 700 εκατομμύρια τόνους, δηλαδή το 86% της συνολικής ποσότητας που παρήχθη. Πριν εισαχθεί στους καυστήρες, το κάρβουνο θρυμματίζεται, για να καίγεται καλύτερα.

Περισσότερο κάρβουνο εξορύσσεται ανατολικά του ποταμού Mississippi από ό,τι στα δυτικά. Όμως λόγω της μεγαλύτερης ζητήσεως κάρβουνου με λιγότερο

ΕΤΟΣ	ΤΟΝΟΙ	ΕΤΟΣ	ΤΟΝΟΙ
1949	483,2	1970	523,2
1950	494,1	1971	501,6
1951	505,9	1972	524,3
1952	454,1	1973	562,6
1953	454,8	1974	558,4
1954	389,9	1975	562,6
1955	447,0	1976	603,8
1956	456,9	1977	625,3
1957	434,5	1978	625,2
1958	385,7	1979	680,5
1959	385,1	1980	702,7
1960	398,1	1981	732,6
1961	390,4	1982	706,9
1962	402,3	1983	736,7
1963	423,5	1984	791,3
1964	445,7	1985	818,0
1965	472,0	1986	804,3
1966	497,7	1987	836,9
1967	491,4	1988	883,7
1968	509,8	1989	890,6
1969	516,4	1990	892,5

Σχ. 8-36. *Κατανάλωση κάρβουνου στις ΗΠΑ από το 1950 μέχρι το 1990. Η χρήση του έχει περίπου διπλασιασθεί σε 40 χρόνια (Energy Information Administration).*



Σχ. 8-37. *Η ηλεκτροπαραγωγή χρησιμοποιεί περίπου το 85% του κάρβουνου που καίγεται στις ΗΠΑ (American Coal Foundation).*

θείο, η συμβολή των δυτικών ΗΠΑ στην παραγωγή αυξάνεται κάθε χρόνο.

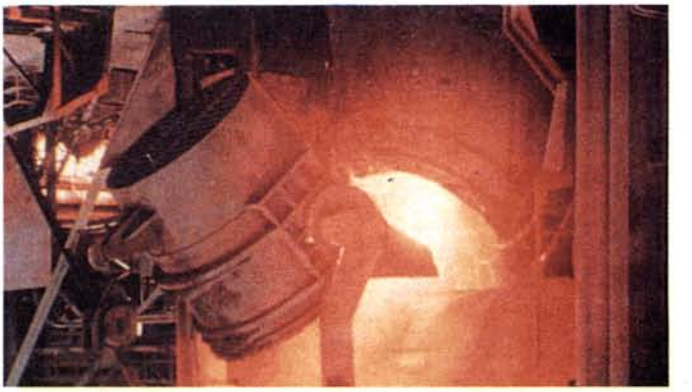
ΠΟΣΟ ΚΑΡΒΟΥΝΟ ΥΠΑΡΧΕΙ;

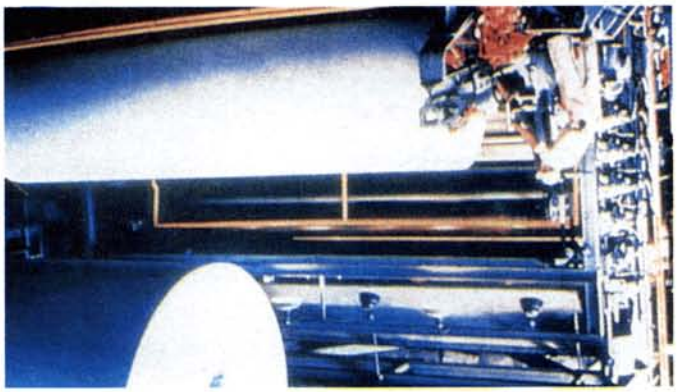
Οι ΗΠΑ είναι η δεύτερη χώρα μετά τη Ρωσία σε αποθέματα κάρβουνου. Αυτά μπορούν να εκτιμηθούν χονδρικώς από τους γεωλόγους με τη χρήση σεισμογραφικών μεθόδων και γεωτρήσεων.

Τα αποθέματα αυτών των κοιτασμάτων για τις ΗΠΑ είναι περίπου 1,5 τρισεκατομμύρια τόνοι. Δεν είναι γνωστό πόσο μπορούν να κρατήσουν.

Εκτιμάται, σύμφωνα με τους ρυθμούς καταναλώσεως του 1975, ότι οι ΗΠΑ θα έχουν αρκετό κάρβουνο επί 600 χρόνια.

Όμως, καθώς μειώνονται άλλες πηγές ενέργειας και επεκτείνεται η χρήση του κάρβουνου με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, η κατανάλωση θα αυξηθεί. Υποθέτοντας ότι η χρήση θα αυξάνεται με ρυθμό 2% το χρόνο, τα αποθέματα μπορεί να διαρκέσουν για 150 χρόνια.





Σχ. 8-38. *Επάνω: Το κάρβουνο χρησιμοποιείται στη βιομηχανία χαρτιού. Κάτω: Το κάρβουνο χρησιμοποιείται για την παραγωγή του κωκ, υλικού απαραίτητου για την παραγωγή χάλυβα (American Coal Foundation).*

ΚΑΡΒΟΥΝΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η εξόρυξη κάρβουνου είναι μια σημαντική δραστηριότητα και βοηθά πολύ στην κάλυψη των αναγκών μας σε μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Όμως, η εξαγωγή του και η χρήση του ως καυσίμου έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον με διάφορους τρόπους. Θα εξετάσομε αυτούς στη συνέχεια και θα αποφασίσομε πώς είναι καλύτερα να πραγματοποιήσομε την εξόρυξη και να χρησιμοποιήσομε το κάρβουνο:

- Αν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα η εξόρυξη σε ανοικτά ορυχεία αφήνει βαθιές τρύπες στο έδαφος, εκτός του ότι προκύπτουν τεράστιοι σωροί υλικών, που δεν είναι σίγουρα ευχάριστο θέαμα. Μπορούν αυτά τα υλικά να μολύνουν τα ρέοντα νερά και να σκορπισθούν από τον άνεμο. Πολύ λίγη βλάστηση μπορεί να ευδοκιμήσει στην περιοχή αυτή. Περίπου 8 εκατομμύρια στρέμματα γης σε 26 πολιτείες των ΗΠΑ έχουν επηρεασθεί από επιφανειακές εργασίες εξορύξεως κάρβουνου.
- Εξόρυξη με στοές μπορεί να προκαλέσει καθιζήσεις. Αυτό έχει συμβεί κατά το παρελθόν σε περιοχές όπου υπήρχαν ανθρακωρυχεία στην Pennsylvania και στο νότιο Illinois (πολιτείες των ΗΠΑ).

- Το κάρβουνο, που χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής μολύνει τον αέρα. Πρέπει να φιλτράρονται τα καυσαέρια (υπάρχουν σύγχρονες τεχνολογίες γι' αυτόν το σκοπό) για τη μείωση της μολύνσεως. Το κάρβουνο παράγει επίσης περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα από τα άλλα καύσιμα απολιθωμάτων, καθώς και μικρές ποσότητες ραδιενέργειας.
- Η εξόρυξη σε ανοικτά ορυχεία (επιφανειακή) προκαλεί ηχορύπανση. Από την άλλη, η υπόγεια εξόρυξη δεν απαιτεί την κατάληψη μεγάλης επιφάνειας εδάφους και προκαλεί πολύ λίγο θόρυβο.
- Η εξόρυξη από την επιφάνεια αχρηστεύει καλλιεργήσιμες εκτάσεις σε μερικές περιοχές, όπως στο νότιο Illinois, αλλά όχι στα δυτικά των ΗΠΑ, όπου οι περιοχές είναι ορεινές.
- Χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού για την εξόρυξη και το πλύσιμο του κάρβουνου.

ΕΠΑΝΑΚΤΗΣΗ ΤΗΣ ΓΗΣ

Είναι θετικό το γεγονός ότι η έκταση της γης που διαταράχθηκε από την επιφανειακή εξόρυξη μπορεί να επανακτηθεί. Μπορεί να καταστεί εκ νέου παραγωγική και έτσι να συνεχίσει να είναι χρήσιμη για τους ανθρώπους. Οι περιοχές εξορύξεως κάρβουνου μπορούν να αναπτυχθούν ξανά για διάφορους σκοπούς:

- Για γεωργική ή ανθοκομική παραγωγή.
- Ως περιοχές αναψυχής και άγριας φύσεως.
- Ως βιομηχανικές και οικιστικές περιοχές.
- Για τη φύτευση δένδρων, τα οποία με τον καιρό θα δώσουν ξυλεία και χαρτί.

Η υπηρεσία δασών του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ ασχολείται με την επανάκτηση τέτοιων περιοχών. Έχουν γίνει πολλές μελέτες για την ανάπτυξη των καταλλήλων μεθόδων επανακτήσεως. Οι εταιρείες εξορύξεως ασχολούνται επίσης με τις επιδράσεις της εξορύξεως στο περιβάλλον. Έχουν καλά αποτελέσματα με τις σύγχρονες μεθόδους επανακτήσεως (σχ. 8-39 και 8-40).

ΝΕΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΥΣΕΩΣ

Διάφορες μέθοδοι καύσεως και επεξεργασίας του κάρβουνου μειώνουν τα επίπεδα μολύνσεως, εξαιτίας της οποίας πάντα θεωρούνταν καύσιμο που επιβαρύνει πολύ το περιβάλλον. Η ***καύση ρευστοποιημένου στρώματος*** (σχ. 8-41) είναι μια διαδικασία, που έχει αποδειχθεί επιτυχής για τη μείωση των εκπομπών του θείου και του οξειδίου του αζώτου (NO_x), καθώς και της αιωρούμενης στάχτης, από την καύση του κάρβουνου. Το κάρβουνο, αφού προηγουμένως έχει μετατραπεί σε μικρούς σβώλους, εισάγεται μέσα σε θερμαινόμενο στρώμα από άμμο ή στάχτη (τέφρα), ενώ διοχετεύεται αέρας διά της άμμου.

Συγχρόνως, κονιορτοποιημένος ασβεστόλιθος εισάγεται μέσα στο θάλαμο καύσεως, για να απορροφήσει το διοξείδιο του θείου (SO_2). Εναλλάκτες θερμότητας κάτω από το δοχείο θερμάνσεως παίρνουν θερμότητα, για να διατηρηθεί η θερμοκρασία καύσεως περίπου στους 840° C. Σε αυτήν τη θερμοκρασία ο ασβέστης δεσμεύει το θείο και τα αέρια του οξειδίου του αζώτου περιορίζονται με αποτέλεσμα η μόλυνση να είναι κάτω των ορίων επιφυλακής.

Είναι επίσης δυνατόν να μετατραπεί το κάρβουνο σε αέρια και υγρά καύσιμα.



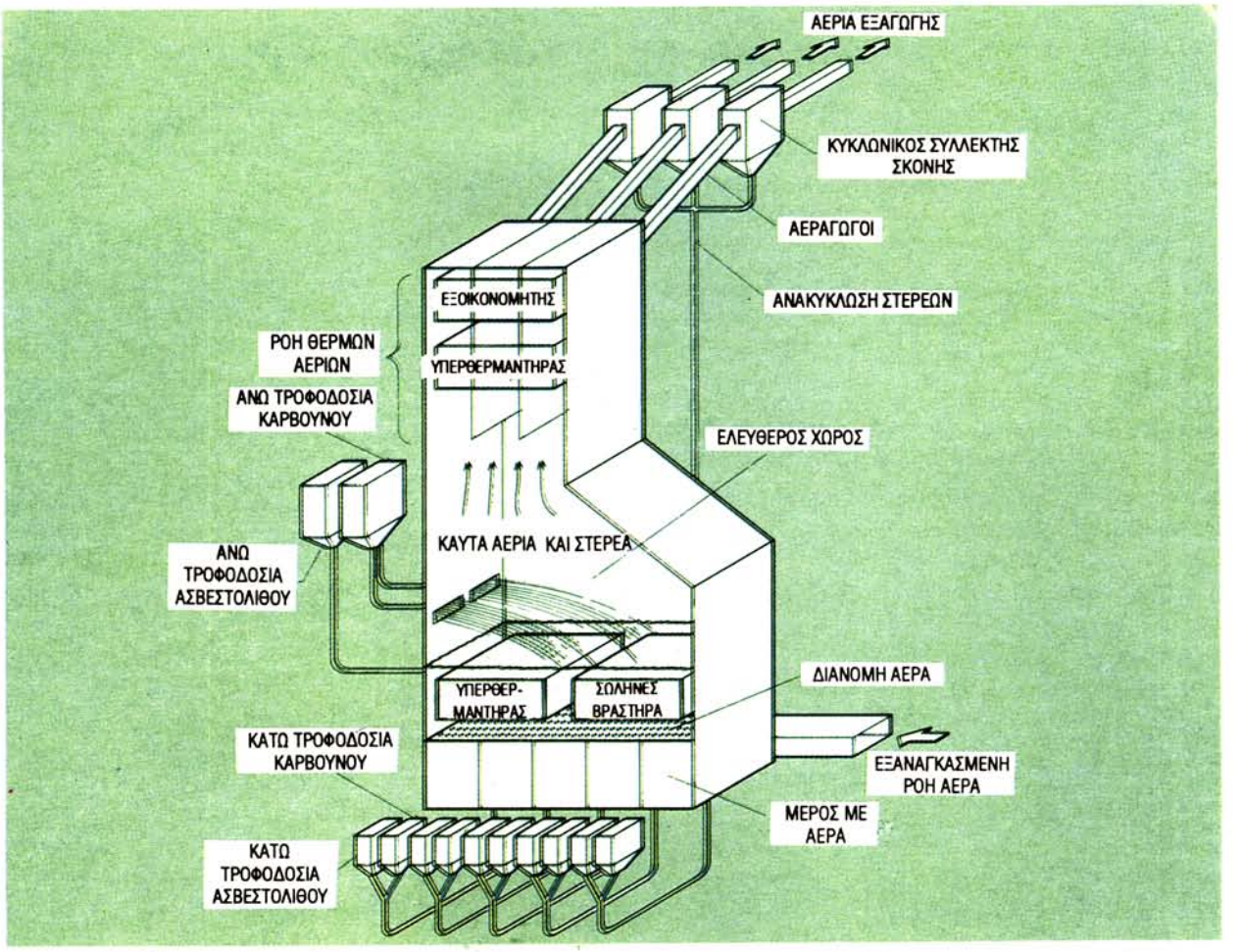
Σχ. 8-39. *Αφού στο επιφανειακό ορυχείο το κάρβουνο εξαντληθεί, η γη επιστρέφει στην αρχική της κατάσταση. Αφού τοποθετηθεί καλό χώμα στις τρύπες φυτεύεται ο χώρος.*



Σχ. 8-40. *Σε αυτό το ορυχείο κάρβουνου στα μεσοδυτικά των ΗΠΑ φυτεύονται δένδρα σε επανακτηθείσα περιοχή. Μπορεί να αξιοποιηθεί η γη και κατ' άλλους τρόπους: να αναπτυχθούν καλλιέργειες, να γίνει βοσκότοπος, να διαμορφωθούν λίμνες με ψάρια, να δημιουργηθεί άγρια φύση με ζώα και να διαμορφωθούν υπαίθριοι χώροι αναψυχής (American Coal Foundation).*

ΝΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΑΠΟ ΚΑΡΒΟΥΝΟ

Η παραγωγή αερίων και υγρών καυσίμων από κάρβουνο δεν είναι κάτι καινούργιο. Πολύ νωρίς κατά τη βιομηχανική επανάσταση, η κηροζίνη παραγόταν από κάρβουνο και μέχρι σήμερα λέγεται πετρέλαιο από κάρβουνο σε επαρχιακά μέρη των ΗΠΑ. Ένα άλλο προϊόν του κάρβουνου ήταν το ***αέριο πόλεως,*** που χρησιμοποιούνταν στις πόλεις για μαγείρεμα και φωτισμό το 19ο αιώνα και στις αρχές του 20ου αιώνα.



Σχ. 8-41. *Καυστήρας - αεριοποιητής. Αυτή η μέθοδος καύσεως κάρβουνου, με την οποία αποφεύγεται η μεγάλη μόλυνση του περιβάλλοντος, που προκαλούν οι συνήθεις καυστήρες, είναι υπό πειραματισμό σε πιλοτική εγκατάσταση (EPRI Journal).*

Η ανακάλυψη μεγάλων ποσοτήτων αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου οδήγησε στην εγκατάλειψη αυτών των βιομηχανιών μετατροπής κάρβουνου. Κατά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, η Γερμανία βελτίωσε την τεχνολογία μετατροπής και έδειξε ότι μπορούν να παραχθούν με αυτόν τον τρόπο μεγάλες ποσότητες πετρελαίου και αερίου.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο διαδικασίες για τη μετατροπή κάρβουνου σε άλλες μορφές καυσίμων:

- Αεριοποίηση. Σύμφωνα με αυτήν τη διαδικασία, προστίθεται υδρογόνο για να μετατραπεί το κάρβουνο σε αέριο καύσιμο.
- Υγροποίηση. Η υγροποίηση επιτυγχάνεται με την ελάττωση του άνθρακα που απαντά στο κάρβουνο, ώστε να φθάσει στα επίπεδα άνθρακα του πετρελαίου. Οι διαδικασίες αυτές εξηγούνται στο κεφάλαιο 16.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μια σημαντική πηγή ενέργειας, το κάρβουνο, είναι καύσιμο απολιθωμάτων που απαντά σε πολλές μορφές: τύρφη, λιγνίτης, υποασφαλτικό κάρβουνο, ασφαλτικό κάρβουνο, ενθρακίτης. Έχοντας 82% άνθρακα και 12% υδρογόνο καίγεται καλά και είναι μεταξύ των υλικών που είναι γνωστά με το γενικό όνομα υδρογονάνθρακες.

Η Βόρεια Αμερική έχει τεράστια αποθέματα κάρβουνου εκτιμώμενα σε 250 εκατομμύρια τόνους. Αυτό αντιπροσωπεύει 12 φορές την ενέργεια του πετρελαίου όλης της Σαουδικής Αραβίας. Τα κοιτάσματα άνθρακα στις ΗΠΑ είναι περισσότερα στο δυτικό ήμισυ της χώρας.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι εξορύξεως κάρβουνου: επιφανειακή και υπόγεια με στοές. Η έρευνα για κάρβουνο περιλαμβάνει γεωτρήσεις ελέγχου για τη λήψη δειγμάτων των πετρωμάτων από μεγάλο βάθος, σεισμικό έλεγχο για τον εντοπισμό υπογείων σχηματισμών πετρωμάτων και εξέταση του βάθους των υπερκειμένων πετρωμάτων και της σκληρότητάς τους.

Κατά την επιφανειακή εξόρυξη, μετακινούνται τα υπερκείμενα υλικά, δηλαδή το χώμα και τα βράχια. Στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθούν διάφορα μηχανήματα για τη λήψη του κάρβουνου. Τα επιφανειακά υλικά επαναφέρονται στη θέση τους στα εξαντλημένα επιφανειακά λατομεία κάρβουνου και με την προσθήκη κατάλληλου χώματος η γη αποδίδεται για άλλες χρήσεις. Κα-

τά την υπόγεια εξόρυξη ανοίγονται στοές και πηγάδια στο έδαφος, για να φθάσει κάποιος στη φλέβα του κάρβουνου. Υπάρχουν δύο μέθοδοι υπόγειας εξορύξεως η συμβατική και η συνεχής. Κατά τη συμβατική μέθοδο, το κάρβουνο κόβεται, ανοίγονται τρύπες στο κάρβουνο και διασπάται με εκρήξεις, φορτώνεται σε βαγονέτα και μεταφέρεται στην επιφάνεια. Κατά τη συνεχή εξόρυξη, κινητά μηχανήματα εξορύσσουν και φορτώνουν το κάρβουνο συνεχώς, σε μια διαδικασία χωρίς διακοπή (συνεχής διαδικασία).

Αφού εξαχθεί το κάρβουνο, πρέπει να μεταφερθεί στον προορισμό του. Τρένα, πλοία και φορτηγά αυτοκίνητα είναι τα κοινά μέσα (τρόποι) μεταφοράς. Ένας άλλος, λιγότερο συνήθης, είναι η χρήση αγωγών. Σε αυτήν την περίπτωση το κάρβουνο πρέπει να σπάσει και να προστεθεί νερό, ώστε να παραχθεί ένα είδος λάσπης, που μπορεί να αντληθεί μέσα από αγωγό (σωλήνα).

Η εξόρυξη και η χρήση του άνθρακα προκαλεί μόλυνση στο περιβάλλον. Κατά μεγάλο ποσοστό η μόλυνση αυτή μπορεί να μειωθεί με την κατάλληλη επαναφορά και αποκατάσταση των επικαθημένων στρωμάτων γης και με τη χρήση τριβέων ή καταλλήλων συστημάτων καύσεως του κάρβουνου όπως αυτός που περιγράψαμε με αεριοποίηση.

Ενώ κατά το πλείστον το κάρβουνο χρησιμοποιείται σε εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής μερικές φορές χρησιμοποιείται και αλλού, όπως στη βιομηχανία παραγωγής χημικών, χαρτιού και χάλυβα ως πρώτη ύλη.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

ανθρακίτης (ανθρακικό κάρβουνο)
ασφαλτικό κάρβουνο
εξόρυξη με δωμάτια και στύλους
χώρος διασπάσεως
συνεχής εξόρυξη
εγκάρσια στοά
είσοδοι (εισαγωγές)
καύση ρευστοποιημένου στρώματος
γιγαντιαίος εκσκαφέας
υδρογονάνθρακες
λιγνίτης
φορτωτής
εξόρυξη μακρού τοίχου
επιφανειακή εξόρυξη
επικαθήμενο χώμα
τύρφη
ακατέργαστο κάρβουνο
σεισμική ανάλυση
σεισμογράφος
χωματερές
απογύμνωση
υποασφαλτικό κάρβουνο
tipple
τοπογραφία
αέριο πόλεως
υπόγειο ορυχείο
μηχάνημα με κινούμενο κάδο

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Ψάξτε να βρείτε τι κάνει η βιομηχανία εξορύξεως κάρβουνου, για να επανακτήσει τις περιοχές, όπου πραγματοποιήθηκε και ολοκληρώθηκε η εξόρυξη. Χρησιμοποιείστε υπολογιστή για να συντάξετε μία αναφορά, στην οποία θα αναφέρετε τα αποτελέσματα αυτής της έρευνάς σας.
2. Κατασκευάστε ένα πρότυπο ενός ορυχείου εξορύξεως κάρβουνου (όποιον τύπο εσείς θέλετε).
3. Ερευνήστε το σχετικό αντικείμενο και καταγράψτε σε έναν κατάλογο προϊόντα που χρησιμοποιούν κάρβουνο ως πρώτη ύλη.
4. Συλλέξτε πληροφορίες για το μέλλον του κάρβουνου ως πηγή ενέργειας.
5. Με τη βοήθεια του διδάσκοντα σχεδιάστε ένα πείραμα με κάρβουνο, πραγματοποιήστε το και αναφέρετε τα αποτελέσματα στην τάξη σας.

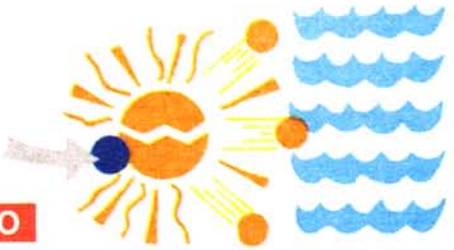
ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Αναφέρετε τις μορφές του κάρβουνου.
2. Το κάρβουνο είναι το _____ % των αποθεμάτων καυσίμων απολιθωμάτων στις ΗΠΑ.
3. Κάρβουνο που απαντά κοντά στην επιφάνεια εξορύσσεται με την ακόλουθη μέθοδο (σημειώστε τις σωστές απαντήσεις):
   α. Ανοικτού λάκκου
   β. Επιφανειακή.
   γ. Με στοές.
   δ. Με ολίσθηση.
4. Κατά τη μέθοδο _____ υπόγειας εξορύξεως κάρβουνου, μηχανήματα κόβουν το κάρβουνο από την επιφάνεια της φλέβας και το μεταφέρουν μακριά με μια συνεχή διαδικασία.
5. Γιατί το ακατέργαστο κάρβουνο πρέπει να καθαρισθεί;
6. Αναφέρετε τις μεθόδους μεταφοράς του κάρβουνου.
7. Τα αποθέματα κάρβουνου στις ΗΠΑ είναι:
   α. Ένα εκατομμύριο τόνοι.
   β. 500 εκατομμύρια τόνοι.
   γ. 1,5 δισεκατομμύρια τόνοι.
   δ. 1,5 τρισεκατομμύρια τόνοι.
8. Το κάρβουνο είναι το πιο άφθονο καύσιμο απολιθωμάτων και αναμένεται να διαρκέσει περίπου από___ έως ____ χρόνια.
9. Το κάρβουνο μολύνει το περιβάλλον, όπως και άλλα καύσιμα απολιθωμάτων, αλλά υπάρχει η τεχνολογία για τον περιορισμό της μολύνσεως. Σωστό ή λάθος;
10. Τι είναι η μέθοδος καύσεως με αεριοποίηση (του κάρβουνου) και πώς μειώνει τη μόλυνση κατά την καύση του κάρβουνου;



9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΚΑΥΣΙΜΑ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Οι πληροφορίες αυτού του κεφαλαίου θα σας δώσουν τη δυνατότητα, ώστε να:

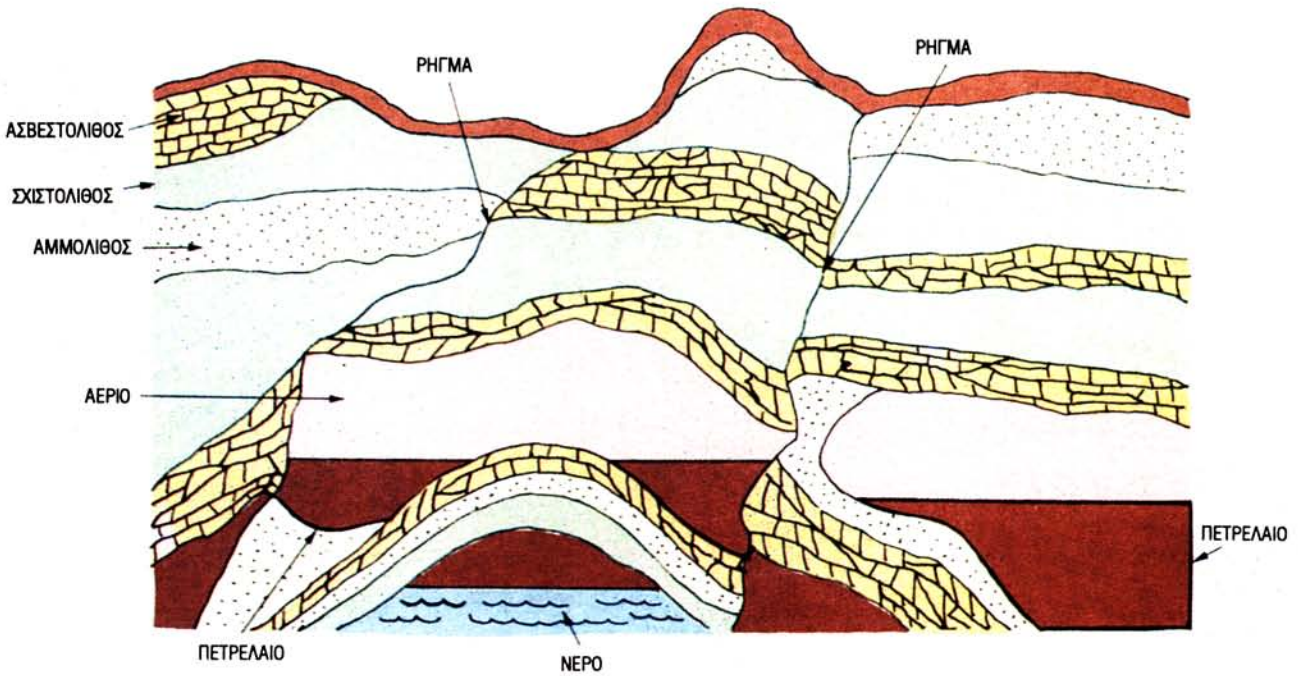
- *Ορίσετε τι είναι το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο και να εξηγήσετε συνοπτικώς τη χημική τους σύσταση.*
- *Συζητήσετε την ιστορική πορεία της βιομηχανίας πετρελαίου και αερίου.*
- *Περιγράψετε μεθόδους εξαγωγής και διυλίσεως.*
- *Απαριθμήσετε τα προϊόντα που προέρχονται από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.*

Όπως ο άνθρακας, έτσι και το πετρέλαιο ή ***ακατέργαστο πετρέλαιο*** είναι καύσιμο απολιθωμάτων. Αποτελείται από υγρούς υδρογονάνθρακες. Όταν αντλείται από την πετρελαιοπηγή, το ακατέργαστο πετρέλαιο είναι μίγμα ημιστερεών, υγρών και αερίων. Το συστατικό του πετρελαίου σε αέρια μορφή λέγεται ***φυσικό αέριο.***

Φυσικό αέριο βρίσκεται πάντοτε οπουδήποτε βρεθούν αποθέματα πετρελαίου (σχ. 9-1). Συχνά, όμως, εντοπίζεται σε υπόγειους θύλακες, όπου δεν υπάρχει πετρέλαιο. Το φυσικό αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο. Όλα είναι καύσιμα αέρια. Με τα εύκαυστα αέρια είναι αναμεμιγμένες μικρές ποσότητες άλλων αερίων, όπως διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και άζωτο.

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Το πετρέλαιο αρχικά χρησιμοποιούνταν για φάρμακο. Ημιστερεές μορφές του, όπως η ***άσφαλτος,*** χρησιμοποιούνταν για υδατοστεγανοποίηση ακόμη και από το 3000 π.Χ. (η άσφαλτος είναι ένα καστανόχρωμο ή μαυριδερό σαν το κάρβουνο, φυσικό συστατικό πετρελαίου).



Σχ. 9-1. *Τομή σχηματισμών πετρωμάτων, όπου υπάρχει αργό πετρέλαιο. Τα ρήγματα δημιουργούνται από τη μετατόπιση των γεωλογικών πλακών στο φλοιό της γης.*

Οι Αιγύπτιοι και οι Κινέζοι έπιναν πετρέλαιο για φάρμακο και το έβαζαν στις πληγές. Δεν χρησιμοποιήθηκε ως καύσιμο πριν από το τέλος περίπου της εκατονταετίας του 1700. Τότε, η ανάγκη για φθηνότερο καύσιμο για τη θέρμανση σπιτιών και εργοστασίων και την κίνηση μηχανημάτων προκάλεσε τη γρήγορη ανάπτυξη της βιομηχανίας πετρελαίου.

Η ΠΡΩΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η σύγχρονη βιομηχανία πετρελαίου, ξεκίνησε πραγματικά με την Pennsylvania Rock Oil Company. Το 1859 η εταιρεία αυτή προχώρησε στην πρώτη γεώτρηση μετά τον εντοπισμό πετρελαιοπηγής στο Titusville, στην πολιτεία Pennsylvania των ΗΠΑ (σχ. 9-2). Αυτό έγινε με την τροποποίηση εργαλείων, που άνοιγαν πηγάδια για την εξόρυξη ορυκτού αλατιού. Δύο χρόνια μετά εντοπίσθηκε πετρελαιοπηγή και έγινε η πρώτη γεώτρηση στο Oil City, κοντά στο προηγούμενο μέρος. Από τότε, η βιομηχανία πετρελαίου αναπτύχθηκε ραγδαία. Περί το 1900, η παραγωγή των πετρελαιοπηγών στις ΗΠΑ ανερχόταν στα 64 εκατομμύρια βαρέλια το χρόνο. Η ζήτηση οδήγησε σε βαθύτερες γεωτρήσεις και επιστημονικότερες μεθόδους. Η πρώτη απόπειρα εξορύξεως σε θαλάσσια περιοχή έγινε στις ακτές της California των ΗΠΑ το 1896. Το 1938 έγινε γεώτρηση από μια εξέδρα που κατασκευάσθηκε στη θαλάσσια περιοχή της Louisiana (ΗΠΑ).

Η ανάγκη για βενζίνη για την κίνηση των αυτοκινήτων, οδήγησε στην ανάπτυξη της βιομηχανίας διυλίσεως. Η πρώτη επιτυχής διαδικασία διαχωρισμού εισήχθη στις ΗΠΑ από δύο χημικούς, τον William M. Burton και τον Robert E. Humphreys.

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΟΥ

Οι ***γεωλόγοι*** είναι οι ειδικοί στις μελέτες πετρωμάτων. Κατά την έρευνα για τον εντοπισμό (ακατέργαστου) πετρελαίου, εξετάζουν επιφανειακούς σχηματισμούς πετρωμάτων, που μπορεί να τους δώσουν μια ιδέα για τη γήινη δομή πιο βαθιά. Για παράδειγμα, μεγάλες ποσότητες σχιστόλιθου, αμμόλιθου, δολομίτη ή ασβεστόλιθου μπορεί να είναι ένδειξη υπάρξεως πετρελαίου ή αερίου σε μεγάλο βάθος. Μερικές φορές λαμβάνονται αεροφωτογραφίες, διότι μπορούν και δείχνουν σχηματισμούς πετρωμάτων, που δεν μπορούν να παρατηρηθούν από την επιφάνεια του εδάφους.

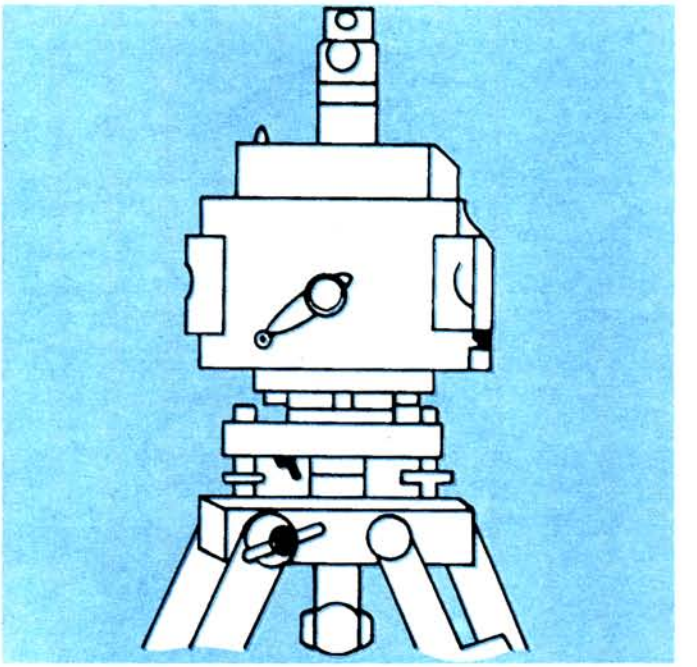
Μελετώνται περαιτέρω περιοχές όπου οι σχηματισμοί των πετρωμάτων φαίνονται να υπόσχονται την ύπαρξη πετρελαίου. Οι γεωλόγοι προσπαθούν να εντοπίσουν τρεις φυσικούς σχηματισμούς, η παρουσία των οποίων πείθει για την ύπαρξη εμπορικά εκμεταλλευσίμων κοιτασμάτων πετρελαίου:

- ***Στρώματα πηγών.*** Εδώ είναι όπου σχηματίσθηκε πρώτα το πετρέλαιο.
- ***Στρώματα δεξαμενών.*** Πρόκειται για σχηματισμούς από πορώδη πετρώματα, όπου το πετρέλαιο διασπείρεται λόγω των πόρων.
- ***Παγίδες.*** Πρόκειται για μη πορώδη υλικά, που βρίσκονται κοντά στα στρώματα δεξαμενών και εμποδίζουν το πετρέλαιο να εξαπλωθεί παραπέρα.

Οι παγίδες εντοπίζονται από τη γεωλογία της επιφάνειας και του υπεδάφους. Αυτά τα δεδομένα συγκρίνονται με τα πορίσματα που προέκυψαν από προηγούμε-



Σχ. 9-2. *Η πρώτη γεώτρηση για την άντληση πετρελαίου πραγματοποιήθηκε στην πολιτεία Pennsylvania των ΗΠΑ το 1859 (Shell Oil Co.).*



Σχ. 9-3. *Το βαρυτόμετρο χρησιμοποιείται από τους γεωλόγους, για να προσδιορισθεί η πυκνότητα των πετρωμάτων βαθιά κάτω από την επιφάνεια της γης.*

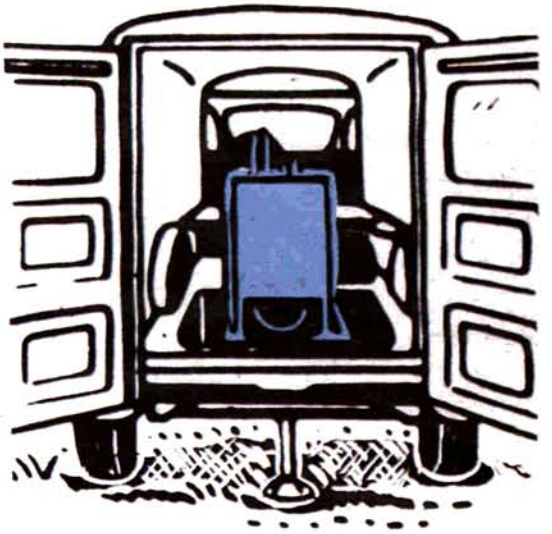
νες γεωτρήσεις σε κοντινές περιοχές και ελέγχους με γεωλογικά όργανα.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

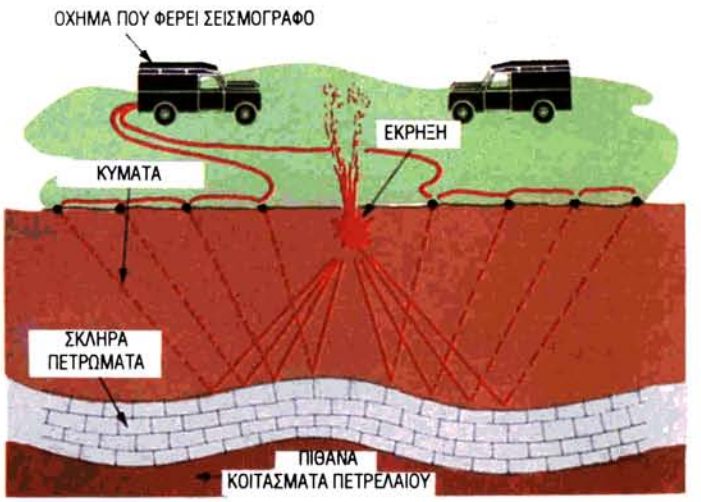
Οι δοκιμές γίνονται με ευαίσθητα όργανα για τον προσδιορισμό της δομής των πετρωμάτων του υπεδάφους. Η δομή των πετρωμάτων δεν αποδεικνύει την ύπαρξη πετρελαίου, αλλά με τη μελέτη αυτών ο γεωλόγος συμπεραίνει αν ανήκουν ή όχι στην κατηγορία των πετρωμάτων, όπου απαντάται πετρέλαιο.

Για αυτές τις δοκιμές χρησιμοποιούνται τρία όργανα:

- ***Βαρυτόμετρο.*** Ένα πυκνό πέτρωμα ασκεί μεγαλύτερη δύναμη βαρύτητας από ό,τι ένα λιγότερο πυκνό πέτρωμα. Το βαρυτόμετρο (σχ. 9-3), μετρά τη βαρύτητα και δείχνει την πυκνότητα των πετρωμάτων βαθιά μέσα στη γη.
- ***Μαγνητόμετρο.*** Αυτή η συσκευή (σχ. 9-4) μετρά το μαγνητικό πεδίο. Χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό πετρωμάτων, τα οποία πιθανόν να έχουν πετρέλαιο. Το ίδιο το πετρέλαιο δεν έχει μαγνητισμό, τα σχετικά πετρώματα όμως έχουν. Το μαγνητόμετρο συνήθως είναι προσδεδεμένο στο πίσω μέρος ενός αεροπλάνου, αλλά μπορεί επίσης να μεταφέρεται επάνω σε φορτηγό αυτοκίνητο.
- ***Σεισμογράφος.*** Μια τροποποιημένη μορφή του οργάνου που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και μέτρηση της εντάσεως σεισμών, ο σεισμογράφος, μετρά παλμούς τεχνητών κυμάτων που μας πληροφορούν για τη σύσταση των πετρωμάτων του υπεδάφους. Τοποθετείται δυναμίτης σε μικρές τρύπες που ανοίγονται στο έδαφος. Όταν εκραγεί ο δυναμίτης, προκαλεί ***παλμό κυμάτων,*** που ανακλώνται στους σχηματισμούς των υπογείων πετρωμάτων. Τα κύματα ανιχνεύονται από το σεισμογράφο (σχ. 9-5). Οι καταγραφές των κυμάτων "μελετώνται" από το γεωλόγο. Από τη μελέτη αυτή συμπεραίνει τι είδους πετρώματα υπάρχουν στο υπέδαφος, πόσο μεγάλοι είναι οι σχηματισμοί και το βάθος τους.



Σχ. 9-4. *Το μαγνητόμετρο εντοπίζει σχηματισμούς πετρωμάτων, που υπάρχει πιθανότητα να περιέχουν αποθέματα πετρελαίου (Shell Oil Co.).*



Σχ. 9-5. *Σεισμολογική μελέτη. Η μέτρηση της ηχούς από έκρηξη δυναμίτη βοηθά το γεωλόγο να εντοπίσει τους μεγάλους σχηματισμούς πετρωμάτων στο υπέδαφος.*

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Ο έλεγχος των σχηματισμών των πετρωμάτων μπορεί να δείξει στο γεωλόγο πού υπάρχει πιθανότητα να βρεθεί πετρέλαιο. Όμως, ο μόνος τρόπος να βεβαιωθεί κάποιος είναι η γεώτρηση. Υπάρχουν δύο τύποι γεωτρήσεων (πηγαδιών):

- Η ***διερευνητική γεώτρηση,*** που γίνεται, για να βρεθεί μια νέα φυσική δεξαμενή, για να επεκταθεί μια υπάρχουσα περιοχή πετρελαίου ή για να βρεθεί μια εντελώς νέα περιοχή πετρελαίου. Με άλλα λόγια, γίνεται για να εντοπισθεί περισσότερο πετρέλαιο. Συχνά, λέγονται ***γεωτρήσεις (πηγάδια) - "αγριόγατες".***
- Η ***αναπτυξιακή γεώτρηση (πηγάδι)*** που επιχειρείται σε περιοχή, όπου ήδη αντλείται πετρέλαιο.

Οι γεωτρήσεις για πετρέλαιο αποτελούν μια τεράστια διαδικασία. Εκτελούνται περισσότερες από 45.000 κάθε χρόνο για έρευνα ή ανάπτυξη.

ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ

Κατά τη γεώτρηση, εξετάζονται ***δοκιμαστικά*** δείγματα. Πρόκειται για κυλινδρικά κομμάτια πετρώματος και άλλων υλικών του υπεδάφους, που λαμβάνονται από το σημείο της γεωτρήσεως. Οι γεωλόγοι τα μελετούν ψάχνοντας για απολιθώματα και κοιτάζουν αν ανήκουν στην κατηγορία των πετρωμάτων, στα οποία μπορεί να απαντάται πετρέλαιο.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΣ

Πριν να αρχίσει η γεώτρηση, οι εργάτες στήνουν έναν ***ανοικτό πύργο*** (σχ. 9-6). Ο πύργος στηρίζει τα εργαλεία της γεωτρήσεως.

Η γεώτρηση γίνεται με έναν από τους δύο τρόπους:

- Με εργαλεία με συρματόσχοινο.
- Με περιστροφικά εργαλεία.

Εργαλεία με συρματόσχοινο.

Αυτή η μέθοδος (κρουστική) ήταν η πρώτη που εφαρμόσθηκε από την εμφάνιση της βιομηχανίας πετρελαίου και χρησιμοποιείται για το άνοιγμα αβαθών γεωτρήσεων (πηγαδιών).

Στη σειρά των εργαλείων, που εισάγονται στο πηγάδι, περιλαμβάνεται ένα τρυπάνι, ένα στέλεχος, συνδετικοί μηχανισμοί, βάρη και συρματόσχοινο για τη μεταφορά των εργαλείων στο πηγάδι, μέχρι τον πυθμένα, όπου εκτελείται η γεώτρηση. Τα εργαλεία αυτά μπορεί να είναι περίπου βάρους 2 τόνων.

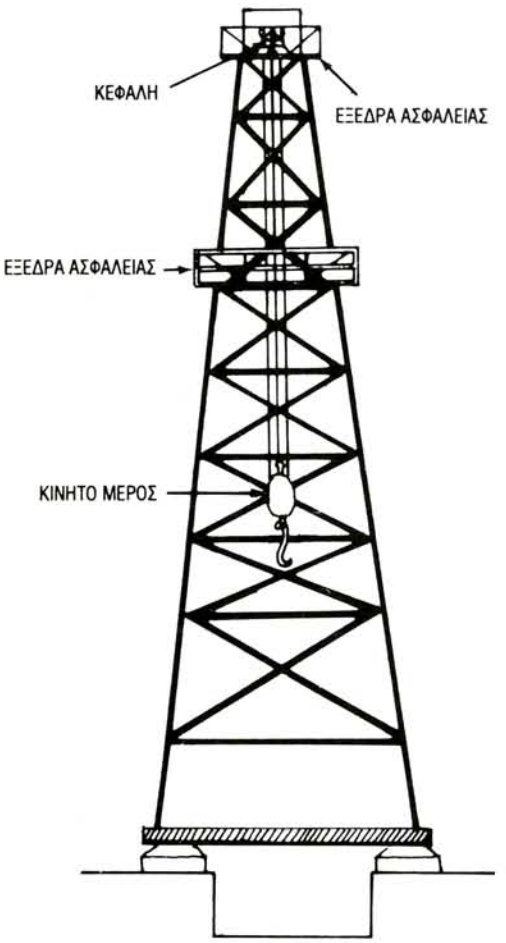
Η γεώτρηση επιχειρείται στο έδαφος με τα διαδοχικά ανεβοκατεβάσματα ενός εργαλείου κοπής, όπως η σμίλη. Το εργαλείο κρέμεται από συρματόσχοινο.

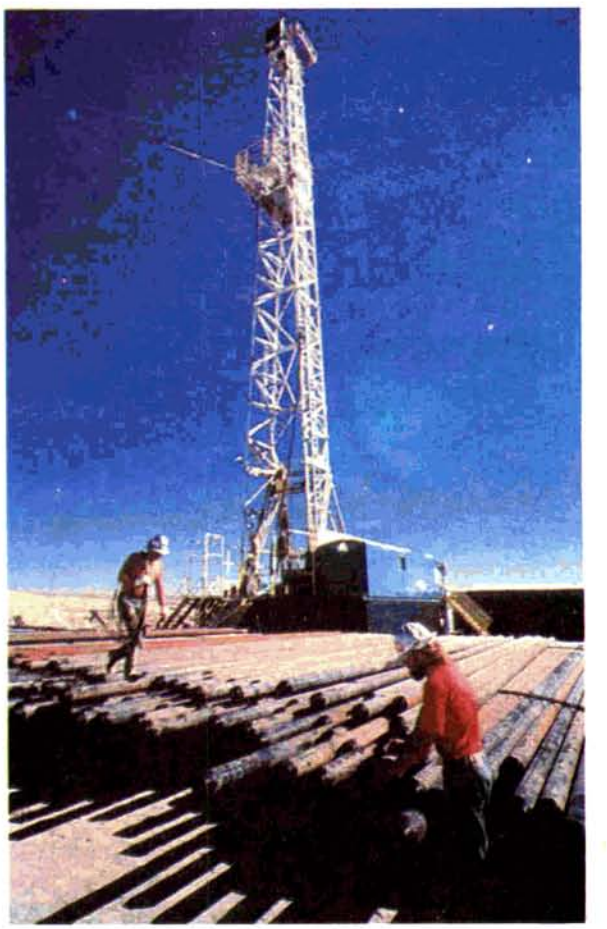
Κατά τη διαδικασία της γεωτρήσεως διοχετεύονται στην τρύπα μικρές ποσότητες νερού. Το νερό αναμιγνύεται με τη σκόνη των πετρωμάτων και τα μικρά κομματάκια που δημιουργούνται από τα χτυπήματα του κοπτικού εργαλείου. Η λάσπη που προκύπτει μπορεί να απομακρυνθεί πιο εύκολα.

Όταν η λάσπη γίνει τόσο πολλή και τόσο πηκτή, που να εμποδίζει τη γεώτρηση, το εργαλείο τραβιέται έξω και απομακρύνεται η λάσπη. Διοχετεύεται επιπλέον καθαρό νερό στην τρύπα και η διαδικασία της γεωτρήσεως συνεχίζεται. Το σχήμα 9-7 είναι ένα διάγραμμα συστήματος για γεώτρηση (γεωτρύπανο) με εργαλεία που λειτουργούν με συρματόσχοινο.

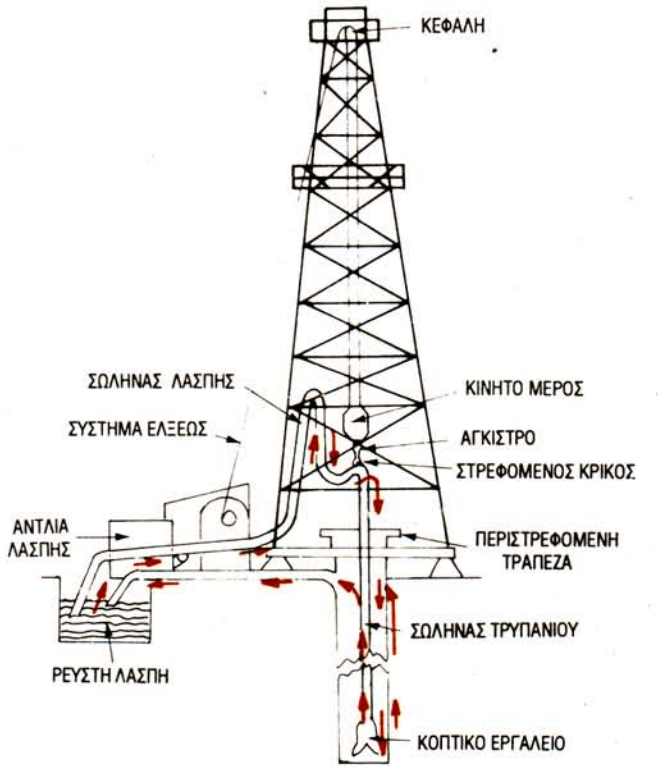
Γεώτρηση με περιστροφικά γεωτρύπανα.

Σε αυτήν την περίπτωση το εργαλείο κοπής είναι ένα βαρύ τρυπάνι από ατσάλι. Συνδέεται με έναν ατσάλινο σωλήνα, που λέγεται ***σωλήνας τρυπανιού.*** Μια τράπεζα στερεωμένη σε μία εξέδρα στη βάση του γερανού (πύργου) περιστρέφει το τρυπάνι. Η τράπεζα κινείται με μηχανή diesel (πετρελαιομηχανή). Καθώς η γεώτρηση προχωρεί σε βάθος, προστίθενται επιπλέον κομμάτια στο σωλήνα.





Σχ. 9-6. *Ένας γερανός (πύργος) ανεβοκατεβάζει τα εργαλεία για τη γεώτρηση. Αριστερά: Σχέδιο του γερανού. Παρατηρήστε το σύστημα, πάνω στο οποίο κρέμονται τα κοπτικά εργαλεία. Δεξιά: Γερανός σε περιοχή όπου γίνεται γεώτρηση (Union Pacific).*



Σχ. 9-7. *Διαδικασία γεωτρήσεως. Κάτω στο πηγάδι διοχετεύεται ρευστή λάσπη για την ψύξη του κοπτικού και για τη μεταφορά στην επιφάνεια σπασμένων πετρωμάτων.*

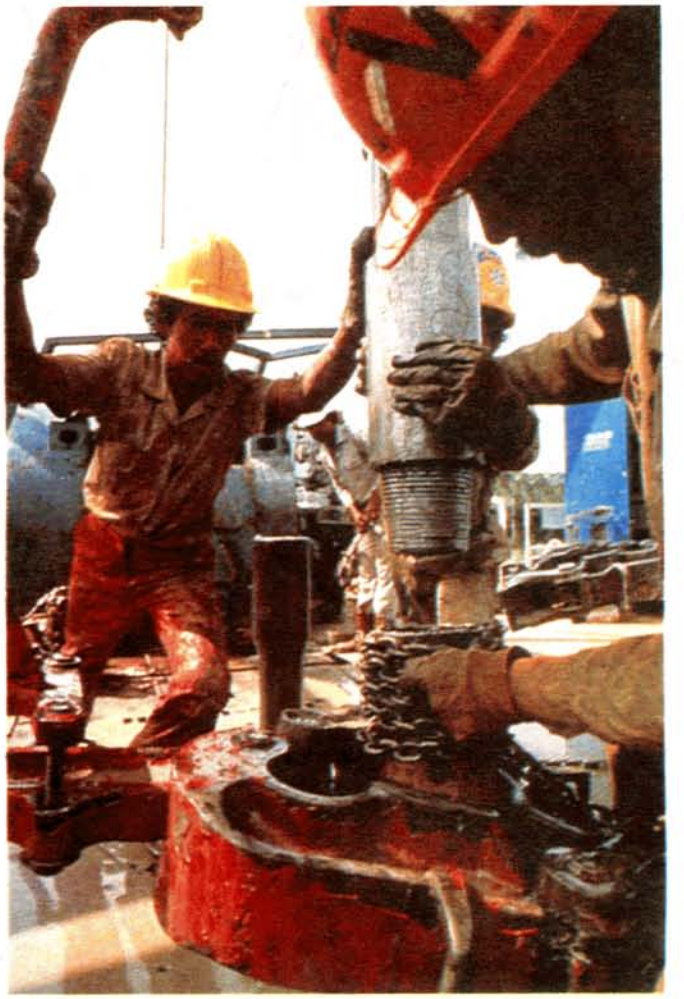
Συνέχεια διοχευτεύεται στο πηγάδι μίγμα νερού, πηλού και χημικών κατά τη διάρκεια της γεωτρήσεως. Κρυώνει το τρυπάνι και μεταφέρει στην επιφάνεια τα κομμάτια των πετρωμάτων, που δημιουργούνται με την κοπή. Το μίγμα είναι ουσιαστικά ***λάσπη***. Κατά την ανύψωσή του, καλύπτει τα τοιχώματα του πηγαδιού και εμποδίζει έτσι το φράξιμο της τρύπας και τις διαρροές. Αργότερα, εισάγεται ένα περίβλημα από ατσάλι ως επένδυση του ανοίγματος. Το σχήμα 9-8 εικονίζει το προσωπικό μιας γεωτρήσεως καθώς εργάζεται.

Όταν η λάσπη φθάσει στην επιφάνεια, απομακρύνονται οι πέτρες και το μίγμα ξαναχρησιμοποιείται.

ΤΡΥΠΑΝΙΑ

Έχουν σχεδιασθεί πολλά είδη τρυπανιών (γεωτρυπάνων). Η επιλογή του κατάλληλου τρυπανιού (σχ. 9-9) είναι σημαντικό πράγμα. Έχει άμεση επίδραση στην ταχύτητα και την απόδοση της γεωτρήσεως. Για παράδειγμα το ***γεωτρύπανο μορφής ουράς ψαριού*** είναι το πιο κατάλληλο για μαλακό πηλό και άμμο. ***Κωνικά τρυπάνια*** και ***τρυπάνια με στροφείς*** είναι σχεδιασμένα να κόβουν ειδικούς τύπους πετρωμάτων.

Επειδή οι σκληροί βράχοι θα κατέστρεφαν ένα συνηθισμένο τρυπάνι, χρησιμοποιούνται τρυπάνια από ***καρβίδιο του βολφραμίου*** (ένα σκληρό μέταλλο) ή το άκρο του τρυπανιού είναι εξοπλισμένο με μικρά βιομηχανικά διαμάντια.



Σχ. 9-8. *Συνεργεία γεωτρήσεων εργάζονται νυχθημερόν για τον εντοπισμό κοιτασμάτων πετρελαίου (Texaco, Inc.).*



Σχ. 9-9. *Τα γεωτρύπανα αυτά λέγονται τρυπάνια πέτρας. Έχουν οδοντωτούς τροχούς, που περιστρέφονται εμπλεκόμενοι ο ένας με τον άλλον, οπότε σπάζουν τα πετρώματα στον πυθμένα της γεωτρήσεως.*

Παρ' όλα αυτά, τα τρυπάνια φθείρονται γρήγορα και πρέπει να αντικαθίστανται συχνά με καινούργια κοφτερά. Αυτή είναι η αιτία που καθίστανται αναγκαίοι οι ψηλοί πύργοι. Για να αλλάξει το τρυπάνι, πρέπει όλος ο σωλήνας να βγει έξω από το πηγάδι. Αν έπρεπε να αποσυναρμολογηθούν όλα τα κομμάτια σωλήνα των 10 μέτρων αυτή η μέθοδος γεωτρήσεως θα ήταν αργή και αναποτελεσματική. Το μεγάλο ύψος του πύργου δίνει τη δυνατότητα να ανυψωθούν από την τρύπα τρία ή τέσσερα τμήματα του σωλήνα μαζί και να στοιβαχθούν στην άκρη μέσα ή έξω από τον πύργο.

ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΣ

Παρ' όλο που η κρουστική μέθοδος (με συρματόσχοινο) και η μέθοδος με περιστροφικά εργαλεία είναι οι πιο κοινές, υπάρχουν και άλλες μέθοδοι, που είναι σχεδιασμένες για ειδικές ανάγκες. Αυτές είναι:

- ***Στροβιλογεώτρηση.*** Με τη μέθοδο αυτή η δύναμη της λάσπης που διοχετεύεται στο πηγάδι κινεί ένα μικρό στρόβιλο λίγο επάνω από το τρυπάνι. Το κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι βρίσκονται κοντά ο μηχανισμός κινήσεως και το τρυπάνι. Δεν υπάρχει ανάγκη για βαριά μεγάλα συρματόσχοινα και σωλήνες.
- ***Ηλεκτρογεώτρηση.*** Η κίνηση λαμβάνεται από ηλεκτροκινητήρα λίγο επάνω από το τρυπάνι.
- ***Ηχογεώτρηση.*** Το τρυπάνι ταλαντεύεται στον ίδιο ρυθμό υψηλής συχνότητας ήχου, που παράγεται στην επιφάνεια. Αυτό κάνει το τρυπάνι να κόβει γρηγορότερα.
- ***Φλογογεώτρηση.*** Πίδακες καιόμενου υγρού καυσίμου πυραύλων καίνε την πέτρα και το χώμα και ανοίγουν τρύπα.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΠΗΓΑΔΙΟΥ

Καθώς προχωρεί η γεώτρηση, τα τρίμματα των πετρωμάτων εξετάζονται με υπεριώδες φως, για να εξακριβωθεί αν βρέθηκε πετρέλαιο. Όταν από την εξέταση των τριμμάτων αποδειχθεί η ύπαρξη αργού πετρελαίου, εισάγεται στο πηγάδι ένα εργαλείο ελέγχου, για να εξακριβωθεί αν υπάρχει ***πίεση*** στον ***πυθμένα της τρύπας.*** Αυτή είναι η πίεση υγρών και αερίων στον πυθμένα. Το εργαλείο μετρά τις πιέσεις καθώς εισέρχονται σε αυτό τα υγρά και τα αέρια. Κατόπιν σφραγίζεται και μεταφέρεται στην επιφάνεια. Το περιεχόμενό του εξετάζεται.

ΣΦΡΑΓΙΣΜΑ

Όταν βρεθεί πετρέλαιο, η πετρελαιοπηγή πρέπει να σφραγισθεί. Εισάγεται στην τρύπα ατσάλινος σωλήνας ως θήκη. Τα τμήματα του σωλήνα εισάγονται το ένα μέσα στο άλλο για να μην υπάρχουν διαρροές νερού. Διοχετεύεται τσιμέντο διά του σωλήνα, το οποίο ανυψώνεται στο εξωτερικό της θήκης. Αυτό συμπληρώνει το σφράγισμα, που διαχωρίζει το ακατέργαστο πετρέλαιο από άλλα υλικά, εμποδίζει δηλαδή την ανάμιξή του με άμμο, λάσπη και υπόγειο νερό.

ΤΡΥΠΗΜΑ ΤΗΣ ΘΗΚΗΣ

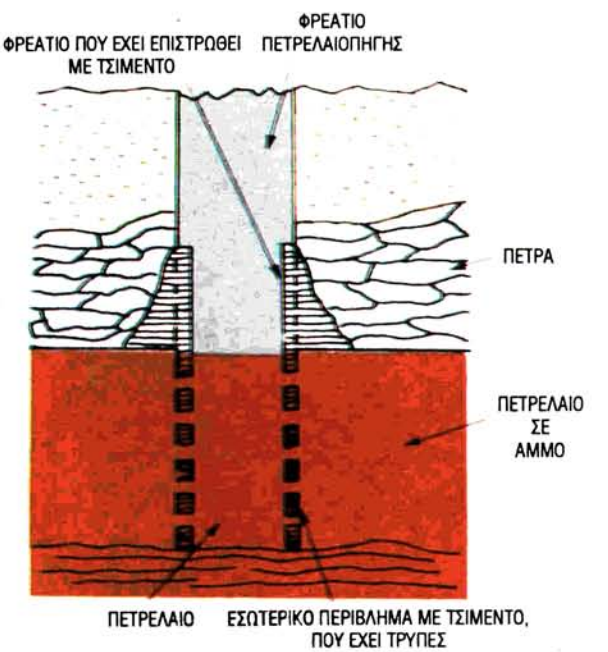
Κατά τη φάση αυτή η θήκη που μόλις κατασκευάσθηκε εμποδίζει το πετρέλαιο να εισέλθει στο πηγάδι. Επομένως, τρυπάται η θήκη κοντά στον πυθμένα του πηγαδιού, για να εισέλθει το πετρέλαιο. Αυτό γίνεται με ηλεκτρικό διατρητικό εργαλείο (πιστόλι). Αυτό εισάγεται στο πηγάδι, όπου εξακοντίζει κατάλληλα "βλήματα", που τρυπούν τη θήκη και το βράχο όπου υπάρχει το πετρέλαιο. Έτσι, εισέρχεται πετρέλαιο στο πηγάδι από τις τρύπες (σχ. 9-10).

Στη συνέχεια εισάγεται στο πηγάδι σωλήνας διαμέτρου περίπου πέντε εκατοστών. Διά του σωλήνα αυτού ανέρχονται στην επιφάνεια πετρέλαιο, αέριο και μερικές φορές, αλμυρό νερό.

Τοποθετείται ένα σύστημα βαλβίδων στο επάνω μέρος, για να ελέγχει τη ροή από το πηγάδι. Οι γνωστές ως ***χριστουγεννιάτικο δένδρο*** βαλβίδες ελέγχουν τη διανομή πετρελαίου και αερίου και εμποδίζουν ανεπιθύμητη ροή.

Μερικές βαλβίδες είναι ***ασφαλιστικές*** για την αποφυγή εκρήξεως. Εμποδίζουν τις βίαιες διαρροές, που κάποτε ήταν πολύ συχνές κατά το άνοιγμα νέων πηγαδιών.

Άλλες βαλβίδες κατευθύνουν τη ροή από την πετρελαιοπηγή σε σωλήνες διανομής, δεξαμενές συλλογής ή διαχωριστές. Οι διαχωριστές διαχωρίζουν το νερό και το αέριο από το πετρέλαιο.



Σχ. 9-10. *Διάγραμμα του πυθμένα πετρελαίου πηγής. Το πετρέλαιο εισέρχεται από τις τρύπες και αντλείται στην επιφάνεια.*

ΑΝΥΨΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

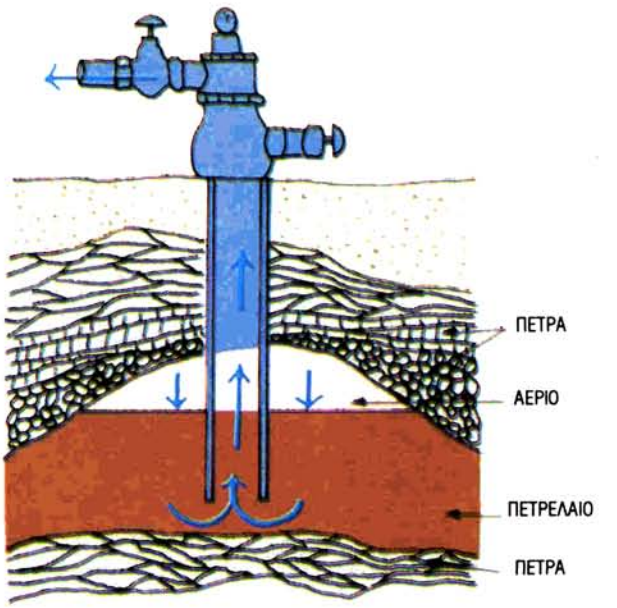
Η ανύψωση του πετρελαίου στην επιφάνεια από βάθος χιλιάδων μέτρων χρειάζεται πολλή δύναμη. Η δύναμη αυτή λέγεται ***δύναμη ανυψώσεως*** ή ***αντλήσεως***. Χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι ανυψώσεως:

- Φυσική.
- Τεχνητή.

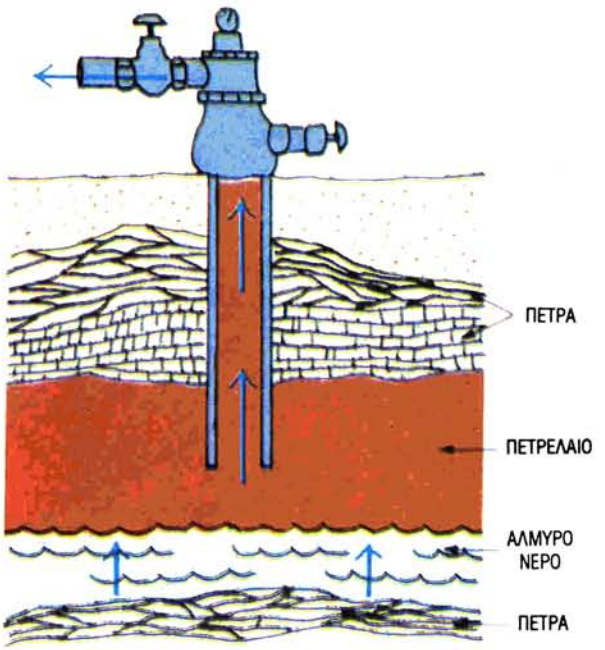
ΦΥΣΙΚΗ ΑΝΥΨΩΣΗ

Επιτυγχάνεται με την πίεση που υπάρχει μέσα στην ίδια την υπόγεια φυσική δεξαμενή πετρελαίου. Οι περισσότερες καινούργιες πετρελαιοπηγές έχουν αυτήν την πίεση. Μεταφέρεται λοιπόν λόγω της πιέσεως το πετρέλαιο στην επιφάνεια χωρίς τη βοήθεια αντλιών ή άλλης μορφής τεχνητής δυνάμεως. Υπάρχουν τρεις μορφές φυσικής ανυψώσεως.

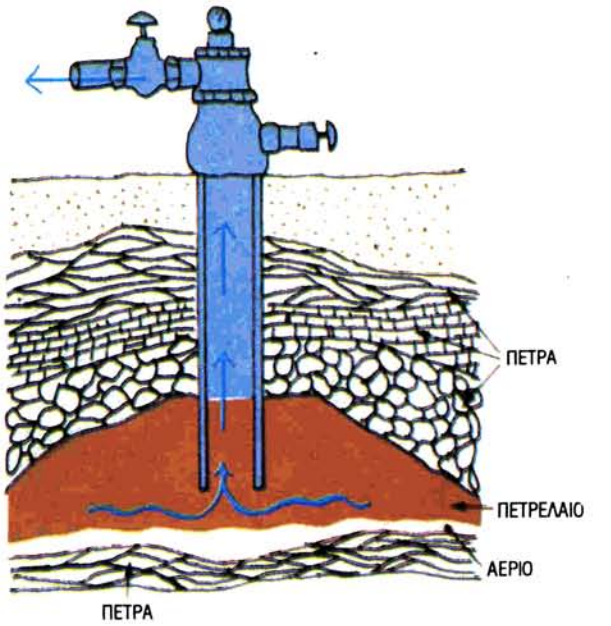
- Ανύψωση με νερό, η οποία είναι και η πιο αποτελεσματική. Συχνά, γύρω από την υπόγεια δεξαμενή έχει παγιδευθεί μεγάλη ποσότητα αλμυρού νερού. Όπως φαίνεται στο σχήμα 9-11, το νερό που βρίσκεται υπό τεράστια πίεση προσπαθεί να εκτονωθεί. Σπρώχνει το ακατέργαστο πετρέλαιο διά μέσου των ρωγμών του βράχου μέσα στο πηγάδι και προς την επιφάνεια.
- Ανύψωση με θύλακες αερίου. Θύλακες φυσικού αερίου υπό τεράστια πίεση κινούν το πετρέλαιο προς τα επάνω μέσα από το σωλήνα (σχ. 9-12).
- Ανύψωση με διαλυμένο αέριο. Δεν υπάρχει θύλακας αερίου σε αυτήν την περίπτωση. Η ανύψωση επιτυγχάνεται με το διαλυμένο αέριο μέσα στο πετρέλαιο (σχ. 9-13). Η χαμηλή πίεση στη θήκη της πετρελαιοπηγής αναγκάζει το παγιδευμένο αέριο να εισέλθει στο πηγάδι, παρασύροντας μαζί του πετρέλαιο. Αυτή η μορφή ανυψώσεως δεν είναι τόσο αποτελεσματική όσο είναι η ανύψωση με αέριο σε θύλακα. Μέρος από το πετρέλαιο μένει πίσω.



Σχ. 9-12. *Οδήγηση με παγιδευμένο σε θύλακα αέριο. Το παγιδευμένο αέριο στο θολωτό θύλακα ασκεί πίεση στο πετρέλαιο και το ανυψώνει στην επιφάνεια.*



Σχ. 9-11. *Διάγραμμα οδηγήσεως με νερό. Αλμυρό νερό που υπάρχει εκ φύσεως, κινεί το πετρέλαιο προς το πηγάδι και προς τα επάνω· διερχόμενο από το σωλήνα ανέρχεται στην επιφάνεια.*



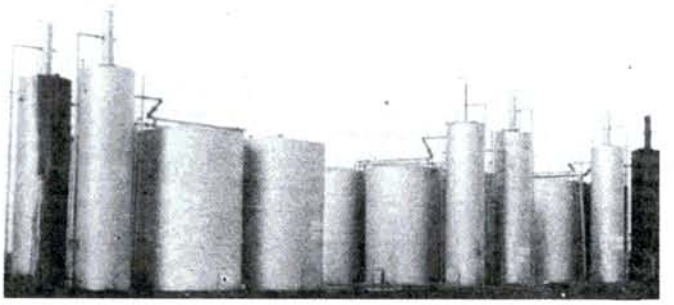
Σχ. 9-13. *Οδήγηση με διαλυμένο αέριο. Παγιδευμένο αέριο, διαλυμένο στο πετρέλαιο, παρασύρει το μίγμα προς το πηγάδι, ώστε να ανέλθει στην επιφάνεια.*

ΤΕΧΝΗΤΗ ΑΝΤΛΗΣΗ

Όσο προχωρεί η λήψη πετρελαίου από μία πετρελαιοπηγή, η φυσική πίεση πέφτει και τελικώς η ροή σταματά. Τότε, το υπόλοιπο πετρέλαιο πρέπει να έλθει στην επιφάνεια με κάποιαν άλλη μέθοδο. Εφαρμόζεται μια από τις πολλές τεχνητές μεθόδους:

- Άντληση. Είναι η πιο κοινή μέθοδος. Μερικές πετρελαιοπηγές δεν ρέουν από μόνες τους και πρέπει να γίνει τεχνητή άντληση από την αρχή (σχ. 9-14).
- Ανακύκλωση αερίου. Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται αέριο, που ελήφθη προηγουμένως από το πηγάδι, για να διατηρηθεί η πίεση. Το μίγμα πετρελαίου και αερίου διαχωρίζεται καθώς ανέρχεται από το πηγάδι. Προϊόντα που παράγονται από το πετρέλαιο όπως το προπάνιο, είναι γνωστά ως ***υγραέρια***. Αυτά τα παραπροϊόντα διαχωρίζονται και μέρος του αερίου επιστρέφει στη δεξαμενή πετρελαίου με τη βοήθεια ***πηγαδιού εισαγωγής*** (σχ. 9-15). Αυτό βοηθά στη διατήρηση της πιέσεως και συντηρεί τη ροή του πετρελαίου προς το πηγάδι.





Σχ. 9-14. *Η άντληση με αντλία είναι η πιο συνήθης μέθοδος ανυψώσεως του πετρελαίου στην επιφάνεια. Επάνω: Αυτή η αντλία με ταλαντευόμενη οριζόντια ράβδο είναι το πλέον κοινό θέαμα στις εκτάσεις με πετρελαιοπηγές. Κάτω: Το αντληθέν ακατέργαστο πετρέλαιο αποθηκεύεται προσωρινά σε κοινές δεξαμενές.*

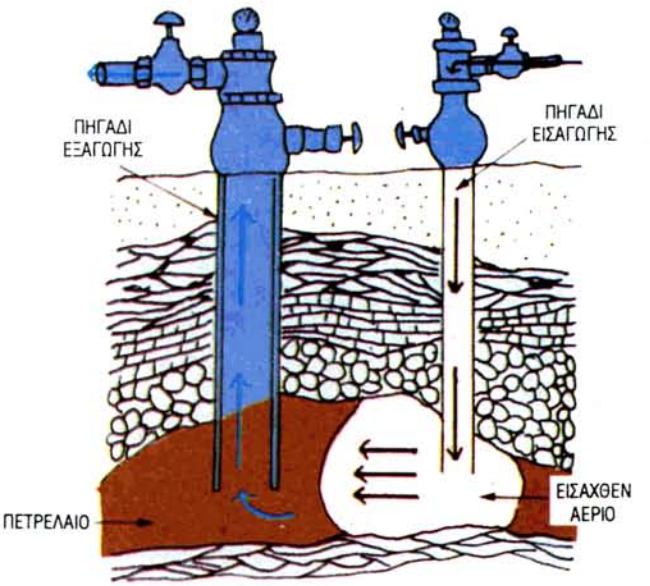
- Αναδημιουργία πιέσεως. Με αυτή τη μέθοδο η υπόγεια δεξαμενή αργού πετρελαίου γεμίζεται με νερό ή διαβιβάζεται σε αυτήν αέριο για να αυξηθεί η πίεση.
- Με καύση. Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις, όπου η πετρελαιοπηγή έχει βαρύ αργό πετρέλαιο. Προκαλείται φλόγα στην υπόγεια δεξαμενή πετρελαίου, ενώ διοχετεύται μέσα σε αυτήν αέρας. Η πίεση των θερμών διαστελλομένων αερίων και η αύξηση της θερμοκρασίας κάνουν το αργό πετρέλαιο να ρέει. Άλλη ονομασία της μεθόδου αυτής είναι "επιτόπια καύση".
- Έγχυση ατμού. Δημιουργείται ατμός επάνω από το πηγάδι και διοχετεύεται κάτω στο πηγάδι, στο βράχο με το πετρέλαιο. Ο ατμός διαστέλλει το αργό πετρέλαιο και το κάνει να κινηθεί προς το πηγάδι. Μερικά από τα ελαφρύτερα συστατικά εξατμίζονται και τα αέρια αυτά παρέχουν πρόσθετη πίεση για τη ροή του αργού πετρελαίου.
- Άλλα μέσα που εξετάζονται για την ανύψωση του πετρελαίου είναι: αέρια μεγάλης πιέσεως, πυρηνικά εκρηκτικά, ηλιακή και ηλεκτρική θέρμανση.

ΑΥΞΗΣΗ ΡΟΗΣ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η χαμηλή πίεση και η μείωση της πιέσεως δεν είναι τα μόνα προβλήματα κατά την εξαγωγή του πετρελαίου. Μερικές φορές τα πετρώματα δεν είναι αρκετά πορώδη και το αργό πετρέλαιο δεν μπορεί να οδηγηθεί στο πηγάδι.

Πρέπει τότε να βελτιωθεί το πορώδες των πετρωμάτων με:

- Διαδικασία θρυμματισμού.
- Επεξεργασία με οξέα.



Σχ. 9-15. *Τεχνητή άντληση. Αέριο, που εισάγεται σε πηγάδι εισαγωγής, χρησιμοποιείται για να ανυψώσει το αργό πετρέλαιο στην επιφάνεια.*

ΘΡΥΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ο θρυμματισμός προκαλεί σχισμές στην πέτρα. Αντλίες μεγάλης πιέσεως διοχετεύουν μίγμα άμμου και υγρού στην τρύπα και μέσα στην περιοχή που υπάρχει το αργό πετρέλαιο. Το υγρό προκαλεί ρήγματα στην πέτρα και οι κόκκοι άμμου διατηρούν τις σχισμές ανοικτές, καθώς το πετρέλαιο και το υγρό ρέουν στο πηγάδι (σχ. 9-16).

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΟΞΕΑ

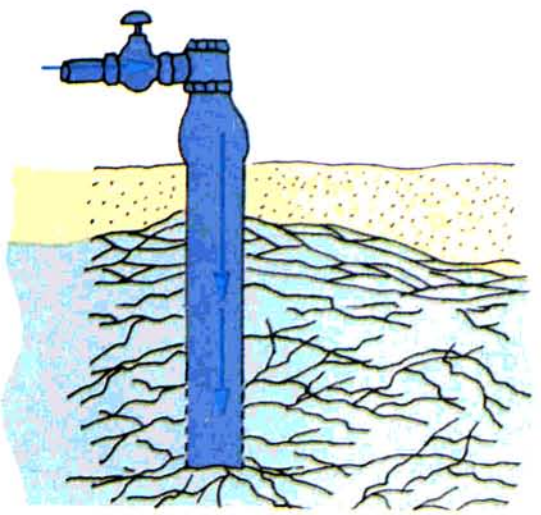
Η επεξεργασία αυτή δημιουργεί στο βράχο με χημική διάβρωση μικρούς διαύλους, που επιτρέπουν στο αργό πετρέλαιο να κατευθυνθεί προς το πηγάδι. Συνήθως χρησιμοποιείται υδροχλωρικό οξύ. Διοχετεύεται στο πηγάδι μαζί με άλλα χημικά υπό υψηλή πίεση. Το οξύ εισέρχεται στο βράχο στο σημείο, όπου έχει τρυπηθεί το φρεάτιο της πετρελαιοπηγής. Συνήθως, χρειάζεται να επαναληφθεί πολλές φορές η επεξεργασία.

ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

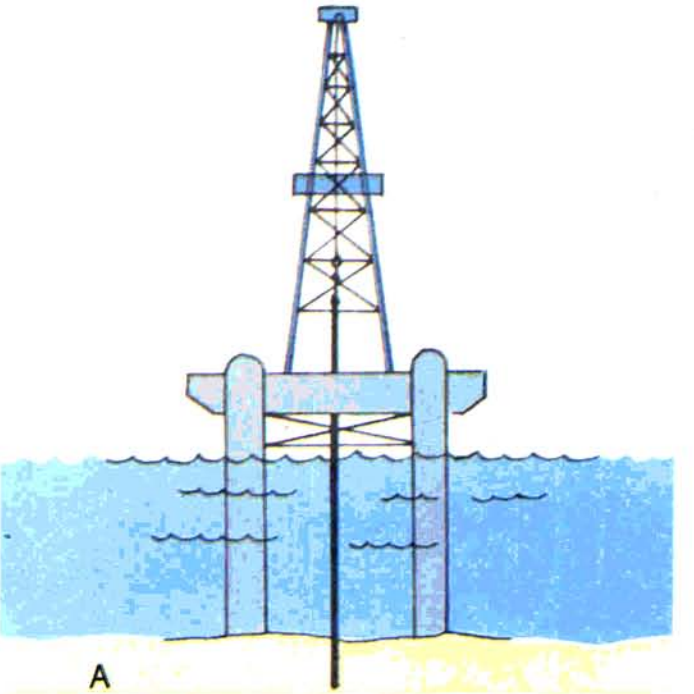
Μεγάλες ποσότητες αργού πετρελαίου είναι θαμμένες κάτω από τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές. Τα απαιτούμενα γεωτρύπανα τοποθετούνται σε εξέδρες (σχ. 9-17).

Οι εξέδρες είναι τριών διαφορετικών τύπων:

- Οι μόνιμες, που στηρίζονται σε στύλους βυθισμένους έως τον πυθμένα της θάλασσας. Οι εξέδρες αυτές είναι αρκετά μεγάλες, ώστε να μπορεί να διαμένει εκεί το προσωπικό, καθώς και να είναι συγκεντρωμένα επάνω σε αυτές τα μηχανήματα της γεωτρήσεως και τα άλλα υλικά.
- Οι μικρές μόνιμες εξέδρες. Αυτού του είδους η κατασκευή, όπως και οι μεγαλύτερες μόνιμες, στηρίζεται σε στύλους. Όμως, το προσωπικό "φιλοξενείται" σε πλέουσα δεμένη στην εξέδρα κατασκευή, όπου φυλάσσονται και τα εργαλεία.
- Κινητές εξέδρες. Αυτός ο τύπος στηρίζεται σε υποθαλάσσια μαούνα. Είναι η πιο οικονομική, διότι μπορεί να μετακινηθεί και να χρησιμοποιηθεί πολλές φορές, για να γίνουν πολλές γεωτρήσεις σε διάφορες τοποθεσίες. Στα βαθιά νερά η κινητή εξέδρα είναι αυτοκινούμενη.



Σχ. 9-16. *Συχνά προκαλούνται ρωγμές σε συμπαγή βράχο στον πυθμένα πετρελαιοπηγής, για να αυξηθεί η ροή αργού πετρε-*



A



B

Σχ. 9-17. *Γεωτρύπανο σε εξέδρα στη θάλασσα. Α - Το γεωτρύπανο στηρίζεται σε στύλους βυθισμένους βαθιά στον πυθμένα της θάλασσας. Β - Άποψη θαλάσσιας πετρελαιοπηγής σε [illegible]*

ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΑ

Ένας νεότερος τύπος γεωτρύπανου μπορεί να λειτουργεί υποθαλασσίως. Βυθίζεται στον πυθμένα της θάλασσας όπου και ακινητοποιείται με άγκυρα. Η λειτουργία του ελέγχεται από την επιφάνεια.

Ένα άλλο καινούργιο σύστημα είναι το ρομπότ με μηχανικό βραχίονα. Μπορεί να εκτελεί τις ίδιες εργασίες όπως ένας δύτης. Το ρομπότ ελέγχεται από πλοίο. Εφοδιασμένο με ένα ηχοβολητικό μηχάνημα (σόναρ) και τηλεοπτική μηχανή (κάμερα), μπορεί να εντοπίζει υποθαλάσσια αντικείμενα.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Το αργό πετρέλαιο δεν αποτελείται από ένα συστατικό. Περιέχει πολλούς σύνθετους υδρογονάνθρακες. Επίσης, περιέχει μικρές ποσότητες ενώσεως θείου, αζώτου και οξυγόνου.

Τα πιο συνήθη συστατικά είναι:

- Παραφινικοί υδρογονάνθρακες.
- Αρωματικοί υδρογονάνθρακες.
- Υδρογονάνθρακες με ασφαλτική βάση.

Επίσης, το πετρέλαιο μπορεί να είναι γλυκό ή ξινό. Τα πετρέλαια που είναι ξινά περιέχουν θείο και έχουν τη δυσάρεστη μυρωδιά κλούβιου αυγού. Τα γλυκά περιέχουν πολύ λίγο θείο και έχουν πιο ευχάριστη μυρωδιά.

Το σχήμα 9-18 δείχνει τα κύρια προϊόντα που παράγονται από αργό πετρέλαιο. Στη μορφή που λαμβάνεται από την πετρελαιοπηγή το αργό πετρέλαιο δεν είναι χρησιμοποιήσιμο. Πρέπει να υποστεί επεξεργασία. Η επεξεργασία λέγεται ***διύλιση.***

ΔΙΥΛΙΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η διύλιση διασπά το αργό πετρέλαιο σε διάφορα αξιοποιήσιμα υγρά και ημιστερεά. Στην αρχική του μορφή, τα άτομα άνθρακα είναι διευθετημένα με διάφορους τρόπους στα μόρια των ενώσεων του πετρελαίου. Τα συστατικά του αργού πετρελαίου, που έχουν μόρια με πολλά άτομα άνθρακα, έχουν τη μορφή πηκτού, βαρέος πετρελαίου, όπως η άσφαλτος. Τα συστατικά στα μόρια των οποίων τα άτομα άνθρακα είναι λιγότερα είναι ελαφρύτερα (π.χ. η βενζίνη).

Τα προϊόντα του αργού πετρελαίου λέγονται ***κλάσματα.*** Διαχωρίζονται με διάφορους μεθόδους διυλίσεως στις οποίες περιλαμβάνονται οι ακόλουθες:

- Διαχωρισμός.
- Μετατροπή.
- Επεξεργασία.

ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ

Οι κύριες διαδικασίες διαχωρισμού είναι οι εξής:

- Απόσταξη.
- Εξαγωγή με διαλυτικά.
- Προσρόφηση.
- Ψύξη.

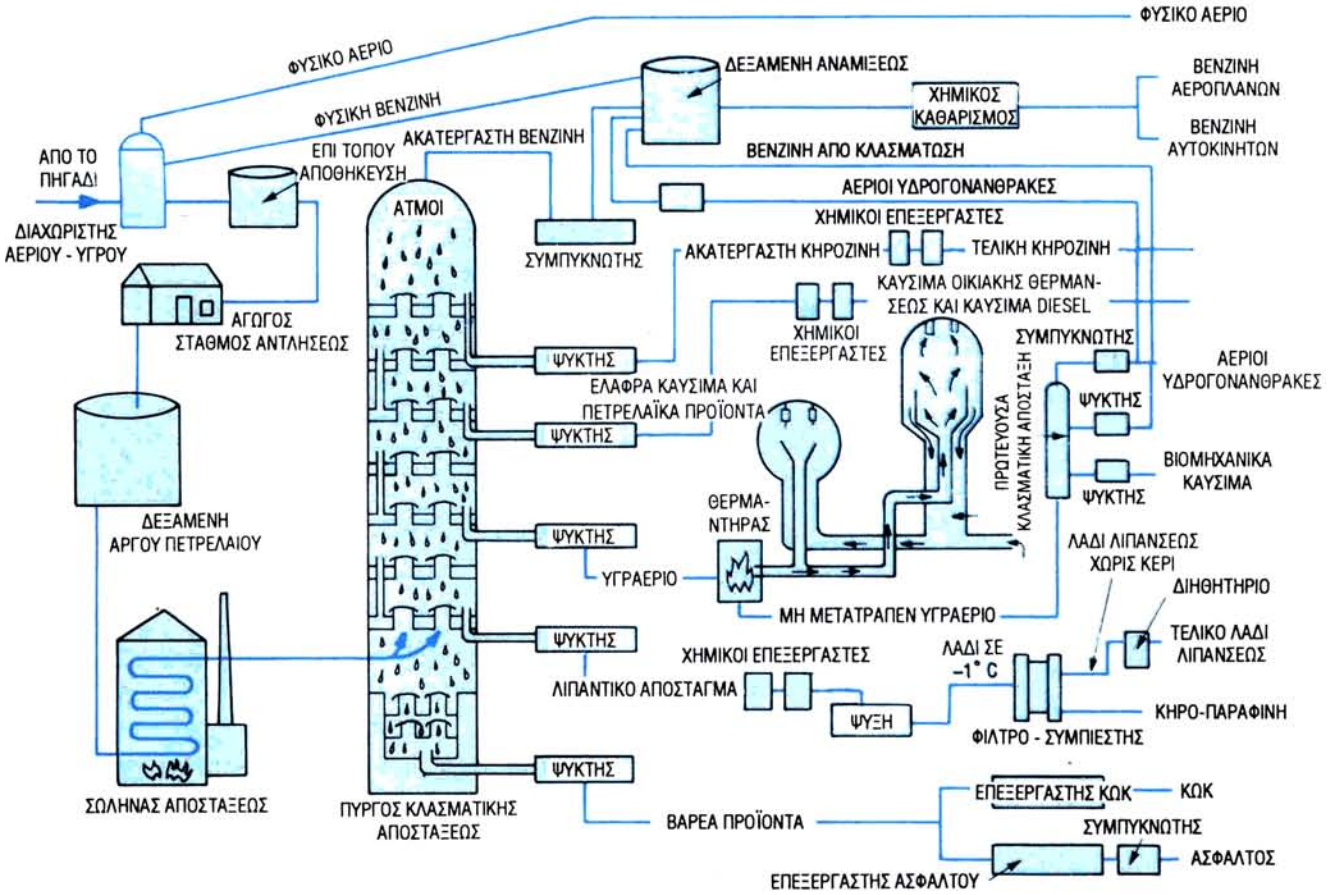
ΑΠΟΣΤΑΞΗ

Με τη διύλιση (απόσταξη) διαχωρίζονται τα διάφορα μέρη του πετρελαίου ανάλογα με το διαφορετικό σημείο ζέσεως (βρασμού). Τα διυλιστήρια σήμερα χρησιμοποιούν μια διαδικασία, που λέγεται κλασματική απόσταξη. Πρώτα το πετρέλαιο θερμαίνεται στους 370° C. Παρέχεται θερμότητα με τη βοήθεια ***σωλήνα αποστάξεως.*** Είναι ένας ειδικός καυστήρας με πολλές σπείρες σωλήνα στο εσωτερικό του. Το πετρέλαιο θερμαίνεται καθώς διέρχεται διά των σωληνώσεων αυτών.

Θερμά υγρά και ατμοί, από τη θέρμανση, ελευθερώνονται στον πύργο ***κλασματικής αποστάξεως.*** Ο πύργος

ΠΡΟΪΟΝ ΔΙΥΛΙΣΕΩΣ	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΥΛΙΣΕΩΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ
Ελαφρά αέρια	Με σωλήνα αποστακτήρα.	Παραγωγή χημικών και βενζίνης· καύσιμο (αέριο, υγρό).
Βενζίνη	Με σωλήνα αποστακτήρα· θερμική και καταλυτική διάσπαση· καταλυτική και θερμική επαναμορφοποίηση· υδρόλυση και ανθρακοποίηση πίσσας· πολυμερισμός ελαφρών ολεφινών· ισομερισμός παραφινών· αλκυλίωση ολεφινών με ισοπαραφίνες.	Καύσιμα αυτοκινήτων, φορτηγών και αεροσκαφών· διαλυτικά· καύσιμα για μαγείρεμα και φωτισμό.
Κηροζίνη	Απόσταξη· διάσπαση βαρέων κλασμάτων.	Καύσιμο για τζετ· καύσιμο για μαγείρεμα, για φωτισμό και θέρμανση· διαλυτικά.
Υγραέριο	Διύλιση· διάσπαση βαρέων κλασμάτων· υδροδιάσπαση υπολειμμάτων· διύλιση σε κενό.	Καύσιμο οικιών και ελαφράς βιομηχανίας· βιομηχανία χημικών· βιομηχανία βενζίνης· διαλυτικά· ασφαλτικά υλικά για δρόμους.
Λιπαντικά	Διύλιση· υδροδιάσπαση βαρέων κλασμάτων· επεξεργασία με διαλυτικά υπολειμμάτων.	Πολλά είδη λιπαντικών και πετρελαιοειδών· φαρμακευτικά λευκά πετρελαιοειδή· κηροειδή και πετροαλειφές· βαζελίνη· άσφαλτος· λιπαντικά.
Υπόλοιπα	Διύλιση σε κενό· διύλιση συνθετικού πετρελαίου.	Παραγωγή βενζίνης και καυσίμων· χημικά· πηγή κωκ· άσφαλτος
Κωκ	Θερμική διάσπαση υπολοίπων και πίσσας.	Καύσιμο· βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα· βιομηχανικά ηλεκτρόδια.

Σχ. 9-18. *Κύρια προϊόντα που παράγονται από το αργό πετρέλαιο.*



Σχ. 9-19. *Τομή πύργου κλασματικής αποστάξεως. Ατμοί ανυψώνονται σε διαφορετικές στάθμες και συλλαμβάνονται εκεί.*

έχει ύψος περίπου 30 μέτρα και έχει μια διάταξη από επίπεδα σε διαφορετικά ύψη για να συλλέγουν τα προϊόντα της αποστάξεως (σχ. 9-19).

Οι ανερχόμενοι ατμοί διέρχονται διά μέσου οπών στα επίπεδα, όπου συλλέγονται και συμπυκνώνονται σε ειδικά ***καλύμματα ατμών*** τοποθετημένα επάνω από τις οπές (σχ. 9-20).

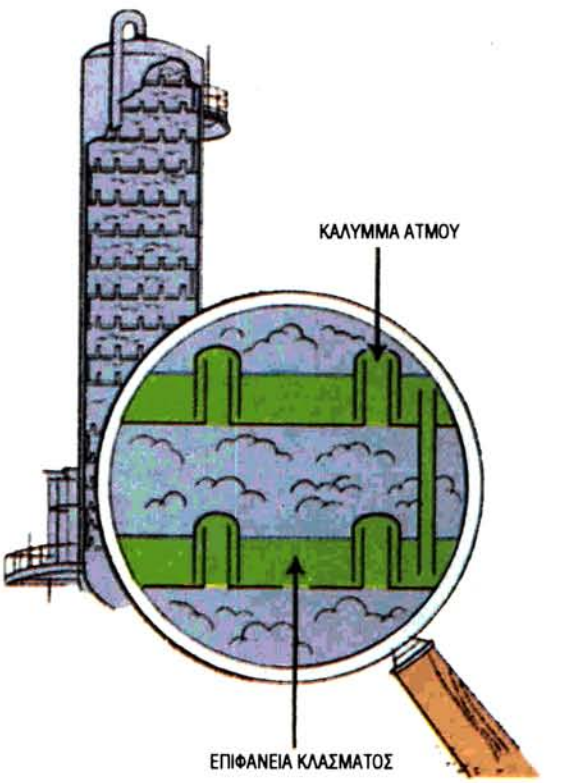
Τα διάφορα προϊόντα του πετρελαίου συμπυκνώνονται σε διαφορετικές στάθμες με διαφορετικές θερμοκρασίες στον πύργο. Τα βαρύτερα κλάσματα (προϊόντα) συλλέγονται στον πυθμένα. Είτε επεξεργαζόμενα δίνουν άσφαλτο που χρησιμοποιείται ως καύσιμο είτε επανεπεξεργάζονται δίνοντας ελαφρύτερα προϊόντα. Το υπόλειμμα πωλείται ως κοκ. Αυτό είναι καθαρός άνθρακας, που χρησιμοποιείται στην κατασκευή χάλυβα.

Στο επόμενο επίπεδο συμπυκνώνονται υγραέρια, κατόπιν κηροζίνη και νέφτι. Ακάθαρτη βενζίνη συμπυκνώνεται κοντά στην κορυφή του πύργου.

Μερικά αέρια δεν συμπυκνώνονται καθόλου. Αυτά οδηγούνται με σωλήνες έξω από την κορυφή του πύργου.

ΕΞΑΓΩΓΗ ΜΕ ΔΙΑΛΥΤΕΣ

Αυτή η διαδικασία εφαρμόζεται κυρίως για τον καθαρισμό διαφόρων κλασμάτων, που παράγονται στον πύρ-



Σχ. 9-20. *Ειδικά καλύμματα ατμού συλλαμβάνουν τους ανυψωμένους ατμούς και δημιουργούν σταγόνες, που εναποτίθενται στις αντίστοιχες επίπεδες επιφάνειες.*

γο κλασματικής αποστάξεως. Τα διαλυτικά λαμβάνουν μέσα σε διάλυμα τα ανεπιθύμητα συστατικά τα οποία μπορούν να απομακρυνθούν μαζί με το διαλυτικό. Ένα προϊόν που παράγεται έτσι είναι το λάδι λιπάνσεως.

ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ

Κατά τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται ένα πολύ πορώδες υλικό, για να συλλέξει τα ανεπιθύμητα προϊόντα από κάποιο κλάσμα του πετρελαίου. Ένα πυριτικό υλικό χρησιμοποιείται συχνά ως προσροφητής για το σκοπό αυτό.

ΨΥΞΗ

Με τη διαδικασία της ψύξεως ανεπιθύμητες ουσίες, όπως η παραφίνη, στερεοποιούνται. Σε αυτήν την κατάσταση αφαιρούνται εύκολα από το υπόλοιπο υγρό.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΚΛΑΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Αφού με την απόσταξη τα υγρά έχουν διαχωρισθεί, μπορούν να μετατραπούν σε άλλα προϊόντα. Βαριά καύσιμα μπορούν να μετατραπούν σε βενζίνη πολλών οκτανίων. Η διαδικασία μετατροπής λέγεται ***πυρόλυση***. Έτσι, βαριά μόρια μετατρέπονται σε μικρότερα ελαφρύτερα. Υπάρχουν δύο τέτοιες μέθοδοι:

- Θερμική. Είναι η πρώτη που αναπτύχθηκε και απαιτεί υψηλή θερμοκρασία και πίεση.
- Καταλυτική. Είναι η πιο αποτελεσματική από τις δύο. Απαιτεί και αυτή υψηλές θερμοκρασίες. Η πίεση κατά τη μέθοδο αυτή είναι αρκετά μικρότερη από αυτήν της προηγούμενης - θερμικής - μεθόδου. Τις χημικές διαδικασίες τις επιταχύνουν καταλύτες, όπως το αργιλικό οξείδιο του πυριτίου. Στις καταλυτικές διαδικασίες περιλαμβάνονται:

α) Καταλυτική πυρόλυση ρευστού. Το ατμοποιημένο μίγμα αερίων και πετρελαίου μαζί με κονιορτοποιημένο καταλύτη κυκλοφορούν μαζί σε μεγάλες θερμοκρασίες, διαμέσου συστήματος σωλήνων και χημικών αντιδραστήρων.

β) Υδροπυρόλυση. Κατά τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιούνται υδρογόνο και καταλύτες υπό υψηλή πίεση. Με τη διαδικασία αυτή παράγεται περισσότερη βενζίνη και λιγότερα κατάλοιπα από ό,τι με τις συνήθεις μεθόδους.

ΑΛΚΥΛΙΩΣΗ

Αυτή η μέθοδος έχει αναπτυχθεί για την παραγωγή υγρών, που έχουν στενή σχέση με βενζίνη που προέρχεται από αέρια διυλίσεως. Η σπουδαιότητά τους δεν έγκειται στο γεγονός ότι είναι μια άλλη μέθοδος παραγωγής βενζίνης. Το προϊόν της αλκυλίωσης έχει μεγάλη αξία ως αντικροτικό· κρότος είναι ο κτύπος που ακούγεται καμιά φορά στις μηχανές των αυτοκινήτων κατά την επιτάχυνση. Οφείλεται στο ότι το μίγμα αναφλέγεται μέσα στον κύλινδρο πολύ γρήγορα ("κτυπούν τα πειράκια"). Η προσθήκη αλκυλιωμένου προϊόντος στη βενζίνη οδηγεί σε βραδύτερη καύση του καυσίμου.

ΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΣ

Όπως και η αλκυλίωση, ο ***πολυμερισμός*** είναι ένας τρόπος παραγωγής βενζίνης από αέρια διυλίσεως. Όμως, μόνο οι αέριες ολεφίνες αντιδρούν με τον καταλύτη (υλικό που προκαλεί τη χημική αντίδραση). Παραφινικά αέρια δεν μετατρέπονται με τον καταλύτη, που είναι συνήθως φωσφορικό οξύ. Ο πολυμερισμός εφαρμόσθηκε κατά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο για την παραγωγή ισοοκτανίου ως καυσίμου αεροπλάνων. Τα πολυμερή που παράγονται έχουν αντικροτικές ιδιότητες, αλλά δεν είναι τόσο αποτελεσματικά όσο τα προϊόντα από τη διαδικασία αλκυλιώσεως. Χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για την παραγωγή ορυκτελαίων και πλαστικών.

ΙΣΟΜΕΡΙΣΜΟΣ

Με τον ***ισομερισμό*** χημικές ενώσεις των αερίων διυλίσεως μετατρέπονται στα ισομερή τους (ισομερές είναι μόριο ή ιόν οποιουδήποτε στοιχείου με διαφορετική διάταξη ατόμων). Ο καταλύτης είναι συνήθως χλωρίδιο του αλουμινίου, χλωρίδιο του αντιμονίου ή πλατίνα. Το προϊόν του ισομερισμού χρησιμοποιείται ως προσθετικό στη βενζίνη για να αυξηθεί ο βαθμός οκτανίων και να μειωθεί το "κτύπημα".



Σχ. 9-21. *Οι πετρελαιαγωγοί μεταφέρουν πετρέλαιο γρήγορα και εύκολα.*

ΑΝΑΜΙΞΗ ΜΕ ΒΕΝΖΙΝΗ

Τα διυλιστήρια προσθέτουν αντικροτικές ουσίες στη βενζίνη, η οποία παράγεται με κλασματική απόσταξη. Συνήθως είναι αρκετό ένα κουταλάκι του τσαγιού αντικροτικής ουσίας ανά τέσσερα λίτρα. Αυτό αντιστοιχεί περίπου σε 1 προς 1300.

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Ένα από τα πλεονεκτήματα του πετρελαίου και των διαφόρων προϊόντων του είναι η ευκολία μεταφοράς. Ο γρηγορότερος και ευκολότερος τρόπος μεταφοράς είναι με πετρελαιαγωγούς (σχ. 9-21). Στις ΗΠΑ, οι πετρελαιαγωγοί είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος μεταφοράς πετρελαίου. Ένα δίκτυο πετρελαιαγωγών μήκους πάνω από 360.000 χιλιόμετρα μεταφέρει αργό πετρέλαιο και διυλισμένα προϊόντα πετρελαίου.

Αντλίες, που απέχουν η μία από την άλλη 230 km κινούν το πετρέλαιο διαμέσου των πετρελαιαγωγών με ταχύτητες τρία με πέντε χιλιόμετρα την ώρα. Τα σύγχρονα αντλιοστάσια ελέγχονται από πίνακες ελέγχου ή με υπολογιστές.

Άλλα μέσα μεταφοράς πετρελαίου είναι τα πετρελαιοφόρα δεξαμενόπλοια (tanker), οι μαούνες και τα οχήματα σιδηροδρόμου ή τα μεγάλα φορτηγά που διαθέτουν δεξαμενές (σχ. 9-22). Στο σχήμα 9-23 εικονίζεται μια εγκατάσταση εκφορτώσεως πετρελαίου που έχει κατασκευασθεί στον κόλπο του Μεξικού για τον ανεφοδιασμό πετρελαιοφόρων πλοίων μεγάλης χωρητικότητας. Λέγεται LOOP (Louisiana Offshore Oil Port: Θαλάσσιο Λιμάνι Πετρελαίου της Λουιζιάνα) και επιτρέπει σε τρία δεξαμενόπλοια να ξεφορτώνουν το φορτίο τους συγχρόνως. Το πετρέλαιο αντλείται στην ξηρά και οδηγείται σε διυλιστήρια και σε δεξαμενές αποθηκεύσεως. Με τη βοήθεια δικτύου πετρελαιαγωγών, πετρέλαιο που ξεφορτώνεται στη Νέα Ορλεάνη μπορεί να μεταφερθεί μακριά, πολύ βόρεια, όπως στο Σικάγο και στο Buffalo (πόλεις στα βόρεια των ΗΠΑ).

ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΩΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Επί του παρόντος, λίγο περισσότερο από το 41% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στις ΗΠΑ προέρχεται από το πετρέλαιο. Το 1990 χρησιμοποιούνταν περίπου 16 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα. Τα αποθέματα πετρελαίου (ποσότητα που υπάρχει ακόμη στο υπέδαφος) λιγοστεύουν. Οι μελλοντικές ενεργειακές ανάγκες πρέπει να καλυφθούν από άλλες πηγές ενέργειας. Τα σχετικά μεγέθη συζητούνται στο κεφάλαιο 4.

ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

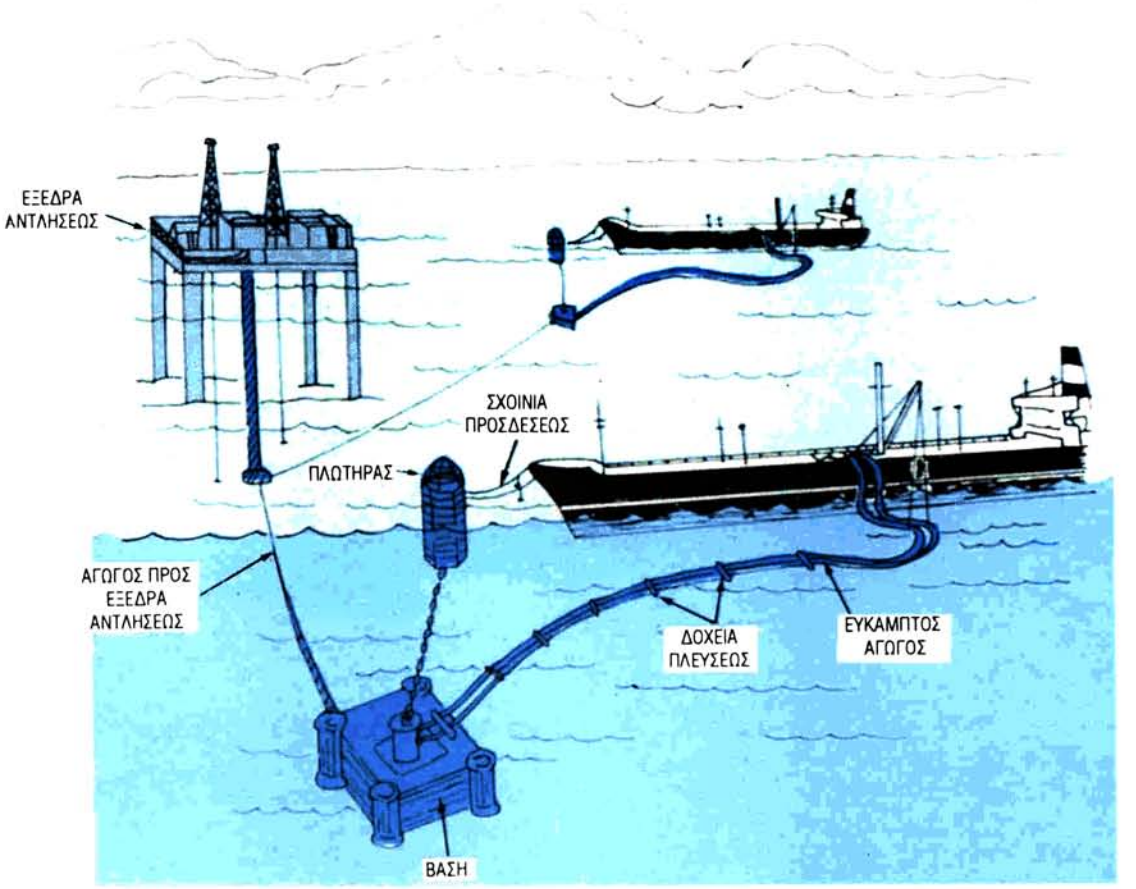
Όπως μάθατε από τη μελέτη για το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο σχετίζεται στενά με το πετρέλαιο. Επίσης γνωρίζετε ότι στα αποθέματα πετρελαίου ενυπάρχει φυσικό αέριο. Όμως, δεν υπάρχει πετρέλαιο σε όλα τα κοιτάσματα φυσικού αερίου.

ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

Η έρευνα για τον εντοπισμό αερίου γίνεται λίγο πολύ με τον ίδιο τρόπο, όπως η έρευνα για πετρέλαιο. Μερι-



Σχ. 9-22. *Δεξαμενόπλοιο (τάνκερ) μεταφέρει αργό ή διυλισμένο πετρέλαιο (Amoco, Corp.).*



Σχ. 9-23. *Σχεδιάγραμμα της θαλάσσιας εγκαταστάσεως εκφορτώσεως πετρελαίου, στον κόλπο του Μεξικού. Εκεί εκφορτώνονται τεράστια πετρελαιοφόρα που δεν μπορούν να μπούν σε λιμάνια λόγω του μεγάλου μεγέθους τους.*

κές φορές το αέριο έρχεται από μόνο του στην επιφάνεια από το υπέδαφος, όπου βρίσκεται το κοίτασμα. Συνήθως οι γεωλόγοι ψάχνουν για γεωλογικούς σχηματισμούς, που μπορεί να σχετίζονται με την παρουσία στρωμάτων πορώδων πετρωμάτων, τα οποία καλύπτονται από στερεούς βράχους. Αυτή είναι η αναγκαία συνθήκη για την ύπαρξη κοιτάσματος πετρελαίου ή αερίου.

ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΑΕΡΙΟΥ

Το αέριο συνήθως υπάρχει εγκλωβισμένο σε υπόγειες φυσικές δεξαμενές. Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι υπογείων δεξαμενών:

- Από ***αμμόλιθο***. Η υπόγεια δεξαμενή αυτού του είδους σχηματίζεται από ιζηματογενή πέτρωμα. Αυτό το πέτρωμα αποτελείται από κοιτάσματα ορυκτών, όπως ο χαλαζίας.
- Από ***ανθρακικό άλας***. Η δεξαμενή αυτού του τύπου έχει σχηματισθεί από ιζηματογενές πέτρωμα, που αποτελείται κυρίως από κελύφη θαλασσίων οργανισμών. Μία άλλη ονομασία αυτής είναι ασβεστόλιθος.
- Από άλλους σχηματισμούς πετρωμάτων. Πρόκειται γενικά για ηφαιστειογενή ή μεταμορφικά πετρώματα (τα τελευταία σχηματίσθηκαν από ηφαιστειογενή και από ιζηματογενή πετρώματα, που υπέστησαν μεταβολή λόγω μεγάλης πιέσεως, υψηλής θερμοκρασίας, δράσεως του νερού ή κατόπιν επαφής με καυτή λάβα. Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται επίσης σχηματισμοί ***σχιστολίθου***. Αυτά είναι πετρώματα που σχηματίσθηκαν από λάσπη και άργιλο.

ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο είναι μίγμα ενώσεων υδρογονανθράκων και μικρών ποσοτήτων πολλών μη υδρογονανθράκων. Μπορεί να βρεθεί ως καθαρό αέριο ή αναμεμιγμένο με πετρέλαιο σε φυσικές υπόγειες κοιλότητες. Οι ενώσεις υδρογονανθράκων περιλαμβάνουν: μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, και πεντάνιο. Στους μη υδρογονάνθρακες περιλαμβάνονται: το διοξείδιο του άνθρακα, το ήλιο, το υδρόθειο, και το άζωτο. Το καύσιμο, που πωλείται με το όνομα "φυσικό αέριο", είναι κυρίως μεθάνιο. Μπορεί να περιλαμβάνει επίσης μικρές ποσότητες αιθανίων. Το φυσικό αέριο που βρίσκεται μόνο του στις φυσικές κοιλότητες λέγεται ***απομονωμένο αέριο.*** Όταν βρίσκεται στην ίδια κοιλότητα με αργό πετρέλαιο λέγεται ***συσχετισμένο αέριο*** είτε υπάρχει χωριστά από το πετρέλαιο είτε είναι διαλυμένο σε αυτό.

ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΑΕΡΙΟΥ

Το 1974 τα συνολικά αποθέματα φυσικού αερίου στις ΗΠΑ θεωρούνταν ότι ήταν περίπου 9 τετράκις εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Τα μεγαλύτερα αποθέματα βρίσκονται στο Τέξας, στη Λουιζιάνα και στην Αλάσκα. Αυτές ο πολιτείες έχουν περίπου τα τρία τέταρτα όλων των αποθεμάτων των ΗΠΑ. Σήμερα η υπηρεσία των ΗΠΑ με το όνομα Energy Information Administration δεν δίνει αναφορές σχετικά με τα αποθέματα φυσικού αερίου. Όμως δίνει πληροφορίες για την ποσότητα αποθηκευμένου αερίου σε υπόγειες δεξαμενές. Αυτές το 1990 περιείχαν περίπου 0,23 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα φυσικού αερίου.

Για την ιστορία, ο Καναδάς είναι ο μεγαλύτερος τροφοδότης φυσικού αερίου των ΗΠΑ, ενώ η Αλγερία τις εφοδιάζει με μικρότερες ποσότητες. Υπήρχαν περί τις 265.000 πηγές αερίου σε λειτουργία το 1990.

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο συνήθως μεταφέρεται με έναν από τους τρεις παρακάτω τρόπους:

- Με αγωγό αερίου.
- Με τρένα, που διαθέτουν δεξαμενές (σχ. 9-24).
- Με φορτηγά βυτιοφόρα.

Ο τρόπος που κάθε φορά επιλέγεται εξαρτάται από:

- Την απόσταση η οποία πρέπει να καλυφθεί.
- Τη μορφολογία του εδάφους (εξετάζεται αν υπάρχουν βουνά ή πεδιάδες, οπότε είναι δυνατή η μεταφορά με φορτηγά ή σιδηρόδρομο).
- Την πολυπλοκότητα του συστήματος διανομής.
- Το είδος του αερίου, που πρόκειται να μεταφερθεί.
- Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας του συστήματος μεταφοράς.

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΜΕ ΑΓΩΓΟ

Το αέριο μεταφέρεται με αγωγό διά πιέσεως, που δημιουργείται με αντλίες. Αυτές λειτουργούν όπως οι συμπιεστές, με τους οποίους φουσκώνομε τις ρόδες ή βάφομε με ψεκασμό (αυτό επιτυγχάνεται με την πίεση που παρέχει ο συμπιεστής).



Σχ. 9-24. *Βυτιοφόρα βαγόνια είναι σχεδιασμένα έτσι που να μεταφέρουν φυσικό αέριο σε μεγάλες αποστάσεις.*

ΠΙΕΣΗ ΑΕΡΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Η πίεση σε αγωγούς μεγάλου μήκους μπορεί να είναι γύρω στα 3445 με 6890 kPa. Υπάρχουν συμπιεστές κάθε 80 χιλιόμετρα (περίπου), για να παρέχουν την κατάλληλη πίεση, που μειώνεται λόγω τριβής, κατά τη ροή του αερίου. Το φυσικό αέριο μπορεί να κινείται με ταχύτητα περίπου 24 km/h. Κατά μήκος της διαδρομής υπάρχουν επίσης βαλβίδες και ρυθμιστές πιέσεως. Αυτές οι συσκευές χρειάζονται για να ελέγχουν την πίεση ή για να σταματήσουν τελείως τη ροή σε περίπτωση θραύσεως του αγωγού.

ΦΥΣΙΚΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΣ ΑΕΡΙΟΥ

Ορισμένες εποχές του χρόνου, οι ποσότητες φυσικού αερίου που απαιτούνται είναι μεγαλύτερες από αυτές που αντλούνται και μεταφέρονται. Για να αντιμετωπισθεί λοιπόν η αυξημένη ζήτηση, αντλείται το φυσικό αέριο και αποθηκεύεται για μελλοντική χρήση.

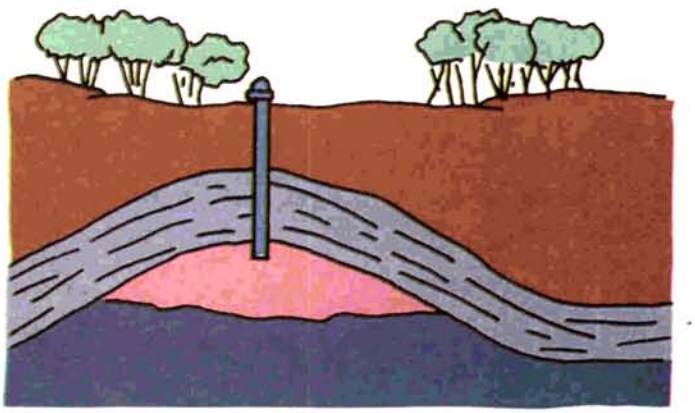
Συνήθως, η αποθήκευση γίνεται υπογείως. Το αέριο μεταφέρεται σε φυσικές κοιλότητες με αγωγούς τους θερμούς μήνες, κατά τους οποίους δεν υπάρχει μεγάλη ζήτηση.

ΜΟΡΦΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΕΩΣ

Οι αποθήκες είναι κυρίως σε περιοχές, στις οποίες κατά το παρελθόν υπήρχαν πετρελαιοπηγές ή πηγές αερίου. Τα υπολείμματα αερίου σε αυτές τις κοιλότητες βρίσκονται υπό τόσο μικρές πιέσεις, ώστε τα πηγάδια δεν δίνουν πλέον αέριο.

Το αέριο οδηγείται με αντλίες μέσα σε αυτές τις κοιλότητες διά μέσου των πηγαδιών, που αρχικά ανοίχθηκαν για να αντλείται αέριο ή πετρέλαιο. Το αέριο οδηγείται μέσα στα παλιά πηγάδια με συμπιεστές.

Ποσότητες αερίου αποθηκεύονται σε ***υδροφόρα πετρώματα*** (σχ. 9-25). Ένα τέτοιο πέτρωμα είναι υπόγειος σχηματισμός που συγκρατεί μεγάλες ποσότητες νερού,



Σχ. 9-25. *Μερικές φορές το φυσικό αέριο αποθηκεύεται σε φυσικά, υπόγεια, υδροφόρα πετρώματα, όπως φαίνεται στο σχήμα.*

οι οποίες έχουν διεισδύσει μέχρι εκεί από την επιφάνεια του εδάφους. Τα πετρώματα είναι πορώδη, γι' αυτό και εισέρχεται νερό μέσα σε αυτά. Οι πόροι είναι γεμάτοι νερό.

Το αέριο, που αναγκάζεται να εισέλθει στα πετρώματα αυτά υπό πίεση, εκτοπίζει το νερό αναγκάζοντάς το να πάει βαθύτερα, στα υποκείμενα πετρώματα.

Στις ΗΠΑ υπάρχουν 44 τέτοιου είδους υδροφόρα πετρώματα. Τα περισσότερα βρίσκονται στις Μεσοδυτικές πολιτείες. Η πολιτεία Illinois έχει 19, η Indiana 11, και η Iawa 6. Πολλές υπόγειες δεξαμενές αποθηκεύσεως είναι εγκαταλελειμμένα ανθρακωρυχεία. Άλλες βρίσκονται σε φυσικές κοιλότητες ορυκτού αλατιού.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Οι εταιρείες τροφοδοσίας πόλεων με αέριο χρησιμοποιούν τεράστιες κυλινδρικές δεξαμενές για την αποθήκευση αερίου, πριν να διοχετευθεί στους καταναλωτές. Οι δεξαμενές είναι κλειστές από επάνω και ανοικτές από κάτω. Οι δεξαμενές επιπλέουν σε λίμνες νερού και η (μερική) βύθισή τους σε αυτό εξαρτάται από την ποσότητα αερίου που περιέχουν. Το βάρος αυτής της δεξαμενής διατηρεί το αέριο συνεχώς υπό πίεση και το ωθεί προς τα έξω, στους αγωγούς παροχής αερίου για να διανεμηθεί στους πελάτες.

ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο μπορεί να μετατραπεί σε υγρό προκειμένου να μεταφερθεί με οχήματα. Η υγροποίηση μειώνει τον όγκο του και καθιστά πιο εύκολη τη θαλάσσια μεταφορά και την αποθήκευσή του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη φυσική του κατάσταση, το πετρέλαιο είναι υγροί υδρογονάνθρακες. Το συστατικό του πετρελαίου σε αέρια μορφή καλείται φυσικό αέριο. Αποθέματα φυσικού αερίου βρίσκονται οπουδήποτε υπάρχει πετρέλαιο. Η πρώτη γεώτρηση για εντοπισμό πετρελαίου έγινε το 1859. Η ανάγκη να παραχθεί βενζίνη για την κίνηση του αυτοκινήτου οδήγησε στην ανάπτυξη της βιομηχανίας διυλίσεως πετρελαίου.

Επειδή το πετρέλαιο βρίσκεται βαθιά μέσα στη γη, οι γεωλόγοι πρέπει να ερευνήσουν το υπέδαφος, για να βρουν καινούργια αποθέματα. Χρησιμοποιούνται διάφορα όργανα (βαρυτόμετρα, μαγνητόμετρα και σεισμογράφοι) για να εντοπισθούν αυτά τα αποθέματα.

Πραγματοποιούνται γεωτρήσεις (πηγάδια), για να φθάσει κάποιος στα κοιτάσματα πετρελαίου. Κατόπιν εισάγεται ένα φρεάτιο (ένα "καλούπι") μέσα στο πηγάδι. Μερικά τέτοια πηγάδια (πετρελαιοπηγές) βρίσκονται υπό μεγάλη πίεση και το πετρέλαιο ωθείται από μόνο του στην επιφάνεια. Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιείται αντλία για την ανύψωσή του.

Υπάρχουν τρεις τύποι αργού πετρελαίου: με παραφινικούς υδρογονάνθρακες, με αρωματικούς υδρογονάνθρακες και με υδρογονάνθρακες ασφαλτικής βάσεως. Τα κυριότερα προϊόντα πετρελαίου είναι: βενζίνη, κηροζίνη, diesel, καύσιμο πετρέλαιο, άσφαλτος, φυσικό αέριο, ορυκτέλαιο και κωκ.

Η μετατροπή των κλασμάτων του πετρελαίου λέγεται πυρόλυση. Η πυρόλυση μετατρέπει βαριά συστατικά του πετρελαίου (με βαριά μόρια) σε ελαφρά συστατικά (με ελαφρά μόρια). Χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι. Κατά τη θερμική μέθοδο, το πετρέλαιο υφίσταται μεγάλη πίεση και θερμαίνεται σε μεγάλη θερμοκρασία. Κατά την καταλυτική μέθοδο, προστίθενται καταλύτες σε συνδυασμό με υψηλή θερμοκρασία.

Το πετρέλαιο και τα προϊόντα του μεταφέρονται με πολλούς τρόπους. Οι πλέον δημοφιλείς είναι: με αγωγούς, με φορτηγά και με τρένα. Παρόμοιοι τρόποι μεταφοράς χρησιμοποιούνται για το φυσικό αέριο. Είναι εύκολο να αποθηκευθεί φυσικό αέριο σε παλιές πετρελαιοπηγές ή πηγές αερίου και εγκαταλελειμμένα ορυχεία αλατιού.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

υδροφόρο πέτρωμα
άσφαλτος
συσχετισμένο αέριο
προστασία θραύσεως
πίεση στον πυθμένα του πηγαδιού
καλύμματα ατμών
πύργος αποστάξεως
γεώτρηση με εργαλεία με συρματόσχοινο (κρουστική)
σύνολο εργαλείων με συρματόσχοινο
ανθρακικό άλας
κωνικά τρυπάνια
πυρόλυση
χριστουγεννιάτικο δένδρο
αργό πετρέλαιο
ανοικτός πύργος (γερανός)
αναπτυξιακές γεωτρήσεις (πηγάδια)
σωλήνας τρυπανιού
οδηγός
ηλεκτρογεώτρηση
διερευνητική γεώτρηση (πηγάδι)
τρυπάνι - ψαροουρά
γεώτρηση με φλόγα
πύργος κλασματικής αποστάξεως
κλάσματα
γεωλόγοι
βαρυτόμετρο
πηγάδι εισαγωγής
ισομερισμός
ανυψωτήρας
μαγνητόμετρο
λάσπη
φυσικό αέριο



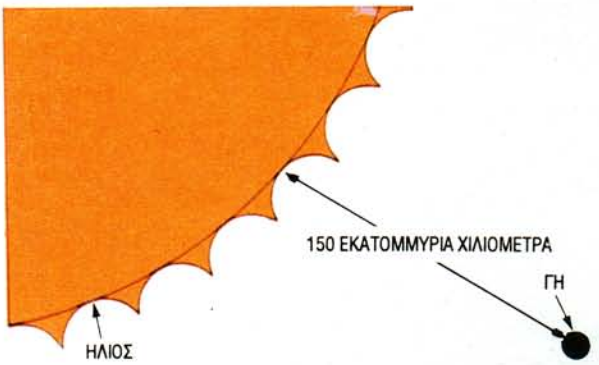
10 ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι πληροφορίες που δίνονται στο κεφάλαιο αυτό θα σας βοηθήσουν ώστε να:

- *Γνωρίσετε τη σύγχρονη θεωρία για την προέλευση του ηλίου και την εξήγηση της πηγής ενέργειάς του.*
- *Κατανοήσετε την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και εξηγήσετε πώς διαδίδεται στο χώρο.*
- *Καταγράψετε τα είδη ακτινοβολίας.*
- *Εξηγήσετε τους όρους: ηλιακή σταθερά Langley και θερμίδα.*
- *Γνωρίσετε τρόπους αποθηκεύσεως της ηλιακής ενέργειας.*
- *Δώσετε παραδείγματα του πώς χρησιμοποιείται η ηλιακή ενέργεια ως άμεση πηγή ενέργειας.*



Σχ. 10-1. *Ο ήλιος έχει 125 φορές το μέγεθος της γης. Αν ο ήλιος είχε διάμετρο 12 εκατοστά η γη θα είχε 1 εκατοστό.*

Όπως μάθατε στο κεφάλαιο 1, το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας προέρχεται είτε άμεσα είτε έμμεσα από τον ήλιο. Η ενέργεια από τον ήλιο λέγεται ηλιακή ενέργεια. Όμως, πολύ λίγη από αυτήν χρησιμοποιείται άμεσα. Να το πούμε απλά: είναι πολύ δύσκολο να συλλεχθεί το φως του ηλίου που είναι τόσο διεσπαρμένο. Ακόμη, είναι δαπανηρή η κατασκευή διατάξεων συλλογής και αξιοποιήσεως της ηλιακής ενέργειας.

Για να καταλάβετε τα προβλήματα συλλογής ηλιακών ακτινών χρειάζεται να μάθετε πιο πολλά για τη φύση του ηλίου. Επίσης, είναι χρήσιμο να καταλάβει κάποιος τη φύση της ***ακτινοβόλου ενέργειας*** (ακτινοβολίας). Αυτός είναι ο τρόπος, με τον οποίο ταξιδεύει η ηλιακή ενέργεια.

Ο ΗΛΙΟΣ

Ο ***ήλιος*** είναι ένα φωτοβόλο ουράνιο σώμα. Η γη και άλλοι πλανήτες περιφέρονται περί τον ήλιο και παίρνουν φως και θερμότητα από αυτόν. Η διάμετρος του ηλίου είναι 1.390.000 km, ενώ της γης είναι 11.085 km. Επειδή αποτελείται από υδρογόνο, έχει τη μισή τής πυκνότητας της γης και διπλάσια μάζα (σχ. 10-1).

Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολείται από τον ήλιο προέρχονται από θερμοπυρηνικές αντιδράσεις, που συντελούνται στον πυρήνα του. Η θερμοκρασία στο κέντρο του ηλίου είναι 15.000.000°C. Στην επιφάνεια του ηλίου, η θερμοκρασία είναι 5500°C.

Από απόσταση περίπου 150 εκατομμυρίων km στο διάστημα, ο ήλιος λούζει τη γη με τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Είναι δύσκολο να φαντασθούμε πόση θερμότητα και φως παρέχει. Αν μπορούσε να συγκεντρωθεί το ηλιακό φως δύο ημερών επάνω στη γη, θα μπορούσε να δώσει περισσότερη ισχύ από ό,τι όλα τα αποθέματα καυσίμων απολιθωμάτων των ΗΠΑ και του Καναδά. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο ήλιος αναμένεται να λάμπει τουλάχιστον για τα επόμενα 5 δισεκατομμύρια χρόνια, αυτά τα αποθέματα είναι ανανεώσιμα.

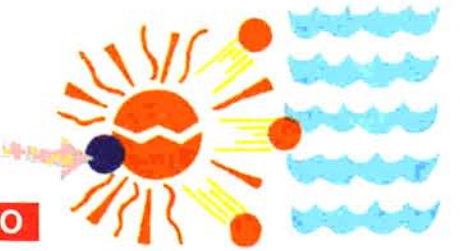
Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι ο ήλιος έχει ηλικία πάνω από 5 δισεκατομμύρια χρόνια. Σ' αυτό το χρονικό διάστημα μετατρέπει σε ακτινοβόλο ενέργεια τέσσερα εκατομμύρια τόνους ηλιακής ύλης ανά δευτερόλεπτο.

Μόνο ένα στα 2 δισεκατομμύρια από τις ακτίνες του ηλίου φθάνουν στη γη. Αυτό μπορεί να το καταλάβει κάποιος ευκολότερα, αν παρατηρήσει πόσο μικρότερη είναι η γη συγκρινόμενη με τον ήλιο (σχ. 10-2). Η ακτινοβολία διαδίδεται προς τα έξω από τον ήλιο προς όλες τις κατευθύνσεις, όπως ακριβώς το φως από ένα λαμπτήρα φωτισμού, όταν δεν έχει ειδικό ανακλαστήρα. Η γη συλλαμβάνει μόνο ένα μικρό μέρος της ενέργειας.



10

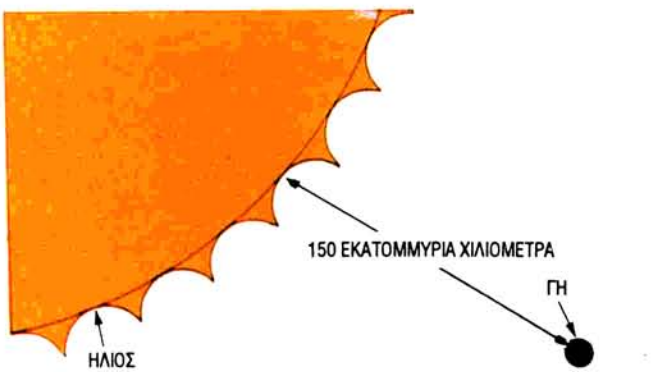
ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι πληροφορίες που δίνονται στο κεφάλαιο αυτό θα σας βοηθήσουν ώστε να:

- *Γνωρίσετε τη σύγχρονη θεωρία για την προέλευση του ηλίου και την εξήγηση της πηγής ενέργειάς του.*
- *Κατανοήσετε την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και εξηγήσετε πώς διαδίδεται στο χώρο.*
- *Καταγράψετε τα είδη ακτινοβολίας.*
- *Εξηγήσετε τους όρους: ηλιακή σταθερά Langley και θερμίδα.*
- *Γνωρίσετε τρόπους αποθηκεύσεως της ηλιακής ενέργειας.*
- *Δώσετε παραδείγματα του πώς χρησιμοποιείται η ηλιακή ενέργεια ως άμεση πηγή ενέργειας.*



Σχ. 10-1. *Ο ήλιος έχει 125 φορές το μέγεθος της γης. Αν ο ήλιος είχε διάμετρο 12 εκατοστά η γη θα είχε 1 εκατοστό.*

Όπως μάθατε στο κεφάλαιο 1, το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας προέρχεται είτε άμεσα είτε έμμεσα από τον ήλιο. Η ενέργεια από τον ήλιο λέγεται ηλιακή ενέργεια. Όμως, πολύ λίγη από αυτήν χρησιμοποιείται άμεσα. Να το πούμε απλά: είναι πολύ δύσκολο να συλλεχθεί το φως του ηλίου που είναι τόσο διεσπαρμένο. Ακόμη, είναι δαπανηρή η κατασκευή διατάξεων συλλογής και αξιοποιήσεως της ηλιακής ενέργειας.

Για να καταλάβετε τα προβλήματα συλλογής ηλιακών ακτινών χρειάζεται να μάθετε πιο πολλά για τη φύση του ηλίου. Επίσης, είναι χρήσιμο να καταλάβει κάποιος τη φύση της ***ακτινοβόλου ενέργειας*** (ακτινοβολίας). Αυτός είναι ο τρόπος, με τον οποίο ταξιδεύει η ηλιακή ενέργεια.

Ο ΗΛΙΟΣ

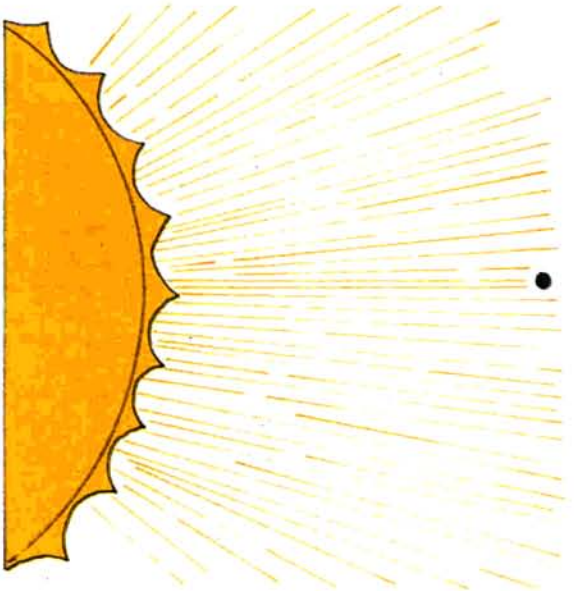
Ο ***ήλιος*** είναι ένα φωτοβόλο ουράνιο σώμα. Η γη και άλλοι πλανήτες περιφέρονται περί τον ήλιο και παίρνουν φως και θερμότητα από αυτόν. Η διάμετρος του ηλίου είναι 1.390.000 km, ενώ της γης είναι 11.085 km. Επειδή αποτελείται από υδρογόνο, έχει τη μισή τής πυκνότητας της γης και διπλάσια μάζα (σχ. 10-1).

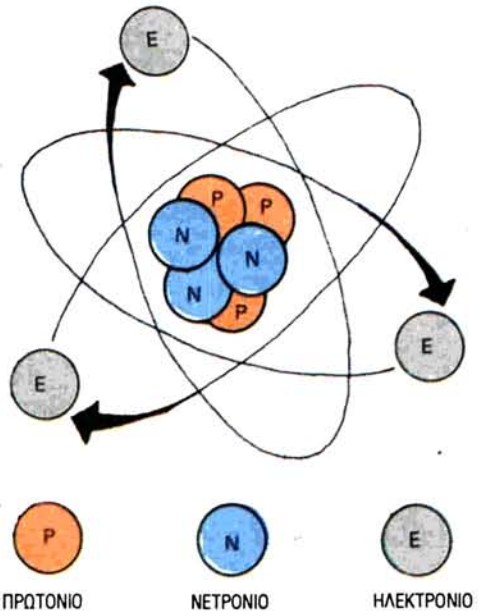
Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολείται από τον ήλιο προέρχονται από θερμοπυρηνικές αντιδράσεις, που συντελούνται στον πυρήνα του. Η θερμοκρασία στο κέντρο του ηλίου είναι 15.000.000°C. Στην επιφάνεια του ηλίου, η θερμοκρασία είναι 5500°C.

Από απόσταση περίπου 150 εκατομμυρίων km στο διάστημα, ο ήλιος λούζει τη γη με τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Είναι δύσκολο να φαντασθούμε πόση θερμότητα και φως παρέχει. Αν μπορούσε να συγκεντρωθεί το ηλιακό φως δύο ημερών επάνω στη γη, θα μπορούσε να δώσει περισσότερη ισχύ από ό,τι όλα τα αποθέματα καυσίμων απολιθωμάτων των ΗΠΑ και του Καναδά. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο ήλιος αναμένεται να λάμπει τουλάχιστον για τα επόμενα 5 δισεκατομμύρια χρόνια, αυτά τα αποθέματα είναι ανανεώσιμα.

Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι ο ήλιος έχει ηλικία πάνω από 5 δισεκατομμύρια χρόνια. Σ' αυτό το χρονικό διάστημα μετατρέπει σε ακτινοβόλο ενέργεια τέσσερα εκατομμύρια τόνους ηλιακής ύλης ανά δευτερόλεπτο.

Μόνο ένα στα 2 δισεκατομμύρια από τις ακτίνες του ηλίου φθάνουν στη γη. Αυτό μπορεί να το καταλάβει κάποιος ευκολότερα, αν παρατηρήσει πόσο μικρότερη είναι η γη συγκρινόμενη με τον ήλιο (σχ. 10-2). Η ακτινοβολία διαδίδεται προς τα έξω από τον ήλιο προς όλες τις κατευθύνσεις, όπως ακριβώς το φως από ένα λαμπτήρα φωτισμού, όταν δεν έχει ειδικό ανακλαστήρα. Η γη συλλαμβάνει μόνο ένα μικρό μέρος της ενέργειας.





Σχ. 10-3. *Το άτομο έχει έναν πυρήνα (στο κέντρο του) που αποτελείται από σωματίδια, που λέγονται πρωτόνια και νετρόνια. Γύρω από αυτόν τον πυρήνα περιστρέφονται συνεχώς πολλά ηλεκτρόνια.*

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΥΝΤΗΞΗ

Η ένωση των πυρήνων (των κέντρων) των ατόμων είναι αυτό που παράγει τη θερμότητα και το φως που εκπέμπει ο ήλιος. Η διαδικασία λέγεται ***πυρηνική σύντηξη.*** Το υδρογόνο στο εσωτερικό του ηλίου βρίσκεται υπό μεγάλη πίεση και άρα μεγάλη πυκνότητα. Επίσης, οι θερμοκρασίες είναι μεγάλες, οπότε οι πυρήνες υδρογόνου κινούνται με πολύ μεγάλες ταχύτητες. Συγκρούονται μεταξύ τους τόσο δυνατά, ώστε οι πυρήνες τους συντήκονται. Καθώς συμβαίνει αυτό, μικρό ποσοστό της μάζας τους μετατρέπεται σε ενέργεια. Η ενέργεια ανέρχεται στην επιφάνεια του αστέρα και ακτινοβολείται προς τα έξω.

ΠΩΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ Η ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Πώς γίνεται και η ηλιακή ενέργεια μπορεί να ταξιδεύει 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα στο διάστημα και να της απομένει αρκετή "δύναμη", ώστε να δίνει θερμότητα και φως στη γη; Η απάντηση βρίσκεται στον τρόπο που θερμότητα και φως πιστεύεται ότι ταξιδεύουν διά μέσου του κενού χώρου. Αυτή η θεωρία είναι γνωστή ως ***θεωρία ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.*** Γι' αυτήν έχετε διδαχθεί στο κεφάλαιο 1.

ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Η ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Όπως γνωρίζετε από το κεφάλαιο 1, το άτομο αποτελείται από ηλεκτρικώς φορτισμένα σωματίδια. Ένα συσσωμάτωμα από θετικώς φορτισμένα σωματίδια αποτελούν τον ***πυρήνα*** (το κέντρο). Τα πρωτόνια έλκουν αρνητικώς φορτισμένα σωματίδια που λέγονται ***ηλεκτρόνια,*** τα οποία κινούνται γύρω από τον πυρήνα (σχ. 10-3). Κατά την παλαιά θεωρία του Bohr (γνωρίζομε ότι δεν είναι ορθή) το άτομο μοιάζει με ένα μικροσκοπικό ηλιακό σύστημα. Τα ηλεκτρόνια κινούνται σε (περίπου) κυκλικές ή ελλειπτικές τροχιές περί τον πυρήνα, βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις από αυτόν (σχ. 10-4) και έχουν διαφορετικές στάθμες ενέργειας. Όταν κάποιο περιφερόμενο ηλεκτρόνιο μεταβαίνει από μια ενεργειακή στάθμη σε μία άλλη, τότε ανταλλάσσεται ενέργεια με το περιβάλλον του, δηλαδή εκπέμπεται ή απορροφάται ενέργεια. Μπορεί ακόμη ηλεκτρόνια να μεταβούν σε άλλα άτομα (σχ. 10-5).

ΠΩΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

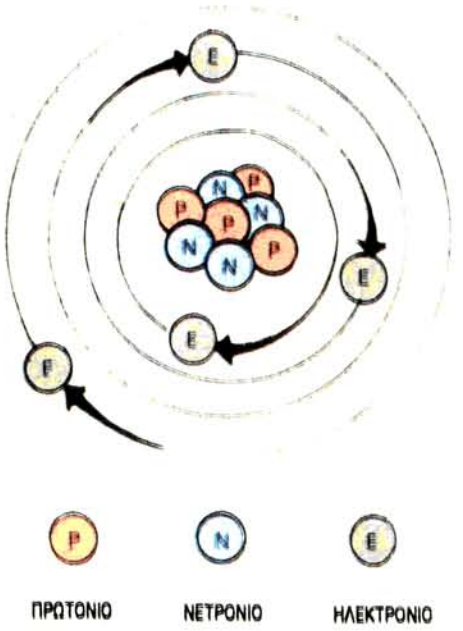
Η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, στην οποία μόλις αναφερθήκαμε, διαδίδεται ως ηλεκτρική και μαγνητική ενέργεια υπό μορφή κυμάτων. Τα κύματα έχουν διάφορα μήκη. Τα βραχέα κύματα έχουν μεγαλύτερες συχνότητες από ό,τι τα μακρά. Η συχνότητα είναι ο ρυθμός με τον οποίο τα κύματα φθάνουν στο δέκτη. Μπορείτε να φαντασθείτε το ηλεκτρομαγνητικό κύμα σαν μια κυματοειδή γραμμή, σαν μια σειρά από λόφους και κοιλάδες. Αυτό που διαφοροποιεί μεταξύ τους τα κύματα είναι το ***μήκος κύματος.*** Έτσι ονομάζεται η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών. Το σχήμα 10-6 εικονίζει ένα μικρό και ένα μεγάλο μήκος κύματος.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορεί να είναι αόρατα ή ορατά. Αυτό εξαρτάται από το μήκος κύματος (ή καλύτερα από τη συχνότητα). Τα διάφορα κύματα, των ο-

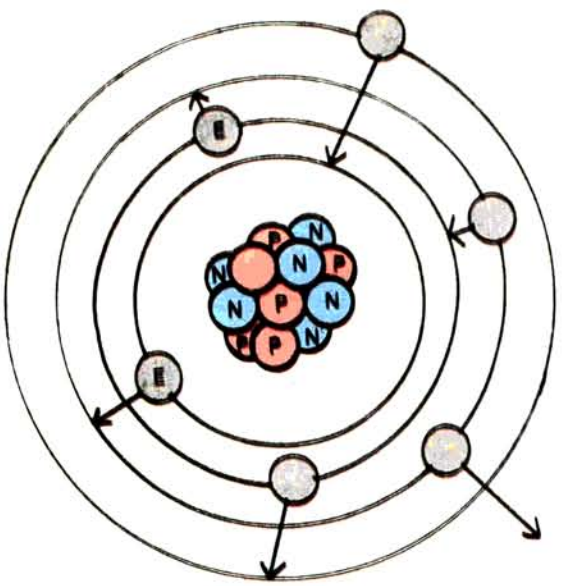
ποίων το μήκος ποικίλλει (από το βραχύτερο έως το μεγαλύτερο) είναι:

- Ακτίνες γάμμα. Έχουν μήκη κύματος περίπου ένα εκατοντάκις τρισεκατομμυριοστό του εκατοστομέτρου (1/100.000.000.000.000).
- Ακτίνες - Χ.
- Υπεριώδεις ακτίνες.
- Ορατές ακτίνες.
- Μικροκύματα.
- Ραδιοφωνικά κύματα.
- Ηλεκτρικά κύματα χαμηλών συχνοτήτων.

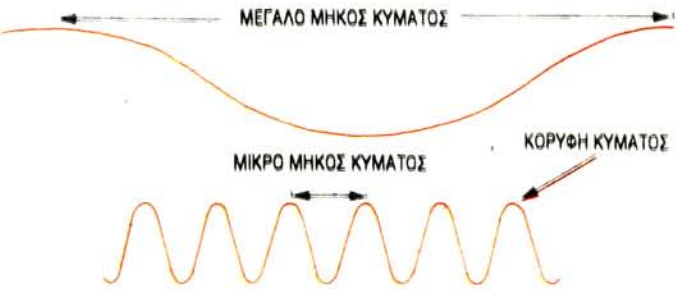
Όπως δείχνει το σχήμα 10-7, μερικά μήκη κύματος είναι πολύ μεγάλα. Άλλα είναι πολύ μικρά. Μπορείτε επίσης να παραλληλίσετε τη διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με τη διάδοση κυμάτων, που παράγονται στην επιφάνεια νερού, όταν πέσει μέσα σε αυτό ένα βότσαλο (σχ. 10-8). Οι ρυτιδώσεις της επιφάνειας του νερού, δηλαδή τα κύματα, απομακρύνονται από το ση-



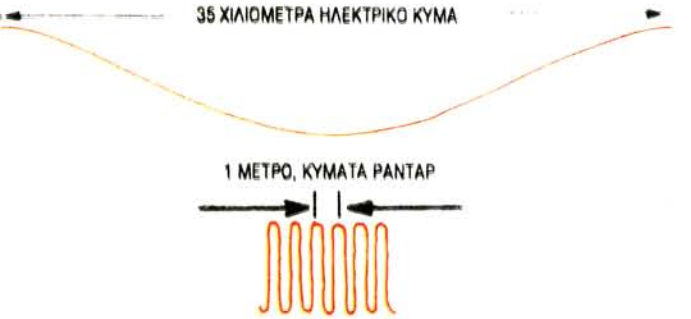
Σχ. 10-4. *Τα ηλεκτρόνια που κινούνται γύρω από τον πυρήνα δεν διαγράφουν ίδιες τροχιές και δεν απέχουν το ίδιο από τον πυρήνα.*



Σχ. 10-5. *Όταν περιφερόμενα ηλεκτρόνια μεταβαίνουν από μια ενεργειακή στάθμη σε άλλη, εκπέμπεται ή απορροφάται ενέργεια. Τέτοια είναι και η ηλιακή ενέργεια. Μερικά ηλεκτρόνια μπορεί ακόμη να ξεφύγουν από το άτομο και να προσκολληθούν σε άλλο άτομο.*



Σχ. 10-6. *Το μήκος κύματος ισούται με την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών ενός κύματος.*



Σχ. 10-7. *Το μεγαλύτερο μήκος κύματος ανήκει σε ηλεκτρικό κύμα και έχει μήκος 35 χιλιόμετρα ή και περισσότερο. Το μήκος κύματος του ραντάρ είναι μόνο 1 μέτρο.*



Σχ. 10-8. *Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ενέργειας διαδίδονται από την πηγή προς τα έξω, όπως γίνεται με τα υδατηρά κύματα (ρυτιδώσεις), που κινούνται απομακρυνόμενα από το σημείο, όπου έπεσε μια πέτρα.*

μείο, όπου έπεσε το βότσαλο, σε όλο και περισσότερο αυξανόμενους κύκλους. Τελικά, φθάνουν στην ακτή.

Η ενέργεια των ακτίνων σχετίζεται επίσης με τα μήκη κύματος. Όσο μικρότερο είναι το μήκος κύματος, τόσο πιο μεγάλη ενέργεια έχει η ακτινοβολία ανά πακέτο ενέργειας που λέγεται φωτόνιο (κβάντο ακτινοβολίας). Το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ενέργειας αποτελείται από μικρά μήκη κύματος. Σαράντα έξι τοις εκατό της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ορατό φως. Αυτά είναι τα μήκη κύματος, όπου είναι ευαίσθητο το ανθρώπινο μάτι. Σαράντα εννέα τοις εκατό είναι υπέρυθρη ακτινοβολία. Την αισθανόμαστε από τη θέρμανση που προκαλεί. Η υπόλοιπη ακτινοβολία του ηλίου αποτελείται από μήκη κύματος υπεριώδους. Αυτά τα κύματα έχουν μικρότερα μήκη κύματος από ό,τι το ορατό ιώδες φως. Όλα τα μήκη κύματος διαδίδονται στον κενό χώρο (στο διάστημα) με την ίδια ταχύτητα (ταχύτητα του φωτός).

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ

Χρησιμοποιούνται τρεις μονάδες για τη μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας:

- ***Langley*** (Λάνγκλεϊ). Ισούται με 1 θερμίδα (calorie) ανά τετραγωνικό εκατοστό (cm^2). Ισούται επίσης με 0,001163 Whr/cm^2 ή 4,18 J/cm^2.
- ***Θερμίδα*** (calorie). Σε αυτή βασίζεται η μονάδα μετρήσεως θερμότητας ανά επιφάνεια ($calorie/cm^2$).
- ***Watt***. Σε αυτό βασίζεται η μονάδα ισχύος ανά επιφάνεια (ενέργεια/χρόνος/επιφάνεια) : 1 $watt/m^2$.

ΗΛΙΑΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

Όπως αναφέραμε προηγουμένως, μόνο το ένα στα δύο δισεκατομμύρια της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τον ήλιο φθάνει στη γη. Παρ' όλα αυτά, πρόκειται για τεράστιο ποσό ενέργειας όπως προαναφέραμε.

Μπορούμε από μετρήσεις και εκτιμούμε το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που λαμβάνομε καθημερινά. Οι αριθμοί αυτοί είναι σημαντικοί για τη μελέτη της ηλιακής ενέργειας.

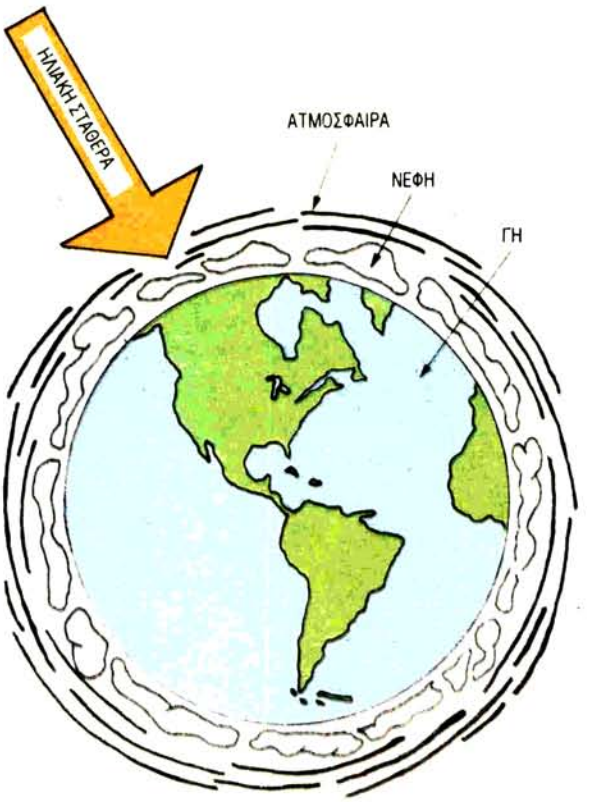
ΗΛΙΑΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ

Ο αριθμός με τον οποίο η ηλιακή ακτινοβολία φθάνει στα άνω όρια της ατμόσφαιρας έχει προσδιορισθεί και είναι 1,36 κιλοβάτ ανά τετραγωνικό μέτρο (kW/m^2).

Στην πραγματικότητα, ο ρυθμός αυτός μεταβάλλεται λίγο λόγω της ελλειπτικής τροχιάς της γης. Άλλοτε είναι 1,4 kW/m^2. Άλλοτε φθάνει χαμηλά, μέχρι 1,3 kW/m^2 (σχ. 10-9).

ΠΡΟΣΠΙΠΤΟΥΣΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η ***προσπίπτουσα ακτινοβολία*** είναι όρος που χαρακτηρίζει το ποσό της ισχύος ακτινοβολίας, που φθάνει στην επιφάνεια της γης σε δεδομένη στιγμή, ανά επιφάνεια. Μπορεί να εκφρασθεί σε μονάδες W/m^2.



Σχ. 10-9. *Η ηλιακή σταθερά δείχνει το συνολικό ποσό ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην ανώτατη ατμόσφαιρα της γης. Πόση από αυτή φθάνει στο έδαφος εξαρτάται από τα σύννεφα, τη διάχυση, το γεωγραφικό πλάτος και άλλες συνθήκες.*

Δεν υπάρχει κάποια σταθερή ποσότητα για αυτό το μέγεθος, όπως συμβαίνει με το αντίστοιχο μέγεθος που σχετίζεται με το άνω όριο της ατμόσφαιρας. Συμβαίνουν διάφορα πράγματα καθώς η ηλιακή ενέργεια εισέρχεται στην ατμόσφαιρα.

Μερικές ακτίνες σκεδάζονται από την ατμόσφαιρα, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτήν, και αποτελούν τη ***διάχυτη ακτινοβολία.*** Μόρια του αέρα, σκόνη, υδρατμοί και λεπτά στρώματα νεφών απορροφούν μέρος της ακτινοβολίας. Όποτε υπάρχει πυκνή νέφωση, όλη, εκτός της διάχυτης ακτινοβολίας, απορροφάται ή ανακλάται από τα σύννεφα (σχ. 10-10).

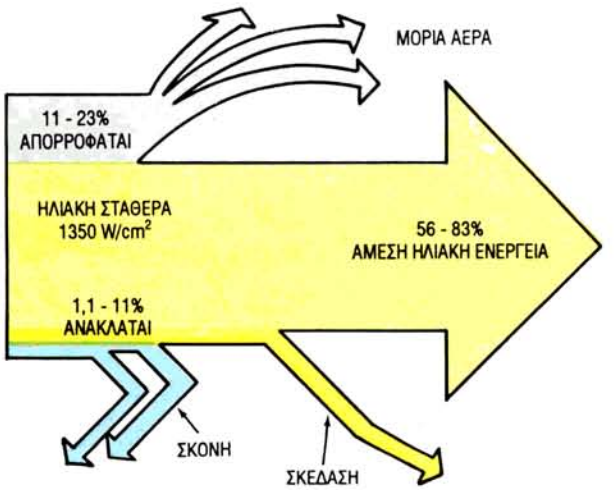
Σημαντικός παράγοντας είναι η γωνία των ακτίνων με το έδαφος. Αυτό εξαρτάται από την εποχή και το γεωγραφικό πλάτος. Όσο πιο λοξά πέφτουν οι ακτίνες, τόσο μικρότερο ποσό ακτινοβολίας φθάνει στο έδαφος ανά μονάδα χρόνου και μονάδα επιφάνειας εδάφους.

Περίπου το 15 τοις εκατό της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στη γη ανακλάται στην ατμόσφαιρα. Το 5,3 τοις εκατό απορροφάται από το έδαφος. Περίπου το 2 τοις εκατό απορροφάται από τα θαλάσσια φυτά, ενώ περίπου το 0,2 τοις εκατό απορροφάται από φυτά της ξηράς. Τεράστιες ποσότητες δαπανώνται κατά την εξάτμιση νερού, που ανέρχεται με τη μορφή υδρατμών στην ατμόσφαιρα.

Στις ΗΠΑ κατά μέσο όρο, που λαμβάνεται σε 24 ώρες, πέφτουν στην επιφάνεια της γης 177 W/m^2. Ένας συλλέκτης ενός τετραγωνικού μέτρου μπορεί να παράσχει αρκετή ισχύ, ώστε να λειτουργεί μια λάμπα των 200 W. Αυτή δεν φαίνεται αρκετά μεγάλη ισχύς αλλά είναι σημαντική.

Για 24 ώρες αυτό αντιστοιχεί σε κάτι περισσότερο από 3770 θερμίδες ανά τετραγωνικό μέτρο.

Η ηλιακή ενέργεια που δέχεται σε μια μέρα κάθε στρέμμα στις 48 κάτω πολιτείες των ΗΠΑ ισούται με 2,5 βαρέλια πετρελαίου. Αν πολλαπλασιάσομε επί 9240 εκατομμύρια στρέμματα για τις 48 συνεχόμενες πολιτείες προκύπτει ποσό ενέργειας περίπου ισοδύναμο με αυτό που παρέχουν 23 δισεκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου. Αυτό είναι σχεδόν τέσσερις φορές η κατανάλωση πετρελαίου σήμερα. Το σχήμα 10-11 παρουσιάζει την ακτινοβολία που δέχονται οι ΗΠΑ τους μήνες Ιανουάριο και Ιούλιο.



Σχ. 10-10. *Η ατμόσφαιρα της γης επενεργεί στην ηλιακή ενέργεια έτσι ώστε 17 με 44 τοις εκατό αυτής να μη φθάνει ποτέ στην επιφάνεια της γης.*

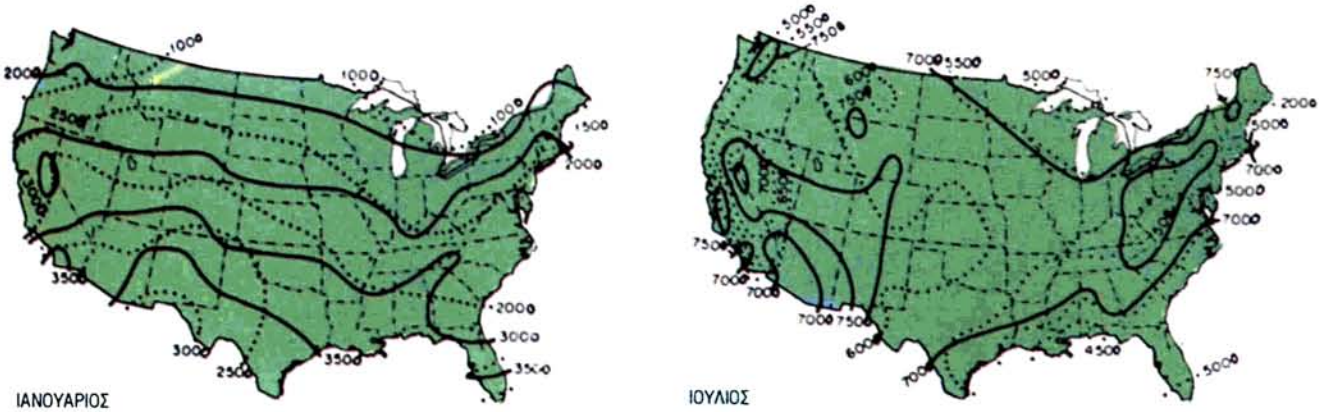
ΕΝΤΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Θυμάστε ότι στο κεφάλαιο 1 συζητήσαμε για τις απώλειες ενέργειας, που εκφράζονται με την έννοια της εντροπίας. Κάθε φορά που ενέργεια μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη χάνει μέρος της ικανότητάς της να παράγει έργο. Αυτό μειώνει την απόδοση του συστήματος παραγωγής ισχύος. Η άμεση ηλιακή ενέργεια έχει ένα προσόν: μετατρέπεται μία μόνο φορά από ενέργεια ακτινοβολίας σε χρήσιμη εσωτερική ενέργεια ή σε θερμότητα. Τα καύσιμα απολιθωμάτων πρέπει να περάσουν από πολλές διαφορετικές μετατροπές, πριν γίνουν χρησιμοποιήσιμο καύσιμο. Χρειάζονται πολλές επιπλέον μετατροπές για να μπορούν να παράγουν χρήσιμη ενέργεια.

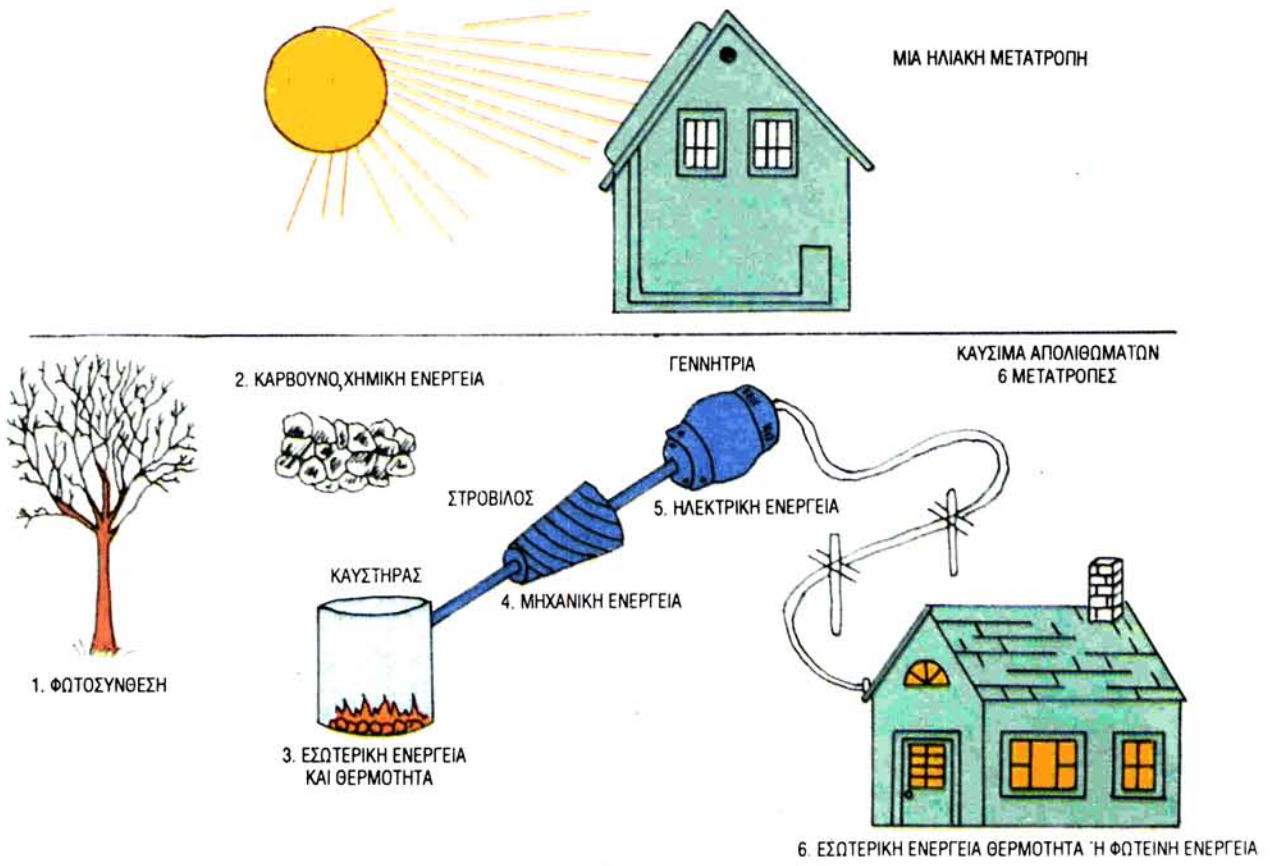
Παρατηρήστε το φως που εκπέμπεται από κάποιον ηλεκτρικό λαμπτήρα. Η ενέργεια για την παραγωγή φωτός ήταν αρχικώς ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετατράπηκε σε χημική μέσα σε φυτά. Όταν ξεράθηκαν τα φυτά και διασπάσθηκαν έγιναν κάρβουνο. Το κάρβουνο δίνει την ενέργειά του εκλύοντας στο περιβάλλον θερμότητα, όταν καίγεται. Η θερμότητα παράγει ατμό, που κινεί στροβίλους. Η μηχανική ενέργεια του στροβίλου κινεί γεννήτρια, που παράγει ηλεκτρική ισχύ. Η ηλεκτρική ισχύς διανέμεται στον καταναλωτή, όπου μετατρέπεται σε φως, εσωτερική ενέργεια και στη συνέχεια σε θερμότητα, καθώς και σε μηχανική ενέργεια. Συνολικά σημειώθηκαν έξι μετατροπές, ξεκινώντας από την ηλιακή ενέργεια, πηγαίνοντας στο καύσιμο απολιθωμάτων και καταλήγοντας στο φως της ηλεκτρικής λάμπας (σχ. 10-12). Η απόδοση του συστήματος, που έχει υποστεί τόσες πολλές μετατροπές, είναι πολύ χαμηλή.

ΗΛΙΑΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΗ

Μεγάλες ποσότητες ηλιακής ενέργειας απορροφώνται από τη γη διά μέσου φυσικών συστημάτων. Μέρος αυτής αποθηκεύεται για μικρές μόνο χρονικές περιόδους. Παραδείγματα αυτού του είδους είναι η ακτινοβο-



Σχ. 10-11. *Η προσπίπτουσα ισχύς στην επιφάνεια της γης στις ΗΠΑ ανά μονάδα επιφάνειας για τον Ιανουάριο και για τον Ιούλιο. Οι περιοχές ίσης ημερήσιας ηλιακής ενέργειας (τις ημέρες ηλιοφάνειας) παρουσιάζονται με συνεχείς γραμμές. Οι διακεκομμένες γραμμές συμβολίζουν συνολικές ποσότητες ίσης ενέργειας τις νεφοσκεπείς ημέρες. Αυτές εκφράζονται σε χιλιοθερμίδες.*



Σχ. 10-12. *Η ηλιακή ενέργεια είναι πολύ αποδοτική, διότι μετατρέπεται από ενέργεια ακτινοβολίας απευθείας σε εσωτερική ενέργεια. Η ενέργεια από καύσιμα απολιθωμάτων μπορεί να περάσει από έξι το πολύ μετατροπές, για να δώσει εσωτερική ενέργεια ή φως.*

λία που αποθηκεύεται υπό μορφή εσωτερικής (θερμοδυναμικής) ενέργειας στη μάζα της γης, δηλαδή στο χώμα και στα πετρώματα. Οι μεγάλες ποσότητες νερού επίσης δρουν ως αποθήκες. Το νερό δέχεται και αποθηκεύει την ενέργεια υπό μορφή εσωτερικής ενέργειας.

Άλλος τύπος αποθηκεύσεως είναι η δέσμευση ηλιακής ενέργειας από τα φυτά. Ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται στις φυτικές ίνες. Μερικά φυτά αποτελούν τροφή και πηγή ενέργειας για ζώα και ανθρώπους. Διάφορα δένδρα περιέχουν ξυλεία για καύση. Όπως μάθατε κατά τη μελέτη των καυσίμων απολιθωμάτων, μεγάλο ποσό ενέργειας είναι αποθηκευμένο υπογείως υπό μορφή στερεού και υγρού κάρβουνου.

ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η ενέργεια ακτινοβολίας διασχίζει εκατομμύρια χιλιόμετρα διαστημικού χώρου χωρίς ουσιώδη επίπτωση στο σχεδόν κενό διάστημα. Όταν "χτυπήσει" κάποιο υλικό, μπορεί να συμβούν τρία πράγματα.

- Το υλικό μπορεί να απορροφήσει την ενέργεια και να τη μετατρέψει σε εσωτερική (δηλ., θερμοδυναμική) ενέργεια (σχ. 10-13).
- Η επιφάνεια του υλικού μπορεί να ανακλάσει την ακτινοβολία στον αέρα (σχ. 10-14).
- Το υλικό μπορεί να επιτρέψει στην ακτινοβολία να διέλθει διά αυτού και να περάσει στο γύρω χώρο ή σε κάποιο άλλο αντικείμενο (σχ. 10-15).

Όταν ένα υλικό απορροφήσει την ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται, η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε εσωτερική (δηλ. θερμοδυναμική) και το σώμα μπορεί να μεταβιβάσει στο περιβάλλον του θερμότητα. Τα μόρια του υλικού κινούνται (ατάκτως) γρηγορότερα και η θερμοκρασία του αυξάνεται.

ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

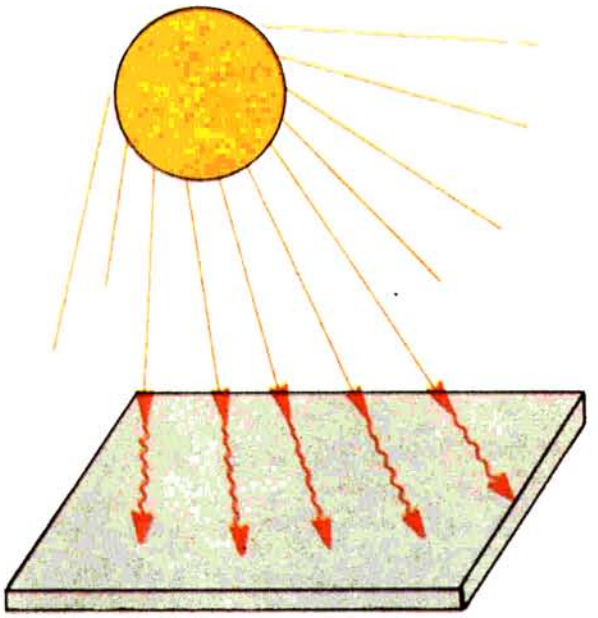
Καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία κάποιου υλικού, μέρος της ενέργειάς του διαδίδεται (διάδοση θερμότητας) στο περιβάλλον του. Είναι σημαντικό να θυμάστε τι μάθατε προηγουμένως. Δεν μεταβιβάζεται θερμότητα, κανονικά, από ψυχρά σε θερμότερα σώματα.

Αντιθέτως, πάντοτε θερμότητα μεταβιβάζεται από θερμό σώμα προς το ψυχρό περιβάλλον του. Αυτή η μεταβίβαση θα συνεχισθεί μέχρις ότου η θερμοκρασία του ψυχρότερου υλικού γίνει ίση με αυτήν του περιβάλλοντος. Τότε λέμε ότι το υλικό έχει φθάσει σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον. Θερμότητα είναι η μεταφερόμενη ενέργεια λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Ένα (θερμό) σώμα έχει εσωτερική ή θερμοδυναμική ενέρ-

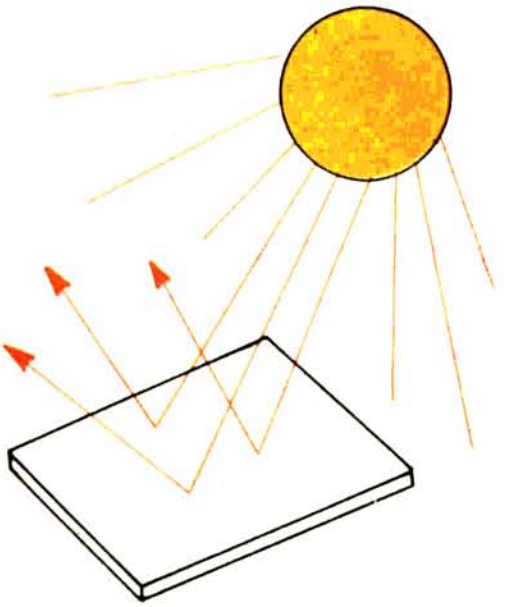
γεια. Η μεταβίβαση θερμότητας γίνεται με τρεις φυσικούς τρόπους, που συζητήθηκαν στο κεφάλαιο 1: με αγωγή, με μεταφορά (δηλ. με ρεύματα) και με ακτινοβολία. Αυτές οι διαδικασίες είναι σημαντικές για τη λειτουργία συστημάτων, που χρησιμοποιούν την ενέργεια από τον ήλιο.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

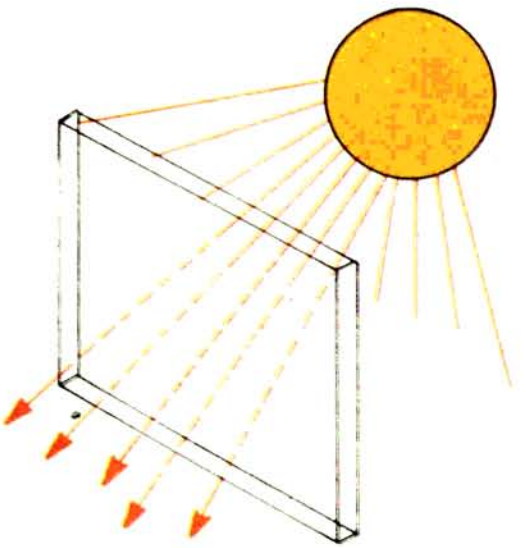
Υλικά που επιτρέπουν να διέλθουν μέσω αυτών όλες, ή σχεδόν όλες, οι ορατές ακτίνες που πέφτουν επάνω τους λέγονται διαφανή. Το γυαλί είναι ένα παράδειγμα. Υλικά που είναι διαφανή σε ορατό φως δεν είναι διαφανή κατ' ανάγκη σε κύματα της θερμικής ακτινοβολίας. Το γυαλί απορροφά σχεδόν όλη τη θερμική ακτινοβολία. Όταν ηλιακό φως διέλθει διά μέσου γυαλιού και απορροφηθεί από σώματα, που βρίσκονται μέσα στον κλειστό χώρο που περιβάλλεται από το γυαλί, η θερμική ενέργεια που ακτινοβολείται από το εσωτερικό δεν περνά εύκολα από το γυαλί (σχ. 10-16). Αυτή η παγίδευση



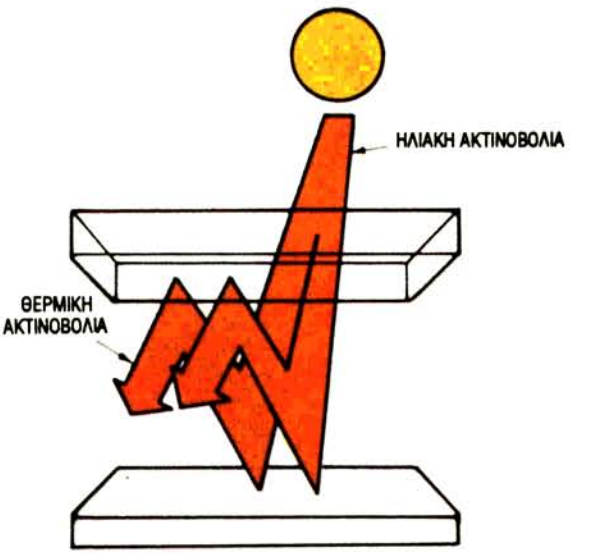
Σχ. 10-13. *Σκούρες επιφάνειες που είναι τραχειές απορροφούν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία.*



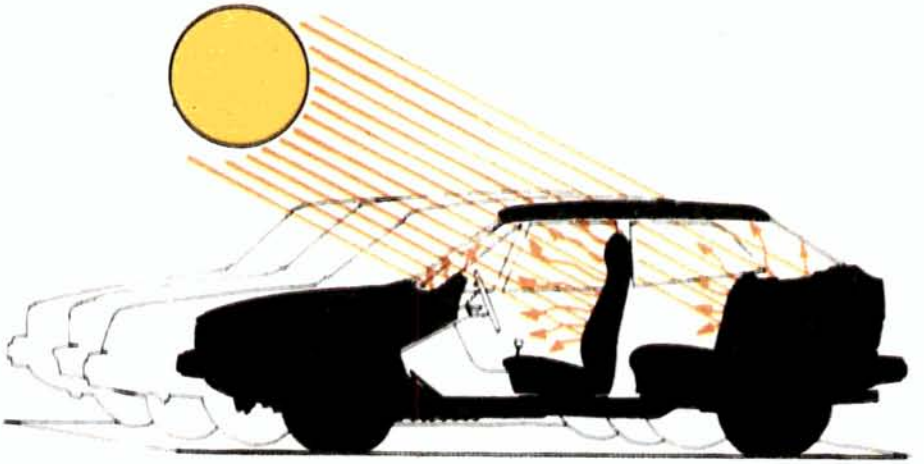
Σχ. 10-14. *Λείες, γυαλιστερές επιφάνειες ανακλούν περισσότερη ηλιακή ενέργεια από ό,τι σκούρες ή τραχειές επιφάνειες.*



Σχ. 10-15. *Διαφανή υλικά επιτρέπουν σε ηλιακό φως να περάσει δι' αυτών.*



Σχ. 10-16. *Η ηλιακή ακτινοβολία διέρχεται εύκολα από το γυαλί. Όμως στο εσωτερικό υπάρχει κυρίως θερμική ακτινοβολία, που έχει μεγαλύτερα μήκη κύματος και δεν διέρχεται εύκολα από το γυαλί· έτσι, παγιδεύεται στον εσωτερικό χώρο που περικλείεται από τις γυάλινες επιφάνειες.*



Σχ. 10-17. Στο φαινόμενο θερμοκηπίου (παγιδευμένη ακτινοβολία) οφείλεται η θέρμανση αυτοκινήτων και οικιών κατά τρόπο φυσικό από το ηλιακό φως.

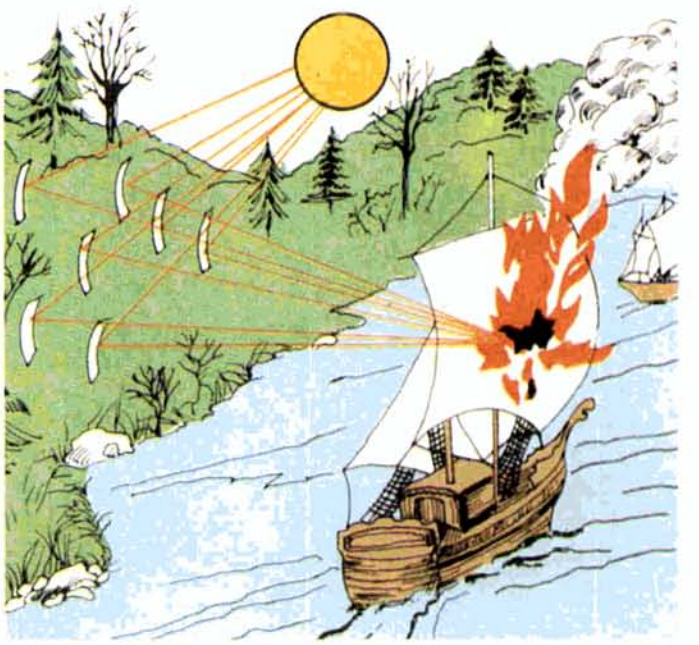
θερμικής ακτινοβολίας λέγεται ***φαινόμενο θερμοκηπίου.*** Έχετε ίσως αισθανθεί τα αποτελέσματα του φαινομένου του θερμοκηπίου, όταν κάποιο αυτοκίνητο αφήνεται στον ήλιο μερικές ώρες. Το εσωτερικό του γίνεται πολύ πιο ζεστό από ό,τι ο αέρας έξω από αυτό (σχ. 10-17).

Γυαλισμένες ή αστραφτερές επιφάνειες ανακλούν ηλιακή ακτινοβολία σε μεγάλο βαθμό. Επιφάνειες με ανοικτά χρώματα επίσης τείνουν να ανακλούν μέρος της ακτινοβολίας. Η οροφή ενός σπιτιού, για παράδειγμα, με ανοικτό χρώμα δεν απορροφά τόσο πολύ ηλιακό φως όσο μία με σκούρο χρώμα. Τείνει να ανακλά την ηλιακή ακτινοβολία στην ατμόσφαιρα.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ

Οι προσπάθειες χρήσεως της ακτινοβολίας του ηλίου για άμεση θέρμανση χώρων και κίνηση μηχανών δεν είναι καινούργιες. Σχεδόν 2200 χρόνια πριν, ο αρχαίος Έλληνας μαθηματικός Αρχιμήδης, λέγεται ότι έκαψε τα πλοία των επιτιθεμένων Ρωμαίων στις Συρακούσες. Σύμφωνα με μια παραλλαγή της ιστορίας αυτής ο Αρχιμήδης, για να πετύχει το σκοπό του, χρησιμοποίησε ένα μεγάλο εξαγωνικό καθρέπτη, που συγκέντρωνε τις ακτίνες του ηλίου στα πανιά των πλοίων. Κατά μια άλλη παραλλαγή, τοποθέτησε στρατιώτες στη σειρά, οι οποίοι κρατούσαν γυαλιστερές ασπίδες. Είναι προφανές ότι αυτό δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με ασπίδες, που ήταν κυρτές. Είναι αδύνατον να συγκεντρωθούν οι ηλιακές ακτίνες τόσο, ώστε να προκαλέσουν ανάφλεξη.

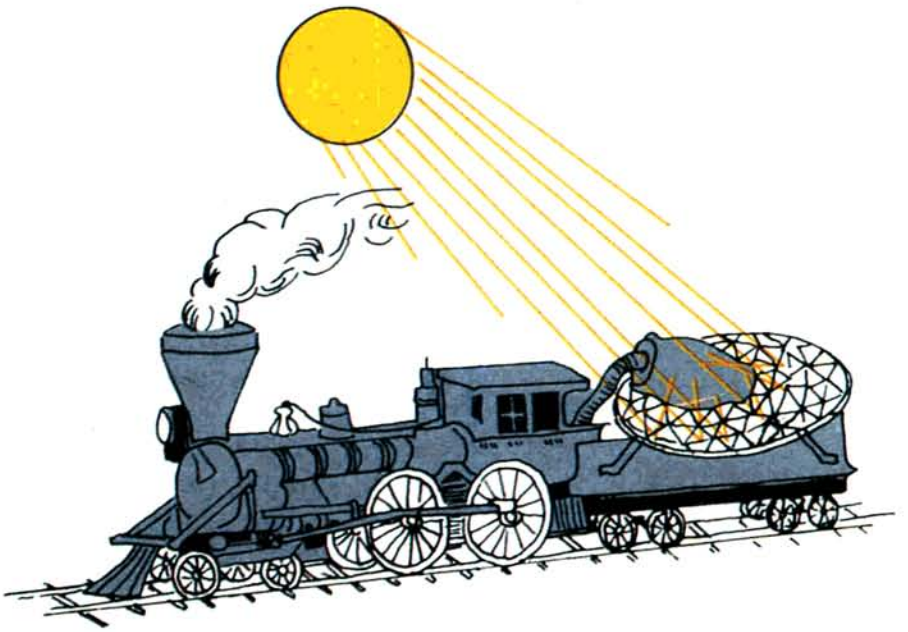
Ένας ειδικός πιστεύει, ότι θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με ένα πλήθος από κάτοπτρα, που τα κρατούσαν στα χέρια, ήταν πολύ γυαλισμένα και έτσι τοποθετημένα, ώστε όλα να κατευθύνουν τις ακτίνες σε ένα μοναδικό στόχο (σχ. 10-18).



Σχ. 10-18. Λέγεται ότι οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποίησαν τον ήλιο, για να κάψουν τα πλοία των Ρωμαίων, που πολιόρκησαν τις Συρακούσες σχεδόν 2200 χρόνια πριν.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΑΤΜΟ

Μερικοί από τους πρωτοπόρους εφευρέτες ήλπιζαν να πάρουν κάτι περισσότερο από θέρμανση απευθείας από τον ήλιο. Προσπάθησαν να χρησιμοποιήσουν την ηλιακή ακτινοβολία, για να κινήσουν ατμομηχανές. Μεταξύ των πρώτων που πειραματίζονταν για την παραγωγή ατμού με τη βοήθεια του ηλίου ήταν, στις ΗΠΑ, ο John Ericsson, ο σχεδιαστής του πολεμικού πλοίου Monitor. Το 1868 άρχισε να πειραματίζεται με νερό θερμαινόμενο με ηλιακή ενέργεια. Κατόπιν στράφηκε στο θερμαινόμενο αέρα, διότι ο ζεστός αέρας είναι ευκολό-



Σχ. 10-19. *Η ηλιακή μηχανή του Eneα είχε έναν ηλιακό συλλέκτη με σχήμα αναποδογυρισμένου αλεξηλίου (ομπρέλας). Ένας λέβητας βρίσκονταν ακριβώς εκεί όπου θα ήταν το χέρι του αλεξηλίου. Ένας εύκαμπτος σωλήνας μετέφερε τον ατμό στη μηχανή.*

τερο να περιορισθεί και είναι λιγότερο επικίνδυνος. Κατασκεύασε τη μεγαλύτερη ηλιακή μηχανή για την εποχή εκείνη. Είχε συλλέκτες με εμβαδόν περίπου 18 m^2 και ανέπτυσε ισχύ σχεδόν 2 ίππων (hp).

Εν τω μεταξύ, παρόμοιες ηλιακές μηχανές κατασκευάζονταν στην Ινδία και στη Γαλλία. Στα 1901, ο A.G. Eneas σχεδίασε έναν παραβολικό συλλέκτη (σχ. 10-19) που κατηύθυνε ανακλώμενο ηλιακό φως σε ένα λέβητα. Δημοσίευμα εφημερίδας της εποχής αναφέρει τα ακόλουθα: "... έχει τη μορφή τεράστιας ομπρέλας, ανοιγμένης και ανεστραμμένης με τέτοια γωνία, ώστε να εκμεταλλεύεται πλήρως τις ακτίνες του ηλίου, έχοντας μικρούς καθρέπτες τοποθετημένους στην εσωτερική επιφάνεια. Ο λέβητας (της μηχανής) που έχει μήκος δεκατρία πόδια και τρεις ίντσες (περίπου 4 μέτρα), βρίσκεται εκεί που θα ήταν το χέρι της ομπρέλας... Από το λέβητα, ένας εύκαμπτος μεταλλικός σωλήνας κατευθύνεται στο βαγόνι της μηχανής που βρίσκεται δίπλα".

Στις αρχές του 20ου αιώνα αναζωπυρώθηκε το ενδιαφέρον για την παραγωγή ατμού με τη βοήθεια του ηλίου. Οι H.E. Wilsie και John Boyle, Jr, πειραματίζονταν με διάφορους σχεδιασμούς. Χρησιμοποιήθηκαν αμμωνία, αιθέρες και διοξείδιο του θείου για την παραγωγή ατμού σε χαμηλότερη θερμοκρασία βρασμού. Οι δύο εφευρέτες σχεδίασαν και κατασκεύασαν μηχανές ισχύος 15 με 20 ίππων και επεξεργάσθηκαν μεθόδους αποθηκεύσεως ηλιακής ενέργειας συλλεγόμενης από συλλέκτη, για να χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τις ανάγκες. Η προσπάθειά τους δεν οδήγησε πουθενά. Οι ηλιακές μηχανές, κόστους 164 δολαρίων ανά ίππο (hp), δεν ήταν τόσο φθηνές όσο οι συμβατικές ατμομηχανές.

Το 1911, ο Frank Shuman δοκίμασε μια μηχανή 100 hp (74,6 kW) με χαμηλή πίεση ατμού, που θερμαίνονταν με τη βοήθεια 92.000 dm^2 κυλινδρικής παραβολικής επιφάνειας καλυμμένης με ανακλαστήρες. Αργότερα, με τη βοήθεια του καθηγητή Πανεπιστημίου E.C. Boys, μετέφερε τη μηχανή στην Αίγυπτο, με σκοπό να τη χρησιμοποιήσει για άρδευση. Κατασκεύασε επτά επιπλέον τέτοιες επιφάνειες, καθεμιά από τις οποίες είχε εμβαδόν μεγαλύτερο από 125.000 dm^2. Το σύστημα δούλεψε, αναπτύσσοντας ισχύ 50 με 60 hp (37 με 48 kW). Εγκαταλείφθηκε, όμως, κατά τον πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, διότι η ανθρώπινη εργασία ήταν φθηνότερη.

Στα επόμενα 60 χρόνια έγινε πολύ μικρή προσπάθεια, για να βρεθούν τρόποι χρησιμοποιήσεως της ηλιακής ενέργειας. Το αέριο και το πετρέλαιο ήταν τόσο φθηνά, ώστε πολύ λίγοι ενδιαφέρονταν. Υπήρχαν εντούτοις μερικές αξιοσημείωτες προσπάθειες. Κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, ο στρατός των ΗΠΑ χρησιμοποίησε ένα μικρό ηλιακό αποστακτήρα. Αναπτύχθηκε, για να αφαλατώνει (να αφαιρεί το αλάτι από) μικρές ποσότητες θαλάσσιου νερού και να καθαρίζει μολυσμένο νερό.

Στις νότιες πολιτείες των ΗΠΑ ήταν κοινή η χρήση απλών ηλιακών θερμαντήρων (ηλιακών θερμοσιφώνων) μέχρι περίπου το 1940. Και εδώ, το χαμηλό κόστος των καυσίμων απολιθωμάτων ήταν η αιτία της περιορισμένης χρήσεως αυτών των συσκευών.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αποθηκευθεί με πολλούς τρόπους, για να χρησιμοποιηθεί αργότερα. Όλα τα συστήματα ηλιακής ενέργειας στηρίζονται στην παγίδευση και συγκράτηση της ενέργειας μέσα σε ύλη για κάποια χρονική περίοδο.

Ένας τρόπος να γίνει αυτό είναι να εκτεθεί στον ήλιο ένα μεγάλο κομμάτι ύλης, όπου μπορεί να θερμανθεί. Ένας άλλος τρόπος είναι η μεταφορά ζεστού αέρα στο υλικό. Ένας τρίτος είναι να μετατραπεί η ακτινοβολία του ηλίου σε ηλεκτρισμό. Όλα αυτά τα συστήματα θα συζητηθούν αργότερα.

Μερικά υλικά μπορούν να αποθηκεύουν περισσότερη ενέργεια από ό,τι άλλα. Αυτά τα υλικά έχουν μεγάλες ειδικές θερμότητες (θερμοχωρητικότητες). Επομένως, είναι περισσότερο κατάλληλα για αποθήκευση ενέργειας.

ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Η ικανότητα ενός υλικού να απορροφά θερμότητα, χαρακτηρίζεται από την ***ειδική θερμότητά του*** (ειδική θερμοχωρητικότητα). Αριθμητικά ισούται με τη θερμότητα σε θερμίδες ή σε joule, που πρέπει να απορροφήσει μια ουσία με μάζα ενός γραμμαρίου ή ενός χιλιογράμμου, για να ανέβει η θερμοκρασία του κατά 1 kelvin (δηλαδή 1°C).

Για τις περιπτώσεις κτηρίων όμως, η ποσότητα της ύλης δίνεται σε μονάδα όγκου, όπως cm^3 ή m^3. Τότε οι ειδικές θερμότητες αναφέρονται σε όγκο (ανά μονάδα όγκου). Οι ειδικές θερμότητες στην περίπτωση αυτή λέγονται ***ειδικές θερμότητες όγκου.***

Η μετατροπή από τη συνήθη ειδική θερμότητα (ανά μονάδα μάζας) σε ειδική θερμότητα όγκου επιτυγχάνεται πολλαπλασιάζοντας την πρώτη επί την πυκνότητα του υλικού. Φυσικά χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες μονάδες. Στο σχήμα 10-20 παρουσιάζονται οι ειδικές θερμότητες, οι πυκνότητες και οι ειδικές θερμότητες όγκου για το νερό και μερικά συνήθη δομικά υλικά.

Υλικό	Ειδική θερμότητα (J/kg/K)	Πυκνότητα (kg/m³)	Ειδική θερμότητα όγκου (J/m³/K)
Νερό	4,19	1×10^3	$4,19 \times 10^3$
Σκυρόδεμα	1,13	$2,2 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$
Τούβλο	0,84	$2,2 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
Γύψος	1,09	$1,2 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$
Μάρμαρο	0,88	$2,9 \times 10^3$	$2,6 \times 10^3$
Άσφαλτος	0,92	$2,1 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$
Άμμος	0,80	$1,5 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$
Ξύλο πεύκου	2,81	$0,43 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$
Αέρας (24°C)	1,01	1,20	1,2

Σχ. 10-20. *Ειδική θερμότητα και ειδική θερμότητα όγκου για μερικά δομικά υλικά και για το νερό. Το νερό είναι από τα καλύτερα υλικά για "αποθήκευση" ενέργειας (εσωτερική ενέργεια) (HUD).*

Πρόβλημα: Κάποιο δομικό υλικό έχει ειδική θερμότητα (μάζας) 1,13 J/kg/K και πυκνότητα $2,1 \times 10^3$ kg/m³. Πόση είναι η ειδική θερμότητα όγκου;

$1,13 \times 2,1 \times 10^3$ J/m³/K = $2,4 \times 10^3$ J/m³/K.

Το πώς αποθηκεύεται ηλιακή ενέργεια, για να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση οικιών εξαρτάται από το είδος του συστήματος που χρησιμοποιείται για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι, σκυρόδεμα, μπλοκ από σκυρόδεμα, νερό, κεραμικές πλάκες, ξύλο, πέτρες και αέρας. Άλλα υλικά που υπόσχονται πολλά είναι διάφορα άλατα των οποίων μπορούμε να επιτύχομε τη μεταβολή από τη στερεά στην υγρή κατάσταση. Λέγονται ***υλικά μεταβαλλόμενης καταστάσεως*** ή ***υλικά μεταβαλλόμενης φάσεως.***

Όταν άλατα, όπως το ένυδρο θειικό νάτριο (με δέκα μέρη νερού) θερμαίνονται, μεταβάλλονται σε υγρό, σε θερμοκρασίες γύρω στους 32°C. Όταν ψυχθούν, μετατρέπονται ξανά σε στερεά. Κατά τη διαδικασία της ρευστοποιήσεως και στερεοποιήσεως τα άλατα μπορούν να συλλέξουν και μετά να ελευθερώσουν μεγάλες ποσότητες θερμότητας. Έτσι, μικρή ποσότητα αλάτων μπορεί να αποθηκεύσει μεγάλες ποσότητες θερμότητας υπό μορφή εσωτερικής ενέργειας.

ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΤΗΡΙΩΝ

Μία ηλιόλουστη μέρα, στην επιφάνεια της γης παρέχονται $2,3 \times 10^3$ kJ ακτινοβόλου ενέργειας ανά m^2. Αυτή η ακτινοβολία αντιστοιχεί σε αρκετή ενέργεια, ώστε να θερμαίνει κτήρια.

Χρησιμοποιούνται δύο ηλιακά συστήματα θερμάνσεως:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα.
- Ενεργητικά ηλιακά συστήματα.

ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

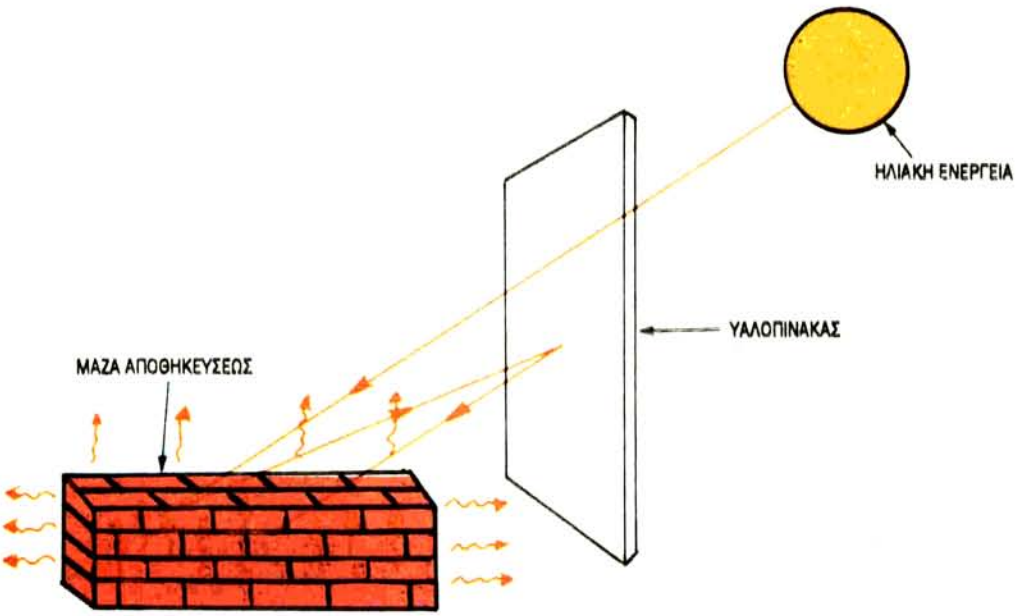
Τα παθητικά συστήματα δεν έχουν κινούμενα μέρη. Συλλέγουν ηλιακή ενέργεια και τη μεταφέρουν ως θερμότητα μέσα στο σπίτι χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων, όπως ανεμιστήρες, κινητήρες ή αντλίες. Η θερμότητα ρέει με ακτινοβολία, με αγωγή και διά ρευμάτων.

Δύο πράγματα είναι αναγκαία για τα παθητικά ηλιακά συστήματα:

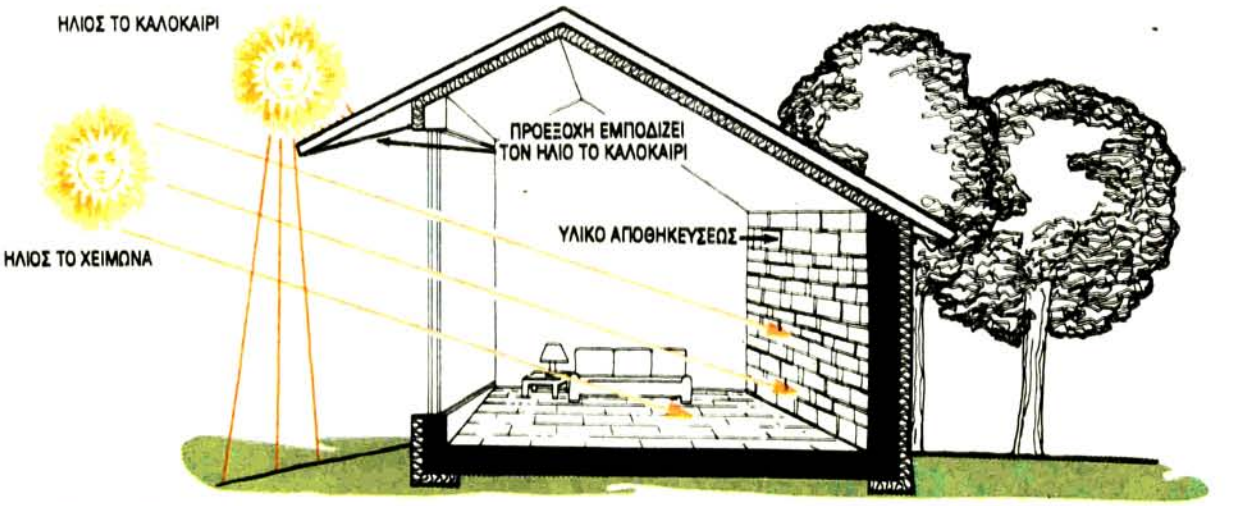
- Υαλοπίνακες, διά των οποίων διέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι παγιδεύεται η θερμότητα (ακτινοβολία) και εμποδίζεται η ανάκλασή της στην ατμόσφαιρα.
- Ένα υλικό, που θα απορροφήσει τη θερμότητα θα την αποθηκεύσει ως θερμοδυναμική (εσωτερική) ενέργεια και τέλος θα τη διοχετεύσει διά ακτινοβολίας στον αέρα, στο εσωτερικό του κτηρίου. Το σχήμα 10-21 παρουσιάζει τα βασικά στοιχεία του παθητικού συστήματος.

Υπάρχουν πολλά είδη παθητικών συστημάτων. Τα περισσότερα έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό. Τα στοιχεία του συστήματος είναι τμήματα του ίδιου του κτηρίου.

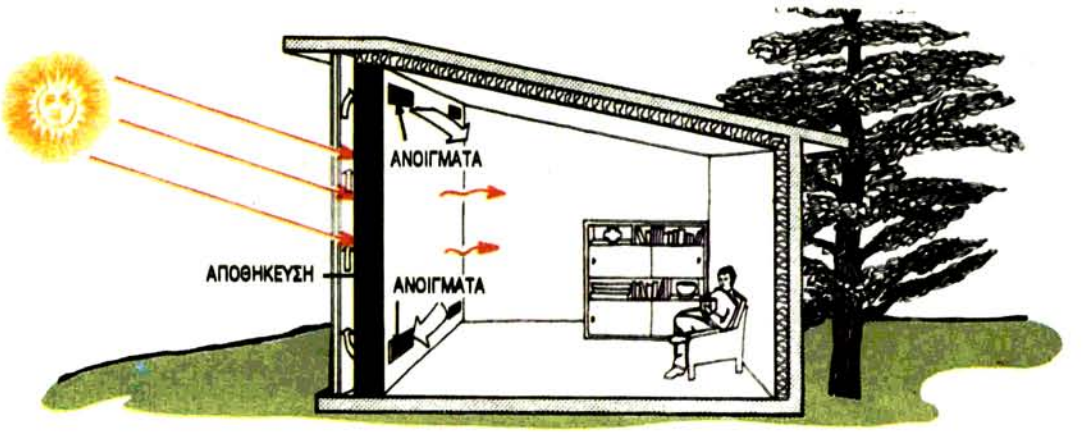
Το απλούστερο και λιγότερο δαπανηρό είναι το ***ηλιακό σύστημα θερμάνσεως άμεσης δράσεως.*** Ο θερμαινόμενος χώρος δέχεται άμεσα την ακτινοβολία του ηλίου (σχ. 10-22). Ακτινοβολία, διερχόμενη διά μέσου μεγάλων παραθύρων με υαλοπίνακες, που "βλέπουν" προς



Σχ. 10-21. *Η παθητική ηλιακή θέρμανση επιτυγχάνεται, όταν ο ήλιος "φωτίζει" μέσα από υαλοπίνακα ένα χώρο, οπότε η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται σε κάποιο υλικό, όπως είναι οι πλάκες του πατώματος του δωματίου.*



Σχ. 10-22. *Σε ηλιακό σύστημα άμεσης δράσεως, ηλιακή θερμότητα συλλέγεται και αποθηκεύεται ως εσωτερική ενέργεια άμεσα στο λειτουργικό χώρο του κτηρίου.*



Σχ. 10-23. *Σε ένα σύστημα έμμεσης δράσεως αποθηκεύεται ενέργεια σε κάποιο είδος μάζας πριν να εισαχθεί στο χώρο χρήσεως. Εδώ ένας τοίχος Trombe (από δομικά υλικά) έχει τοποθετηθεί αμέσως πίσω από τον υαλοπίνακα.*

το νοτιά, πέφτει στα πατώματα ή/και στους τοίχους. Αυτά τα τμήματα του σπιτιού πρέπει να είναι κατασκευασμένα από υλικά ενδεδειγμένα για την αποθήκευση ενέργειας (θερμοδυναμικής). Δομικά υλικά που ενδείκνυνται για το σκοπό αυτό είναι το σκυρόδεμα, τα τούβλα, η πέτρα και οι πλίνθοι (που έχουν ψηθεί στον ήλιο). Ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στη σκούρα επιφάνεια του δομικού υλικού που έχει μεγάλο πάχος. Η ακτινοβολία απορροφάται και το σώμα ζεσταίνεται. Η εσωτερική του ενέργεια αυξάνεται. Καθώς το δωμάτιο θα ψύχεται, η ενέργεια που αποθηκεύθηκε θα μειώνεται. Θυμηθείτε ότι έχομε φυσική ροή θερμότητας από ζεστό σε ψυχρό σώμα. Σύμφωνα με αυτήν την αρχή, τα θερμανθέντα άμεσα από τον ήλιο δομικά υλικά διαδίδουν θερμότητα προς τον ψυχρότερο από αυτά αέρα. Συνήθως, το πάχος τέτοιων τοίχων και πατωμάτων αποθηκεύσεως είναι 20 με 30 cm. Η δομική επιφάνεια πρέπει να είναι εκτεθειμένη (ελεύθερη) ώστε να μπορεί εύκολα να απορροφά και να ακτινοβολεί ακτινοβολία (θερμότητα).

ΕΜΜΕΣΗ ΔΡΑΣΗ

Η έμμεση ηλιακή θέρμανση είναι ένας άλλος τύπος παθητικής ηλιακής θερμάνσεως. Κατ' αρχάς, το ηλιακό φως κτυπά κάποια μάζα. Δεν αποθηκεύεται ενέργεια στον ενεργό (λειτουργικό) χώρο του δωματίου. Πρώτα απορροφάται και αποθηκεύεται στη μάζα και κατόπιν μεταβιβάζεται στο λειτουργικό χώρο.

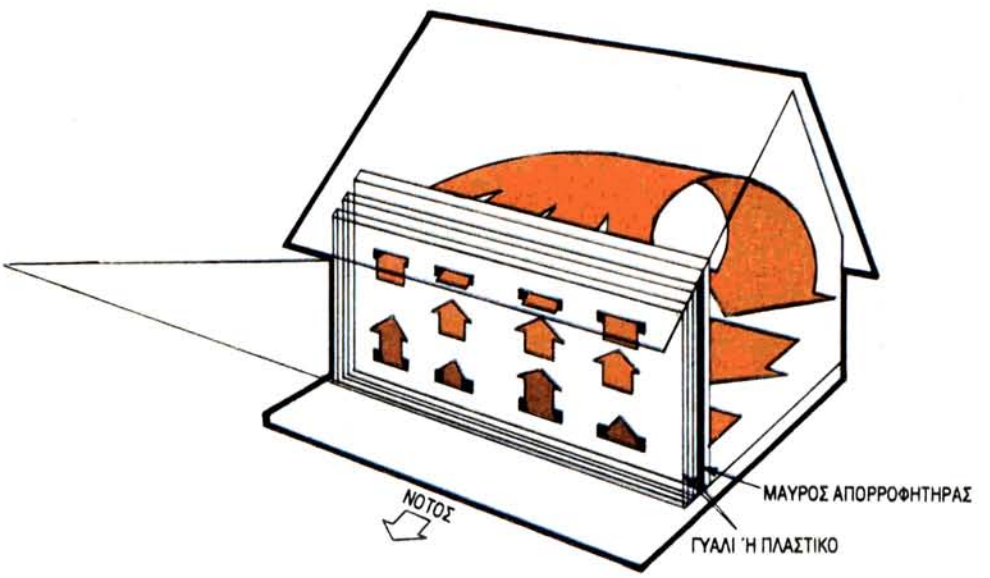
Ένας τρόπος είναι να τοποθετηθεί η μάζα αποθηκεύσεως μέσα στα τοιχώματα. Μερικά έμμεσα συστήματα χρησιμοποιούν νερό για αποθήκευση ενέργειας. Μερικά χρησιμοποιούν πετρώδη υλικά. Ένας άλλος τρόπος είναι να αποθηκεύεται νερό στη σκεπή του κτηρίου, σε ένα είδος **δεξαμενής.** Το ηλιακό φως θερμαίνει το νερό κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τη νύκτα η εσωτερική ενέργεια του νερού θα μεταβιβασθεί ως θερμότητα στο χώρο των δωματίων κάτω από τη σκεπή.

Στο σχήμα 10-23 εικονίζεται τοίχος αποθηκεύσεως από πετρώδη υλικά, ο οποίος αποτελεί ένα σύστημα έμμεσης δράσεως. Λέγεται τοίχος Trombe, προς τιμή του σχεδιαστή του Felix Trombe, ενός Γάλλου επιστήμονα.

Οι τοίχοι Trombe είναι συνήθως κατασκευασμένοι από τούβλα, τσιμεντόλιθους ή είναι ένας συμπαγής τοίχος. Μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να χρησιμοποιείται ξύλο. Η πλευρά του τοίχου που "βλέπει" προς τον ήλιο βάφεται μαύρη ή σκούρα, ώστε να απορροφά καλύτερα την ηλιακή ακτινοβολία.

Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό του τοίχου Trombe είναι η ύπαρξη διαπερατής επιφάνειας (διαφανές γυαλί ή πλαστικό) μπροστά από τον τοίχο. Η διαφάνεια του υλικού είναι τέτοια, που να επιτρέπει στο μεγαλύτερο μέρος των ηλιακών ακτίνων να εισέρχεται, αλλά να μην επιτρέπει στην ακτινοβολία του ζεστού τοίχου να βγει έξω από το γυαλί. Ο υαλοπίνακας αυτός απέχει συνήθως 10 cm από τον τοίχο.

Καθώς η ακτινοβολία του ηλίου διέρχεται διά μέσου του υαλοπίνακα, ζεσταίνει και τον τοίχο και τον αέρα μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα. Μερικοί τοίχοι Trombe εκμεταλλεύονται το ζεστό αέρα, για να θερμάνουν άμεσα το εσωτερικό του δωματίου. Υπάρχουν ανοίγματα, που λέγονται ανοίγματα αερισμού, στο ύψος της οροφής και του δαπέδου. Αέρας που έχει θερμανθεί στο χώρο μεταξύ του υαλοπίνακα και του τοίχου διαστέλλεται και γίνεται ελαφρύτερος από τον ψυχρό αέρα. Ανέρχεται, περνά από τα ανοίγματα κοντά στην οροφή και ζεσταίνει το χώρο του δωματίου. Εν τω μεταξύ, ψυχρός αέρας αναρροφάται στο χώρο μεταξύ υαλοπίνακα και τοίχου διά μέσου των ανοιγμάτων κοντά στο πάτωμα. Αυτή η κίνηση αέρα λέγεται ***θερμοσιφωνισμός***. Το σχήμα 10-24 δείχνει αυτήν τη ροή αέρα.



Σχ. 10-24. *Ανοίγματα εξαερισμού, μικρά τετράγωνα ανοίγματα στον τοίχο Trombe, επιτρέπουν την κυκλοφορία αέρα που θερμάνθηκε από τον ήλιο μέσα στο χώρο του δωματίου. Τα ανοίγματα μπορεί να κλείνουν το βράδυ ή όταν δεν χρειάζεται ζεστός αέρας.*

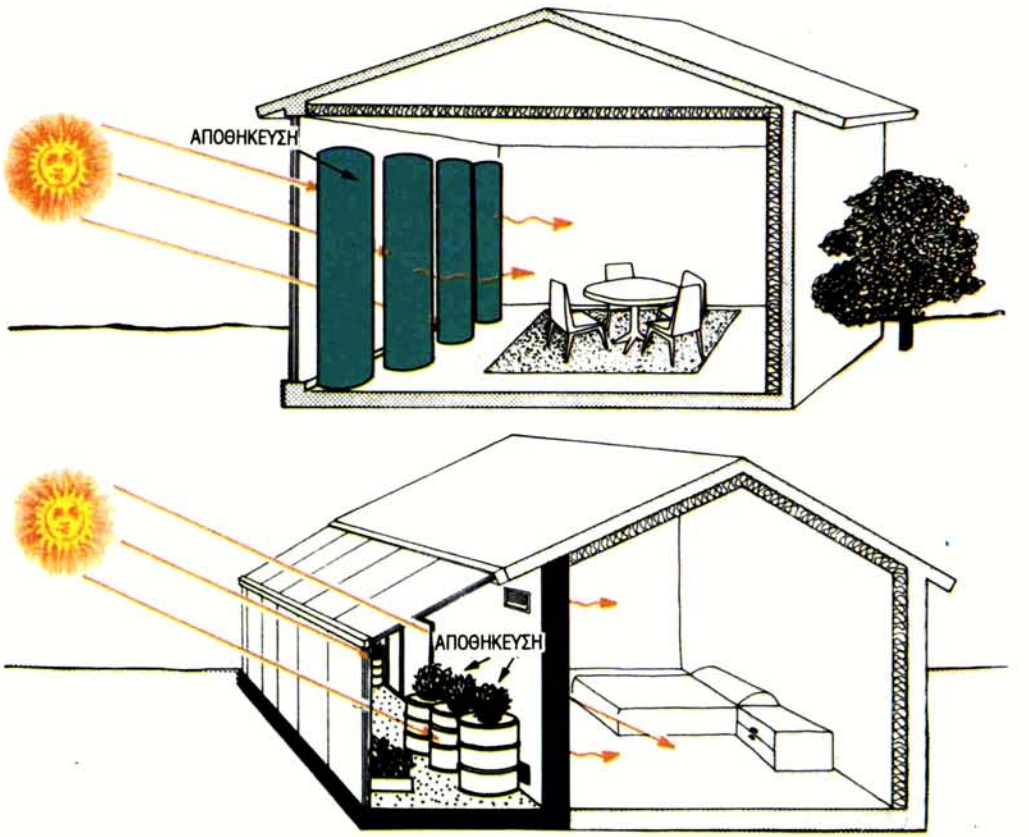
Οι τοίχος Trombe μπορεί επίσης να ζεστάνει το χώρο του δωματίου με έναν άλλο τρόπο. Η ηλιακή ακτινοβολία ζεσταίνει τον παχύ τοίχο κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στην αρχή ζεσταίνεται η πλευρά που βλέπει προς τον ήλιο. Σιγά σιγά θερμότητα άγεται διά του τοίχου, ώσπου όλος ο τοίχος να αποκτήσει την ίδια θερμοκρασία. Όταν η πλευρά προς τη μεριά του εσωτερικού του δωματίου θερμανθεί, θα μεταβιβασθεί θερμότητα στο εσωτερικό του δωματίου που είναι ψυχρότερο.

Αν ο τοίχος είναι αρκετά παχύς, αυτό θα συμβεί αφού ο ήλιος βασιλέψει. Οι τοίχος θα συνεχίσει να δίνει θερμότητα, όσο είναι πιο ζεστός από το περιβάλλον του. Όσο παχύτερος είναι ο τοίχος, τόσο πιο μεγάλο χρονικό διάστημα θα περάσει για να θερμανθεί και τόσο μεγαλύτερο διάστημα θα εξακολουθεί να παρέχει θερμότητα στο περιβάλλον του.

Βλέπετε ότι το να έχετε το κατάλληλο πάχος τοίχου είναι σημαντικό. Αν είναι πολύ λεπτός ο τοίχος, θα αρχίσει να ζεσταίνει το χώρο πολύ γρήγορα. Το δωμάτιο μπορεί να γίνει ενοχλητικά ζεστό, ενώ ακόμη ο ήλιος λάμπει. Επίσης, μπορεί να μεταβιβάσει την ενέργειά του ως θερμότητα πολύ γρήγορα και έτσι ο χώρος του δωματίου να κρυώσει κατά τη διάρκεια της νύκτας. Τοίχος πολύ παχύς ίσως να μην μπορεί να δώσει την αποθηκευμένη ενέργειά του, παρά μόνο αφού νυκτώσει για τα καλά. Θα εξακολουθήσει να θερμαίνει κατά τη διάρκεια της ημέρας, όταν πια ο ήλιος θα αρχίσει να ζεσταίνει τον αέρα του δωματίου μέσω του συστήματος κυκλοφορίας. Το πάχος τοίχου τύπου Trombe μπορεί να ποικίλλει από 20 μέχρι 40 cm.

Όπως ξέρομε, από το διάγραμμα του σχήματος 10-20, το νερό είναι καλύτερο για την αποθήκευση ενέργειας από ό,τι άλλα δομικά υλικά. Το νερό μπορεί να αποθηκεύεται σε βαρέλια (σχ. 10-25), στάμνες, στέρνες ή ελεύθερους κατακόρυφους σωλήνες. Ενώ το νερό αποθηκεύει περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα μάζας από ό,τι τα πετρώδη υλικά, είναι δύσκολο να το συγκρατήσει κάποιος κάπου. Αν το δοχείο στο οποίο έχει τοποθετηθεί έχει διαρροή, δεν θα προκληθεί μόνο απώλεια νερού, ίσως προκληθεί και καταστροφή επίπλων και άλλων αντικειμένων του σπιτιού ή και των δομικών υλικών αυτού.

Είπαμε πριν ότι νερό μπορεί επίσης να αποθηκευθεί σε δεξαμενές στην οροφή κατασκευασμένες από ανθεκτικό πλαστικό (σχ. 10-26). Κατά τη νύκτα, η δεξαμενή σκεπάζεται με κινητά καλύμματα. Κατά την ημέρα, η μόνωση μετακινείται και η δεξαμενή είναι προσιτή στο ηλιακό φως, ώστε το νερό να απορροφά ηλιακή ενέργεια. Αργότερα, μεταβιβάζεται θερμότητα στο χώρο των δωματίων.



Σχ. 10-25. *Τοίχος με νερό αποθηκεύσεως ενέργειας καθώς απορροφά θερμότητα και τη διοχετεύει στο χώρο του δωματίου διά ρευμάτων. Το νερό έχει διπλάσια ικανότητα αποθηκεύσεως από ό,τι άλλα δομικά υλικά. Επάνω: Ελεύθερο τοίχωμα με νερό σε σωλήνες. Κάτω: Απομονωμένο σύστημα νερού για αποθήκευση. Ηλιακή ενέργεια συλλέγεται και αποθηκεύεται σε ένα τοίχωμα, σε ένα δάπεδο, και σε βαρέλια με νερό, τα οποία βρίσκονται εκτός δωματίου.*

ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΕΝΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Σύμφωνα με έναν τρίτο τρόπο παθητικής ηλιακής θερμάνσεως, ο χώρος όπου συλλέγεται και αποθηκεύεται ηλιακή ενέργεια, είναι διαχωρισμένος από το χώρο, που πρόκειται να θερμανθεί. Αυτός ο τύπος λέγεται διαχωρισμένων λειτουργιών. Αποθηκεύεται ενέργεια στο σύστημα και μπορεί να λαμβάνεται όποτε χρειάζεται. Σύστημα τέτοιου τύπου εικονίζεται στο σχήμα 10-25 (κάτω). Το σύστημα "θερμοκηπίου", που εφάπτεται του κατοικήσιμου χώρου, συλλέγει την ηλιακή ενέργεια. Η μάζα αποθηκεύσεως περιλαμβάνει τον τοίχο, που διαχωρίζει το χώρο του θερμοκηπίου από τον κυρίως κατοικήσιμο χώρο, και δοχεία με νερό. Μερικές φορές χρησιμοποιείται πέτρα για την κατασκευή του παραπάνω αποθηκευτικού συστήματος (σχ. 10-27).

Άλλοι συνήθεις τρόποι ηλιακής θερμάνσεως με τη μέθοδο διαχωρισμένων λειτουργιών είναι:

- Με κύκλο μεταφοράς (διά ρευμάτων).
- Με ηλιακό συλλέκτη παραθύρου.

Και οι δύο τρόποι για να λειτουργήσουν στηρίζονται στο θερμοσιφωνισμό (θερμοσιφωνισμός είναι το φαινόμενο, κατά το οποίο ζεστός αέρας ή νερό ανυψώνεται και κρύος αέρας ή νερό ρέει καταλαμβάνοντας τη θέση του).

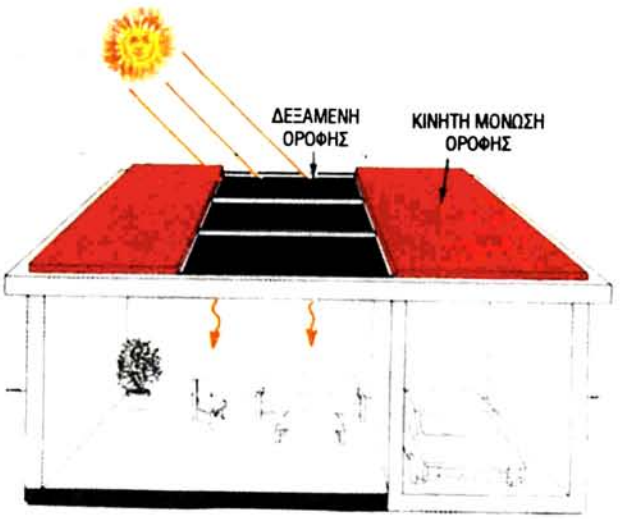
Στον κύκλο μεταφοράς (σχ. 10-28) υπάρχει και επίπεδη πλάκα, που λειτουργεί ως συλλέκτης, η οποία συνδέεται με δοχείο αποθηκεύσεως ή δεξαμενή αποθηκεύσεως με πέτρες. Καθώς ζεσταίνεται νερό ή αέρας στο συλλέκτη, ανέρχεται και εισέρχεται στο χώρο αποθηκεύσεως. Συγχρόνως, ψυχρότερο νερό ή αέρας από το κάτω μέρος του δοχείου αποθηκεύσεως αναρροφάται προς το συλλέκτη. Αυτή η φυσική μεταφορά πραγματοποιείται όσο λάμπει ο ήλιος. Ο επίπεδος συλλέκτης περιγράφεται αργότερα σε αυτό εδώ το κεφάλαιο.

Ο συλλέκτης με επίπεδο παράθυρο λειτουργεί με την ίδια αρχή. Είναι παρόμοιος στη λειτουργία με τον κύκλο μεταφοράς με τη διαφορά ότι:

- Δεν χρησιμοποιούνται ειδικές σωληνώσεις. Ακτινοβολία διέρχεται διά μέσου ενός υαλοπίνακα, πέφτει σε μαύρο απορροφητικό υλικό και θερμαίνει τον αέρα. Ο αέρας ανέρχεται και ψυχρός αέρας παίρνει τη θέση του.
- Ο ίδιος ο ζεστός αέρας εισέρχεται στον προς θέρμανση χώρο του δωματίου και δεν κατευθύνεται σε χώρο αποθηκεύσεως ενέργειας. Το σχήμα 10-29 εικονίζει ένα συλλέκτη παραθύρου (με υαλοπίνακα).

ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

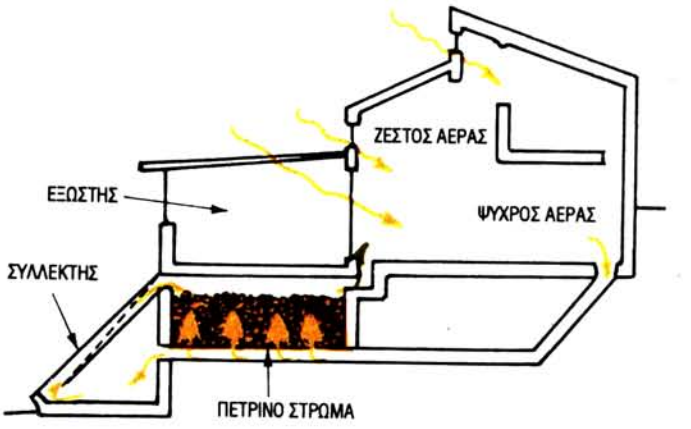
Τα κτήρια με συστήματα παθητικής ηλιακής θερμάνσεως χρειάζονται κάποια μέθοδο ελέγχου, για να εμποδίζουν τον ήλιο, όταν δεν είναι επιθυμητός. Επίσης, τη νύκτα που ο αέρας είναι κρύος, απαραίτητη είναι κάποια προστασία για τον περιορισμό των απωλειών θερμότητας. Το σχήμα 10-30 δείχνει πώς μεταβάλλεται η τροχιά



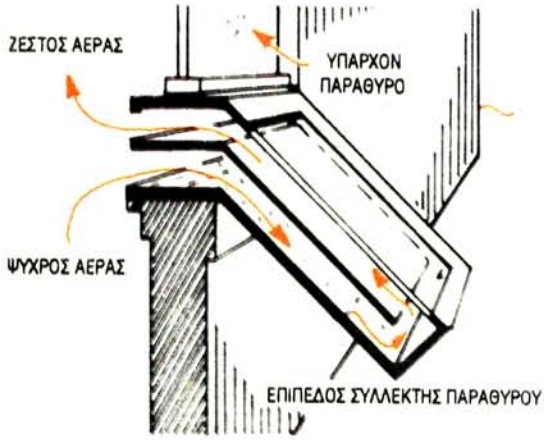
Σχ. 10-26. *Αποθήκευση ηλιακής ενέργειας στην οροφή, σε δεξαμενή νερού. Κινητή μόνωση καλύπτει την οροφή (δεξαμενή) τις νύκτες του χειμώνα.*



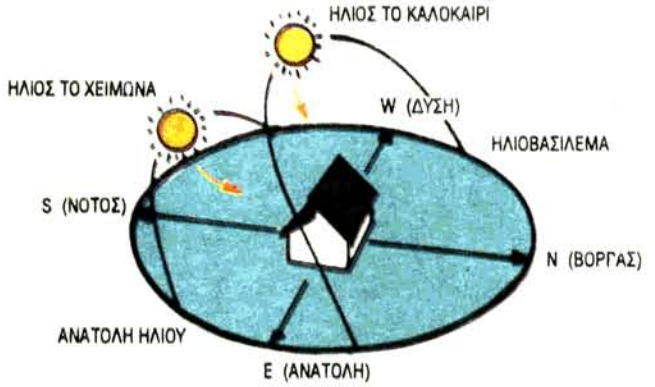
Σχ. 10-27. *Σε σύστημα ηλιακής θερμάνσεως διαχωρισμένων λειτουργιών μπορεί να αποθηκεύεται ενέργεια σε πέτρινο σύστημα.*



Σχ. 10-28. *Το σύστημα κύκλου μεταφοράς στηρίζεται στο ότι ο ήλιος αναγκάζει ζεστό αέρα ή νερό να κινείται προς την περιοχή αποθηκεύσεως ενέργειας ή προς το χώρο του προς θέρμανση δωματίου (U.S. Dept. of Energy).*



Σχ. 10-29. *Το σύστημα με επίπεδο συλλέκτη, βασίζεται στην αρχή του θερμοσιφωνισμού. Θερμανθείς αέρας ανέρχεται και έτσι αναρροφάται ψυχρός αέρας από το κάτω μέρος του συλλέκτη.*



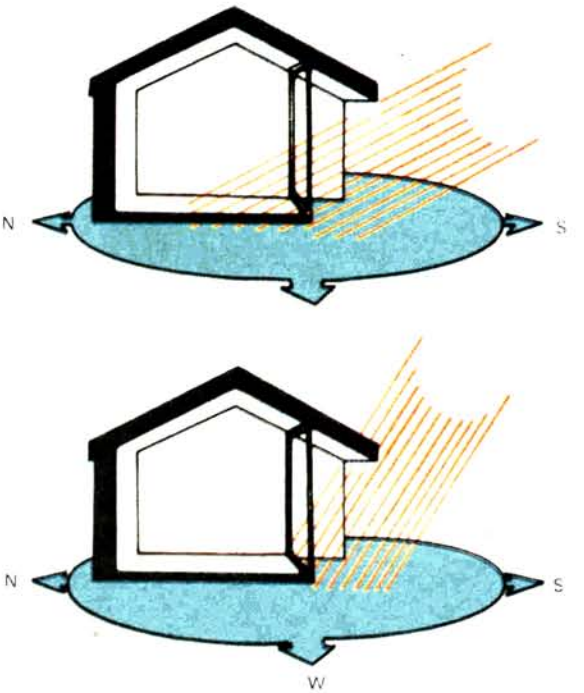
Σχ. 10-30. *Για τις κατασκευές παθητικής ηλιακής θερμάνσεως πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η εποχιακή διαδρομή του ηλίου έτσι, ώστε η κατοικία να εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι ο ήλιος είναι "χαμηλά" το χειμώνα και να σκιάζεται από τον καλοκαιρινό ήλιο (Illinois Institute of Natural Resources).*

του ηλίου από το καλοκαίρι στο χειμώνα. Μία μεγάλη προέκταση της στέγης "κόβει" την άμεση ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα, που ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα, η άμεση ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο σπίτι (σχ. 10-31).

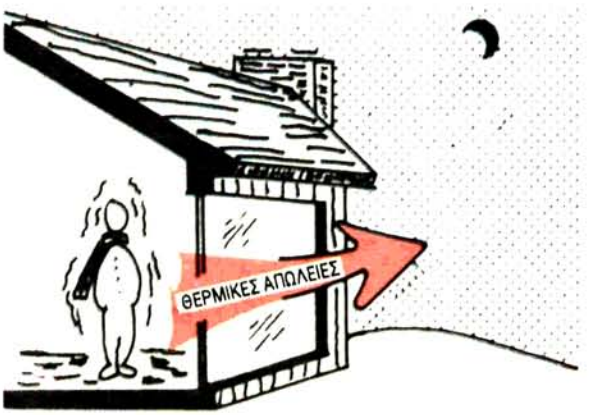
Το θερμοκήπιο ως σύστημα θερμάνσεως κατοικιών, μπορεί να έχει ανοίγματα εξαερισμού για τον έλεγχο της θερμοκρασίας με τη μεταφορά θερμότητας στην ατμόσφαιρα. Διαθέτει ανοίγματα, που μπορεί να ανοίγουν ή να κλείνουν σύμφωνα με τις ανάγκες. Συγχρόνως, ανοίγματα στους τοίχους του θερμοκηπίου, που οδηγούν στον κατοικήσιμο χώρο, μπορεί να κλείνουν κατά τους θερμούς μήνες.

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ

Και τα δύο συστήματα, δηλαδή το σύστημα άμεσης δράσεως (λειτουργίας) και αυτό των διαχωρισμένων λειτουργιών, χρειάζονται θερμομόνωση και/ή διαφράγματα (παράθυρα). Μεγάλες επιφάνειες με υαλοπίνακες χάνουν θερμότητα προς τον ψυχρότερο αέρα της νύκτας (σχ. 10-32). Μονωτικά καλύμματα και παράθυρα (διαφράγματα) βοηθούν τον έλεγχο τέτοιων απωλειών (σχ. 10-33 και 10-34).



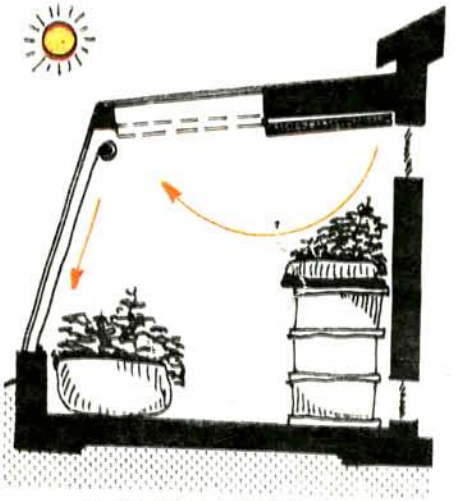
Σχ. 10-31. *Κατάλληλα σχεδιασμένη προέκταση της σκεπής εμποδίζει τον ήλιο το καλοκαίρι και επιτρέπει τις ακτίνες του ήλιου το χειμώνα να μπαίνουν στο σπίτι και να ζεσταίνουν το χώρο (Solar Energy Research Institute).*



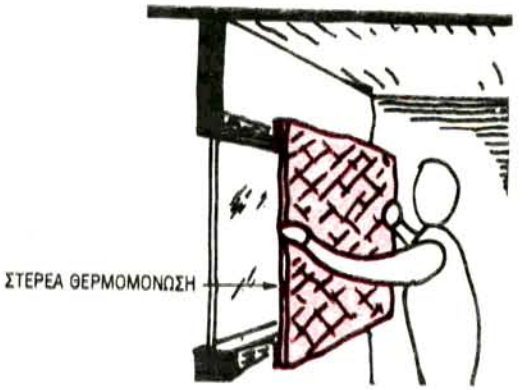
Σχ. 10-32. *Μεγάλοι υαλοπίνακες βοηθούν στη θέρμανση του εσωτερικού χώρου από τον ήλιο κατά την ημέρα. Επίσης, με αγωγή σημειώνονται απώλειες θερμότητας κατά την ψυχρή νύκτα (Illinois Institute of Natural Resources).*

ΕΝΕΡΓΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

Τα ενεργά ηλιακά συστήματα θερμάνσεως είναι πολύ διαφορετικά από τα παθητικά συστήματα. Τα παθητικά



Σχ. 10-33. *Διαφράγματα και παραπετάσματα (κουρτίνες) που κατεβαίνουν εμποδίζουν την ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία.*



Σχ. 10-34. *Μπορεί να χρησιμοποιηθούν μονωτικά καλύμματα, για να εμποδίσουν την υπερθέρμανση του χώρου κατά τη διάρκεια της ημέρας και να εμποδίσουν τις απώλειες θερμότητας του χώρου (Illinois Institute of Natural Resources).*

συστήματα στηρίζονται στη φυσική ακτινοβολία και μεταφορά για τη διανομή της ηλιακής θερμότητας. Τα ενεργά συστήματα στηρίζονται σε πολλούς μηχανισμούς για τη διανομή θερμότητας. Επιπλέον, ενώ οι παθητικές κατασκευές είναι συνήθως μέρος της αρχιτεκτονικής του κτηρίου, τα ενεργά συστήματα δεν εντάσσονται στο δομικό σκελετό του κτηρίου.

ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το ενεργό ηλιακό σύστημα θερμάνσεως (σχ. 10-35) είναι σχεδιασμένο, ώστε να:

- Συλλέγει και παγιδεύει ηλιακή ακτινοβολία.
- Παίρνει θερμότητα από το συλλέκτη και να τη μεταφέρει εκεί όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί.
- Να αποθηκεύει ενέργεια για να χρησιμοποιηθεί, όταν δεν λάμπει ο ήλιος.

Στους διάφορους μηχανισμούς, διά των οποίων πραγματοποιούνται όλες αυτές οι λειτουργίες, περιλαμβάνονταν ηλιακοί συλλέκτες, σωληνώσεις ή αεραγωγοί ανεμιστήρες, αντλίες, κινητήρες, εναλλάκτες θερμότητας και δοχεία αποθηκεύσεως με πέτρες (σχ. 10-36).

ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

Τα μέρη ενός ενεργού ηλιακού συστήματος θερμάνσεως που απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία, ονομάζονται ηλιακοί συλλέκτες. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι:

- ***Επίπεδοι συλλέκτες.*** Είναι πιο κατάλληλοι για χρήση σε κατοικίες.
- ***Συλλέκτες σωλήνων κενού.*** Είναι πιο ακριβοί και με αυτούς έχομε υψηλότερες θερμοκρασίες.



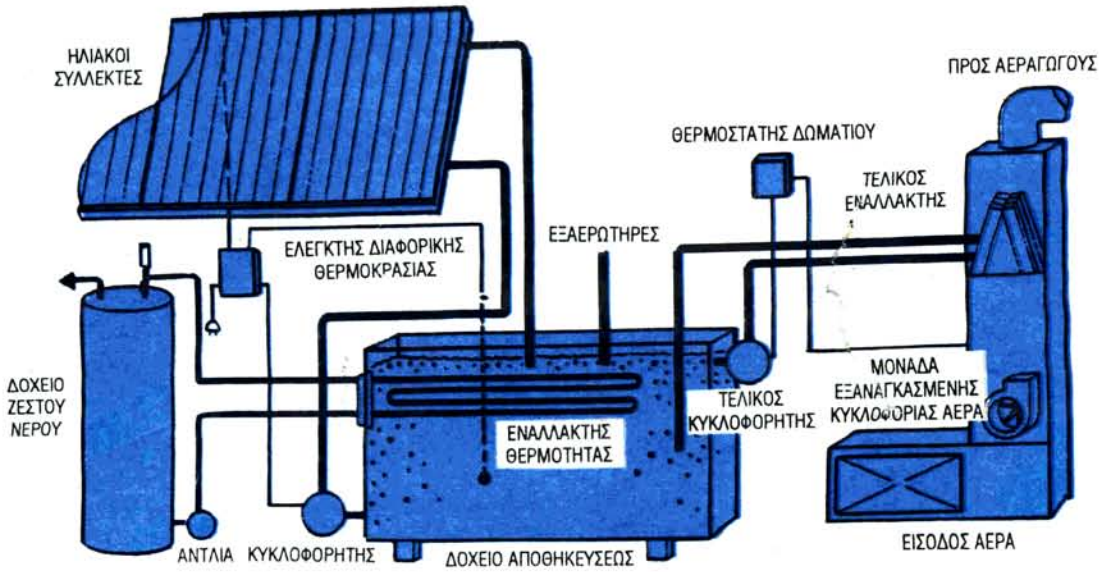
Σχ. 10-35. *Συλλέκτες ενός ενεργού ηλιακού συστήματος θερμάνσεως προσανατολισμένοι προς το Νότο. Οι επίπεδοι συλλέκτες θερμαίνουν αέρα, ο οποίος μεταφέρεται από αυτούς όποι χρειάζεται με ανεμιστήρες.*

- ***Παραβολικοί συγκεντρωτές.*** Με αυτόν τον τύπο μπορούμε να έχομε πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

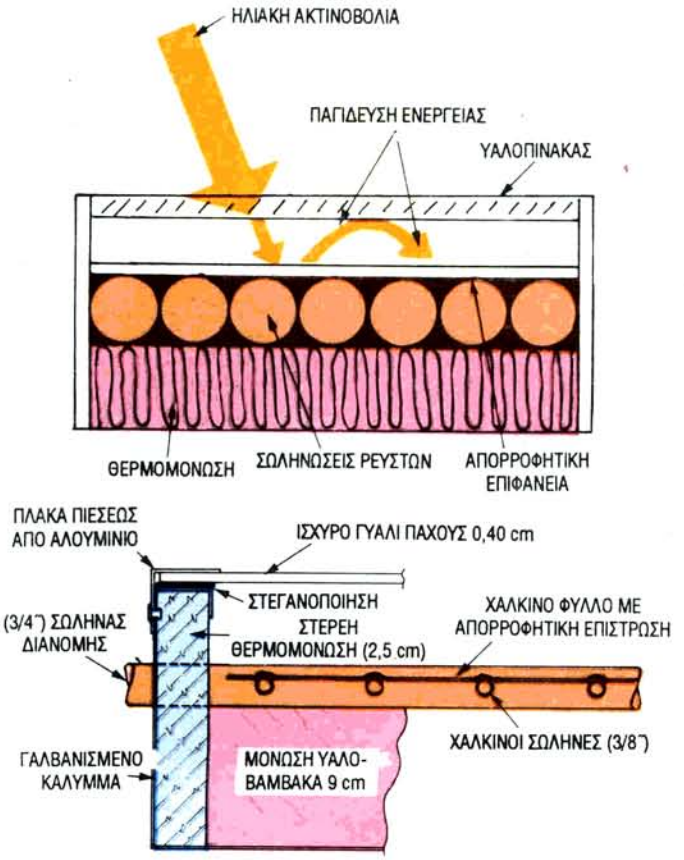
Βασικά, ένας επίπεδος συλλέκτης είναι ένα κλειστό, θερμομονωμένο κουτί με διαφανές σκέπασμα. Ο "ήλιος" μπορεί να εισέρχεται στο κουτί και να ζεσταίνει το μαύρο εσωτερικό (σχ. 10-37).

Η επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη που απορροφά θερμότητα από τον ήλιο λέγεται ***απορροφητής.*** Πρέπει να είναι μαύρη ή να έχει πολύ σκούρο χρώμα. Η υφή της επιφάνειας πρέπει να είναι κάπως πιο τραχιά από ό,τι το κέλυφος του αυγού.

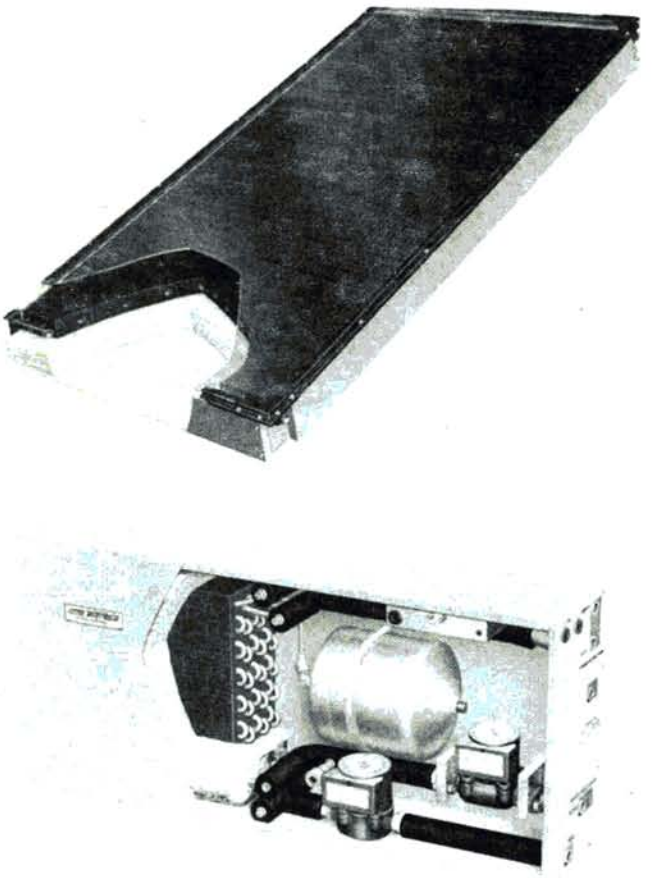
Σε συστήματα που χρησιμοποιούν ρευστά, για να απορροφήσουν τη συλλεγόμενη θερμότητα, ο συλλέκτης έχει πολλούς σωλήνες με ρευστό, με κατεύθυνση κατά μήκος του συλλέκτη, όπως στο σχήμα 10-38. Ο ήλιος είτε ζεσταίνει κάποια πλάκα, που άγει θερμότητα προς τους σωλήνες, είτε θερμαίνει απευθείας τους σωλήνες. Υγρό, που ρέει διά των σωλήνων, μεταφέρει θερμότητα όπου χρειάζεται.



Σχ. 10-36. *Διάγραμμα ενεργού συστήματος θερμάνσεως χώρου και νερού (Department of Energy).*



Σχ. 10-37. *Δύο τομές συλλεκτών με υγρό. Επάνω: Πώς παγιδεύεται και απορροφάται ηλιακή ενέργεια. Κάτω: Κατασκευαστικές λεπτομέρειες (W.L. Jackson Mfg. Co., Inc.).*



Σχ. 10-38. *Δύο μέρη ενός οικιακού συστήματος θερμάνσεως νερού. Επάνω: Ηλιακός συλλέκτης. Κάτω: Τμήμα μεταφοράς. Περιέχει τον εναλλάκτη θερμότητας και τις αντλίες για τη μεταφορά της θερμότητας που έχει συλλεγεί στο δοχείο ζεστού νερού, που είναι το τρίτο στοιχείο του συστήματος (Lennox Industries, Inc.).*

Επικάλυψη με κατάλληλο μαύρο στρώμα, όπως από λεπτή σκόνη άνθρακα, βοηθά ώστε ο συλλέκτης - έχοντας πλέον σκούρα επιφάνεια - να απορροφά υπέρυθρες, υπεριώδεις και ορατές ακτινοβολίες από τον ήλιο. Αν εκτεθούν σκούρες επιφάνειες στον ήλιο, θα ζεσταθούν πολύ περισσότερο από ό,τι λευκές γυαλιστερές επιφάνειες. Σκούρα αντικείμενα μπορεί να ζεσταθούν μέχρι τους 123 °C.

Ένα διαφανές κάλυμμα λειτουργεί σαν παγίδα για τη θερμότητα (ενέργεια). Επειδή είναι διαφανές, επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει διά αυτού, αλλά δεν αφήνει την ακτινοβολία του εσωτερικού χώρου να βγει έξω εύκολα. Δηλαδή παγιδεύει την ηλιακή ενέργεια.

Το κάλυμμα είναι συνήθως από γυαλί. Το γυαλί προτιμάται, γιατί επιτρέπει στο μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας να διέλθει διά μέσου αυτού πολύ πιο εύκολα από ό,τι οποιοδήποτε άλλο υλικό. Επίσης, το γυαλί παραμένει διαφανές επ' άπειρον. Αυτό είναι σημαντικό, γιατί ένα πολύ διαφανές υλικό επιτρέπει να διέρχεται διά μέσου αυτού περισσότερη ακτινοβολία. Αν οι συλλέκτες χρησιμοποιούνται σε περιοχές με ψυχρό κλίμα, ο υαλοπίνακας μπορεί να είναι διπλός. Ο επίπεδος συλλέκτης είναι ο συχνότερα χρησιμοποιούμενος. Το σχήμα 10-39 παρουσιάζει ένα συλλέκτη (για την παραγωγή ζεστού νερού) εγκατεστημένο σε ένα χώρο για ξεκούραση, πλάι σε κάποιον εθνικό δρόμο των ΗΠΑ. Σημειώστε την ύπαρξη συστήματος φωτοβολταϊκών στοιχείων στο επάνω μέρος του κεντρικού συλλέκτη.

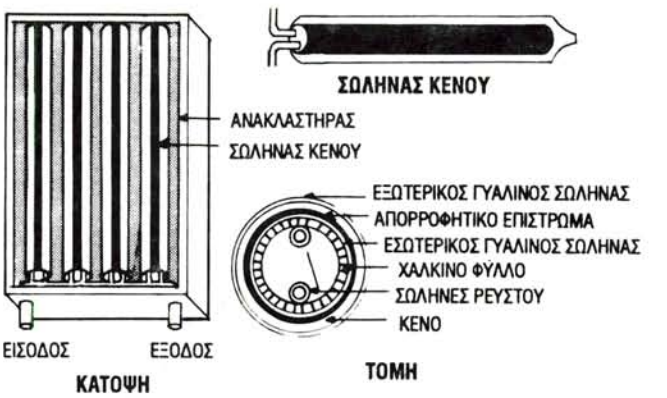


Σχ. 10-39. *Αυτοί οι επίπεδοι συλλέκτες για ζεστό νερό βρίσκονται σε ένα χώρο για ξεκούραση, πλάι σε έναν εθνικό δρόμο των ΗΠΑ.*

ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΕΝΟΥ

Στο συλλέκτη σωλήνων κενού, ο απορροφητής είναι σωλήνας μέσα σε άλλον σωλήνα. Οι δύο διαχωρίζονται με κενό. Σχεδόν δεν υπάρχει αέρας για να μεταφέρει θερμότητα από τον εσωτερικό γυάλινο στον εξωτερικό γυάλινο σωλήνα. Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να περάσει εύκολα το κενό και να ζεστάνει τον εσωτερικό σωλήνα, αλλά δεν γίνεται μεταφορά διά ρευμάτων θερμότητας από το ζεστό εσωτερικό σωλήνα προς τον εξωτερικό· έτσι οι απώλειες είναι πολύ μικρές (φυσικά λειτουργεί και το φαινόμενο του θερμοκηπίου). Αυτό το σύστημα, που έχει μεγάλη απόδοση, είναι ιδιαίτερα καλό για ψυχρά κλίματα, όπου οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ του απορροφητή και του αέρα στην ατμόσφαιρα είναι πιο μεγάλες.

Ο απορροφητικός σωλήνας είναι καλυμμένος με σκούρο υλικό, ώστε να απορροφά καλύτερα την ακτινοβολία. Στο εσωτερικό υπάρχει ένα φύλλο από χαλκό και σωλήνες για τη μεταφορά του θερμού ρευστού και επομένως της θερμότητας. Το σχήμα 10-40 δείχνει ένα απλό διάγραμμα του συλλέκτη σωλήνων κενού. Είναι πιο κατάλληλος όπου χρειάζονται θερμοκρασίες 95°C ή και μεγαλύτερες.

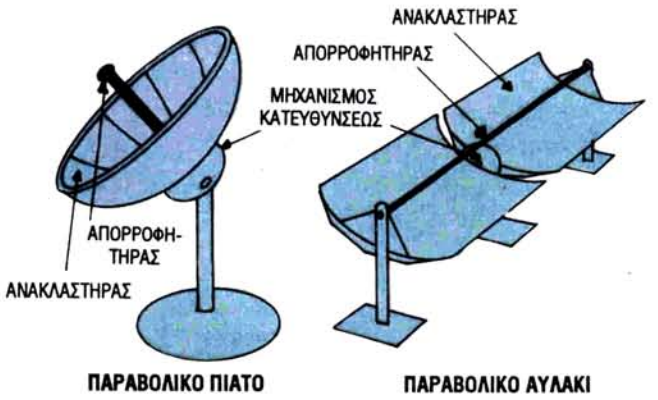


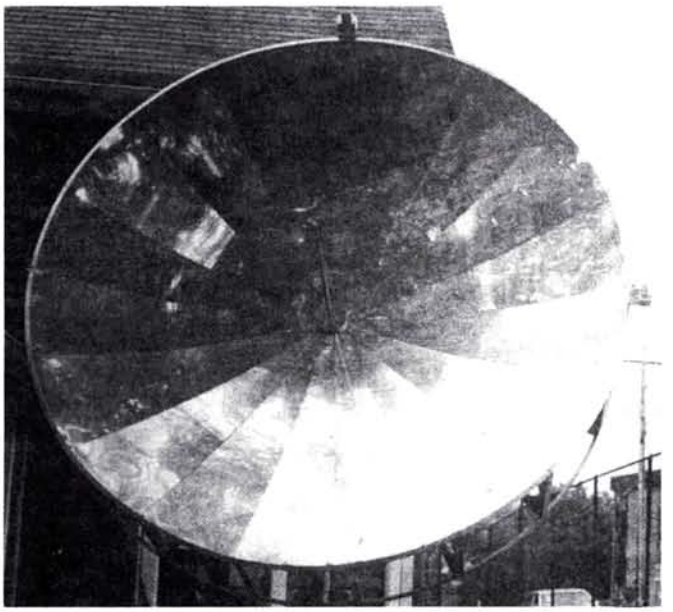
Σχ. 10-40. *Συλλέκτης σωλήνων κενού. Ένας σωλήνας μέσα σε άλλον που περιβάλλεται από κενό. Αυτός ο σχεδιασμός είναι πολύ αποτελεσματικός. Η ακτινοβολία από τον ήλιο μπορεί να διέλθει διά του κενού προς τα μέσα. Όμως οι απώλειες θερμότητας προς τα έξω με αγωγή είναι μηδενικές λόγω του κενού (HUD).*

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

Ο συγκεντρωτικός συλλέκτης παίρνει ηλιακή ακτινοβολία και την ανακλά σε πολύ μικρή απορροφητική επιφάνεια. Ο απορροφητής ζεσταίνεται γρηγορότερα και αποκτά πιο μεγάλη θερμοκρασία. Υπάρχουν πολύ λιγότερες απώλειες, διότι ο απορροφητής έχει μικρότερη επιφάνεια.

Εύκολα αναγνωρίζονται οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες. Ένας τύπος έχει σχήμα πιάτου (σχ. 10-41). Το σχήμα 10-42 παρουσιάζει δύο τύπους με σχήμα παραβολικών ημικυλίνδρων (αυλακιών). Και ο τύπος σχήματος πιάτου και ο τύπος με ημικύλινδρο είναι επικαλυμμένος με πολύ ανακλαστικό μεταλλικό επίχρισμα. Στον τύπο με βαθύ αυλάκι η ακτινοβολία διαθλάται με τη βοήθεια φακού, που λειτουργεί περίπου σαν μεγεθυντικός φακός. Η ποσότητα ενέργειας που κατευθύνεται στον απορροφητήρα μπορεί να είναι μέχρι και 50 φορές αυτή που συλλέγεται με επίπεδο συλλέκτη. Το σχήμα 10-43 δείχνει ένα συλλέκτη με αυλάκι, που χρησιμοποιείται για θέρμανση νερού σε κατοικία.



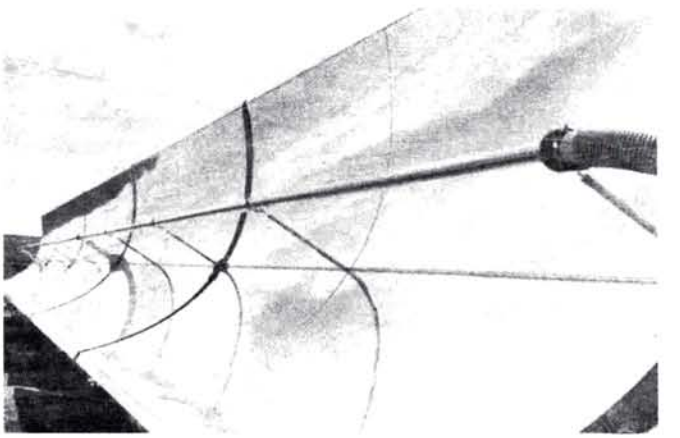


Σχ. 10-41. *Αυτός ο τύπος συγκεντρωτικού συλλέκτη λέγεται παραβολικό πιάτο. Επάνω: Βασικός σχεδιασμός συλλέκτη με τα ονόματα των διαφόρων τμημάτων του (HUD). Κάτω: Άποψη παραβολικού πιάτου, όπου φαίνεται η κατασκευή του ανακλαστήρα και του απορροφητήρα.*

Υπάρχουν πολλά μειονεκτήματα στους συγκεντρωτικούς συλλέκτες:

- Λειτουργούν μόνο με άμεση ακτινοβολία.
- Ο προσανατολισμός τους πρέπει να είναι πολύ καλός. Αυτό απαιτεί ένα ακριβό κατευθυντικό σύστημα, που χρειάζεται και συντήρηση.
- Οι συγκεντρωτές χρειάζονται βαριά πλαίσια στηρίξεως για τον περιορισμό των ταλαντώσεων. Το μεγάλο βάρος του πλαισίου και του πιάτου ή του αυλακιού τούς καθιστούν ακατάλληλους για πολλές εφαρμογές.

Και ο τύπος με συγκεντρωτήρα και ο τύπος με σωλήνες κενού είναι πιο ακριβοί από ό,τι ο τύπος με επίπεδο συλλέκτη. Λίγοι από τους πρώτους έχουν κατασκευασθεί. Ο πίνακας στο σχήμα 10-44 παρουσιάζει τις εφαρμογές για τις οποίες είναι κατάλληλος κάθε τύπος συλλέκτη.





Σχ. 10-42. *Δύο τύποι συλλέκτη παραβολικού αυλακιού. Επάνω: Με αβαθές αυλάκι. Κάτω: Συλλέκτης με βαθύ αυλάκι. Σημειώστε ότι ο απορροφητήρας είναι στο δάπεδο του αυλακιού (HUD).*



Σχ. 10-43. *Συλλέκτες με παραβολικό αυλάκι τοποθετημένοι σε κάποιο σπίτι, "παρακολουθούν" τον ήλιο. Στερεωμένοι στη νότια πλευρά της οροφής παρέχουν ζεστό νερό.*

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Οι ενεργοί ηλιακοί συλλέκτες χρειάζονται συστήματα για τη μεταφορά θερμότητας. Χρησιμοποιούνται δύο συστήματα:

- Σύστημα με αέρα.
- Σύστημα με υγρό.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ
Γεωργία και θέρμανση πισίνας	Χωρίς υαλοπίνακα ή με μονό υαλοπίνακα (συνήθως), επίπεδος (συχνά πλαστικός).
Θέρμανση χώρου και νερού	Επίπεδος μεταλλικός (συνήθως), σωλήνας κενού, συγκεντρωτήρας χωρίς μηχανισμό προσανατολισμού.
Ηλιακός κλιματισμός	Επίπεδος μεγάλης αποδόσεως, σωλήνας κενού, συγκεντρωτήρας (με ή χωρίς μηχανισμό προσανατολισμού).
Βιομηχανική θερμότητα (90 – 180°C)	Σωλήνας κενού (συνήθως), συγκεντρωτήρας (με ή χωρίς μηχανισμό προσανατολισμού).
Βιομηχανική θερμότητα (επάνω από 180°C)	Συγκεντρωτήρας με μηχανισμό προσανατολισμού.
Ηλιακή θερμική ηλεκτροπαραγωγή	Ηλιοστάτης (συνήθως), συγκεντρωτήρας με μηχανισμό προσανατολισμού.

Σχ. 10-44. *Συνήθεις εφαρμογές διαφόρων τύπων συλλεκτών (HUD).*

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΑΕΡΑ

Τα συστήματα με αέρα διαθέτουν ανεμιστήρες και αεραγωγούς, για να κυκλοφορεί ο αέρας που έχει θερμανθεί με επίπεδο συλλέκτη. Ο συλλέκτης μπορεί να είναι τοποθετημένος σε δώμα, σε τοίχο ή στο έδαφος. Αεραγωγοί μεταφέρουν το θερμό αέρα από το συλλέκτη και ψυχρό αέρα σε αυτόν. Ένα βασικό σύστημα φαίνεται στο σχήμα 10-45.

Ζεσταμένος αέρας, που δεν χρειάζεται άμεσα, αποθηκεύεται. Το υλικό αποθηκεύσεως είναι συνήθως στερεό, όπως κατασκευή (αποθήκη) από πέτρα. Ο ζεστός αέρας δίνει θερμότητα στην πέτρα. Στο επάνω και κάτω μέρος της πέτρινης κατασκευής υπάρχουν άδεια μέρη, για να μπορεί να ρέει ο αέρας. Αυτά λέγονται ***γεμίσματα.*** Ζεστός αέρας εισέρχεται στην αποθήκη από επάνω. Ψυχρός αέρας αναρροφάται από κάτω και επιστρέφει στο συλλέκτη. Κατά τις ημέρες που επικρατούν νεφώσεις και τη νύκτα, το σύστημα παίρνει θερμότητα από την πέτρινη αποθήκη.

Οι αποθήκες από πέτρα κατασκευάζονται συνήθως μέσα στο σπίτι, στο ισόγειο ή στο υπόγειο. Μπορεί να είναι χωμένοι και στο έδαφος, έξω από το σπίτι. Αυτό όμως δεν συνίσταται. Μπορεί να εισέλθει νερό μέσα στην κατασκευή και να καταστρέψει τη θερμομόνωση. Μπορεί επίσης να εισαχθεί αέρας με πολύ υγρασία μέσα στο σπίτι.

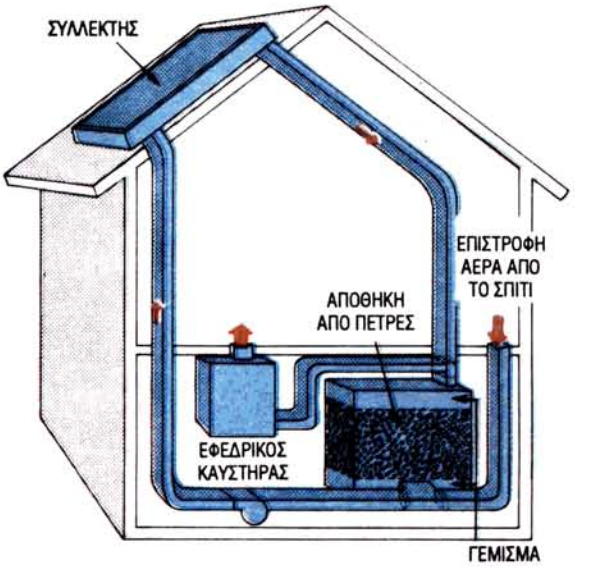
Οι πέτρες που χρησιμοποιούνται για αυτήν την αποθήκη ενέργειας πρέπει να έχουν διάμετρο από 2 έως 4 cm. Τα χαλίκια των ποταμών (κροκάλες) είναι η συνήθης επιλογή. Χρησιμοποιούνται μερικές φορές και άλλα υλικά, όπως χυτοσίδηρος, τούβλα ή κεραμικά μπλοκ.

Ο οικίσκος με τις πέτρες μπορεί να είναι κατασκευασμένος είτε από πετρώδη υλικά είτε από ξύλο. Πρέπει να είναι αεροστεγής. Οι κατασκευές από ξύλο πρέπει να μειώνονται σε τιμή μονώσεως μεταξύ R-19 και R-44.

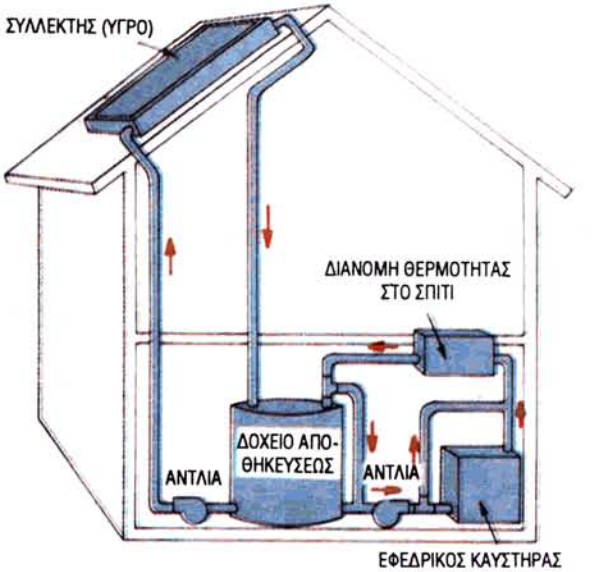
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΥΓΡΟ

Στο σχήμα 10-46 φαίνεται ένα τυπικό σύστημα με υγρό. Ενέργεια, που απορροφήθηκε από το συλλέκτη, μεταφέρεται ως θερμότητα από το νερό που κυκλοφορεί σε σωληνώσεις συνδεδεμένες με το στοιχείο απορροφήσεως ακτινοβολίας του συλλέκτη. Με τις σωληνώσεις απομακρύνεται από το συλλέκτη το ζεστό νερό και μεταφέρεται κρύο νερό σε αυτόν, για να θερμανθεί.

Οι σωληνώσεις συνδέονται με το σύστημα θερμάνσεως του χώρου και με το δοχείο αποθηκεύσεως ζεστού νερού. Χρειάζονται 40 με 95 λίτρα (L) νερού στο σύστημα για κάθε τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειας του συλλέκτη.



Σχ. 10-45. *Διάγραμμα ενεργού συστήματος ηλιακού συλλέκτη. Χρησιμοποιείται αέρας για τη μεταφορά θερμότητας (HUD).*



Σχ. 10-46. *Αυτός ο ενεργός ηλιακός συλλέκτης χρησιμοποιεί υγρό ως μέσο μεταφοράς θερμότητας.*

Το δοχείο αποθηκεύσεως του νερού μπορεί να είναι από τσιμέντο, ατσάλι ή φάιμπεργκλας (fiberglass). Τα δοχεία από ατσάλι πρέπει να έχουν εσωτερική επένδυση από γυαλί ή ρητίνη. Λόγω του ότι το τσιμέντο είναι πορώδες, πρέπει να έχει επένδυση από λάστιχο.

Σε ψυχρά κλίματα, χρησιμοποιούνται αντιπηκτικά μίγματα αντί για σκέτο νερό. Τότε πρέπει να χρησιμοποιείται εναλλάκτης θερμότητας.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Ο ***εναλλάκτης θερμότητας*** είναι διάταξη, που χρησιμοποιείται σε συστήματα θερμάνσεως ή ψύξεως. Μετακινεί, δηλαδή μεταφέρει ενέργεια υπό μορφή θερμότητας από ένα μέσο σε άλλο.

Το ψυγείο του αυτοκινήτου είναι ένας τύπος εναλλάκτη θερμότητας, που είναι γνωστός σχεδόν στον καθένα. Εσωτερική ενέργεια που παράγεται κατά τη λειτουργία του κινητήρα μεταφέρεται ως θερμότητα στο νερό που κυκλοφορεί γύρω από τη μηχανή. Καθώς το νερό κυκλοφορεί διά μέσου του ψυγείου, μεταφέρεται θερμότητα στον αέρα που περνά μέσα από τις κυψέλες του ψυγείου. Έτσι το νερό ψύχεται.

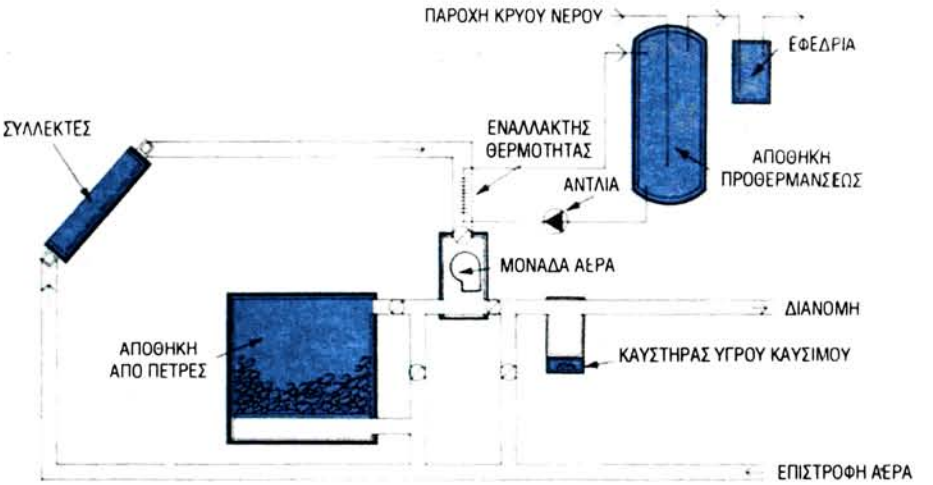
Οι εναλλάκτες θερμότητας στα ηλιακά συστήματα με υγρό λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο. Υπάρχουν πολλοί τύποι. Οι πιο συνήθεις είναι από:

- Αέρα προς υγρό.
- Υγρό προς αέρα.
- Υγρό προς υγρό.

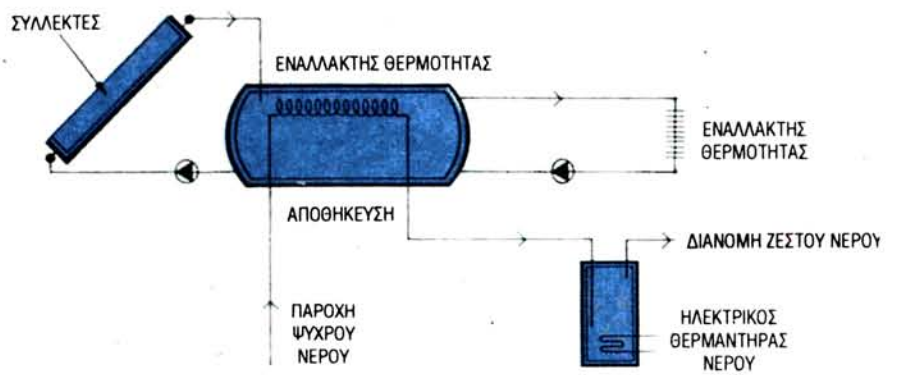
Το σχήμα 10-47 παρουσιάζει ένα απλό σχέδιο εναλλάκτη από υγρό σε αέρα και αέρα σε υγρό. Το σχήμα 10-48 δείχνει έναν εναλλάκτη υγρού προς υγρό.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΑΛΛΑΓΗΣ ΦΑΣΕΩΣ

Δοκιμάζονται πειραματικώς μονάδες αποθηκεύσεως, που χρησιμοποιούν υλικά, τα οποία αλλάζουν φάση. Μπορεί να θυμάστε από προηγούμενη αναφορά ότι αυτά είναι υλικά, των οποίων η μορφή αλλάζει, καθώς ζεσταίνονται ή ψύχονται. Για παράδειγμα, το βούτυρο είναι σκληρό, όταν είναι κρύο, αλλά ρευστοποιείται όταν ζεσταθεί.



Σχ. 10-47. *Μερικά συστήματα με ηλιακούς συλλέκτες χρησιμοποιούν εναλλάκτες θερμότητας τέτοιους, που το υλικό μεταφοράς και το υλικό που θερμαίνεται να παραμένουν διαχωρισμένα. Αυτό είναι το διάγραμμα εναλλάκτη θερμότητας από αέρα προς υγρό (HUD).*



Σχ. 10-48. *Σχηματικό διάγραμμα εναλλάκτη από υγρό προς υγρό.*

ΥΛΙΚΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΕΩΣ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Νερό	– Το φθηνότερο για γέμισμα λόγω μικρού μεγέθους.	– Πιθανό σκούριασμα. – Κάποια απώλεια αποδόσεως από την ανάγκη εναλλακτών θερμότητας, όταν χρησιμοποιούνται υγρά που δεν παγώνουν ή αντισκωριακά. – Η διαρροή μπορεί να είναι καταστροφική.
Πέτρα	– Δεν χρειάζεται εναλλάκτης θερμότητας μεταξύ συλλεκτών και αποθηκεύσεως. – Διαρροή, παρόλο που δεν είναι επιθυμητή, δεν είναι καταστροφική.	– Δύσκολο να εντοπισθεί διαρροή αερίου. – Το γέμισμα είναι ακριβό λόγω του μεγάλου μεγέθους της αποθήκης και των αεραγωγών.
Υλικά με αλλαγή φάσεως	– Πολύ μικρού μεγέθους αποθήκευση και καλό γέμισμα.	– Ακριβό δοχείο/εναλλάκτης θερμότητας. – Αξιοπιστία με το χρόνο όχι αποδεδειγμένη.

Σχ. 10-49. *Σύγκριση τριών υλικών που χρησιμοποιούνται για αποθήκευση θερμοδυναμικής ενέργειας σε σύστημα ηλιακής θερμάνσεως.*

Όταν τα υλικά που αλλάζουν φάση χρησιμοποιούνται ως αποθήκες θερμοδυναμικής ενέργειας, συνήθως περιέχονται σε σωλήνες ή σε δοχεία σχήματος ορθογωνίου ταψιού. Το σύστημα πρέπει να είναι στεγανό, ώστε να μη βγαίνει έξω το μέσο και χαθεί, και να μη μεταφέρεται υγρασία. Χρειάζονται πολλές μονάδες αποθηκεύσεως, για να δημιουργηθεί μια μεγάλη επιφάνεια για ανταλλαγή θερμότητας. Αυτό κάνει τα εν λόγω συστήματα πολύ ακριβά. Στο σχήμα 10-49 γίνεται σύγκριση των δυνατοτήτων αποθηκεύσεως ενέργειας του νερού, της πέτρας και των υλικών που αλλάζουν φάση.

ΗΛΙΑΚΟΙ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΕΣ

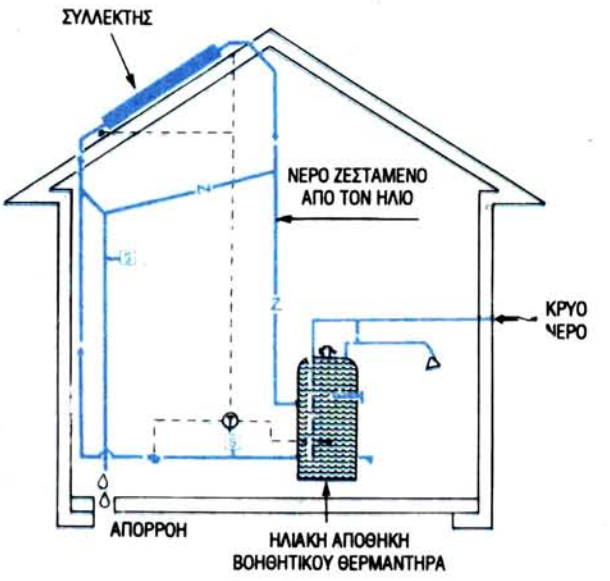
Τα πιο διαδεδομένα και απλούστερα ενεργειακά ηλιακά συστήματα είναι αυτά, που χρησιμοποιούνται για θέρμανση νερού. Οι αρχές του συστήματος είναι ίδιες με αυτές του συστήματος για θέρμανση χώρου, τις οποίες περιγράψαμε προηγουμένως (σε αυτό το κεφάλαιο).

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας όμως είναι πολύ πιο απλός. Υπάρχουν τρία συστήματα:

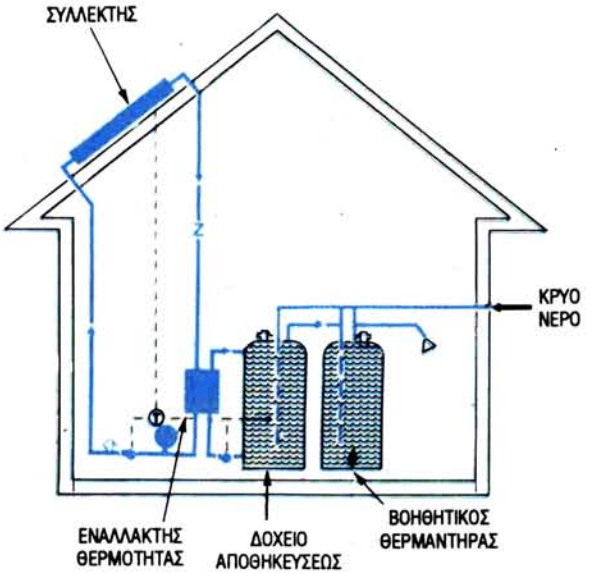
- Το σύστημα άμεσης κυκλοφορίας είναι παθητικό σύστημα και περιγράφεται στην παράγραφο αυτού του κεφαλαίου με τίτλο παθητικά ηλιακά.
- Το άμεσο σύστημα με κυκλοφορητή.
- Το έμμεσο (κλειστού κύκλου) σύστημα.

Στο άμεσο σύστημα με κυκλοφορητή, το νερό που θερμάνθηκε με τον ήλιο πηγαίνει το ίδιο στο δοχείο ενός συνήθους θερμαντήρα νερού (θερμοσίφωνα). Ψυχρό νερό από την υδραυλική εγκατάσταση του σπιτιού συμπληρώνει το νερό του συστήματος στον ηλιακό συλλέκτη (σχ. 10-50).

Τα έμμεσα συστήματα ονομάζονται έτσι, διότι ο ηλιακός συλλέκτης δεν θερμαίνει άμεσα το νερό, που χρησιμοποιείται. Το υγρό που θερμαίνεται από τους συλλέκτες δεν έρχεται σε επαφή με το ζεστό νερό. Το διάλυμα-υγρό διέρχεται και από το συλλέκτη και από το δοχείο παροχής ή το θερμαντήρα (θερμοσίφωνα) νερού. Μεταφέρεται θερμότητα στο νερό διά του εναλλάκτη



Σχ. 10-50. *Σε άμεσο σύστημα με κυκλοφορητή, ο κυκλοφορητής κινεί νερό διά του συλλέκτη στην οροφή.*



Σχ. 10-51. *Σε αυτό το σύστημα, το ζεστό νερό που έρχεται από το συλλέκτη στην οροφή αποδίδει θερμότητα στο σύστημα παροχής ζεστού νερού με τη βοήθεια εναλλάκτη θερμότητας.*

θερμότητας. Ο εναλλάκτης είναι συνήθως ένας σπειροειδής σωλήνας μέσα στο δοχείο παροχής νερού. Καθώς το ζεσταμένο υγρό διέρχεται διά του σπειροειδούς σωλήνα (κόιλ), μεταφέρει θερμότητα στο νερό του δοχείου. Το σχήμα 10-51 δείχνει ένα τυπικό έμμεσο σύστημα κλειστού κύκλου.

ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αντλία θερμότητας είναι συσκευή, που είναι σχεδιασμένη για να παίρνει θερμότητα από μια πηγή και να την ελευθερώνει σε ένα άλλο μέρος, που έχει υψηλότερη θερμοκρασία. Μπορεί να συνδεθεί με ηλιακά συστήματα, για να παίρνει περισσότερη θερμότητα από αυτά.

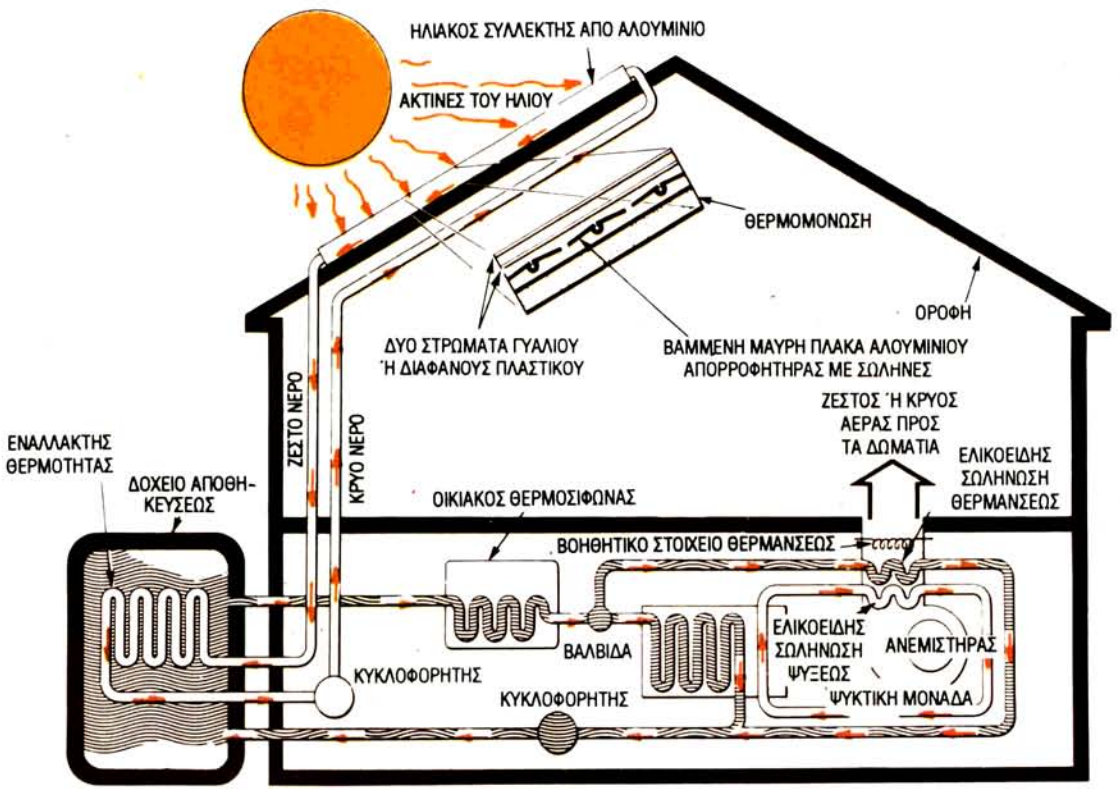
Η αντλία θερμότητας μεταφέρει θερμότητα, με τη βοήθεια του υγρού μεταφοράς, στο δωμάτιο που έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία. Περιστρέφοντας μία βαλβίδα, η διαδικασία μπορεί να αναστραφεί έτσι, ώστε μπορεί να μεταφέρεται θερμότητα από το δωμάτιο και έτσι αυτό να ψύχεται. Η θερμότητα παρέχεται στο νερό του δοχείου, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ζεστού νερού. Το σχήμα 10-52 είναι διάγραμμα αντλίας θερμότητας, που βοηθείται από ηλιακό σύστημα.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

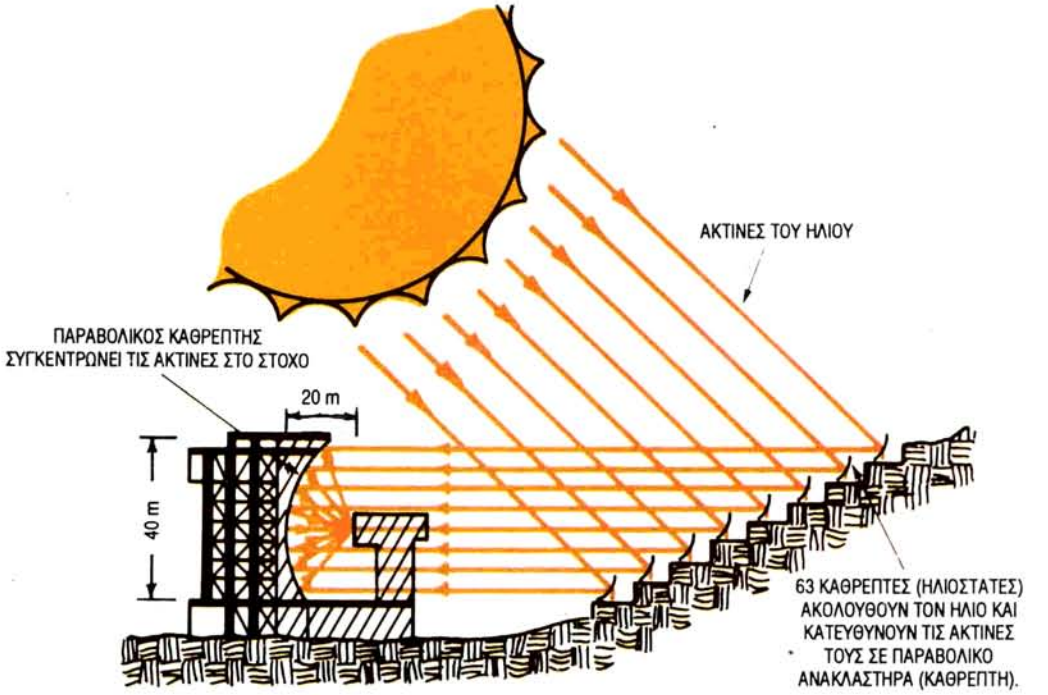
Η θέρμανση κτηρίων γίνεται με ηλιακά συστήματα, που οδηγούν σε όχι πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Η ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών είναι κάτι δύσκολο, όχι όμως αδύνατο, με τη χρήση ηλιακής ακτινοβολίας. Απαιτείται η χρήση ηλιακού συγκεντρωτήρα. Ο συγκεντρωτήρας συλλέγει ηλιακή ενέργεια από μεγάλη επιφάνεια και τη συγκεντρώνει σε πολύ μικρή επιφάνεια. Αυτό επιτυγχάνεται με διάταξη από πολλούς καθρέπτες ή ηλιοστάτες, που παίρνουν το ηλιακό φως και το συγκεντρώνουν με ανάκλαση σε ειδικό συλλέκτη.

Η αρχή της συλλογής ηλιακής ενέργειας μεγάλης θερμοκρασίας είναι γνωστή από παλιά. Όμως, δεν επιχειρήθηκε να αναπτυχθούν ηλιακές εστίες, παρά μόνο τελευταία. Η πρώτη μεγάλη εστία σχεδιάσθηκε και κατασκευάσθηκε στο Mountlouis, στη Γαλλία, το 1952. Αργότερα, οι Γάλλοι κατασκεύασαν μια δεύτερη στο Odeillo. Στο σχήμα 10-53 εικονίζεται ένα διάγραμμα αυτής της κατασκευής.

Εξήντα τρεις καθρέπτες είναι διευθετημένοι απέναντι σε ένα στόχο. Οι καθρέπτες είναι κινητοί, ώστε να μπορούν να παρακολουθούν τον ήλιο, που κινείται στον ου-



Σχ. 10-52. *Επειδή οι αντλίες θερμότητας λειτουργούν καλύτερα σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες, συχνά συνδυάζονται με ηλιακούς συλλέκτες. Σε τέτοια συστήματα, η αντλία θερμότητας παίρνει ενέργεια από το ζεστό νερό, του δοχείου αποθηκεύσεως ζεστού νερού.*



Σχ. 10-53. *Απλοποιημένο σχήμα ηλιακής εστίας. Οι καθρέπτες ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία και την οδηγούν σε παραβολικό καθρέπτη (πιάτο συγκεντρωτήρα). Αυτός συγκεντρώνει το φως στο στόχο που βρίσκεται ο βραστήρας.*

ρανό. Το φως κτυπά στους καθρέπτες και ανακλάται σε έναν παραβολικό συλλέκτη ύψους 45 μέτρων. Και αυτός είναι κατασκευασμένος από μικρούς καθρέπτες. Λόγω του σχήματος του συλλέκτη, το φως που ανακλάται κατευθύνεται σε ένα μικρό στόχο, όπου υπάρχει ο βραστήρας (σχ. 10-54).

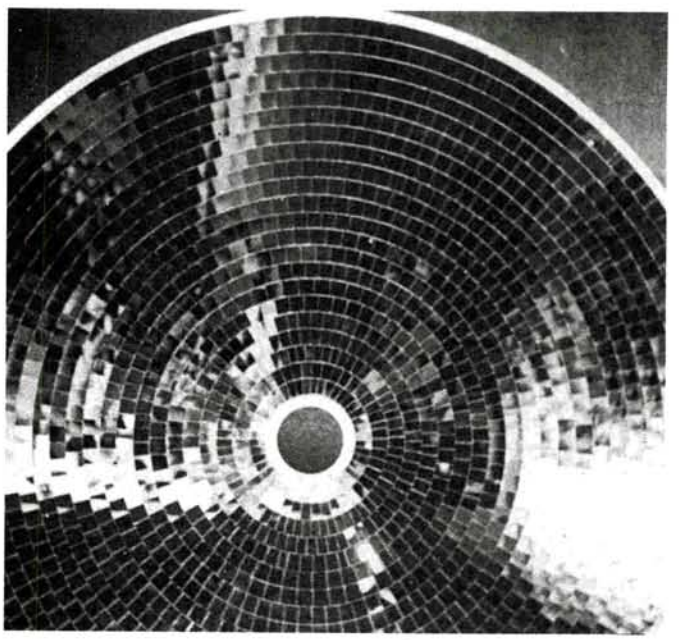
Οι 9500 καθρέπτες που σχηματίζουν το συγκεντρωτήρα είναι επίπεδοι. Ο καθένας πρέπει να ρυθμισθεί με το χέρι, ώστε η επιφάνεια στην οποία συγκεντρώνεται το ανακλώμενο φως να είναι περίπου διαμέτρου μόνο 17 cm. Συγκεντρώνονται περί τα 270 kW σε αυτήν την επιφάνεια.

Δεν έχει γίνει ακόμη εμπορική χρήση ηλιακών εστιών. Είναι ακόμη στο στάδιο της αναπτύξεως. Η εστία του Mountlouis αποτέλεσε πρότυπο για τις άλλες. Αυτές κατασκευάσθηκαν στα παρακάτω μέρη:

- Natick, Μασσαχουσέτη, στις ΗΠΑ (αργότερα μεταφέρθηκε στα εργαστήρια Sandia στα White Sands, New Mexico των ΗΠΑ).
- Sendai, Ιαπωνία.
- Odeillo, Γαλλία.

Αν η ηλιακή εστία αποδειχθεί επιτυχής, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ατμού με σκοπό την ηλεκτροπαραγωγή. Ο ατμός επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για βιομηχανική θερμότητα.

Ένα από τα κύρια μειονεκτήματα της ηλιακής εστίας είναι η ανάγκη συλλογής ηλιακής ενέργειας από μεγάλη επιφάνεια. Αυτό απαιτεί εκατοντάδες ηλιοστάτες που καλύπτουν πολλά στρέμματα.



Σχ. 10-54. *Αυτό είναι το ιπρότυπο ενός συλλέκτη τύπου παραβολικού πιάτου. Αυτός ο τύπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ηλιακή εστία. Η καμπύλη επιφάνεια του πιάτου είναι κατασκευασμένη από πολλούς μικρούς καθρέπτες.*

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΛΑΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

Κάθε θερμό σώμα ακτινοβολεί τέτοια ακτινοβολία. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να αξιοποιηθεί κυρίως τη νύκτα. Η γη και άλλες επιφάνειες, που έχουν απορροφήσει ηλιακή ενέργεια την ημέρα, παρέχουν ενέργεια στην ατμόσφαιρα ως θερμότητα. Για το λόγο αυτόν το χειμώνα, για παράδειγμα, οι νύκτες με καθαρό ουρανό είναι ψυχρότερες. Δεν υπάρχουν σύννεφα, που να εμποδίσουν την ακτινοβολούμενη από το έδαφος θερμότητα.

Αυτή η αρχή μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να δώσει ψύξη εκεί όπου δεν διατίθεται ηλεκτρική ισχύς. Έχει χρησιμοποιηθεί για την ψύξη κτηρίων. Το παλάτι του Σουλτάνου του Zinder στη Νιγηρία, στην Αφρική, λέγεται ότι κατασκευάσθηκε για αυτόν το σκοπό. Οικοδομήθηκε γύρω από μια κεντρική σκεπαστή αυλή. Κατά τη νύκτα η σκεπή ακτινοβολούσε θερμότητα προς την ατμόσφαιρα, ενώ ψυχρός (δροσερός) αέρας αναρροφόταν στην αυλή και στα δωμάτια κάτω από την οροφή· έτσι το παλάτι παρέμενε δροσερό κατά τη διάρκεια της ζεστής ημέρας που ακολουθούσε.

Γάλλοι επιστήμονες έχουν πειραματισθεί με αυτήν την αρχή επί πολλά χρόνια. Σε ένα πείραμα έβαλαν μια λευκή πλάκα αλουμινίου μέσα σε μια γούρνα, η οποία τοποθετήθηκε στην οροφή του εργαστηρίου τους. Η γούρνα σκεπάσθηκε με ένα διαφανές πλαστικό φύλλο. Όταν η θερμοκρασία της πλάκας ήταν στο σημείο πήξεως του νερού (0°C), κάποια νύκτα με ξαστεριά, η θερμοκρασία του φύλλου ήταν –40°C. Οι επιστήμονες εργάζονται, για να διαπιστώσουν αν η ακτινοβολία μέλανος σώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ψύξη τροφίμων και φαρμάκων σε περιοχές, όπου δεν υπάρχει ηλεκτρισμός.

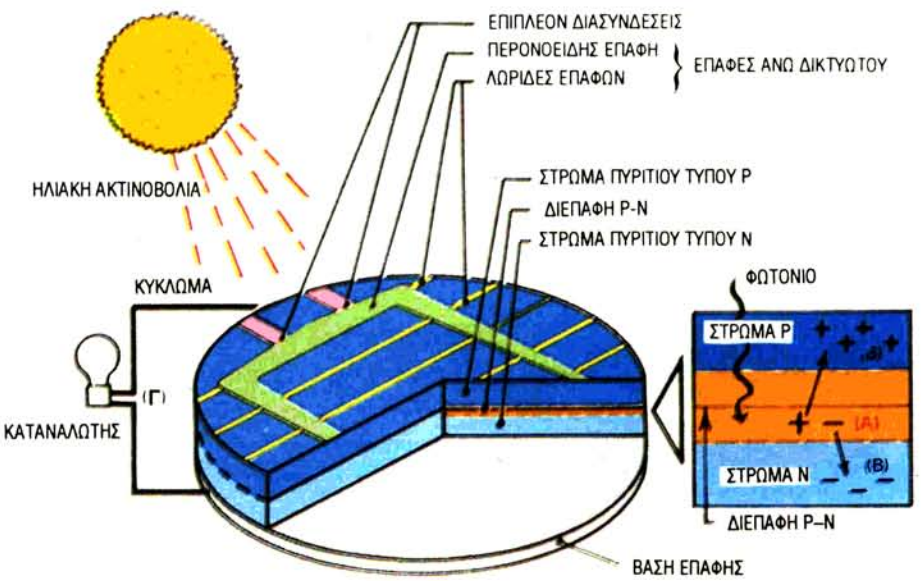
Η διαδικασία έχει ήδη χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στη Νότια Αμερική για καθαρισμό νερού. Επιστήμονες στη Χιλή πειραματιζόμενοι με ακτινοβολία μέλανος σώματος πάγωσαν νερό τη νύκτα και το διαχώρισαν από ανεπιθύμητες ουσίες, όπως βόριο και αρσενικό. Μπόρεσαν και πέτυχαν την παραγωγή νερού κατάλληλου για πόση και για πότισμα.

ΗΛΙΑΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

Η απευθείας παραγωγή ηλεκτρισμού από ηλιακή ενέργεια ήταν δυνατή από τον 19ο αιώνα. Έγινε, όμως, μικρή χρήση της τεχνολογίας αυτής, διότι με τις διατάξεις αυτές επιτυγχάνονταν παραγωγή ηλεκτρισμού σε μικρές μόνο ποσότητες. Στο κεφάλαιο 1 έγινε αναφορά στο ηλιακό κύτταρο (στοιχείο). Επίσης γνωστό (πιο σωστά) ως ***φωτοβολταϊκό κύτταρο*** ή κύτταρο PV (photovoltaic). Το ηλιακό κύτταρο (σχ. 10-55) είναι μικρός κρύσταλλος πυριτίου, που έχει ως προσμίξεις άλλα στοιχεία, όπως το βόριο και ο φώσφορος. Τέτοια κύτταρα μπορούν να μετατρέψουν ενέργεια φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλεκτρική ενέργεια σχετίζεται με την κίνηση ηλεκτρονίων μέσα σε αγώγιμα υλικά.

Το ηλιακό κύτταρο είναι βασικά μια (κρυσταλλο)δίοδος. Όπως αναφέραμε στο κεφάλαιο 7, η δίοδος επιτρέπει στο ρεύμα να διέρχεται εύκολα κατά τη μία φορά, ενώ το εμποδίζει κατά την αντίθετη φορά. Η ηλιακή ακτινοβολία που "κτυπά" το κύτταρο, γενικώς, θερμαίνει το υλικό αυξάνοντας τη θερμική κίνηση των ατόμων του ημιαγωγού. Αν η ενέργεια του κάθε φωτονίου είναι αρκετή, ηλεκτρόνιο που την απορροφά μπορεί να μεταπηδήσει στη ζώνη αγωγιμότητας (από τη ζώνη σθένους). Εκεί τα ηλεκτρόνια είναι "ελεύθερα" να κινηθούν ως φορείς ρεύματος.

Αν συνδεθούν πολλά κύτταρα μαζί σε κλειστό κύκλω-



Σχ. 10-55. *Αυτό το απλοποιημένο σχήμα δείχνει πώς είναι κατασκευασμένο ένα ηλιακό στοιχείο και πώς λειτουργεί (Solar Power Corp.).*

μα, έχομε ροή ρεύματος, άρα δυνατότητα τροφοδοσίας ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών διατάξεων.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ

Η τεχνολογία των ηλιακών κυττάρων έχει αναπτυχθεί σε αργούς ρυθμούς, αλλά έχουν γίνει σημαντικές πρόοδοι τα τελευταία χρόνια. Μερικά από τα πρώτα επιτυχή κύτταρα στοιχίζουν περί τα 7000 δολάρια το τετραγωνικό μέτρο. Η απόδοσή τους ήταν περίπου 11%.

Χρησιμοποιούνται πολλές μέθοδοι παραγωγής: μονοκρυστάλλου πυριτίου, αμόρφου πυριτίου, πολυκρυσταλλικού πυριτίου και πυριτίου- κορδέλα. Οι δύο κυριότεροι τύποι κυττάρου είναι το κύτταρο κρυσταλλικού πυριτίου και το κύτταρο αμόρφου πυριτίου. Και οι δύο λειτουργούν καλά έξω (στο ηλιακό φως) παρ' όλο που τα κύτταρα αμόρφου πυριτίου χρησιμοποιούνται ευρέως σε υπολογιστές τσέπης και ρολόγια χειρός, επειδή αποδίδουν καλύτερα με φωτισμό λυχνιών φθορίου από ό,τι με φυσικό φως. Η παραγωγή κυττάρων κρυσταλλικού πυριτίου ήταν η πρώτη που αναπτύχθηκε.

Αυτή η μέθοδος είναι αργή και ακριβή. Το βασικό υλικό για τη διαδικασία αυτή είναι το κρυσταλλικό πυρίτιο. Η πρώτη ύλη αρχικά τήκεται. Κατόπιν το τηγμένο υλικό εξάγεται αργά από το δοχείο τήξεως, σχηματίζοντας ψυχόμενο μονοκρύσταλλο με σχήμα ράβδων κυκλικής διατομής. Ο κρύσταλλος, που είναι πολύ σκληρός, κόπτεται σε λεπτές φέτες (δίσκους) πάχους 1/25 της ίντσας (περίπου 1 mm). Επειδή το πυρίτιο είναι πολύ σκληρό, η κοπή του επιτυγχάνεται με εργαλείο που έχει διαμάντι. Το περισσότερο από το πολύτιμο ακριβό υλικό σπαταλάται, γιατί το εργαλείο κοπής είναι παχύτερο από τους δίσκους που προκύπτουν.

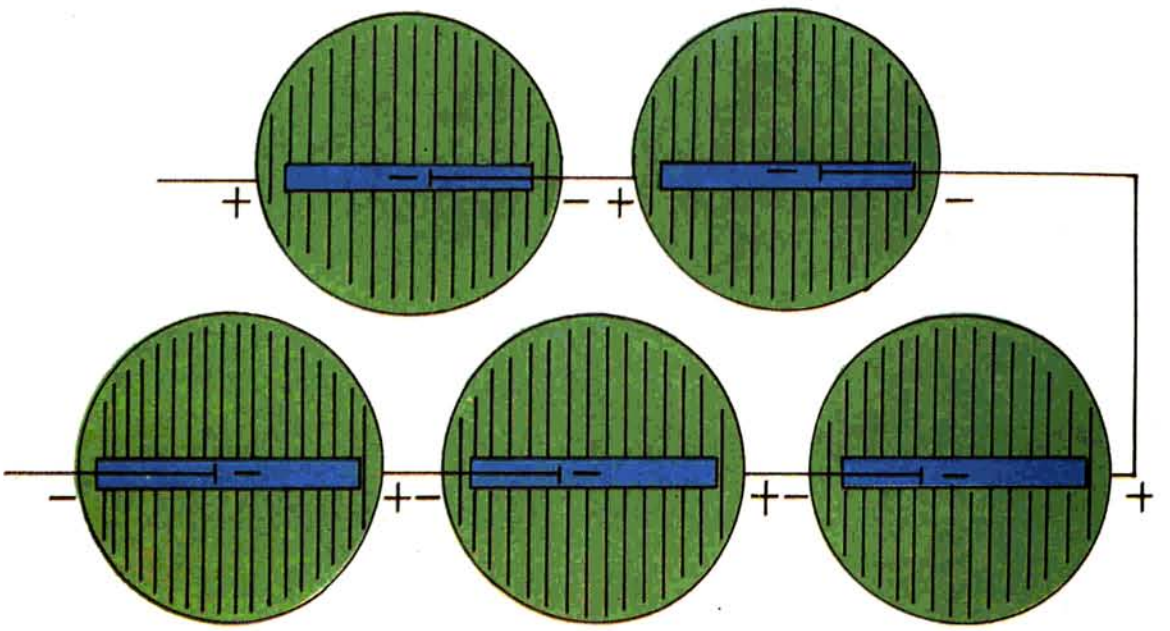
Αφού κοπούν οι δίσκοι, πρέπει να γυαλισθούν. Κατόπιν, επειδή το πυρίτιο είναι κακός αγωγός ρεύματος, προστίθενται προσμίξεις (όπως βόριο και φώσφορος), καθώς τα κύτταρα επαναθερμαίνονται. Οι προσμίξεις καθιστούν τη μια πλευρά του δίσκίου (wafer) θετική και την άλλη αρνητική. Σε μία λεπτή περιοχή στο μέσο του δισκίου (wafer) δεν εισέρχονται προσμίξεις (αυτό που περιγράψαμε είναι ουσιαστικά η βασική κρυσταλλοδίοδος). Στη θετική πλευρά του κυττάρου βρίσκεται το στρώμα P. Στην αρνητική το στρώμα N. Η ουδέτερη περιοχή είναι η ***διεπαφή PN***. Η διεπαφή απομονώνει τα στρώματα P και N.

ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Τα ηλιακά κύτταρα υφίστανται μία διαδικασία διαβρώσεως. Αυτή η διαδικασία φτιάχνει ένα κατάλληλο μεταλλικό πλέγμα, δηλαδή μία αγώγιμη επικάλυψη. Αυτό επιτρέπει σε ηλεκτρικά φορτία να μετακινούνται από και προς το κύτταρο, όταν γίνει σύνδεση με εξωτερικά καλώδια.

Τα επιμέρους κύτταρα συνδέονται με άλλα σε σειρά (θετικός ακροδέκτης με αρνητικό ακροδέκτη) όπως φαίνεται στο σχήμα 10-56. Ομάδα διασυνδεδεμένων κυττάρων αποτελεί ενιαίο σύνολο, γνωστό ως ***module*** (μοντούλ). Μπορούν να συνδεθούν οσαδήποτε, για να δώσουν την απαιτούμενη τάση.

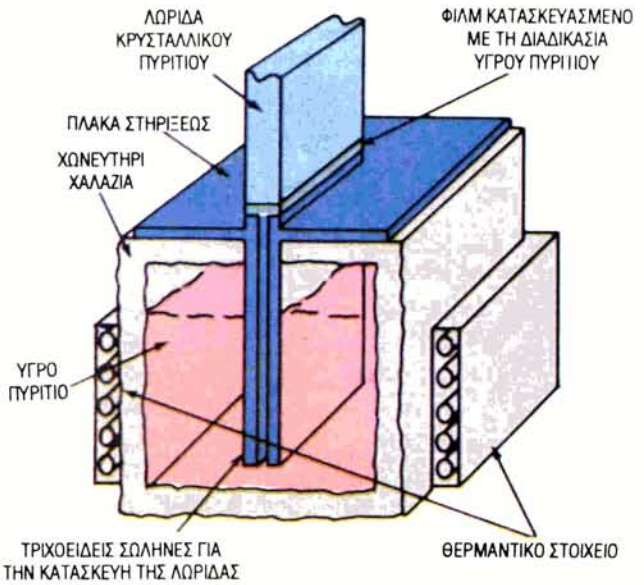
Τα μοντούλ είναι τοποθετημένα σε προστατευτική βάση και είναι καλυμμένα. Ένα στερεό πλαίσιο παρέχει πρόσθετη προστασία και αποτελεί ένα μέσο στερεώσεως του μοντούλ (σχ. 10-57).



Σχ. 10-56. Διάγραμμα διατάξεως ηλιακών κυττάρων συνδεδεμένων σε σειρά. Η συνολική τάση είναι το άθροισμα των επιμέρους τάσεων των κυττάρων.



Σχ. 10-57. Ηλιακά κύτταρα (στοιχεία), συνδυάζονται σε μοντούλ, που αποτελούν διατάξεις κυττάρων. Τα κύτταρα πρέπει να είναι έγκλειστα, ώστε να προστατεύονται από κτυπήματα και την καταστροφική διάβρωση. Σειρές από συνδεδεμένα μεταξύ τους κύτταρα στρωματώνονται (τοποθετούνται) μεταξύ ανθεκτικών υαλοπινάκων ή φύλλων πλαστικού με βάθρο στο πίσω μέρος από άσπρο μέταλλο (PHOTOCOM, INC.).



Σχ. 10-58. Αυτό είναι ένα απλοποιημένο διάγραμμα που δείχνει μία μέθοδο παραγωγής λωρίδων πυριτίου για ηλιακά κύτταρα.

ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΕΩΣ

Η παραγωγή ηλιακών κυττάρων είναι δαπανηρή. Το 1974 το κόστος ενός μοντούλ ηλιακών κυττάρων ήταν 50 δολάρια ανά watt ισχύος κορυφής εξόδου. (Η ***κορυφή εξόδου***, που λέγεται μερικές φορές κορυφή ισχύος, είναι η μέγιστη έξοδος φωτοβολταϊκού κυττάρου κατά το μεσημέρι). Αυτή η τιμή εξόδου χρησιμοποιείται ως ενδεικτική του μεγέθους της φωτοβολταϊκής εγκαταστάσεως παραγωγής ισχύος. Το ίδιο μοντούλ σήμερα στοιχίζει περίπου 5 δολάρια ανά watt ισχύος κορυφής. Το 1988 τα (εργαστήρια) Sandia National Laboratories στο Albuguergue, στο New Mexico των ΗΠΑ ανέπτυξαν ένα ηλιακό κύτταρο δύο στρώσεων με απόδοση 31%.

Το άνω στρώμα αποτελούμενο από γυαλί-αρσενικό μετατρέπει 27,2% του φωτός που πέφτει επάνω του σε ηλεκτρισμό· διερχόμενο φως που δεν απορροφήθηκε φθάνει στο κάτω στρώμα κρυσταλλικού πυριτίου, που έχει επιπλέον απόδοση 3,7%.

Προβλέπεται ότι με τον καιρό το κόστος ανά κιλοβάτ θα πέσει κάτω από μισό δολάριο το κιλοβάτ. Αυτό εξακολουθεί να είναι πολύ πιο ακριβό από το κόστος του ηλεκτρισμού, που παράγεται από συστήματα με πυρηνικά καύσιμα ή με καύσιμα απολιθωμάτων. Όμως, ειδικοί πιστεύουν ότι το 2000 το κόστος των ηλιακών κυττάρων θα μειωθεί επιπλέον στο επίπεδο του 0,1 με 0,3 του δολαρίου ανά κιλοβάτ.

Γίνεται συνεχώς έρευνα για την κατασκευή πιο αποδοτικών και φθηνοτέρων ηλιακών κυττάρων. Μεταξύ των εναλλακτικών διαδικασιών παραγωγής είναι:

- Ανάπτυξη κυττάρων αμόρφου πυριτίου, όπου οι δίσκοι (wafers) παράγονται σε φύλλα, που δεν χρειάζεται να κοπούν. Η διαδικασία είναι πιο γρήγορη και τα άχρηστα υλικά από αυτήν είναι ελάχιστα (σχ. 10-58). Αν μπορούν να παραχθούν ηλιακά κύτταρα με αυτόν τον τρόπο, είναι βέβαιο ότι θα είναι πιο ανταγωνιστικά στο χώρο της παραγωγής ενέργειας. Ενώ η απόδοση των κυττάρων που παράγονται με αυτόν τον τρόπο είναι μικρή, κοστίζουν πολύ λιγότερο. Ένα άλλο πλεονέκτημα της τεχνολογίας αμόρφου πυριτίου είναι η δυνατότητα της διαδικασίας να παράγει μεγαλύτερα κύτταρα. Πολλές εταιρείες τώρα παράγουν εμπορικά μοντούλ, που έχουν διαστάσεις τετραγώνου πλευράς 30 cm μέχρι 1,2 m.
- Ηλιακά κύτταρα λεπτού φιλμ. Κατά τη διαδικασία αυτή, πυρίτιο με τη μορφή ατμού ή υγρού εναποτίθεται σε κάποια βάση, όπως πλάκες ή φύλλο γυαλιού. Παρ' όλο που είναι λιγότερο αποδοτικά κατά 4 ή 6% σε σχέση με τα κύτταρα κρυσταλλικού πυριτίου, τα κύτταρα λεπτού φιλμ είναι φθηνά. Λεπτότερα μέχρι και 10 φορές από ό,τι τα κρυσταλλικά κύτταρα, μπορούν να τοποθετηθούν το ένα επάνω από το άλλο και να βελτιωθεί έτσι η απόδοση.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθούν συγκεντρωτές για την αύξηση της αποδόσεως. Οι ***συγκεντρωτές*** είναι συγκεντρωτικοί φακοί ή κάτοπτρα, που αυξάνουν την ένταση του φωτός επάνω στα ηλιακά κύτταρα. Ενώ αυτό δημιουργεί μεγάλη θέρμανση, που μειώνει την απόδοση, η θερμότητα που εκλύεται μπορεί να ληφθεί και να χρησιμοποιηθεί για άλλους σκοπούς. Οι συγκεντρωτές είναι ακριβοί, επειδή χρειάζονται συστήματα παρακολουθήσεως του ηλίου.
- Κύτταρα λωρίδων. Το πυρίτιο παίρνει τη μορφή λε-

πτών λωρίδων και κόβεται με λέιζερ, για να περιορισθούν οι απώλειες. Η υπόλοιπη διαδικασία είναι παρόμοια με αυτήν, που χρησιμοποιείται για την παραγωγή κρυσταλλικών κυττάρων.

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΤΑ ΗΛΙΑΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

Το φως, που πέφτει στο κύτταρο είναι ροή ***φωτονίων***. Καθώς τα φωτόνια το "κτυπούν" ελευθερώνουν ηλεκτρόνια, τα οποία κινούνται με τη βοήθεια του δικτύου αγωγών διά του κυκλώματος, που συνδέεται με το κύτταρο. Ένα φωτόνιο απορροφάται από ένα ηλεκτρόνιο.

Μικρή μόνο ποσότητα ρεύματος μπορεί να ληφθεί από ένα επιμέρους ηλιακό κύτταρο. Όταν όμως συνδεθούν πολλά μαζί, μπορεί να ληφθεί σημαντική ισχύς.

Μία συστοιχία ηλιακών κυττάρων λέγεται και ηλιακός συσσωρευτής (μπαταρία) ή ηλιακή συστοιχία. Λειτουργεί σαν συσσωρευτής, αλλά με μια μεγάλη διαφορά. Ο συσσωρευτής θα αδειάσει κάποτε, ενώ το κύτταρο θα δίνει συνέχεια ρεύμα, όσο φωτίζεται.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ

Καθώς η τιμή τους πέφτει, τα ηλιακά στοιχεία γίνονται αρκετά πρακτικά και η χρήση τους γενικεύεται. Η πρώτη τους χρήση, για να παρέχουν δηλαδή ηλεκτρική ισχύ σε απομακρυσμένες περιοχές, όπου δεν υπάρχουν άλλες πηγές, συνεχίζει να είναι σημαντική. Εκτός από τα διαστημικά προγράμματα (σχ. 10-59), όπου ηλιακά κύτταρα παρέχουν ηλεκτρισμό 24 ώρες το 24ωρο για τις λειτουργίες δορυφόρων, αυτή η συναρπαστική πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται σήμερα για:

- Φορητά συστήματα καθαρισμού νερού.
- Λειτουργία φορτιστών μικρών (επαναφορτιζομένων) συσσωρευτών.
- Τηλεφωνικές επικοινωνίες.

Η άλλη δημοφιλής, παγκόσμια εφαρμογή του ηλιακού κυττάρου είναι στη λήψη φωτογραφιών. Μικρές τέτοιες μονάδες υπάρχουν σε πολλά φωτόμετρα φωτογραφικών μηχανών, που δείχνουν ή ελέγχουν (ρυθμίζουν) την κατάλληλη έκθεση του φιλμ.

Λόγω της πτώσεως της τιμής των στοιχείων αυτών χρησιμοποιούνται σε καινούργιες εφαρμογές. Σε αυτές περιλαμβάνεται η τροφοδοσία:

- Αντλιών νερού.
- Σημάτων φωτισμού σε οδικές και σιδηροδρομικές αρτηρίες.
- Ελαφρών ηλεκτρογεννητριών που παρέχουν ηλεκτρισμό από τον ήλιο σε πλοιάρια και επίγεια οχήματα, όπως καρότσια του γκολφ (σχ. 10-60).
- Μία ενδιαφέρουσα και συναρπαστική πειραματική εφαρμογή του ηλιακού στοιχείου ήταν η επιτυχής χρήση του για να πετάξει ένα μικρό αεροπλάνο. Το Δεκέμβριο του 1980 το Solar Challenger, ένα ειδικό κατασκευασμένο μικρό αεροπλάνο με μάζα περίπου 84 kg, μετέφερε έναν πιλότο σε μεγάλη απόσταση χρησιμοποιώντας μόνο ηλιακή ενέργεια για την κίνησή του. Το αεροπλάνο έκανε περίπου 45 πτήσεις. Η μακρύτερη ήταν περίπου 30 km (σχ. 10-61).

Η Northeast Systainable Energy Association (Ένωση για την Ανάπτυξη Συντηρουμένων Πηγών Ενέργειας) με έδρα στο Greenfield της Μασσαχουσέτης στις ΗΠΑ, προπαγανδίζει υπέρ της ηλιακής ενέργειας με την οργάνωση ενός ετήσιου αγώνα δρόμου ηλιακών αυτοκινήτων.

Οι ετήσιοι αγώνες στις ΗΠΑ με τον τίτλο American Tour de Sol, από το Albany της Νέας Υόρκης μέχρι το Plymouth της Μασσαχουσέτης, διοργανώνονται για να προσελκύσουν νέους ώστε να γίνουν μηχανικοί ηλιακών συστημάτων (σχ. 10-62).

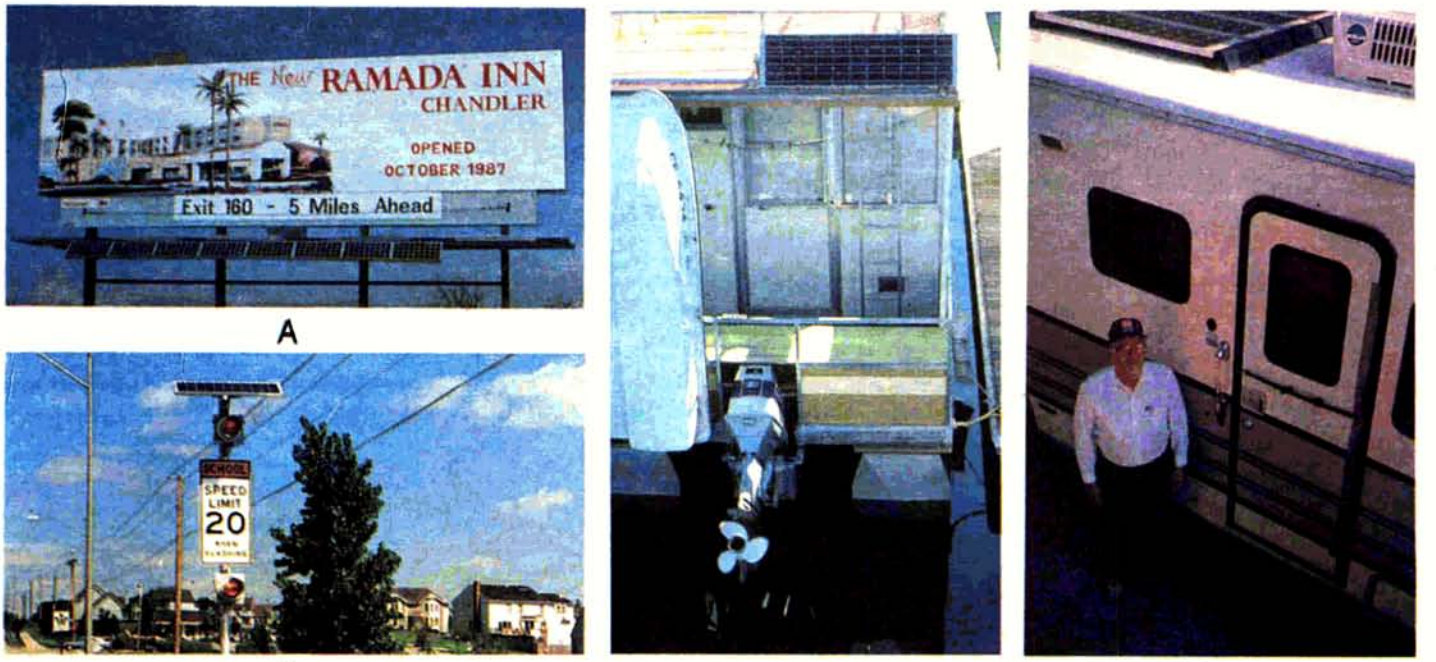
Ένας πειραματικός σταθμός φωτοβολταϊκών λειτουργεί στην Καλιφόρνια από το 1983. Τα στοιχεία είναι τοποθετημένα επάνω σε μηχανισμούς, που κινούνται με κινητήρες και με αυτόματο τρόπο παρακολουθούν τον ήλιο. Τίθενται σε λειτουργία το πρωί και σταματούν το βράδυ. Παρέχουν ηλεκτρισμό σε 10.000 ανθρώπους, όταν λειτουργούν όλες οι μονάδες.



Σχ. 10-59. *Ηλιακές συστοιχίες παρέχουν ηλεκτρική ισχύ για τη λειτουργία των ηλεκτρονικών διατάξεων τεχνητών δορυφόρων (NASA).*

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

Από το 1968 επιστήμονες συζητούσαν τη δυνατότητα κατασκευής και χρήσεως ηλιακών συστημάτων ισχύος υπό μορφή τεχνητών δορυφόρων, που θα αποτελούνταν από τεράστιες συστοιχείες φωτοβολταϊκών κυττάρων για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Με τη βοήθεια μετατροπέων μικροκυμάτων και κεραιών θα κατηύθυναν την ηλεκτρική ισχύ σε σταθμούς στην επιφάνεια της γης. Οι



Σχ. 10-60. *Τα ηλιακά κύτταρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παροχή ηλεκτρικής ισχύος σε πολλές περιπτώσεις όπου δεν χρειάζονται μεγάλες ποσότητες ηλεκτρισμού. Α - Διαφημιστικός πίνακας. Β - Σήμα τροχαίας σε περιοχή κοντά σε σχολείο (Bill Roush, Solar Electric Systems of Kansas City, Inc.). Γ - Φώτα καμπίνας σε ποταμοπλοιάριο (Hank Meels). Δ. Φωτισμός τροχόσπιτου.*



Σχ. 10-61. *Η πρώτη ηλιακή πτήση έγινε από το Solar Challenger το 1980. Είχε μάζα 84 kg και διέθετε 15.000 φωτοβολταϊκά στοιχεία στα φτερά και στην ουρά του. Αναπτύχθηκε από μια ομάδα υπό τη διεύθυνση του Dr Paul McCready στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ.*

δορυφόροι θα είναι σε γεωστατική τροχιά σε ύψος 35.800 km επάνω από τη γη. Επειδή θα περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα, όπως η γη, θα βρίσκονται πάντα επάνω από τον ίδιο σταθμό συλλογής ενέργειας στην επιφάνεια της γης.

Από τη θέση τους - πολύ ψηλά - θα "βλέπουν" τον ήλιο 24 ώρες το 24ωρο. Πότε πότε οι ακτίνες θα εμποδίζονται λόγω εκλείψεων ηλίου, αλλά μόνο για μικρά χρονικά διαστήματα πριν και μετά τις ισημερίες.

Τα ηλιακά επίπεδα θα είναι διευθετημένα έτσι, ώστε να κατευθύνονται στον ήλιο συνέχεια. Οι κεραίες θα έχουν κατεύθυνση προς τη γη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ενώ η έμμεση ηλιακή ενέργεια αποτελεί μεγάλο ποσοστό της ενέργειας, που χρησιμοποιούμε, έχει γίνει σχετικά μικρή χρήση της άμεσης ηλιακής ενέργειας. Δεν είναι ακριβώς γνωστό πώς προήλθε ο ήλιος, αλλά υπάρχει μια θεωρία, που - χονδρικά - λέει ότι ενέργεια μετατράπηκε σε μάζα. Προέκυψαν άτομα υδρογόνου και ηλίου, τα οποία σχημάτισαν τον ήλιο.

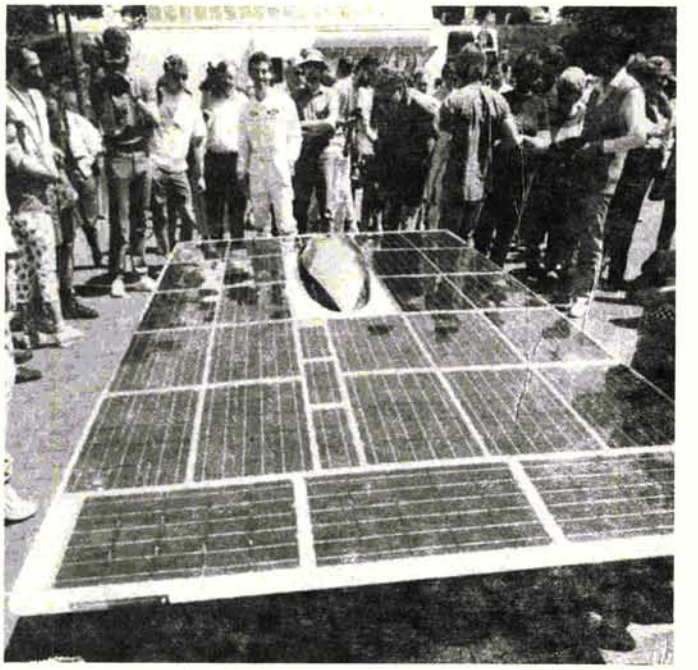
Η ηλιακή ενέργεια ταξιδεύει στο χώρο με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Αυτά τα κύματα μοιάζουν με αυτά που σχηματίζονται στην επιφάνεια νερού, όπου πέφτει ένα βότσαλο. Παρ' όλο που μόνο το ένα δισεκατομμυριοστό της συνολικής ενέργειας που ακτινοβολεί ο ήλιος φθάνει στη γη, η ενέργεια που φθάνει ετησίως είναι τεράστια.

Η αξιοποίηση της άμεσης ηλιακής ενέργειας, σήμερα, περιορίζεται στη θέρμανση κτηρίων και στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κίνηση οχημάτων, όπως αυτοκίνητα και αεροπλάνα.

Παρ' όλο που η ηλεκτρική παροχή των ηλιακών στοιχείων είναι μικρή και στοιχίζει σε σύγκριση με τα πυρηνικά συμβατικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος, νέα τεχνολογία μειώνει το κόστος τους, σε ση-



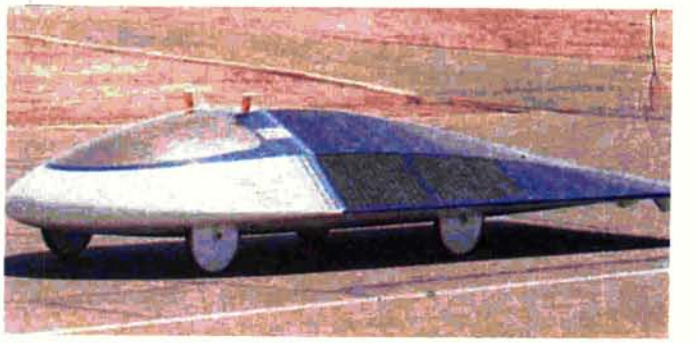
Α



Γ



Β



Δ

Σχ. 10-62. *Έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στη χρήση ηλιακής ενέργειας στις μεταφορές. Α - Αυτοκίνητο με ηλιακή ενέργεια στην παγκόσμια Έκθεση του 1982. Β - Μία από τις συμμετοχές στους αγώνες του 1992 για την κάλυψη με ηλιακά (tour de Sol) της διαδρομής από το Albany, της Νέας Υόρκης, στο Greenfield της Μασσαχουσέτης. Γ - Νικητής των προηγουμένων αγώνων του έτους 1990 εφοδιάζεται με ενέργεια σε ένα από τα σημεία στάσεως (Mark Morelli). Δ - Το όχημα Sunraycer της εταιρείας GM (General Motors) των ΗΠΑ ήταν ο νικητής των αγώνων διαδρομής περίπου 3000 km (World Solar Challenge), από το Darwin στην Adelaide, στην Αυστραλία. Κάλυψε τη διαδρομή σε 44 ώρες και 54 λεπτά (GM Hughes Electronics).*

μείο που μέχρι το 2000, περίπου, θα είναι δυνατή η ύπαρξη ηλιακών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής (ισχύος).

Ενώ η ηλιακή ενέργεια ουσιαστικά δεν κοστίζει, η τεχνολογία παγιδεύσεως και χρησιμοποιήσεως αυτής είναι ακριβή. Η τεχνολογία όμως αναπτύσσεται, σε σημείο που η ηλιακή ενέργεια θα μπορεί να ανταγωνίζεται συστήματα καυσίμων απολιθωμάτων.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

απορροφητήρας
θερμίδα
συγκεντρωτήρες
διαχεόμενη ακτινοβολία
ηλιακά συστήματα θερμάνσεως άμεσης δράσεως
ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία
ηλεκτρόνια
συλλέκτης σωλήνων κενού
επίπεδος συλλέκτης
συχνότητα
φαινόμενο θερμοκηπίου
εναλλάκτης θερμότητας
μοντούλ
Langley
πυρηνική σύντηξη
πυρήνας
παραβολικοί συγκεντρωτές
κορυφή εξόδου

υλικά μεταβολής φάσεως
φωτόνια
φωτοβολταϊκά κύτταρα (στοιχεία)
διεπαφή PN
ακτινοβολία ενέργειας
ηλιακοί συλλέκτες
ειδική θερμότητα
ήλιος
θερμοσιφωνισμός
ειδική θερμότητα όγκου
watt (βατ)
μήκος κύματος

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Κατασκευάστε μια διάταξη (συσκευή) ή ένα παιγνίδι, που να μπορεί να μετατρέπει ηλιακή ακτινοβολία σε εσωτερική ενέργεια και τελικώς να παρέχει θερμότητα.
2. Κατασκευάστε μια διάταξη (συσκευή), που να μπορεί να συγκεντρώνει τις ακτίνες του ηλίου σε μικρή επιφάνεια.
3. Κατασκευάστε μια διάταξη (συσκευή), που να μπορεί να μετατρέπει ηλιακή ενέργεια σε κίνηση.
4. Κατασκευάστε, συναρμολογήστε ή επιδείξετε μια συσκευή, που να μετατρέπει ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό.
5. Κατασκευάστε μια συσκευή, που χρησιμοποιεί τον ήλιο, για να καθαρίζει το νερό.
6. Ψάξτε στην περιοχή σας και καταγράψτε τους τύπους συσκευών που χρησιμοποιούν τον ήλιο, για να εξοικονομήσουν ενέργεια. Διαλέξτε έναν από τους τύπους αυτούς και περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας του. Συζητήστε με τον ιδιοκτήτη του την οικονομία που επιτυγχάνει με αυτήν τη συσκευή.

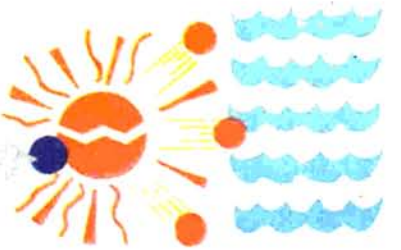
ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Το φως και η θερμότητα από τον ήλιο οφείλονται σε _____ , που συντελούνται στον πυρήνα του.
2. Αν ο ήλιος βρίσκεται 150.000.000 χιλιόμετρα μακριά από τη γη και το φως τρέχει με 300.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο, πόσο χρόνο χρειάζεται το φως ώστε να φθάσει στη γη;
3. Περιγράψτε πώς διαδίδονται τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.
4. Αναφέρετε τύπους ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Ποια είναι ορατά;
5. Η ηλιακή σταθερά είναι όλη η ακτινοβολία, που πέφτει σε ένα αντικείμενο ευρισκόμενο έξω από τη γήινη ατμόσφαιρα. Σωστό ή λάθος;
6. Η μέση τιμή της προσπίπτουσας ενέργειας από τον ήλιο που φθάνει στη γη είναι _____ kWh ανά τετραγωνικό μέτρο ανά έτος.
7. Το φαινόμενο θερμοκηπίου σημειώνεται, λόγω του ότι: (διαλέξτε τη σωστή απάντηση):
   α. Ο υαλοπίνακας προστατεύει από τους κρύους ανέμους· επομένως είναι πιο ζεστά πίσω από το τζάμι.
   β. Η ηλιακή ακτινοβολία περνά εύκολα διά μέσου του γυαλιού ενώ η θερμική ακτινοβολία (υπέρυθρη ακτινοβολία) όχι.
   γ. Το γυαλί ενισχύει την ηλιακή ακτινοβολία.
8. _____ είναι η θερμότητα που απορροφά υλικό σε Joule, όταν η θερμοκρασία του αυξάνεται κατά ένα βαθμό Κελσίου.
9. Τι ονομάζομε υλικά μεταβολής φάσεως; Πώς χρησιμοποιούνται στον τομέα της ηλιακής ενέργειας;
10. Μία ηλιόλουστη ημέρα ο ήλιος παρέχει περίπου watt ανά τετραγωνικό μέτρο στην επιφάνεια της γης (1.250.500).
11. Σε ηλιακό σύστημα θερμάνσεως έμμεσης δράσεως, ενέργεια αποθηκεύεται και λαμβάνεται ανάλογα με τις ανάγκες. Σωστό ή λάθος;
12. Απαριθμήστε τα τρία βασικά στοιχεία ενός ενεργού ηλιακού συστήματος θερμάνσεως.
13. Αναφέρετε τρεις τομείς, όπου χρησιμοποιούνται σήμερα ηλιακά στοιχεία.
14. Σήμερα, η απόδοση των ηλιακών κυττάρων κυμαίνεται από _____ μέχρι _____ % (5 με 10, 16 με 25, 18 με 42).



11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι πληροφορίες αυτού του κεφαλαίου θα σας βοηθήσουν ώστε να:

- *Γνωρίσετε τις πηγές κινητικής ενέργειας.*
- *Μάθετε πέντε φυσικές πηγές κινητικής ενέργειας, που μπορούν να αξιοποιηθούν για παραγωγή ισχύος.*
- *Μάθετε πώς δημιουργείται ο άνεμος και πού υπάρχουν άνεμοι επί μεγάλα χρονικά διαστήματα.*
- *Εξηγήσετε τη φύση της ενέργειας των κυμάτων.*
- *Μάθετε την αιτία των παλιρροιών και ποια είναι πιθανά μέρη, όπου θα μπορούσαν να κατασκευασθούν παλιρροϊκοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής.*
- *Μάθετε πώς οι διάφορες μορφές φυσικής κινητικής ενέργειας θα μπορούσαν να μετατραπούν σε ηλεκτρική ενέργεια ή σε αποθηκευόμενες μορφές ενέργειας.*

Όπως μάθατε ήδη στο κεφάλαιο 1, κινητική ενέργεια έχει σώμα λόγω της κινήσεώς του. Είναι ένα είδος ***μηχανικής ενέργειας.***

Η κινητική ενέργεια μπορεί να προέλθει από:

- Μετατροπές άλλων μορφών ενέργειας.
- Από αξιοποίηση μιας φυσικής πηγής.

Η βενζίνη είναι ένα καλό παράδειγμα μιας πηγής ενέργειας που μετατρέπεται, για να παράγει κίνηση. Η βενζινομηχανή καίει το καύσιμο και κινεί ένα έμβολο. Η κίνηση του εμβόλου μπορεί να κινεί τροχούς, όπως αυτούς ενός αυτοκινήτου (σχ. 11.1). Μια παρόμοια αλλά μικρότερη μηχανή μπορεί να περιστρέφει μια κοπτική λεπίδα σε μηχάνημα κοπής γρασιδιού (σχ. 11-2).

Όμως, αυτό το κεφάλαιο ασχολείται κυρίως με την εκμετάλλευση φυσικών πηγών κινητικής ενέργειας. Πρόκειται για ανανεώσιμες πηγές.

ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗ ΦΥΣΗ

Οι περισσότερες μορφές κινητικής ενέργειας που απαντούν στη φύση είναι αποτέλεσμα της ηλιακής ακτινοβολίας. Επομένως, μπορούμε να τις ονομάζουμε έμμεσες μορφές ηλιακής ενέργειας. Έμμεσες ηλιακές πηγές είναι οι ακόλουθες:

- Άνεμος (σχ. 11-3). Η θέρμανση του αέρα από τον ήλιο δημιουργεί ανέμους, που μπορεί να έχουν μεγάλες ταχύτητες άρα και μεγάλες ενέργειες.
- Κύματα (σχ. 11-4). Οι άνεμοι δημιουργούν κύματα με μεγάλη ενέργεια.
- Παλίρροιες. Η βαρυτική έλξη του φεγγαριού και του ηλίου κάνουν τη στάθμη της θάλασσας να ανεβαίνει και να κατεβαίνει με κανονικό ρυθμό.
- Νερό που πέφτει ή ρέει (σχ. 11-5). Η βροχή μπορεί να πέφτει σε υψηλά μέρη και το νερό να ρέει στη συνέχεια σε χαμηλότερες στάθμες λόγω της βαρυτικής έλξεως της γης· έτσι αποκτά κινητική ενέργεια.

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια του ανέμου, ο οποίος είναι αέρας σε κίνηση. Όλοι οι άνεμοι, από τους πιο ασθενικούς ως τους τυφώνες, προκαλούνται από τρεις φυσικές αιτίες:

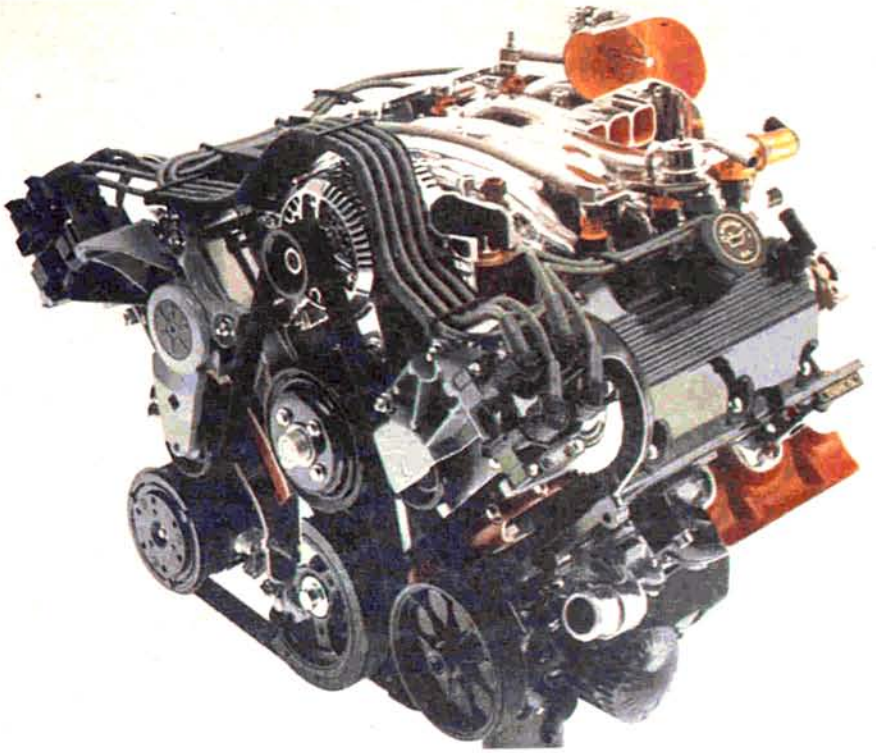
- Διαφορές θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα.
- Περιστροφή της γης.
- Ανομοιόμορφη θέρμανση των ωκεανών και της στεριάς.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Ο αέρας είναι εξαιρετικά ελαφρύς. Όμως, έχει βάρος και μπορεί να διασταλεί και να συσταλεί, όπως όλα τα αέρια. Ένα κυβικό μέτρο αέρα μία ζεστή ανοιξιάτικη ημέρα ζυγίζει περίπου όσο ένα χιλιόγραμμο.

Όταν ο αέρας ζεσταίνεται από τον ήλιο, αρχίζει να κινείται. Πρώτα διαστέλλεται και γίνεται ελαφρύτερος. Έτσι ανέρχεται. Ψυχρότερος αέρας, επειδή είναι βαρύτερος, βυθίζεται και καταλαμβάνει το χώρο κάτω από το ζεστό (σχ. 11-6).

Μία από τις αιτίες που γίνεται αυτό είναι ότι ο ζεστός αέρας, όταν ανέρχεται, δημιουργεί μικρότερη πίεση στο χώρο κάτω από αυτόν (τείνει να αδειάσει ο χώρος). Ο ψυχρότερος αέρας γύρω γύρω βρίσκεται σε μεγαλύτερη πίεση και έτσι κινείται στο χώρο, τον οποίο ελευθε-

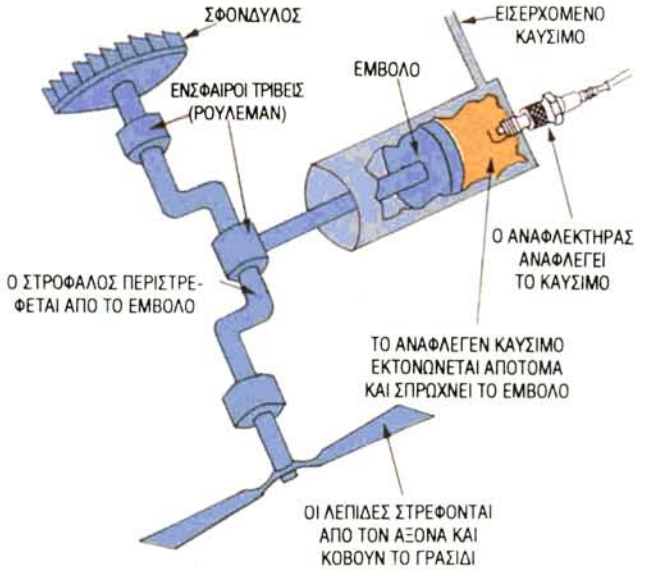


A



B

Σχ. 11-1. *Μηχανική κινητική ενέργεια μπορεί να παραχθεί με τη μετατροπή άλλων μορφών ενέργειας. Α - Μια μηχανή (κινητήρας) εσωτερικής καύσεως "μετατρέπει καύσιμο" (χημική ενέργεια) σε μηχανική ενέργεια. Β - Η μηχανική ενέργεια του κινητήρα κινεί ένα μικρό φορτηγό (Ford Motor Co.).*



Σχ. 11-2. *Είναι εύκολο να δει κάποιος πώς μια μηχανή κοπής γρασιδιού μετατρέπει την ενέργεια του καυσίμου για να κινήσει τις λεπίδες.*





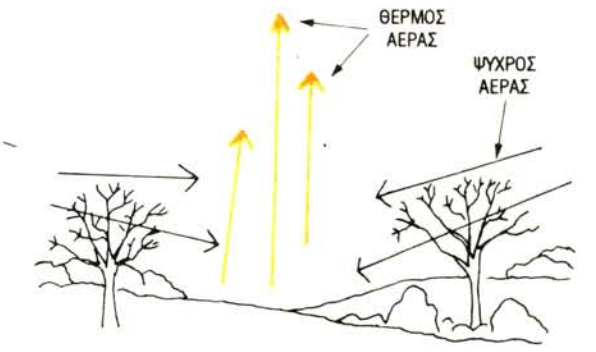
Σχ. 11-3. *Ο άνεμος είναι αέρας που κινείται, άρα έχει κινητική ενέργεια. Δεν μπορεί να τον δει κάποιος, αλλά τα αποτελέσματά του είναι ορατά.*



Σχ. 11-4. *Τα κύματα έχουν αρκετή κινητική ενέργεια, που χάνεται καθώς φθάνουν στην ακτή.*



Σχ. 11-5. *Με τους ποταμούς μεγάλοι όγκοι νερού κατευθύνονται από περιοχές με μεγάλο υψόμετρο σε χαμηλότερα μέρη. Μια απότομη μεταβολή της στάθμης του νερού λόγω μεταβολής της στάθμης του εδάφους οδηγεί στο σχηματισμό καταρράκτη, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή χρησιμοποιήσιμης ενέργειας.*



Σχ. 11-6. *Ο θερμός αέρας διαστέλλεται, γίνεται ελαφρύτερος και ανέρχεται. Η χαμηλή πίεση κάτω από τον ανερχόμενο αέρα προκαλεί την κίνηση προς το σημείο αυτό ψυχρού αέρα από κάθε κατεύθυνση. Έτσι δημιουργείται άνεμος.*

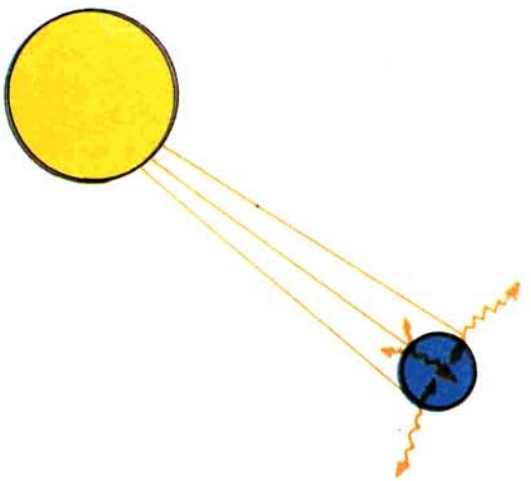
ρώνει ο θερμός αέρας. Έτσι, όταν η ατμόσφαιρα σε κάποιο μέρος της γης ζεσταθεί πιο πολύ από ό,τι σε άλλα μέρη, ο κρύος αέρας κινείται προς τη θερμότερη περιοχή. Αυτή η κίνηση προκαλεί τον άνεμο.

Παγκοσμίως, υπάρχουν πολύ μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας. Για παράδειγμα, οι τροπικές περιοχές μπορεί να έχουν θερμοκρασίες πάνω από 38°C, ενώ στις πολικές περιοχές η θερμοκρασία είναι πολύ κάτω από το σημείο πάγου.

Οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ αυτών των περιοχών οφείλονται κυρίως στη διαφορετική γωνία, υπό την οποία οι ακτίνες του ηλίου κτυπούν την επιφάνεια της γης στον ισημερινό και στους πόλους. Στον ισημερινό οι ακτίνες κτυπούν την επιφάνεια σχεδόν κατακόρυφα. Στους πόλους όμως οι ακτίνες πέφτουν υπό τέτοια γωνία με αποτέλεσμα να μη μεταφέρουν αρκετή ενέργεια και να μην απορροφώνται αρκετά. Όπως δείχνει το σχήμα 11-7, η ακτινοβολία που κτυπά κάθετα απορροφάται καλύτερα από την επιφάνεια της γης. Η ακτινοβολία που κτυπά τη γη στους πόλους κυρίως ανακλάται πίσω στο διάστημα.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟΝ ΑΝΕΜΟ

Οι μεγάλες διαφορές στη θερμοκρασία μεταξύ της ισημερινής ζώνης και των πολικών περιοχών προκαλούν μεγάλες μετακινήσεις αέρα. Ζεστός, ελαφρύς αέρας από τις τροπικές περιοχές ανυψώνεται και κινείται προς τους πόλους, ενώ την ίδια στιγμή βαρύτερος αέρας από τους πόλους κινείται κάτω από το ζεστό προς τον ισημερινό. Το σχήμα 11-8 δείχνει αυτό το πράγμα. Αυτή η κίνηση μαζών αέρα λέγεται ***πλανητικός άνεμος.***



Σχ. 11-7. *Εύκολα εξηγείται γιατί μερικές περιοχές της γης θερμαίνονται περισσότερο από άλλες. Η επιφάνεια της γης απορροφά τις κάθετες ακτίνες περισσότερο από αυτές που πέφτουν υπό μεγάλη γωνία. Οι περισσότερες από τις τελευταίες ανακλώνται προς το διάστημα.*

ΑΝΕΜΟΣ ΛΟΓΩ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

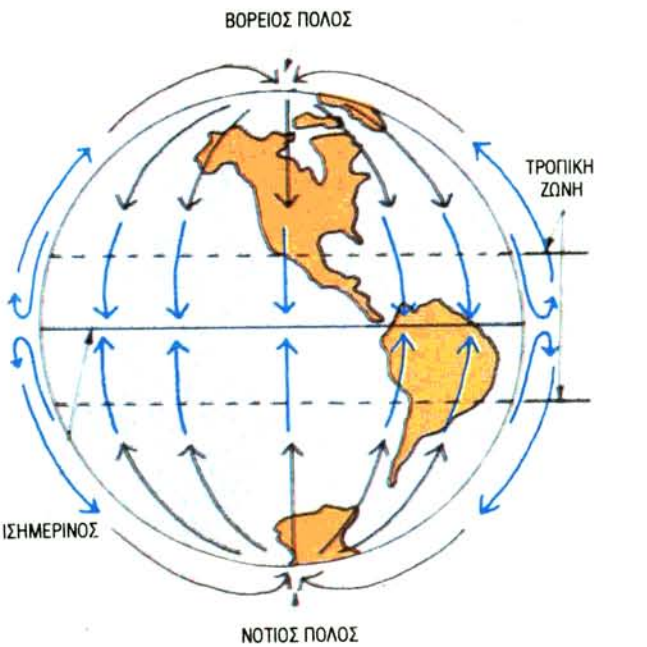
Η κίνηση του αέρα, που προκαλείται από την ανομοιόμορφη θέρμανση της γης, επηρεάζεται έντονα από την περιστροφή της γης. Η ταχύτητα της επιφάνειας της γης λόγω περιστροφής είναι περίπου 1600 km/h στον ισημερινό και μηδέν στους πόλους.

Στην πραγματικότητα, η περιστροφή δεν δημιουργεί άνεμο, αλλά επηρεάζει την κατεύθυνση του ανέμου, ο οποίος δημιουργείται από άλλους παράγοντες. Αν η γη δεν περιστρέφονταν, οι ψυχροί άνεμοι από το βόρειο και το νότιο πόλο θα φυσούσαν με κατεύθυνση ακριβώς προς τον ισημερινό. Ο ζεστός αέρας θα ανυψώνονταν στον ισημερινό και θα έρρεε με κατεύθυνση ακριβώς προς το βόρειο και προς το νότιο πόλο.

Λόγω της περιστροφής, αέρας που κατευθύνεται προς τον ισημερινό κλίνει προς τα δυτικά. Αέρας που κινείται προς τους πόλους κλίνει προς τα ανατολικά (σχ. 11-9).

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΑΝΕΜΩΝ

Κοιτάξτε το σχήμα 11-10. Θα δείτε ότι υπάρχουν τρεις διακριτές περιοχές σχηματισμών ανέμων βόρεια και νότια του ισημερινού. Αυτές οι περιοχές λέγονται ***κελύφη*** (cells). Στον ισημερινό είναι το τροπικό κέλυφος. Εκτείνεται κατά 30 μοίρες βόρεια και 30 μοίρες νότια. Ο αέρας στην επιφάνεια της γης σε αυτό το κέλυφος ανυψώνεται και είναι πάντα ζεστός και υγρός. Ο άνεμος εκεί είναι μικρής εντάσεως, αλλά μπορεί να δημιουργηθούν



Σχ. 11-8. *Ανομοιόμορφη θέρμανση της γης από τον ήλιο δημιουργεί παγκόσμιους σχηματισμούς ανέμων. Άνεμοι σε μικρό ύψος ρέουν προς τον ισημερινό από το Βόρειο και από το Νότιο Πόλο.*

ασθενικοί άνεμοι από κάθε κατεύθυνση. Ο ουρανός έχει σύννεφα και σημειώνονται συχνά βροχές και καταιγίδες. Η πίεση του αέρα είναι πάντοτε χαμηλή.

Βόρεια και νότια του τροπικού κελύφους είναι τα ***γεωγραφικά πλάτη του αλόγου*** (horse latitudes). Πρόκειται για ζώνες υψηλής πιέσεως, όπου αέρας κατέρχεται προς την επιφάνεια. Ο αέρας είναι ξηρός και λίγο θερμός. Οι άνεμοι είναι ασθενείς και μεταβαλλόμενοι ή μπορεί να μην υπάρχει καθόλου άνεμος επί πολλές ημέρες. Οι περισσότερες έρημοι του πλανήτη μας είναι στις ζώνες αυτές. Το όνομα "horse latitudes" προήλθε από μία συνήθεια των πληρωμάτων των διερχομένων πλοίων. Όταν ιδρύονταν οι αποικίες στην Αμερική και σε άλλα μέρη του δυτικού ημισφαιρίου, συχνά τα πλοία ακινητοποιούνταν λόγω της άπνοιας. Έτσι, έριχναν άλογα στη θάλασσα, για να εξοικονομήσουν αποθέματα πόσιμου νερού, αφού το ταξίδι παρατείνονταν.

ΣΤΑΘΕΡΟΙ ΑΝΕΜΟΙ

Πρόκειται για πλανητικούς ανέμους, που κινούνται προς τον ισημερινό. Είναι οι πιο σταθεροί από τους ανέμους. Συχνά φυσούν επί ημέρες ή εβδομάδες με μικρή μεταβολή στην ταχύτητα και την κατεύθυνση.

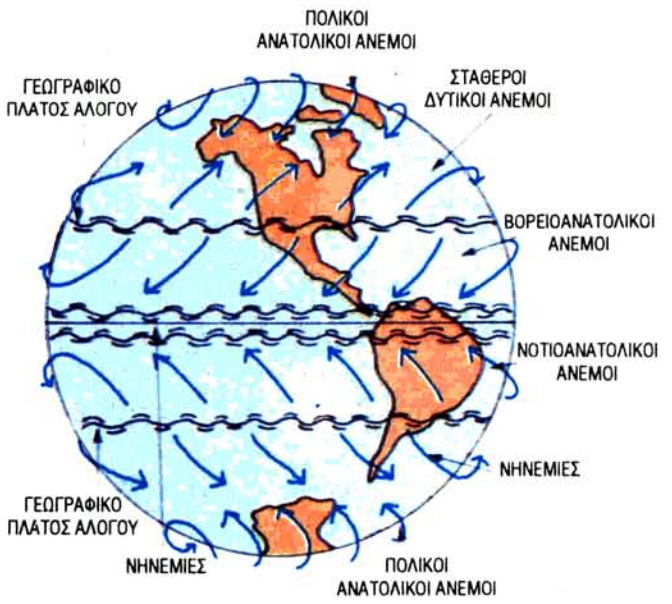
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣ ΣΤΟΝ ΑΝΕΜΟ

Επειδή η ξηρά και το νερό θερμαίνονται και κρυώνουν με διαφορετικούς ρυθμούς, το μέγεθος και το σχήμα των μαζών της ξηράς επιδρούν σημαντικά στην κατεύθυνση και ένταση των ανέμων. Οι μάζες της ξηράς απορροφούν και χάνουν θερμότητα με πιο γρήγορους ρυθμούς από ό,τι το νερό. Τα νερά των θαλασσών πάντα αναταράσσονται και έτσι ανεμιγνύονται, οπότε το κέρδος ενέργειας στην επιφάνεια κατανέμεται σε μεγάλους όγκους νερού (σχ. 11-11). Έτσι, οι μεταβολές της θερμοκρασίας της επιφάνειας του νερού δεν είναι πολύ μεγάλες. Οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύκτας και μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού μειώνονται σημαντικά.

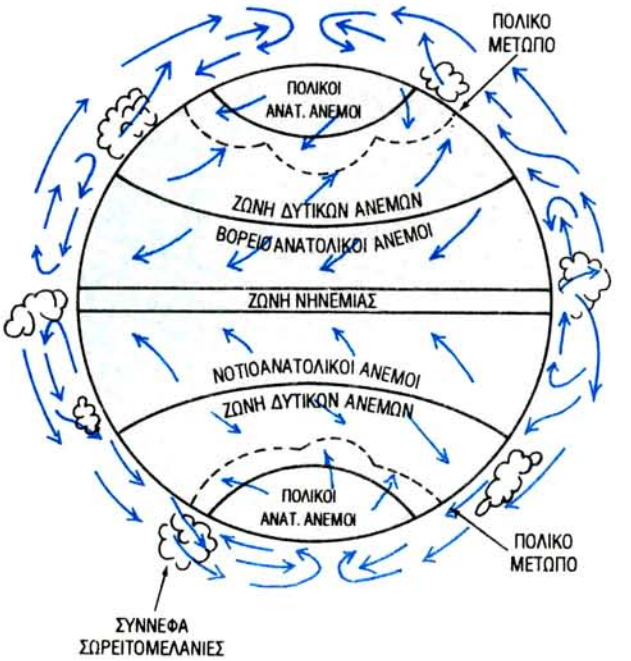
Στην ξηρά όμως, δεν εισέρχεται πολλή ενέργεια από την επιφάνεια στο εσωτερικό αυτής και έτσι παραμένει συγκεντρωμένη στην επιφάνεια. Το έδαφος χάνει την ενέργεια (την απορρόφησε την ημέρα) εύκολα το βράδυ και ψύχεται. Αποτέλεσμα αυτού και του γεγονότος ότι το νερό έχει τη μέγιστη θερμοχωρητικότητα από όλα τα συνήθη σώματα είναι ότι οι ημερήσιες και ετήσιες μεταβολές θερμοκρασίας στις θάλασσες είναι μικρότερες από ό,τι στις στεριές.

ΤΟΠΙΚΟΙ ΑΝΕΜΟΙ

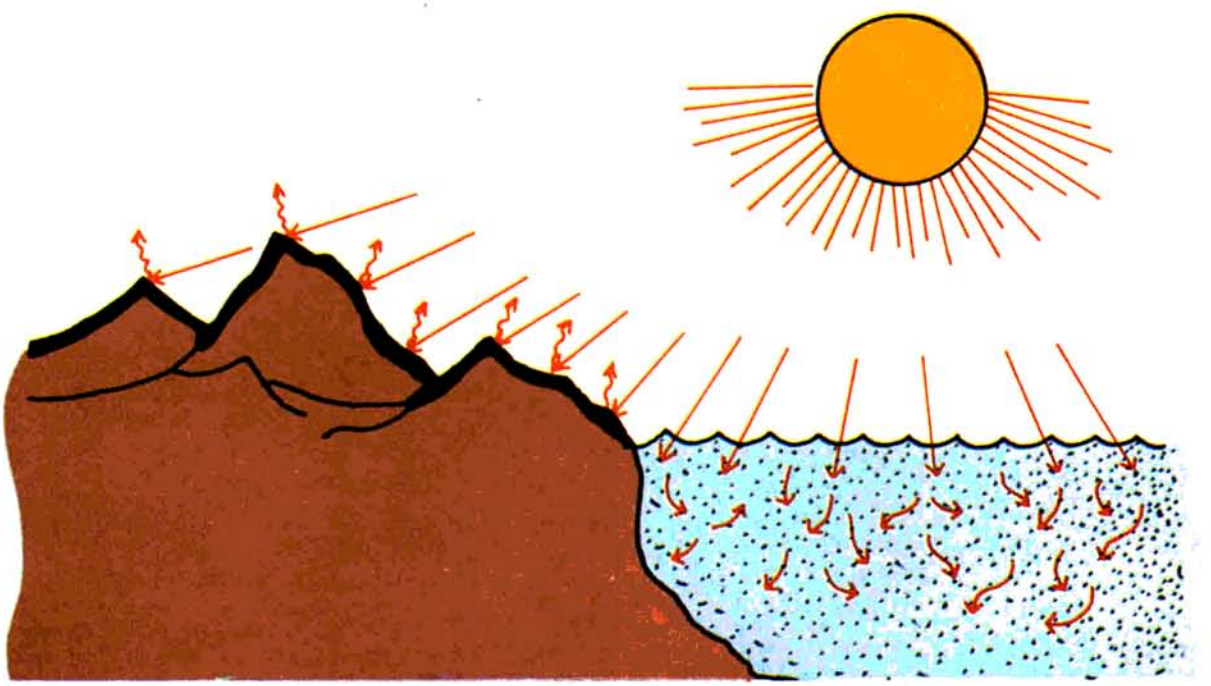
Άλλοι άνεμοι προκαλούνται από τοπικές διαφορές θερμοκρασίας και τοπογραφίας της περιοχής και λέγονται ***τοπικοί άνεμοι.*** Όλοι γνωρίζομε για τη θαλάσσια αύρα και την αύρα της ξηράς, που πνέουν σε παραθαλάσσιες και παραλίμνιες περιοχές. Την ημέρα ο αέρας επάνω από τη στεριά ζεσταίνεται πολύ πιο γρήγορα από τον αέρα πάνω από το νερό. Ο θερμός αέρας επάνω από τη στεριά ανέρχεται, ενώ ψυχρότερος αέρας επάνω



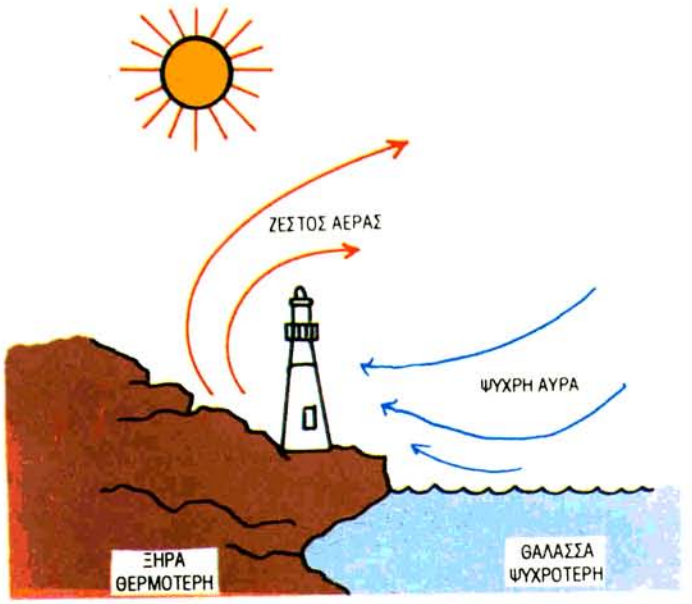
Σχ. 11-9. *Η περιστροφή της γης επηρεάζει την κατεύθυνση των πλανητικών ανέμων. Δημιουργούνται σχηματισμοί, όπου υπάρχουν ζώνες με ροή ανέμου και ζώνες νηνεμίας. Οι κυματοειδείς γραμμές δείχνουν ζώνες με μικρής εντάσεως άνεμο.*



Σχ. 11-10. *Υπάρχει ένας καθορισμένος σχηματισμός ανέμων για όλον τον πλανήτη μας.*



Σχ. 11-11. *Οι μάζες της ξηράς δεν απορροφούν θερμότητα σε μεγάλο βάθος. Με ρεύματα, η θερμότητα στο νερό κατανέμεται σε μεγαλύτερο βάθος. Το νερό έχει τη μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα από τα συνήθη σώματα. Έτσι, το νερό αποθηκεύει περισσότερη εσωτερική ενέργεια και ελευθερώνει θερμότητα πιο αργά.*



Σχ. 11-12. *Επειδή οι μάζες της ξηράς θερμαίνονται γρηγορότερα από το νερό, ο ζεστός αέρας ανυψώνεται πάνω από την ξηρά την ημέρα. Δημιουργούνται τοπικοί άνεμοι, καθώς ψυχρός αέρας από τη θάλασσα ή τη λίμνη κινείται προς το έδαφος, για να αντικαταστήσει τον ανερχόμενο αέρα.*

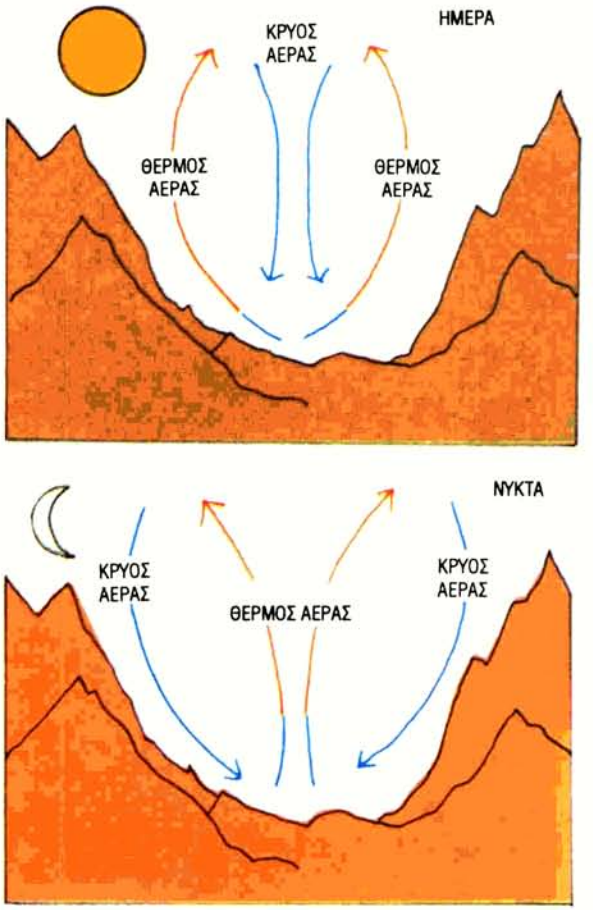
από το νερό κινείται προς την ξηρά (σχ. 11-12). Τη νύκτα, η ξηρά ψύχεται πιο γρήγορα, ψύχοντας και τον αέρα, που υπάρχει επάνω από αυτήν. Εν τω μεταξύ, ο αέρας επάνω από το νερό έχει θερμανθεί από το νερό που είναι θερμότερο της ξηράς. Η ροή του ανέμου αντιστρέφεται. Ο ψυχρότερος αέρας της ξηράς κινείται προς τη θάλασσα κάτω από τον ανυψούμενο ζεστό αέρα της θάλασσας (σχ. 11-13).



Σχ. 11-13. *Τη νύκτα η μάζα της ξηράς είναι ψυχρότερη από ό,τι το νερό. Ψυχρός αέρας κινείται προς το νερό αντικαθιστώντας τον ανερχόμενο θερμότερο αέρα.*

Σε περιοχές, που υπάρχουν λόφοι και βουνά, δημιουργούνται άνεμοι, λόγω ανομοιόμορφης θερμάνσεως των κλιτύων και των πυθμένων των κοιλάδων. Τις ξάστερες νύκτες δημιουργούνται κατερχόμενοι άνεμοι, διότι ο αέρας στα υψηλά σημεία των κλιτύων κρυώνει και γίνεται βαρύτερος από ό,τι ο αέρας, που πνέει χαμηλότερα. Έτσι κατέρχεται προς την κοιλάδα (σχ. 11-14).

Μερικοί τοπικοί άνεμοι παρουσιάζονται τόσο συχνά



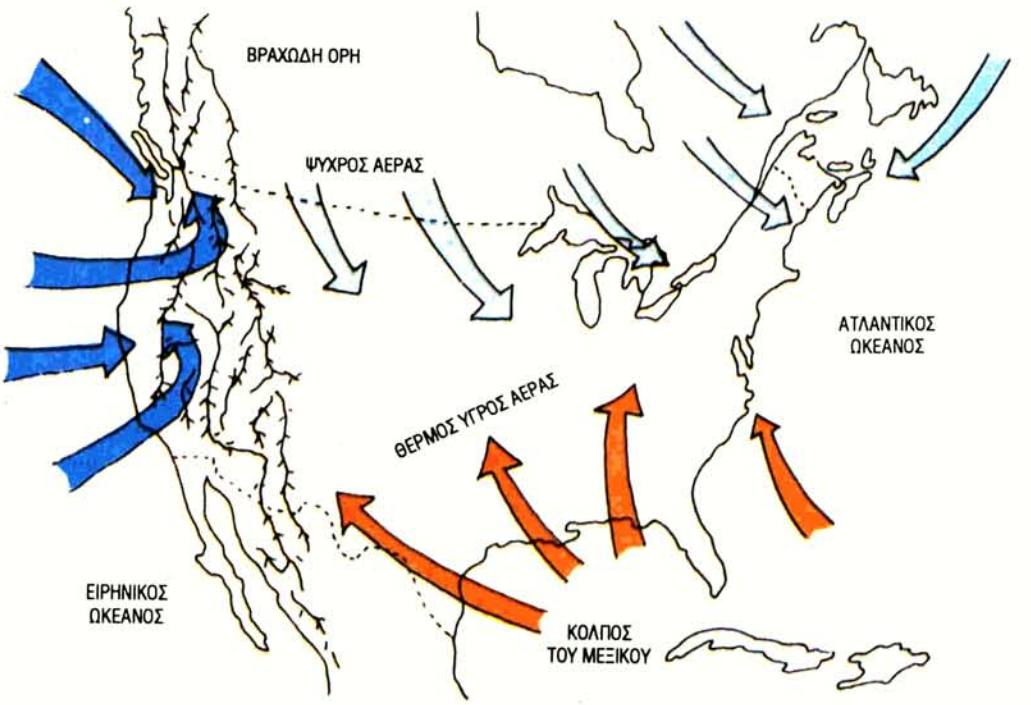
Σχ. 11-14. *Άνεμοι των βουνών και των κοιλάδων είναι κυρίως ανερχόμενα και κατερχόμενα ρεύματα. Προκαλούνται από τη θέρμανση και ψύξη της επιφάνειας της γης.*

και φυσούν τόσο κανονικά, ώστε δίνονται σε αυτούς ειδικά ονόματα. Για παράδειγμα, το όνομα ***μαϊστράλι*** έχει δοθεί στον ισχυρό ψυχρό άνεμο, που πνέει κατά τη ροή των υδάτων στην κοιλάδα του ποταμού Ρήνου, στη Γαλλία. Στην Ελλάδα έχομε το βόρειο ψυχρό άνεμο ***βαρδάρη***, στη Θεσσαλονίκη.

Όταν πνέει άνεμος κατά μήκος μιας πλαγιάς βουνού, το μέτωπο του ανέμου συμπιέζεται και ζεσταίνεται. Έτσι, φυσά πάνω από το οροπέδιο ξηρός, θερμός άνεμος. Ένα παράδειγμα αυτού του είδους είναι ο άνεμος Σάντα Άννα στη νότια Καλιφόρνια των ΗΠΑ. Ξεκινά από την έρημο, που βρίσκεται σε υψόμετρο και πνέει κατά μήκος της παραθαλάσσιας επίπεδης περιοχής ως ξηρός άνεμος που παρασύρει σκόνη. Ο άνεμος αυτός είναι γνωστός επίσης ως ***foehn*** (φοέν).

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΕΜΩΝ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΑΜΕΡΙΚΗΣ

Τα Βραχώδη Όρη, που διασχίζουν τις ΗΠΑ, τον Καναδά και το Μεξικό από το Βορρά μέχρι το Νότο κατά μήκος των Δυτικών Ακτών, σταματούν τους περισσότερους ισχυρούς δυτικούς ανέμους από τον Ειρηνικό Ωκεανό. Οι ηπειρωτικές περιοχές των ΗΠΑ, στις οποίες δεν πνέουν θαλάσσιοι άνεμοι, δέχονται ψυχρό αέρα, που προέρχεται από το Βόρειο Πόλο και θερμό αέρα με υγρασία, που προέρχεται από το νότο. Στις Μεσοδυτικές περιοχές, οι επικρατούντες άνεμοι προέρχονται από τα βορειοδυτικά κατά το χειμώνα και από τα νοτιοδυτικά κατά το καλοκαίρι (σχ. 11-15).



Σχ. 11-15. *Κυρίαρχοι άνεμοι στις ΗΠΑ. Τα βουνά στρέφουν πίσω ισχυρούς δυτικούς ανέμους από τον Ειρηνικό. Ψυχρός άνεμος σαρώνει προς τα κάτω τις κεντρικές πεδιάδες από την Αρκτική. Υγρός θερμός αέρας κινείται προς τα Βόρεια από τον Κόλπο του Μεξικού.*

ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΗΠΑ

Περίπου το 2% της ηλιακής ακτινοβολίας που πέφτει στη γη προκαλεί όλη την ενέργεια του ανέμου (αιολική ενέργεια) της γης. Η συνολική ισχύς της αιολικής ενέργειας που διατίθεται στις 48 κάτω πολιτείες των ΗΠΑ είναι περίπου 14 φορές η μέση ισχύς, που χρησιμοποιήθηκε από τις ΗΠΑ μέσα στο 1973. Περίπου το 30% της αιολικής ενέργειας είναι ψηλά στην ατμόσφαιρα, από όπου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Όμως εξακολουθεί να υπάρχει ένα μεγάλο ποσό ενέργειας ανέμου κάτω από τη στάθμη των 30 μέτρων.

ΤΥΠΟΙ ΑΝΕΜΩΝ

Σύμφωνα με τη στατιστική για τον καιρό, λίγες μόνο ημέρες το μήνα στα περισσότερα μέρη του κόσμου δεν πνέουν άνεμοι. Μερικοί άνεμοι όμως δεν είναι χρήσιμοι για την παραγωγή εκμεταλλεύσιμης ενέργειας. Οι άνεμοι μπορεί να καταταγούν ανάλογα με την ικανότητά τους να παράγουν ενέργεια:

- Ενεργειακοί άνεμοι.
- Συνεχείς άνεμοι.

Ενεργειακοί άνεμοι είναι αυτοί που φυσούν με ταχύτητες 16 με 40 km/h. Αυτός ο τύπος ανέμου μπορεί να σημειώνεται κατά μέσο όρο δύο ημέρες την εβδομάδα. Οι συνεχείς άνεμοι είναι ασθενείς. Κινούνται με ταχύτητες 8 με 24 km/h.

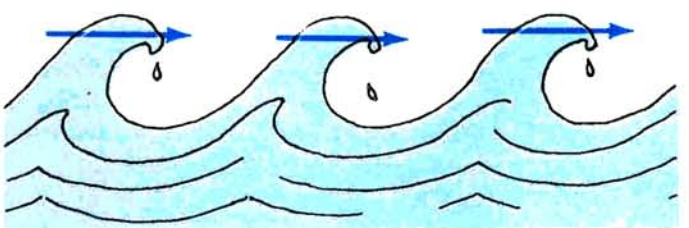
Ισχυροί ενεργειακοί άνεμοι πνέουν συνήθως στις πολικές και εύκρατες περιοχές. Ασθενείς, συνεχείς άνεμοι φυσούν στις τροπικές περιοχές.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΥΜΑΤΩΝ

Όταν φυσά άνεμος επάνω από μεγάλες εκτάσεις νερού, όπως θάλασσες, ωκεανοί ή λίμνες προκαλεί κύματα. Έτσι το νερό κατευθύνεται προς τη στεριά μεταφέροντας μεγάλη ενέργεια. Η ενέργεια εκλύεται, καθώς τα κύματα φθάνουν ορμητικά στις ακτές (σχ. 11-16).

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

Όλα τα είδη κυμάτων, είτε κινούνται στον αέρα είτε στο νερό, έχουν παρόμοιες ιδιότητες. Μία από αυτές είναι το πλάτος τους. Αυτό είναι το μέγιστο ύψος του κύματος. Στο νερό, το πλάτος είναι το μέγιστο ύψος της κορυφής του κύματος πάνω από την ακίνητη επιφάνεια του νερού.



Σχ. 11-16. *Τα κύματα σχηματίζονται από την πνοή του ανέμου πάνω από μεγάλες εκτάσεις νερού.*

Μια άλλη ιδιότητα λέγεται μήκος κύματος. Είναι η απόσταση από τη μια κορυφή μέχρι την επόμενη. Άλλη ιδιότητα είναι η ταχύτητα, με την οποία κινείται. Υπάρχουν και άλλες ιδιότητες, αλλά αυτές που αναφέραμε είναι οι πιο σημαντικές για την αξιοποίηση της ενέργειας των κυμάτων του νερού.

ΠΑΛΙΡΡΟΙΑ

Παλίρροια ονομάζομε την περιοδική μεταβολή της στάθμης του νερού των θαλασσών, των ωκεανών και των μεγάλων λιμνών. Όταν η στάθμη είναι υψηλή, έχομε την πλημμυρίδα. Όταν είναι χαμηλή, έχομε την άμπωτη. Υπάρχει κάποια παλιρροϊκή δραστηριότητα σε μεγάλες εκτάσεις νερού, αλλά είναι συνήθως τόσο μικρή, που δεν φαίνεται καλά καλά.

ΑΙΤΙΕΣ ΤΩΝ ΠΑΛΙΡΡΟΙΩΝ

Η πλημμυρίδα και η άμπωτη σημειώνονται ημερησίως κατά διαστήματα, που μπορούν να προβλεφθούν. Η χρονική στιγμή της πλημμυρίδας σε κάποιο μέρος μπορεί να καθορισθεί προσθέτοντας 50,5 λεπτά στη χρονική στιγμή εκδηλώσεως της πλημμυρίδας της προηγούμενης ημέρας (σχ. 11-17). Αυτή η καθυστέρηση συμπίπτει με την ημερήσια μεταβολή της ανατολής της σελήνης. Είναι επομένως εύκολο να διαπιστώσει κάποιος ότι το φεγγάρι είναι η αιτία αυτού του φαινομένου. Ειδικότερα, οφείλεται στη βαρυτική έλξη του φεγγαριού επί της γης.

Έτσι, η σελήνη έλκει τη γη και δημιουργεί ένα μικρό εξόγκωμα στην επιφάνειά της, προς την πλευρά της σελήνης. Το εξόγκωμα γίνεται αισθητό στις περιοχές, όπου υπάρχει νερό. Ένα άλλο εξόγκωμα σχηματίζεται ταυτόχρονα στην αντίθετη πλευρά της γης (σχ. 11-18).

Ο ήλιος επίσης ευθύνεται κάπως για τις παλίρροιες. Όμως, η βαρυτική έλξη αυτού δεν είναι τόσο ισχυρή, γιατί βρίσκεται σε πολύ μεγαλύτερη απόσταση από τη γη.

ΠΑΛΙΡΡΟΪΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ

Παλιρροϊκή μεταβολή είναι η διαφορά μεταξύ της στάθμης κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα. Οι μεγαλύτερες μεταβολές συμβαίνουν, όταν η βαρυτική έλξη του ηλίου και της σελήνης προστίθενται. Αυτό γίνεται όταν ο ήλιος και η σελήνη βρίσκονται προς την ίδια πλευρά της γης (σχ. 11-19 αριστερά). Άλλες φορές οι δράσεις αυτές αλληλοαναιρούνται (σχ. 11-19 δεξιά). Η μέγιστη παλίρροια ονομάζεται ***μεγάλη παλίρροια***, ενώ η ελάχιστη καλείται ***μικρή παλίρροια***.

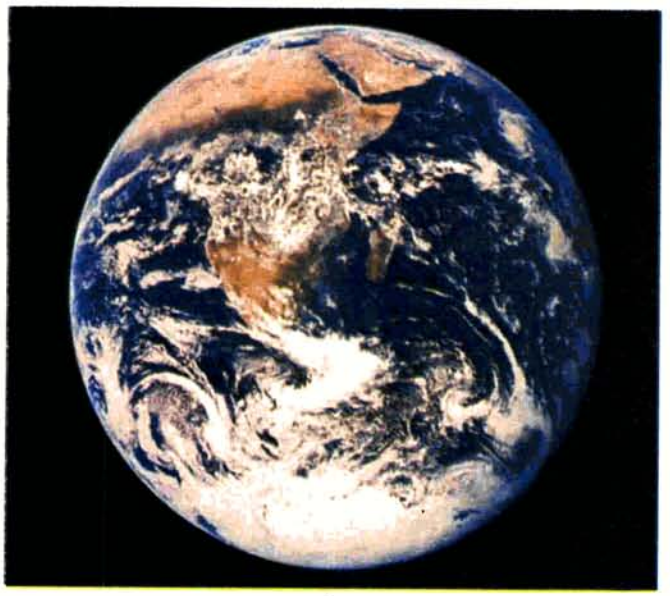
ΝΕΡΟ ΠΟΥ ΠΕΦΤΕΙ Ή ΡΕΕΙ

Αυτό συμβαίνει στους ποταμούς. Μερικοί μεγάλοι πο-

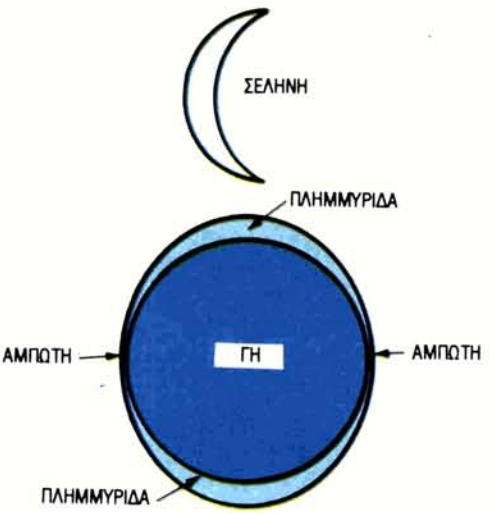




Σχ. 11-17. *Η στάθμη μεγάλων μαζών νερού ανυψώνεται και κατέρχεται ημερησίως λόγω της βαρυτικής έλξεως της σελήνης και του ηλίου. Το αποτέλεσμα μεγάλων παλιρροϊκών μεταβολών είναι εμφανές σε αυτές τις φωτογραφίες πλοίου, το οποίο είναι δεμένο στην αποβάθρα κατά την πλημμυρίδα και την άμπωτη (Nova Scotia Dept. Government Services).*

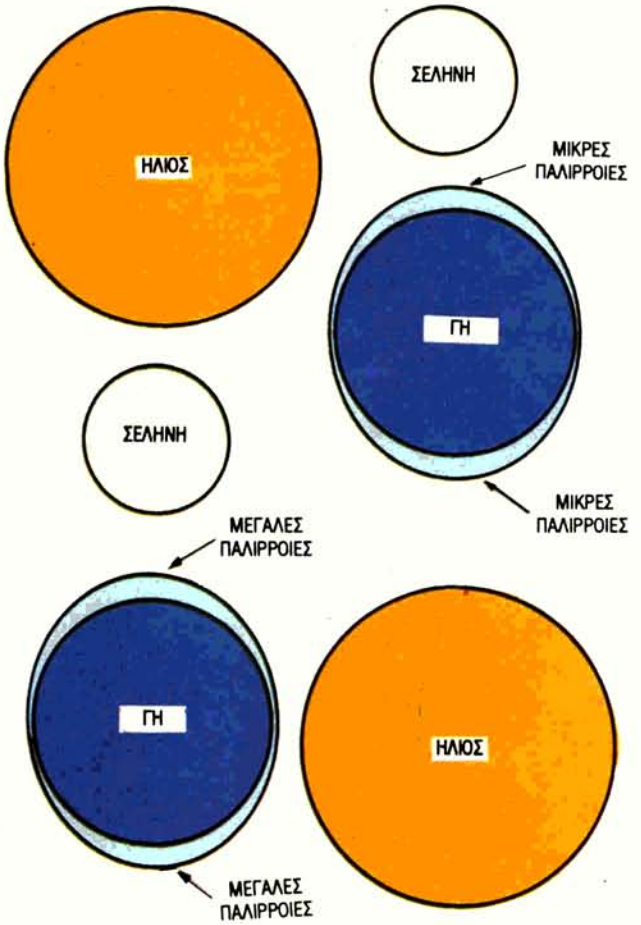


A

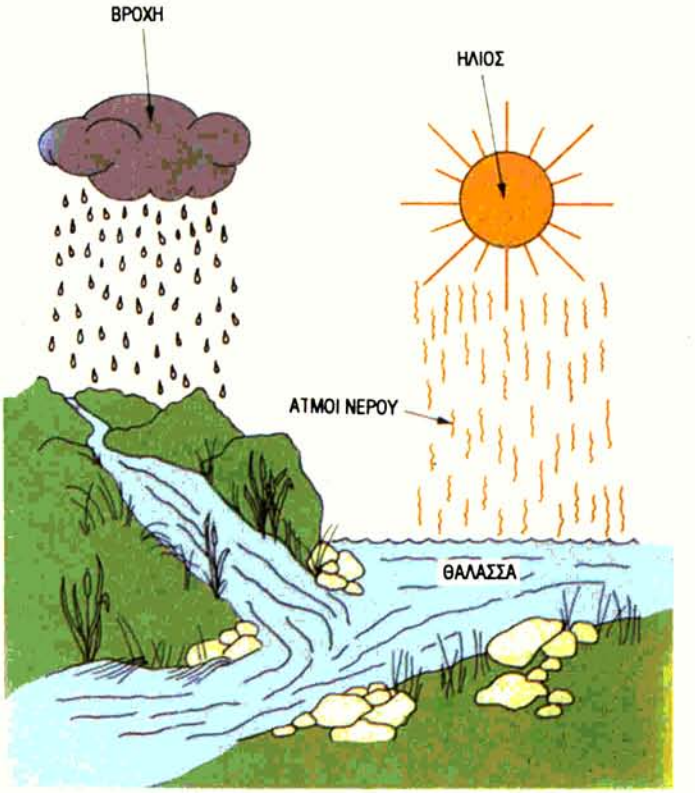


B

Σχ. 11-18. *Α - Άποψη της γης από το διάστημα όπου φαίνονται μεγάλες εκτάσεις νερού. Όλες επηρεάζονται από τη βαρυτική έλξη της σελήνης. Β - Διάγραμμα που δείχνει απλοϊκά την παλίρροια. Αν η γη είναι πλήρως καλυμμένη από νερό, κατ' αυτόν τον τρόπο θα δημιουργούνταν οι παλίρροιες.*



Σχ. 11-19. *Αριστερά: Η βαρυτική έλξη ηλίου και σελήνης συνδυάζονται και προκαλούν τις μεγάλες παλίρροιες. Ο ήλιος και η σελήνη βρίσκονται προς την ίδια πλευρά της γης. Δεξιά: Ο ήλιος και η σελήνη βρίσκονται από τη μια και την άλλη πλευρά της γης· αναιρεί μερικώς ο ήλιος το αποτέλεσμα της σελήνης και αντιστρόφως και για το λόγο αυτό σημειώνονται οι μικρές παλίρροιες.*



Σχ. 11-20. *Ο ήλιος είναι σαν μια τεράστια αντλία. Αντλεί ατμούς από τη θάλασσα στην ατμόσφαιρα σε τεράστιες ποσότητες. Στη συνέχεια πέφτουν ως βροχή και διατηρούν τη ροή των ποταμών.*



Σχ. 11-21. *Τεχνητή βαρυτική αποθήκευση. Η ενέργεια του νερού που αποθηκεύεται σε μεγάλο ύψος, αναγκάζει το νερό να ρέει προς τα σπίτια, όταν ανοίξομε τη βρύση.*

ταμοί της υδρογείου μπορεί να ρέουν επί εκατοντάδες ή χιλιάδες χιλιόμετρα, πριν χυθούν στη θάλασσα. Η ροή του ποταμού οφείλεται στη δράση του ηλίου, ο οποίος δρα ως τεράστια αντλία. Αντλεί υγρασία από τους ωκεανούς και τη στεριά και την ελευθερώνει επάνω από την ξηρά. Αυτό συντηρεί τη ροή των ποταμών με συνεχή ανακύκλωση. Η ροή αντιπροσωπεύει μια τεράστια πηγή κινητικής ενέργειας, η οποία μπορεί να ληφθεί και να παράγει έργο για τον άνθρωπο (σχ. 11-20).

ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Μερικές μορφές κινητικής ενέργειας είναι αποτέλεσμα σχεδιασμένης αποθηκεύσεως. Υπάρχουν πολλές τέτοιες μορφές:

- Βαρυτική αποθήκευση. Τα καλύτερα παραδείγματα είναι τα ρολόγια με βάρη, και οι πύργοι (δεξαμενές) νερού (σχ. 11-21), που δημιουργούν την πίεση νερού, η οποία χρειάζεται για την τροφοδοσία με νερό των σπιτιών και των εργοστασίων. Άλλο παράδειγμα είναι τα φράγματα, όπου αποθηκεύεται νερό για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Αποθήκευση με αδράνεια (ή ***αδρανειακή αποθήκευση***). Είναι η αποθήκευση σε σφονδύλους (τροχούς). Αδράνεια είναι η τάση ενός κινούμενου (ή στρεφόμενου) σώματος να διατηρήσει την κίνησή του. Ένας τέτοιος σφόνδυλος μπορεί να κινήσει μια ηλεκτρική γεννήτρια ή να κινήσει οχήματα ή μηχανήματα, όπως αυτό που κόβει το γρασίδι (σχ. 11-22).

- Αποθήκευση αέρα υπό πίεση. Ο αέρας με μεγάλη πίεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να κινήσει γεννήτριες. Ο πεπιεσμένος αέρας χρησιμοποιείται, για να στηρίζει τα μεταφορικά οχήματα με τη βοήθεια πνευματικών (αυτών που έχουν αέρα) ελαστικών και αποσβεστήρων (αμορτισέρ) αέρα (σχ. 11-23).
- Αποθήκευση με παραμόρφωση. Το απλούστερο παράδειγμα αυτού του τύπου αποθηκεύσεως είναι το κούρδισμα ελατηρίου για να κινήσει τους μηχανισμούς ενός ρολογιού. Το ελατήριο προσπαθεί να επιστρέψει στην αρχική του κατάσταση. Καθώς ξεκουρδίζεται κάνει τους τροχούς του ρολογιού να περιστρέφονται και να κινούν αργά τους δείκτες. Ένα άλλο παράδειγμα είναι κάποιο παιγνίδι, που κινείται με τη βοήθεια ενός λάστιχου (σχ. 11-24).



Σχ. 11-22. *Οι σφόνδυλοι, λόγω της μάζας τους, εξακολουθούν να περιστρέφονται και να τροφοδοτούν με ενέργεια επί πολύ χρόνο, αφού σταματήσουν να επενεργούν επάνω τους οι δυνάμεις που τους περιστρέφουν. Αυτές είναι μέρος μιας παλαιάς ατμομηχανής παραγωγής ηλεκτρισμού.*



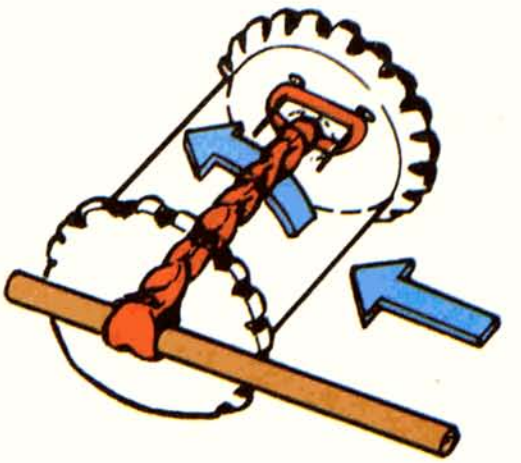


Σχ. 11-23. *Ο αποθηκευμένος αέρας στους τροχούς αυτοκινήτου και στους αποσβεστήρες κραδασμών (αμορτισέρ) στηρίζει το αυτοκίνητο (Ford Motor Co. and Goodyear Tire & Rubber Co.).*

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για να μπορέσει κάποια μορφή ενέργειας να παράγει χρήσιμο έργο, πρέπει να γίνει προηγουμένως κάποια μετατροπή αυτής. Η κινητική ενέργεια είναι πιο κοντά στη μορφή ενέργειας ικανής να παράγει έργο.

Έτσι, ο άνεμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άμεση κίνηση, αν τοποθετήσομε ένα πανί στο αντικείμενο που θέλομε να κινηθεί, όπως για παράδειγμα σε κάποιο πλοίο. Ένας χαρταετός είναι σαν το πανί του πλοίου. Παραμένει στον αέρα με τη βοήθεια του ανέμου. Το ίδιο συμβαίνει με τα ανεμόπτερα (σχ. 11-25). Ένας ποταμός



Σχ. 11-24. *Είναι δυνατή η αποθήκευση ενέργειας με παραμόρφωση. Ένα παιγνίδι με τροχαλία κινείται με τη βοήθεια ενός εκτυλισσόμενου λάστιχου, που είχε προηγουμένως συστραφεί (κουρδισθεί).*



Σχ. 11-25. *Τα ανεμόπτερα εξαρτώνται από την ενέργεια του ανέμου, για να μείνουν στον αέρα και να στηρίξουν το βάρος των ανθρώπων.*

μπορεί να μεταφέρει κορμούς στο εργοστάσιο κοπής ξύλου ή να κινήσει κάποιο πλοίο προς τα κάτω. Οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούν τη δύναμη του ανέμου, για να περιστρέψουν έναν τροχό. Ο τροχός κινεί κάποια γρανάζια και ένα στρόφαλο, ο οποίος με τη σειρά του κινεί μία ράβδο πάνω κάτω και έτσι αντλείται νερό.

Στις περισσότερες περιπτώσεις όμως η κινητική ενέργεια που απαντά στη φύση μετασχηματίζεται σε άλλη μορφή ενέργειας. Αυτό κυρίως συμβαίνει, για να γίνει δυνατή η αποθήκευσή της ή η μεταφορά της εκεί, όπου χρειάζεται.

Το καλύτερο παράδειγμα γι' αυτήν την περίπτωση είναι ο σφόνδυλος στροβίλου μηχανής με αέρα, συνδεδεμένης με ηλεκτρογεννήτρια. Ο ηλεκτρισμός μπορεί να σταλεί μακριά, σε διάφορα μέρη, με τη βοήθεια καλωδίων. Μπορεί επίσης να αποθηκευθεί σε συσσωρευτές (μπαταρίες).

Η αιολική ενέργεια μπορεί επίσης να αποθηκευθεί ως χημική. Αυτό επιτυγχάνεται με την ηλεκτρόλυση. Ηλεκτρισμός, που παράγεται με τη βοήθεια ανεμογεννήτριας, διαχωρίζει το υδρογόνο του νερού. Το υδρογόνο μπορεί να αποθηκευθεί ή να μεταφερθεί μέσα σε δοχεία και να χρησιμοποιηθεί οπουδήποτε ως καύσιμο.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όπως μάθατε στο κεφάλαιο 2, ο άνεμος έχει χρησιμοποιηθεί επί αιώνες ως πηγή ισχύος. Με τη βοήθειά του αντλούνταν νερό για άρδευση, κινούνταν πλοία, παραγόταν αλεύρι με την άλεση σιτηρών. Το 17ο αιώνα, η Ολλανδία έγινε η μεγαλύτερη βιομηχανική χώρα του κόσμου, απλούστατα επειδή οι Ολλανδοί χρησιμοποιούσαν την αιολική ενέργεια για την κίνηση των εμπορικών τους πλοίων των μύλων και για την άντληση νερού από τη στεριά που έχει στάθμη χαμηλότερη από την επιφάνεια της θάλασσας (σχ. 11-26.)

Το ενδιαφέρον για τους ανεμόμυλους και τα ιστιοφόρα έπαψε μετά την ανακάλυψη της ατμομηχανής. Όμως, το ενδιαφέρον για την αιολική ενέργεια ανανεώθηκε, όταν οι Αμερικανοί άρχισαν να εγκαθίστανται στις Μεγάλες Πεδιάδες της Δύσης. Περί το 1900 η βιομηχανία ανεμομύλων αντιπροσώπευε επένδυση κεφαλαίων μεγαλυτέρων από 4 εκατομμύρια δολάρια. Είκοσι χρόνια μετά η αιολική ενέργεια καθίσταται η κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας όχι μόνο στις ΗΠΑ, αλλά και στην Ευρώπη. Το 1930, η Rural Electrification Administration, γνωστή ως REA (Διεύθυνση Εξηλεκτρισμού της Υπαίθρου), έφερε ηλεκτρισμό στα αγροκτήματα των ΗΠΑ. Περί το 1950, οι μικροί ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνταν πολύ λίγο.

ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Το ενδιαφέρον για μεγάλες ανεμογεννήτριες δεν έπαψε ποτέ. Μεταξύ του 1935 και του 1955 κατασκευάσθηκε ένας σημαντικός αριθμός από μεγάλες μονάδες. Μία από τις πιο μεγάλες και περισσότερο γνωστές, η ανεμογεννήτρια Smith-Putnam των 1,25 MW, τοποθετήθηκε στα βουνά του κεντρικού Vermont (πολιτεία των ΗΠΑ). Ο Palmer Cosslett Putnam, ένας μηχανικός που ζούσε στο Cape Cod, είχε πρώτα την ιδέα κατασκευής μιας μεγάλης γεννήτριας, που να μπορεί να παρέχει ηλεκτρική ισχύ στο ηλεκτρικό δίκτυο, όπου κανονικά παρέχεται ενέργεια από καύσιμα απολιθωμάτων. Συγκρότησε μία ομάδα επιστημόνων και μηχανικών, για να τον βοηθήσουν. Αυτή η ομάδα σχεδίασε μια ανεμογεννήτρια και επέλεξε ένα μέρος κατάλληλο για να ελέγξει την απόδοσή της. Η περιοχή ήταν το Grandpa's Knob, μια κορυφή ύψους 650 m στο Green Mountains (ΗΠΑ).

Τα δύο πτερύγια από ατσάλι, είχαν διάμετρο 53 μέτρα και ήταν στερεωμένα σε έναν πύργο ύψους 33,5 m. Ζύγιζε 250 τόνους (βάρος) και μπορούσε να παράγει ισχύ 1250 kW. Αυτή ήταν αρκετή για μία μικρή πόλη. Η κατασκευή της ανεμογεννήτριας τελείωσε τον Αύγουστο του 1941. Οι δοκιμές της άρχισαν τον Οκτώβριο του ίδιου χρόνου και διακόπτονταν συχνά λόγω μηχανικών προβλημάτων. Το Μάρτιο του 1945, ένα από τα πτερύγια έπεσε. Δεν ξαναλειτούργησε από τότε. Παρ' όλο που η λειτουργία της ήταν απογοητευτική για τους σχεδιαστές και κατασκευαστές της, ήταν μία σημαντική προσπάθεια από Αμερικανούς επιστήμονες και μηχανικούς να εκμεταλλευθούν την αιολική ενέργεια.

ΠΙΟ ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

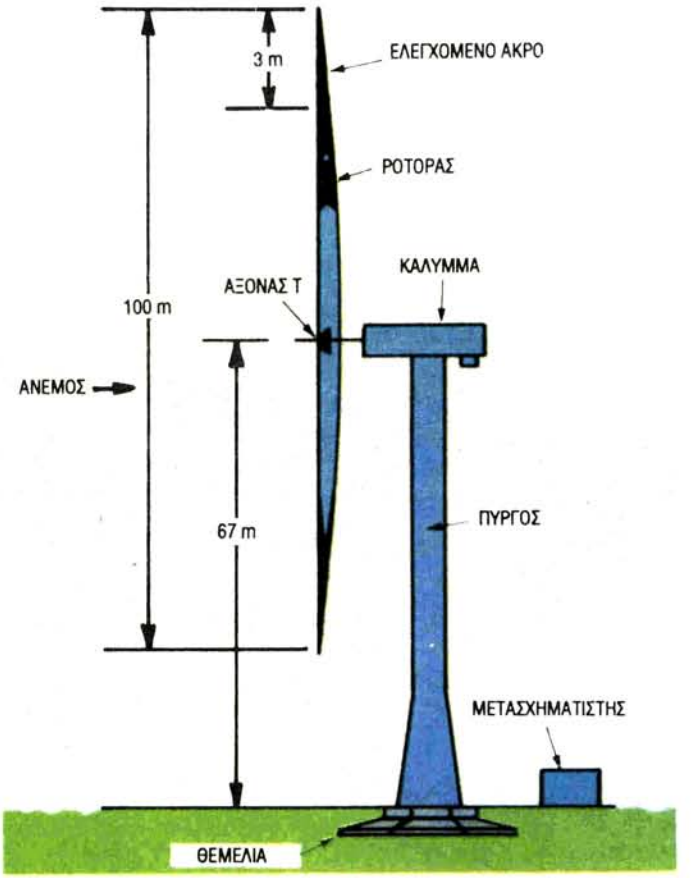
Το 1973, μετά την κρίση του πετρελαίου, η Ομοσπονδιακή κυβέρνηση των ΗΠΑ άρχισε να χρηματοδοτεί προγράμματα ανεμογεννητριών. Το πρώτο ξεκίνησε στο Lewis Research Center της NASA (ερευνητικό κέντρο) από τη National Science Foundation (Χρηματοδοτικός Κυβερνητικός Οργανισμός). Αναπτύχθηκε ένας αερio-



Σχ. 11-26. *Αυτή η ανακατασκευή ενός παλαιού ολλανδικού μύλου βρίσκεται σε ένα άλσος στο Holland του Michigan στις ΗΠΑ. Ο σκελετός των πτερυγίων είναι έτσι σχεδιασμένος, ώστε να καλύπτεται με καραβόπανο.*



Σχ. 11-27. Ένας από τους τρεις Mod-2 αεριοστροβίλους που βρίσκονται στο νότιο μέρος της πολιτείας Washinghton στις ΗΠΑ. Αυτός ο τύπος είναι ελαφρύτερος κατά 20% από ό,τι ο Mod-1 και παράγει διπλάσιο ηλεκτρισμό (Boeing Engineering and Construction Co.).



Σχ. 11-28. Διαστάσεις του Mod-2. Ο πύργος του είναι κατασκευασμένος από ατσάλι και έχει σχήμα κυλίνδρου. Οι λεπίδες του ρότορα είναι επίσης από ατσάλι.

στρόβιλος. Η δοκιμαστική μηχανή ονομάσθηκε "Mod-0". Είχε δύο λεπίδες, πτερύγια (ρότορα) και ένα κιβώτιο ταχυτήτων, το οποίο αύξανε την ταχύτητα. Ο ρότορας στρέφονταν με 40 στροφές το λεπτό και το κιβώτιο ταχυτήτων έστρεφε τις γεννήτριες με 1800 στροφές το λεπτό. Με άνεμο 19 km/h μπορούσε να παράγει ηλεκτρική ισχύ 100 kW. Άρχισε να λειτουργεί στην περιοχή Plum Brook της NASA το Σεπτέμβριο του 1975. Ο σκοπός ήταν να ληφθούν τεχνικές πληροφορίες, που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αιολικά προγράμματα μεγάλης κλίμακας.

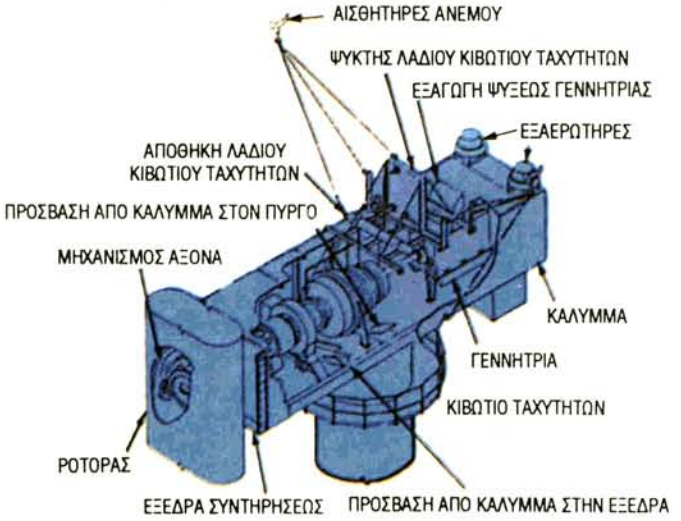
Ένας μεγαλύτερος αεριοστρόβιλος, ο Mod-0A, αναπτύχθηκε στο Clayton, στο New Mexico των ΗΠΑ, το 1977. Μπορούσε να παράγει ηλεκτρική ενέργεια 200 kW με ταχύτητα περιστροφής του ρότορα 40 στροφές το λεπτό, δηλαδή ισχύ διπλάσια από ό,τι ο Mod-0.

Το 1976 η Ομοσπονδιακή κυβέρνηση πρόσθεσε μία τρίτη ανεμογεννήτρια στο δοκιμαστικό πρόγραμμα. Ήταν η Mod-1, που σχεδιάσθηκε για 2000 kW ηλεκτρικής ισχύος με ταχύτητα ανέμου 40 km/h. Αυτή η μηχανή τοποθετήθηκε στο Boone, στη Βόρεια Καρολίνα και άρχισε να λειτουργεί το 1979, αλλά αργότερα σταμάτησε. Το 1983 πουλήθηκε σε ιδιωτική εταιρεία, που σχεδίαζε να μετατρέψει τη γεννήτρια, ώστε αυτή να λειτουργεί πλέον με υδροστρόβιλο ή ατμοστρόβιλο.

Ο ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ MOD-2

Ένα άλλο πειραματικό πρόγραμμα με αιολική ενέργεια είναι το Mod-2. Κατασκευάσθηκε από την εταιρεία αεροπλάνων Boeing για το υπουργείο ενέργειας των ΗΠΑ. Είναι μια κατασκευή με τη φτερωτή πίσω (downwind) που μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό 2,5 MW. Τρεις τέτοιες μονάδες λειτουργούν στο Goodnoe Hills κοντά στο Goldendale, στην πολιτεία Washington των ΗΠΑ (σχ. 11-27 και 11-28).

Ο τύπος Mod-2 ελέγχεται πλήρως από μικροπροσέσορα (μικροϋπολογιστή) που είναι τοποθετημένος στο κάλυμμα της γεννήτριας (σχ. 11-29). Η παραγόμενη στο σύστημα Mod-2 ισχύς διοχετεύεται στο τοπικό δίκτυο διανομής ισχύος του Bonneville Power Administration (τοπική επιχείρηση ηλεκτρισμού).



Σχ. 11-29. *Τομή του καλύμματος του Mod-2, στην οποία φαίνονται γρανάζια και άλλοι μηχανισμοί, που ελέγχουν την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ. Δεν φαίνεται ο έλεγχος με μικροϋπολογιστή.*

Οι μονάδες αρχίζουν να παράγουν ηλεκτρισμό, όταν ο άνεμος έχει ταχύτητα 22 km/h. Στα 44 km/h φθάνουν την ονομαστική ισχύ τους των 2,5 MW. Σε ισχυρότερους ανέμους οι λεπίδες στρέφονται και αλλάζουν γωνία ως προς τον άνεμο, ώστε να μην καταστραφεί η διάταξη (περιορίζεται η ταχύτητα περιστροφής). Για ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες από 72 km/h, οι μονάδες τίθενται εκτός λειτουργίας.

Με ταχύτητες ανέμου 22 km/h μια μονάδα Mod-2 μπορεί να παράγει περίπου 10 εκατομμύρια kWh ηλεκτρισμού το χρόνο. Αυτό ισοδυναμεί με ηλεκτρική ενέργεια, που καταναλώνουν περίπου 700 σπίτια.

Οι ερευνητές με τα προγράμματα Mod ήθελαν να αποδείξουν ότι οι μεγάλες μηχανές αιολικής ενέργειας είναι πρακτικές. Επίσης, ήθελαν να προσδιορίσουν το κόστος της βιομηχανικής παραγωγής τους. Παρόμοιες δοκιμές γίνονταν για μικρές ανεμομηχανές.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΙΚΡΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Το Rocky Flats, στο Colorado των ΗΠΑ, είναι η περιοχή, όπου δοκιμάζονται μικρές ανεμογεννήτριες. Η πρώτη μονάδα που δοκιμάσθηκε έχει δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος 4,1 kW. Χρησιμοποιήθηκε επί 2 1/2 μήνες, για να παράγει ισχύ για τη λειτουργία μιας αντλίας νερού από βαθιά γεώτρηση. Εκτίθετο σε ανέμους ταχύτητας μέχρι 137 km/h.

Έχουν δοκιμασθεί και άλλες μηχανές στην περιοχή αυτή. Όλες παρουσίαζαν προβλήματα και η λειτουργία τους δεν ήταν επιτυχής (έσπαγαν ουρές, ρουλεμάν και φτερωτές).

Οι δοκιμές αρχικά οργανώθηκαν και χρηματοδοτήθησαν από το Energy Research and Development Administration (ERDA). Συνετάχθη συμβόλαιο με ιδιωτική εταιρεία για τη διαμόρφωση του πεδίου δοκιμών στο Rocky Flats.

Η ERDA προσδιόρισε κάποιες ανάγκες για την κατασκευή ανεμομηχανών για τρεις κατηγορίες ισχύος:

- Μία μονάδα συνεχούς ρεύματος 1 kW για απομακρυσμένες περιοχές, όπου οι κλιματολογικές συνθήκες είναι δυσμενείς.
- Μία εναλλασσομένου ρεύματος 8 kW για χρήση σε ένα σπίτι και ένα αγρόκτημα.
- Μία εναλλασσομένου ρεύματος 40 kW για την τροφοδοσία αντλιών αρδεύσεως και την παροχή ηλεκτρισμού σε απομακρυσμένους οικισμούς.

ΕΙΔΗ ΑΝΕΜΟΜΗΧΑΝΩΝ

Υπάρχουν δύο γενικές κατηγορίες ανεμομηχανών:

- Οριζόντιου άξονα.
- Κατακόρυφου άξονα.

ΜΗΧΑΝΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ

Σε μία μηχανή οριζόντιου άξονα ο άξονας του ρότορα είναι οριζόντιος και η φτερωτή του ρότορα περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο. Οι ανεμόμυλοι για αγροκτήματα είναι μια τέτοια περίπτωση. Ο ρότορας μπορεί να έχει μία, δύο, τρεις ή πολλές λεπίδες.

Οι ρότορες με φτερωτή μιας λεπίδας (σχ. 11-30) χρειάζονται αντίβαρο στο άλλο μέρος του άξονα για τον περιορισμό των δονήσεων.

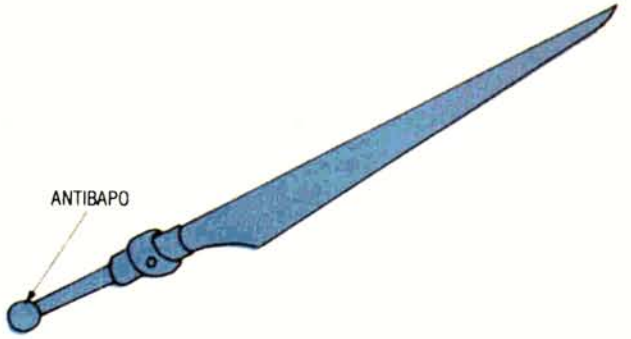
Αυτός ο τύπος δεν είναι πρακτικός εκεί όπου επικρατεί ψύχος· μπορεί να σχηματισθεί πάγος στο ρότορα, οπότε αυτός παύει να είναι ζυγοσταθμισμένος. Οι ρότορες με δύο λεπίδες (σχ. 11-27) είναι οι πιο δημοφιλείς, γιατί είναι ανθεκτικοί και πιο φθηνοί να κατασκευασθούν. Ο ρότορας με τρεις λεπίδες (σχ. 11-31) διανέμει πιο ομοιόμορφα τις καταπονήσεις (τάσεις), ειδικότερα όταν ο άνεμος αλλάζει κατεύθυνση.

Ο τύπος με πολλές λεπίδες (πτερύγια), όπως ο τροχός του ποδηλάτου με τις ακτίνες (σχ. 11-32) και αυτός με τη μορφή ιστίου (σχ. 11-33) είναι νέοι σχεδιασμοί ρότορα. Ο τύπος ρότορα "ρόδα ποδηλάτου" έχει πολλές λεπτές λεπίδες (πτερύγια) που κρατούνται υπό τάση μεταξύ του κεντρικού μέρους και της στερεάς μεταλλικής περιμέτρου. Είναι ελαφρύς και αντοχής.

Ο ρότορας με ιστία χρησιμοποιεί μεταλλικό σωλήνα για την μπροστινή πλευρά της λεπίδας. Μικρές ράβδοι κάθετες προς το σωλήνα σχηματίζουν λεπίδα του ρότορα (πτερύγιο). Ένα συρματόσχοινο είναι τεντωμένο μεταξύ της άκρης (κορυφής) και της βάσεως, που αποτελεί την πίσω πλευρά της λεπίδας. Η λεπίδα είναι καλυμμένη με πανί σαν γάντι.

Οι ανεμομηχανές με οριζόντιο άξονα έχουν δύο άλλα χαρακτηριστικά, βάσει των οποίων διακρίνονται σε δύο τύπους:

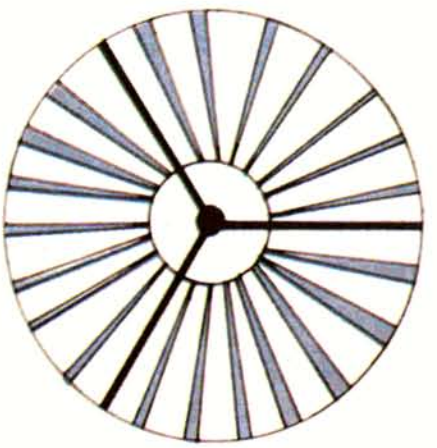
- Τύπος με τη φτερωτή πίσω (σχ. 11-34).
- Τύπος με τη φτερωτή μπροστά (σχ. 11-35).



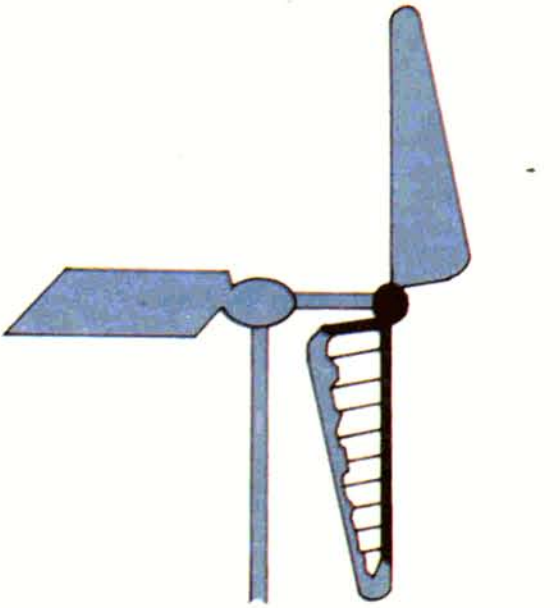
Σχ. 11-30. *Οι ρότορες με φτερωτή μιας λεπίδας χρειάζονται αντίβαρο για να αποφευχθούν καταστροφικές δονήσεις.*



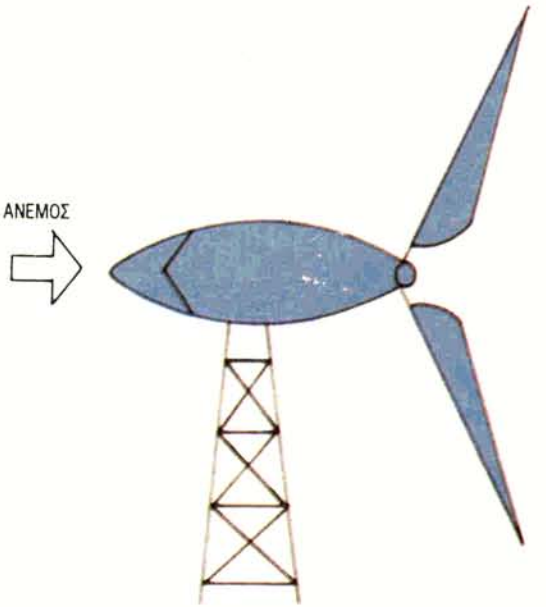
Σχ. 11-31. *Ο ρότορας με τρία πτερύγια κατανέμει πιο ομοιόμορφα τις τάσεις στο κεντρικό μέρος (Niagara Mohawk Power Corp.).*



Σχ. 11-32. *Ρότορας σαν ρόδα ποδηλάτου με πολλά πτερύγια. Τα πτερύγια είναι στερεωμένα σε έναν ατσάλινο βρόχο, στην περίμετρο.*



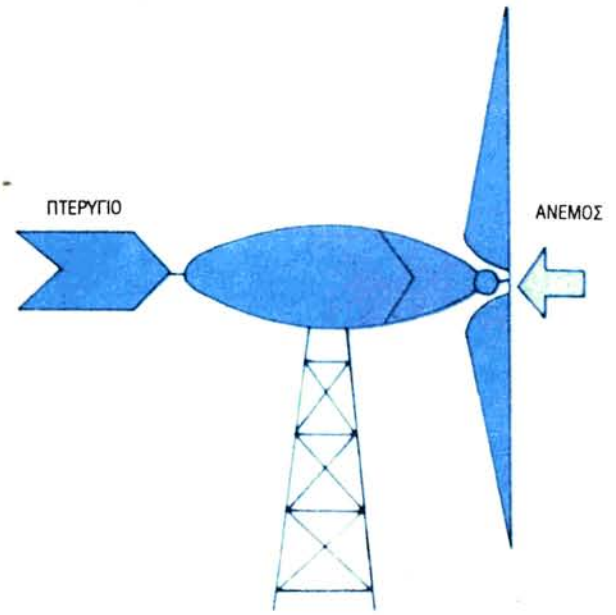
Σχ. 11-33. *Ο τύπος ρότορα με ιστίο διαθέτει πλαίσιο από σωλήνα και συρματόσχοινο, το οποίο καλύπτεται με πανί.*



Σχ. 11-34. *Οι μηχανές με τη φτερωτή πίσω δεν χρειάζονται πτερύγιο για να προσανατολισθούν στον άνεμο.*

ΡΟΤΟΡΑΣ ΜΕ ΤΗ ΦΤΕΡΩΤΗ ΠΙΣΩ

Στην ανεμομηχανή αυτού του τύπου ο ρότορας βρίσκεται πίσω από τον πύργο και το κάλυμμα, όπου είναι και ο άξονας. Δηλαδή, ο άνεμος που φυσά περνά πρώτα από αυτό το κάλυμμα και μετά κτυπά τη φτερωτή. Αυτός ο τύπος δεν διαθέτει τη μεταλλική πλάκα (πτερύγιο), που κρατά το ρότορα προσανατολισμένο στον άνεμο. Ο σχεδιασμός αυτός προτιμάται στις μηχανές που χρησιμοποιούνται για ισχυρότερους ανέμους.



Σχ. 11-35. *Μηχανή με τη φτερωτή μπροστά. Ο ρότορας προσανατολίζεται προς τον άνεμο με τη βοήθεια πτερυγίου.*

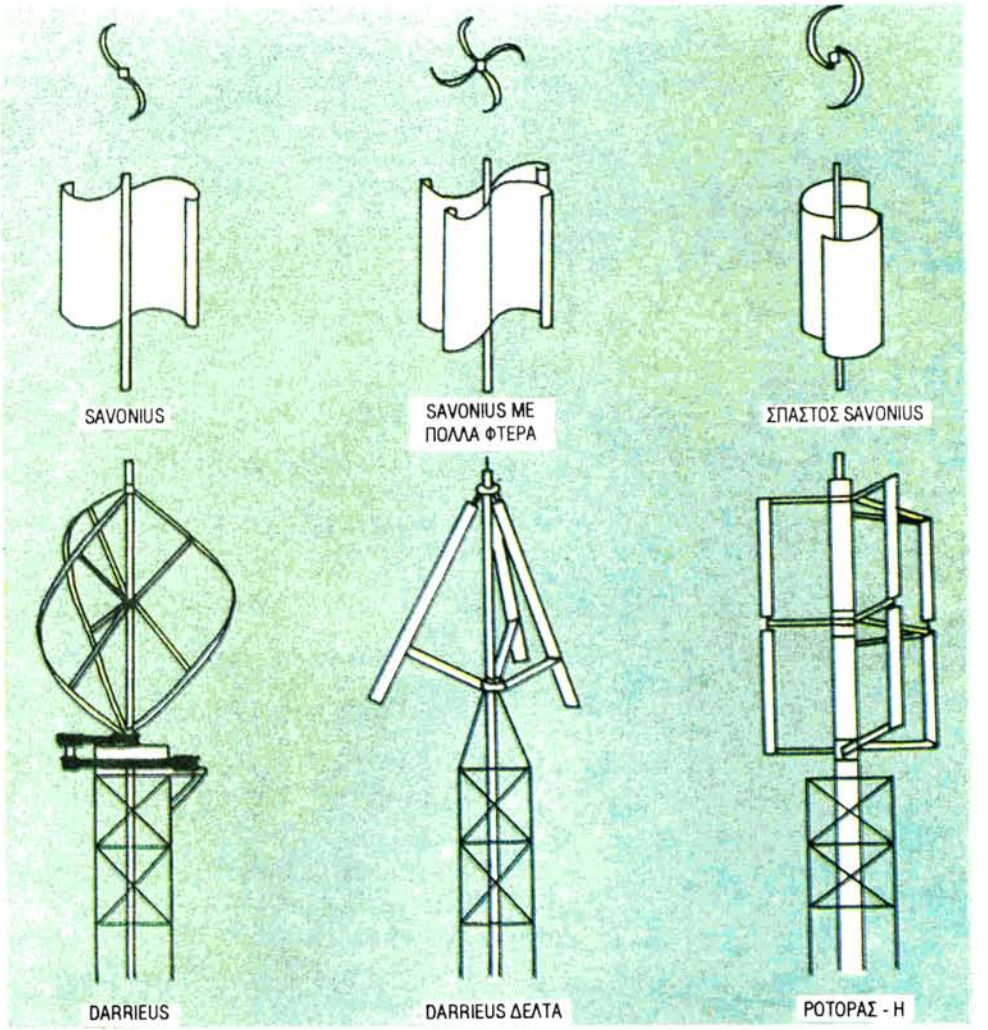
ΡΟΤΟΡΑΣ ΜΕ ΤΗ ΦΤΕΡΩΤΗ ΜΠΡΟΣΤΑ

Αυτός ο ρότορας είναι σχεδιασμένος να στρέφεται προς τον άνεμο με τη βοήθεια ενός πτερυγίου στην ουρά. Ένας δεύτερος μηχανισμός θέτει το ρότορα εκτός της ροής του ανέμου όταν φυσά πολύ δυνατά ή όταν η μηχανή τίθεται εκτός λειτουργίας.

ΑΕΡΙΟΜΗΧΑΝΕΣ ΜΕ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΞΟΝΑ

Στις αεριομηχανές αυτού του τύπου, ο ρότορας περιστρέφεται περί κατακόρυφο άξονα. Δεν χρειάζονται ειδικά πτερύγια για τον προσανατολισμό του, γιατί ο άνεμος μπορεί να φυσά από οποιαδήποτε κατεύθυνση. Στο σχήμα 11-36 παρουσιάζονται διάφοροι τύποι.

Ο ρότορας Savonius ή "S" σχεδιάσθηκε το 1929 και μοιάζει με τους αρχαίους περσικούς ανεμόμυλους, που χρησιμοποιούνταν για άντληση νερού από πηγάδια. Είναι κατάλληλος σήμερα για άντληση νερού και για εξαερισμό σπιτιών. Περιστρέφεται πολύ αργά και γι' αυτό δεν είναι κατάλληλος για παραγωγή ηλεκτρισμού. Στο



Σχ. 11-36. *Κατασκευές με κατακόρυφο άξονα του ρότορα. Ο τύπος Savonius είναι ο πλέον κατάλληλος για άντληση νερού και για εξαερισμό σπιτιών.*

σχήμα 11-37 εικονίζεται ένα πρότυπο, που κατασκευάσθηκε από μαθητές. Πρόκειται για τύπο σπαστού Savonius.

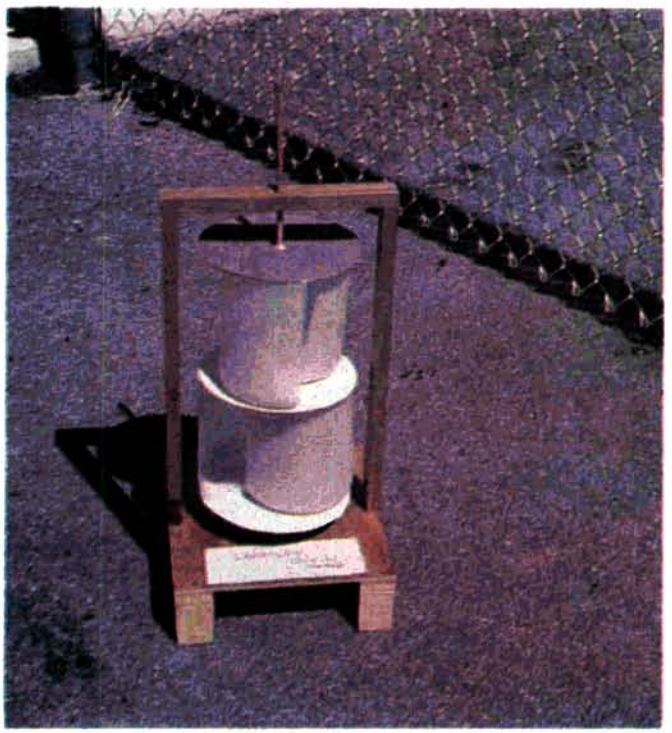
Μία παραλλαγή του Savonius είναι ο τύπος Helius (σχ. 11-38). Τα πτερύγια έχουν το ίδιο σχήμα και την ίδια εξάρτηση με αυτά του Savonius, αλλά είναι έτσι καμπυλωμένα, ώστε να λαμβάνεται περισσότερη ενέργεια από τον αέρα.

Ο ρότορας Darrieus σχεδιάσθηκε το 1931. Αυτός και ο Darrieus δέλτα είναι παραλλαγές με κατακόρυφο άξονα των αεριομηχανών με έλικες. Συνήθως δεν ξεκινούν από μόνοι τους και πρέπει να περιστραφούν από ηλεκτρικό κινητήρα, όταν ο άνεμος είναι αρκετός, ώστε να λειτουργούν.

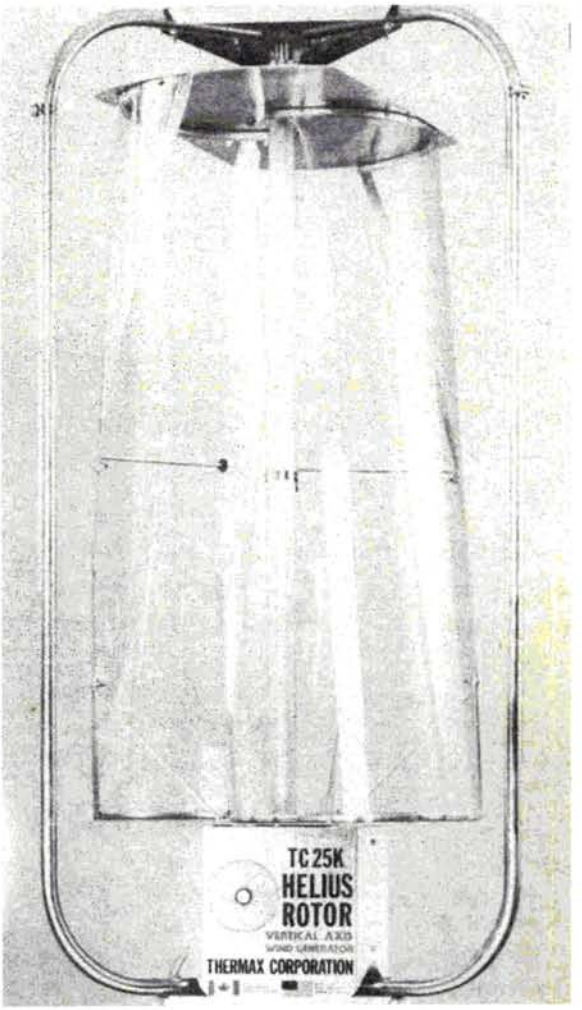
Ο ρότορας-Η έχει ρυθμιζόμενες λεπίδες, που αναποδογυρίζουν δύο φορές σε καθεμιά περιστροφή τους, για να εκμεταλλευθούν καλύτερα τον άνεμο. Περιστρέφεται πιο αργά από ό,τι ο Darrieus αλλά αναπτύσσει περισσότερη ισχύ.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Οι μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου είναι αναγκαίες για την εύρεση κατάλληλης περιοχής για την τοποθέτηση μιας ανεμογεννήτριας. Η σωστή τοποθεσία παίζει σημαντικό ρόλο, διότι χρειάζεται καλός σταθερός άνεμος για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Μερικές φορές αυτή η πληροφορία δίδεται από μετρήσεις μετεωρολογικών σταθμών, αεροδρομίων ή στρατιωτικών βάσεων. Πολλά πανεπιστήμια, δημόσια σχολεία και ιδιωτικά κολλέγια στις ΗΠΑ, έχουν μετεωρολογικούς σταθμούς και μπορούν να δώσουν πληροφορίες για το τι ισχύει στην περιοχή όσον αφορά στους ανέμους. Αν δεν υπάρχουν τέτοιες πηγές πληροφοριών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μετρητής ταχύτητας ανέμου.



Σχ. 11-37. *Ένας τύπος - απομίμηση ρότορα σπαστού Savonius [ο βασικός σχεδιασμός στο σχήμα 11-36 (Barry David)].*





Σχ. 11-38. *Επάνω: Ο ρότορας Helius™ είναι μια παραλλαγή του Savonius. Κάτω: Τα φτερά έχουν τέτοιο σχήμα, ώστε να εκμεταλλεύονται καλύτερα τον άνεμο (Thermax Corp.).*

ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ

Τα όργανα που μετρούν την ταχύτητα του ανέμου λέγονται ***μετρητές ταχύτητας ανέμου*** ή ***ανεμόμετρα*** (σχ. 11-39). Ανεμόμετρο με καταγραφικό, καταγράφει την ταχύτητα του ανέμου για κάποιο χρονικό διάστημα.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΥΨΟΥΣ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Η επιφάνεια της γης και τα υψηλά αντικείμενα, όπως δένδρα και κτήρια, επηρεάζουν την ταχύτητα του ανέμου. Οι ταχύτητες του ανέμου σε χαμηλά ύψη είναι μέγιστη πάνω από νερά και επίπεδες περιοχές. Άνεμοι που πνέουν χαμηλά είναι πολύ ασθενείς επάνω από πόλεις, διότι υπάρχουν πολλά κτήρια.

ΠΛΗΡΗ ΑΙΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΙΣΧΥΟΣ

Ο πύργος, ο ρότορας και ο στρόβιλος ή η γεννήτρια αποτελούν μέρη μόνο ενός αιολικού συστήματος ισχύος. Η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς μεταφέρεται με καλώδια. Το σχήμα 11-40 είναι ένα διάγραμμα ενός πλήρους, μικρής κλίμακας, συστήματος αιολικής ενέργειας.

Ένα πλήρες σύστημα περιλαμβάνει επιπλέον τα ακόλουθα:

- Ρυθμιστή τάσεως για να διατηρεί την τάση σε ορισμένη στάθμη.
- Συσσωρευτές αποθηκεύσεως, εντός των οποίων αποθηκεύεται η ηλεκτρική ενέργεια μέχρι να χρειασθεί.
- Έναν ***μετατροπέα DC/AC***, ο οποίος ανυψώνει την τάση και μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο.

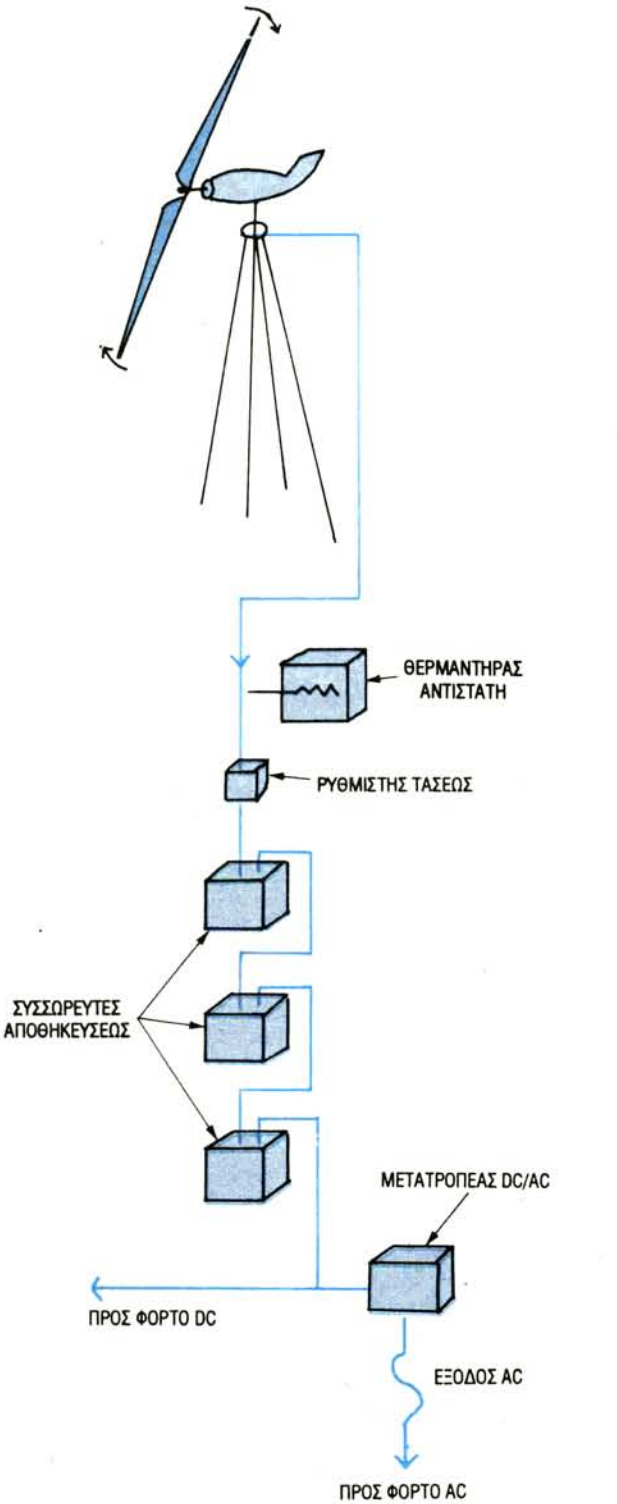
Ενώ μερικές ανεμογεννήτριες παράγουν (άμεσα) εναλλασσόμενο ρεύμα, μόνο συνεχές ρεύμα μπορεί να αποθηκευθεί σε συσσωρευτές. Μικρές φθηνές ανεμογεννήτριες παράγουν 12 V DC (συνεχές). Μεγαλύτερες μονάδες παράγουν 24, 36, 120 ή ακόμη και 240 V DC.



Σχ. 11-39. *Αυτό το ανεμόμετρο (δεξιά) σε κάποιο σταθμό ακτοφυλακής μετρά την ταχύτητα του ανέμου, που πνέει από τη λίμνη του Michigan.*

ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΤΑΣΕΩΣ

Ο σκοπός του ρυθμιστή τάσεως, όπως είπαμε προηγουμένως, είναι να εξασφαλίσει έξοδο σταθερής τάσεως στο φόρτο. Αν η τάση της ανεμογεννήτριας δεν είναι πάνω από την τάση, στην οποία έχει τεθεί ο ρυθμι-



Σχ. 11-40. *Ένα πλήρες αιολικό σύστημα ισχύος χρειάζεται όλα αυτά τα εξαρτήματα. Ο μετατροπέας DC/AC χρειάζεται, για να μετατρέπει τάση ή ρεύμα DC σε AC.*

στής, κάποιες επαφές στο ρυθμιστή κλείνουν. Αυτό επιτρέπει στο ρεύμα να διέλθει από το κύκλωμα στο φόρτο. Όταν η γεννήτρια αυξήσει την τάση που παρέχει και φθάσει την ονομαστική τάση του ρυθμιστή, οι επαφές ανοίγουν και το ρεύμα αναγκάζεται να περάσει μέσα από κάποιο αντιστάτη. Αυτό μειώνει την τάση της γεννήτριας. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται έτσι, ώστε η τάση εξόδου που φθάνει στο φόρτο να μην υπερβεί κάποια ονομαστική τιμή (σχ. 11-41).

ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ

Περίσσεια ηλεκτρισμού, που παράγεται από την ανεμογεννήτρια, μπορεί να αποθηκευθεί σε συσσωρευτές (μπαταρίες) που συνδέονται όλοι μαζί. Ο συσσωρευτής αποτελείται από πολλά στοιχεία. Το κάθε στοιχείο περιέχει θετικές και αρνητικές πλάκες, που διαχωρίζονται η μια από την άλλη. Οι θετικές πλάκες συνδέονται με το θετικό πόλο του συσσωρευτή και οι αρνητικές με τον αρνητικό. Οι πλάκες εμβαπτίζονται σε ηλεκτρολύτη. Ο ηλεκτρολύτης είναι μίγμα οξέος και νερού που άγει το ρεύμα.

Οι συσσωρευτές οξέος - μολύβδου (σχ. 11-42) διαθέτουν πλάκες από μόλυβδο και ηλεκτρολύτη που είναι μίγμα θετικού οξέος και νερού. Οι αλκαλικοί συσσωρευτές έχουν πλάκες από νικέλιο, σίδηρο και διοξείδιο του νικελίου. Ο ηλεκτρολύτης είναι μίγμα υδροξειδίου του καλίου και νερού.

Όταν ένας συσσωρευτής μολύβδου - οξέος φορτίζεται με ηλεκτρικό ρεύμα, συντελούνται χημικές μεταβολές σε αυτόν. Το νερό διασπάται σε ιόντα υδρογόνου και οξυγόνου. Τα ιόντα υδρογόνου έλκουν θετικά ιόντα που έχουν εναποτεθεί στις πλάκες όταν ο συσσωρευτής αποφορτίζεται. Δημιουργείται έτσι θειικό οξύ.

Όταν ο συσσωρευτής παρέχει ρεύμα, το θειικό οξύ διασπάται ξανά σε υδρογόνο και θειικά ιόντα. Τα ιόντα υδρογόνου και οξυγόνου συνδυάζονται και σχηματίζουν νερό. Τα θειικά ιόντα συνδυάζονται με μόλυβδο και σχηματίζουν θειικό μόλυβδο, που εναποτίθεται στις πλάκες.

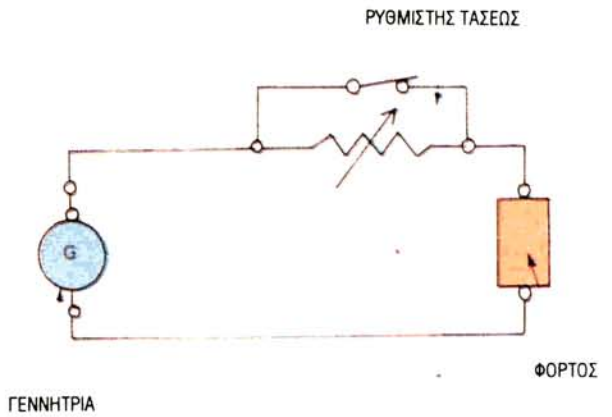
ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ DC/AC

Τέτοιοι μετατροπείς μετατρέπουν DC (συνεχές) ρεύμα (ή τάση) σε AC (εναλλασσόμενο). Υπάρχουν πολλά είδη τέτοιων μετατροπέων. Ένας στρεφόμενος μετατροπέας (ζεύγος) είναι κινητήρας DC που κινεί γεννήτρια AC. Ο ηλεκτρονικός μετατροπέας διαθέτει τρανζίστορ και άλλα ηλεκτρονικά εξαρτήματα, για να επιτύχει τη μετατροπή αυτή.

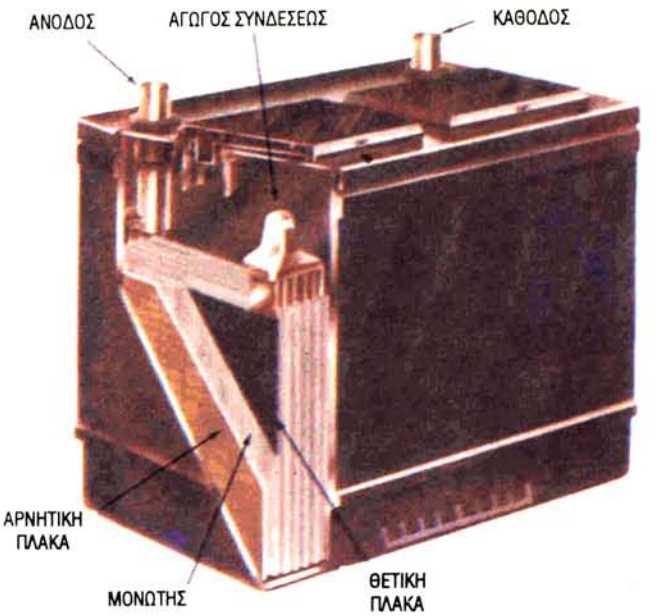
Όταν το ρεύμα που περισσεύει, πρόκειται να διοχετευθεί στις γραμμές του ηλεκτρικού δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιείται ένας σύγχρονος μετατροπέας. Έτσι δεν χρειάζονται συσσωρευτές για την αποθήκευση της ενέργειας που περισσεύει.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΜΕ ΑΝΤΛΗΣΗ

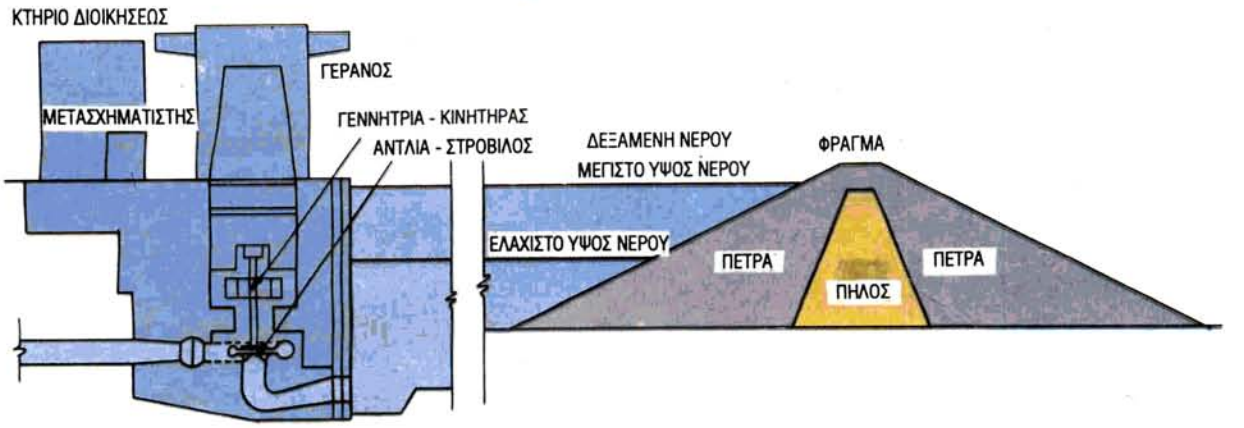
Οι συσσωρευτές είναι ένας ακριβός και περιορισμένων δυνατοτήτων τρόπος αποθηκεύσεως ηλεκτρικής ενέργειας. Για συστήματα παραγωγής ισχύος χρησιμοποιούνται νέες μέθοδοι αποθηκεύσεως. Μια είναι η αποθήκευση με τη βοήθεια αντλημένου νερού. Κατά τη μέθοδο αυτήν αντλείται νερό και αποθηκεύεται σε δεξαμενές (ρεζερβουάρ) μεγάλου όγκου (σχ. 11-43). Αργότερα το νερό ελευθερώνεται και κινεί υδροηλεκτρικές γεννήτριες. Αυτό γίνεται στους καταρράκτες του Νιαγάρα και σε άλλα μέρη, όπου υπάρχουν υδροηλεκτρικά συστήματα. Μία τέτοια μεγάλη διάταξη αποθηκεύσεως βρίσκεται κοντά στο Ludington στην παραλίμνια περιοχή της λί-



Σχ. 11-41. *Αυτό το διάγραμμα είναι ένα κύκλωμα, που περιλαμβάνει ρυθμιστή τάσεως. Όταν η τάση της γεννήτριας υπερβεί κάποια στάθμη, οι επαφές του ρυθμιστή ανοίγουν· έτσι το ρεύμα περνά μέσα από αντιστάτη και κατ' αυτόν τον τρόπο η τάση στο φόρτο ελαττώνεται σε ασφαλή στάθμη.*



Σχ. 11-42. *Ο συσσωρευτής οξέος - μολύβδου του τύπου που χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα είναι κατάλληλος για αποθήκευση της επιπλέον ηλεκτρικής ενέργειας από το αιολικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος.*

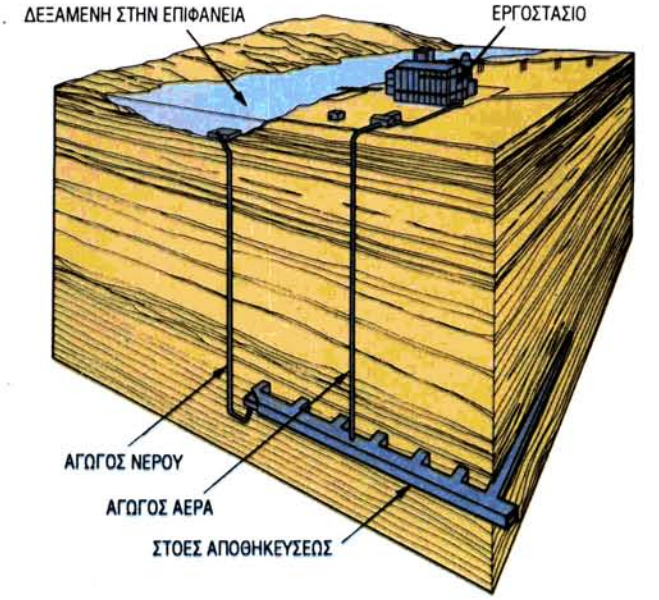


Σχ. 11-43. *Τυπική διάταξη για αποθήκευση με άντληση νερού. Κατά τις ώρες που δεν σημειώνεται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, ο σταθμός αντλήσεως - παραγωγής ρεύματος (αριστερά) αντλεί νερό, το οποίο αποθηκεύεται στη δεξαμενή (δεξιά). Κατά τις ώρες αιχμής, το αποθηκευμένο νερό ελευθερώνεται και παράγει πρόσθετη ηλεκτρική ισχύ.*

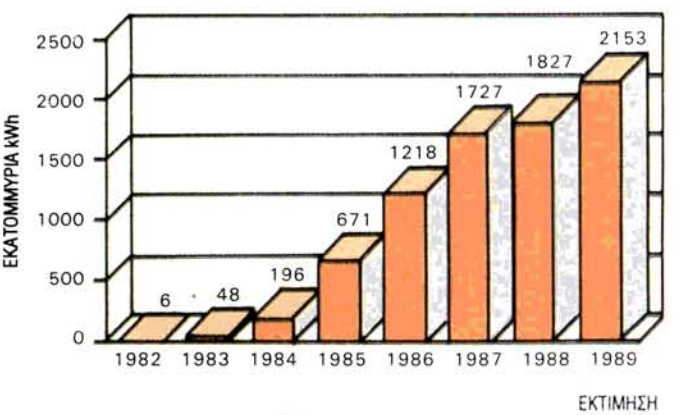




Σχ. 11-44. *Αυτή η τεράστια εγκατάσταση αποθηκεύσεως με άντληση βρίσκεται στην παραλίμνια περιοχή της Λίμνης του Michigan, νότια της πόλεως Ludington, στις ΗΠΑ. Επάνω: Ένα τμήμα της τεχνητής λίμνης όπου φαίνεται το σημείο εισόδου του νερού. Κάτω: Ο σταθμός αντλήσεως στην παραλίμνια περιοχή.*



Σχ. 11-45. *Διάγραμμα συστήματος αποθηκεύσεως με αέρα. Η πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια συμπιέζει αέρα, που αποθηκεύεται σε στοές, οι οποίες έχουν ανοιχθεί μέσα σε σκληρό βράχο. Χρησιμοποιείται νερό, για να διατηρεί τον αέρα σε σταθερή πίεση (EPRI Journal).*



Σχ. 11-46. *Αύξηση της παραγωγής αιολικής ενέργειας στις ΗΠΑ μέχρι το 1989 (American Wind Energy Associaton).*

μνης Michigan στις ΗΠΑ. Η αποθήκη, που έχει κατασκευασθεί εκεί, έχει μήκος περίπου 3 km και πλάτος περίπου 1,5 km. Έχει χωρητικότητα περίπου 100 δισεκατομμύρια λίτρα και υψόμετρο (ύψος επιφάνειας από βάση) 23 m. Κατά τις ώρες όπου η κατανάλωση ενέργειας είναι χαμηλή, το νερό αντλείται και οδηγείται προς την αποθήκη. Κατά τις ώρες αιχμής, το νερό ελευθερώνεται για να παράγει τον ηλεκτρισμό που χρειάζεται (σχ. 11-44).

Μια άλλη εκδοχή που ερευνάται είναι η αποθήκευση ενέργειας με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα. Ηλεκτρικοί κινητήρες θα λειτουργούν συμπιεστές, που θα συμπιέζουν αέρα και θα τον αποθηκεύουν σε υπόγειες στοές (σχ. 11-45). Όταν χρειάζεται η ενέργεια, ο πεπιεσμένος αέρας θα μπορεί να γυρίζει στροβίλους, για να παραχθεί ηλεκτρισμός.

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ενώ η αιολική ενέργεια δεν στοιχίζει τα μηχανήματα για τη μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρισμό στοιχίζουν. Μία καλά σχεδιασμένη ηλεκτρογεννήτρια μπορεί να μετατρέψει περίπου τη μισή από την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Υπάρχουν διάφορες απώλειες, με αποτέλεσμα να μετατρέπεται μόνο το 20 με το 50%. Ειδικά στις ΗΠΑ πειραματίζονται για την κατασκευή μεγάλων αιολικών εγκαταστάσεων τοποθετημένων κατά μήκος των μεγάλων πεδιάδων και έξω από τις παράλιες ή παραλίμνιες περιοχές.

Καθώς οι ενεργειακές απαιτήσεις αυξάνονται σε όλον τον κόσμο, δεν μπορούμε να αγνοήσομε τη σπουδαιότητα της αιολικής ενέργειας. Από το 1981, τίθενται σε λειτουργία πολλές, σε σχέση με πριν, αρκετά μεγάλες αεριομηχανές, που μπορούν και παρέχουν ηλεκτρισμό στο ηλεκτρικό δίκτυο. Σε όλο τον κόσμο σήμερα η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής αιολικής ενέργειας είναι περίπου 1700 εκατομμύρια kWh ανά έτος. Οι ΗΠΑ από μόνες τους έχουν τη δυνατότητα παραγωγής εκατομμυρίων kWh ανά έτος. Σύμφωνα με τις τελευταίες εκτιμήσεις από το Annual Energy Preview του Energy Information Administration των ΗΠΑ (Γραφείο Πληροφοριών για την Ενέργεια), ο άνεμος παρέχει στις ΗΠΑ λιγότερο από 0,005 quad Btu ηλεκτρισμού το χρόνο στους καταναλωτές.

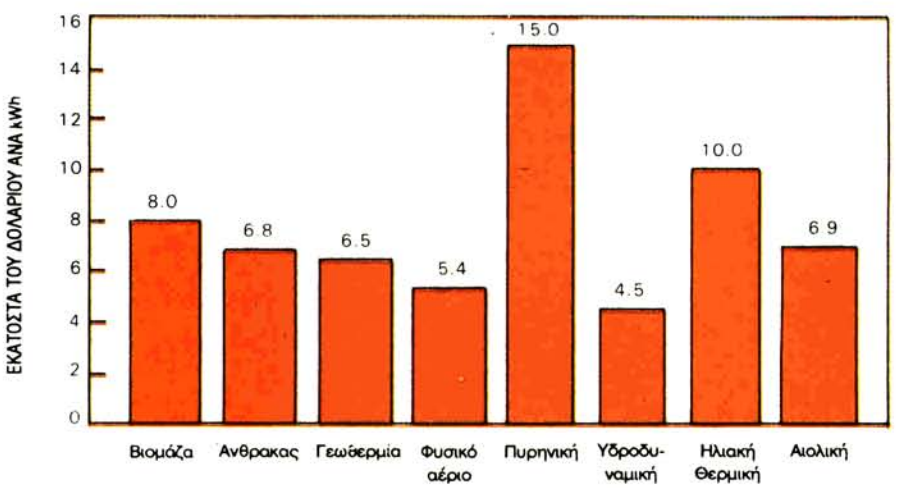
Το σχήμα 11-46 παρουσιάζει την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στις ΗΠΑ από το 1982 μέχρι το 1989.

Συγχρόνως, ενώ οι παραδοσιακοί τρόποι παραγωγής γίνονται πιο ακριβοί, το κόστος της εκμεταλλεύσεως της αιολικής ενέργειας μειώνεται. Η καλύτερη τεχνολογία, η μεγαλύτερης κλίμακας και πιο αποδοτική βιομηχανική παραγωγή και η μεγαλύτερη εμπειρία στους αεριοστροβίλους βοήθησε στη μείωση του κόστους. Στο σχήμα 11-47 συγκρίνεται το κόστος των διαφόρων τρόπων παραγωγής ηλεκτρισμού.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ

Η ανάπτυξη αιολικών συστημάτων ισχύος έχει μερικές ανεπιθύμητες επιπτώσεις. Βεβαίως, δεν υπάρχουν απόβλητα, καπνός ή απορρίμματα. Δεν υπάρχουν επομένως κίνδυνοι για την υγεία. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν μερικές άσχημες συνέπειες. Ένας και μόνο πύργος δεν πιάνει πολύ χώρο, αλλά μια γιγάντια έκταση με ανεμόμυλους, με πολλούς πύργους και γραμμές μεταφοράς ισχύος καταλαμβάνει σημαντική έκταση γης. Επιπλέον, το τοπίο δεν θα είναι ευχάριστο.

Μεγάλες ανεμογεννήτριες με μεταλλικούς ρότορες ενοχλούν. Κάτοικοι κοντά σε μια μεγάλη ανεμογεννήτρια στο Boone στη Βόρεια Καρολίνα διαμαρτύρονταν για τα προβλήματα στη λήψη σημάτων των τηλεοπτικών σταθμών και για τις διαταραχές του αέρα, όταν η μονάδα λειτουργούσε. Από την άλλη, γη όπου είναι εγκατεστημένα αιολικά συστήματα μπορεί να χρησιμοποιείται συγχρόνως για άλλους σκοπούς. Κοπάδια μπορούν να τρέ-



Σχ. 11-47. *Σε αυτόν τον πίνακα συγκρίνεται το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας, που παράγεται με την αξιοποίηση των ανέμων, με αυτό από παραδοσιακές ενεργειακές πηγές (Council of Renewable Energy Education, 1989).*

φονται γύρω από τους πύργους. Μπορεί επίσης να καλλιεργείται η γη, όπως γίνεται σήμερα, γύρω από πυλώνες των γραμμών μεταφοράς.

ΚΟΣΤΟΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα αιολικά συστήματα αναπτύχθηκαν αργά, εν μέρει, λόγω του κόστους. Εντούτοις, πιστεύεται ότι από τη στιγμή που τα συστήματα παράγονται μαζικώς, οι ανεμογεννήτριες θα μπορούν να παράγουν ηλεκτρισμό τόσο φθηνά, όσο και οι σταθμοί πυρηνικής ισχύος ή καυσίμων απολιθωμάτων. Ένα μεγάλο μειονέκτημα των αιολικών σταθμών είναι ότι τα συστήματα συχνά αδρανούν, επειδή δεν φυσά αέρας. Υπολογίζεται ότι το σύστημα θα μπορεί να λειτουργεί σε πλήρη δυνατότητα μόνο 6 ώρες το 24ωρο. Τα συστήματα παραγωγής ηλεκτρισμού με άνθρακα και τα πυρηνικά εργοστάσια μπορούν να βρίσκονται σε πλήρη δυνατότητα 50 με 60% του χρόνου.

Από την άλλη πλευρά, τα αιολικά συστήματα ισχύος έχουν μικρό κόστος συντηρήσεως και δεν έχουν ανάγκη καυσίμων. Ειδικοί πιστεύουν ότι στο μέλλον το συνολικό κόστος του ηλεκτρισμού που παράγεται από τον άνεμο θα είναι στις ΗΠΑ 2 με 3,5 εκατοστά του δολαρίου για κάθε kWh (5-10 δρχ.). Αυτό είναι κοντά στη μέση τιμή κόστους της kWh, που παράγεται από συμβατικά εργοστάσια ισχύος (στις ΗΠΑ). Είναι πιθανόν ότι η αιολική ενέργεια θα είναι μια σημαντική συμπληρωματική πηγή ηλεκτρικής ισχύος.

ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Όπως μάθατε στο κεφάλαιο 2, μια από τις παλαιότερες μεθόδους χρησιμοποιήσεως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, είναι ο υδροτροχός. Σήμερα, όταν ομιλούμε περί εκμεταλλεύσεως της ενέργειας του νερού, εννοούμε κυρίως την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Υπάρχουν πολλές μορφές ενέργειας που έχουν σχέση με το νερό:

- Υδροηλεκτρική ισχύς, που παράγεται από νερό που πέφτει.
- Παλιρροϊκή ισχύς, που παράγεται από παλίρροιες, οι οποίες σημειώνονται λόγω της βαρυτικής έλξεως της σελήνης και του ηλίου (συζητήθηκε προηγουμένως).
- Ισχύς από κύματα, που προκαλούνται από την κίνηση νερού προς τις ακτές λόγω του ανέμου.

Σήμερα, σχεδόν όλη η ισχύς που λαμβάνεται από το νερό, μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια σε εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής, που βρίσκονται σε καταρράκτες ή φράγματα. Η συνήθης μέθοδος είναι η κατασκευή φραγμάτων σε ποτάμια, όπου η μορφολογία του εδάφους βοηθά για τη δημιουργία μιας φυσικής αποθήκης.

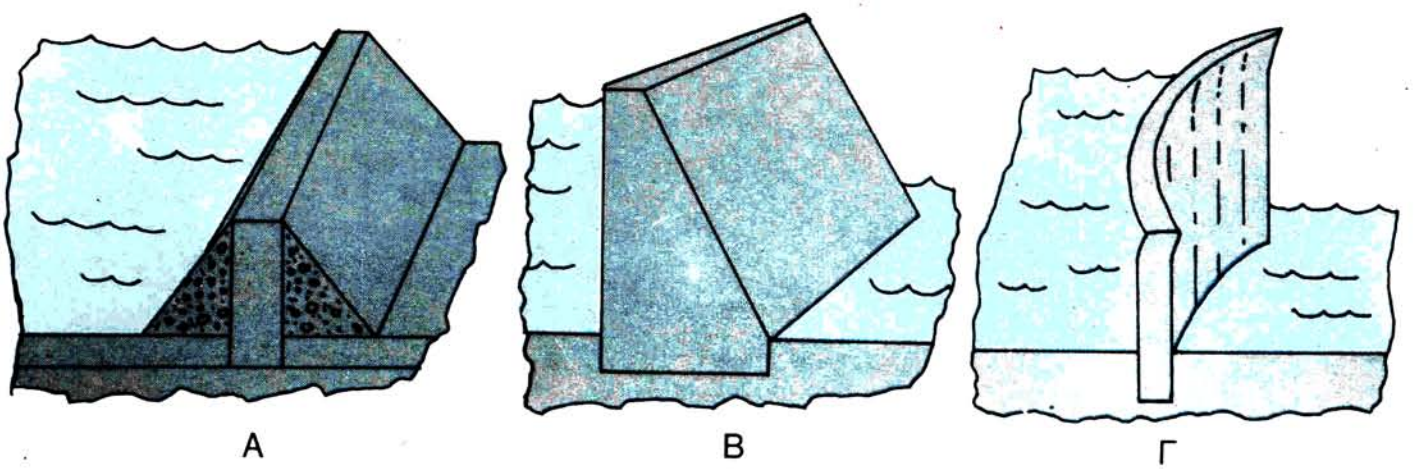
ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Περίπου το 16% όλης της ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνεται στις ΗΠΑ προέρχεται από υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

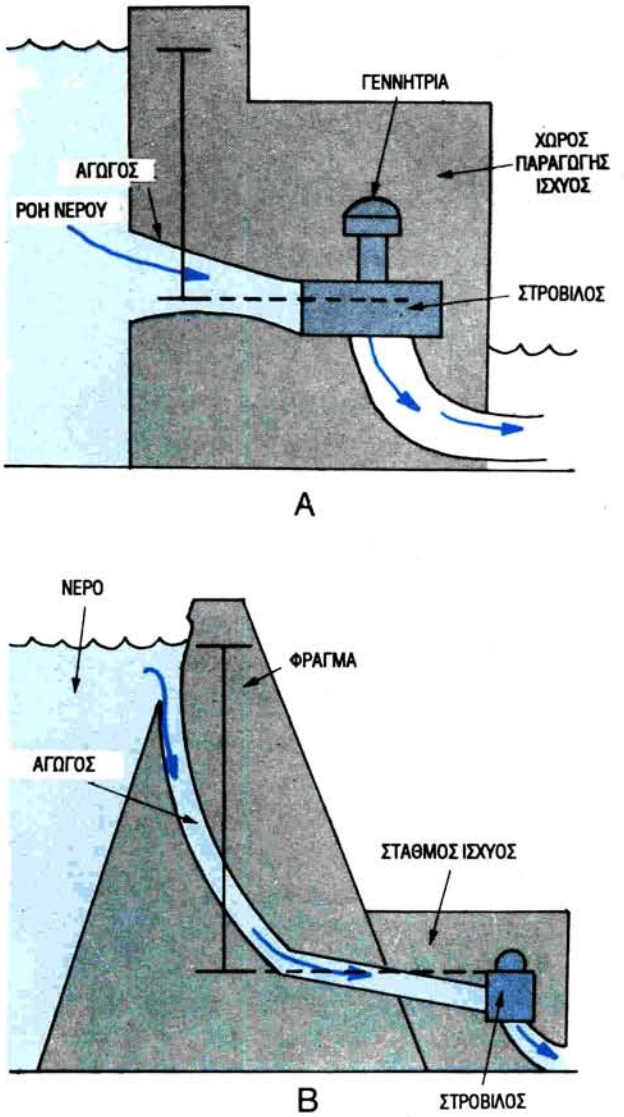
Αυτό είναι μόνο το 30% αυτού που θα ήταν αν αναπτύσσονταν όλες οι προσφερόμενες δυνατότητες. Πιστεύεται ότι η υδροηλεκτρική παραγωγή μπορεί με το χρόνο να διπλασιασθεί.

ΠΩΣ ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΙ ΤΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ

Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια απαιτούν υψόμετρο (ύψος στάθμης νερού) τουλάχιστον 6 m. Ως υψόμετρο ορίζομε την απόσταση μεταξύ της στάθμης του νερού και του σημείου, όπου βρίσκεται ο υδροστρόβιλος. Πολλά χαμηλού υψομέτρου φράγματα έχουν υψόμετρο όχι μεγαλύτερο από 30 m. Υπάρχουν ψηλά φράγματα, όπου το υψόμετρο είναι 30 m με 300 m (σχ. 11-48 και σχ. 11-49 για περισσότερες πληροφορίες για το σχεδιασμό φραγμάτων).



Σχ. 11-48. *Τύποι φραγμάτων. Α - Στα φράγματα τύπου Embankment χρησιμοποιείται χώμα ή βράχοι. Είναι τα απλούστερα και τα φθηνότερα. Β - Τα φράγματα από σκυρόδεμα είναι μεγάλα και ακριβά. Συνήθως κατασκευάζονται σε πλατιές κοιλάδες. Γ - Τα τοξοειδή φράγματα έχουν λεπτό τοίχωμα και είναι κυρτά προς την πλευρά της λίμνης. Δυνάμεις από αποθηκευμένο νερό ασκούνται στο τοίχωμα και στον πυθμένα της δεξαμενής του φράγματος.*



Σχ. 11-49. *Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια λειτουργούν με διάφορα υψόμετρα νερού. Α - Χαρακτηριστικό εργοστάσιο χαμηλού υψομέτρου. Β - Χαρακτηριστικό εργοστάσιο μεγάλου υψομέτρου.*

Η αποθήκευση του νερού είναι ένα άλλο σημαντικό στοιχείο στο σχεδιασμό. Η ποσότητα του νερού, που χρειάζεται να αποθηκευθεί εξαρτάται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ισχύ στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής. Οι ανάγκες αυτές δεν είναι πάντοτε οι ίδιες. Ο ηλεκτρικός φόρτος είναι μεγαλύτερος την ημέρα και σταδιακά μειώνεται το απόγευμα, φθάνοντας στο κατώτατο σημείο τη νύκτα. Η χρήση ηλεκτρικής ισχύος είναι επίσης μεγαλύτερη κατά τον Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, διότι στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται πολύ τα κλιματιστικά.

Το νερό πρέπει να αποθηκεύεται και να ελευθερώνεται σύμφωνα με τις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια. Όταν οι ανάγκες είναι μεγάλες, ανοίγονται περισσότερο οι θύρες του φράγματος, για να επιτρέψουν σε περισσότερο νερό να περάσει από τον υδροστρόβιλο. Ως αποτέλεσμα έχομε την παραγωγή περισσότερης ισχύος.

ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Το σχήμα 11-50 είναι ένα απλό διάγραμμα υδροηλεκτρικού εργοστασίου. Το νερό ρέει από το φράγμα από ένα μεγάλο ***αγωγό*** (penstock). Στο κάτω μέρος του αγωγού το νερό που κινείται με μεγάλη ταχύτητα κινεί έναν ***υδροστρόβιλο αντιδράσεως*** ή έναν ***υδροστρόβιλο δράσεως.***

Οι υδροστρόβιλοι αντιδράσεως λειτουργούν καλά σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς με χαμηλό υψόμετρο.

ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

Υπάρχουν πολλοί λόγοι, για τους οποίους δεν έχουν κατασκευασθεί περισσότερα υδροηλεκτρικά εργοστάσια:

- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων, που αποτελούν την αποθήκη του νερού.
- Πρέπει συχνά να γίνουν επεμβάσεις σε εθνικούς δρόμους, σιδηροτροχιές, γραμμές μεταφοράς ηλεκτρισμού, μάλιστα χρειάζεται να μετακινηθούν πόλεις ή χωριά.
- Απαιτεί πολύ χρόνο και χρήμα ο σχεδιασμός και η κατασκευή του εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής (υδροστρόβιλοι, γεννήτριες κλπ.).
- Αγροτικές περιοχές, που σκεπάζονται από νερά του φράγματος είναι αυτονόητο ότι δεν μπορούν πλέον να καλλιεργηθούν.
- Συχνά, ειδικές ομάδες αντιτίθενται στην καταστροφή άλλων φυσικών χώρων και άγριας φύσης, η οποία θα προκληθεί από την κατασκευή φραγμάτων σε ποταμούς.

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΛΙΡΡΟΙΩΝ

Το νερό κατά την ανύψωση και ταπείνωσή του λόγω παλιρροιών, διαθέτει ενέργεια, που μπορεί να αξιοποιηθεί. Όπως και η αιολική, η παλιρροϊκή ενέργεια δεν είναι σταθερή πηγή. Πρέπει αυτού του είδους η ενέργεια να δεσμευθεί και να αποθηκευθεί.

ΠΑΛΙΡΡΟΪΚΟΙ ΝΕΡΟΜΥΛΟΙ

Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας δεν είναι καινούργιο φαινόμενο. Εκατοντάδες χρόνια πριν νερά από παλίρροια δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών. Η αποθηκευμένη ενέργεια χρησιμοποιούταν, για να κινεί νερόμυλους. Κατασκευάσθηκαν φράγματα σε ποτάμια. Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας διέρχονταν μέσω θυρών στο φράγμα και γέμιζαν τη (φυσική) αποθήκη. Κατά την πλημμυρίδα έκλειναν οι θύρες. Κατά την άμπωτη, που ακολουθούσε μετά από ώρες, το αποθηκευμένο νερό ελευθερώνονταν και κινούσε νερόμυλους.

Μεταξύ του 1581 και του 1822 σε μια από τις καμάρες της γέφυρας του Λονδίνου είχε κατασκευασθεί ένας τέτοιος νερόμυλος. Χρησιμοποιούταν, για να αντλεί νερό

από τον ποταμό Τάμεση, στο κέντρο του Λονδίνου.

Ένας παλιρροϊκός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής λειτουγεί λίγο πολύ όπως οι παλαιοί παλιρροϊκοί νερόμυλοι που αναφέραμε. Δεσμευμένο νερό από παλίρροια εξέρχεται από άνοιγμα του φράγματος και κινεί υδροστρόβιλο. Ορισμένα παράλια μέρη είναι κατάλληλα για δέσμευση παλιρροϊκών υδάτων (σχ. 11-51).

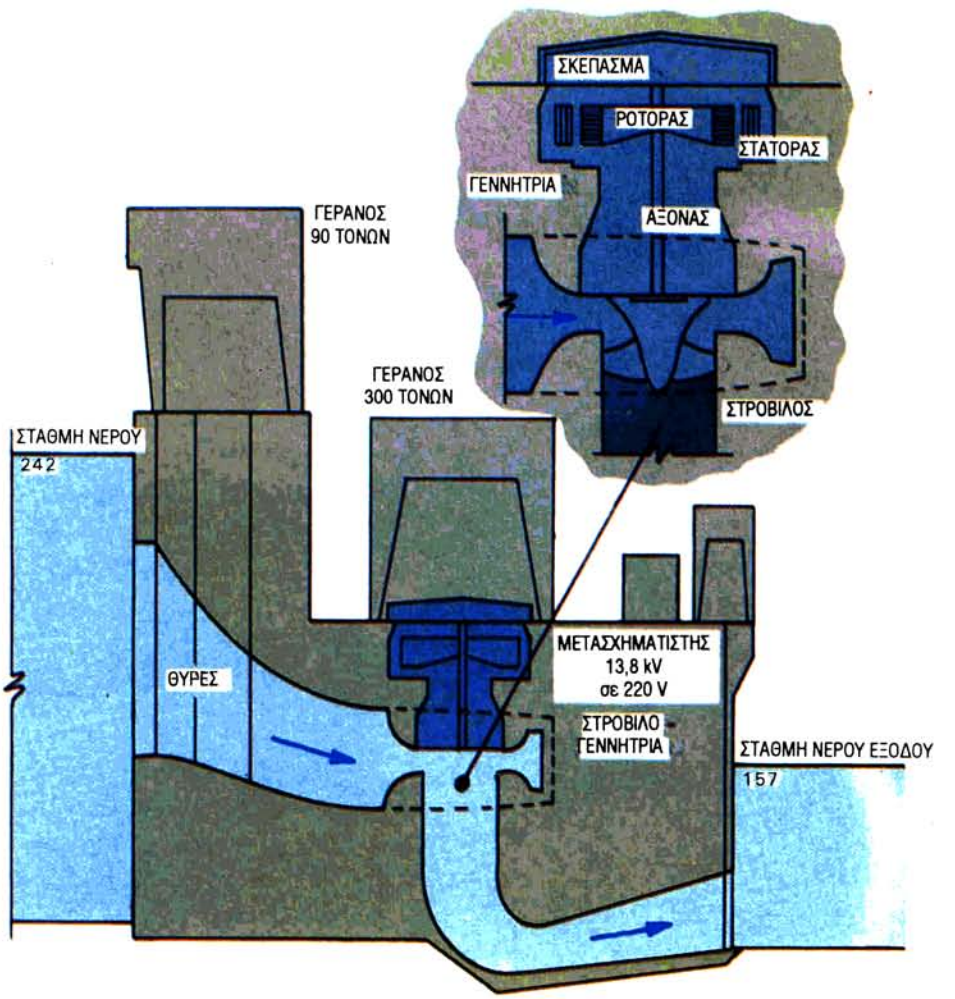
Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ ύψους κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι περίπου 10 m και παραπάνω. Οι συνθήκες αυτές υπάρχουν στις εξής περιοχές:

- Στην παραλία του Fundy, στον Ανατολικό Καναδά.
- Στην ακτή του Ειρηνικού, στην Αλάσκα.
- Στις εκβολές των ποταμών Severn και Solway, στην Αγγλία.
- Στις θάλασσες Barents και Okhotsk, στη Ρωσία.
- Στη βορειοδυτική Αυστραλία.
- Στη βορειοανατολική Βραζιλία.
- Στη Νότια Αργεντινή.
- Στη δυτική Αφρική.
- Στα ανατολικά παράλια των δυτικών Ινδιών.
- Στη βορειοδυτική Γαλλία.

Πιστεύεται ότι αν κατασκευάζονταν σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής σε όλα αυτά τα μέρη, θα μπορούσαν να παράγουν σχεδόν 2000 δισεκατομμύρια κιλοβάτ ηλεκτρισμού. Οι παλιρροϊκοί σταθμοί χρειάζονται πολύ νερό, για να διατηρούνται οι γεννήτριες σε λειτουργία. Επειδή τα νερά της παλίρροιας είναι διαθέσιμα μόνο για μικρά χρονικά διαστήματα κάθε μέρα, τα νερά πρέπει να δεσμευθούν σε μεγάλα φράγματα κατασκευασμένα στις εκβολές ποταμών. Είναι πολύ δαπανηρή η κατασκευή τέτοιων φραγμάτων και υδροστροβίλων, που θα κινούν τις γεννήτριες. Οι εκβολές "πρέπει" να είναι τέτοιες που να μπορούν να κρατηθούν μεγάλες ποσότητες νερού στη λίμνη του φράγματος. Επίσης, η εισερχόμενη παλίρροια πρέπει να μεταφέρει τεράστιες ποσότητες νερού.

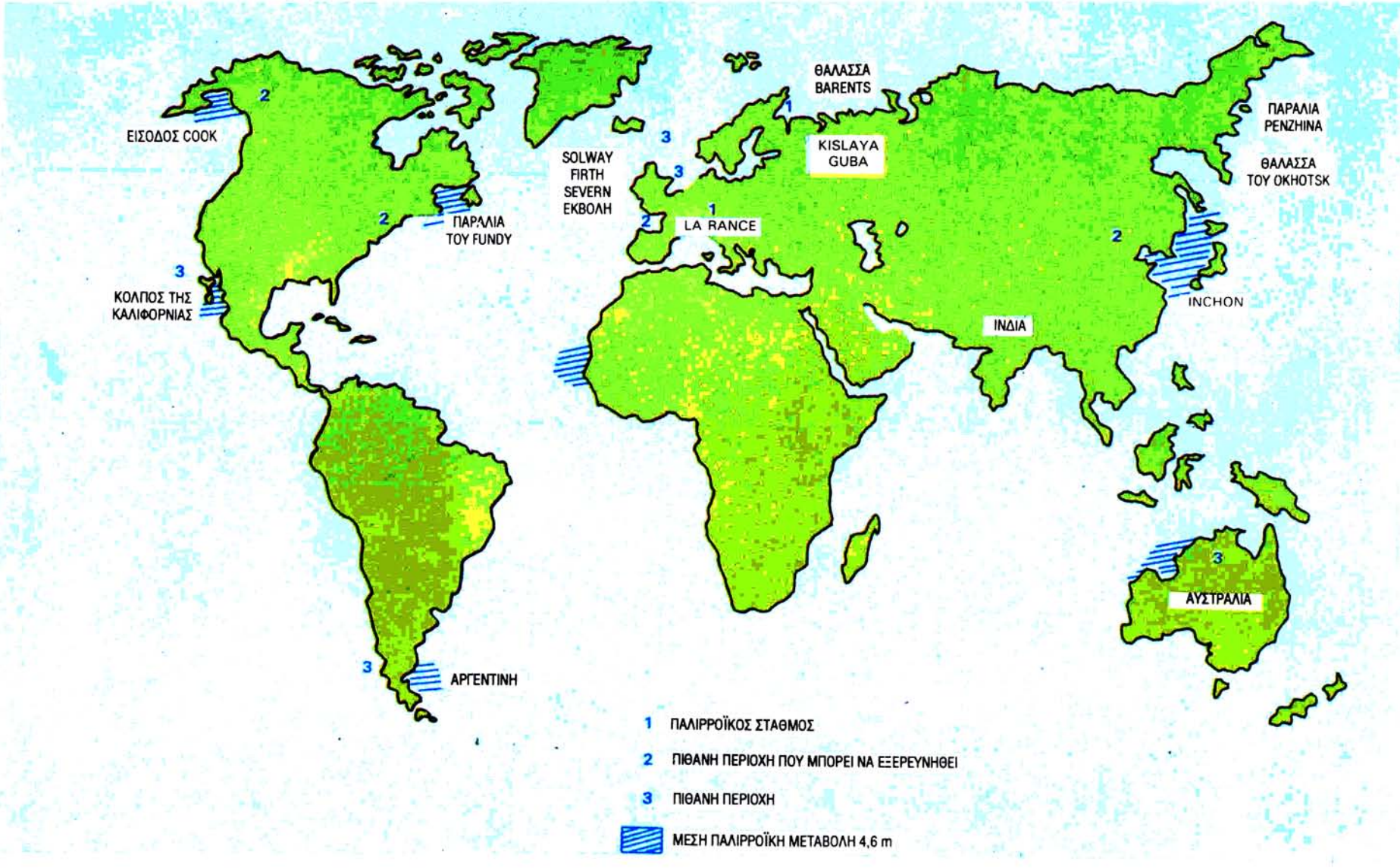
ΥΠΑΡΧΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΖΟΜΕΝΟΙ ΠΑΛΙΡΡΟΪΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Ο πρώτος τέτοιου είδους σταθμός κατασκευάσθηκε στον ποταμό La Rance στη Βορειοδυτική Γαλλία το 1962



Σχ. 11-50. *Το νερό που διέρχεται από τον αγωγό και στη συνέχεια από τον υδροστρόβιλο, τον κινεί και παράγει μηχανικό έργο (New York State Power Authority).*

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΑΛΙΡΡΟΪΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Σχ. 11-51. *Πολλές πιθανές τοποθεσίες ανά τον κόσμο για την εγκατάσταση παλιρροϊκών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Απομένει να ερευνηθούν και να αναπτυχθούν. Η αύξηση του κόστους των καυσίμων απολιθωμάτων καθιστά την ενέργεια των παλιρροιών πιο ελκυστική για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος.*

(σχ. 11-52). Ένας δεύτερος σταθμός, ο Kislaya Guba, κατασκευάσθηκε στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents. Ένας τρίτος λειτουργεί στην παραλία του Fundy.

Οι υδροστρόβιλοι στο σταθμό του ποταμού La Rance μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ισχύ κατά την κίνηση των νερών και προς τις δύο κατευθύνσεις. Στις εκβολές σχηματίζεται μία μεγάλη φυσική δεξαμενή. Η διαφορά ύψους του νερού κατά την παλίρροια μπορεί να φθάσει τα 8,5 m.

ΠΑΛΙΡΡΟΪΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΛΙΑ ΤΟΥ FUNDY

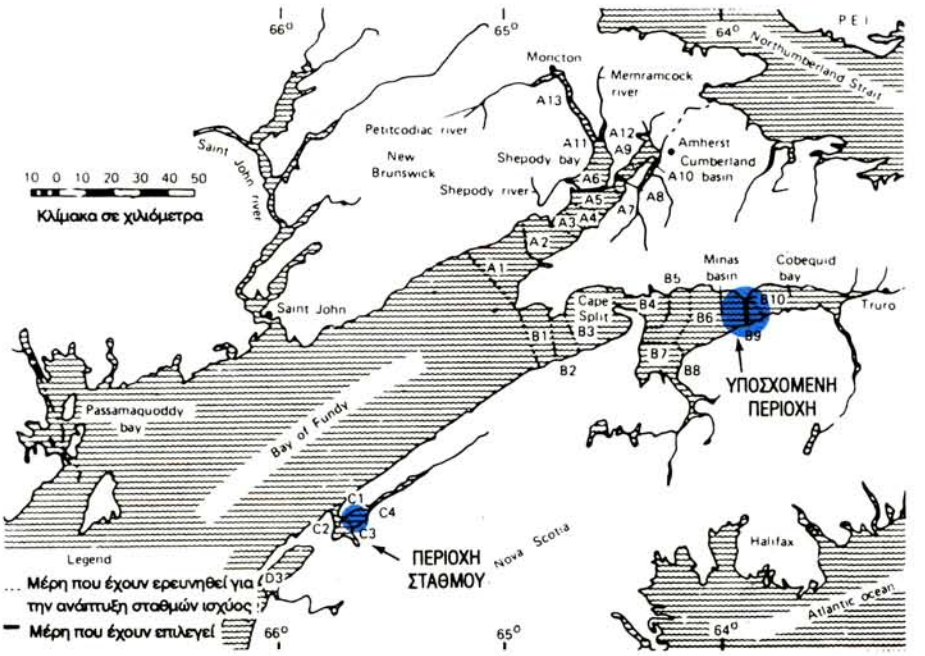
Αυτό το πρόγραμμα καταρτίσθηκε, μόνο για να ελεγχθεί η δυνατότητα κατασκευής παλιρροϊκού σταθμού στην παραλία Fundy αλλά και για την παραγωγή πρόσθετης ηλεκτρικής ισχύος για την περιοχή Nova Scotia. Επελέγησαν πολλές τοποθεσίες για μελλοντικές εγκαταστάσεις (σχ. 11-53). Η πρώτη φάση κατασκευής ήταν ένα πιλοτικό πρόγραμμα, ένας σταθμός ηλεκτροπαραγωγής, που κατασκευάσθηκε κοντά στο Annapolis Royal, στο νησί Hog's Island, στη βορειοδυτική Nova Scotia. Τα νερά της παλίρροιας συγκρατούνται σε φυσική δεξαμενή, δηλαδή σε λίμνη, που σχηματίζεται στο στόμιο του ποταμού Annapolis River (σχ. 11-54). Το πρόγραμμα θα ελέγξει την καταλληλότητα ενός νέου σχεδίου υδροστροβίλου. Η μονάδα αυτή είναι μια σύγχρονη προσαρμογή υδροστροβίλου τύπου αξονικής ροής με γεννήτρια τύπου στεφάνης. Είναι τοποθετημένος οριζόντια, για να "πιάσει" την ενέργεια οριζόντιας ροής νερού.

Το σχήμα 11-55 είναι μια τομή του υδροστροβίλου και της γεννήτριας. Η φτερωτή έχει τέσσερα πτερύγια. Περιστρέφεται μέσα στον τεράστιο στάτορα της γεννήτριας. Μπορεί να λειτουργεί με υψόμετρο νερού από 1,4 m μέχρι 6,8 m. Μπορεί να παράγει 50 GW ηλεκτρικής ισχύος κατά μέσο όρο το χρόνο.

Το υψόμετρο παλίρροιας στην περιοχή Annapolis Royal και σε άλλα σημεία κατά μήκος των ακτών της Nova Scotia είναι μέχρι 8,7 m κατά τις μεγάλες παλίρροιες και μέχρι 4,4 m κατά τις μικρές παλίρροιες. Η μέση τιμή ύψους είναι 6,4 m.



Σχ. 11-52. *Φράγμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από παλίρροια στον ποταμό La Rance, στις ακτές της Γαλλίας. Οι υδροστρόβιλοι αυτού μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ισχύ, καθώς το νερό κινείται κατά τη μία ή την άλλη κατεύθυνση (American Petroleum Institute).*

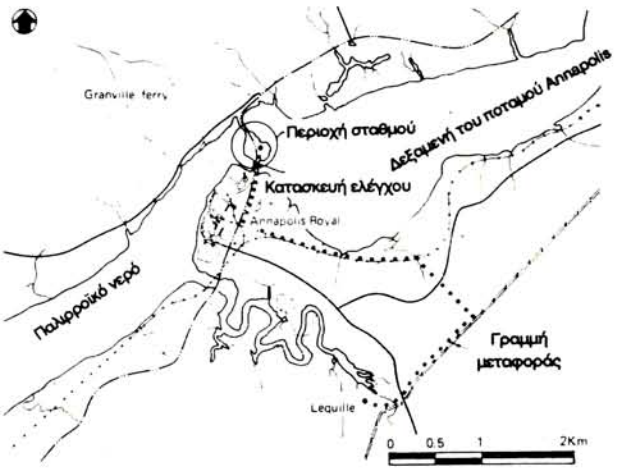


Σχ. 11-53. *Χάρτης της περιοχής Fundy Bay στη Nova Scotia, που δείχνει σημεία για πιθανή ανάπτυξη παλιρροϊκών σταθμών. Το μέρος όπου εφαρμόζεται το δοκιμαστικό πρόγραμμα είναι κοντά στο στόμιο του ποταμού Annapolis. Το σημείο που έχει την ένδειξη "B9" θεωρείται ότι είναι αυτό που υπόσχεται πολλά για μελλοντική ανάπτυξη (Tidal Power Corp.).*

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΚΥΜΑΤΑ

Τα κύματα των συσκευών έχουν 10 φορές την ενέργεια των παλιρροιών. Τα κύματα στον Ατλαντικό, Ειρηνικό και Ινδικό Ωκεανό μπορούν να παράγουν 40 με 70 κιλοβάτ ηλεκτρικής ισχύος ανά μέτρο μετώπων κύματος.

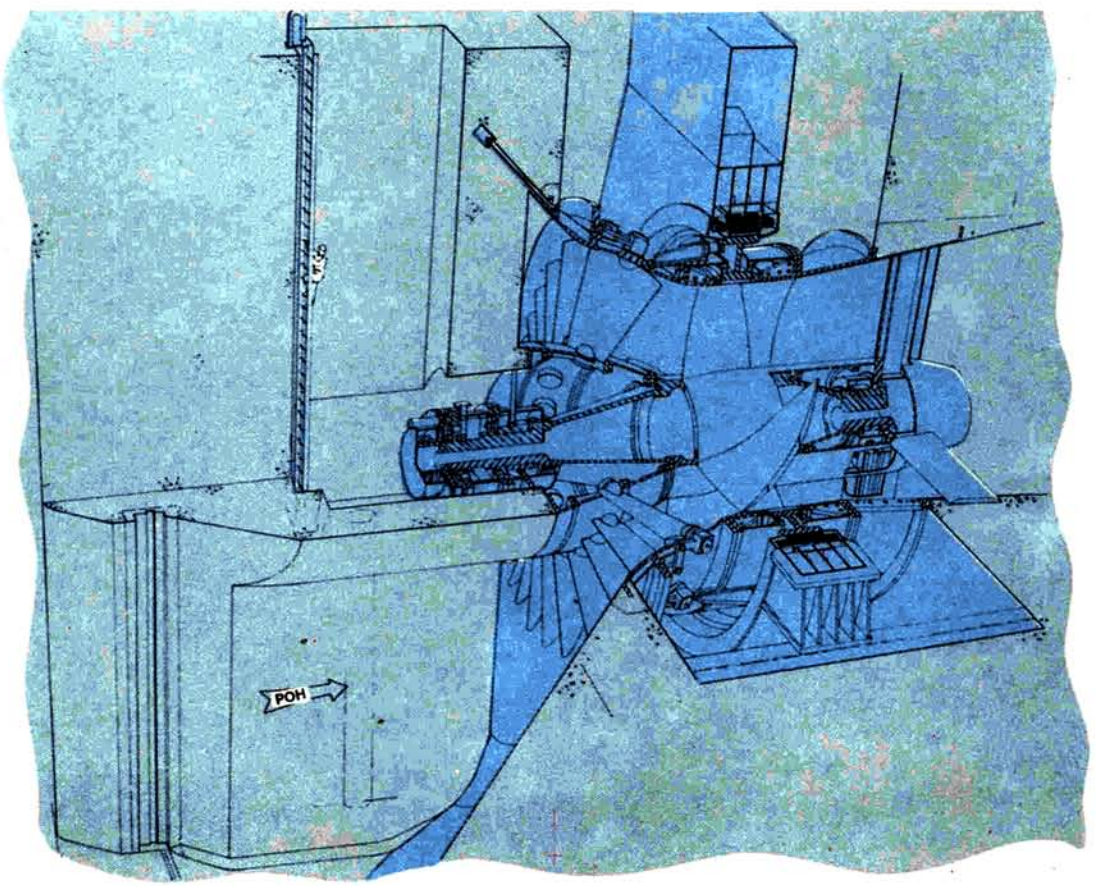
Στη Βρετανία πειραματίζονται με διατάξεις που μπορούν να χρησιμοποιούν την ενέργεια των κυμάτων (σχ. 11-56). Ενώ δεν είναι πρόβλημα το κόστος κατασκευής τους, το σύστημα μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά μπορεί να είναι ακριβό. Οι διατάξεις που κατασκευάζονται προορίζονται για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Όμως, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για ηλεκτρόλυση του νερού και παραγωγή υδρογόνου, που μπορεί να αξιοποιηθεί ως καύσιμο.



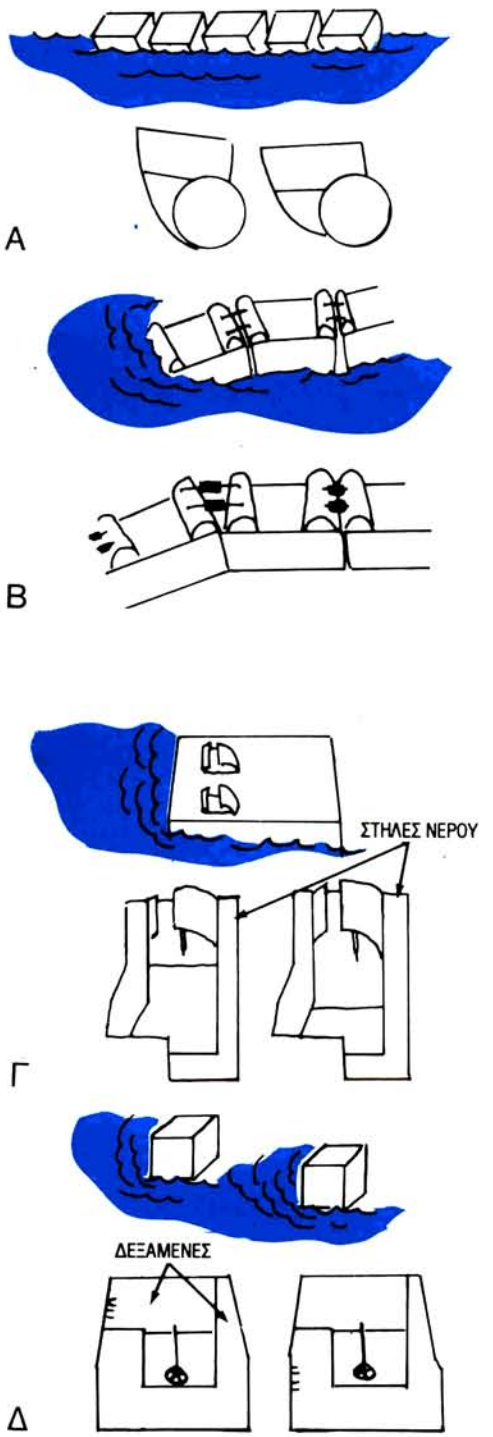
Σχ. 11-54. *Χάρτης μικρής περιοχής, που δείχνει περισσότερες λεπτομέρειες του παλιρροϊκού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής στον ποταμό Annapolis. Η εγκατάσταση εκμεταλλεύεται το φράγμα που είχε κατασκευασθεί για την προστασία καλλιεργειών σε βαλτότοπους.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κινητική ενέργεια είναι η ενέργεια που έχει η ύλη λόγω της κινήσεώς της. Είναι ένα είδος μηχανικής ενέργειας. Μπορεί να παράγει έργο μετατρεπόμενη σε άλλες μορφές ενέργειας. Όμως, η κινητική ενέργεια απαντά



Σχ. 11-55. *Τομή ενός από τους υδροστρόβιλους σε παλιρροϊκό σταθμό. Είναι σχεδιασμένος να λειτουργεί και στις δύο κατευθύνσεις ροής. Οι πόλοι της γεννήτριας είναι διευθετημένοι γύρω από την εξωτερική πλευρά της φτερωτής (Tidal Power Corp.).*



Σχ. 11-56. *Εκτελούνται πολλά πειράματα για την εκμετάλλευση της ενέργειας των κυμάτων νερού. Α - Σε ένα δακτύλιο από πλωτήρες συμπιέζεται αέρας μέσα σε αυτούς με τη βοήθεια των κυμάτων και μετά κινεί αεριοστρόβιλους. Β - Τα κύματα λειτουργούν υδραυλικούς κινητήρες ή αντλίες, που συμπιέζουν κάποιο ρευστό. Στη συνέχεια, το ρευστό μπορεί να κινεί στρόβιλο. Γ - Ταλαντευόμενη στήλη νερού μπορεί να δημιουργεί αρκετή πίεση, για να κινεί αεριοστρόβιλο. Δ - Σε αυτό το σύστημα, που λέγεται Russel, δεσμεύεται νερό στις δεξαμενές του. Το νερό μπορεί να κινήσει στροβίλους.*

και άμεσα στη φύση. Υπάρχει στον άνεμο, στα κύματα, στις παλίρροιες και στις υδατοπτώσεις. Αυτή η κινητική ενέργεια είναι αποτέλεσμα της θερμάνσεως της γης από τον ήλιο. Η ανομοιόμορφη θέρμανση της γης προκαλεί τον άνεμο· λόγω της ηλιακής ενέργειας προκαλείται εξάτμιση νερού (π.χ. από τις θάλασσες). Οι υδρατμοί μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα και έτσι δημιουργούνται οι συνθήκες για να βρέξει. Η βροχή τροφοδοτεί τη ροή των ποταμών.

Η περιστροφή της γης απλώς έχει κάποια επίδραση στην κίνηση των ανέμων. Οι άνεμοι είναι κυρίως αποτέλεσμα διαφορών θερμοκρασίας. Ο ζεστός αέρας ανέρχεται. Δημιουργείται άνεμος καθώς ψυχρός αέρας έρχεται να πάρει τη θέση του. Υπάρχουν σχηματισμοί ροής ανέμων, που είναι χαρακτηριστικοί των διαφόρων περιοχών στον κόσμο. Άνεμοι που φυσούν επάνω από μεγάλες εκτάσεις νερού δημιουργούν κύματα. Ενέργεια των κυμάτων χάνεται (δαπανάται) όταν τα κύματα φθάσουν στην ακτή.

Παλίρροιες είναι οι περιοδικές μεταβολές της στάθμης του νερού των θαλασσών, των ωκεανών, των πολύ μεγάλων λιμνών. Η ανύψωση και η πτώση της στάθμης των νερών πραγματοποιείται ημερησίως με προβλεπόμενο τρόπο. Είναι φυσικό φαινόμενο, αποτέλεσμα της βαρυτικής έλξεως του φεγγαριού και του ηλίου επάνω στη γη. Η έλξη του ηλίου έχει μικρότερο αποτέλεσμα, γιατί ο ήλιος είναι πολύ μακρύτερα από τη γη από ό,τι η σελήνη.

Η κινητική ενέργεια μπορεί κατά κάποιο τρόπο να αποθηκευθεί. Συχνά αντλείται νερό και αποθηκεύεται σε υψηλότερη στάθμη· η κινητική ενέργεια που αποκτά, όταν κατέρχεται, αξιοποιείται. Στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια μερικές φορές αντλείται και αποθηκεύεται νερό σε λίμνη (αποθήκη νερού), για να χρησιμοποιηθεί όταν οι απαιτήσεις σε ηλεκτρική ισχύ είναι μεγάλες. Αποθηκεύεται επίσης νερό σε πύργους νερού, για να δημιουργηθεί η πίεση που χρειάζεται για την τροφοδοσία με νερό σπιτιών και εργοστασίων.

Η φυσική κινητική ενέργεια μπορεί να μετατραπεί με τη βοήθεια διατάξεων και να παραχθεί ηλεκτρισμός. Οι ανεμογεννήτριες είναι μια διάταξη. Οι υδροστρόβιλοι χρησιμοποιούνται επί εκατοντάδες χρόνια σε φράγματα και υδατοπτώσεις. Σχεδιάζονται πειραματικές διατάξεις για την εκμετάλλευση της ενέργειας των κυμάτων.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

ανεμόμετρα
κύτταρα (στοιχεία)
ανεμογεννήτρια με τη φτερωτή πίσω
φοέν (foehn)
γεωγραφικά πλάτη του αλόγου
στρόβιλος δράσεως
αποθήκευση αδράνειας
μετατροπέας DC/AC
τοπικοί άνεμοι

κινητική μηχανική ενέργεια
μιστράλ
μικρές παλίρροιες
αγωγός νερού (φράγματος)
πλανητικός άνεμος
στρόβιλος αντιδράσεως
μεγάλες παλίρροιες
υψομετρική διαφορά παλίρροιας
ανεμογεννήτρια με τη φτερωτή μπροστά
μετρητές ταχύτητας ανέμου

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Αποτανθείτε σε υπηρεσίες κατασκευής ανεμογεννητριών για τη συγκέντρωση βιβλιογραφίας. Αναφέρετε στην τάξη σας τα διάφορα μεγέθη και σχέδια ανεμογεννητριών που κατασκευάζονται.
2. Διαλέξτε σημεία της περιοχής σας όπου κατά τη γνώμη σας μπορούν να τοποθετηθούν ανεμογεννήτριες. Κατόπιν, με τη βοήθεια του διδάσκοντος, μετρήστε τις ταχύτητες του ανέμου με ανεμόμετρο. Βεβαιωθείτε ότι πήρατε την άδεια από τους ιδιοκτήτες, πριν πάτε να κάνετε τις μετρήσεις σε ιδιωτικές περιοχές.
3. Κατασκευάστε ένα απλό μικρό μετρητή ταχύτητας ανέμου και δοκιμάστε τον.
4. Κατασκευάστε ένα πρότυπο ενός παλαιού ανεμόμυλου, που περιγράφεται στο βιβλίο.
5. Κατασκευάστε ένα μικρό πρότυπο ανεμογεννήτριας που να λειτουργεί.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Απαριθμήστε πέντε φυσικές μορφές κινητικής ενέργειας.
2. Ορίστε τι είναι άνεμος. Εξηγήστε το ρόλο που παίζει η ανομοιόμορφη θέρμανση και ψύξη της γης στη δημιουργία των ανέμων.
3. Μερικοί άνεμοι δημιουργούνται λόγω της περιστροφής της γης. Σωστό ή λάθος;
4. Η συνολική ποσότητα αιολικής ενέργειας στις 48 κάτω πολιτείες των ΗΠΑ ισούται με τι ποσοστό της καταναλώσεως ισχύος στις ΗΠΑ;
   α. 30%.
   β. 2%.
   γ. Δύο φορές.
   δ. Δεκατέσσερις φορές.
   ε. Σαράντα φορές.
5. Ονομάστε τρεις ιδιότητες των κυμάτων και δώστε τον ορισμό αυτών.
6. Τι συντηρεί τη ροή των ποταμών;
7. Η κινητική ενέργεια που απαντά στη φύση συνήθως μετατρέπεται σε άλλη μορφή πριν χρησιμοποιηθεί. Αυτό συμβαίνει, διότι (επιλέξτε τη σωστή απάντηση ή απαντήσεις):
   α. Δεν είναι χρήσιμη στη φυσική της μορφή.
   β. Σε λίγες περιπτώσεις είναι χρήσιμη στη φυσική της μορφή.
   γ. Η μετατροπή επιτρέπει την ευκολότερη αποθήκευσή της.
   δ. Η μετατροπή καθιστά εύκολη τη μεταφορά της εκεί όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί.
8. Η ανεμογεννήτρια με τη φτερωτή πίσω χρειάζεται κατευθυντικό πτερύγιο, για να την κρατά προσανατολισμένη στον άνεμο. Σωστό ή Λάθος;
9. Ένα _____ είναι μια συσκευή που μετρά την ταχύτητα του ανέμου.
10. Από ποια στοιχεία αποτελείται ένα πλήρες αιολικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος;
11. Η υδροηλεκτρική ισχύς προέρχεται από τη φυσική "δύναμη" του _____.
12. Εξηγήστε τη διαφορά μεταξύ φράγματος μικρού υψομέτρου και ενός φράγματος μεγάλου υψομέτρου.
13. Ποια είναι τα δύο φυσικά χαρακτηριστικά μιας ακτής, που την καθιστούν κατάλληλο μέρος για την κατασκευή παλιρροϊκών σταθμών ισχύος;
14. Τα κύματα του ωκεανού διαθέτουν _____ φορές την ενέργεια της παλίρροιας.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι πληροφορίες που δίνονται σε αυτό το κεφάλαιο θα σας δώσουν τη δυνατότητα ώστε να:

- *Περιγράψετε τις βασικές αρχές της πυρηνικής σχάσεως και της πυρηνικής συντήξεως.*
- *Εξηγήσετε τη διαδικασία εξαγωγής, επεξεργασίας και κατασκευής ενός συστήματος στοιχείων καυσίμου για έναν αντιδραστήρα σχάσεως.*
- *Καταγράψετε και περιγράψετε πέντε βασικούς τύπους πυρηνικών αντιδραστήρων.*
- *Συζητήσετε τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας.*
- *Συζητήσετε για την ακτινοβολία και τα αποτελέσματά της στο ανθρώπινο σώμα.*
- *Περιγράψετε τους πειραματισμούς που γίνονται σήμερα σχετικά με συστήματα παραγωγής ενέργειας από σύντηξη.*



Σχ. 12-1. *Πυρηνικός σταθμός παραγωγής ενέργειας στην πολιτεία Pennsylvania. Υπάρχουν περίπου 426 τέτοιοι σταθμοί σε λειτουργία στον κόσμο.*

Τα σημερινά πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας (σχ. 12-1), χρησιμοποιούν τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη σχάση καυσίμου ουρανίου για να θερμάνουν νερό, (όπως μάθατε στο κεφάλαιο 1, σχάση είναι η διάσπαση των ατόμων του ουρανίου). Ο ατμός από το ζεστό νερό κινεί ένα στρόβιλο που είναι συνδεδεμένος με μία ηλεκτρογεννήτρια.

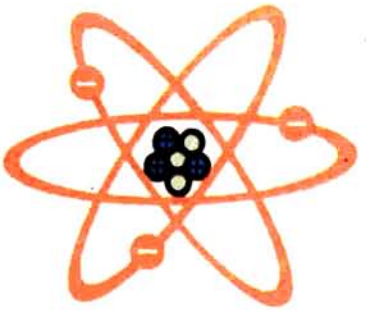
Για να κατανοήσετε τη διάσπαση του ατόμου, πρέπει να μελετήσετε το άτομο και τα συστατικά του. Όπως ξέρομε, το άτομο είναι το μικρότερο σωματίδιο ενός στοιχείου, το οποίο έχει όλες τις χημικές ιδιότητες αυτού.

Επίσης ξέρομε από τη μελέτη της φυσικής ότι όλα τα υλικά σώματα αποτελούνται από άτομα. Το νερό, το ξύλο, οι πέτρες, ακόμη και το ανθρώπινο σώμα, αποτελούνται από αυτά τα πολύ μικρά σωματίδια. Είναι τόσο μικρά που δισεκατομμύρια από αυτά μπορούν να τοποθετηθούν στη μύτη του μολυβιού και να υπάρχει ακόμη πρόσθετος ελεύθερος χώρος.

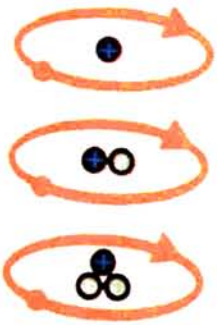
Το καθένα άτομο αποτελείται από ακόμη μικρότερα σωματίδα που λέγονται πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια. Τα πρωτόνια είναι θετικά φορτισμένα· τα νετρόνια δεν έχουν καθόλου φορτίο και τα ηλεκτρόνια είναι αρνητικά φορτισμένα. Τα πρωτόνια και τα νετρόνια βρίσκονται στο κέντρο του ατόμου και αποτελούν τον πυρήνα του. Τα ηλεκτρόνια όμως κινούνται γύρω από τον πυρήνα (σχ. 12-2).

Το κάθε άτομο ενός στοιχείου έχει τον ίδιο αριθμό πρωτονίων στον πυρήνα του. Μπορεί όμως ο αριθμός νετρονίων στα διάφορα άτομα του ίδιου στοιχείου να ποικίλλει. Αυτές οι διαφορετικές μορφές του ίδιου στοιχείου λέγονται ισότοπα (σχ. 12-3). Αργότερα, όταν θα μιλήσομε για τα διάφορα ισότοπα του ουρανίου, θα τους δώσομε αριθμούς για να αναγνωρίζονται.

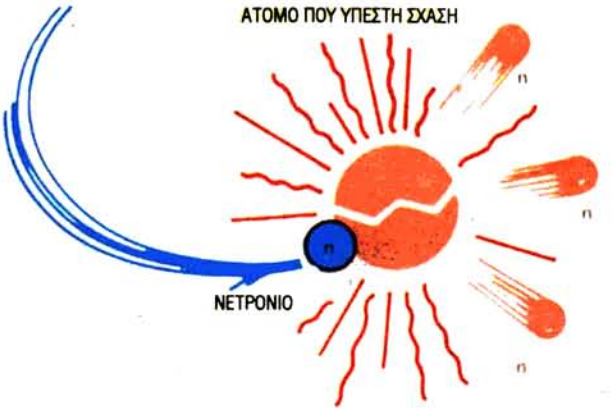
Το άτομο είναι κυρίως άδειος χώρος. Το πλείστο της μάζας του ατόμου είναι στον πυρήνα του. Τα ηλεκτρόνια περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα και έχουν πολύ μικρότερη μάζα (άρα είναι πολύ πιο ελαφρά) από τα πρωτόνια και νετρόνια. Τα πρωτόνια, για παράδειγμα, έχουν μάζα περίπου 1800 φορές μεγαλύτερη της μάζας των



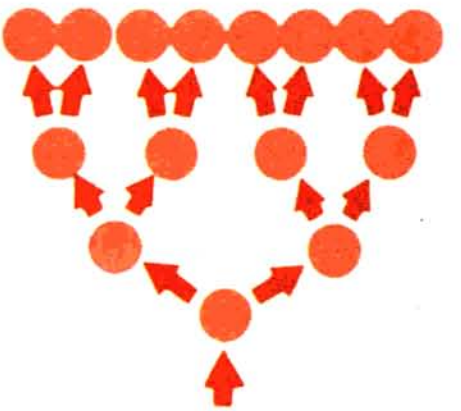
Σχ. 12-2. *Το άτομο είναι ένα μικροσκοπικό στοιχείο, που αποτελείται από ουδέτερα και θετικώς φορτισμένα σωματίδια, τα οποία περιβάλλονται από περιφερόμενα αρνητικώς φορτισμένα σωματίδια. Οι επιστήμονες έχουν παρατηρήσει ότι τα ηλεκτρόνια δεν έχουν πάντοτε (σχεδόν) κυκλικές τροχιές· μερικά διαγράφουν τροχιά με "σχήμα οκτώ" (Westinghouse Nuclear Energy Systems).*



Σχ. 12-3. *Τα ισότοπα είναι άτομα του ίδιου στοιχείου, που έχουν διαφορετικούς αριθμούς νετρονίων στον πυρήνα τους.*



Σχ. 12-4. *Όταν ένας πυρήνας ουρανίου χωρίζεται, αφού κτυπηθεί από ένα γρήγορο νετρόνιο, προκαλείται σχάση. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος δημιουργούνται δύο νέοι πυρήνες και εκλύεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας, που προκαλεί ροή θερμότητας (Westinghouse Electric Corp., Advanced Power Systems Div.).*



Σχ. 12-5. *Όταν νετρόνια από διασπώμενο άτομο κτυπούν άλλα άτομα και τα διασπούν, προκαλείται αλυσιδωτή αντίδραση (Westinghouse Nuclear Energy Systems).*

ηλεκτρονίων. Σύμφωνα με μία πολύ απλοϊκή εικόνα για το άτομο τα ηλεκτρόνια κινούνται σε τροχιές περί τον πυρήνα.

Οι τροχιές των ηλεκτρονίων είναι διευθετημένες σε "στιβάδες". Η κάθε στιβάδα μπορεί να έχει μόνο ορισμένο αριθμό ηλεκτρονίων. Η στιβάδα που είναι πλησιέστερα στον πυρήνα είναι δυνατόν να έχει δύο ηλεκτρόνια. Η επόμενη μπορεί να έχει μέχρι οκτώ και η τρίτη μέχρι 18. Η τέταρτη μπορεί να έχει μέχρι 32.

Στο ξεκίνημα μιας πυρηνικής σχάσεως, ένα νετρόνιο από ένα άτομο (πυρήνα) κτυπά με μεγάλη ταχύτητα ένα άλλο άτομο (πυρήνα) και το αναγκάζει να διασπασθεί σε δύο ελαφρύτερα άτομα (πυρήνες), (σχ. 12-4). Αν υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες, αυτό προκαλεί αλυσιδωτή αντίδραση.

ΑΛΥΣΙΔΩΤΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

Η παραγωγή πυρηνικής ενέργειας εξαρτάται από το ότι μία αντίδραση μπορεί να προκαλεί άλλες αντιδράσεις. Τα νετρόνια που ελευθερώνονται κατά τη σχάση μπορούν να διασπάσουν άλλους πυρήνες ουρανίου και η διαδικασία συνεχίζεται (σχ. 12-5). Αυτή η διαδικασία λέγεται ***αλυσιδωτή αντίδραση.*** Λόγω της σχάσεως προκαλείται τεράστια ροή θερμότητας.

ΣΧΑΣΗ

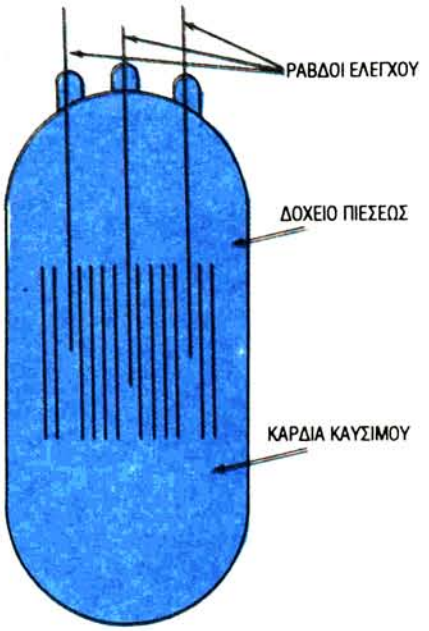
Η αλυσιδωτή αντίδραση, που συζητήθηκε προηγουμένως, ξεκίνησε όταν ένα νετρόνιο "βλήμα" χτύπησε έναν πυρήνα ατόμου U-235. Καθώς ο πυρήνας του ατόμου χωρίζεται, μπορεί να εκπέμψει δύο-τρία νετρόνια. Αυτά τα νετρόνια, που κινούνται με μεγάλη ταχύτητα, με τη σειρά τους χτυπούν άλλους πυρήνες U-235 και τους διασπούν.

Αφού ξεκινήσει η διαδικασία διασπάσεως, θα συνεχιστεί χωρίς άλλη "εξωτερική" βοήθεια.

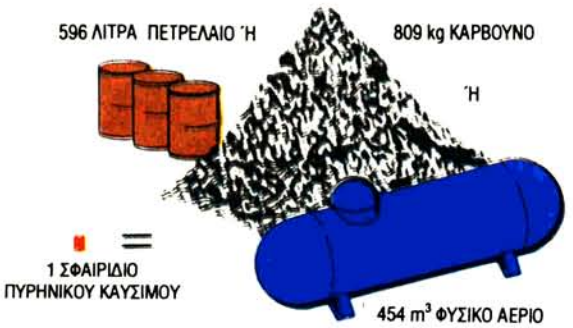
Στην πράξη, στους πυρηνικούς αντιδραστήρες, υπάρχει η ανάγκη ελέγχου του ρυθμού των αντιδράσεων κάθε χρονική στιγμή. Τα εξερχόμενα νετρόνια μπορεί να

ελεγχθούν με ***επιβραδυντή*** και με ***ράβδους ελέγχου***. Ο επιβραδυντής μπορεί να είναι από οποιοδήποτε υλικό που μπορεί να επιβραδύνει τα νετρόνια και, επομένως, να αυξήσει την πιθανότητα συγκρούσεως των νετρονίων με άλλους πυρήνες U-235. Ως επιβραδυντής χρησιμοποιείται συνήθως νερό ή γραφίτης. Οι ***ράβδοι ελέγχου*** περιέχουν χημικά στοιχεία, όπως το βόριο και το κάδμιο, που απορροφούν νετρόνια. Οι ράβδοι είναι κινητές, ώστε να μπορούν να εισαχθούν στην καρδιά του καυσίμου, όταν ο ρυθμός των αντιδράσεων που συμβαίνουν κάθε στιγμή χρειάζεται να μειωθεί· εξάγονται για να αυξηθεί ο ρυθμός πυρηνικών αντιδράσεων (σχ. 12-6).

Όλες οι πυρηνικές αντιδράσεις συμβαίνουν στο δοχείο πιέσεως, που βρίσκεται μέσα σε άλλο ισχυρό κλειστό δοχείο περιορισμού, το οποίο λέγεται ***πυρηνικός αντιδραστήρας.***



Σχ. 12-6. *Για να επιβραδυνθεί ή να σταματήσει η αλυσιδωτή αντίδραση της πυρηνικής σχάσεως, χρησιμοποιούνται ράβδοι ελέγχου. Οι ράβδοι εισάγονται στην καρδιά του καυσίμου, όπου απορροφούν μερικά από τα βομβαρδίζοντα νετρόνια (Westinghouse Nuclear Energy Systems).*



Σχ. 12-7. *Ένα σφαιρίδιο καυσίμου ουρανίου, τόσο μικρό που να χωρά σε μια δακτυλήθρα, δίνει τόση ενέργεια, όση αυτές οι ποσότητες καυσίμων από απολιθώματα.*

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΑΠΟ ΣΧΑΣΗ

Πολύ μικρή ποσότητα καυσίμου ουρανίου παράγει τεράστια ποσότητα ενέργειας. Η ενέργεια παράγεται από την αλυσιδωτή αντίδραση και μεταφέρεται από την καρδιά του αντιδραστήρα προς τα έξω υπό μορφή θερμότητας.

Η διάσπαση ενός πυρήνα ελευθερώνει περίπου 190 MeV (εκατομμύρια ηλεκτρονιοβόλτ) ενέργεια· [ένα ηλεκτρονιοβόλτ είναι ένα πάρα πολύ μικρό κλάσμα μιας χιλιοθερμίδας, (kcal) ενώ μία χιλιοθερμίδα ισοδυναμεί με $2{,}6 \times 10^{16}$ MeV].

ΧΩΡΕΣ ΚΑΤΑ ΗΠΕΙΡΟ	ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ %
ΒΟΡΕΙΑ & ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΜΕΡΙΚΗ		
Καναδάς	18	15,6
Κούβα	0	0
Μεξικό	1	–
ΗΠΑ	110	19,1
ΝΟΤΙΑ ΑΜΕΡΙΚΗ		
Αργεντινή	2	11,4
Βραζιλία	1	0,7
ΕΥΡΩΠΗ		
Βέλγιο	7	60,8
Βουλγαρία	5	32,9
Τσεχία και Σλοβακία	8	27,6
(τέως) Ανατ. Γερμανία	6	10,9
Φινλανδία	4	35,4
Γαλλία	55	74,6
Ουγγαρία	4	49,8
Ιταλία	2	–
Ολλανδία	2	5,4
Ρουμανία	0	0
Ισπανία	10	38,4
Σουηδία	12	45,1
Ελβετία	5	41,6
Βρετανία	39	21,7
(τέως) Δυτ. Γερμανία	24	34,3
(τέως) Γιουγκοσλαβία	1	5,9
ΑΣΙΑ		
Κίνα	0	0
Ινδία	7	1,6
Περσία	0	0
Ιαπωνία	39	27,8
Πακιστάν	1	0,2
Νότια Κορέα	9	50,2
Ταϊβάν	6	35,2
(τέως) Σοβ. Ένωση	46	12,3
ΑΦΡΙΚΗ		
Νότια Αφρική	2	7,4
ΣΥΝΟΛΟ	426	–

Σχ. 12-8. *Το 1989 αυτή ήταν η κατάσταση όσον αφορά στην αξιοποίηση πυρηνικής ενέργειας παγκοσμίως. Τότε ήταν υπό κατασκευή 96 καινούργιοι αντιδραστήρες (International Atomic Energy Agency, Vienna).*

ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΧΡΗΣΗ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Παγκοσμίως, υπάρχουν περίπου 426 πυρηνικοί αντιδραστήρες σε λειτουργία που παράγουν 318.271 MWe (ηλεκτρικά Megawatt). Αυτό αντιπροσωπεύει περίπου το 16% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ισχύος. Είναι αρκετή ισχύς για να ικανοποιήσει όλες τις ανάγκες σε ηλεκτρική ισχύ για περίπου 159 εκατομμύρια σπίτια (σχ. 12-7).

Παρ' όλα αυτά, καμιά πηγή ενέργειας δεν έχει προκαλέσει τόσο μεγάλη αμφισβήτηση για την καταλληλότητά της. Από τη μία, η πυρηνική ενέργεια μπορεί να δώσει τρισεκατομμύρια φορές την ισχύ που μπορούν να δώσουν κινητικές πηγές, όπως ο άνεμος και το νερό, και εκατομμύρια φορές την ισχύ από χημικές αντιδράσεις, όπως η καύση καυσίμων από απολιθώματα. Από την άλλη, η παραγωγή πυρηνικής ενέργειας δημιουργεί ραδιενεργά απόβλητα και υπάρχει γενική ανησυχία για τυχόν πυρηνικά ατυχήματα, όπως αυτά που συνέβησαν στο Chernobyl στην πρώην Σοβιετική Ένωση και στο Three Mile Island στις ΗΠΑ. Λόγω αυτών των ανησυχιών, οικονομικών λόγων, μικροτέρων απαιτήσεων για ηλεκτρισμό, και της δημόσιας αντιδράσεως, η βιομηχανία πυρηνικής ενέργειας στις ΗΠΑ βρίσκεται σε πολύ δύσκολη θέση.

Αυτές οι καταστάσεις και η αστάθεια των κυβερνητικών αποφάσεων έχουν καθυστερήσει τις κατασκευές μέχρι οκτώ χρόνια και έχουν αυξήσει δραματικά το κόστος τους. Για παράδειγμα, ο πυρηνικός σταθμός ισχύος στο Shoreham (στο Long Island, ΗΠΑ) το 1973 θα κόστιζε για να κατασκευασθεί 300 εκατομμύρια δολάρια. Όταν τελείωσε το 1984, το κόστος του είχε φτάσει στα 5,5 δισεκατομμύρια δολάρια! Δεν λειτούργησε ποτέ. Αντίθετα, έγινε η αφορμή για συζήτηση σχετικά με το ποια εξουσία - η πολιτειακή κυβέρνηση ή η εθνική κυβέρνηση - πρέπει να ελέγχει το χώρο εγκαταστάσεως των σταθμών πυρηνικής ισχύος.

Παρόλο που οι μονάδες σε λειτουργία και αυτές υπό κατασκευή έφθασαν το 1990 τις 119, σαφώς είναι λιγότερες από τις 236 μονάδες, που υπήρχαν το 1975. Από τότε, πολλές μονάδες που είχαν προγραμματισθεί ακυρώθηκαν. Δεν έχουν γίνει νέες παραγγελίες από το 1978 (σχ. 12-8 και 12-9).

Αλλού, συγκεκριμένα στην Ελβετία και Γερμανία, έχουν επίσημα διακόψει την κατασκευή αντιδραστήρων. Στη Σουηδία, ένα δημοψήφισμα ζητά τη διακοπή της παραγωγής πυρηνικής ενέργειας, μέχρι περίπου το 2010. Οι Ρωσικές Δημοκρατίες θέτουν υπό συζήτηση το μέλλον της πυρηνικής ενέργειας στις χώρες τους.

Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν ισχυρά επιχειρήματα για τη συνέχιση της αναπτύξεως της παραγωγής πυρηνικής ενέργειας. Το κυριότερο είναι οι αυξημένες ανάγκες για ηλεκτρική ισχύ. Επιπλέον, υπάρχει αυξανόμενη ανησυχία για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που οφείλεται στην καύση υδρογονανθράκων. Η χρήση περισσότερης πυρηνικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού θα μπορούσε να βοηθήσει στη λύση αυτών των προβλημάτων.

ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΤΕΛΟΣ ΕΤΟΥΣ 1988-1990

(αριθμός αντιδραστήρων)

	1988				1989				1990			
Κατάσταση	Αντιδραστήρες βραστού νερού	Αντιδραστήρες πεπιεσμένου νερού	Άλλοι[1]	Σύνολο	Αντιδραστήρες βραστού νερού	Αντιδραστήρες πεπιεσμένου νερού	Άλλοι[2]	Σύνολο	Αντιδραστήρες βραστού νερού	Αντιδραστήρες πεπιεσμένου νερού	Άλλοι[1]	Σύνολο
Σε λειτουργία[3]	37	70	1	108	38	72	0	110	38	73	0	111
Πρόκειται άμεσα να λειτουργήσουν[4]	1	2	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0
Δόθηκαν άδειες κατασκευής	3	10	0	13	2	8	0	10	1	7	0	8
Εκκρεμούν άδειες κατασκευής	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άλλα	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	41	82	1	124	40	81	0	121	39	80	0	119

[1] Περιλαμβάνεται ένας αντιδραστήρας ψυχόμενος με αέρα.

[2] Αντιδραστήρας υψηλής θερμοκρασίας ψυχόμενος με αέρα.

[3] Μονάδες που έλαβαν άδεια λειτουργίας με πλήρη ισχύ από την Επιτροπή Πυρηνικών Κανονισμών, στις οποίες περιλαμβάνεται ο αντιδραστήρας Hanford-N για το 1986 και 1987. Ο Hanford-N, μια μονάδα χωρίς άδεια, η οποία χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή στρατιωτικών υλικών, συμπεριελήφθη στην κατηγορία των λειτουργούντων αντιδραστήρων, διότι σε αυτήν παραγόταν ενέργεια ως παραπροϊόν, η οποία πωλούνταν. Ο αντιδραστήρας αυτός έσβησε τελείως και τέθηκε σε κατάσταση αναμονής από το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ το Φεβρουάριο του 1988, και γι' αυτό δεν συμπεριλαμβάνεται στο σύνολο του 1988. Ο αντιδραστήρας Three Mile Island - 2 διατηρεί την άδεια λειτουργίας του· όμως, δεν υπάρχει σχέδιο επαναλειτουργίας του και δεν έχει επίσης συμπεριληφθεί στο σύνολο του 1988.

[4] Μονάδες που έχουν λάβει άδεια λειτουργίας σε χαμηλή ισχύ από την Επιτροπή Πυρηνικών Κανονισμών, η οποία ενέκρινε φόρτωση με καύσιμο και δοκιμές σε χαμηλή ισχύ.

Πηγές: τα στοιχεία συγκέντρωσε η Διεύθυνση Ενεργειακών Πληροφοριών από πηγές της Επιτροπής Πυρηνικών Κανονισμών.

Σχ. 12-9. *Στις ΗΠΑ έχει σταματήσει η κατασκευή πυρηνικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.*

ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Το καύσιμο για τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι το ουράνιο. Το ***ουράνιο*** είναι ένα γυαλιστερό ραδιενεργό μεταλλικό στοιχείο. Θεωρείται ότι είναι ένα από τα υλικά της ηφαιστειακής σκόνης που βρέθηκε στην επιφάνεια της γης εκατομμύρια χρόνια πριν. Με τη βροχή το ουράνιο αποχωρίσθηκε από τη σκόνη και βρέθηκε ξανά κάτω από το έδαφος. Εκεί σκλήρυνε και έγινε ορυκτό.

Εφόσον βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της γης, όπως το κάρβουνο και το πετρέλαιο, μπορεί να εξορυχθεί κατά παρόμοιο τρόπο, δηλαδή, με εξόρυξη σε ανοικτό λατομείο ή από υπόγειες στοές (σχ. 12-10).

Χρησιμοποιείται επίσης μία νεότερη μέθοδος εξορύξεως, γνωστή ως "επί τόπου" διήθηση. Σύμφωνα με αυτήν αντιστρέφεται η διαδικασία η οποία αρχικά διαχώρισε το ουράνιο από την ηφαιστειακή στάχτη. Διοχετεύεται με αντλίες νερό μέσα στο έδαφος, που διαλύει το ουράνιο. Στη συνέχεια μπορεί να αντληθεί στην επιφάνεια. Το σχήμα 12-11 είναι ένα διάγραμμα της διαδικασίας μιας επί τόπου διηθήσεως.

ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΟΥΡΑΝΙΟΥ

Όπως και τα αποθέματα καυσίμων από απολιθώματα, έτσι και το ουράνιο δεν είναι ανεξάντλητο. Τα αποθέματα θα τελειώσουν κάποτε. Μόνο ένα στα 140 άτομα ουρανίου μπορεί να υποστεί σχάση. Γι' αυτό χρειάζεται να γίνει επεξεργασία μεγάλων ποσοτήτων ορυκτού ουρανίου. Ένας τόνος ουρανίου δίνει μόνο 6,5 kg περίπου σχάσιμου καυσίμου.

Τα αποθέματα ουρανίου στις ΗΠΑ μπορεί να είναι μέχρι 4 εκατομμύρια τόνοι, περιλαμβανομένων γνωστών και πιθανών αποθεμάτων. Όλα αυτά μπορεί να είναι 129.844 kg πυρηνικού καυσίμου. Το 1989 υπήρχαν 110 πυρηνικοί αντιδραστήρες σε πλήρη λειτουργία στις Η-ΠΑ, 18 στον Καναδά και ένας στο Μεξικό. Οι ειδικοί έχουν υπολογίσει ότι χωρίς την επανεπεξεργασία του χρησιμοποιημένου καυσίμου τα αποθέματα ουρανίου για τους υπάρχοντες σήμερα στον κόσμο αντιδραστήρες θα διαρκέσουν 100 χρόνια.

Υπάρχει όμως ένας τρόπος να ληφθεί περισσότερο καύσιμο από άλλο είδος ουρανίου, τα άτομα του οποίου δεν υφίστανται σχάση στη φυσική τους κατάσταση.

Θυμάστε τον ορισμό του ισοτόπου που δώσαμε νωρίτερα; Είπαμε ότι διάφορα άτομα του ίδιου στοιχείου μπορούν να έχουν διαφορετικό αριθμό νετρονίων στον πυρήνα τους. Αυτά τα άτομα τα ονομάζομε ***ισότοπα.***

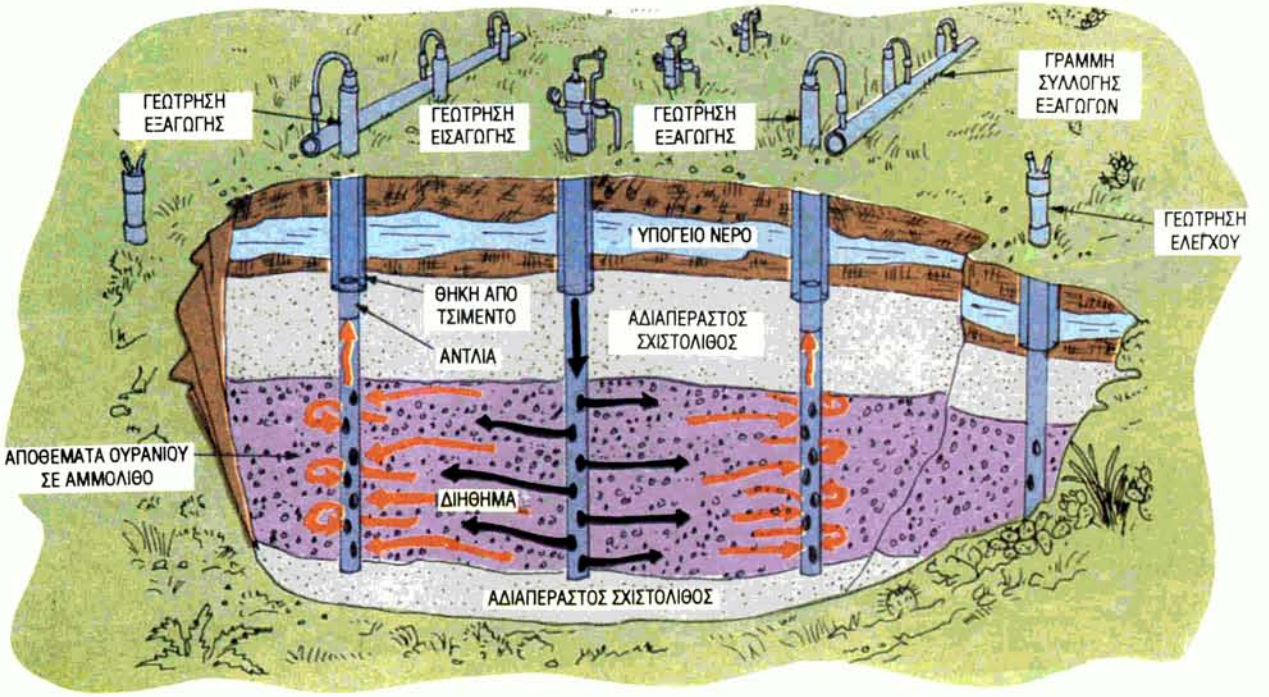
Ένα από αυτά τα μη σχάσιμα ισότοπα γίνεται σχάσιμο, αν δοθεί άλλο ένα νετρόνιο στον πυρήνα του. Οι επιστήμονες ανακάλυψαν ότι αυτό το ισότοπο, που ήδη υπάρχει στο πυρηνικό καύσιμο, αυτομάτως απορροφά ένα τυχαίο νετρόνιο κατά την πυρηνική σχάση άλλων σχασίμων πυρήνων. Έτσι έχομε τη διαδικασία δημιουργίας νέου καυσίμου, που λέγεται ***αναπαραγωγή***.

Οι επιστήμονες, για να τα κατατάξουν, έχουν δώσει στα ισότοπα του ουρανίου ονόματα ή αριθμούς. Το μόνο ισότοπο που από τη φύση του μπορεί να υποστεί σχάση λέγεται U-235 (το "U" είναι από τη λέξη uranium). Ένα άλλο ισότοπο που μπορεί να τροποποιηθεί για να υφίσταται σχάση συμβολίζεται με "U-238". Όταν πάρει ένα νετρόνιο γίνεται Pu-239, (ένα άλλο σχάσιμο ισότοπο) κοινώς γνωστό ως ***πλουτώνιο***. Αν τα διάφορα ισότοπα του ουρανίου θα μπορούσαν να γίνουν σχάσιμα, τα αποθέματα πυρηνικού καυσίμου θα μπορούσαν να επεκταθούν, ώστε να λειτουργούν 1000 μεγάλους πυρηνικούς αντιδραστήρες για περισσότερο από 30.000 χρόνια.





Σχ. 12-10. *Εξόρυξη ουρανίου στο βόρειο Saskatchewan, στον Καναδά. Αριστερά: Άποψη από ψηλά: φαίνεται ένα ανοικτό ορυχείο στο Rabbit Lake. Δεξιά: Ουρανιούχο ορυκτό φορτώνεται σε φορτηγό, για να μεταφερθεί στο εργοστάσιο επεξεργασίας (Gulf Oil, Co.).*



Σχ. 12-11. *Διάγραμμα διαδικασίας επί τόπου διηθήσεως. Μίγμα νερού και χημικών διοχετεύεται με γεωτρήσεις εισαγωγής, για να διαλύσει το πέτρωμα. Με τη γεώτρηση εξαγωγής ανέρχεται στην επιφάνεια το διαλυμένο πέτρωμα (Mobil Energy Minerals Div.).*

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΟΥΡΑΝΙΟΥ

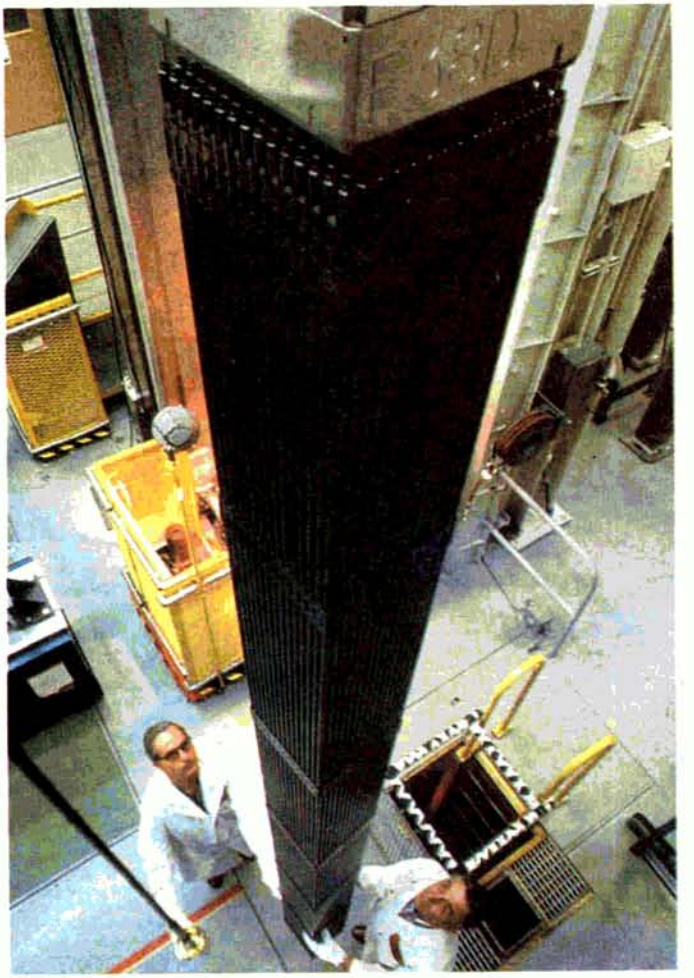
Το ουράνιο 235 είναι μόνο το 0,7% του φυσικού ουρανίου. Το άλλο 99,3% είναι U-238. Επομένως, το ορυκτό ουράνιο πρέπει να εμπλουτισθεί με κατάλληλη επεξεργασία. Πριν πραγματοποιηθεί η επεξεργασία, το ορυκτό πρέπει να τριφθεί και να μετατραπεί σε κόκκους μεγέθους ψιλής άμμου. Στη συνέχεια γίνεται διήθηση με μίγμα νερού και χημικών ουσιών που διαχωρίζει το ουράνιο από άλλα υλικά του ορυκτού (πετρώματος). Αυτή η χημική επεξεργασία οδηγεί σε ένα μίγμα που λέγεται ***κίτρινο κέικ.*** Μπορεί να έχει τη μορφή ενός γυαλιστερού κίτρινου παχύρρευστου μίγματος ή τη μορφή σκόνης.

Πριν να χρησιμοποιηθεί ως πυρηνικό καύσιμο, το κίτρινο κέικ μετατρέπεται σε κρυστάλλους εξαφθοριούχου ουρανίου. Οι κρύσταλλοι είναι εμπλουτισμένοι, ώστε το ποσοστό U-235 να είναι αυξημένο κατά 3 ή 4%.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Οι εμπλουτισμένοι κρύσταλλοι εξαφθοριούχου ουρανίου παίρνουν τη μορφή μικρών ράβδων ή σφαιριδίων. Αυτό γίνεται με άλεσμα, συμπίεση και πυράκτωση σε φούρνο, όπως στην αγγειοπλαστική. Το κάθε σφαιρίδιο έχει μέγεθος περίπου νυχιού.

Τα σφαιρίδια συσκευάζονται σε ειδικούς μεταλλικούς σωλήνες (στοιχεία καυσίμου). Οι γεμάτοι σωλήνες κλείνονται ερμητικά και τοποθετούνται κατά δέσμες σε μεταλλικά πλαίσια. Τα πλαίσια διατηρούν ακριβείς αποστάσεις μεταξύ των ράβδων. Η δέσμη των ράβδων λέγεται ***πακέτο καυσίμου*** και θα αποτελέσει την καρδιά κάποιου πυρηνικού αντιδραστήρα. Άλλα μέρη της καρδιάς είναι ο επιβραδυντής και οι ράβδοι ελέγχου (σχ. 12-12).



Σχ. 12-12. *Μηχανικοί ελέγχου ποιότητας εξετάζουν ένα πακέτο καυσίμων, που μόλις κατασκευάσθηκε στο εργοστάσιο (Exxon Corp.).*

ΠΥΡΗΝΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ

Ο πυρηνικός αντιδραστήρας είναι για το πυρηνικό εργοστάσιο ισχύος ό,τι είναι ο καυστήρας στο σπίτι σας. Περιορίζει την πυρηνική σχάση στο εσωτερικό του, ώστε να μην καταστρέφεται ο περίγυρος. Επίσης διαδίδει τη θερμότητα που εκλύεται, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραχθεί ηλεκτρική ισχύς. Από αυτήν την άποψη λειτουργεί επίσης παρόμοια με τον καυστήρα, που περιορίζει το καιόμενο καύσιμο και κυκλοφορεί το ζεστό αέρα ή νερό στα δωμάτια του σπιτιού.

Ένα ατσάλινο ***δοχείο πιέσεως*** έχει μέσα του χιλιάδες ράβδους καυσίμου που αποτελούν την καρδιά. Το δοχείο, που φαίνεται στο σχήμα 12-13, έχει τοιχώματα πάχους 23 εκατοστών. Γύρω από το δοχείο υπάρχει μία άλλη ατσάλινη στεγανή κατασκευή, που λέγεται "ατσάλινο προστατευτικό περίβλημα" (σχ. 12-14). Γύρω από το δοχείο και το ατσάλινο προστατευτικό περίβλημα υπάρχει το κτήριο θωρακίσεως. Το κτήριο αυτό έχει τοιχώματα από ενισχυμένο σκυρόδεμα πάχους ενός μέτρου και πάνω.

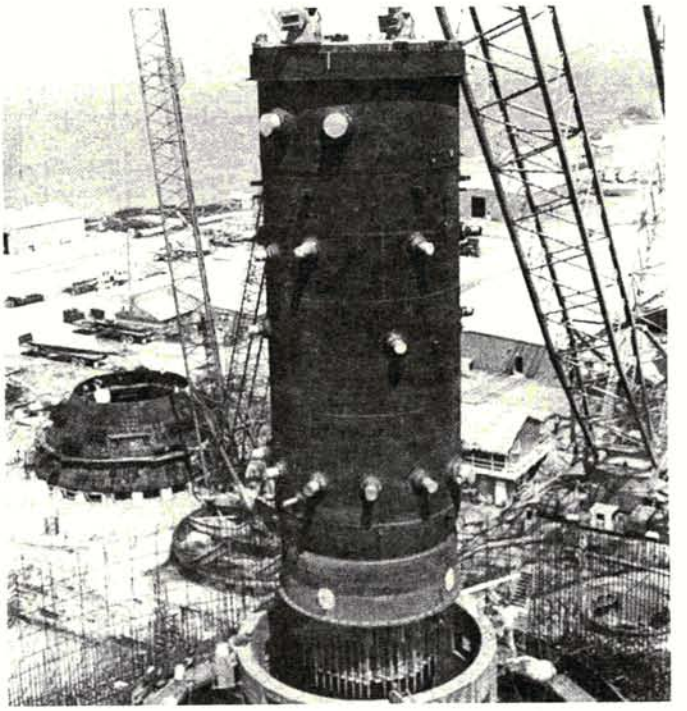
ΤΥΠΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΩΝ

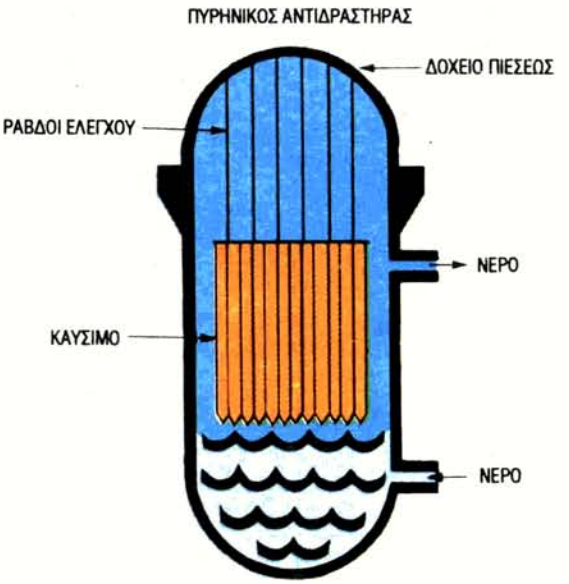
Χρησιμοποιούνται ή έχουν μελετηθεί διάφοροι τύποι αντιδραστήρων. Αυτοί είναι:

- Αντιδραστήρες ελαφρού νερού (Light water reactors, LWR). Εβδομήντα πέντε τοις εκατό των χρησιμοποιουμένων σήμερα αντιδραστήρων είναι αυτού του τύπου. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν δύο υποκατηγορίες:
  - α. Αντιδραστήρες βράζοντος νερού (Boiling-Water Reactors, BWR).
  - β. Αντιδραστήρες πεπιεσμένου νερού (Pressurized-Water Reactors, PWR).
- Αντιδραστήρες βαρέος νερού (CANDU συντομογραφία του "Canadian Deuterium").
- Αντιδραστήρες υψηλής θερμοκρασίας με ψυκτικό αέριο (High - Temperature Gas Reactors, HTGR).
- Γρήγοροι αντιδραστήρες αναπαραγωγής (Fast Breeder Reactors, FBR).
  - α. Γρήγοροι αντιδραστήρες αναπαραγωγής με υγρό μέταλλο (Liquid Metal Fast Breeder Reactors, LMFBR).
  - β. Ψυχόμενοι με αέριο γρήγοροι αντιδραστήρες αναπαραγωγής (Gas - Cooled Fast Breeder Reactors, GCFBR).
- Ολοκληρωμένος γρήγορος αντιδραστήρας (Integral Fast Reactor, IFR). Αυτός είναι νέα επινόηση, που δοκιμάζεται σε μία πειραματική κατασκευή κοντά στο Idaho Falls, την πολιτεία Idaho των ΗΠΑ.
- Πολλά σχέδια αντιδραστήρων νέας γενιάς που αποσκοπούν στην απλότητα, την ασφάλεια και το μικρότερο κόστος. Αυτά και ο τύπος IFR θα μπορούσαν να είναι η απάντηση στις μελλοντικές ενεργειακές ανάγκες.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΕΛΑΦΡΟΥ ΝΕΡΟΥ

Οι αντιδραστήρες αυτοί χρησιμοποιούν συνηθισμένο νερό για επιβραδυντή και για ψυκτικό, καθώς και για μέσο μεταφοράς θερμότητας από τον αντιδραστήρα προς το στρόβιλο. Το νερό ρέει γύρω από τα πακέτα καυσίμου ουρανίου μεταφέροντας θερμότητα. Το νερό





Σχ. 12-13. *Το δοχείο πιέσεως είναι εκείνο το τμήμα του πυρηνικού αντιδραστήρα, που περιέχει την καρδιά από καύσιμο. Η σχάση συντελείται στο εσωτερικό του. Επάνω: Ένα δοχείο 900 τόνων εισάγεται μέσα στο τοίχωμα θωρακίσεως, σε ένα πυρηνικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής στην πολιτεία της Νέας Υόρκης. Κάτω: Διάγραμμα ενός τυπικού δοχείου πιέσεως. Κατά τη σχάση κυκλοφορεί νερό για την ψύξη και τη μεταφορά θερμότητας, η οποία θα λειτουργήσει τους στροβίλους (Edison Electric Institute).*

γίνεται ατμός και έτσι μπορεί να λειτουργήσει στρόβιλο που κινεί κάποια ηλεκτρογεννήτρια.

Το καύσιμο αυτών των αντιδραστήρων πρέπει να είναι εμπλουτισμένο, ώστε να γίνεται σχάση. Ο εμπλουτισμός συνίσταται στην αύξηση της περιεκτικότητας σε σχάσιμο ουράνιο από 0,7% σε 3%. Αυτός ο εμπλουτισμός είναι μία διαδικασία δύσκολη, ακριβή και χρονοβόρα.

Στις ΗΠΑ, πρακτικά όλη η πυρηνική ενέργεια, που διατίθεται στους καταναλωτές, παράγεται από αντιδραστήρες ελαφρού νερού. Περίπου το ένα τρίτο από αυτούς είναι του τύπου βράζοντος νερού.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΒΡΑΖΟΝΤΟΣ ΝΕΡΟΥ

Από τους δύο τύπους αντιδραστήρων ελαφρού νερού, ο αντιδραστήρας βράζοντος νερού (BWR) είναι ο απλούστερος. Το νερό, καθώς τον ψύχει, βράζει. Η ενέργεια από τη σχάση φέρνει το νερό στους 285°C υπό πίεση 6894 kPa. Ο ατμός οδηγείται απευθείας στο στρόβιλο. Ένα απλό διάγραμμα του BWR φαίνεται στο σχήμα 12-15. Ο ατμός μετά τη χρήση ψύχεται, γίνεται υγρό και επανέρχεται στον αντιδραστήρα, για να επαναληφθεί κατά τον ίδιο τρόπο ο κύκλος.

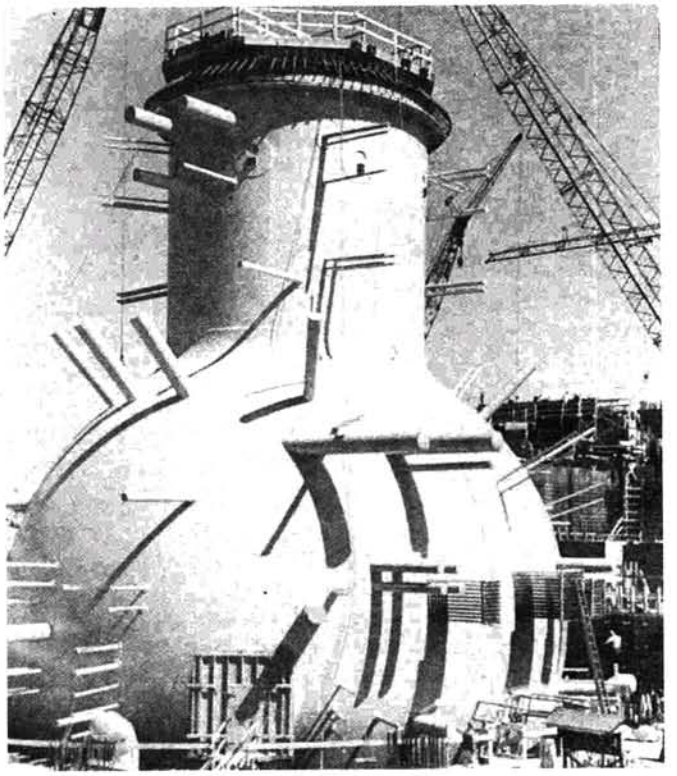
ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΠΕΠΙΕΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Αυτός ο τύπος αντιδραστήρα χρησιμοποιεί νερό υπό πολύ υψηλή πίεση για να ψυχθεί, για να απορροφήσει την ενέργεια της σχάσεως και για να μεταφέρει θερμότητα. Όμως, αντίθετα με τον αντιδραστήρα βράζοντας νερού, το ζεστό νερό δεν πηγαίνει στο στρόβιλο. Οδηγείται μέσα από το δικό του σύστημα σωληνώσεων, που λέγεται ***πρωτεύων βρόχος,*** προς μία γεννήτρια ατμού. Το νερό ψύξεως δίνει θερμότητα στο νερό του ***δευτερεύοντος βρόχου.*** Το ραδιενεργό νερό του πρωτεύοντος βρόχου δεν αναμιγνύεται καθόλου με το νερό του δευτερεύοντος βρόχου. Αυτός ο διαχωρισμός εμποδίζει το νερό του δευτερεύοντος βρόχου να γίνει ραδιενεργό.

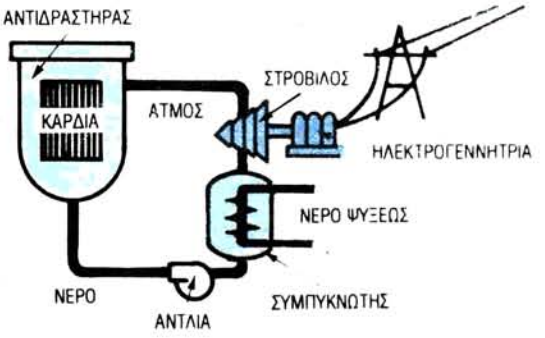
Η θερμότητα, που λαμβάνεται στη γεννήτρια ατμού, μετατρέπει το νερό σε ατμό, που εισέρχεται στο στρόβιλο με μεγάλη ταχύτητα. Ο στρόβιλος περιστρέφεται γρήγορα και δίνει ισχύ στην ηλεκτρογεννήτρια.

Νερό από τον πρωτεύοντα βρόχο επιστρέφει στον αντιδραστήρα αφού έχει χάσει την περισσότερη από την ενέργειά του μέσα στη γεννήτρια ατμού. Όμοια, ο ατμός στο δευτερεύοντα βρόχο, αφού περάσει από το στρόβιλο, επιστρέφει στη γεννήτρια ατμού. Όμως, προηγουμένως περνά μέσα από ένα συμπυκνωτή (υγροποιητή), όπου ψύχεται και μετατρέπεται σε υγρό. Το σχήμα 12-16 είναι ένα απλό διάγραμμα ενός PWR.

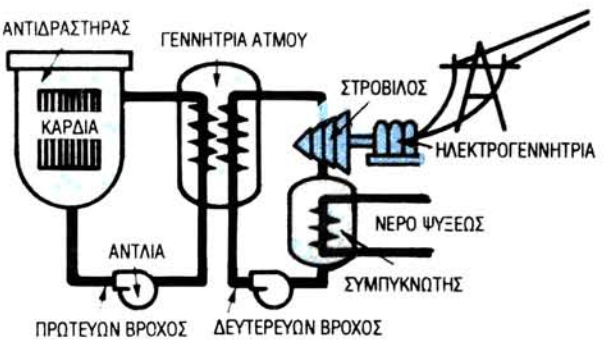
Ο PWR λειτουργεί με νερό υπό πίεση 15.500 kPa και θερμοκρασία 315°C. Λόγω της μεγάλης πιέσεως στον πρωτεύοντα βρόχο, το ψυκτικό στο βρόχο αυτό δεν βράζει. Ο βρασμός γίνεται στο δευτερεύοντα βρόχο, καθώς το ψυκτικό παίρνει θερμότητα διερχόμενο από τη γεννήτρια ατμού.



Σχ. 12-14. *Το ατσάλινο προστατευτικό περίβλημα, όπως αυτό της εικόνας, περιέχει το δοχείο πιέσεως.*



Σχ. 12-15. *Ένας αντιδραστήρας βράζοντος νερού δημιουργεί ατμό μέσα στο δοχείο πιέσεως. Ο ατμός οδηγείται με σωλήνες απευθείας στο στρόβιλο (Westinghouse Electric Corp. Advanced Power Systems Div.).*



Σχ. 12-16. *Ένας αντιδραστήρας πεπιεσμένου νερού χρησιμοποιεί δύο βρόχους, που μεταφέρουν νερό για τη μεταφορά θερμότητας από την καρδιά προς το στρόβιλο. Το ψυχρό νερό επιστρέφει και ο κύκλος επαναλαμβάνεται συνεχώς (Westinghouse Electric Corp.).*

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΒΑΡΕΟΣ ΝΕΡΟΥ

Το βαρύ νερό είναι νερό που έχει στο μόριό του άτομα δευτερίου (το ***δευτέριο***, λέγεται επίσης βαρύ υδρογόνο και είναι ένα ισότοπο του υδρογόνου που έχει διπλάσια μάζα από το κοινό άτομο του υδρογόνου).

Όταν χρησιμοποιείται ως ψυκτικό και ως επιβραδυντής σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα, το βαρύ νερό δεν απορροφά τόσα πολλά νετρόνια, όσα το ελαφρύ (κοινό) νερό. Γι' αυτό, τα βομβαρδίζοντα νετρόνια μπορούν να διανύσουν μεγαλύτερες αποστάσεις πριν να επιβραδυνθούν στο σωστό επίπεδο για πρόκληση ελεγχομένων πυρηνικών αντιδράσεων. Αυτό επιτρέπει τη χρήση στοιχείων (ράβδων) καυσίμου με μικρότερα ποσοστά U-235 από το 3 με 4% που χρειάζεται σε αντιδραστήρες ελαφρού νερού. Μερικοί αντιδραστήρες βαρέος νερού λειτουργούν με φυσικό ουράνιο.

Δεν έχουν κατασκευσθεί εμπορικοί αντιδραστήρες αυτού του τύπου, για παραγωγή ηλεκτρισμού στις ΗΠΑ. Υπάρχουν όμως στον Καναδά, στη Γαλλία, στη Γερμανία, στη Βρετανία και στη Σουηδία (σχ. 12-17).

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (HTGR)

Αν κοιτάξετε το διάγραμμα του αντιδραστήρα αυτού του τύπου στο σχήμα 12-18, δεν θα δείτε πολύ μεγάλη διαφορά μεταξύ αυτού και του αντιδραστήρα ελαφρού νερού. Είναι κατασκευασμένοι σχεδόν με τον ίδιο τρόπο, εκτός του ότι ο HTGR χρησιμοποιεί αέριο ήλιο για τη μεταφορά θερμότητας από τον αντιδραστήρα στη γεννήτρια ατμού. Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα με το ήλιο:

- Μεταφέρεται καλύτερα η θερμότητα, γιατί το σύστημα μπορεί να λειτουργεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες και πιέσεις.
- Υπάρχει μικρότερος κίνδυνος από την ακτινοβολία, γιατί το ήλιο είναι αδρανές αέριο (αυτό σημαίνει ότι δεν αντιδρά χημικώς εύκολα με άλλες ουσίες).

Προετοιμασία καυσίμου.

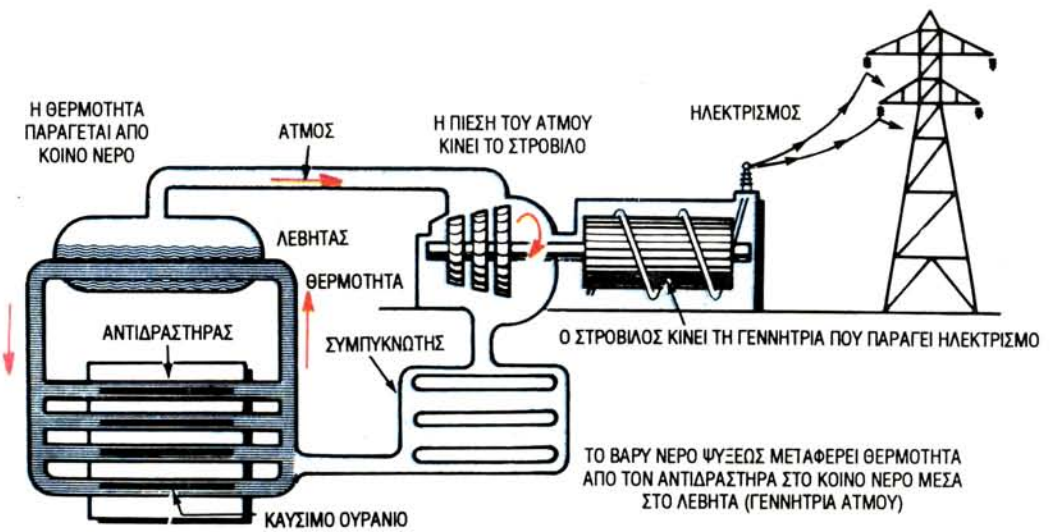
Χρησιμοποιούνται U-235 και θόριο, στα οποία δίνεται η μορφή πολύ μικρών σωματίων που λέγονται ***μικρόσφαιρες.*** Από αυτές άλλες περιέχουν U-235 και άλλες θόριο. Οι μικρόσφαιρες καλύπτονται με γραφίτη, αναμιγνύονται και μορφοποιούνται σε μικρές ράβδους. Η κάθε ράβδος έχει περίπου 12,5 mm διάμετρο και 38 mm μήκος. Ένα στοιχείο καυσίμου αποτελείται από περίπου 2000 ράβδους.

Έλεγχος της σχάσεως.

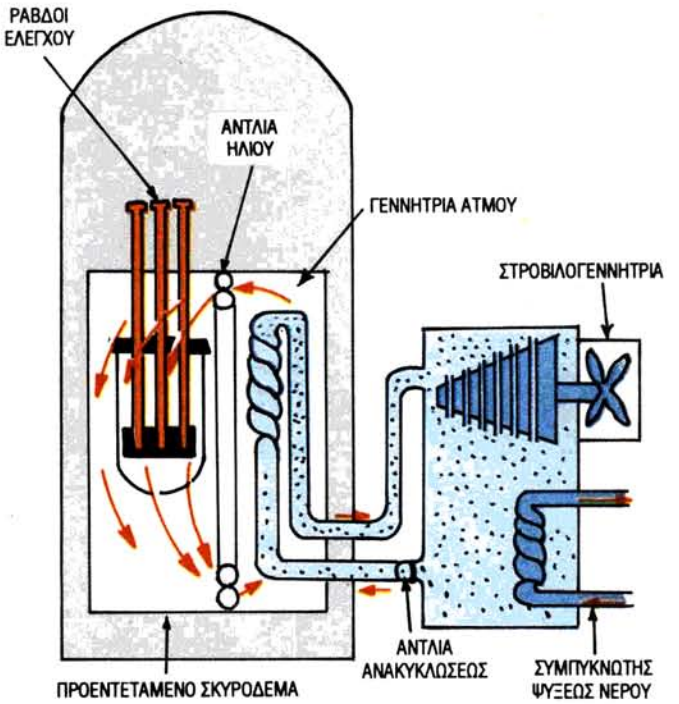
Όπως και στον αντιδραστήρα ελαφρού νερού, ο ρυθμός σχάσεων στον HTGR πρέπει να ελέγχεται. Αυτός ο έλεγχος γίνεται με ράβδους που περιέχουν βόριο. Ο γραφίτης (υλικό όπως αυτό, με το οποίο κατασκευάζονται τα μολύβια για γράψιμο) χρησιμοποιείται ως επιβραδυντής. Ο γραφίτης χρησιμοποιείται υπό μορφή μεγάλων μπλοκ. Ανοίγονται τρύπες στα κομμάτια αυτά, όπου μπαίνουν οι ράβδοι (στοιχεία) καυσίμου.

Ο HTGR χρησιμοποιεί δύο ισότοπα του ουρανίου για καύσιμο και φυσικό βόριο. Το U-235 που χρησιμοποιείται αρχίζει την πυρηνική αντίδραση. Κατά την αντίδραση, θόριο 232 (Th-232), που δεν είναι σχάσιμο, μετατρέπεται σε U-233, το οποίο είναι σχάσιμο (το θόριο χρησιμοποιείται γιατί απαντά σε μεγαλύτερη αφθονία και είναι λιγότερο ακριβό σε σχέση με το U-238).

Όπως και ο αντιδραστήρας πεπιεσμένου νερού, έτσι και ο HTGR χρησιμοποιεί δύο χωριστά συστήματα μεταφοράς θερμότητας. Ήλιο υψηλής θερμοκρασίας κυκλοφορεί στον πρωτεύοντα βρόχο γύρω από μία γεννήτρια



Σχ. 12-17. *Απλοποιημένο σχέδιο αντιδραστήρα καναδικού τύπου με βαρύ νερό. Χρησιμοποιεί ως νερό ψύξεως που περιέχει δευτέριο, ένα ισότοπο του υδρογόνου (Nuclear Power in Canada/Canadian Nuclear Assn.).*



Σχ. 12-18. *Ο αντιδραστήρας υψηλής θερμοκρασίας με αέριο ψύξεως (HTGR) χρησιμοποιεί αέριο ήλιο για τη μεταφορά της θερμότητας από το δοχείο πιέσεως στη γεννήτρια ατμού.*

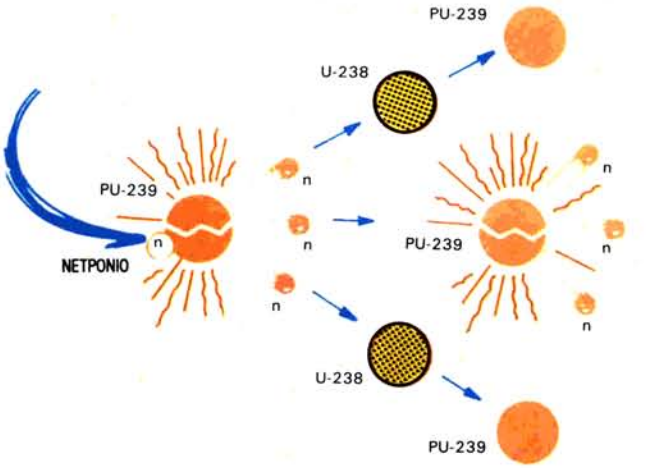
ατμού, μέσα στο προστατευτικό δοχείο του αντιδραστήρα. Νερό που κυκλοφορεί στο δευτερεύοντα βρόχο μετατρέπεται σε ατμό στη γεννήτρια ατμού και οδηγείται με σωληνώσεις υπό μεγάλη πίεση στο στρόβιλο.

Η πίεση και η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλές. Η θερμοκρασία του ηλίου ξεπερνά τους 775°C και η πίεσή του τα 4825 kpa. Στο δευτερεύοντα βρόχο οι θερμοκρασίες φθάνουν τους 535°C και η πίεση τα 16.545 kpa.

Ο ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ

Ο αναπαραγωγικός αντιδραστήρας συνήθως λέγεται γρήγορος αναπαραγωγικός αντιδραστήρας, γιατί δεν έχει επιβραδυντή για να επιβραδύνει τα νετρόνια που προκαλούν τη σχάση. Αυτός ο τύπος αντιδραστήρα ενώ παράγει ηλεκτρισμό, μπορεί να παράγει περισσότερο πυρηνικό καύσιμο από ό,τι χρησιμοποιεί. Η διαδικασία, όπως μάθατε προηγουμένως, λέγεται αναπαραγωγή, γιατί προσθέτει ένα νετρόνιο στο U-238 και το μεταβάλλει σε έναν πυρήνα που μπορεί να λάβει μέρος σε αλυσιδωτή αντίδραση (σχ. 12-19).

Με τον αναπαραγωγικό αντιδραστήρα θα μπορούσε να παραχθεί καύσιμο από άχρηστα ισότοπα, τα οποία είναι πάνω από το 99% του εξορυσσόμενου ουρανίου. Οι υποστηρικτές του προγράμματος για αυτόν τον τύπο αντιδραστήρα λένε ότι αυτό θα μπορούσε να περιορίσει κατά πολύ το ποσό του ορυκτού που πρέπει να εξορυχθεί.



Σχ. 12-19. *Παραγωγή PU-239 από U-238. Κατά τη σχάση ισοτόπων U-238, το καθένα απορροφά ένα νετρόνιο και γίνεται ισότοπο του πλουτωνίου (Westinghouse Electric Corp. Advanced Power Systems Div.).*

Τύποι αναπαραγωγικών αντιδραστήρων.

Υπάρχουν υπό θεώρηση δύο τύποι αναπαραγωγικών αντιδραστήρων. Ο ένας είναι ο γρήγορος αναπαραγωγικός αντιδραστήρας υγρού μετάλλου (Liquid Metal Fast Breeder Reactor, LMFBR). Ο άλλος λέγεται ψυχόμενος με αέριο γρήγορος αναπαραγωγικός αντιδραστήρας (Gas-Cooled Fast Breeder Reactor, GCFBR). Ο τελευταίος όμως φαίνεται να παρουσιάζει λιγότερο ενδιαφέρον στους κύκλους των ειδικών από ό,τι ο LMFBR.

Αναπαραγωγικός αντιδραστήρας υγρού μετάλλου.

Ο αντιδραστήρας αυτός είναι η κύρια ενασχόληση του κάθε αναπτυξιακού προγράμματος στον κόσμο για αναπαραγωγικούς αντιδραστήρες, συμπεριλαμβανομένων προγραμμάτων στις ΗΠΑ. Το σχήμα 12-20 είναι ένα διάγραμμα του σχεδίου ενός τέτοιου τύπου.

Ο LMFBR χρησιμοποιεί υγρό νάτριο ως ψυκτικό (το νάτριο είναι ένα μαλακό σαν κερί ασημόλευκο μεταλλικό αλκάλιο). Η σπουδαιότητά του ως ψυκτικού οφείλεται στην ικανότητά του να απορροφά περισσότερη θερμότητα από ό,τι το νερό και το ήλιο (μεγάλη ειδική θερμότητα). Λιώνει στους 98°C και βράζει κοντά στους 880°C.

Ο πρωτεύων βρόχος μεταφέρει το λιωμένο νάτριο σε έναν εναλλάκτη θερμότητας μέσα στο προστατευτικό κτήριο. Αυτός ο εναλλάκτης θερμότητας πρέπει να είναι μέσα στο κτήριο, γιατί το νάτριο γίνεται ραδιενεργό.

Ένας δεύτερος βρόχος νατρίου παίρνει τη θερμότητα από τον πρώτο εναλλάκτη και τη δίνει στο δεύτερο εναλλάκτη. Ένας τρίτος βρόχος παίρνει νερό που έχει θερμανθεί από το δεύτερο εναλλάκτη και το παρέχει υπό μορφή ατμού στο στρόβιλο.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΥΡΗΝΟΚΙΝΗΣΕΩΣ

Πυρηνοκίνηση είναι η χρήση πυρηνικού αντιδραστήρα, για να κινηθούν μεταφορικά οχήματα. Χρειάζονται πολύ μικρές ποσότητες πυρηνικού καυσίμου και δεν απαιτείται η αντικατάσταση αυτού συχνά. Γι' αυτό ο μικρός πυρηνικός αντιδραστήρας έχει μερικά πλεονεκτήματα για τη μεταφορά ανθρώπων και υλικών.

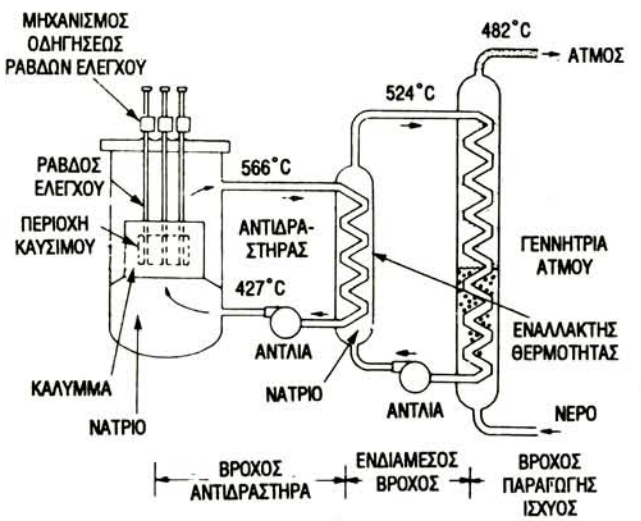
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πλοία, αεροπλάνα και πυραύλους, όταν το κόστος δεν είναι τόσο σημαντικό, όσο είναι η ανάγκη να διανυθούν μεγάλες αποστάσεις και για μεγάλες χρονικές περιόδους χωρίς τροφοδοσία σε καύσιμα. Η πυρηνική ενέργεια δεν είναι πρακτική για μικρά οχήματα εδάφους, λόγω της απαιτούμενης προστατευτικής θωρακίσεως.

ΠΥΡΗΝΟΚΙΝΗΤΑ ΠΛΟΙΑ

Το ναυτικό των ΗΠΑ έχει πολλά πλοία που είναι πυρηνοκίνητα. Μεταξύ αυτών είναι το αεροπλανοφόρο Dwight D. Eisenhower (σχ. 12-21).

Η πυρηνοκίνηση των πλοίων χρειάζεται αντιδραστήρα όμοιο μεν, αλλά μικρότερο από τους αντιδραστήρες που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρισμού. Θερμό ψυκτικό (ατμός) κινεί στρόβιλο που συνδέεται άμεσα με τους έλικες. Μέρος του ατμού χρησιμοποιείται, για να κινήσει ηλεκτρογεννήτρια που παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Η πυρηνική ενέργεια για κίνηση πλοίων χρησιμοποιήθηκε πρώτα σε υποβρύχια. Οι αντιδραστήρες είναι του τύπου πεπιεσμένου ελαφρού νερού. Χρησιμοποιήθηκε λιωμένο νάτριο σε ένα υποβρύχιο, αλλά αργότερα αντικαταστάθηκε από το συνηθισμένο τύπο πεπιεσμένου νερού. Το σχήμα 12-22 παρουσιάζει ένα σύγχρονο πυρηνοκίνητο υποβρύχιο και το διάγραμμα της μονάδας προωθήσεώς του.



Σχ. 12-20. *Ένα απλό διάγραμμα ενός τυπικού γρήγορου αναπαραγωγικού αντιδραστήρα υγρού μετάλλου. Παράγει περισσότερο καύσιμο από ό,τι χρησιμοποιεί (Breeder Reactor Corp.).*

ΠΥΡΗΝΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΩΝ

Έχουν κατασκευασθεί δοκιμαστικά πρότυπα δύο πυρηνικών κινητήρων αεροπλάνων:

- Κινητήρας άμεσου κύκλου.
- Κινητήρας έμμεσου κύκλου.

Στον κινητήρα άμεσου κύκλου, συμπιεσμένος αέρας διοχετεύεται στην καρδιά του αντιδραστήρα. Θερμαίνεται και οδηγείται στον κινητήρα. Εκεί εκτοξεύεται προς τα έξω και δημιουργεί προώθηση, όπως και ο κινητήρας αντιδράσεως (jet).

Η λειτουργία του κινητήρα έμμεσου κύκλου είναι παρόμοια. Ψυκτικό υγρό μέταλλο εισέρχεται στην καρδιά του αντιδραστήρα, παίρνει θερμότητα και τη μεταφέρει στον πεπιεσμένο αέρα έξω από τον αντιδραστήρα. Κατόπιν ο πεπιεσμένος ζεστός αέρας εκτοξεύεται προς τα έξω στον κινητήρα και κινεί το αεροπλάνο.

ΠΥΡΗΝΟΚΙΝΗΤΟΙ ΠΥΡΑΥΛΟΙ

Στη δεκαετία του 1960 οι ΗΠΑ ανέπτυξαν έναν πυρηνικό αντιδραστήρα κατάλληλο για προώθηση πυραύλων. Γνωστός ως Kiwi, ήταν αντιδραστήρας μικρής ισχύος που χρησιμοποιούσε αέριο υδρογόνο ως προωθητικό. Στα 1990 γίνονταν συζητήσεις μεταξύ επιστημόνων και περιβαλλοντολόγων αν θα έπρεπε να επιτρέπονται πυρηνοκίνητα διαστημικά οχήματα.

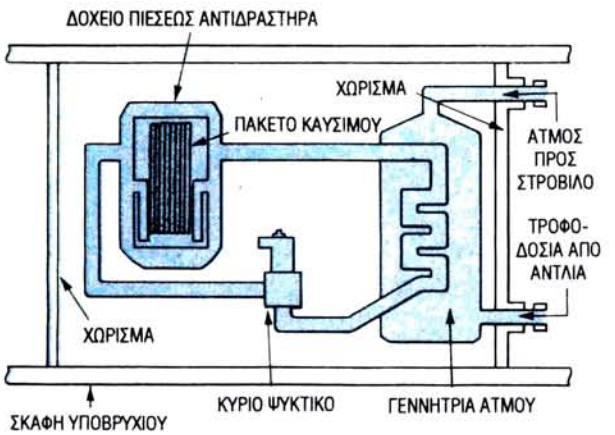
ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΗΣ ΣΧΑΣΕΩΣ

Η σχάση έχει πολλά παραπροϊόντα. Μερικά είναι χρήσιμα, ενώ άλλα δεν είναι. Καθώς το ισότοπο U-235 διασπάται, παραμένουν διάφοροι πυρήνες - θραύσματα. Ένα από τα θραύσματα είναι ένα βαρύ ισότοπο, το πλουτώνιο, το οποίο το συναντήσαμε προηγουμένως στο κεφάλαιο αυτό. Θα θυμάστε ότι το πλουτώνιο παράγεται, όταν το ισότοπο U-238 πάρει ένα νετρόνιο κατά την αλυσιδωτή αντίδραση. Άλλα παραπροϊόντα είναι στοιχεία που είναι ελαφρύτερα από το ουράνιο. Μερικά παρα-



Σχ. 12-21. Το USS Dwight D. Eisenhower είναι ένα σύγχρονο αεροπλανοφόρο, που λειτουργεί με πυρηνική ενέργεια (U.S. Navy).





Σχ. 12-22. *Πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκε πυρηνική ενέργεια, για προώθηση ήταν σε υποβρύχια. Επάνω: Το πυρηνοκίνητο υποβρύχιο Oklahoma City σε κίνηση. Κάτω: Διάγραμμα ενός χαρακτηριστικού πυρηνικού σταθμού υποβρυχίου (U.S. Navy).*

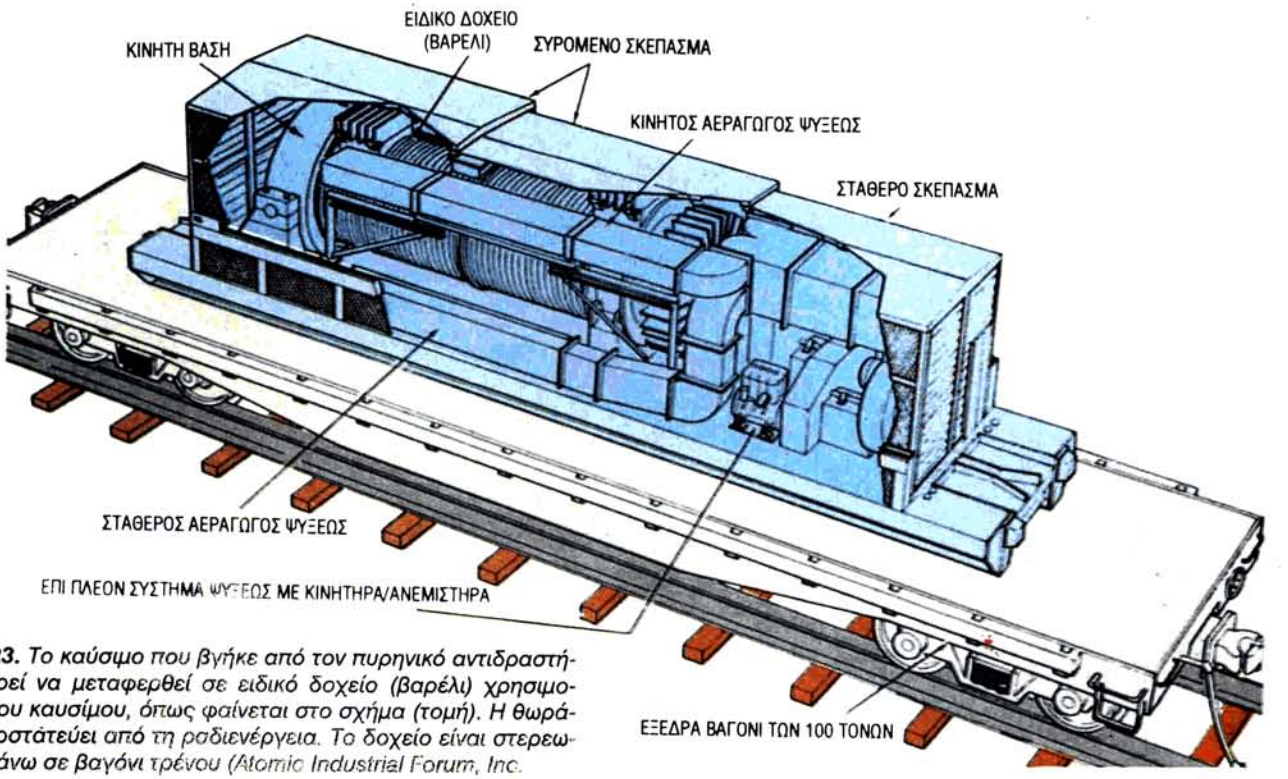
προϊόντα είναι αέρια. Μερικά θραύσματα δεν είναι ραδιενεργά, ενώ άλλων η ραδιενέργεια διαρκεί μόνο κλάσματα του δευτερολέπτου. Άλλα είναι ραδιενεργά για χιλιάδες χρόνια.

Κάθε πυρηνικός αντιδραστήρας συσσωρεύει αυτά τα παραπροϊόντα κατά τη σχάση. Μετά από καιρό τα παραπροϊόντα γίνονται τόσο πολλά, ώστε η απόδοση του αντιδραστήρα ελαττώνεται. Όταν συμβεί αυτό, τα στοιχεία καυσίμου που περιέχουν τα ραβδία του καυσίμου πρέπει να αντικατασταθούν. Αυτό γίνεται συνήθως μετά από περίπου τρία χρόνια λειτουργίας. Κάθε χρόνο περίπου το ένα τρίτο των στοιχείων καυσίμου αντικαθίσταται.

Παλαιά στοιχεία καυσίμου που έχουν εξαχθεί από τον αντιδραστήρα, εκτός του ότι έχουν παραπροϊόντα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, εξακολουθούν να περιέχουν περίπου 30% από το αρχικό καύσιμο. Ο μεγάλος αριθμός παραπροϊόντων θα είχε σταματήσει τη σχάση, αν τα στοιχεία αφήνονταν περισσότερο στον αντιδραστήρα. Και το απομείναν U-235 και το παραπροϊόν πλουτώνιο μπορούν να ανακτηθούν και να επεξεργασθούν, ώστε να δώσουν νέο καύσιμο.

ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Τα χρησιμοποιημένα στοιχεία καυσίμου στην αρχή αποθηκεύονται σε δεξαμενές με νερό στο χώρο του αντιδραστήρα λόγω της ραδιενέργειάς τους. Μετά τέσσερις μήνες, όταν η ραδιενέργεια έχει ελαττωθεί περισσότερο από 90%, τα στοιχεία με ασφάλεια μπορούν να μεταφερθούν σε ειδικά δοχεία (σχ. 12-23).



Σχ. 12-23. *Το καύσιμο που βγήκε από τον πυρηνικό αντιδραστήρα μπορεί να μεταφερθεί σε ειδικό δοχείο (βαρέλι) χρησιμοποιημένου καυσίμου, όπως φαίνεται στο σχήμα (τομή). Η θωράκιση προστατεύει από τη ραδιενέργεια. Το δοχείο είναι στερεωμένο επάνω σε βαγόνι τρένου (Atomic Industrial Forum, Inc.*

Το καύσιμο αποθηκεύεται ξανά. Τα κιβώτια μεταφοράς ανοίγονται μέσα στο νερό. Άλλη μία φορά, τα στοιχεία βγαίνουν και αποθηκεύονται σε δεξαμενές.

ΕΠΑΝΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Περίπου 99% του ουρανίου και του πλουτωνίου μπορεί να επανακτηθεί από το χρησιμοποιημένο καύσιμο (σχ. 12-24). Κατά τη διαδικασία επανακτήσεως τα στοιχεία τοποθετούνται σε χώρους εργασίας με τοιχώματα από σκυρόδεμα. Τα δωμάτια εργασίας λέγονται "θερμά κελλιά", και έχουν τοιχώματα πάχους της τάξεως του μέτρου για την προστασία των εργαζομένων από την ακτινοβολία. Εδώ τα στοιχεία καυσίμου κόβονται σε μικρά κομμάτια. Οι χειρισμοί γίνονται αποτελεσματικά με μηχανήματα εξ αποστάσεως.

Κατόπιν γίνεται επεξεργασία των κομματιών σε λουτρό με νιτρικό οξύ, για να διαλυθεί το χρησιμοποιημένο καύσιμο. Άλλη χημική ουσία διαχωρίζει το πλουτώνιο και τα άλλα ισότοπα του ουρανίου από το διάλυμα του οξέος.

Χρησιμοποιούνται ειδικά εργοστάσια για την επανεπεξεργασία του χρησιμοποιημένου καυσίμου. Ανάλογα με τη δυνατότητά του, το καθένα μπορεί να εξυπηρετήσει 30-50 εμπορικά πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής ισχύος των 1000 MWe. Ίσως λίγες χώρες θα έχουν εργοστάσια επανεπεξεργασίας μέχρι το τέλος του 20ου αιώνα.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα πυρηνικά απόβλητα χαρακτηρίζονται είτε ως υψηλής στάθμης ραδιενέργειας είτε ως χαμηλής στάθμης. Τα υψηλής στάθμης είναι τα προϊόντα της σχάσεως και τα στοιχεία καυσίμου που έχουν προέλθει από λειτουργούντες πυρηνικούς αντιδραστήρες. Μεταξύ των άλλων, αυτά τα απόβλητα περιέχουν ποσότητες στροντίου, κεσίου και χημικά στοιχεία με χρόνους ημιζωής μεγαλύτερους από 25-30 χρόνια. Τα απόβλητα χαμηλής στάθμης περιέχουν κυρίως βραχύβια ραδιενεργά υλικά, των οποίων η ραδιενέργεια θα εξαφανισθεί μέσα σε 25-30 χρόνια, και προέρχονται ως επί το πλείστον από μολυσμένα στερεά απόβλητα. Αυτά τα απόβλητα δημιουργούνται σε όλα τα μέρη από ιατρικά κέντρα, εργοστάσια, πανεπιστήμια και άλλους οργανισμούς με άδεια χρήσεως ραδιενεργών υλικών. Στην κατηγορία αυτή των αποβλήτων περιλαμβάνονται μηχανικά εξαρτήματα, προστατευτικά ρούχα, εργαλεία, δοκιμαστικοί σωλήνες, φίλτρα και γενικά άχρηστα υπολείμματα. Αυτά που προέρχονται από τη λειτουργία πυρηνικών εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρισμού περιλαμβάνουν σωμάτια κατακρατημένα σε φίλτρα, αντλίες, βαλβίδες, ή σωμάτια που συγκεντρώνονται σε επιφάνειες μέσα στο εργοστάσιο. Τα απόβλητα αυτά συλλαμβάνονται από φίλτρα, υφάσματα, χαρτοπετσέτες, πλαστικά, καλύμματα παπουτσιών, εργαλεία, υλικά, ρητίνες και άλλα υπολείμματα.

Τα απόβλητα που περιέχουν πλουτώνιο, ποσειδώνιο και άλλα ραδιενεργά υλικά με μικρούς χρόνους ημιζωής θεωρούνται απόβλητα χαμηλής στάθμης που έχουν χαμηλή ραδιενέργεια.

Τα απομένοντα απόβλητα πρέπει να αποθηκευθούν με ασφάλεια, ώστε να μην αποτελούν κίνδυνο για την υγεία (επειδή μερικά απόβλητα είναι σε υγρή μορφή, ο όγκος τους μπορεί να μειωθεί με εξάτμιση). Τα απόβλητα αποθηκεύονται για μέχρι πέντε χρόνια σε ανοξείδωτα δοχεία με διπλά τοιχώματα. Τελικά, τα απόβλητα υγρά θα στερεοποιηθούν και αποθηκευθούν επ' αόριστον.

Υπολογίζεται ότι ο ετήσιος όγκος αποβλήτων από έναν πυρηνικό αντιδραστήρα είναι 1982 λίτρα, περίπου 1,7 m^3. Αυτά τα στερεά απόβλητα μπορεί να τοποθετηθούν σε 12 ανοξείδωτα ατσάλινα δοχεία διαμέτρου 30 cm και μήκους 3 m.

Υπολογίζεται ότι υπάρχουν περισσότερο από 1000 εκατομμύρια στρέμματα υπόγεια αποθέματα αλατιού στις ΗΠΑ. Θα χρειάζονταν 8000 στρέμματα για αποθήκευση τέτοιων αποβλήτων. Το σχήμα 12-25 δείχνει πώς μπορεί να είναι ένας υπόγειος χώρος αποθηκεύσεως (κρύπτη).

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ

Οι επιστήμονες ερευνούν μία ακόμη μέθοδο διαθέσεως (απορρίψεως) των ραδιενεργών αποβλήτων που ονομάζεται ***μετατροπή***. Αυτή είναι μία διαδικασία, η οποία διαχωρίζει ραδιενεργά χημικά υλικά σε υλικά με μικρότερο χρόνο ημιζωής.

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΣΧΑΣΕΩΣ

Τα πυρηνικά εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής παράγουν σήμερα το 21% περίπου της ηλεκτρικής ισχύος που παράγεται στις ΗΠΑ και θα μπορούσαν να παράγουν το 45% ή και περισσότερο. Η δυνατότητα να έχομε ως πηγή καυσίμου, το πλουτώνιο, του οποίου τα αποθέματα είναι για 30.000 χρόνια, είναι ελκυστική και ενθουσιάζει. Αυτό θα έδινε στην τεχνολογία το χρόνο να αναπτύξει άλλες ενεργειακές πηγές, ειδικότερα την ηλιακή ενέργεια, την αιολική και, ίσως, την πυρηνική σύντηξη.

Όμως, η πυρηνική σχάση ως πηγή ενέργειας έχει, όπως επισημάνθηκε προηγουμένως, επιφορτισθεί με μεγάλη δημόσια αντίδραση οφειλόμενη στο φόβο της ακτινοβολίας ως αποτελέσματος πυρηνικών ατυχημάτων και διαθέσεως (απορρίψεως) των πυρηνικών αποβλήτων.

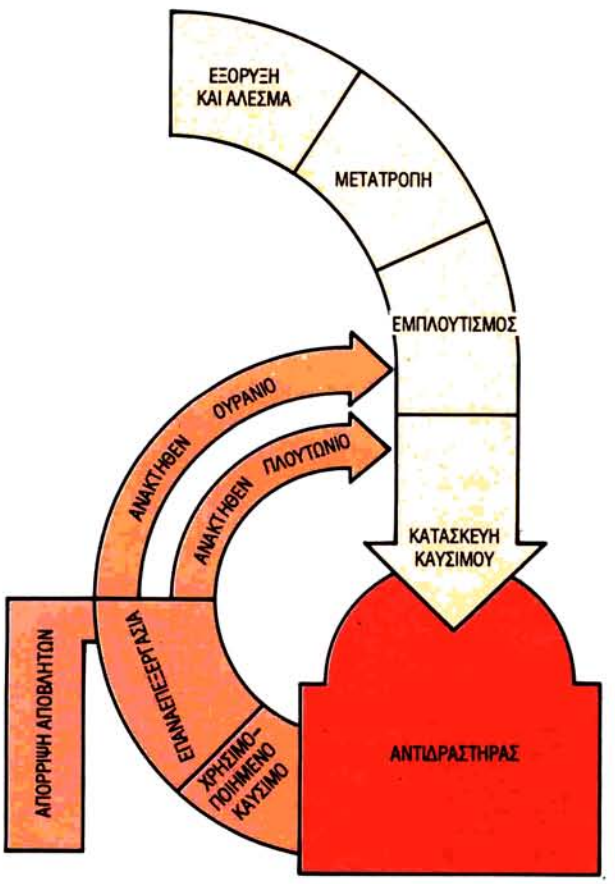
Εκτός απο το φόβο της ακτινοβολίας υπάρχει και ο φόβος ότι το πλουτώνιο, ενώ μεταφέρεται, θα μπορούσε να πέσει σε "λάθος χέρια". Υπάρχει ο φόβος ότι, όταν όλο και περισσότερο πλουτώνιο μεταφέρεται, θα μπορούσε να κλαπεί από τρομοκράτες ή εκβιαστές και να χρησιμοποιηθεί για κατασκευή βομβών.

Ειδικοί στο χώρο της πυρηνικής ενέργειας έχουν ανταποκριθεί με στοιχεία και διαβεβαιώσεις, με στόχο τη μείωση ή εξάλειψη αυτών των φόβων.

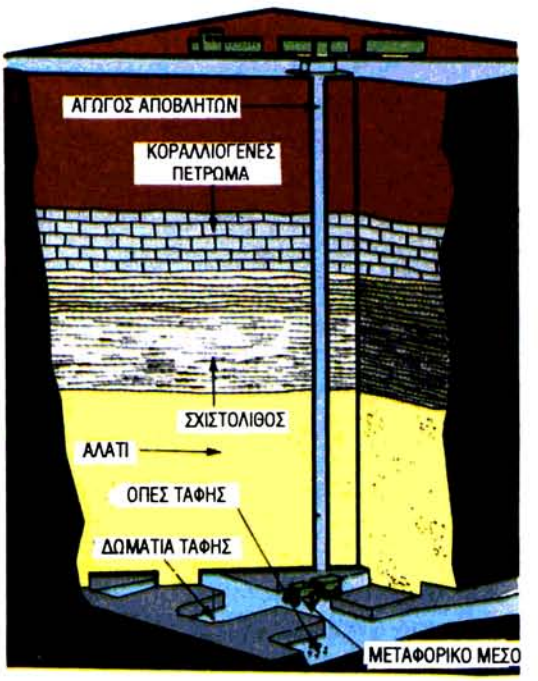
- Τα ποσά της ακτινοβολίας από τις εκπομπές των πυρηνικών εργοστασίων ηλεκτροπαραγωγής είναι ασήμαντα, όταν συγκριθούν με τη μέση ακτινοβολία που λαμβάνεται από άλλες πηγές. Ο μέσος Βορειοαμερικάνος παίρνει περίπου 55 millirem ακτινοβολίας το χρόνο από ακτίνες Χ και ιατρικές διαδικασίες, στις οποίες χρησιμοποιούνται ραδιενεργά υλικά. Επιπλέον 0,1 millisievert, (mSv) δηλαδή 10 millirem λαμβάνει κάθε άνθρωπος από εξόρυξη ορυκτών, καύση συμβατικών καυσίμων, κατασκευή κτηρίων και άλλες δραστηριότητες που επανακατανέμουν τη φυσική ακτινοβολία. Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν είναι η φυσική ραδιενέργεια στη γη, η πτώση ραδιενεργών ουσιών στο έδαφος από πυρηνικές δοκιμές, οι οποίες γίνονταν πριν στον αέρα και τα εμπορικά προϊόντα, όπως οι έγχρωμες τηλεοράσεις και τα ρολόγια με δείκτες που εκπέμπουν φως. Συνολικά, ο μέσος άνθρωπος εκτίθεται σε περίπου 3,6 mSv (360 millirem) φυσικής ή τεχνητής ραδιενέργειας το χρόνο. Ακόμη και το ατύχημα στο Three Mile Island, το χειρότερο σε εμπορικό αντιδραστήρα στην ιστορία των ΗΠΑ, προκάλεσε μέση έκθεση μόνο 0,015 mSv (1,5 millirem) σε ανθρώπους που ζούσαν 80 km από τον αντιδραστήρα.

- Μέτρα προστασίας που λαμβάνονται στα πυρηνικά εργοστάσια ισχύος ελαττώνουν ή εξαλείφουν τον κίνδυνο εκθέσεως σε ακτινοβολία από ατύχημα. Πραγματικά, οι σταθμοί που λειτουργούν έχουν πολύ καλό ιστορικό ασφαλείας. Επιπλέον, τύποι αντιδραστήρων που οδήγησαν στην καταστροφική τήξη της καρδιάς στο Chernobyl δεν επιτρέπονται σε άλλες χώρες. Αν υπήρχαν μέτρα ασφαλείας από το σχεδιασμό ακόμη του αντιδραστήρα, θα μπορούσαν να σταματήσουν τη σχάση πολύ πριν να υπάρξει οποιοσδήποτε κίνδυνος τήξεως.

Ένας φόβος ακόμη που χρειάζεται να αντιμετωπισθεί είναι η δυνατότητα αναπτύξεως πυρηνικών όπλων από κλεμμένο, κατά τη μεταφορά, πλουτώνιο ή άλλα σχάσιμα ισότοπα. Σχάσιμα ισότοπα όπως το U-235, το U-233 και το Pu-239, που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα για εμπορικούς αντιδραστήρες, δεν είναι αρκετά "εμπλουτισμένα", ώστε να είναι κατάλληλα για υλικό όπλων. Είναι επίσης αληθές ότι ομάδες τρομοκρατών δεν θα είχαν τις εγκαταστάσεις, ώστε να εμπλουτίσουν τα ισότοπα στο βαθμό που χρειάζεται για την κατασκευή πυρηνικών όπλων. Εντούτοις, η ανάπτυξη εργοστασίων εμπλουτισμού θα οδηγούσε στον εφοδιασμό μερικών κρατών με εμπλουτισμένο ουράνιο. Ένας άλλος φόβος είναι μήπως από αποθηκευμένα απόβλητα διαρρεύσει ραδιενέργεια στο σύστημα υδάτων λόγω ατυχήματος. Αν εισρεύσει ραδιενέργεια εκεί, θα εισαχθεί σε όλη την αλυσίδα τροφίμων.



Σχ. 12-24. *Με την επαναεπεξεργασία του χρησιμοποιημένου καυσίμου επανακτούμε το 30% του αρχικού καυσίμου U-235, καθώς και ένα μεγάλο μέρος του πλουτωνίου, στο οποίο μετατράπηκε κατά τη σχάση.*



Σχ. 12-25. *Μια μέθοδος αποθηκεύσεως ραδιενεργών αποβλήτων είναι η υπόγεια ταφή σε στρώματα αλατιού (Atomic Industrial Forum, Inc.).*

ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ;

Ακτινοβολία στην πυρηνική Φυσική ονομάζομε την ιοντίζουσα (ιονίζουσα) ακτινοβολία, που προέρχεται από ασταθή άτομα (καλούνται ραδιονουκλίδια), τα οποία θέλουν να γίνουν κάτι άλλο που είναι ευσταθές. Καθώς αυτά τα άτομα διασπώνται, δημιουργούν σωματίδια με ενέργεια. Τέτοια ραδιενέργεια βρίσκεται εκ φύσεως στο χώμα, στο νερό, στις πέτρες, στα δομικά υλικά και στα τρόφιμα.

Η ακτινοβολία μπορεί να πάρει ένα πλήθος μορφών, όπως:

- Ακτίνες βήτα. Είναι ηλεκτρόνια ή ποζιτρόνια (τα αντίθετα των ηλεκτρονίων).
- Σωματίδια άλφα. Είναι πυρήνες ηλίου.
- Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, όπως ακτίνες γάμμα και ακτίνες Χ.

Αυτές οι μορφές ακτινοβολίας δημιουργούν ζεύγη ιόντων στην ύλη από την οποία διέρχονται. Με τον ιοντισμό (ιονισμό), δηλαδή την απώλεια ή την αύξηση (ηλεκτρονίων) καθώς διέρχεται η ακτινοβολία διά των ιστών, γίνεται εναπόθεση ενέργειας, η οποία μεταβάλλει τους ιστούς κατά ορισμένο τρόπο.

Αυτή η ενέργεια που λαμβάνεται από τους ιστούς λέγεται απορροφώμενη δόση. Η ποσότητα ακτινοβολίας που απορροφάται ανά γραμμάριο ιστού του σώματος μετρείται με μία μονάδα που λέγεται ***rad*** (το όνομά της προήλθε από τη φράση: ***R***adiation ***A***bsorbed ***D***ose = δόση απορροφώμενης ακτινοβολίας). Αυτή έχει αντικατασταθεί από μία νέα μονάδα του συστήματος Διεθνών Μονάδων (SI), που λέγεται gray (1 gray = 100 rad). Σε κάθε δόση πρέπει να δοθεί βάρος ανάλογα με τη δυνατότητα βλάβης που έχει. Αυτό εκφράζεται σε ***rem*** (**r**oentgen **e**quivalent **m**an = ανθρώπινο ισοδύναμο ρέντγκεν: (το roentgen είναι το μέτρο της ακτινοβολίας Χ και γάμμα που δίνουν τα ραδιενεργά υλικά). Η μονάδα στο S.I. είναι το sievert. Ένα sievert (Sv) = 100 rem.

Ο μέσος άνθρωπος στη βόρεια Αμερική δέχεται ετήσια δόση περίπου 180 εκατομμύρια millirem (mrem) ή 1,8 εκατομμύρια mSv από φυσικές πηγές. Το millirem είναι το ένα χιλιοστό του rem.

Από την έκθεση σε ακτινοβολία προκύπτουν δύο κατηγορίες αποτελεσμάτων: η μία είναι τα οξέα· η άλλη τα μακροχρόνια. Η έκθεση σε ακτινοβολία προκαλεί καταστροφή των κυττάρων, η οποία ανάλογα με τη δόση και το ρυθμό μπορεί να φέρει αποτελέσματα αμέσως ή μετά από μεγάλη περίοδο αδράνειας. Δόση 10.000 rem (100 Sv) επιφέρει αμέσως το θάνατο, λόγω βλάβης του νευρικού συστήματος. Αν όλο το σώμα δεχθεί ακτινοβολία 3 Sv, θα επέλθει θάνατος στα 50% των περιπτώσεων. Δόσεις από 1 έως 3 Sv συνήθως προκαλούν βλάβες.

Μικρότερες δόσεις που δόθηκαν σε μεγάλες χρονικές περιόδους δεν προκαλούν αρκετή βλάβη ιστών, ώστε να οδηγήσουν στο θάνατο ή σε αρρώστια. Όμως, τα αποτελέσματα ίσως φανούν μετά από χρόνια. Ενώ υπάρχουν πολλές μορφές ασθενειών, δύο είναι οι πιο επικίνδυνες: ο καρκίνος και οι γενετικές βλάβες. Ο καρκίνος επηρεάζει αυτούς τους ανθρώπους που ήδη εκτέθηκαν· οι γενετικές επιπτώσεις αφορούν και τις επερχόμενες γενιές.

Η τήξη της καρδιάς του αντιδραστήρα και η έκρηξη στο Chernobyl προκάλεσε ραδιενέργεια 15.000 με 20.000 roentgen την ώρα στην καρδιά του αντιδραστήρα. Με την αύξηση της αποστάσεως από τα συντρίμμια του κατεστραμμένου αντιδραστήρα, η ραδιενέργεια ελαττωνόταν ακολουθώντας νόμο αντιστρόφου τετραγώνου (της αποστάσεως). Έτσι, ένας άνθρωπος στο χώρο του εργοστασίου αμέσως μετά το ατύχημα μπορεί να πήρε ακτινοβολία 150 με 200 Sv την ώρα. Η επιτρεπόμενη μέγιστη έκθεση για εργαζόμενους σε πυρηνικά εργοστάσια είναι 0,05 Sv το χρόνο και 0,013 mSv το 24ωρο).

Αρκετοί διεθνείς οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένου του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organization), έχουν κάνει τις ακόλουθες συστάσεις:

- Άνθρωποι που εργάζονται σε χώρους, όπου εκτίθενται σε ακτινοβολία, δεν πρέπει να πάρουν περισσότερο από 0,05 Sv ανά έτος κατά τη διάρκεια της εργασίας τους.
- Ο γενικός πληθυσμός δεν πρέπει να παίρνει περισσότερο από 5 mSv (ο κάθε άνθρωπος) το χρόνο.
- Μεγάλες ομάδες πληθυσμού δεν πρέπει να παίρνουν περισσότερο από 1,7 mSv το χρόνο ανά άνθρωπο.

Αυτά τα όρια αφορούν στην έκθεση σε ακτινοβολία λόγω εργασίας ή άλλων συναφών δραστηριοτήτων, αλλά όχι λόγω θεραπείας.

Η αντίθεση του κοινού στην πυρηνική ενέργεια οφείλεται στο φόβο των κινδύνων της ακτινοβολίας. Ανταποκρινόμενοι σε αυτόν το φόβο, οι υποστηρικτές της πυρηνικής ενέργειας, μεταξύ των οποίων και επιστήμονες, σημειώνουν ότι από το 1970 η ακτινοβολία από όλες τις εμπορικές πυρηνικές δραστηριότητες είναι κατά μέσον όρο 0,0001 mSv ανά άνθρωπο. Επιπλέον υποστηρίζουν ότι κανένας άνθρωπος στη βόρεια Αμερική (που δουλεύει στη βιομηχανία πυρηνικής ενέργειας ή που ζει κοντά σε κάποια εγκατάσταση), δεν έχει ποτέ εκτεθεί σε ραδιενέργεια πάνω από τα ετήσια όρια δόσεων που έχουν καθιερωθεί σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα ασφάλειας.

Η επιστήμη και η τεχνολογία προσπαθούν να καταστήσουν τα εργαστάσια πιο ασφαλή για την αποφυγή διαρροής ραδιενέργειας ή ραδιενεργών υλικών στον αέρα ή στο νερό λόγω ατυχήματος ή δόλου.

Κάποτε οι άνθρωποι πρέπει να εμπιστευθούν αυτά τα μέτρα ασφαλείας (για την πρόληψη επικινδύνων καταστάσεων) και να λάβουν υπόψη παράγοντες όπως:

- Τις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια.
- Τις βλαβερές συνέπειες της παραγωγής ενέργειας με τη χρήση καυσίμων από απολιθώματα.
- Τις πιθανότητες παραγωγής αρκετής ηλεκτρικής ισχύος από εναλλακτικές πηγές.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα αυτά τα στοιχεία, πρέπει να αποφασίσουν για την κατάλληλη πηγή ή πηγές ενέργειας.

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΥΝΤΗΞΗ

Μία άλλη πηγή πυρηνικής ενέργειας είναι η ***σύντηξη***. Αντίθετα με τη σχάση, κατά την οποία τα άτομα διασπώνται, κατά τη σύντηξη τα άτομα (οι πυρήνες) συνδυάζονται. Έτσι ο ήλιος παράγει ακτινοβολία χρησιμοποιώντας υδρογόνο για καύσιμο.

Το να αναγκάσει κάποιος δύο πυρήνες ατόμων να συνδυασθούν (συντηχθούν) και να σχηματίσουν ένα μοναδικό πυρήνα είναι πολύ δύσκολο, γιατί ο ένας πυρήνας σπρώχνει τον άλλο. Οι πυρήνες μοιάζουν με τους πόλους των μαγνητών. Αν προσπαθήσετε να πλησιάσετε τους ομώνυμους πόλους, οι μαγνήτες αντιστέκονται. Οι πυρήνες έχουν θετικό φορτίο, λόγω των πρωτονίων τους. Επομένως, ο ένας πυρήνας πρέπει να σπρωχθεί προς τον άλλο με τεράστια δύναμη, ώστε να αναγκασθούν να συντηχθούν. Όσο περισσότερα πρωτόνια έχει ο πυρήνας, τόσο πιο πολύ αντιστέκεται στη σύντηξη. Είναι επομένως αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν πυρήνες με το μικρότερο αριθμό πρωτονίων (σχ. 12-26).

ΙΣΟΤΟΠΟ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Δύο ισότοπα του υδρογόνου είναι τα πιο κατάλληλα καύσιμα για σύντηξη. Το ένα είναι το ισότοπο ***δευτέριο*** (D), επίσης γνωστό ως "βαρύ υδρογόνο". Το άλλο είναι το ισότοπο ***τρίτιο*** (T). Μπορεί να εξαχθεί (διαχωρισθεί) από το νερό και από το λίθιο, ένα μαλακό, ασημόασπρο μέταλλο. Παρ' όλο που είναι πιο σπάνιο από το δευτέριο, υπάρχει σε αρκετή ποσότητα, ώστε μόνο από το προερχόμενο από το λίθιο μπορεί να πάρει κανείς αρκετή ενέργεια για 50.000 χρόνια.

Το βαρύ υδρογόνο υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στη γη, αφού υπάρχει στο νερό. Για κάθε 6500 άτομα συνήθους υδρογόνου στο νερό υπάρχει ένα άτομο δευτερίου. Υπολογίζεται ότι οι θάλασσες της γης, οι ποταμοί και οι λίμνες έχουν περίπου 10 τρισεκατομμύρια τόνους δευτερίου. Από αυτό μπορεί να ληφθεί μια ποσότητα μεταξύ έξι και οκτώ τρισεκατομμυρίων.

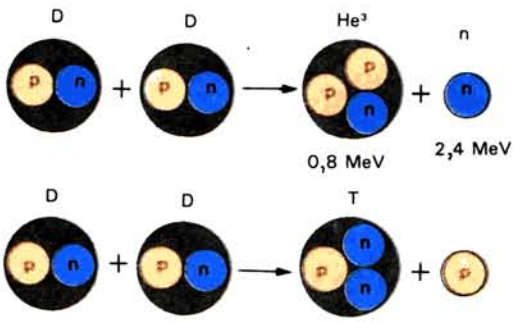
ΤΟ ΔΕΥΤΕΡΙΟ ΩΣ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ποσότητα ενέργειας που διατίθεται από το δευτέριο είναι τρομερά μεγάλη συγκρινόμενη με οποιαδήποτε άλλη πηγή ενέργειας. Όταν συντήκονται δύο πυρήνες δευτερίου, η μάζα του σωματιδίου που προκύπτει από το συνδυασμό τους είναι μικρότερη από το άθροισμα των μαζών τους πριν τη σύντηξη. Η μάζα που "χάθηκε" μετατράπηκε σε ενέργεια. Η παραγωγή ενέργειας ακόμη και από ένα ελάχιστο ποσό δευτερίου είναι γιγαντιαία. Κοιτάξτε τις τέσσερις αντιδράσεις της συντήξεως και θα δείτε πόσο πολύ ενέργεια ελευθερώνεται (σχ. 12-27).

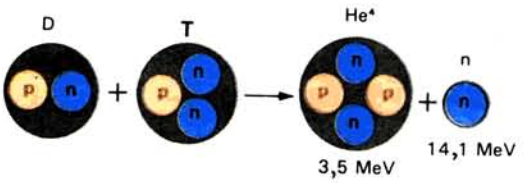
- Στις δύο πρώτες αντιδράσεις δευτέριο αντιδρά με άλλο δευτέριο:
  - α. Ένας πυρήνας δευτερίου συντήκεται με έναν άλλο πυρήνα δευτερίου. Σχηματίζεται ήλιο και ελευθερώνεται ένα νετρόνιο. Η ενέργεια των προϊόντων είναι 3,3 MeV (79×10^9 joule ανά γραμμάριο).
  - β. Ένα δευτέριο συντήκεται με ένα άλλο δευτέριο με αποτέλεσμα να σχηματισθεί τρίτιο και να ελευθερωθεί ένα πρωτόνιο και ενέργεια 4 MeV (97×10^9 joule ανά γραμμάριο).
- Στις δύο άλλες αντιδράσεις, το δευτέριο δίνει ενέργεια συντηκόμενο με προϊόντα των δύο προηγουμένων αντιδράσεων (η μία με τρίτιο φαίνεται στο σχήμα 12-28).
  - α. Δευτέριο συντήκεται με τρίτιο (T) και σχηματίζεται ένα ισότοπο του ηλίου (^4He), ενώ ελευθερώνεται ένα νετρόνιο και ενέργεια 17,6 MeV (330×10^9 joule ανά γραμμάριο).
  - β. Δευτέριο με ήλιο (^3He) σχηματίζει το ισότοπο του ηλίου, (^4He) και εκπέμπεται ένα πρωτόνιο. Η ενέργεια που ελευθερώνεται ισούται με 18,3 MeV (352×10^9 joule ανά γραμμάριο).



Σχ. 12-26. *Οι πυρήνες των ατόμων αλληλοαπωθούνται. Το γεγονός αυτό καθιστά δύσκολη τη σύντηξη. Όσο λιγότερα πρωτόνια υπάρχουν στον πυρήνα, τόσο ευκολότερα επιτυγχάνεται η σύντηξη.*



Σχ. 12-27. *Με τη σύντηξη δύο πυρήνων δευτερίου ελευθερώνονται 3,3 και 4 MeV ενέργειας στην πρώτη και δεύτερη αντίδραση αντιστοίχως (U.S. Atomic Energy Commission).*



Σχ. 12-28. *Όταν συντελείται σύντηξη μεταξύ δευτερίου και τριτίου, η ενέργεια που ελευθερώνεται ισούται με 17,6 εκατομμύρια ηλεκτρονιοβόλτ.*

Για σύγκριση αναφέρομε ότι ένας τόνος κάρβουνου, όταν καεί, παράγει μόνο 26 x 10^9 εκατομμύρια joule. Ένας τόνος δευτερίου παράγει 60 εκατομμύρια φορές αυτή την ενέργεια. Με τους σημερινούς ρυθμούς καταναλώσεως ενέργειας, ο κόσμος θα μπορούσε να χρησιμοποιεί ενέργεια από σύντηξη για τα επόμενα 50 δισεκατομμύρια χρόνια.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΝΤΗΞΕΩΣ

Όπως ήδη γνωρίζετε, το να συντηχθούν δύο σωματίδια δεν είναι εύκολο. Πρέπει να γίνει κάτι, ώστε να κινηθούν τόσο βίαια, που να υπερνικήσουν τη μεταξύ τους ηλεκτρική άπωση.

Στα πρώτα πειράματα οι επιστήμονες χρησιμοποιούσαν ***επιταχυντές σωματιδίων*** για να εκσφεντονίζουν πυρήνες δευτερίου εναντίον ακίνητου στόχου φτιαγμένου απο δευτέριο ή τρίτιο. Αυτό προκαλούσε σύντηξη αλλά όχι συντηρούμενη σύντηξη (αλυσιδωτή σύντηξη). Καταναλώνονταν πολύ περισσότερη ενέργεια για να γίνει η σύντηξη απ' ό,τι ελευθερώνονταν.

Μεταγενέστερα πειράματα έδειξαν ότι είναι πολύ πιο πρακτικό να χρησιμοποιηθεί θέρμανση για να αυξηθεί η ταχύτητα των σωματιδίων. Αν μίγμα δευτερίου και τριτίου βρεθεί σε θερμοκρασία από 5 x 10^7 έως 1 x 10^8 °C, τα σωματίδια θα συγκρούονται και θα συντήκονται.

ΠΛΑΣΜΑ

Η ύλη όταν βρίσκεται σε τόσο μεγάλες θερμοκρασίες, όπως αυτές που χρειάζονται για τη σύντηξη, δεν παραμένει στην κανονική της κατάσταση (δηλ. στερεά, υγρή ή αέρια). Βρίσκεται σε μία τέταρτη κατάσταση που λέγεται ***πλάσμα*** ή κατάσταση ***ιοντισμένου*** (ιονισμένου) ***αερίου***. Σε αυτήν την κατάσταση τα ηλεκτρόνια αφήνουν τον πυρήνα και σχηματίζεται ένα μίγμα φορτισμένων σωματιδίων από ηλεκτρόνια και (γυμνούς) πυρήνες. Αυτοί οι πυρήνες, που είναι ιόντα, είναι θετικά φορτισμένοι, ενώ τα ηλεκτρόνια είναι αρνητικά φορτισμένα.

Παρ' όλο που το πλάσμα περιέχει ελεύθερα θετικά ιόντα και ελεύθερα αρνητικά ηλεκτρόνια, οι αριθμοί των θετικών και αρνητικών φορτίων είναι ίσοι. Το πλάσμα ως σύνολο είναι επομένως ηλεκτρικώς ουδέτερο.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ

Η διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών για τη δημιουργία πλάσματος είναι δύσκολη. Απαιτούνται ειδικά δοχεία. Συνήθως φιάλες, κουτιά ή βυτία δεν εξυπηρετούν. Τα σωματίδια πρέπει να βρίσκονται μέσα σε κενό, όπου δεν θα συναντούν, οποιαδήποτε ύλη, που θα αφαιρεί από αυτά ενέργεια. Υπάρχουν επομένως δύο προβλήματα:

- Να βρεθεί τρόπος συγκρατήσεως (περιορισμού) του μίγματος. Πρέπει να συγκρατηθεί για περίπου ένα δευτερόλεπτο.
- Να βρίσκεται το μίγμα σε κενό, όπου μπορεί να κρατιέται μακριά από την οποιαδήποτε ξένη ουσία και να μην ακουμπά στα τοιχώματα του δοχείου.

Υπάρχουν δύο τρόποι συγκρατήσεως και προστασίας του μίγματος:

- Μαγνητικός περιορισμός.
- Περιορισμός αδράνειας.

ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ

Επειδή το πλάσμα πραγματικά πρέπει να αιωρείται στο κενό, χρειάζεται μία μέθοδος να το κρατάει αιωρούμενο στο δοχείο που βρίσκεται. Αν επιτρέπονταν να ακουμπήσει τα τοιχώματα, το πλάσμα θα ψύχονταν τόσο γρήγορα, ώστε θα σταματούσε τελείως η σύντηξη. Για να αποφευχθεί αυτό, το πλάσμα τίθεται εντός μαγνητικού πεδίου, το οποίο, πιέζει το πλάσμα προς τα μέσα, κρατώντας το μακριά από τα τοιχώματα του δοχείου. Αυτή η μαγνητική δράση λέγεται συχνά "μαγνητική φιάλη".

Σήμερα γίνονται πειράματα χρησιμοποιώντας τρία διαφορετικά συστήματα μαγνητικού περιορισμού.

Ο τοροειδής θάλαμος.

Το πλάσμα κινείται γύρω γύρω μέσα σε αυτόν το θάλαμο κενού (σχ. 12-29). Η ρωσική παραλλαγή, γνωστή ως "tokamak", είναι η πιο επιτυχής. Τα περισσότερα πειράματα των ΗΠΑ έχουν γίνει με αυτόν τον τύπο (σχ. 12-30).

Μαγνητικά κάτοπτρα.

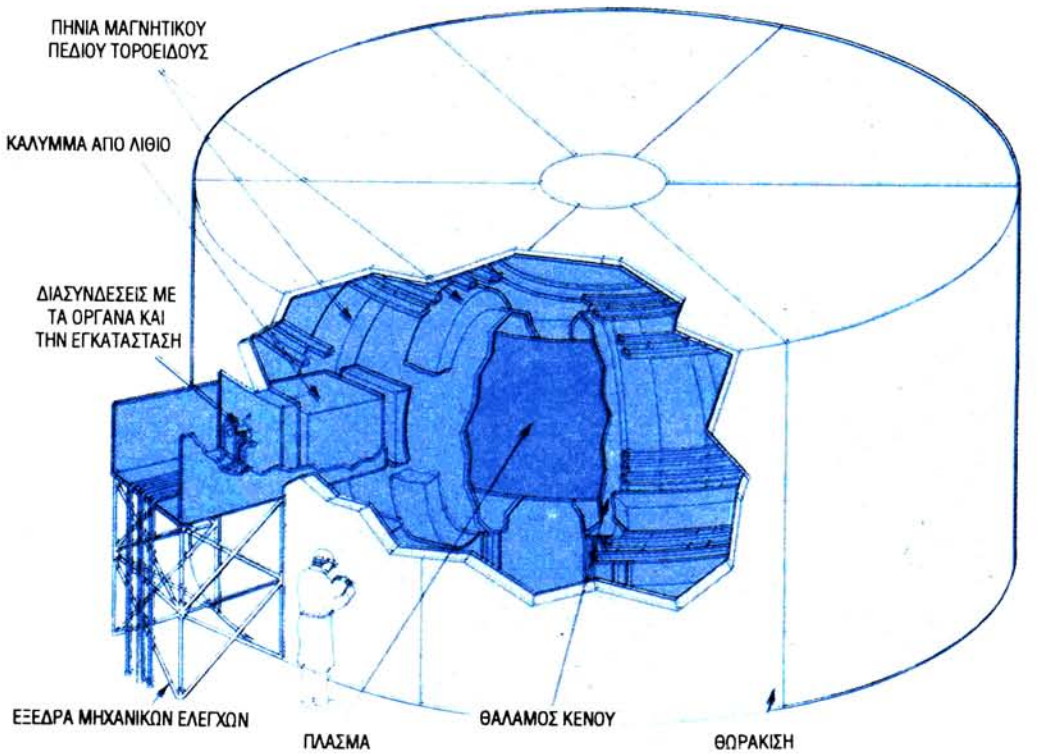
Το σύστημα μαγνητικών κατόπτρων (σχ. 12-31) προβλέπει τη χρήση σωλήνων ανοικτών στα άκρα αντί για κλειστούς, για να περιορίσει το πλάσμα. Το σύστημα βασίζεται στο γεγονός ότι το πλάσμα δεν μπορεί να διέλθει διά μέσου μαγνητικού πεδίου. Οι σωλήνες έχουν τυλιγμένα γύρω τους πηνία μαγνητικού πεδίου. Όταν διέρχεται ρεύμα διά των πηνίων, δημιουργείται μαγνητικό πεδίο. Τα πηνία είναι διευθετημένα έτσι, ώστε το μαγνητικό πεδίο να είναι ισχυρότερο στα ανοικτά άκρα. Το ισχυρότερο μαγνητικό πεδίο καλείται "κάτοπτρο". Γυρίζει πίσω το πλάσμα προς το κέντρο του σωλήνα, όπου το μαγνητικό πεδίο είναι ασθενέστερο. Το πλάσμα κινείται μπρος πίσω μεταξύ των μαγνητικών κατόπτρων (σχ. 12-32).

Διάταξη μαγνητικής λαβίδας.

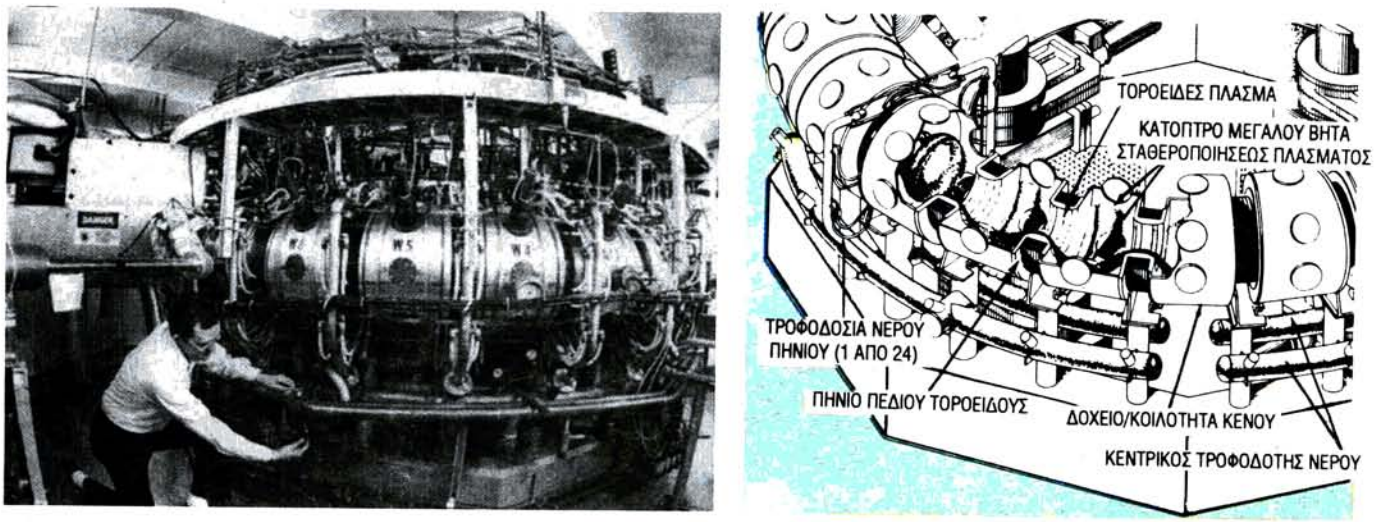
Σε αυτήν τη διάταξη χρησιμοποιείται το τοροειδές δοχείο. Το εσωτερικό είναι γεμάτο με το πλάσμα, το οποίο συμπιέζεται ή λεπταίνει με γρήγορη αύξηση του μαγνητικού πεδίου. Έτσι το πλάσμα σπρώχνεται προς το κέντρο του σωλήνα (σχ. 12-33).

Θέρμανση του πλάσματος.

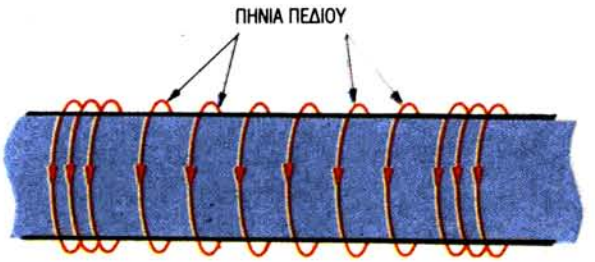
Η θέρμανση του πλάσματος μπορεί να γίνει με έναν από τους τρεις τρόπους:



Σχ. 12-29. *Τομή του δοκιμαστικού αντιδραστήρα συντήξεως του πανεπιστημίου Princeton. Το θερμό πλάσμα αιωρείται στο θάλαμο με τη βοήθεια μαγνητικού πεδίου (EPRI Journal).*



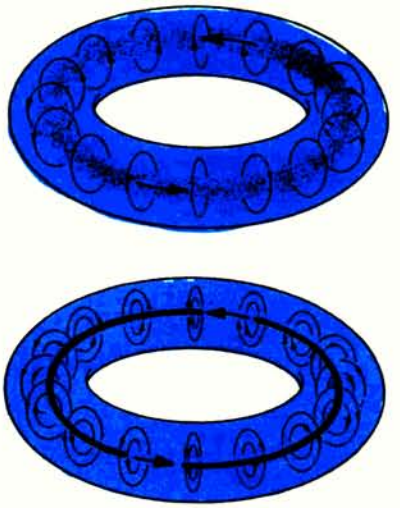
Σχ. 12-30. *Αριστερά: Θάλαμος συντήξεως που χρησιμοποιείται στα πειράματα συντήξεως στο Oak Ridge, στην πολιτεία Tennessee. Το τοροειδές αποτελείται από 24 πανομοιότυπες κοιλότητες (θαλάμους). Δεξιά: Τομή του θαλάμου (Union Carbide Corp., Nuclear Div., Oak Ridge National Laboratory).*



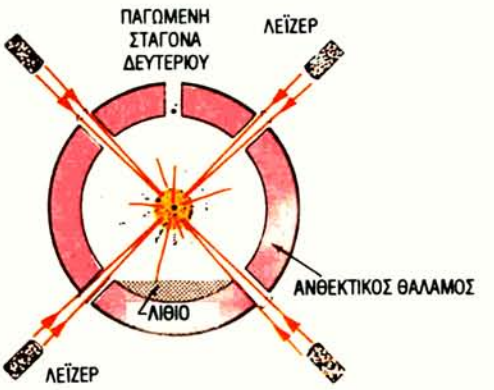
Σχ. 12-31. *Σύστημα μαγνητικών κατόπτρων. Πηνίο μαγνητικού πεδίου περιβάλλει το θάλαμο πλάσματος και δημιουργείται ένας μαγνητικός "κορσές", για να περιορίσει το πλάσμα.*



Σχ. 12-32. *Ισχυρό μαγνητικό πεδίο στα άκρα του θαλάμου παγιδεύει το πλάσμα, γυρίζοντάς το πίσω στο κέντρο του θαλάμου (Union Carbide Corp., Nuclear Div., Oak Ridge National Laboratory).*



Σχ. 12-33. *Βλέπομε πώς συμπιέζεται το πλάσμα με μαγνητισμό. Επάνω: Στην αρχή, το πλάσμα καταλαμβάνει πολύ χώρο μέσα στον τοροειδή θάλαμο. Κάτω: Όταν διέλθει ισχυρό ρεύμα διά του πηνίου που περιβάλλει το θάλαμο, το μαγνητικό πεδίο συμπιέζει το πλάσμα σε μικρότερο χώρο με αποτέλεσμα να γίνει πυκνότερο (Union Carbide Corp.).*



Σχ. 12-34. *Ένας τρόπος προκλήσεως συντήξεως. Δέσμες λέιζερ μπορεί να κατευθυνθούν σε μια παγωμένη σταγόνα δευτερίου μέσα σε πολύ ανθεκτικό θάλαμο κενού. Οι δέσμες λέιζερ δημιουργούν βίαιη συμπίεση της σταγόνας δευτερίου, με αποτέλεσμα την έλκυση ενέργειας και νετρονίων. Το υγρό λίθιο μέσα από το ανθεκτικό δοχείο θερμαίνεται και μεταφέρει τη θερμότητα προς τα έξω· επίσης, δημιουργεί τρίτιο (Nuclear Power in Canada/Canadian Nuclear Assn.).*

- Με επαγόμενα ρεύματα στο πλάσμα. Το πλάσμα θερμαίνεται όπως το θερμαντικό στοιχείο της ηλεκτρικής ψησταριάς. Τα τοροειδή δοχεία στηρίζονται, σε κάποιο βαθμό, σε αυτόν τον τρόπο θερμάνσεως.
- Ρίχνοντας μία δέσμη πυρηνικών σωματιδίων στο πλάσμα. Η δέσμη αποτελείται από πυρήνες δευτερίου μεγάλης ενέργειας. Βομβαρδίζουν το πλάσμα που βρίσκεται μέσα σε δοχεία περιορισμού.
- Συμπίεση του πλάσματος. Αυτό κάνει το πλάσμα να θερμανθεί αρκετά, ώστε να προκληθεί αντίδραση συντήξεως. Αυτή η τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα δοχεία περιορισμού με μαγνητική λαβίδα. Το φαινόμενο μαγνητικής λαβίδας (συμπιέσεως) θερμαίνει το πλάσμα, ενώ το περιορίζει.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ

Αυτό το σύστημα δεν προβλέπει τη χρήση μαγνητικού πεδίου για τον περιορισμό του πλάσματος. Το καύσιμο για σύντηξη, ένα μίγμα δευτερίου και τριτίου, είναι παγωμένες μικρές στρογγυλές σταγόνες διαμέτρου μικρότερης από 1 mm. Μία μία σταγόνα αφήνεται στο κέντρο του θαλάμου κενού και βάλλεται από όλες τις μεριές από κάποιες πηγές ενέργειας. Τέτοιες πηγές μπορεί να είναι δέσμες λέιζερ ή δέσμες φορτισμένων σωματιδίων. Τα σωματίδια μπορεί να είναι ιόντα ή ηλεκτρόνια (ένα ιόν είναι είτε θετικά είτε αρνητικά φορτισμένο, ανάλογα με το αν έχει χάσει ή κερδίσει ένα ή περισσότερο ηλεκτρόνια).

ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΣ ΜΕ ΔΕΣΜΕΣ ΛΕΪΖΕΡ

Ισχυρή δέσμη λέιζερ εστιάζεται με μεγάλη ακρίβεια στη σταγόνα. Σύστημα κατόπτρων διαχωρίζει τη δέσμη λέιζερ σε πολλές μικρότερες, οι οποίες χτυπούν τη σταγόνα από όλες τις μεριές.

Η ταχύτητα έχει μεγάλη σημασία. Ο βομβαρδισμός πρέπει να γίνει σε κλάσμα του δευτερολέπτου. Αυτό θερμαίνει ταχύτατα το καύσιμο της συντήξεως χωρίς να το διαστέλλει. Το εξωτερικό στρώμα της σταγόνας ατμοποιείται και φεύγει προς τα έξω. Η γρήγορη ατμοποίηση δημιουργεί δυνάμεις στην υπόλοιπη σταγόνα κάνοντάς την να συμπιεσθεί απότομα. Λόγω της μεγάλης πυκνότητας και της υψηλής θερμοκρασίας ξεκινά η αντίδραση συντήξεως. Η σταγόνα εκρήγνυται όπως φαίνεται στο σχήμα 12-34 και συντελείται η σύντηξη. Η περισσότερη ενέργεια μεταφέρεται από τα νετρόνια που ελευθερώνονται.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΥΝΤΗΞΕΩΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η επιτυχής αντίδραση συντήξεως δεν απειλεί το περιβάλλον όσο η αντίδραση σχάσεως. Μερικοί υποστηρίζουν ότι η σύντηξη μπορεί να προκαλεί τόσο μικρή μόλυνση στο περιβάλλον όσο και κάθε άλλη μορφή ενέργειας που διαθέτομε, εκτός της ηλιακής. Τα πλεονεκτήματα της συντήξεως είναι τα εξής:

- Ο κίνδυνος πυρηνικού ατυχήματος είναι δραστικά μειωμένος. Οι αντιδραστήρες συντήξεως δεν περιέχουν τις τεράστιες ποσότητες ραδιενεργών υλικών. Αυτό χαρακτηρίζει τους αντιδραστήρες σχάσεως.
- Ο κίνδυνος τήξεως μπορεί να μειωθεί πάρα πολύ, ίσως και να εξαλειφθεί τελείως. Αν οποιοδήποτε τμήμα του συστήματος υποστεί βλάβη, το πλάσμα καταστρέφεται και η αντίδραση σταματά.
- Η αποθήκευση αποβλήτων υλικών από χρησιμοποιημένο καύσιμο είναι μικρότερο πρόβλημα για δύο λό-

γους. Πρώτον, από τη φύση τους τα απόβλητα έχουν μικρή ραδιενεργό τοξικότητα, διότι δεν έχουν τόσο μεγάλο χρόνο ζωής όπως συμβαίνει με τα παραπροϊόντα της σχάσεως. Δεύτερον, η ποσότητα αποβλήτων είναι μικρή σε σχέση με της σχάσεως.

- Επειδή το πλουτώνιο δεν είναι παραπροϊόν της συντήξεως, δεν υπάρχει ο κίνδυνος να πέσουν πυρηνικά υλικά στα χέρια εχθρών ή ανευθύνων.
- Η συλλογή του καυσίμου για σχάση δεν καταστρέφει το περιβάλλον.
- Η απομάκρυνση ενός ατόμου από 6500 άτομα υδρογόνου στο θαλασσινό νερό δεν θα έχει κανένα μετρήσιμο (σημαντικό) αποτέλεσμα στο νερό.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα πυρηνικά εργοστάσια ισχύος χρησιμοποιούν θερμότητα που παράγεται με τη βοήθεια της πυρηνικής σχάσεως και παρέχουν ηλεκτρική ισχύ. Υπάρχουν σε όλο τον κόσμο 400 πυρηνικοί αντιδραστήρες σε λειτουργία, οι οποίοι παράγουν περισσότερα από 300.000 MW - αρκετά για να τροφοδοτήσουν 159 εκατομμύρια σπίτια – με όλη την απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ. Παρ' όλα αυτά, στις ΗΠΑ οι δραστηριότητες οι σχετικές με την πυρηνική ενέργεια αντιμετωπίζουν σοβαρή αντίδραση από το κοινό λόγω του φόβου της ακτινοβολίας και των επιδράσεών της στη ζωή και στην υγεία. Πυρηνικοί μηχανικοί, ειδικοί σε θέματα πυρηνικής ισχύος, και πολλοί επιστήμονες βεβαιώνουν για την ασφάλεια της πυρηνικής ενέργειας και παρουσιάζουν στοιχεία και στατιστικές για να υποστηρίξουν τις θέσεις τους. Όμως, οι φόβοι και η αντίδραση παραμένουν.

Το καύσιμο για πυρηνικούς αντιδραστήρες προέρχεται από ορισμένα ισότοπα του ουρανίου, συγκεκριμένα το U-235 και το Pu-239. Το εξορυσσόμενο ουράνιο πρέπει να καθαρισθεί και εμπλουτισθεί.

Το προκύπτον καύσιμο λέγεται κίτρινο κέικ.

Στον αντιδραστήρα υπάρχει καύσιμο. Η σχάση γίνεται μέσα σε ένα ανθεκτικό δοχείο, που ονομάζεται δοχείο πιέσεως. Υπάρχουν διάφοροι τύποι πυρηνικών αντιδραστήρων: αντιδραστήρες ελαφρού νερού, αντιδραστήρες βράζοντος νερού, αντιδραστήρες πεπιεσμένου νερού, αντιδραστήρες βαρέος νερού, αντιδραστήρες υψηλής θερμοκρασίας αερίου, γρήγοροι αναπαραγωγικοί αντιδραστήρες και ολοκληρωμένοι γρήγοροι αντιδραστήρες. Χρησιμοποιούνται μικρότεροι αντιδραστήρες σε μερικούς τύπους οχημάτων ως πηγή ενέργειας για προώθηση.

Το χρησιμοποιημένο καύσιμο μπορεί να αποθηκευθεί και επανεπεξεργασθεί, ώστε να δώσει νέο καύσιμο. Προς το παρόν, τα πυρηνικά εργοστάσια ισχύος της βόρειας Αμερικής αποθηκεύουν το χρησιμοποιημένο καύσιμο μέσα στους χώρους τους. Κάποτε πρέπει να βρεθεί ικανοποιητική τοποθεσία αποθηκεύσεως εκτός εργοστασίου. Διάφορες προτάσεις έχουν συναντήσει την αντίδραση του κοινού.

Άλλη πηγή θερμικής ενέργειας είναι η σύντηξη. Συνεχίζονται οι προσπάθειες αναπτύξεως αυτής της πηγής, όμως δεν έχει επιτευχθεί η συντήρηση αλυσιδωτής αντιδράσεως, όπου δεν θα χρησιμοποιείται περισσότερη ενέργεια από ό,τι παρέχεται, όπως συμβαίνει μέχρι τώρα. Ειδικοί, που ασχολούνται με την ανάπτυξη της ελεγχόμενης συντήξεως, πιστεύουν ότι ίσως να είναι στη διάθεσή μας μέσα στα επόμενα 20-25 χρόνια.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

αναπαραγωγή
αλυσιδωτή αντίδραση
ράβδοι ελέγχου
δευτέριο
πακέτα καυσίμου
σύντηξη
ιοντισμένο αέριο
ισότοπα
μικρόσφαιρες
επιβραδυντής
πυρηνικός αντιδραστήρας
επιταχυντής σωματιδίων
πλάσμα
πλουτώνιο
δοχείο πιέσεως
πρωτεύων βρόχος
rad
ακτινοβολία
rem
δευτερεύων βρόχος
τρίτιο
ουράνιο
κίτρινο κέικ

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Μελετήστε βιβλία, συγκεντρώστε βιβλιογραφία σχετική με την πυρηνική ενέργεια και γράψτε μία εργασία. Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας, αν υπάρχουν, για το μέλλον της πυρηνικής ενέργειας στις ΗΠΑ και την Ελλάδα.
2. Ψάξτε στη βιβλιοθήκη σας ή σε άλλο κέντρο πληροφοριών για το αντικείμενο της ενέργειας συντήξεως. Γράψτε μια εργασία με θέμα για το αν οι ΗΠΑ πρέπει να συνεχίσουν να κάνουν έρευνα και ανάπτυξη για εμπορικούς αντιδραστήρες συντήξεως και αν πρέπει η Ελλάδα να μετέχει σε τέτοια έρευνα που γίνεται στην Ευρώπη.
3. Φτιάξτε ένα πρότυπο για ένα από τα εξής:
   α. Προστατευτικό δοχείο πυρηνικού αντιδραστήρα.
   β. Πυρηνική αλυσιδωτή αντίδραση.
   γ. Υπόγεια κρύπτη αποθηκεύσεως πυρηνικών αποβλήτων.
   δ. Πακέτο καυσίμου πυρηνικού αντιδραστήρα.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Διαφορετικές μορφές του ίδιου στοιχείου λέγονται _____.
2. Περιγράψτε, με απλά λόγια, πώς γίνεται η πυρηνική σχάση.
3. Η ενέργεια (που τελικά ρέει ως θερμότητα) από τη σχάση οφείλεται (διαλέξτε τη σωστή απάντηση):
   α. Στην τριβή μεταξύ νετρονίων.
   β. Στο ότι μερικά άτομα καίγονται.
   γ. Στη μετατροπή μάζας σε ενέργεια.
   δ. Στην ταχύτητα με την οποία κινούνται τα νετρόνια που ελευθερώνονται.
4. _____, ένα μίγμα οξειδίων ουρανίου μπορεί να έχει τη μορφή γυαλιστερού κίτρινου χυλού ή σκόνης;
5. Αναφέρετε έξι βασικούς τύπους πυρηνικών αντιδραστήρων.
6. Ο _____ αντιδραστήρας θα παράγει τελικά περισσότερο καύσιμο από ό,τι χρησιμοποιεί για τη σχάση και τις αλυσιδωτές αντιδράσεις;
7. Ένα στοιχείο καυσίμου είναι ένα δεμάτι από τρύπιες ράβδους που περιέχουν ραβδία (ή σφαιρίδια) καυσίμου ουρανίου. Αλήθεια ή λάθος;
8. Το πλουτώνιο είναι άτομο (ή ισότοπο) του ουρανίου το οποίο έχει κερδίσει ένα _____.
9. Εξηγήστε πώς η πυρηνική ισχύς μπορεί να είναι πλεονέκτημα για την προώθηση οχημάτων.
10. Πυρηνική σύντηξη (διαλέξτε τη σωστή απάντηση):
    α. Είναι ο συνδυασμός δύο ατόμων σε ένα.
    β. Είναι ευκολότερο να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας δύο ισότοπα υδρογόνου.
    γ. Είναι μία ελκυστική πηγή ενέργειας, γιατί τα αποθέματα των καυσίμων της είναι πρακτικώς απεριόριστα.
    δ. Είναι ήδη εμπορικά διαθέσιμη.
    ε. Όλα τα ανωτέρω.
11. Για τη δημιουργία συντήξεως, το δευτέριο πρέπει να θερμανθεί σε θερμοκρασίες πάνω από (διαλέξτε τη σωστή απάντηση):
    α. 5.000 °C.
    β. 10.000 °C.
    γ. 25.000 °C.
    δ. 50.000 °C.
    ε. 100.000 °C.
12. Γράψτε τους τρεις τρόπους, με τους οποίους μπορεί να θερμανθεί το καύσιμο της συντήξεως (πλάσμα).
13. Αναφέρετε τέσσερα πλεονεκτήματα της ενέργειας από σύντηξη.



13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Οι πληροφορίες που δίνονται σε αυτό το κεφάλαιο θα σας επιτρέψουν να:

- *Ορίσετε τη βιομάζα και να απαριθμήσετε τις διάφορες μορφές της.*
- *Απαριθμήσετε και περιγράψετε τις διαδικασίες με τις οποίες η βιομάζα μετατρέπεται σε ενέργεια.*
- *Απαριθμήσετε και περιγράψετε καύσιμα, που παράγονται από τη μετατροπή της βιομάζας.*
- *Περιγράψετε τη διαδικασία πυκνώσεως για την παραγωγή στερεού καυσίμου από βιομάζα.*
- *Συζητήσετε τη δυνατότητα βιομηχανικής παραγωγής καυσίμων από βιομάζα.*
- *Συζητήσετε προβλήματα που αφορούν στην καλλιέργεια και συλλογή υλικών βιομάζας.*





Σχ. 13-1. *Λέγοντας βιομάζα εννοούμε κάθε φυτικό οργανισμό. Τα δάση είναι σημαντική πηγή ξυλείας για θέρμανση και για κατασκευές. Οι ίνες διαφόρων καλλιεργουμένων φυτών χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή ή για την παραγωγή αλκοόλης και άλλων ενεργειακών υλικών.*

Η βιομάζα είναι ζωντανή οργανική ύλη, όπως τα δέντρα, οι καλλιέργειες, τα φύκια ή τα άλγη (σχ. 13-1). Επίσης, ως βιομάζα νοούνται άχρηστα υλικά, όπως η κοπριά, τα απορρίμματα, οι ακαθαρσίες των υπονόμων (ιλύς) και τα οργανικά απορρίμματα (ζωικά και φυτικά). Η ενέργεια της βιομάζας είναι ένα είδος έμμεσης ηλιακής ενέργειας. Είναι ύλη που κάποτε αναπτύχθηκε ως οργανισμός και άρα δέσμευσε ηλιακή ενέργεια. Η διαδικασία κατά την οποία τα φυτά αποθηκεύουν ενέργεια λέγεται ***φωτοσύνθεση.***

Ο όρος ***βιομάζα*** έχει γίνει κοινός στη γλώσσα τη σχετική με την ενέργεια. Προέρχεται από τις λέξεις ***βίος*** (που σημαίνει ζωή) και ***μάζα*** και αναφέρεται εδώ στην ποσότητα οργανικής ύλης που υπάρχει σε κάποια περιοχή, χώρα ή όλο τον κόσμο.

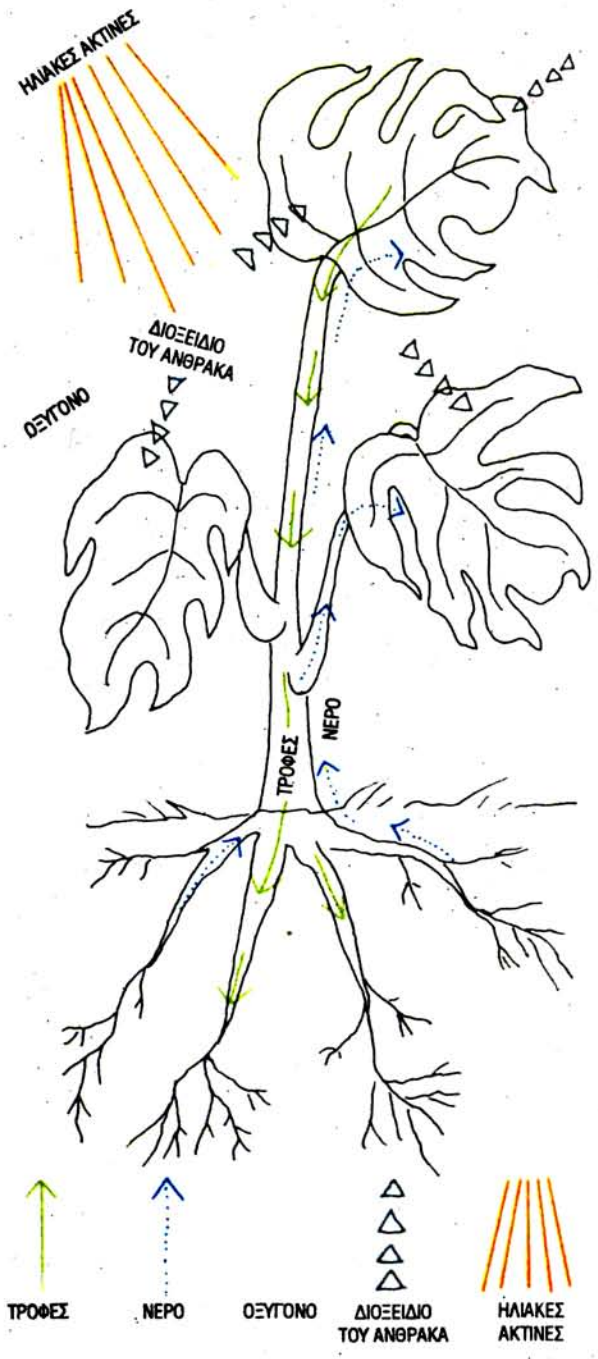
ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Η ΒΙΟΜΑΖΑ

Όπως μάθατε στο κεφάλαιο 1, η χλωρίδα (το φυτικό βασίλειο) είναι μια μορφή δυναμικής ενέργειας. Η ενέργεια είναι αποθηκευμένη στα κύτταρα των φυτών.

Τα φυτά χρησιμοποιούν ενέργεια ακτινοβολίας για να μετατρέψουν διοξείδιο του άνθρακα, το νερό και τις τροφές από το χώμα σε σάκχαρο και οξυγόνο. Η διαδι-

κασία αυτή υποβοηθείται από ορισμένα ***ένζυμα*** μέσα στα φύλλα του φυτού (το ένζυμο είναι ένα είδος πρωτεΐνης, που βοηθάει, ώστε να γίνει χημική δράση μέσα στα φυτικά και στα ζωικά κύτταρα). Το σχήμα 13-2 παρουσιάζει τη διαδικασία της φωτοσυνθέσεως σε ένα φυτό.

Ο άνθρακας είναι ένα σημαντικό στοιχείο, που βρίσκεται στον αέρα και σε όλα τα είδη οργανισμών ζωντανών



Σχ. 13-2. *Βλέπομε πώς γίνεται η φωτοσύνθεση στα φυτά. Το φυτό παίρνει φώς, νερό, διοξείδιο του άνθρακα και τροφές (από το έδαφος). Συνδυάζει τον άνθρακα με το υδρογόνο από το νερό και τα αποθηκεύει ως φυτική ύλη. Καθώς συντελείται η φωτοσύνθεση, ελευθερώνεται στον αέρα οξυγόνο.*

ΤΟΠΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ (σε δισεκατομμύρια τόνους)
Ατμόσφαιρα	700
Νεκρή οργανική ύλη στο έδαφος	700
Φυτά στο έδαφος	450
Θαλάσσιο ζωοπλαγκτόν	5
Θαλάσσιο φυτοπλαγκτόν	περισσότερο από 5
Νεκρή οργανική ύλη στη θάλασσα	3000
Καύσιμα από απολιθώματα	10.000
Ιζηματογενή ορυκτά	20.000.000
Επιφανειακά στρώματα θαλασσών	500
Βαθιά θάλασσα	34.500

Σχ. 13-3. *Ο άνθρακας είναι κατανεμημένος παντού στη γη, στο φυτικό και στο ζωικό κόσμο, καθώς και στην ατμόσφαιρα.*

ή νεκρών (σχ. 13-3). Η ποσότητα του άνθρακα ως στοιχείου των καύσεων οι οποίες συντελούνται κατά τη φωτοσύνθεση κάθε χρόνο είναι περίπου 10 φορές μεγαλύτερη από τη συνολική παγκόσμια ενέργεια που καταναλώνεται ετησίως. Μόνο μισό τοις εκατό αυτού του άνθρακα καταναλώνεται ως τροφή ή χρησιμοποιείται για την κατασκευή ινών για βιομηχανικά προϊόντα. Το υπόλοιπο είναι διαθέσιμο ως πηγή ενέργειας, που ως επί το πλείστον δεν αξιοποιήθηκε.

ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

Το ξύλο και άλλες πηγές βιομάζας παρέχουν περίπου το 5 τοις εκατό όλης της ενέργειας που καταναλώνεται στις ΗΠΑ. Η ενέργεια από το ξύλο ήταν συνολικά 2,6 πεντάκις εκατομμύρια ($2,6 \times 10^{15}$) joule το 1989. Η ενέργεια που παρήχθη από άλλα βιοκαύσιμα, όπως αγροτικά απόβλητα, στερεά κατάλοιπα πόλεων και καύσιμα από αλκοόλες, ήταν 422 τετράκις εκατομμύρια (422×10^{12}) joule.

Πολλές πολιτείες των ΗΠΑ άρχισαν να αυξάνουν το ποσοστό ενέργειας από βιομάζα. Η Χαβάη είναι ένα παράδειγμα. Το 50% της ενέργειάς της λαμβάνεται από ανανεώσιμες πηγές και οι μισές από αυτές είναι βιομάζα. Η πολιτεία Maine παράγει το 23% της ηλεκτρικής ισχύος της από βιομάζα. Σε εθνικό επίπεδο, η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από βιομάζα στις ΗΠΑ, είχε αυξηθεί από 200 MW το 1979 σε περισσότερο από 7.300 MW το 1989.

Διεθνώς, το ενδιαφέρον για τα βιοκαύσιμα ως πηγή ενέργειας μεγαλώνει. Η χρήση βιομάζας ως πηγής ενέργειας σήμερα ανέρχεται στο 12% της συνολικής παραγωγής ενέργειας. Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες η βιομάζα αποτελεί το 50% της συνολικής ενέργειας που αυτές παράγουν. Η Ευρωπαϊκή Ένωση ενθαρρύνει την αύξηση της χρήσεως ανανεωσίμων πηγών. Η Σουηδία σχεδιάζει να αρχίσει την καλλιέργεια υβριδίων για σκληρό ξύλο γρήγορης αναπτύξεως με σκοπό αυτό να αποτελέσει καύσιμο σε μελλοντικά εργοστάσια ισχύος.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Πριν χρησιμοποιηθεί ως πηγή οποιασδήποτε μορφής ενέργειας ή τροφής, η βιομάζα πρέπει να μετατραπεί σε κάποια πιο εύχρηστη μορφή. Η φυτική βιομάζα μπορεί να μετατραπεί με πολλούς τρόπους:

- Μεταβολική μετατροπή. Στην περίπτωση αυτή φυτά (ή άλλες τροφές) τρώγονταν από ζώα (σχ. 13-4) ή από ανθρώπους. Ο μεταβολισμός (πέψη) της ενέργειας από το σώμα του ζώου ή του ανθρώπου είναι λειτουργία που αντιστρέφει τη διαδικασία της φωτοσυνθέσεως. Θερμότητα, σε πολύ μικρή ποσότητα, οξυγόνο και δράση ενζύμων διασπούν τα κύτταρα του φυτού και παράγουν ουσίες για να εφοδιασθεί με ενέργεια και να αναπτυχθεί ο οργανισμός. Τα παραπροϊόντα είναι διοξείδιο του άνθρακα και κοπροειδή απόβλητα.
- Θερμοχημική μετατροπή. Αυτή είναι μια βιομηχανική διαδικασία, η οποία απαιτεί μεγαλύτερες ποσότητες θερμότητας για την καύση της βιομάζας ή για τη μετατροπή της σε καύσιμο, αέριο ή υγρό.
- Βιολογική μετατροπή. Πρόκειται επίσης για μία βιομηχανική διαδικασία. Χρησιμοποιούνται ένζυμα, μύκητες ή μικροοργανισμοί (βακτήρια), για να προκαλέσουν χημικές μεταβολές που παράγουν αέρια ή υγρά καύσιμα.

ΚΑΥΣΙΜΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η μετατροπή της βιομάζας οδηγεί σε πολλές μορφές καυσίμων:

- Βιοαέριο (ονομαζόμενο επίσης συνθετικό φυσικό αέριο), που είναι κυρίως μεθάνιο, μια εύφλεκτη αέρια μορφή υδρογονάνθρακα.
- Αιθανόλη και μεθανόλη, πτητικά, εύφλεκτα υγρά.
- Πετρέλαιο.
- Στερεά καύσιμα, όπως το κάρβουνο και τα θρύμματα. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα ξυλοκάρβουνα, που φτιάχνονται από ξύλο και το καύσιμο υπόλειμμα που μένει μετά την καταστροφική διύλιση του κάρβουνου.



Σχ. 13-4. *Τα ζώα και οι άνθρωποι αντιστρέφουν τη διαδικασία της φωτοσυνθέσεως. Με μικρές ποσότητες θερμότητας, το σώμα τους χρησιμοποιεί οξυγόνο και ένζυμα, για να διασπάσει φυτικές ουσίες ώστε αυτές να λειτουργήσουν ως τροφή.*

ΘΕΡΜΟΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

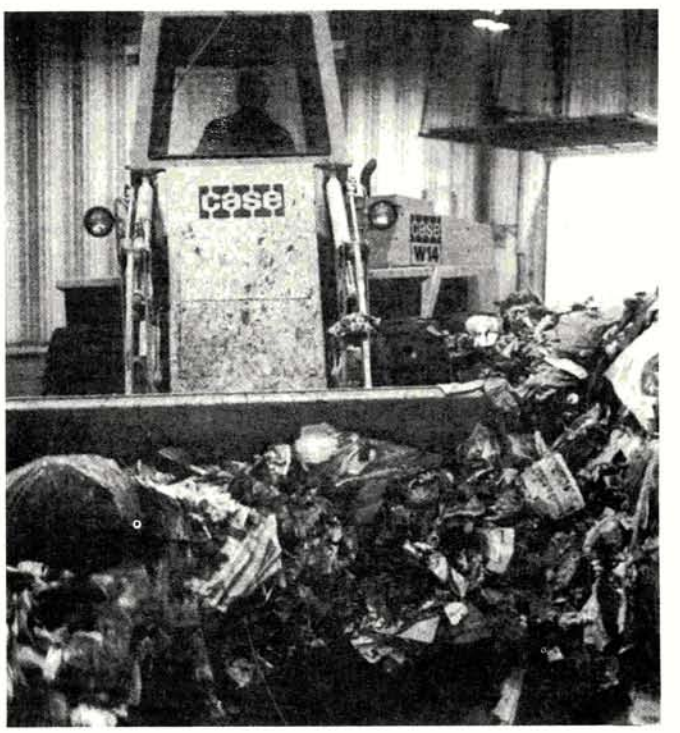
Οι θερμοχημικές διαδικασίες είναι οι εξής:

- Απευθείας καύση.
- Πυρόλυση.
- Αεριοποίηση.
- Ρευστοποίηση.

ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΚΑΥΣΗ

Είναι η απλούστερη και η πιο ανεπτυγμένη από όλες τις διαδικασίες. Ξηρά απόβλητα και υπολείμματα από δάση, αγροκτήματα και πόλεις καίγονται απευθείας, για να παραχθεί ατμός, ηλεκτρισμός ή θερμότητα για βιομηχανίες, δημόσιες υπηρεσίες και σπίτια (σχ. 13-5).

Η βιομηχανία δασοκομικών προϊόντων, για πολλά χρόνια, χρησιμοποιεί βιομάζα επιτυχώς, για να παράγει ατμό και ηλεκτρισμό, μορφές ενέργειας χρήσιμες για την κοπή ξύλου. Σύμφωνα με υπολογισμούς, τα κατάλοιπα των δασών δίνουν 1,16 πεντάκις εκατομμύρια joule, δηλαδή περίπου το 45% της ενέργειας που χρησιμοποιεί η βιομηχανία. Βιομηχανίες που παράγουν υφάσματα και



Σχ. 13-5. *Σε ορισμένες περιοχές συλλέγονται τα σκουπίδια, διαχωρίζονται τα οργανικά απορρίμματα και χρησιμοποιούνται ως καύσιμο για θέρμανση σε λέβητες (Union Electric Co.).*

προϊόντα χαρτιού μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν βιομάζα για την παραγωγή θερμότητας η οποία θα χρησιμεύσει στη λειτουργία της βιομηχανικής διαδικασίας.

Επίσης η θέρμανση σπιτιών μπορεί να επιτευχθεί με την καύση ξύλων σε θερμάστρες ή φούρνους. Σε σπίτια καλά σχεδιασμένα και καλά θερμομονωμένα, το ξύλο μπορεί να παράγει όλη την απαιτούμενη θερμότητα.

Η απευθείας καύση της βιομάζας είναι περιορισμένη λόγω των προβλημάτων που παρουσιάζει. Η βιομάζα ως στερεό καύσιμο είναι πολύ ογκώδης και είναι δύσκολο να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις. Επιπλέον, δημιουργεί κάποια μόλυνση στον αέρα λόγω των αερίων και των στερεών που παράγονται κατά την καύση. Επομένως, είναι προτιμότερο να γίνει μετατροπή του στερεού σε αέριο καύσιμο με άλλες θερμικές διαδικασίες.

Τα αέρια καύσιμα καίγονται χωρίς κατάλοιπα και είναι εύκολη η διανομή τους. Επίσης, τα αέρια μετατρέπονται εύκολα σε υγρά ή χημικά.

ΒΙΟΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΜΕ ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Πυρόλυση είναι η διάσπαση ύλης, όπως η βιομάζα, με θέρμανση. Η θέρμανση γίνεται χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Αυτή η διαδικασία αναπτύχθηκε από μια εταιρεία στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ. Στην αρχή τα οργανικά κατάλοιπα διαχωρίζονται από ανόργανα υλικά (γυαλί, μέταλλα και άλλα άκαυστα υλικά). Κατόπιν τα οργανικά υλικά τεμαχίζονται, ξηραίνονται και εισάγονται σε αεροστεγή κάμινο. Θερμαίνονται σε θερμοκρασία 500°C για την παραγωγή πετρελαίου, ξυλοκάρβουνου και χαμηλής ποιότητας αερίου καυσίμου. Μέρος του κάρβουνου και του αερίου καυσίμου ανακυκλώνονται, για να παράσχουν τη θέρμανση που χρειάζεται για τη συνέχιση της πυρολύσεως. Κάθε τόνος απορριμμάτων παράγει ένα βαρέλι πετρέλαιο. Το σχήμα 13-6 είναι ένα διάγραμμα της διαδικασίας.

Το κάρβουνο και η βιομάζα μπορούν να μετατραπούν με πυρόλυση. Το κάρβουνο είναι γνωστό ως ***κοκ.***

ΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΗΣ ΠΥΡΟΛΥΣΕΩΣ

Η χρήση της πυρολύσεως για την επεξεργασία της βιομάζας ώστε να δώσει εύχρηστα καύσιμα είναι δυνατή σε μερικές περιοχές αλλά όχι σε άλλες.

Μικρές ποσότητες οργανικών απορριμμάτων αξιοποιούνται σε διάφορες χώρες (όπως οι ΗΠΑ). Η συλλογή τους σε αρκετά μεγάλες ποσότητες για να τροφοδοτηθεί ένα εργοστάσιο επεξεργασίας θα ήταν δύσκολη.

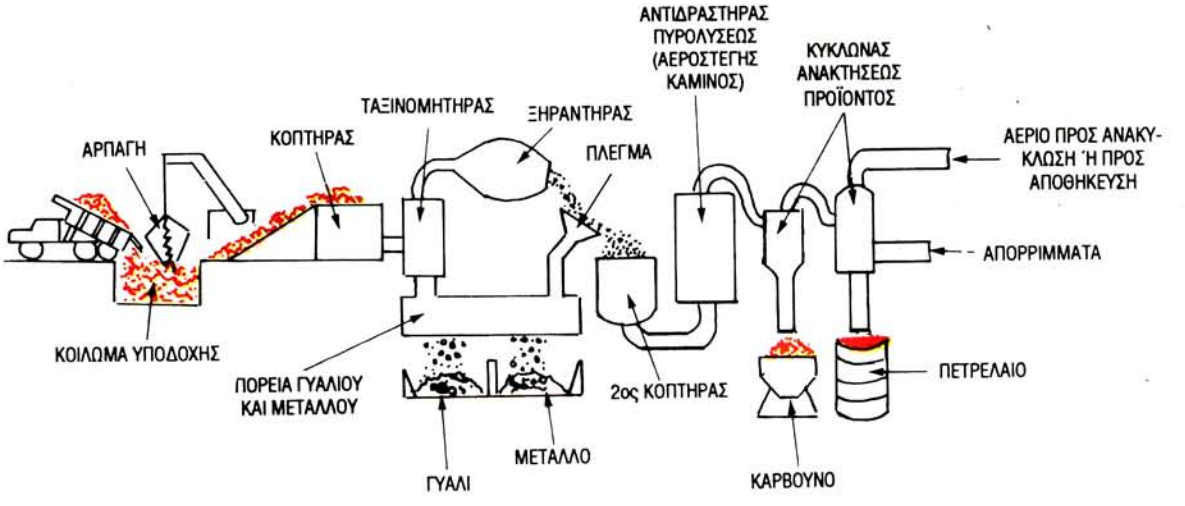
Όμως, μαζεύονται αρκετά μεγάλες ποσότητες σε μεγάλα εργοστάσια, μεγάλες πόλεις, χωράφια εκτροφής ζώων και εργοστάσια κοπής ξύλου, ώστε να μπορούν να παραχθούν 170 εκατομμύρια βαρέλια πετρέλαιο το χρόνο. Έχει υπολογισθεί ότι στις ΗΠΑ ένα εργοστάσιο 2000 τόνων την ημέρα, θα μπορούσε να επεξεργασθεί απορρίμματα με κόστος 5 δολάρια τον τόνο (περί τις 1250 δρχ. με τη σημερινή ισοτιμία) και να αξιοποιήσει τα απορρίμματα μιας πόλεως 50.000 κατοίκων.

ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

Η πυρόλυση χρησιμοποιείται επίσης στη διαδικασία της αεριοποιήσεως. Τα απορρίμματα μετατρέπονται σε καύσιμο με χρήση θερμότητας και αέρα ή οξυγόνου. Στο σχήμα 13-7 φαίνεται η διαδικασία αεριοποιήσεως και τα προϊόντα της.

ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΑΕΡΑ

Ένας δεύτερος τύπος αεριοποιήσεως είναι γνωστός ως αεριοποίηση με αέρα. Χρησιμοποιούνται μικρές ποσότητες αέρα και ατμού για να μετατραπεί κάρβουνο σε αέριο. Η διαδικασία παράγει αέριο χαμηλής ενέργειας (low energy gas, LEG), το οποίο είναι αραιωμένο με άζωτο από τον αέρα. Παρ' όλο που δεν είναι κατάλληλο για διανομή με σωληνώσεις, μπορεί να καεί σε λέβητες οι οποίοι τώρα χρησιμοποιούν πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

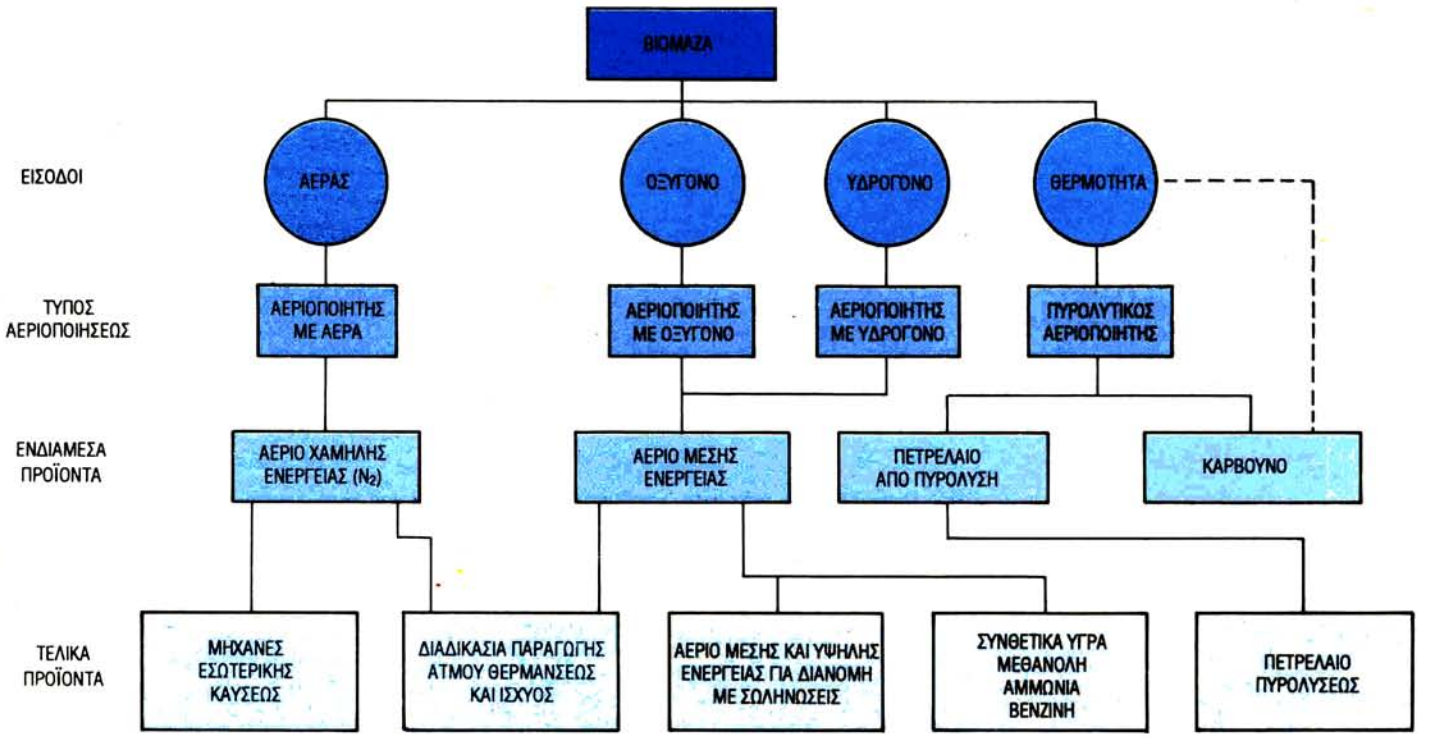


Σχ. 13-6. *Διαδικασία πυρολύσεως. Οργανικά απορρίμματα κόπτονται και θερμαίνονται στους 500°C σε αεροστεγή κάμινο. Τα ενεργειακά προϊόντα που προκύπτουν είναι στερεά καύσιμα και πετρέλαιο.*

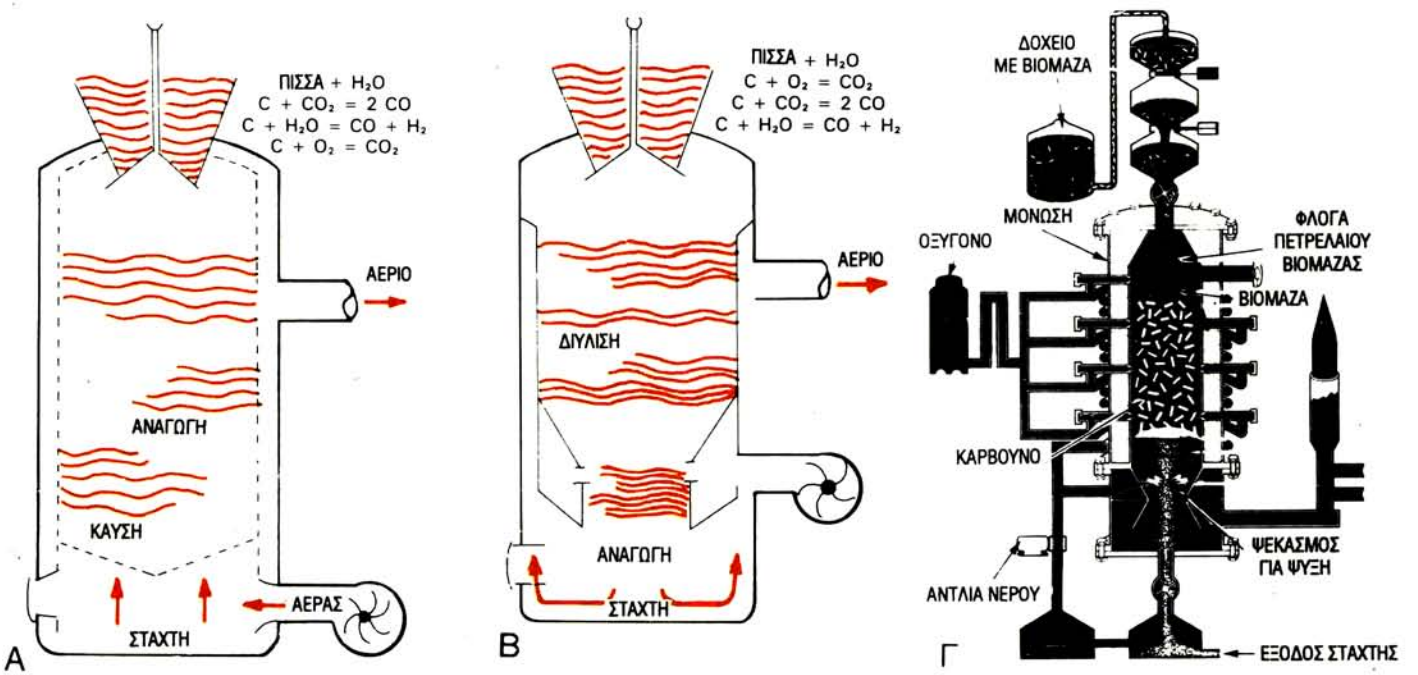
Είναι επίσης αρκετά καλό για να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσεως, σε οχήματα ή σε εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής.

ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΟΞΥΓΟΝΟ

Όπως και η αεριοποίηση με αέρα, η αεριοποίηση με οξυγόνο είναι απλή διαδικασία. Γίνεται σε ατμόσφαιρα οξυγόνου και παράγει αέριο μέσης ενέργειας που συνίσταται από μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και υδρογόνο (H_2). Είναι καλό καύσιμο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για να παραχθεί μεθανόλη (μορφή αλκοόλης), αμμωνία, υδρογόνο και βενζίνη. Αυτός ο τύπος αερίου είναι επίσης γνωστός ως "συνθετικό αέριο" ("synthesis gas" ή "syngas"). Το σχήμα 13-8 παρουσιάζει τρεις τύπους αεριοποιητών.



Σχ. 13-7. *Από την αεριοποίηση βιομάζας προκύπτουν πολλά ενδιάμεσα και τελικά παραπροϊόντα (SERI).*



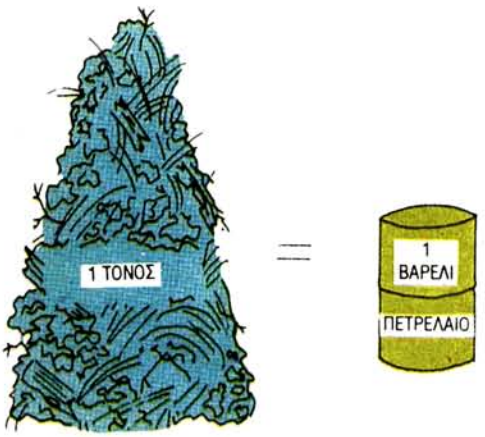
Σχ. 13-8. *Σχηματικό διάγραμμα αντιδραστήρων. Αυτοί είναι καυστήρες, που χρησιμοποιούνται για αεριοποίηση βιομάζας με οξυγόνο. Α - Αεριοποίηση ανερχόμενης ροής. Β - Αεριοποιητής κατερχόμενης ροής. Γ - Αεριοποιητής με διαστρωμάτωση κατερχόμενης ροής.*

Πολλές βιομηχανίες παράγουν απόβλητα, που θα μπορούσαν να δώσουν την απαιτούμενη βιομάζα που χρειάζεται για αεριοποίηση. Μεταξύ αυτών είναι τα εργοστάσια κοπής ξύλου, επεξεργασίας ζωικών τροφών, επεξεργασίας τροφίμων και επεξεργασίας πρώτων υλών για βιομηχανίες υφασμάτων.

Στα απορρίμματα που μπορούν εύκολα να αεριοποιηθούν περιλαμβάνονται: η ξυλόσκονη, το καλαμπόκι, κουκούτσια φρούτων, τσόφλια ξηρών καρπών και φλούδια ρυζιού. Επίσης τα εκκοκκιστήρια μπαμπακιού παράγουν απορρίμματα, που μπορούν να αεριοποιηθούν.

ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η ρευστοποίηση λέγεται επίσης ***υδρογόνωση.*** Είναι διαδικασία που εφαρμόζεται για την παραγωγή αερίου ή υγρού καυσίμου. Γενικά, η ρευστοποίηση γίνεται με αντίδραση με υδρογόνο (ή μίγμα υδρογόνου) και μονοξειδίου του άνθρακα.



Σχ. 13-9. *Ένας τόνος ξηρών οργανικών απορριμμάτων θα δώσει περίπου ένα βαρέλι πετρελαίου με τη διαδικασία της υδρογονώσεως.*

Βασικά, η διαδικασία έχει εφαρμοσθεί για την εξαγωγή πετρελαίου ή αερίου από κάρβουνο. Επιπλέον, έχει εφαρμοσθεί επιτυχώς σε πειράματα για την παραγωγή των ιδίων καυσίμων από οργανικά απορρίμματα. Τα οργανικά απορρίμματα τοποθετούνται σε δοχείο αντιδράσεων (αντιδραστήρα) και θερμαίνονται στους 380°C με μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα και ατμού υπό πίεση. Μέσα σε 20 λεπτά σχεδόν όλη η ποσότητα των απορριμμάτων γίνεται καύσιμο.

Περίπου το 99% του άνθρακα που περιέχεται στα απορρίμματα μπορεί να μετατραπεί σε καύσιμο πετρέλαιο. Ένας τόνος ξηρών απορριμμάτων μπορεί να δώσει περίπου 1,25 βαρέλια πετρέλαιο (σχ. 13-9). Η κοπριά έχει θερμαντική ικανότητα 15.825.000.000 joule ανά τόνο. Είναι δηλαδή λίγο λιγότερο από το μισό της θερμαντικής ικανότητας των απορριμμάτων που μπορούν να καούν.

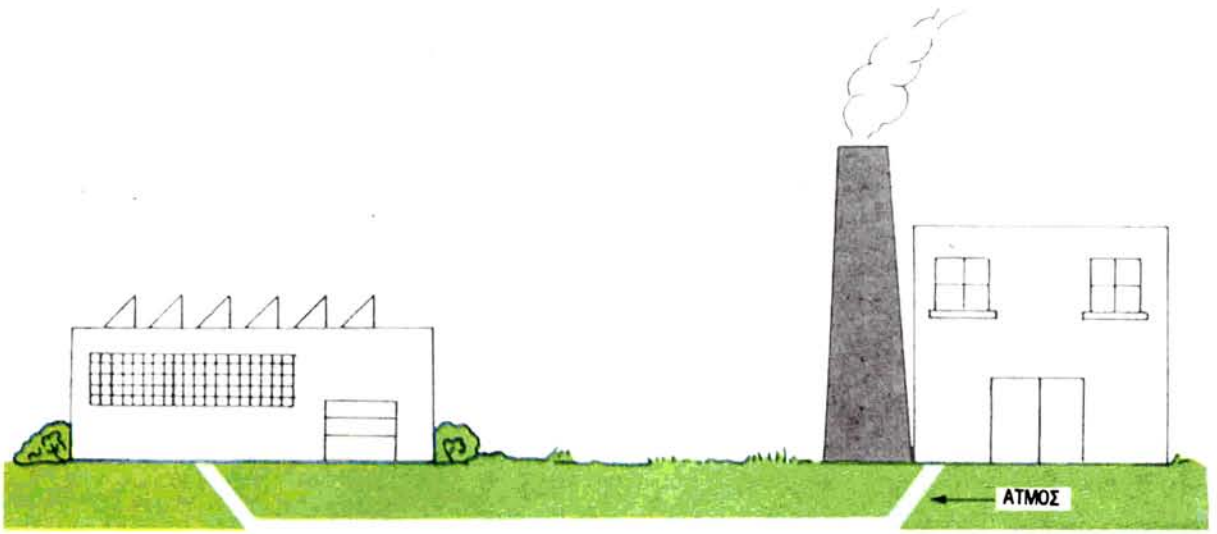
Το καύσιμο που εξάγεται με αυτήν τη διαδικασία περιέχει περισσότερο οξυγόνο από ό,τι το ακατέργαστο πετρέλαιο και απαιτεί εκτεταμένη επεξεργασία, εκτός αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί μόνο για άμεση καύση.

ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η διαδικασία μετατροπής της βιομάζας μπορεί να εφαρμοσθεί από τη βιομηχανία για την παραγωγή ηλεκτρισμού και συγχρόνως εκμεταλλεύσιμης (βιομηχανικής) θερμότητας (σχ. 13-10).

Εκμεταλλεύσιμη (βιομηχανική) θερμότητα είναι η θερμότητα που χρησιμοποιείται από μια βιομηχανία για την κατεργασία πρώτων υλών και την παραγωγή κάποιου προϊόντος. Για παράδειγμα, ένα εργοστάσιο παραγωγής ζάχαρης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δικά του απορρίμματα, ώστε να παράγει ηλεκτρισμό για τα μηχανήματά του καθώς και ατμό για θέρμανση και για τις διαδικασίες εξατμίσεως.

Υπήρξαν στο παρελθόν πιλοτικά (δοκιμαστικά) προγράμματα για το διαχωρισμό και την αποτέφρωση των



Σχ. 13-10. *Ο χρησιμοποιημένος ατμός από το στρόβιλο εργοστασίου ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να οδηγηθεί με σωληνώσεις σε εργοστάσιο και να χρησιμοποιηθεί ως βιομηχανική θερμότητα.*

υλικών από οργανικά απορρίμματα.

Η θερμότητα που μεταφέρονταν με το δημιουργούμενο ατμό χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή ηλεκτρισμού, που διοχετεύονταν στο τοπικό δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ

Η βιολογική μετατροπή παράγει είτε υγρά είτε αέρια καύσιμα. Επιτυγχάνεται με ***αναερόβια διάσπαση.***

ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΔΙΑΣΠΑΣΗ

Αναερόβια διάσπαση είναι η ελεγχόμενη διάσπαση οργανικής ύλης χωρίς οξυγόνο. Απόβλητα, όπως ακαθαρσίες υπονόμων (ιλύς), κοπριά, χαρτιά, φύκια και άλγη, μπορούν να μετατραπούν ώστε να παραχθεί αέριο μεθάνιο.

Οι οργανισμοί με τους οποίους επιτυγχάνεται αυτή η μετατροπή είναι γνωστοί ως ***αναερόβιοι.*** Αυτοί οι μονοκύτταροι οργανισμοί μπορούν να διατηρηθούν στη ζωή χωρίς αέρα ή ελεύθερο οξυγόνο. Μπορούν να οξειδώσουν οργανική ύλη χωρίς τη χρήση ελεύθερου οξυγόνου. Παίρνουν οξυγόνο διασπώντας μόρια που περιέχουν οξυγόνο. Στη συνέχεια χρησιμοποιούν αυτό το οξυγόνο, για να προκαλέσουν χημική μεταβολή στο οξειδούμενο υλικό.

Αυτή η διαδικασία είναι απλή και φθηνή. Βακτήρια διασπούν τα απόβλητα σε χαμηλές θερμοκρασίες (μεταξύ 15°C και 50°C υπό ατμοσφαιρική πίεση). Συμμετέχουν δύο είδη βακτηριδίων. Το ένα διασπά τα οργανικά στερεά σε οργανικά οξέα, σε υδρογόνο και σε διοξείδιο του άνθρακα. Το άλλο τρέφεται με τα προϊόντα των αποβλήτων των βακτηριδίων του πρώτου είδους και παράγει ως παραπροϊόν βιοαέριο πλούσιο σε μεθάνιο (σχ. 13-11).

Μία από τις πιο προηγμένες χώρες στην ανάπτυξη αναερόβιας διασπάσεως είναι η Ινδία. Πριν μερικά χρόνια ένας Ινδός επιστήμονας, ο Ram Bux Singh, έφτιαξε πολλές μονάδες, τις οποίες ονόμασε εργοστάσια βιοαερίου. Τα υπολείμματα της διαδικασίας είναι πλούσια τροφή για φυτά και μπορούν να επιστρέψουν στο χώμα.

Το αυξανόμενο κόστος του φυσικού αερίου είναι ο λόγος που καθιστά πιο ελκυστική εναλλακτική λύση από τήν αγορά αερίου, την κατασκευή εργοστασίων διασπάσεως για την παραγωγή μεθανίου σε περιοχές συγκεντρώσεως λυμάτων. Κυρίως στην Ευρώπη και στην Ασία έχουν χρησιμοποιηθεί σε αγροκτήματα μικρά τέτοια συστήματα διασπάσεως.

Πολλά αγροκτήματα στις ΗΠΑ παράγουν αρκετά μεγάλες ποσότητες βιομάζας· αυτά μπορούν επομένως να εφαρμόζουν αναερόβια διάσπαση μικρής κλίμακας. Υπολογίζεται ότι το 20% των σημερινών απαιτήσεων των ΗΠΑ για φυσικό αέριο θα μπορούσαν να ικανοποιηθούν με αναερόβια διάσπαση.

ΖΥΜΩΣΗ

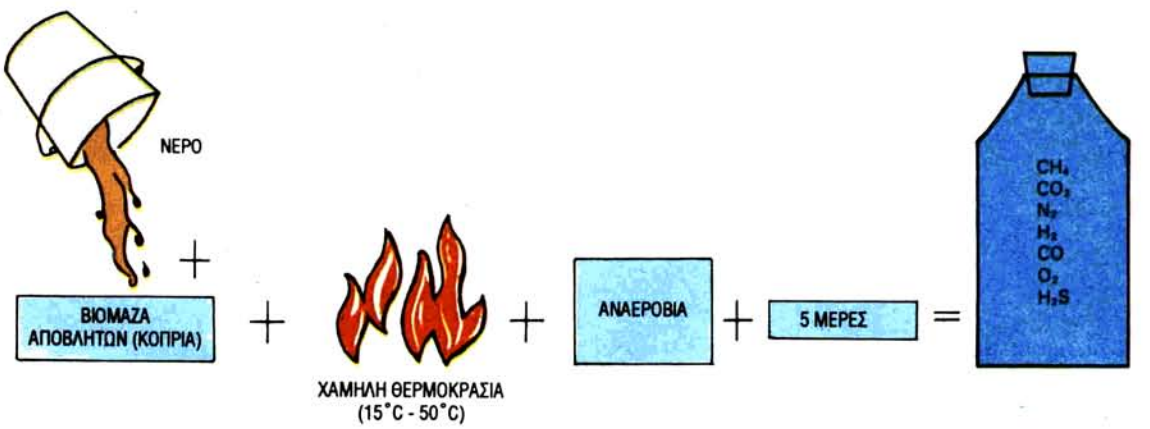
Η ζύμωση είναι μια αναερόβια μέθοδος για την παραγωγή αλκοόλης. Η μέθοδος στηρίζεται στη δράση ενζύμων σε άμυλο και σάκχαρα φρούτων, δημητριακών και άλλων μορφών βιομάζας. Είναι μια υποτυπώδης μορφή αναπνοής. Τα ένζυμα που εκτελούν τη διαδικασία είναι εκκρίσεις (μαγιές) μικροοργανισμών που βρίσκονται στη φύση.

Οι αλκοόλες είναι σημαντικά βιοκαύσιμα, που μπορούν να αναμιχθούν με βενζίνη ή να καούν μόνες τους. Υπάρχουν πολλές μορφές. Ένα είδος που παράγεται από ζύμωση δημητριακών, φρούτων και άλλης βιομάζας λέγεται ***αιθανόλη*** ή αιθυλική αλκοόλη.

Η ζύμωση παράγει ένα μίγμα νερού και αλκοόλης. Επειδή το νερό βράζει στους 100°C και η αλκοόλη γύρω στους 78°C, μπορούν να διαχωρίζονται με απόσταξη. Το μίγμα θερμαίνεται μέχρι που η αλκοόλη βράζει. Κατόπιν λαμβάνονται οι ατμοί της και υγροποιούνται.

Ο χημικός τύπος της καθαρής αιθανόλης είναι CH_3CH_2OH. Είναι υγρό άχρωμο, έχει γλυκιά μυρωδιά και καίγεται με πολύ ζεστή, άκαπνη, ελαφρά γαλάζια φλόγα.

Με το να λιγοστεύουν τα αποθέματα και να αυξάνεται το κόστος εισαγωγής βενζίνης, η αλκοόλη έχει αρχίσει



Σχ. 13-11. *Κατά την αναερόβια διάσπαση, η διαδικασία αρχίζει με χαμηλή θέρμανση (θερμοκρασίες μεταξύ 15°C και 50°C). Σε περίπου 5 ημέρες μπορεί να παραχθεί βιοαέριο πλούσιο σε μεθάνιο από ιλύ αποβλήτων.*

από αρκετό καιρό να θεωρείται σοβαρά ως εναλλακτικό καύσιμο. Μερικές εταιρείες πετρελαιοειδών την αναμιγνύουν με βενζίνη (10 μέρη αλκοόλης με 20 μέρη βενζίνης). Αυτό το μίγμα πωλείται ως "γκαζοχόλ" (gasohal).

ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ ΔΙΑΣΠΑΣΤΗΡΕΣ

Ένας διασπαστήρας είναι βασικά ένα θερμομονωμένο, αεροστεγές δοχείο, όπου συγκρατούνται αέρια από διασπώμενα οργανικά απόβλητα. Αναερόβια (βακτηρίδια) διασπούν τα απόβλητα, παράγοντας καύσιμο μεθάνιο.

Το αέριο που παράγεται από αναερόβια διάσπαση είναι μίγμα επτά διαφορετικών αερίων. Κυρίως όμως είναι μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Συνήθως λέγεται ***βιοαέριο*** ή ***μεθάνιο*** (σχ. 13-12).

Σύσταση του Βιοαερίου

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΑΕΡΙΟ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
CH_4	Μεθάνιο	54 - 70
CO_2	Διοξείδιο του άνθρακα	27 - 45
N_2	Άζωτο	0,5 - 3
H_2	Υδρογόνο	1 - 10
CO	Μονοξείδιο του άνθρακα	0,1
O_2	Οξυγόνο	0,1
H_2S	Υδρόθειο	ίχνη

Σχ. 13-12. *Το βιοαέριο αποτελείται από επτά διαφορετικά αέρια. Συνήθως το διοξείδιο του άνθρακα αφαιρείται με κατάλληλες μεθόδους.*

Τύποι διασπαστήρων.

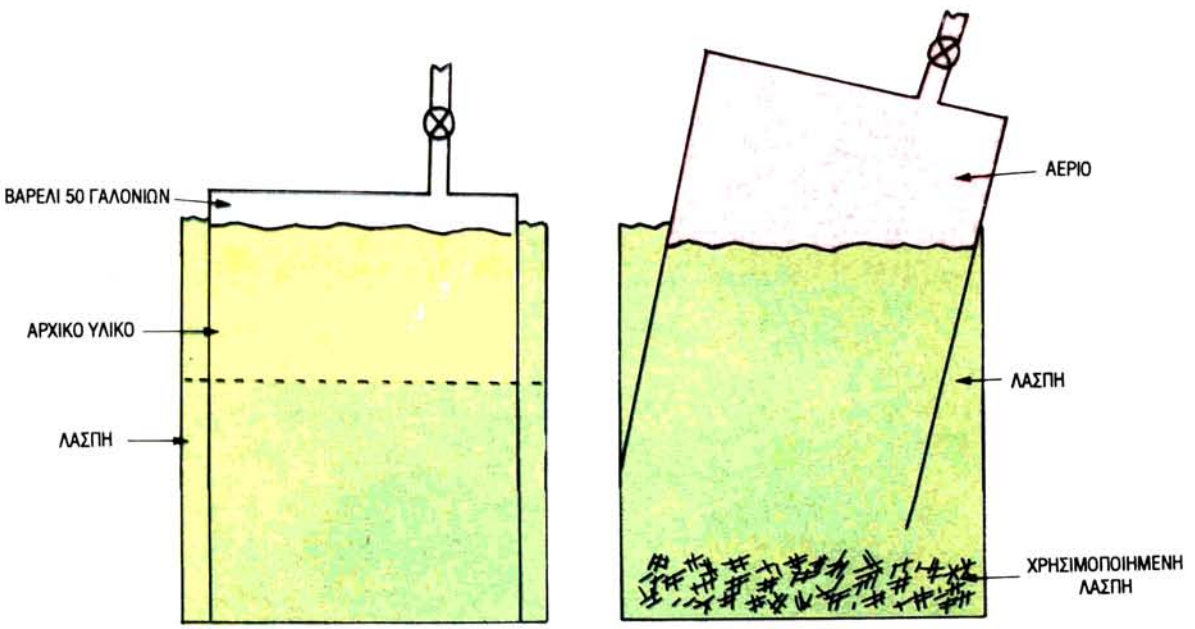
Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι:

- Μιας φορτίσεως. Ο διασπαστήρας αυτού του τύπου γεμίζει με ένα πηχτό μίγμα οργανικών αποβλήτων, που λέγεται ***slurry***. Κατόπιν κλείνει ερμητικά. Δεν αδειάζει και δεν ξαναγεμίζει μέχρι να σταματήσουν οι πρώτες ύλες να παράγουν αέριο. Το σχήμα 13-13 παρουσιάζει το σχεδιασμό ενός απλού τέτοιου τύπου.
- Συνεχούς φορτίσεως. Ο διασπαστήρας αυτού του τύπου δέχεται μικρές ποσότητες νέου slurry συνεχώς. Μπορεί καθημερινώς να προστίθεται μικρή ποσότητα. Ο διασπαστήρας παράγει αέριο όσο τροφοδοτείται.

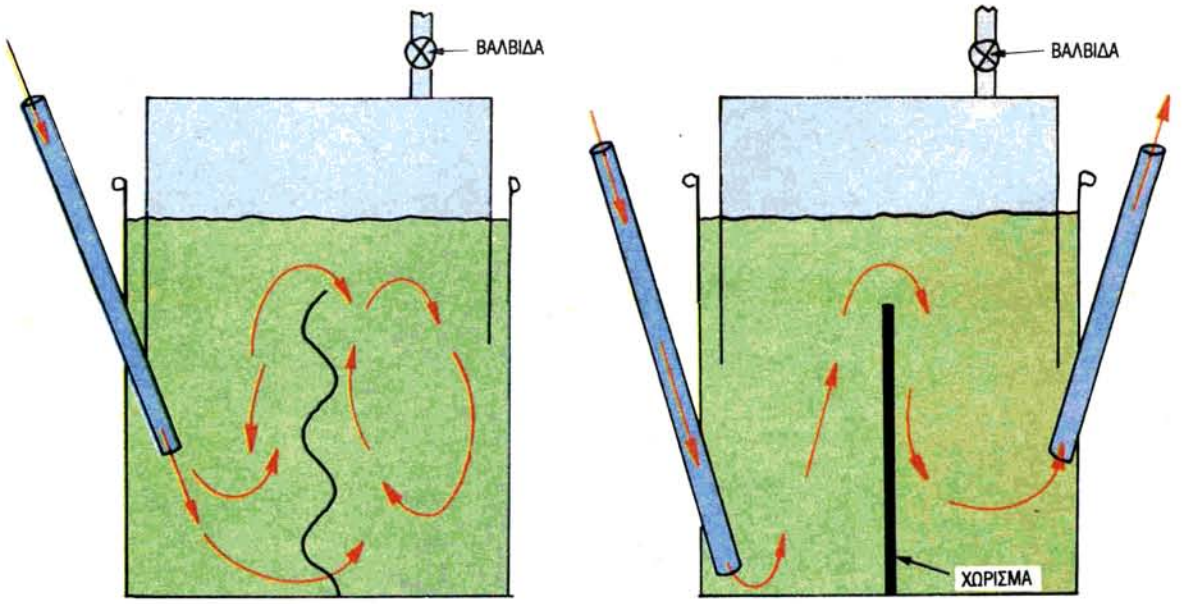
Υπάρχουν δύο τύποι διασπαστήρων συνεχούς φορτίσεως. Ο πρώτος τύπος, που φαίνεται στο σχήμα 13-14, είναι ***κατακόρυφης μίξεως διασπαστήρας.*** Τα υλικά διασπώνται σε κατακόρυφους θαλάμους. Η χρησιμοποιημένη λάσπη είναι ελαφρύτερη, επιπλέει και απομακρύνεται από το επάνω μέρος. Μονάδες όπως αυτή στο σχήμα 13-14, δεξιά, έχουν δύο θαλάμους. Καθώς η λάσπη χύνεται στο δεύτερο θάλαμο, συνεχίζει να διασπάται. Τελικά, εξέρχεται από το σωλήνα εκροής.

Ένας δεύτερος τύπος σχεδιασμένος για συνεχή φόρτωση είναι γνωστός ως ***διασπαστήρας μετατοπίσεως.*** Είναι ένας μακρύς κύλινδρος (συχνά κατασκευασμένος από βαρέλια πετρελαίου με κολλημένα τα άκρα τους). Το σχήμα 13-15 είναι ένα απλό σχέδιο ενός τέτοιου τύπου. Όταν η χρησιμοποιημένη λάσπη φθάσει στο αντίθετο άκρο του διασπαστήρα, έχει διαχωρισθεί σε στρώματα (σχ. 13-16).

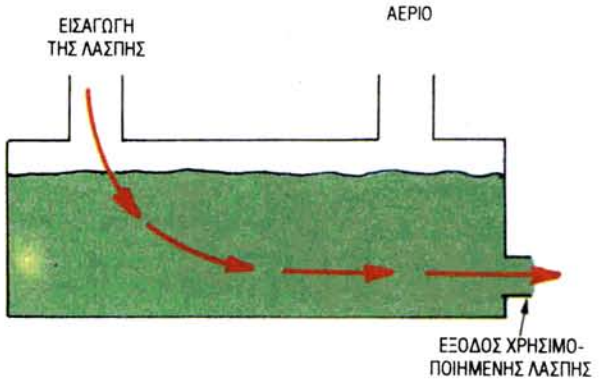
Ξεκινώντας από πάνω, ο διασπαστήρας σε λειτουργία περιέχει:



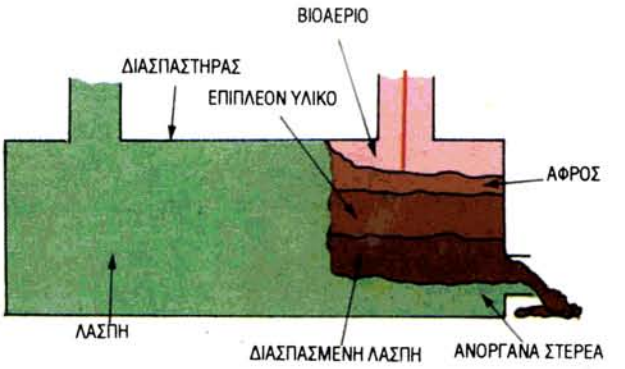
Σχ. 13-13. *Διάγραμμα απλού διασπαστήρα μιας φορτώσεως. Όταν τελειώσει η αναερόβια διάσπαση, το δοχείο πρέπει να αδειάσει και να ξαναγεμίσει. Αριστερά: Διασπαστήρας που μόλις φορτώθηκε. Δεξιά: Διασπαστήρας που λειτουργεί. Τα χρησιμοποιημένα στερεά μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα.*



Σχ. 13-14. *Μικρές ποσότητες λάσπης μπορούν να προστίθενται κάθε μέρα σε διασπαστήρα συνεχούς φορτώσεως με τη βοήθεια σωληνώσεων. Τα διαγράμματα δείχνουν δύο τύπους.*



Σχ. 13-15. *Διάγραμμα διασπαστήρα μετατοπίσεως. Καθώς προστίθενται απόβλητα, μετατοπίζονται, διασπώνται και απομακρύνονται από την έξοδο, αφού χρησιμοποιηθούν.*



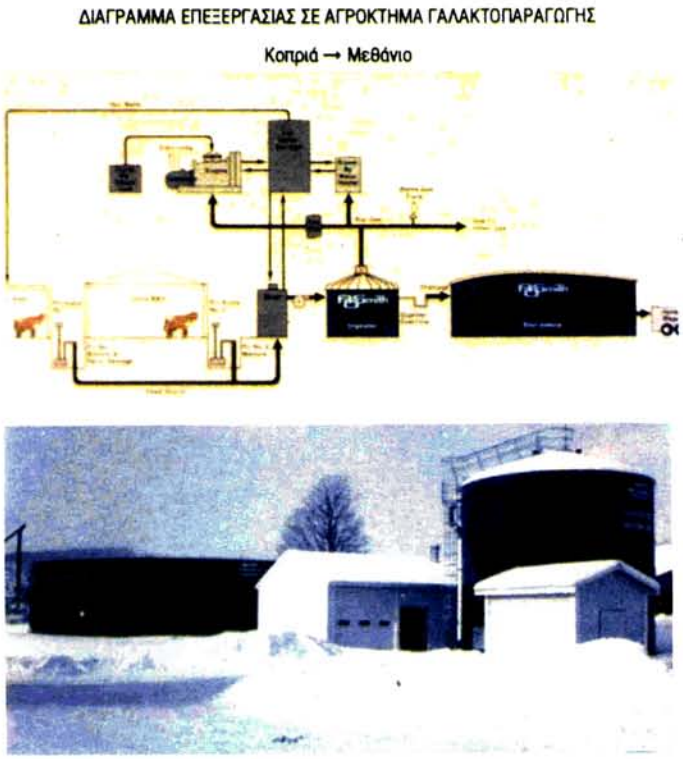
Σχ. 13-16. *Το βιοαέριο και παραπροϊόντα της διασπάσεως ξεχωρίζουν σε δύο στρώματα, όταν η λάσπη διασπασθεί.*

- Βιοαέριο.
- Αφρό ακαθαρσιών. Είναι μίγμα ινών και στερεών, που έχουν ξεχωρίσει από τα οργανικά απόβλητα. Αν δεν υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες, ο αφρός θερμομονώνει τη λάσπη και βοηθεί τη διαδικασία διασπάσεως. Αν ο αφρός όμως είναι πολύς, πράγμα σύνηθες, αυτό είναι πρόβλημα, γιατί μπορεί να σταματήσει τη λειτουργία του διασπαστήρα.
- ***Υγρό που πλέει.*** Είναι το χρησιμοποιημένο υγρό από τη λάσπη. Η αξία του ως λιπάσματος είναι ίδια με αυτή της λάσπης, γιατί περιέχει αδιάλυτα στερεά.
- Λάσπη. Αποτελείται από στερεά που περιέχονται στα αρχικά απόβλητα. Έχουν μειωθεί στο 40% περίπου του αρχικού τους όγκου. Χρησιμοποιείται για λίπασμα.
- Άμμος και ανόργανα υλικά.

Έχουν σχεδιασθεί αναερόβιοι διασπαστήρες για χρήση σε αγροκτήματα, όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες κοπριάς. Το μεθάνιο που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε θερμαντήρες, αγροτικούς ξηραντήρες, ή μηχανές εσωτερικής καύσεως (σχ. 13-17).

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ

Ίσως να μην είναι μακριά η μέρα που πολλές πόλεις στις ΗΠΑ θα μπορούν να μειώσουν τα προβλήματα διαθέσεως των σκουπιδιών τους ενώ συγχρόνως θα έχουν και κέρδος από πλευράς ενέργειας καίγοντας τα απορρίμματά τους. Τα σκουπίδια των πόλεων μπορούν να τεμαχισθούν, να αναμιχθούν με άλλα καύσιμα, όπως το κάρβουνο ή το πετρέλαιο, και να καούν. Η θερμότητα που εκλύεται μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό ή να θερμαίνει τα κτήρια. Ευρωπαϊκές πόλεις καρπώνονται την



Σχ. 13-17. *Πρότυπο διασπαστήρα σε αγρόκτημα. Επάνω: Διάγραμμα του συστήματος. Κάτω: Εγκατάσταση σε αγρόκτημα (Harrestore Systems; A.O. Smith Harrestore Products, Inc.)*



Σχ. 13-18. *Ένα πείραμα κατά το οποίο χρησιμοποιήθηκαν σκουπίδια ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Απορριμματοφόρα φορτηγά μεταφέρουν σκουπίδια στο εργοστάσιο επεξεργασίας για κοπή. Στο ίδιο εργοστάσιο διαχωρίζονταν τα καύσιμα απορρίμματα από τα μέταλλα (Union Electric Co.).*



Σχ. 13-19. *Μετά το θρυμμάτισμα, τα σκουπίδια είχαν αυτήν την εικόνα, δηλαδή κομματάκια χαρτιού, κομματάκια από υφάσματα και άλλα ινώδη υλικά.*

ενέργεια από σκουπίδια και απορρίμματα επί πολλά χρόνια. Το κάψιμο των σκουπιδιών και των απορριμμάτων απαιτεί ειδικούς καυστήρες, εφοδιασμένους με κινούμενους τρίφτες. Μερικές πόλεις στη Βόρεια Αμερική, όπως το Σικάγο, η ναυτική βάση Norfolk (στην πολιτεία Βιρτζίνια) και πολλές καναδικές πόλεις, έχουν ήδη προγράμματα καύσεως.

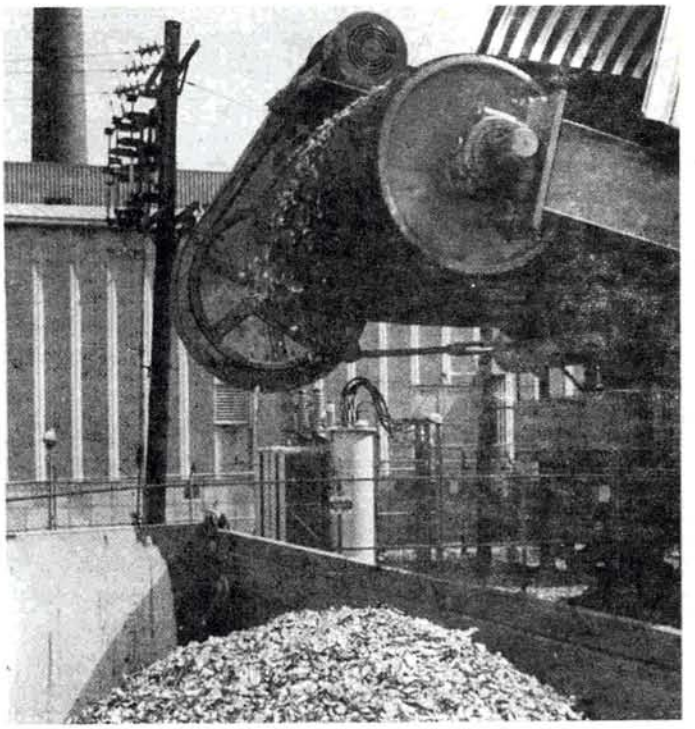
ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΚΑΥΣΕΩΣ ΤΟΥ ST. LOUIS

Οι υπεύθυνοι της πόλεως St. Louis, στην πολιτεία Missouri, συνεργαζόμενοι με μια εταιρεία παραγωγής ηλεκτρισμού, κατασκεύασαν ένα δοκιμαστικό εργοστάσιο στα 1970. Τα απορρίμματα (σχ. 13-18) στην αρχή τεμαχίζονταν σε μηχανή σπαστήρα. Τεράστιες μεταλλικές λεπίδες του σπαστήρα, κινούμενες με κινητήρα 1250 hp, μετέτρεπαν τα σκουπίδα σε σωμάτια με διάμετρο μικρότερη των 4 εκατοστών (σχ. 13-9). Κατόπιν, μαγνητικοί διαχωριστήρες απομάκρυναν τα σιδηρομαγνητικά υλικά, τα οποία αποθηκεύονταν μέχρι να πουληθούν σε εργοστάσια χαλυβουργίας (σχ. 13-20).

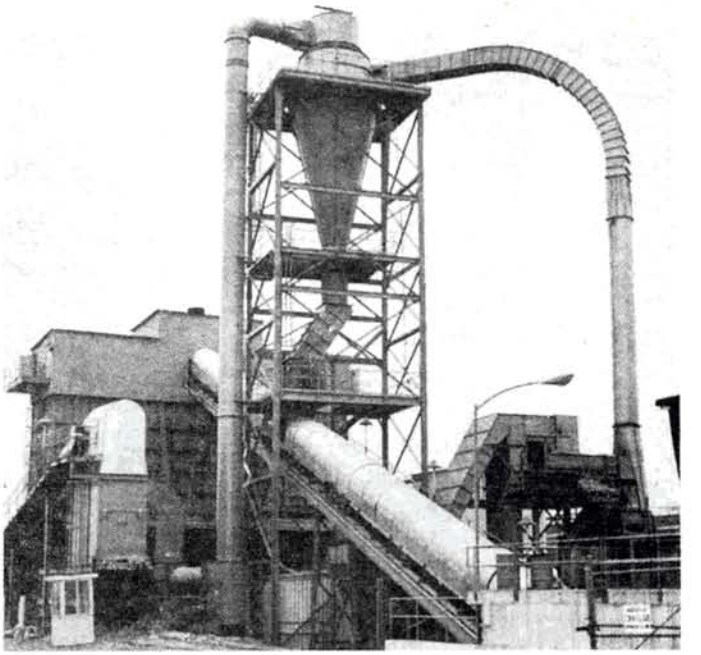
Επειδή τα σκουπίδια εξακολουθούσαν να περιέχουν βαριά υλικά, που δεν μπορούσαν να καούν, τα περνούσαν πάνω από δυνατή ροή αέρα, για να απομακρυνθούν τα ελαφρά υλικά που μπορούσαν να καούν (σχ. 13-21). Μεταφορικές ταινίες μετέφεραν τα καύσιμα υλικά στους καυστήρες του εργοστασίου ηλεκτροπαραγωγής. Εκεί αναμιγνύονταν με κάρβουνο και τροφοδοτούσαν τον καυστήρα με αγωγούς που λειτουργούσαν με αέρα. Το σχήμα 13-22 δείχνει την όλη διαδικασία.

ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΝΣΗ ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΩΝ

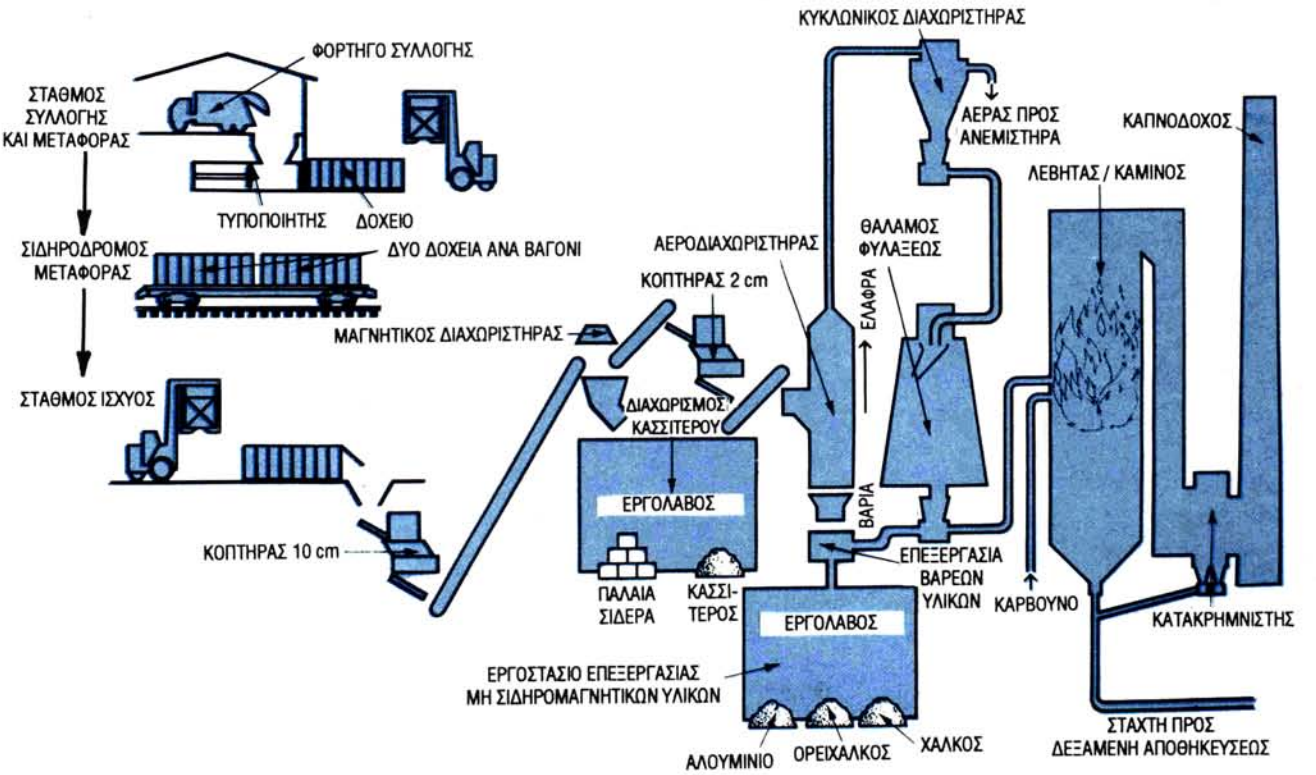
Οι γεωργοί πειραματίζονται από καιρό στη χρήση υπολειμμάτων της συγκομιδής ως καυσίμου για την ξήρανση δημητριακών. Μια βιομηχανία κατασκευής αποθηκών ξηράνσεως ασχολείται με τις δοκιμές ενός κλιβάνου για βιομάζα. Ο κλίβανος μπορεί να κάψει σχεδόν



Σχ. 13-20. *Μέταλλα που προέκυπταν από τη διαλογή των απορριμμάτων μεταφέρονταν για αποθήκευση με ταινίες μεταφοράς. Αργότερα οδηγούνταν σε εργοστάσιο χαλυβουργίας (Union Electric Co.).*



Σχ. 13-21. *Ένας αεροδιαχωριστής προκαλώντας ροή αέρα μεγάλης πιέσεως διαχώριζε τα ελαφρύτερα καύσιμα υλικά από τα μη καιόμενα, όπως το γυαλί, πριν τα καύσιμα υλικά εισαχθούν στους καυστήρες του σταθμού ισχύος.*

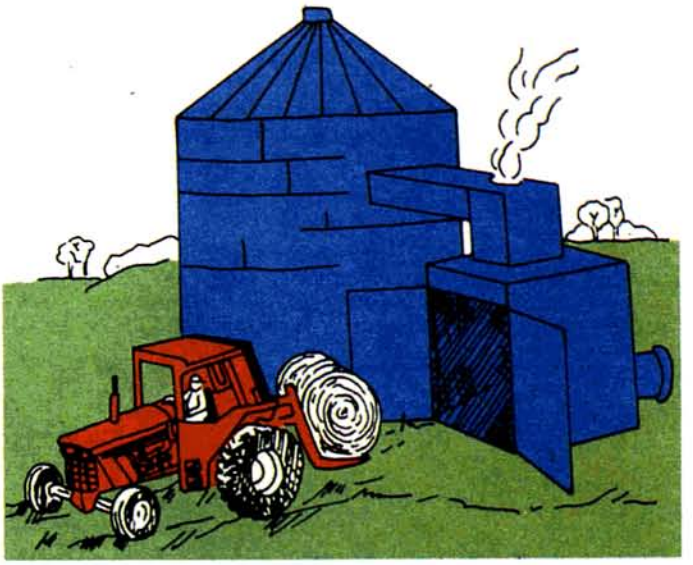


Σχ. 13-22. *Αυτό το απλοποιημένο διάγραμμα παρουσιάζει όλο το εργοστάσιο επεξεργασίας (ανακτήσεως) απορριμμάτων στην πολιτεία Saint Louis των ΗΠΑ (Union Electric Co.).*

οποιουδήποτε τύπου καύσιμο υλικό (σχ. 13-23). Μια λογική πηγή καυσίμου είναι τα υπολείμματα από τη σοδειά του καλαμποκιού. Σύμφωνα με τη βιομηχανία, μια σοδειά 24 bushel (τρία γαλόνια, περίπου 12 λίτρα) ανά στρέμμα δίνει 625 κιλά στάχυα, φύλλα και κοτσάνια καλαμποκιού ανά στρέμμα. Αυτά δίνουν ενέργεια όση περίπου 1280 λίτρα προπανίου.

Ο κλίβανος είναι σχεδιασμένος για να θερμαίνει αέρα που στη συνέχεια διοχετεύεται μέσα στις αποθήκες με τα δημητριακά. Με τη χρήση εναλλακτών θερμότητας, οι φλόγες από την καύση δεν έρχονται ποτέ σε επαφή με τους σπόρους (ο εναλλακτήρας θερμότητας είναι συσκευή που παίρνει θερμότητα από ένα μέρος και τη στέλνει σε κάποιο άλλο χωρίς να αναμιγνύονται οι δύο πηγές αέρα).

Μια εταιρεία χρησιμοποιεί τα στάχυα του καρπού του καλαμποκιού που έχουν συλλεχθεί από τις δικές της φυτείες για να ξηραίνει τους σπόρους της. Τα στάχυα τοποθετούνται σε ένα θάλαμο αεριοποιήσεως, όπου καίγονται με περιορισμένη παροχή οξυγόνου. Κατ' αυτόν τον τρόπο παράγονται καύσιμα αέρια, τα οποία χρησιμοποιούνται ως καύσιμο για τη λειτουργία του ξηραντήρα των σπόρων.



Σχ. 13-23. *Η αγροτική βιομάζα αποτελείται από υλικά, όπως άχυρα και υπολείμματα από τη σοδειά του καλαμποκιού (καρποί, κοτσάνια), που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ξήρανση αποθηκευμένων σιτηρών. Εδώ, δέματα από άχυρα ρίχνονται μέσα σε κάμινο βιομάζας.*

ΕΡΕΥΝΑ ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΕΩΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ

Το Πανεπιστήμιο Iowa State University στο Ames έχει πραγματοποιήσει έρευνα για αεριοποίηση αυτού του είδους. Πιστεύεται ότι οι βενζινοκινητήρες θα κινούνται με αυτό το καύσιμο, αν τροποποιηθούν οι εξαεριωτήρες (καρμπυρατέρ). Η έρευνα αυτή εστιάζεται στην κατασκευή μικρών (φορητών) αεριοποιητών καλαμποκιού, που να μπορούν να τοποθετούνται σε ελκυστήρες (τρακτέρ). Τα υπολείμματα των καρπών του καλαμποκιού θα μπορούσαν να παράγουν την ενέργεια που χρειάζεται ο ελκυστήρας.

ΠΥΚΝΩΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Επειδή η βιομάζα είναι δύσκολο να συλλεχθεί, να αποθηκευθεί, να μεταφερθεί και να χρησιμοποιηθεί, έχουν καταβληθεί προσπάθειες να συμπιεσθεί. Όταν γίνει αυτό, ονομάζεται ***καύσιμο πυκνωμένης βιομάζας (densified biomass Fuel, DBF).***

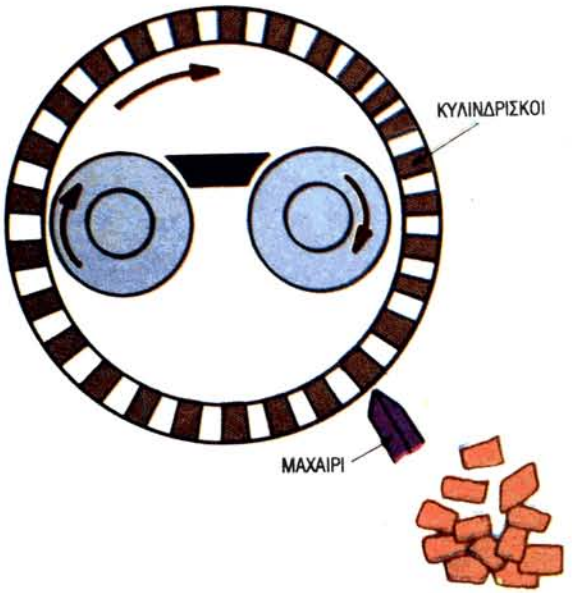
Πριν μετατραπεί, η πρώτη ύλη βιομάζας υφίσταται μερικές μεταβολές. Πρώτα πρέπει να διαχωρισθούν τα υλικά που δεν μπορούν να καούν. Κατόπιν τα απομένοντα καύσιμα υλικά τεμαχίζονται και ξηραίνονται.

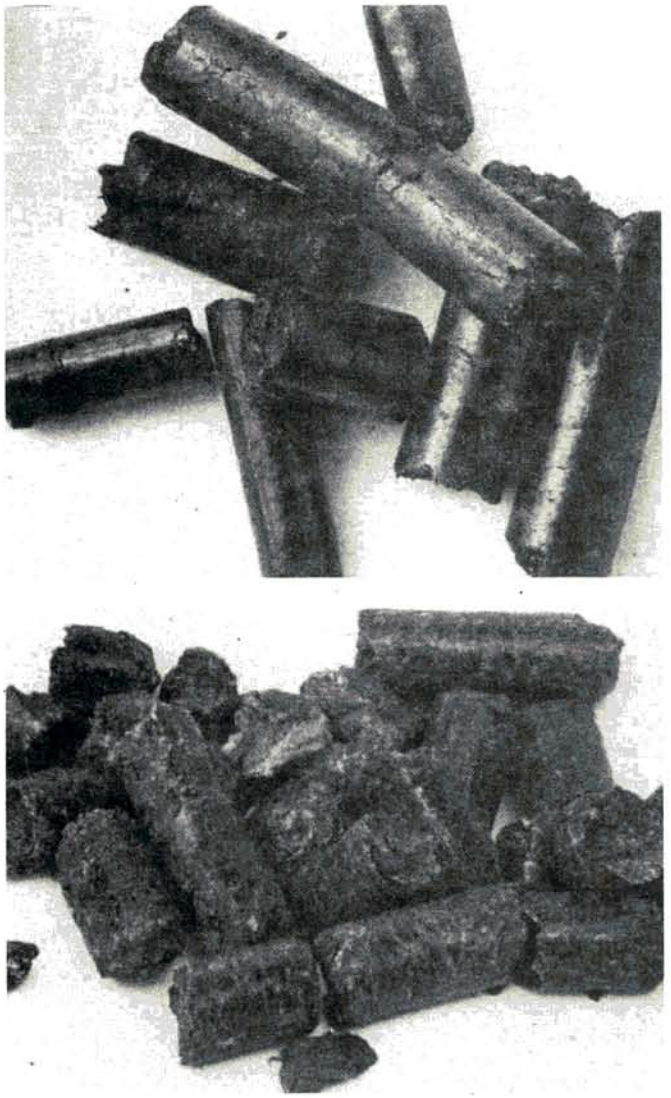
Υπάρχουν σήμερα σε βιομηχανική χρήση πέντε μέθοδοι πυκνώσεως βιομάζας:

- ***Κυλινδροποίηση (πελετοποίηση).*** Δίνεται στο υλικό μορφή μικρών κυλίνδρων με τη βοήθεια καλουπιών από σκληρό ατσάλι γεμάτων από τρύπες διαμέτρου από 3 mm έως 13 mm (σχ. 13-24). Το καλούπι περιστρέφεται γύρω από σύστημα τροχών, που σπρώχνουν τη βιομάζα διά μέσου των οπών με μεγάλη πίεση, περίπου 7 kgf (χιλιόγραμμα δυνάμεως) ανά mm^2. Το εξερχόμενο από τις τρύπες του καλουπιού υλικό έχει τη μορφή μικρών κυλινδρικών κομματιών.
- ***Κυβοποίηση.*** Αυτή είναι μία μέθοδος μορφοποιήσεως, κατά την οποία το καλούπι δημιουργεί μεγαλύτερα τεμάχια (πέλετ), ή κύβους πλευράς από 25 έως 50 mm (σχ. 13-25). Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σήμερα για τη μορφοποίηση του άχυρου και του χαρτιού. Όμως, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για μορφοποίηση πολλών άλλων υλικών.
- ***Πλινθοποίηση.*** Η βιομάζα συμπιέζεται από κυλίνδρους, που έχουν στις επιφάνειές τους εσοχές, και παίρνει διάφορα σχήματα. Τα κομμάτια του βιομηχανοποιημένου κάρβουνου για ψήσιμο είναι ένα παράδειγμα πλινθοποιήσεως.
- ***Εξώθηση***. Αυτή η μέθοδος στηρίζεται σε έναν έλικα, όπως αυτός που χρησιμοποιείται στις μηχανές κοπής του κιμά. Ο έλικας σπρώχνει τη βιομάζα ώστε να περάσει μέσα από ένα μεγάλο καλούπι. Τα σωμάτια της βιομάζας έχουν διάμετρο από 25 έως 102 mm. Συχνά προστίθεται στο μίγμα πίσσα ή παραφίνη, για τη συνοχή των σωματίων και την απόδοση περισσότερης θερμότητας. Τα υπερκαταστήματα τα πωλούν για τα τζάκια (σχ. 13-26).
- ***Περιστροφή - συμπίεση.*** Σύμφωνα με αυτήν τη διαδικασία, ινώδη υλικά, όπως τα άχυρα, οδηγούνται συνεχώς σε τέσσερις τροχούς (σχ. 13-27). Οι τροχοί (κύλινδροι) περιστρέφονται με τη βοήθεια κινητήρα και βρίσκονται υπό μεγάλη τάση ελατηρίων· έτσι συμπιέζουν και τυλίγουν τη βιομάζα, δίνοντάς της σχήμα πυ-

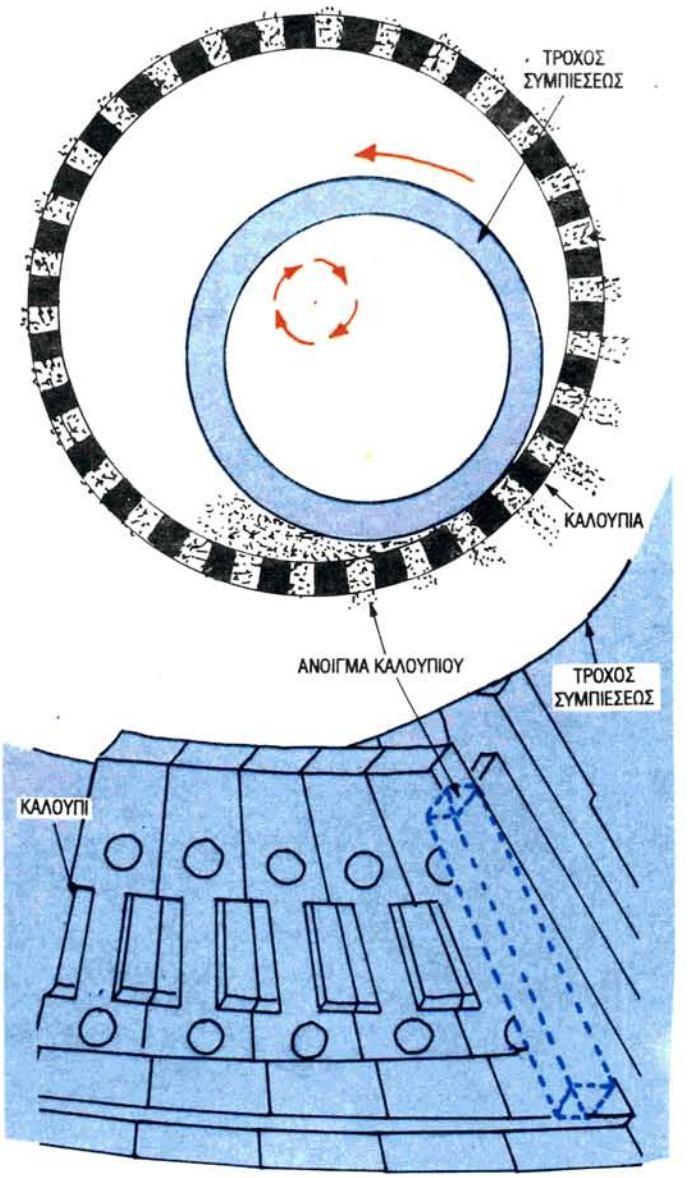
κνών κυλίνδρων. Καθώς οι τροχοί περιστρέφονται και συμπιέζουν, το υλικό που υφίσταται την κατεργασία βγαίνει από τους τροχούς. Αυτή η λειτουργία παράγει ένα συνεχές κυλινδρικό συμπιεσμένο υλικό διαμέτρου από 13 έως 18 cm. Κόβεται σε κυλίνδρους μήκους 10 με 30,5 cm (σχ. 13-28).

Η πύκνωση στερεών απορριμμάτων είναι ελκυστική μέθοδος για τις υπηρεσίες συλλογής και διαθέσεως σκουπιδιών των πόλεων. Παράγει εύκολα αποθηκευόμενη ενέργεια και λύνει προβλήματα διαθέσεως (απορρίψεως) των σκουπιδιών.

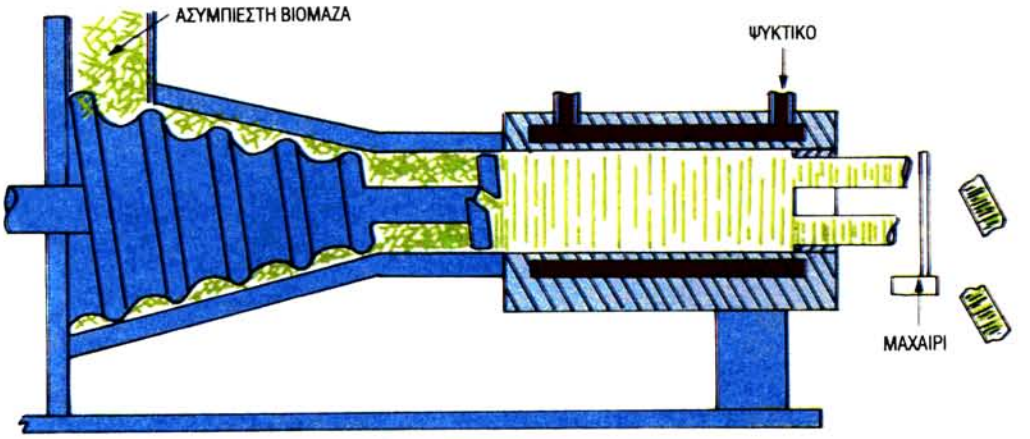




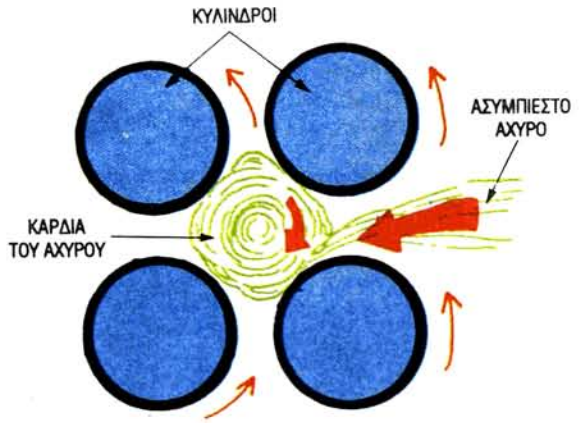
Σχ. 13-24. *Με τη μορφοποίηση της βιομάζας ελαττώνεται ο όγκος της. Επάνω: Σύστημα μορφοποιήσεως, σύμφωνα με το οποίο η βιομάζα ωθείται με μεγάλη πίεση διά μέσου καλουπιών. Μέση: Δείγμα από μορφοποιημένο μίγμα ξύλου/σαπρών χόρτων (φυτάνθρακα). Κάτω: Μορφοποιημένα σωμάτια ξύλου (Guaranty Fuels, Inc.).*



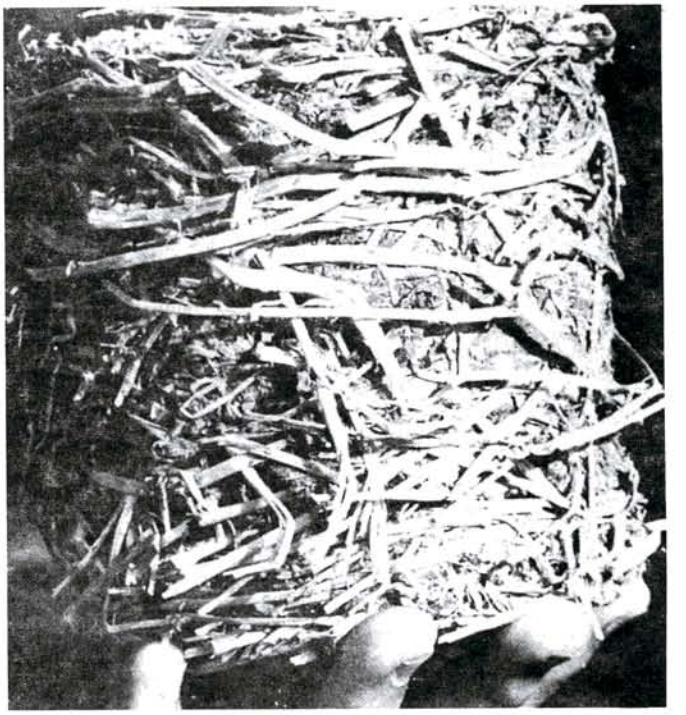
Σχ. 13-25. *Η διαδικασία κυβοποιήσεως παράγει μεγαλύτερα κομμάτια. Επάνω: Τροχός συμπιέσεως και καλούπια συμπιέζουν και μορφοποιούν τους κύβους. Κάτω: Μεγεθυσμένο τμήμα του καλουπιού. Νοητές γραμμές δείχνουν ανοίγματα του καλουπιού, μέσα από τα οποία πιέζεται η βιομάζα (Papakube Corp.).*



Σχ. 13-26. *Διαδικασία εξωθήσεως. Ο μηχανισμός του έλικα συμπιέζει τη βιομάζα και την αναγκάζει να περάσει από ένα μεγάλο καλούπι. Το υλικό βγαίνει σε μορφή κορμών. Ένα ειδικό μαχαίρι τους κόβει στο κατάλληλο μήκος.*



Σχ. 13-27. *Μια άλλη μέθοδος συμπιέσεως βιομάζας είναι η περιστροφή της στο χώρο μεταξύ κυλίνδρων υπό μεγάλη πίεση (Agropack).*



Σχ. 13-28. *Πρόκειται για ένα δείγμα μορφοποιημένου αχύρου κυλινδρικού σχήματος, μεγάλης πυκνότητας.*

ΚΟΝΙΟΡΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΚΑΥΣΙΜΟ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

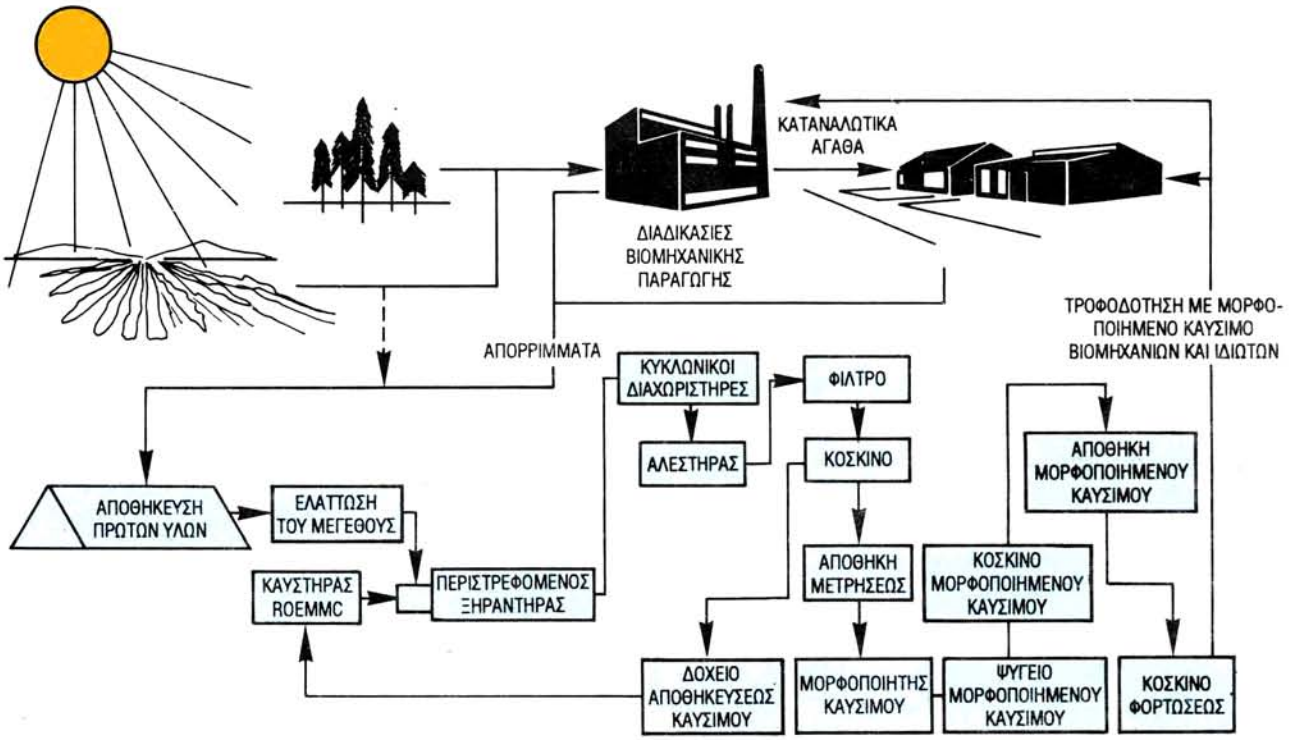
Με μιαν άλλη διαδικασία που είναι σήμερα υπό ανάπτυξη, παράγεται από τα σκουπίδια μια πυκνή σκόνη, που λέγεται οικοκαύσιμο 11 (Ecofuel 11). Τα σκουπίδια κόπτονται και κονιορτοποιούνται μέσα σε υδροχλωρικό ή θειικό οξύ. Η προκύπτουσα σκόνη χρησιμοποιείται σε ειδικούς λέβητες που καίνε αιωρούμενο καύσιμο.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ DBF

Κατά την καύση του καυσίμου πυκνωμένης βιομάζας (Densified Biomass Fuel, DBF), δεν εκλύεται θείο, ώστε να προκαλείται μόλυνση, όπως συμβαίνει με το κάρβουνο. Το υπόλειμμα της στάχτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα.

Το DBF μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργοστάσια για την παραγωγή βιομηχανικής θερμότητας. Μπορεί να καεί άμεσα σε τροποποιημένους λέβητες αερίου και πετρελαίου ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αεριοποιητές και να μετατραπεί σε αέριο καύσιμο. Άλλες δυνατές χρήσεις του DBF είναι:

- Ως καύσιμο για καυστήρες κατοικιών, καταστημάτων ή βιομηχανιών.
- Ως καύσιμο για αεροστεγείς ξυλόσομπες.
- Ως καύσιμο για μηχανές εξωτερικής καύσεως, όπως οι μηχανές Brayton και Stirling.
- Ως καύσιμο για τζάκια και ψηστιέρες, που χρησιμοποιούνται στο ύπαιθρο.
- Ως πρώτη ύλη για πυρόλυση πετρελαίου και κάρβουνου μεγάλης πυκνότητας.
- Ως πρώτη ύλη σε εργοστάσια αεριοποιήσεως.



Σχ. 13-29. *Διάγραμμα ροής ενός χαρακτηριστικού κύκλου βιομάζας από την πηγή μέχρι την τελική κατανάλωση (Guaranty Fuels, Inc.).*

Το σχήμα 13-29 παρουσιάζει τον κύκλο της βιομάζας (πηγή, διαδικασία επεξεργασίας, τελική χρήση). Στο σχήμα 13-30 παρουσιάζεται ένα χαρακτηριστικό εργοστάσιο πυκνώσεως βιομάζας.

ΠΗΓΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η οργανική ύλη που αποτελεί τη βιομάζα μπορεί να προέλθει από πολλές πηγές. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται:

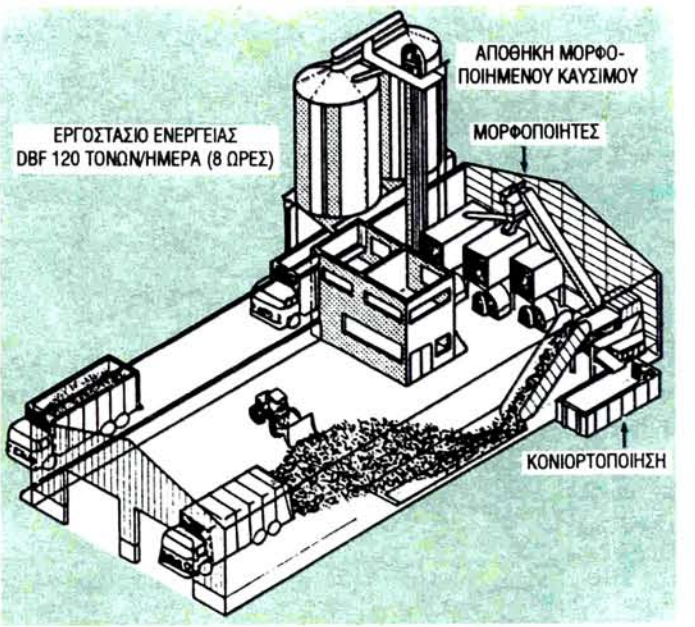
- Σκουπίδια και κατάλοιπα από πόλεις και εργοστάσια.
- Σκουπίδια και κατάλοιπα από δάση και αγροκτήματα.
- Ενεργειακές καλλιέργειες αναπτύξεως φυτών σε χώμα και (γλυκό) νερό.
- Ενεργειακές καλλιέργειες σε θαλάσσιο νερό.

Τα σκουπίδια και τα κατάλοιπα είναι χρήσιμα υλικά, που σήμερα πολύ συχνά πετιούνται. Οι βιομηχανίες επεξεργασίας ξύλου και τροφών παράγουν τόνους σκουπιδιών, που θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν και να παράγουν ενέργεια. Το ίδιο ισχύει για τις πόλεις, ιδιαίτερα των ΗΠΑ, που παράγουν τόσα πολλά απόβλητα και άλλα στερεά κατάλοιπα, των οποίων η διάθεση είναι εθνικό πρόβλημα.

Στο σχήμα 13-31 δίνεται μια μερική καταγραφή σκουπιδιών και καταλοίπων.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΄Η ΠΕΡΙΣΩΣΗ

Οι τέσσερις πηγές βιομάζας, που προαναφέρθηκαν, αντιπροσωπεύουν δύο πολύ διαφορετικές προσεγγίσεις



Σχ. 13-30. *Διάγραμμα που παρουσιάζει εργοστάσιο πυκνώσεως βιομάζας, η οποία μετατρέπεται σε μορφοποιημένα κομμάτια που θα χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο (Papakube Corp.).*

στο θέμα της προμήθειας βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας. Οι δύο τελευταίες πηγές (ενεργειακή καλλιέργεια) απαιτούν μια νέα βιομηχανία για την καλλιέργεια φυτών με μοναδικό σκοπό την παραγωγή ενέργειας. Οι άλλες δύο επαναπροσδιορίζουν τη διάθεση των συνήθως μη χρησιμοποιουμένων υλικών. Απαιτούν

ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	ΚΑΤΑΛΟΙΠΑ
ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	ΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΤΑ ΚΑΤΑΛΟΙΠΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΑΠΟ ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΑΓΡΟΚΤΗΜΑΤΑ
ΔΑΣΗ Σκόνη από πριόνισμα ξύλου Φλούδες Χαρτοπολτός Ροκανίδια Άχρηστα ξύλα Σκόνη ξύλου Χαρτί	ΔΑΣΗ Μη εμπορική ξυλεία Άρρωστα δένδρα Απορρίμματα υλοτομίας
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ Κεφαλές καλαμποκιού Σπόροι φρούτων Κοπριά Φλούδια ρυζιού Υπολείμματα ζαχαροκάλαμου Φλούδια ξηρών καρπών	ΓΕΩΡΓΙΚΑ Κοτσάνια καλαμποκιού Άχυρα βρώμης Άχυρα σιταριού Άχυρα κριθαριού Άχυρα ρυζιού
ΑΣΤΙΚΑ Ιλύς Σκουπίδια Οργανικά απορρίμματα	

Σχ. 13-31. *Υλικά βιομάζας όπως τα παραπάνω συνήθως έμεναν ανεκμετάλλευτα. Με κατάλληλες μεθόδους ανακυκλώσεως μπορούν να μετατραπούν σε χρήσιμη ενέργεια.*

την κατασκευή νέων συστημάτων συλλογής και μετατροπής των σκουπιδιών και των καταλοίπων.

Και οι δύο προσεγγίσεις έχουν τα προβλήματά τους. Αυτά όμως θα συζητηθούν αργότερα.

ΠΗΓΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Κάθε χρόνο οι ΗΠΑ παράγουν περίπου ένα δισεκατομμύριο τόνους σκουπίδια με όλους τους τρόπους. Δεν μπορεί να αξιοποιηθεί όλη αυτή η ποσότητα, να γίνει δηλαδή καύσιμο. Μερικά απορρίμματα δεν είναι οργανικά και δεν καίγονται. Πολλά είναι πολύ διασκορπισμένα και δεν αξίζει να συλλεγούν.

Με τα οργανικά απορρίμματα των πόλεων είναι αναμεμιγμένα πολλά ανόργανα υλικά. Αυτά είναι:

- Ορυκτά. Μεταξύ αυτών είναι ο σίδηρος, το αλουμίνιο, ο μπρούτζος, ο χαλκός και ο κασσίτερος.
- Μη καιόμενα βιομηχανικά υλικά. Το γυαλί, οι πέτρες, τα τσιμέντα και τα τούβλα είναι τα πιο κοινά.

Πολλά από αυτά τα υλικά μπορούν να διαχωρισθούν και να ανακυκλωθούν. Άλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μπάζα για γέμισμα ή ως οικοδομικό μίγμα.

	ΣΥΝΟΛΑ ΣΕ ΕΘΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (εκατομμύρια τόνοι)	ΜΕΣΗ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ ΑΝΑ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΟ (σε κιλά)	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
			ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ (λίτρα βενζίνης)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (λίτρα βενζίνης)
ΥΛΙΚΟ				
ΧΑΡΤΙ				
Εφημερίδες	7,0	106	44,8 ή	40,8
Άλλα υλικά που μπορούν να διαχωρισθούν.	5,3	78,6	33,2 ή	30,4
Υλικά που δεν μπορούν να διαχωρισθούν.	10,9	168	–	65,2
ΓΥΑΛΙ	10,8	167	15	–
ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	6,3	95,4	40,4	–
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	0,6	9,1	64	–
ΑΛΛΑ ΜΗ ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ	0,2	3,2	–	–
ΠΛΑΣΤΙΚΑ				
Αυτά που μπορούν να διαχωρισθούν.	1,0	15	19,6 ή	12
Αυτά που δεν μπορούν να διαχωρισθούν.	2,3	35	–	14
ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΕΡΜΑΤΑ	1,0	15	–	5,6
ΥΦΑΣΜΑΤΑ	1,0	15	–	5,6
ΞΥΛΑ	0,6	9,1	–	3,6
ΤΡΟΦΙΜΑ	17,8	270	–	104
ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΝΟΡΓΑΝΑ	1,0	15	–	–
Υποσύνολα	65,8	1001	217	281
ΟΓΚΩΔΗ ΥΛΙΚΑ	6,4	96,8	–	–
ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΣΤΑΥΛΩΝ	18,1	273	–	76,8
ΣΥΝΟΛΟ	90,3	1371	217	358

Σχ. 13-32. *Οι πόλεις στις ΗΠΑ παράγουν βουνά σκουπιδιών, οργανικών και ανοργάνων.*

Η ανακύκλωση μετάλλων ισοδυναμεί επίσης με εξοικονόμηση ενέργειας. Για παράδειγμα, για την ανακύκλωση αλουμινίου απαιτείται μόνο το 5% της ενέργειας που καταναλώνεται για την παραγωγή του από ορυκτές πρώτες ύλες.

Πόλεις των ΗΠΑ παράγουν τεράστιες ποσότητες απορριμμάτων οργανικών και μη (σχ. 13-32). Μέχρι σήμερα, λίγα από αυτά τα υλικά ανακυκλώνονται. Συνέπεια αυτού είναι το τεράστιο πρόβλημα διαθέσεως (απορρίψεως). Εμφανίζονται όλο και περισσότερες ανακοινώσεις που λένε ότι σε διάφορες περιοχές έχουν εξαντληθεί τα μέρη που μπορούν να λειτουργήσουν ως σκουπιδότοποι και χαβούζες. Το κόστος συλλογής και διαθέσεως των σκουπιδιών είναι σημαντικό. Το 1964 το κόστος για τις ΗΠΑ ήταν περίπου 26 δολάρια ο τόνος, αλλά το 1984 έφτασε κοντά στα 50 δολάρια και θα συνεχίσει να αυξάνεται.

Η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί από τα απορρίμματα των πόλεων θα αντιστοιχούσε χονδρικά σε 150 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου το χρόνο (1 βαρέλι είναι περίπου 158 λίτρα). Αυτό θα αντιστοιχούσε εξοικονόμηση σε ενέργεια 7,2 δισεκατομμυρίων δολαρίων, αν το (αργό) πετρέλαιο πωλούνταν 48 δολάρια το βαρέλι.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΓΡΟΚΤΗΜΑΤΑ

Οι επιστήμονες από τις αρχές της δεκαετίας του 1950 πειραματίζονται για την παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα φυτών που θα χρησιμεύσουν ως καύσιμα. Διεξάγονται πειράματα, ώστε να αυξηθεί η παραγωγή ορισμένων τέτοιων φυτών (σχ. 13-33).

Ένα ενεργειακό αγρόκτημα λειτουργεί αποκλειστικά για την παραγωγή ενέργειας. Είναι μια από τις εναλλακτικές λύσεις για την αντικατάσταση των καυσίμων από απολιθώματα, που συνεχώς ελαττώνονται.

Όμως, είναι αμφίβολο αν μπορεί κάποιος να στηριχθεί σε τέτοιες καλλιέργειες προς το παρόν, για πολλούς λόγους:

- Η καλλιέργεια βιομάζας θα απαιτούσε μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Αυτό ισχύει για τις περισσότερες διαδικασίες μετατροπής ενέργειας βιομάζας σε άλλες μορφές καυσίμου και χημικές πρώτες ύλες.

ΤΥΠΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ	
	(τόνοι/στρέμμα)	(μετρικοί τόνοι/km^2)
Άλγη	48 – 120	0,044 – 0,108
Ηλιοτρόπιο	40 – 80	0,036 – 0,072
Καλαμοσάκχαρο	48 – 200	0,044 – 0,108
Ευκάλυπτος	32 – 120	0,029 – 0,108
Ζαχαρόχορτο	32 – 120	0,029 – 0,108

Σχ. 13-33. *Μερικά φυτά, όπως αυτά που φαίνονται παραπάνω παράγουν μεγάλες ποσότητες βιομάζας. Μπορεί στο μέλλον να καλλιεργούνται για να χρησιμοποιούνται ως πηγές ενέργειας.*

- Για την καλλιέργεια βιομάζας χρειάζεται εύφορο έδαφος, υψηλής ποιότητας. Αυτό όμως σημαίνει ότι μερικές από τις πιο εύφορες περιοχές δεν θα καλλιεργούνται πλέον για την παραγωγή φρούτων, λαχανικών και δημητριακών (μείωση της παραγωγής, έλλειψη στην αγορά).
- Οι ανάγκες για ενέργεια θα συναγωνίζονταν με τις αυξανόμενες απαιτήσεις σε τρόφιμα, για να τραφεί ο συνεχώς ογκούμενος πληθυσμός της γης.

Από την άλλη μεριά υπάρχουν 880 εκατομμύρια στρέμματα βοσκοτόπων και αγροκτημάτων για καλλιέργειες φυτών για βιομάζα. Επιπλέον, 640 εκατομμύρια στρέμματα δασικών εκτάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για βιοενεργειακές καλλιέργειες. Παρ' όλα αυτά, η καλλιέργεια αυτών των εκτάσεων για βιομάζα δεν θα επέτρεπε να χρησιμοποιούνται για την κτηνοτροφία και τη δασοκομία.

ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Οι επιστήμονες μελετούν τρεις τύπους φυτών με σκοπό την υδατοκαλλιέργειά τους. Αυτά είναι τα άλγη, οι υάκινθοι και ένα είδος θαλάσσιου φυκιού το κελπ (kelp).

Ενώ μπορεί η συγκομιδή να είναι δύσκολη, δεν υπάρχει πρόβλημα χρήσεως πολύτιμου νερού. Επιπλέον, η απόδοση είναι μεγαλύτερη στο νερό από ό,τι στο χώμα.

Για περισσότερα από 30 χρόνια, τα άλγη είναι το αντικείμενο πειραμάτων που στοχεύουν στην καλλιέργεια γρήγορης αναπτύξεως βιομάζας. Αυτός ο μονοκύτταρος οργανισμός αναπτύσσεται είτε στις θάλασσες είτε σε λίμνες γλυκού νερού και απαντάται σε όλο τον κόσμο.

Πριν 30 χρόνια είχε εκπονηθεί ένα δοκιμαστικό (πιλοτικό) μικρό πρόγραμμα, για να δουν αν ήταν εφικτό να παραχθούν άλγη ως φθηνή πηγή βιομάζας. Διαβιβάζονταν ειδικές θρεπτικές ουσίες και διοξείδιο του άνθρακα σε δεξαμενές επάνω στις οροφές σπιτιών, για να αναπτυχθούν στο νερό άλγη. Το δοκιμαστικό πρόγραμμα παρήγαγε 165 με 176 kg ξηρού άλγους. Ενώ αποδείχθηκε ότι η διαδικασία ήταν αποτελεσματική, το κόστος ήταν σχετικά υψηλό. Το κόστος παραγωγής ήταν περίπου 0,55 δολάρια ανά χιλιόγραμμο έναντι 0,22 δολαρίων ανά χιλιόγραμμο για παραδοσιακές μονάδες καλλιέργειας. Παρ' όλο το γρήγορο ρυθμό αναπτύξεως, τα άλγη δεν φαίνεται, προς το παρόν, να είναι η κατάλληλη εναλλακτική λύση για την ικανοποίηση των μελλοντικών ενεργειακών αναγκών.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΚΕΛΠ (KELP)

Ο Δρ. Wheeler J. North, ένας ωκεανογράφος βιολόγος στο πανεπιστήμιο California Institute of Technology, δοκίμασε καλλιέργεια κελπ στη θάλασσα κατά τη δεκαετία του 1980. Το κελπ αναπτύσσεται με ρυθμό 61 πόντων τη μέρα. Μετά τη συγκομιδή του, το κελπ θα μπορούσε να φορτωθεί σε φορτηγίδες (μαούνες) και να αφεθεί εκεί να σαπίσει παράγοντας μεθάνιο.

Υπολογίσθηκε ότι το κελπ θα μπορούσε να ικανοποιήσει τις ενεργειακές ανάγκες 300 ανθρώπων με τα σημερινά επίπεδα καταναλώσεως στις ΗΠΑ. Συγχρόνως θα μπορούσε εύκολα να διατεθεί ως τροφή σε 3000 έως 5000 ανθρώπους.

Επειδή οι θάλασσες έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη από περίπου 205 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα, η καλλιέργεια του κελπ θα μπορούσε να πει κάποιος ότι θα ικανοποιούσε ανάγκες διατροφής 20 έως 200 δισεκατομμυρίων ανθρώπων.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΝ

Το πλαγκτόν είναι το όνομα που δίνεται σε ένα τεράστιο αριθμό φυτών και ζώων που κινούνται με το ρεύμα μεγάλων όγκων νερού. Τα άλγη είναι ένα από αυτά τα φυτά. Υπάρχουν και στο θαλάσσιο και στο γλυκό νερό. Μερικά κινούνται στο νερό με τις παλίρροιες και τα ρεύματα. Οι ζωικοί οργανισμοί, που λέγονται νεκτόν, κινούνται σχεδόν ανεξάρτητα από τις παλίρροιες. Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο παράγονται στη θάλασσα 10 δισεκατομμύρια τόνοι πλαγκτόν, γεγονός που καθιστά αυτό την πολυπληθέστερη μορφή θαλάσσιας ζωής και θαλάσσιας χλωρίδας.

Ο Δρ. William Von Arx, αξιόλογος ωκεανογράφος, προβαίνει σε προβλέψεις για τις ενεργειακές δυνατότητες του πλαγκτόν. Λέει ότι αν το πλαγκτόν χρησιμοποιούνταν μόνο για ενέργεια και μετατρεπόταν σε μεθάνιο, θα μπορούσε να παράγει ενέργεια 10 φορές αυτήν που καλύπτει τις σημερινές ανάγκες.

ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Σήμερα, η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα καλλιεργούμενη σε ενεργειακά αγροκτήματα είναι ακριβή. Τέτοια ενέργεια κοστίζει πολύ περισσότερο απ' ό,τι η ενέργεια από ακατέργαστο πετρέλαιο και κάρβουνο. Το γεγονός ότι σημειώνονται μεγάλες αυξήσεις στο κόστος των καυσίμων από απολιθώματα και της πυρηνικής ενέργειας δεν σημαίνει ότι η ενέργεια βιομάζας έχει συγκριτικά μικρότερο κόστος, γιατί η ίδια η παραγωγή της, η μεταφορά της και η επεξεργασία της απαιτεί αρκετή ενέργεια. Δύο πράγματα θα μπορούσαν να συμβούν, για να γίνουν οι ενεργειακές καλλιέργειες ανταγωνιστικές:

- Να αυξηθεί πολύ η παραγωγικότητα αυτών των καλλιεργειών.
- Να βελτιωθεί πάρα πολύ η απόδοση της διαδικασίας μετατροπής.

Όσο καλύτερο είναι το χώμα όπου καλλιεργείται η βιομάζα, τόσο υψηλότερη είναι η απόδοση. Υπολογίζεται ότι για να παραχθεί το 1% των αναγκών των ΗΠΑ θα απαιτούνταν 40 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήσιμης γης, πολύ καλής ποιότητας. Για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας βιομάζας σε λιγότερο αποδοτικά χωράφια θα χρειάζονταν μεγαλύτερη έκταση, ίσως μέχρι 120 με 160 εκατομμύρια στρέμματα.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Υπάρχουν μερικοί λόγοι για τους οποίους αξίζει κανείς να λάβει σοβαρά υπόψη τη δυνατότητα χρήσεως ενέργειας βιομάζας. Αυτή προκαλεί λιγότερη μόλυνση, άρα λιγότερους κινδύνους για την υγεία από ό,τι η πυρηνική ενέργεια ή η ενέργεια από καύσιμα και απολιθώματα. Σε αντίθεση με τα καύσιμα από απολιθώματα, τα βιοκαύσιμα είναι ανανεώσιμα και υφίστανται γρήγορα την όλη διαδικασία κατά την οποία παρήχθησαν τα καύσιμα από απολιθώματα.

Με δεδομένο ότι οι ποσότητες θείου και στάχτης στη βιομάζα είναι μικρότερες, θα μειωνόταν η περιβαλλοντική μόλυνση λόγω των διαδικασιών καύσεως που παράγουν θερμότητα. Το κάρβουνο περιέχει 2500 τοις εκατό περισσότερο θείο απ' ότι η βιομάζα.

Η βιομάζα αποθηκεύεται εύκολα. Ενεργειακά συστήματα που χρησιμοποιούν ηλιακή ενέργεια, για παράδειγμα, απαιτούν ξεχωριστά και ακριβά συστήματα αποθηκεύσεως.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η βιομάζα όμως έχει και πολλά μειονεκτήματα, που κάνουν λιγότερο εφικτή τη χρήση της για παραγωγή ενέργειας:

- Είναι μικρής αποδόσεως ως μετατροπέας ηλιακής ενέργειας. Η φωτοσύνθεση γενικά μετατρέπει λιγότερο από το 1% της λαμβανόμενης ηλιακής ενέργειας σε χημική ενέργεια. Ακόμη και υπό τις πιο ευνοϊκές συνθήκες η απόδοση δεν υπερβαίνει το 4%.
- Τα καύσιμα βιομάζας είναι διασκορπισμένα σε μεγάλη έκταση και είναι ακριβή η συλλογή και η επεξεργασία τους.
- Με το να είναι αλλοιώσιμες και ογκώδεις οι πρώτες ύλες παρουσιάζουν προβλήματα στη μεταφορά και αποθήκευση μέχρι να χρησιμοποιηθούν.
- Το ενεργειακό περιεχόμενο ενός τόνου βιομάζας είναι πολύ μικρότερο από αυτό ίσης μάζας καυσίμου απολιθωμάτων ή πυρηνικού καυσίμου.
- Η ξηρή βιομάζα, για παράδειγμα, έχει λιγότερο από το μισό περιεχόμενο σε ενέργεια από ό,τι το πετρέλαιο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βιομάζα, που περιλαμβάνει όλα τα ζωικά οργανικά υλικά, τα οποία προέρχονται από ζώντες οργανισμούς ή οργανισμούς που κάποτε έζησαν, είναι μία μορφή έμμεσης ηλιακής ενέργειας. Η διαδικασία δεσμεύσεως της ηλιακής ενέργειας και η αποθήκευσή της στα φύλλα και τα ινώδη μέρη λέγεται φωτοσύνθεση. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τη μετατροπή διοξειδίου του άνθρακα, νε-

ρού και ορισμένων θρεπτικών ουσιών (από το χώμα) σε σάκχαρο και οξυγόνο.

Η βιομάζα μπορεί να καταστεί χρήσιμη πηγή ενέργειας, αν μετατραπεί σε πιο εύχρηστη μορφή με μεταβολική, θερμοχημική, ή βιολογική διαδικασία μετατροπής. Κατά τη μεταβολική μετατροπή, οι άνθρωποι και τα ζώα χωνεύουν (διασπούν) τη βιομάζα. Θερμότητα, οξυγόνο και ένζυμα διασπούν τα φυτικά κύτταρα και παράγουν τροφή για ενέργεια και ανάπτυξη. Η θερμοχημική μετατροπή είναι μία βιομηχανική μέθοδος βάσει της οποίας ή καίγεται η βιομάζα ή χρησιμοποιείται θερμότητα για να μετατραπεί σε αέριο ή υγρό καύσιμο. Επίσης, βιομηχανική μέθοδος είναι και η βιολογική μετατροπή. Βάσει αυτής χρησιμοποιούνται ένζυμα, μύκητες και βακτηρίδια, για να προκληθεί χημική μεταβολή. Το αποτέλεσμα είναι αέριο ή υγρό καύσιμο.

Η βιομάζα δίνει καύσιμο, όπως το βιοαέριο, η αιθανόλη ή μεθανόλη, το πετρέλαιο, στερεά καύσιμα, όπως κάρβουνο και θρύμματα.

Τα συστήματα θερμοχημικής μετατροπής προβλέπουν άμεση καύση, πυρόλυση, αεριοποίηση και ρευστοποίηση. Η βιολογική μετατροπή επιτυγχάνεται με μια διαδικασία, που λέγεται αναερόβια διάσπαση ή ζύμωση.

Η ενέργεια από βιομάζα δεν έχει χρησιμοποιηθεί καθόλου, γιατί δεν έχει κατανοηθεί αρκετά. Επιπλέον, η συλλογή της βιομάζας είναι δύσκολη ενώ αποδίδει μόνο το ένα τρίτο της ενέργειας που αποδίδει ίδια ποσότητα αργού πετρελαίου.

Σε πολλά μέρη έχουν λειτουργήσει δοκιμαστικά προγράμματα καύσεως απορριμμάτων και έχει χρησιμοποιηθεί η εκλυόμενη ενέργεια (θερμότητα) για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος ή για άλλους σκοπούς. Σε αγροκτήματα, κατάλοιπα καλλιεργειών έχουν χρησιμοποιηθεί για ξήρανση δημητριακών. Υπάρχει ακόμη μικρή βιομηχανία παραγωγής αλκοόλης η οποία αναμιγνύεται με βενζίνη, με στόχο την οικονομία σε πετρέλαιο.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

αναερόβια
αναερόβια διάσπαση
βιολογία
βιοαέριο
βιομάζα
κοκ
καύσιμο πυκνωμένης βιομάζας
διασπαστήρας μετατοπίσεως
ένζυμα
αιθανόλη
υδρογόνωση
μάζα
μεθάνιο
φωτοσύνθεση
λάσπη
υγρό που πλέει
διασπαστήρας κατακόρυφης μίξεως

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Λάβετε μέρος σε μια συζήτηση με άλλα μέλη της τάξεώς σας πάνω σε ένα από τα ακόλουθα θέματα:
   α. Πρέπει τα πλεονάζοντα δημητριακά να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή εναλλακτικών καυσίμων ή πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να θρέψουν τους πεινασμένους του πλανήτη μας;
   β. Πρέπει να απαιτηθεί από τις μεγάλες πόλεις και τις μεγάλες εταιρείες να διαχωρίζουν τα οργανικά απορρίμματά τους και να τα ανακυκλώνουν παράγοντας ενέργεια;
   γ. Πρέπει σε πλεονάζουσες καλλιεργήσιμες εκτάσεις να καλλιεργηθούν ενεργειακά φυτά που μπορεί να δώσουν αλκοόλη και αέριο μεθάνιο;
2. Καταγράφετε επί μία εβδομάδα τα οργανικά απορρίμματα ενός νοικοκυριού που πετιώνται από ένα σπίτι. Δώστε:
   α. Τους υπολογισμούς σας για το πόσα ανακυκλώσιμα απορρίμματα παράγει το χρόνο ένα νοικοκυριό.
   β. Υπολογίστε πόση ενέργεια υπάρχει σε αυτήν την ποσότητα σε λίτρα βενζίνης. Κατόπιν, με τη σημερινή τιμή βενζίνης, βρείτε την αξία σε δραχμές της ενέργειας που χάνεται. Χρησιμοποιήστε τα δεδομένα του σχήματος 13-33 για να κάνετε τους υπολογισμούς σας.
3. Φτιάξτε ένα μικρό διασπαστήρα για την παραγωγή μεθανίου και παρουσιάστε τον στην τάξη σας.

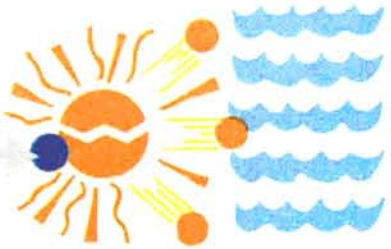
ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Τι είναι βιομάζα;
2. Η διαδικασία με την οποία τα φυτά δεσμεύουν την ενέργεια του ηλίου λέγεται _____
3. Αναφέρετε τρεις μεθόδους, με τις οποίες ενέργεια βιομάζας μετατρέπεται σε άλλες μορφές ενέργειας.
4. Αναφέρετε τουλάχιστον τρία καύσιμα βιομάζας.
5. Η καύση βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας (θερμότητας) λέγεται:
   α. Άμεση καύση.
   β. Πυρόλυση.
   γ. Ρευστοποίηση.
   δ. Αεριοποίηση.
6. Πόση ενέργεια παράγει ένας τόνος ξηρών απορριμμάτων;
   α. Ισοδύναμη με ένα βαρέλι αργό πετρέλαιο.
   β. Ισοδύναμη με 25 βαρέλια αργό πετρέλαιο.
   γ. Ισοδύναμη με 125 βαρέλια αργό πετρέλαιο.
7. Η αναερόβια διάσπαση είναι μία από τις μορφές _____ μετατροπής.
8. Μπορεί να παραχθεί αλκοόλη από φρούτα. Σωστό ή λάθος;
9. Αναφέρετε τους δύο τύπους διασπαστήρων παραγωγής μεθανίου.
10. Αναφέρετε τρεις πηγές βιομάζας.



14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ*

Οι πληροφορίες που δίνονται σε αυτό το κεφάλαιο θα σας βοηθήσουν ώστε να:

- *Περιγράψετε τις μορφές εσωτερικής (θερμοδυναμικής) ενέργειας που βρίσκονται στη φύση, στη γη.*
- *Περιγράψετε μεθόδους δεσμεύσεως και χρησιμοποιήσεως της θερμοδυναμικής ενέργειας που βρίσκεται στο φλοιό της γης.*
- *Συζητήσετε για το ποσό της θερμότητας, που μπορεί να ληφθεί από τη γη.*
- *Καταγράψετε μεθόδους δεσμεύσεως και χρήσεως της θερμοδυναμικής ενέργειας των θαλασσών και της γεωθερμικής ενέργειας.*

Στη γη είναι αποθηκευμένη εσωτερική ενέργεια. Μια από τις πηγές αυτής της ενέργειας είναι ο ήλιος, η ενέργεια του οποίου συλλέγεται και δεσμεύεται από επιφανειακά στρώματα ξηράς ή θάλασσας, πάχους περίπου της τάξεως του μέτρου (σχ. 14-1).

Μια άλλη πηγή εσωτερικής ενέργειας είναι κλεισμένη βαθιά μέσα στη γη. Οι διάφορες μορφές (πηγές) εσωτερικής ενέργειας είναι γνωστές ως:

- Θερμοδυναμική ενέργεια εδάφους.
- Θαλάσσια θερμοδυναμική ενέργεια.
- Γεωθερμική ενέργεια.

ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η θερμοδυναμική ενέργεια εδάφους και η γεωθερμική ενέργεια υπάρχουν και οι δύο στο έδαφος. Ενώ προέρχονται από την ίδια πηγή (το έδαφος), υπάρχει μεταξύ τους διαφορά. Οι τρόποι με τους οποίους δημιουργήθηκαν και οι τρόποι λήψεως και εκμεταλλεύσεώς τους είναι διαφορετικοί.

Η ***θερμοδυναμική (εσωτερική) ενέργεια εδάφους*** οφείλεται κατά ένα μέρος στην αποθήκευση ηλιακής ακτινοβολίας και κατά ένα μέρος στην εσωτερική ενέργεια που δεσμεύτηκε μέσα στη γη κατά το σχηματισμό της. Μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας δεσμεύεται από τις πέτρες και το χώμα στην επιφάνεια της γης.

Η ΓΗ ΩΣ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ (ΑΜΟΡΤΙΣΕΡ)

Αντίθετα με τον αέρα, ο οποίος χάνει γρήγορα την εσωτερική ενέργειά του, καθώς αυτή υπό μορφή θερμότητας ρέει προς την ανώτερη ατμόσφαιρα, το έδαφος χάνει την ενέργεια που διαθέτει σε πολύ μεγαλύτερο χρόνο. Επίσης, το έδαφος απορροφά την παρεχόμενη σε αυτό ενέργεια υπό μορφή θερμότητας επί μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.

Αποτέλεσμα αυτών είναι ότι, η γη αποθηκεύει εσωτερική ενέργεια καλύτερα από τον αέρα και έτσι λειτουργεί ως αποσβεστήρας (αμορτισέρ) θερμοκρασίας. Σε κάποια μελέτη, μετρούνταν η θερμοκρασία ενάμισι μέτρο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και στην επιφάνεια επί ένα έτος. Σκοπός της μελέτης ήταν η σύγκριση των διαφορών, καθώς άλλαζαν οι εποχές. Η χαμηλότερη θερμοκρασία της επιφάνειας του εδάφους ήταν το Φεβρουάριο. Η χαμηλότερη όμως θερμοκρασία σε βάθος ενάμισι μέτρο ήταν αργά το Μάιο. Η υψηλότερη θερμοκρασία της επιφάνειας εδάφους ήταν τον Αύγουστο. Η υψηλότερη κάτω από το έδαφος σημειώθηκε το Νοέμβριο.

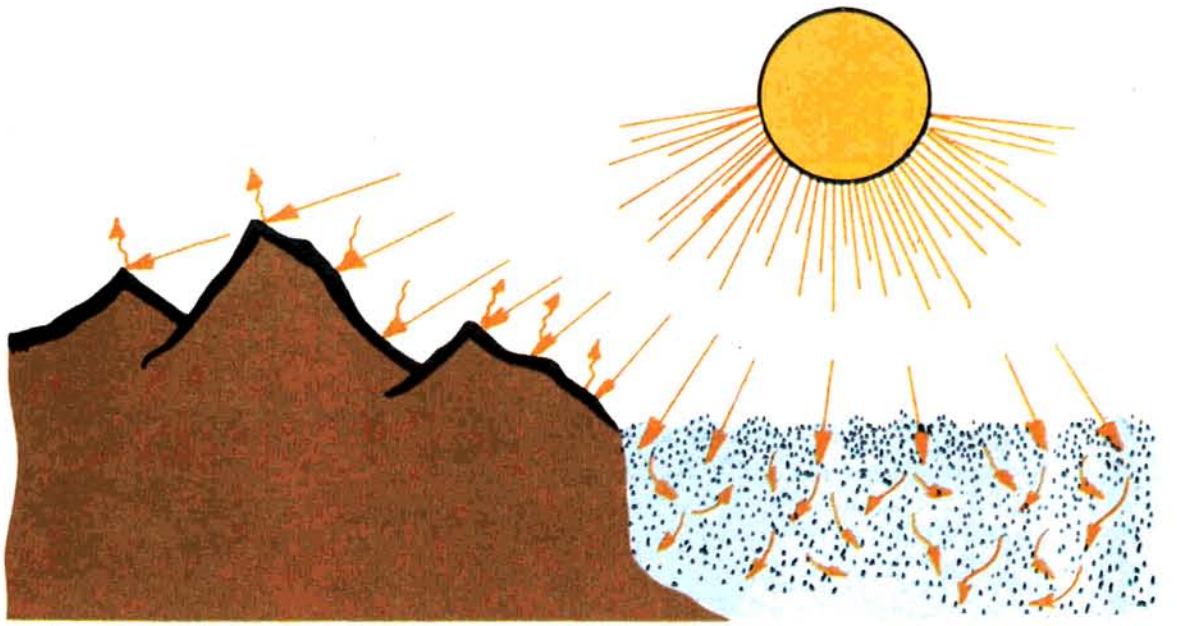
Αυτό το φαινόμενο (γη - αποσβεστήρας) έχει αποφασιστική σημασία για τη θερμοκρασία την περίοδο του χειμώνα στη Βόρεια Αμερική. Στα περισσότερα μέρη των ΗΠΑ, η θερμοκρασία μέσα στο έδαφος, όχι πολύ κοντά στην επιφάνεια, μεταβάλλεται από 4,4°C μέχρι 21°C μεταξύ καλοκαιριού και χειμώνα. Στον Καναδά οι θερμοκρασίες είναι μόνο μερικούς βαθμούς χαμηλότερες. Είναι αρκετά υψηλότερες από τις θερμοκρασίες του αέρα το χειμώνα στα περισσότερα μέρη της Βόρειας Αμερικής.

ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

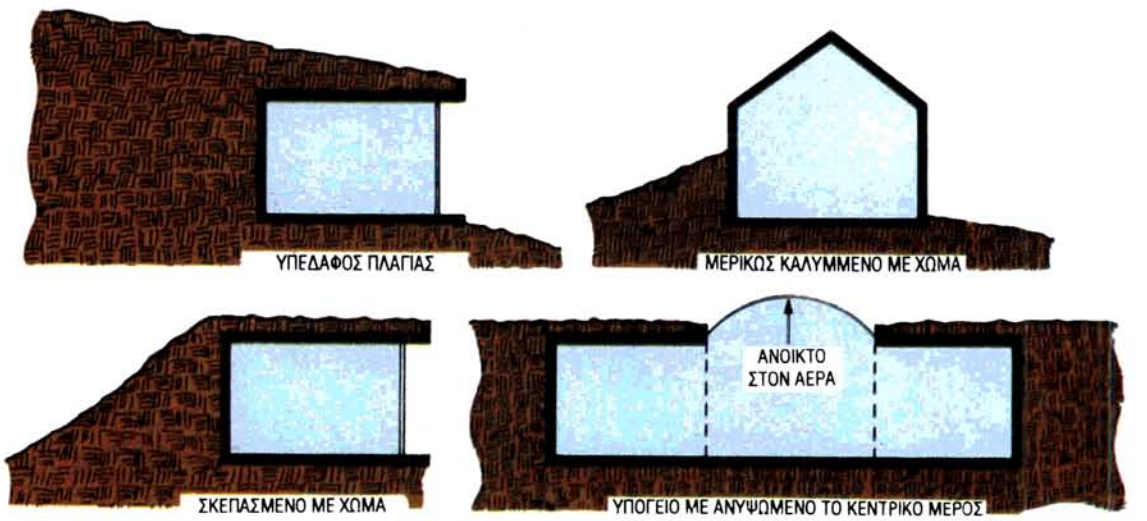
Μέχρι τα μισά του εικοστού αιώνα οι άνθρωποι χρησιμοποίησαν πολύ λίγο τη θερμοδυναμική ενέργεια της

---

* *Λέγεται και θερμοδυναμική ενέργεια. Ο όρος θερμική ενέργεια δεν θεωρείται ο πλέον δόκιμος.*



Σχ. 14-1. *Η επιφάνεια της γης (η ξηρά και οι θάλασσες) αποθηκεύει ηλιακή ενέργεια υπό μορφή εσωτερικής ενέργειας.*





Σχ. 14-2. *Μερικές δεκάδες εκατοστά μόνο, κάτω από τη γήινη επιφάνεια, οι θερμοκρασίες είναι πιο ήπιες όλο το χρόνο. Οι κατασκευαστές σπιτιών συχνά εκμεταλλεύονται αυτήν την κατάσταση, και κτίζουν κατοικίες εντελώς ή μερικώς υπόγειες. Επάνω: Τύποι κατοικιών, οι οποίες προφυλάσσονται από τη γη και οι ονομασίες τους. Κάτω: Αυτό το σπίτι που οικοδομήθηκε μέσα στη γη βρίσκεται σε κάποια μεσοδυτική πολιτεία των ΗΠΑ, όπου οι θερμοκρασίες το καλοκαίρι μπορεί να φθάσουν επάνω από 38 °C, ενώ το χειμώνα είναι μερικές φορές κάτω από −17 °C.*

γης. Είναι αλήθεια ότι τοποθετούσαν τα θεμέλια των κτηρίων αρκετά βαθιά, για να είναι κάτω απο τη γραμμή ψύξεως (είναι το βάθος, στο οποίο το υπέδαφος δεν ψύχεται αρκετά, ώστε να κρυσταλλώσει το νερό). Όμως, δεν έγινε ευρεία χρήση αυτής της ενέργειας, μέχρι που αρχίσαμε να κατασκευάζομε σπίτια μέσα στη γη και μηχανές που μπορούν να συλλέξουν εσωτερική ενέργεια και να τη μεταφέρουν υπό μορφή θερμότητας στις κατοικίες.

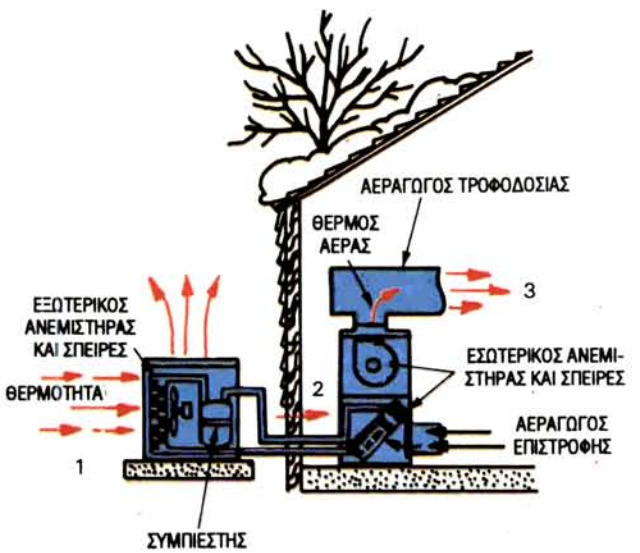
Σπίτια προστατευμένα από τη γη.

Ένα τέτοιο σπίτι εκμεταλλεύεται τη θερμοδυναμική ενέργεια της γης για να προστατευθεί από το υπερβολικό κρύο και την υπερβολική ζέστη.

Μπορεί να είναι τελείως μέσα στο έδαφος, μερικώς μέσα στο έδαφος ή απλώς προφυλαγμένο με χώματα (σχ. 14-2). Λόγω του φαινομένου του αποσβεστήρα που περιγράψαμε προηγουμένως, η θερμοκρασία των σπιτιών υπεδάφους, ακόμη και χωρίς τεχνητή θέρμανση ή ψύξη, είναι κατάλληλη όλο το χρόνο. Η κατασκευή τέτοιων σπιτιών, προστατευμένων από τη γη, είναι ακριβότερη (από 30 μέχρι 49%).

Αντλίες θερμότητας.

Οι ***αντλίες θερμότητας*** (σχ. 14-3) είναι μηχανές, που μπορούν να παίρνουν ενέργεια υπό μορφή θερμότητας από ένα σημείο και να τη μεταφέρουν αλλού. Χρησιμοποιούν αέρια ή υγρά που λέγονται ψυκτικά (ρευστά) και ένα ζεύγος ελικοειδών σωληνώσεων. Με απλά λόγια, οι αντλίες θερμότητας είναι κλιματιστικά, που μπορούν να θερμάνουν ή να ψύξουν κάποιο χώρο. Συχνά συνδέονται με πηγές θερμοδυναμικής ενέργειας που εκλύουν θερμότητα, με αποτέλεσμα να γίνεται το περιβάλλον φιλόξενο για να ζήσει κανείς ή να δουλέψει. Οι αρχές λειτουργίας αυτών παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 16 (Εξοικονόμηση Ενέργειας).



1.- ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΕΡΑ ΜΕΤΑΦΕΡΕΤΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΣΠΕΙΡΩΝ

2.- ΨΥΚΤΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΜΕΤΑΦΕΡΕΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ

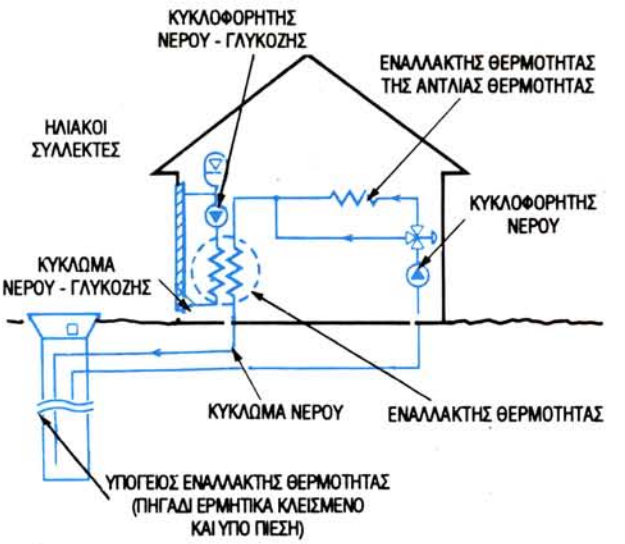
3.- ΑΕΡΑΣ ΠΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΕΙ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΜΕΤΑΦΕΡΕΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟ ΣΠΙΤΙ.

Σχ. 14-3. *Η αντλία θερμότητας αντλεί θερμότητα από ένα μέρος και τη μεταφέρει σε κάποιο άλλο. Εδώ παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργία της για τη θέρμανση ενός σπιτιού το χειμώνα (Commonwealth Edison).*

Επειδή οι αντλίες θερμότητας έχουν σχεδιασθεί, ώστε να παίρνουν ενέργεια υπό μορφή θερμότητας από περιοχές σχετικά χαμηλής θερμοκρασίας, γι' αυτό είναι οι κατάλληλες μηχανές για να παίρνομε ενέργεια από το υπέδαφος. Αυτό επιτυγχάνεται τοποθετώντας το σύστημα εξωτερικών ελικοειδών σωληνώσεων (σπειρών) της αντλίας θερμότητας μέσα στο έδαφος, σε ένα πηγάδι ή βαθιά κάτω από την επιφάνεια μέσα σε στέρνα ή λίμνη. Σε ψυχρά κλίματα αυτοί ίσως είναι οι μόνοι πρακτικοί τρόποι χρήσεως αντλιών θερμότητας και στα ψυχρότερα κλίματα, η θερμοκρασία 1 με 2 μέτρα κάτω από την επιφάνεια δεν μεταβάλλεται πολύ από εποχή σε εποχή. Το σχήμα 14-4 είναι ένα σχηματικό διάγραμμα συστήματος αντλίας θερμότητας με τις εξωτερικές σπείρες τοποθετημένες μέσα σε πηγάδι.

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η μετατροπή θαλάσσιας θερμοδυναμικής (εσωτερικής) ενέργειας (ocean thermodynamical energy conversion, OTEC) είναι μια μέθοδος αντλήσεως και αξιοποιήσεως ενέργειας υπό μορφή θερμότητας από την επιφάνεια των θαλασσών στον ισημερινό ή κοντά σε αυτόν ως πηγή εκμεταλλεύσιμης ενέργειας. Μια θερμική μηχανή με κύκλο Rankine, που επιπλέει στη θάλασσα, αντλεί τη θερ-



Σχ. 14-4. *Το διάγραμμα παρουσιάζει αντλία θερμότητας σχεδιασμένη να αντλεί θερμότητα από πηγάδι κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το καλοκαίρι, η διαδικασία αντιστρέφεται και θερμότητα από το σπίτι παρέχεται στο πηγάδι έτσι, ώστε το σπίτι να ψύχεται.*

μότητα από την επιφάνεια του νερού που δέχεται για να παράγει ηλεκτρισμό. Είναι απλώς μια τεράστια αντλία θερμότητας συνδεδεμένη με ηλεκτρογεννήτρια.

Η θερμότητα που παίρνει η μηχανή αυτή με κύκλο Rankine κινεί ένα στρόβιλο, ο οποίος με τη σειρά του κινεί τη γεννήτρια. Ενώ στα εργοστάσια που χρησιμοποιούν καύσιμο από απολιθώματα ή πυρηνικό καύσιμο οι στρόβιλοι κινούνται με ατμό, οι στρόβιλοι στην περίπτωση της OTEC κινούνται με ρευστά, που έχουν πολύ χαμηλότερο σημείο βρασμού από το νερό.

ΠΩΣ ΔΟΥΛΕΥΕΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ OTEC

Η λειτουργία του συστήματος OTEC μπορεί να εξηγηθεί απλά. Ζεστό νερό από την επιφάνεια της θάλασσας οδηγείται μέσα στο εργοστάσιο ισχύος (σχ. 14-5). Καθώς το νερό περνά από έναν εξαερωτήρα χάνει ποσότητα εσωτερικής ενέργειας, η οποία υπό μορφή θερμότητας μεταφέρεται σε κάποιο ρευστό, όπως η αμμωνία, το προπάνιο, το φρέον ή κάποιο άλλο ψυκτικό υγρό. Η θερμότητα αυτή, σχετικά χαμηλής θερμοκρασίας, κάνει το υγρό να βράσει. Έτσι μετατρέπεται το υγρό σε αέριο. Το αέριο στη συνέχεια διαστέλλεται. Η διαστολή προκαλεί πίεση αρκετά μεγάλη για να κινήσει στρόβιλο. Αφού το αέριο, το οποίο προηγουμένως θερμάνθηκε και διεστάλη, δώσει ενέργεια στο στρόβιλο, η πίεσή του πέφτει. Κατόπιν, περνά στο συμπυκνωτή (υγροποιητή). Γύρω από το συμπυκνωτή διέρχεται ψυχρό νερό προερχόμενο από βαθύ σημείο της θάλασσας. Το αέριο δίνει θερμότητα στο κρύο νερό, με αποτέλεσμα να ψυχθεί και να μετατραπεί σε υγρό.

Πηγαίνει στην αντλία και είναι έτοιμο να ξανακάνει τον κύκλο Rankine. Το σχήμα 14-6 είναι μια τομή ενός χαρακτηριστικού σταθμού ισχύος τύπου OTEC.

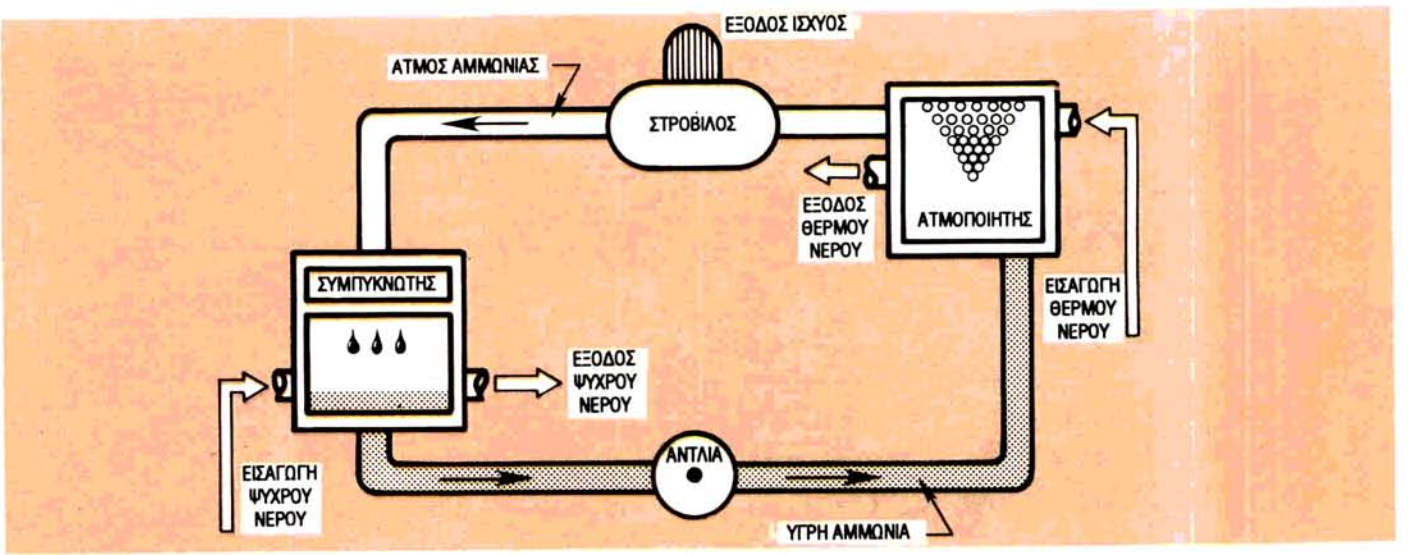
Η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς από το σταθμό μπορεί να μεταφερθεί στην ξηρά με τη βοήθεια καλωδίων μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος και να τροφοδοτήσει το ηλεκτρικό δίκτυο. Επίσης, περίσσεια ηλεκτρικής ισχύος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη μετατροπή θαλάσσιου νερού σε υδρογόνο. Στη συνέχεια το υδρογόνο θα μπορούσε να οδηγηθεί με σωληνώσεις στην ξηρά ή σε πλοίο και να αποθηκευθεί για μελλοντική χρήση του ως καυσίμου.

Η παραγόμενη με αυτόν τον τρόπο ισχύς μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή αμμωνίας, με την αξιοποίηση του υδρογόνου από το νερό και του αζώτου από τον αέρα (σχ. 14-7). Σήμερα, η αμμωνία παράγεται από φυσικό αέριο, το οποίο μπορεί σύντομα να μην υπάρχει σε αρκετές ποσότητες. Επίσης, η αμμωνία μπορεί εύκολα να μετατραπεί ξανά σε υδρογόνο και άζωτο. Έτσι θα μπορούσε να δώσει υδρογόνο που να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας για ενεργειακά κύτταρα (το ενεργειακό κύτταρο εξετάζεται στο κεφάλαιο 16).

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ OTEC

Όπως ξέρομε, ο ήλιος παρέχει κάθε χρόνο στη γη 18.000 φορές την ενέργεια που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι άνθρωποι. Με το να είναι νερό το 70% της επιφάνειας της γης, απορροφάται πολύ ενέργεια και αποθηκεύεται στα επάνω στρώματα των θαλασσών.

Μια τεράστια ζώνη 10 μοιρών από τη μια και την άλλη πλευρά του ισημερινού δρα σαν τεράστιο δοχείο αποθηκεύσεως ηλιακής ενέργειας. Η θερμοκρασία της επιφάνειας του νερού είναι σταθερά 27°C. Εν τω μεταξύ, 1000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια κινούνται ρεύματα νερού 4°C τα οποία προέρχονται από το Βόρειο και το Νότιο πόλο. Η διαφορά θερμοκρασίας είναι αυτή που κάνει το



Σχ. 14-5. *Αυτό το απλοποιημένο διάγραμμα δείχνει πώς παράγεται ηλεκτρισμός από την εσωτερική ενέργεια που έχει η θάλασσα. Το θαλασσινό νερό θερμαίνει αμμωνία. Η αμμωνία παράγεται από υγρό αέριο και λόγω της πήξεως που αποκτά κινεί στρόβιλο. Ο στρόβιλος κινεί ηλεκτρογεννήτρια (SERI).*

εργοστάσιο ισχύος OTEC να μπορεί να λειτουργεί (σχ. 14-8).

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του εργοστασίου OTEC είναι αυτή η έτοιμη πηγή αποθηκευμένης θερμοδυναμικής ενέργειας.

Άλλα πλεονεκτήματα είναι τα εξής:

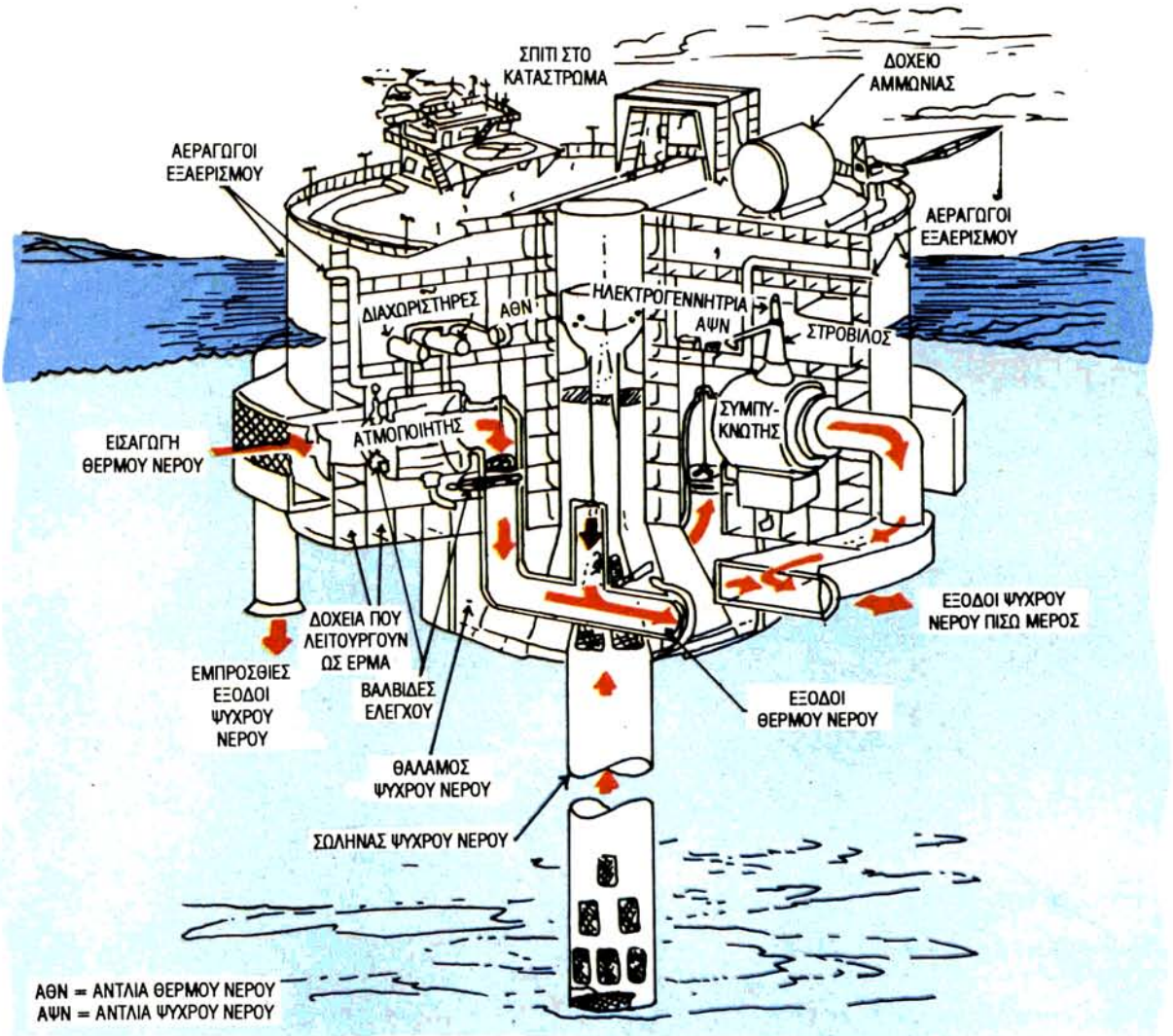
- Η ενέργεια τροφοδοσίας δεν στοιχίζει τίποτα.
- Δεν χρειάζεται μεταφορά.
- Συνεχώς ανανεώνεται και γενικώς δεν μολύνει.

ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ OTEC

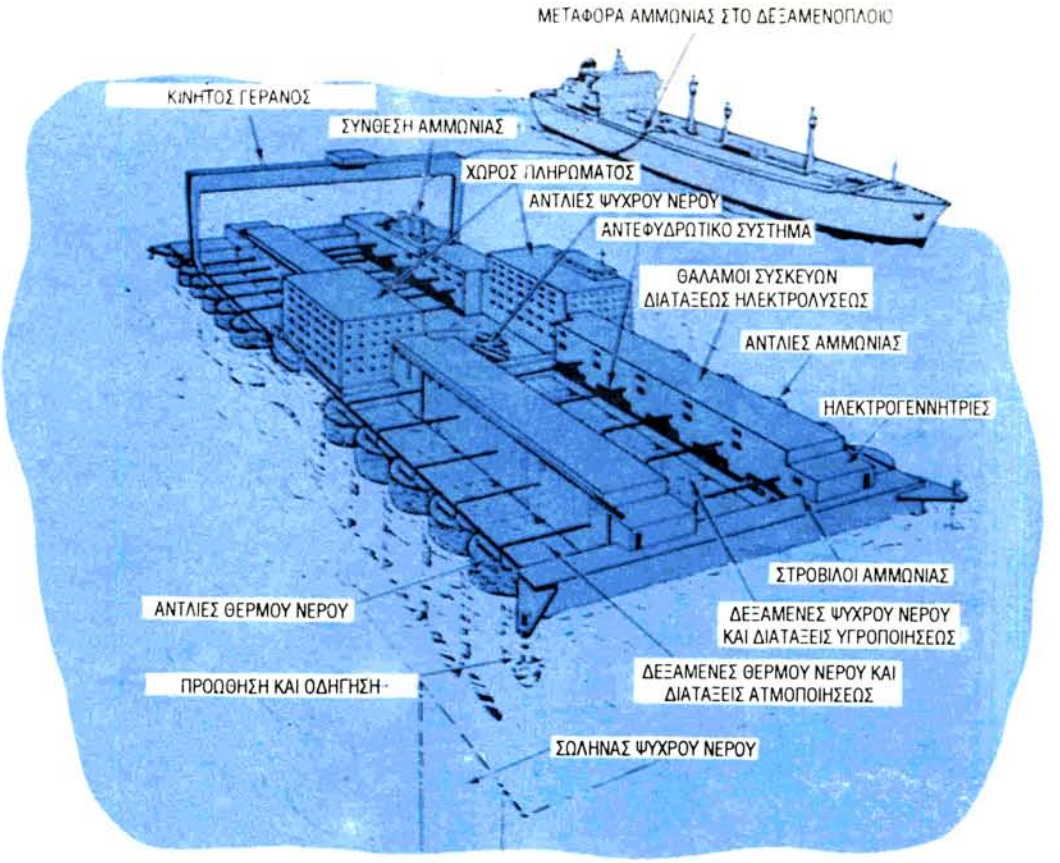
Δεν έχει ακόμη κατασκευασθεί μεγάλο εργοστάσιο τύπου OTEC. Όμως στη Χαβάη (πολιτεία των ΗΠΑ) οι αρμόδιοι συνεργαζόμενοι με δύο ιδιωτικές εταιρείες έχουν ιδρύσει μια κοινοπραξία για την ανάπτυξη του πρώτου αυτοσυντηρούμενου συστήματος OTEC με κλειστό κύκλο Rankine. Θα είναι ένα εργοστάσιο σε μικρογραφία, που θα μπορεί να παράγει 50.000 W ηλεκτρικής ισχύος χρησιμοποιώντας αμμωνία ως ρευστό λειτουργίας.

Η ομοσπονδιακή κυβέρνηση των ΗΠΑ ασχολείται με προγράμματα αναπτύξεως του συστήματος OTEC και δοκιμών εξαρτημάτων και υποσυστημάτων αυτού του συστήματος. Επίσης, σχεδιάζει συστήματα αποθηκεύσεως και διανομής. Το πρώτο εργοστάσιο που θα λειτουργήσει θα παράγει περίπου 25 MW ισχύος.

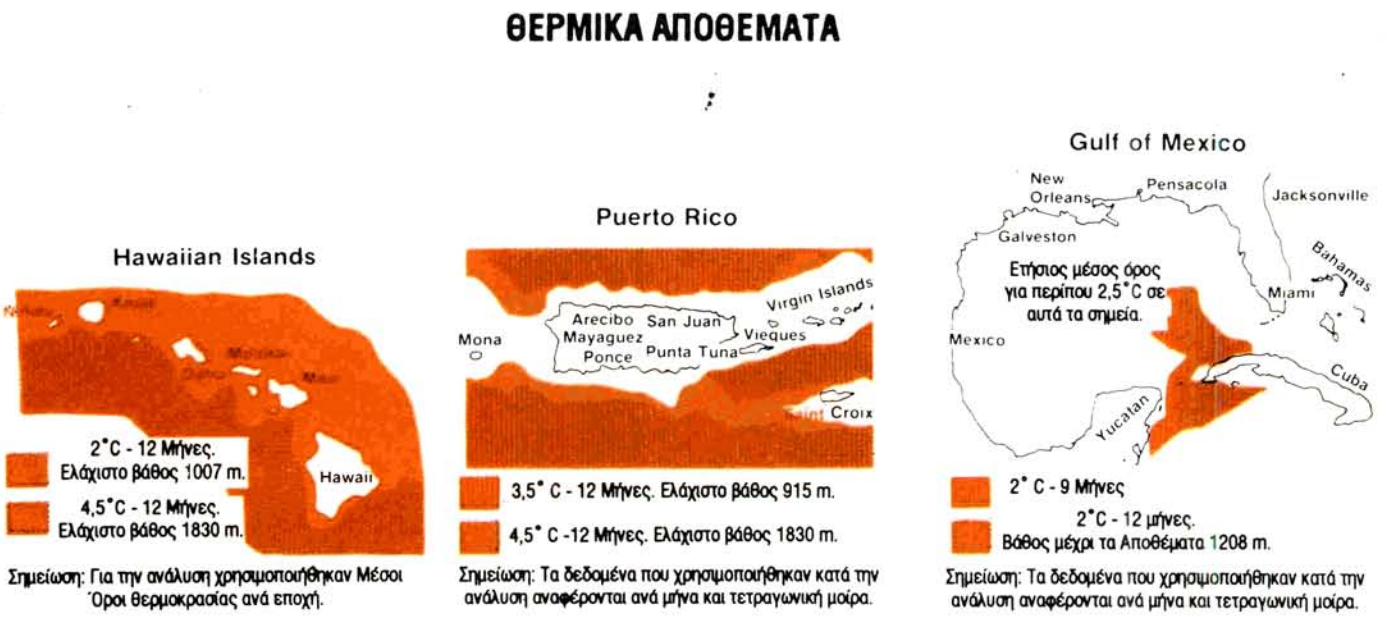
Στα περισσότερα μέρη, το ψυχρό νερό μπορεί να αντληθεί από βάθη της τάξεως των 610 έως 914 m με σωλήνα διαμέτρου 20 m. Αυτό το μέγεθος μπορεί να εξυπηρετήσει σύστημα με δυνατότητα παραγωγής 250 MW. Η ροή διαμέσου τέτοιου σωλήνα θα είναι ίδια με τη ροή του ποταμού Μιζούρι, όταν περνά από την Omaha της πολιτείας Nebraska!



Σχ. 14-6. *Τομή εργοστασίου μετατροπής θερμοδυναμικής ενέργειας από τη θάλασσα. Χρησιμοποιείται πτητικό υγρό για την παραγωγή ηλεκτρισμού από τη θερμότητα που αντλείται από τη θάλασσα. Το εργοστάσιο σχεδιάσθηκε, για να επιπλέει στη θάλασσα (ωκεανό) σε τροπικές περιοχές. Καλώδια (που δεν φαίνονται) μεταφέρουν τον παραγόμενο ηλεκτρισμό στη στεριά (Lockheed Missiles and Space Co., Inc.).*



Σχ. 14-7. *Η ηλεκτρική ισχύς που παράγεται από μονάδα OTEC μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί, για να παραχθεί αμμωνία ή να εξαχθεί υδρογόνο με τη βοήθεια του θαλασσινού νερού. Αυτό είναι το σχέδιο ενός πλωτού εργοστασίου αμμωνίας, που σχεδιάσθηκε από το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Φυσικής (Applied Physics Laboratory) στο πανεπιστήμιο των ΗΠΑ Johns Hopkins (SERI).*



Σχ. 14-8. *Αυτές είναι οι καλύτερες τοποθεσίες για εγκατάσταση εργοστασίων ισχύος τύπου OTEC.*

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ OTEC

Ένα εργοστάσιο παραγωγής ισχύος τύπου OTEC πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο, ώστε να στεγάζει και τα μηχανήματα και το προσωπικό που το λειτουργεί. Οι διαστάσεις μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τις προτάσεις σχεδιασμού· ένα τέτοιο εργοστάσιο μπορεί να έχει διάμετρο περίπου 122 m. Επάνω από την επιφάνεια θα είναι μόνο οι χώροι κατοικίας του προσωπικού και χώρος για μικρές συσκευές. Η κύρια κατασκευή, συμπεριλαμβανομένων των δεξαμενών πλεύσεως, θα είναι κάτω από το έδαφος. Τμήματα της κατασκευής μπορεί να εκτείνονται σε βάθος 150 έως 180 m.

Στα προβλήματα τέτοιας κατασκευής μπορεί να συμπεριληφθούν:

- Σκουριά οφειλόμενη στο θαλάσσιο νερό.
- Βλάβη ή αστάθεια λόγω θαλασσοταραχής.
- Φράξιμο των εισόδων, των αεραγωγών και των εναλλακτών θερμότητας με άλγη και ζώντες θαλάσσιους οργανισμούς.
- Πιθανή καταστροφή του περιβάλλοντος. Αποβολή του νερού ψύξεως (που είναι ζεστό) μπορεί να βλάψει θαλάσσιους οργανισμούς συνηθισμένους σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Αυτά τα προβλήματα είναι πρόκληση για τους σχεδιαστές. Πρέπει να κατασκευασθούν ειδικά υλικά για να αντιμετωπισθεί το σκούριασμα που προκαλεί το θαλάσσιο νερό. Ειδική προσοχή πρέπει να δοθεί στα συστήματα αγκυροβολήσεως, πρέπει δηλαδή να είναι γερά, ώστε να είναι ασφαλές το εργοστάσιο στις θαλασσοταραχές. Μερικά από τα προβλήματα θα μπορούσαν να λυθούν με ένα τέτοιο εργοστάσιο στην ξηρά.

Πολλές εταιρείες έχουν χρηματοδοτηθεί για να αναπτύξουν συστήματα 40 MW στη Χαβάη. Αυτά τα συστήματα θα μπορούσαν να βρίσκονται ή στην παραλία ή σε κάποιο τεχνητό νησί.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η γεωθερμική είναι η θερμοδυναμική ενέργεια, που προέρχεται υπό μορφή θερμότητας από τα βάθη της γης. Η γη αποτελείται από πολλά στρώματα. Ένας λεπτός φλοιός, που είναι γνωστός ως ***λιθόσφαιρα,*** αποτελεί το εξώτερο στρώμα. Αυτό το στρώμα έχει διάφορα πάχη. Κάτω από την ξηρά έχει πάχος 80 με 100 km. Κάτω από τις θάλασσες (ωκεανούς) είναι αρκετά πιο λεπτό. Η θερμοκρασία στη βάση αυτού του φλοιού είναι υψηλή, μέχρι 1100°C. Κάτω από τη λιθόσφαιρα υπάρχει ένα στρώμα που αποτελείται από πέτρα, που έχει λιώσει στα ανώτερα σημεία της. Αυτό το στρώμα λέγεται ***μανδύας***. Εκτείνεται περίπου 2900 km προς τα κάτω. Οι θερμοκρασίες του μανδύα είναι μεταξύ 1100°C και περίπου 3700°C. Αν δεν ήταν υπό τεράστια πίεση όλος ο μανδύας θα είχε λιώσει (τα λιωμένα πετρώματα είναι γνωστά ως μάγμα).

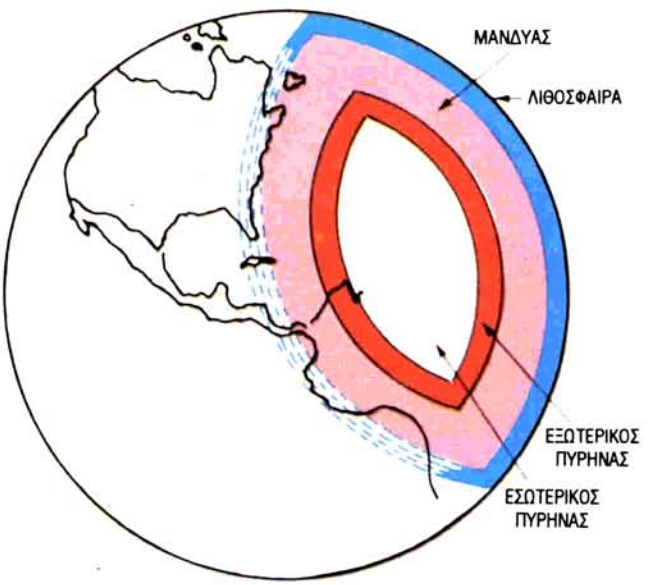
Ο ***πυρήνας*** της γης αποτελούμενος από σίδηρο έχει διάμετρο περίπου 3500 km. Το εξωτερικό κέλυφός του είναι λιωμένο ενώ το εσωτερικό είναι στερεό.

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

Η προέλευση αυτής της ενέργειας δεν έχει εξακριβωθεί. Σύμφωνα με την πιο διαδεδομένη θεωρία, η γη αρχικά ήταν τελείως λιωμένη. Πιστεύεται ότι ο πυρήνας της γης και το μεγαλύτερο τμήμα του μανδύα της έχει ακόμη την αρχική θερμοδυναμική ενέργεια της γης. Δεσμεύτηκε εκεί μετά την ψύξη και στερεοποίηση του εξωτερικού φλοιού και του άνω μανδύα. Η εσωτερική ενέργεια που βρίσκεται στον εξωτερικό φλοιό και στον άνω μανδύα θα μπορούσε να είναι αποτέλεσμα βραδείας διασπάσεως ραδιενεργών στοιχείων. Μερικά από αυτά τα στοιχεία υπάρχουν σε αφθονία στη λιθόσφαιρα (σχ. 14-9).

Με βάση μια άλλη θεωρία, η ραδιενέργεια από μόνη της δημιούργησε την υψηλή θερμοκρασία στο εσωτερικό της γης, δηλαδή παρήγαγε τη θερμοδυναμική ενέργεια του εσωτερικού της γης. Αυτή η θερμοδυναμική ενέργεια δεν μπορούσε να ξεφύγει στην ατμόσφαιρα και θέρμαινε τον περίγυρό της. Κάποτε η θερμοκρασία έφτασε στο σημείο τήξεως του σιδήρου. Αφού έλιωσε ο σίδηρος, βυθίστηκε στο κέντρο της γης. Έτσι σχηματίσθηκε ο πυρήνας (από σίδηρο) που έχει σήμερα η γη. Μέρος της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του βυθιζόμενου σιδήρου λόγω τριβών μετατράπηκε σε εσωτερική ενέργεια τέτοιας ποσότητας που οδήγησε σε λιώσιμο όλης της γης.

Τότε ελαφρύτερα πετρώματα ανέβηκαν και έπλεαν στην επιφάνεια όπου, αφού ψύχθηκαν, σχημάτισαν τον εξωτερικό φλοιό της γης, τη λιθόσφαιρα.



Σχ. 14-9. *Τομή της γης που δείχνει την πηγή της γεωθερμικής ενέργειας. Η θερμοκρασία του πυρήνα υπολογίζεται σε περίπου 10.000°C.*

ΛΗΨΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Από μετρήσεις που έγιναν σε ορυχεία και πηγάδια, είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία της γης σε σχετικά μικρά βάθη (λιθόσφαιρα) αυξάνεται κατά περίπου 3,7°C κάθε 100 m προς τα κάτω και στα 65 km βάθος η θερμοκρασία μπορεί να είναι κοντά στους 2500°C. Όπως καταλαβαίνετε, αυτή η ενέργεια είναι πολύ βαθιά κάτω από την επιφάνεια της γης για να μπορεί να εξαχθεί.

ΕΞΟΔΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Θεωρητικά, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να έλθει στην επιφάνεια και να χρησιμοποιηθεί επιχειρώντας γεωτρήσεις οπουδήποτε. Όμως, στα περισσότερα μέρη της γης αυτό δεν είναι δυνατόν ή πρακτικό. Η θερμή μάζα στο εσωτερικό βρίσκεται πολύ βαθιά για να μπορεί κανείς να τη φτάσει. Ακόμη και αν υπήρχε η τεχνολογία, η γεώτρηση θα ήταν πολύ δαπανηρή.

Ευτυχώς, όπως είπαμε, μερικές φορές το μάγμα ξεφεύγει από την υπόγεια φυλακή του και πλησιάζει προς την επιφάνεια. Αυτό έχει συμβεί σε μερικά σημεία στον κόσμο (σχ. 14-10).

Γεωθερμικές περιοχές βρίσκονται σε μέρη όπου ο εξωτερικός φλοιός της γης έχει μετατοπισθεί δημιουργώντας σχισμές, μέσα από τις οποίες διέρχονται τα λιωμένα υλικά. Τα ηφαίστεια είναι μια πιο καταστροφική μορφή γεωθερμικής ενέργειας. Από αυτά εκρέει ύλη στην επιφάνεια.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Τα αποθέματα γεωθερμικής ενέργειας είναι εκείνα που μας είναι γνωστά και οικονομικώς εκμεταλλεύσιμα με την υπάρχουσα τεχνολογία. Γεωθερμικοί πόροι είναι τα ποσά γεωθερμικής ενέργειας που δεν έχουν ακόμη εντοπισθεί αλλά εικάζεται η ύπαρξή τους. Ίσως οι πόροι γεωθερμικής ενέργειας να είναι 10 με 200 φορές τα σημερινά αποθέματα.

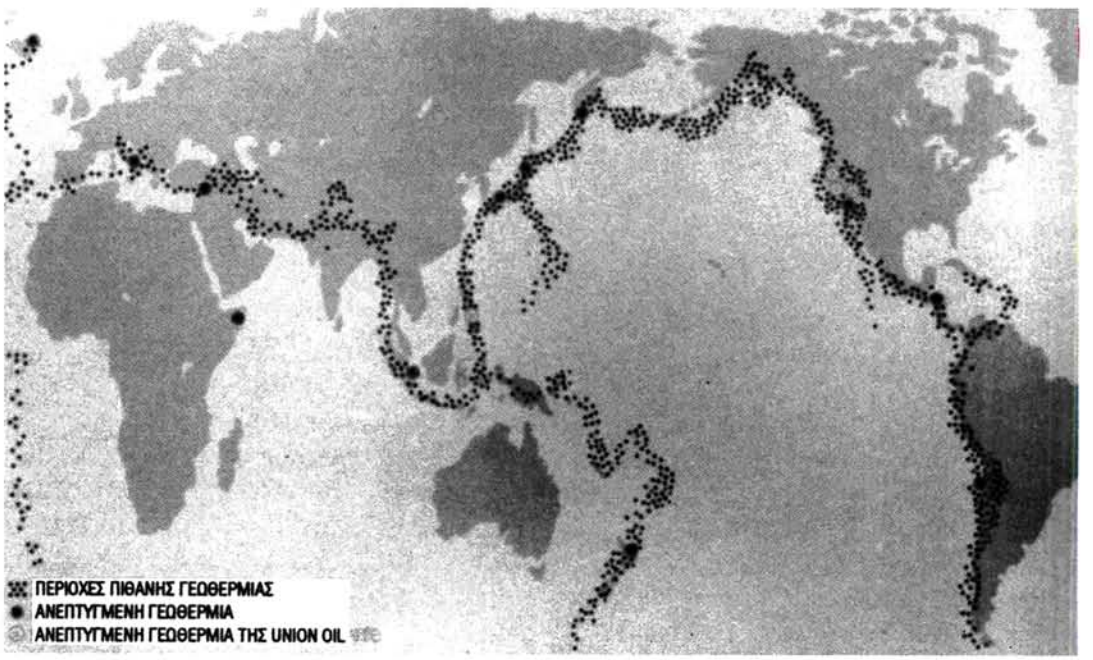
Η πραγματική ποσότητα ενέργειας που διατίθεται και μπορεί να ληφθεί από τις γεωθερμικές «δεξαμενές» μέσα στη γη δεν είναι γνωστή με βεβαιότητα. Έχει λεχθεί ότι αν από όλες τις γεωθερμικές πηγές αντλούνταν ενέργεια, θα χρειάζονταν 41 δισεκατομμύρια χρόνια για να πέσει η θερμοκρασία του εσωτερικού της γης κατά 1°C.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις οι πόροι γεωθερμικής ενέργειας στις ΗΠΑ ανέρχονται στα 2,5 x 10^{25} joule. Όμως, δεν μπορεί να αξιοποιηθεί όλη αυτή η ενέργεια. Πρέπει να συγκεντρωθεί και να αποθηκευτεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

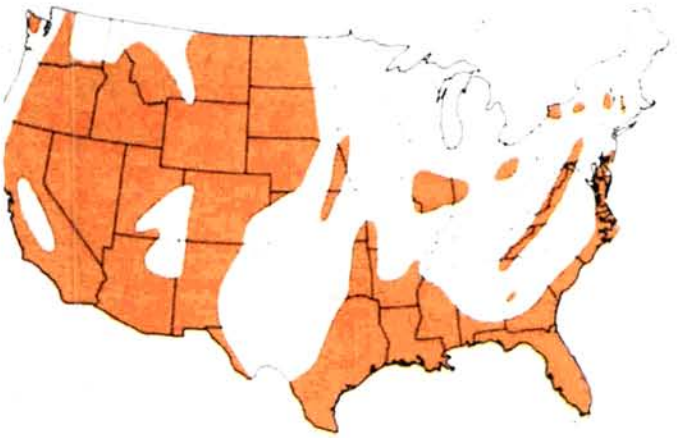
Βάσει υπολογισμών, τα αποθέματα μπορούν να δώσουν 60.000 MW ηλεκτρικής ισχύος. Αυτό σημαίνει ότι όλη η ενέργεια που μπορεί να αντληθεί από γεωθερμικές πηγές θα μπορούσε να παράγει 60.000 φορές 1 εκατομμύριο Watt ηλεκτρικής ισχύος. Αυτή είναι αρκετή ισχύς για να καλύψει τις ανάγκες 60 εκατομμυρίων σπιτιών!

ΘΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΗΠΑ

Τα περισσότερα από τα γνωστά αποθέματα γεωθερμικής ενέργειας στις ΗΠΑ, βρίσκονται στο δυτικό μέρος της χώρας (σχ. 14-11). Πολιτείες όπως η California, η Nevada και το Oregon διαθέτουν τα περισσότερα. Επίσης μεγάλες ποσότητες υπάρχουν στην Alaska, το Intaho, τη Montana, το New Mexico, τη Utah και την Washington. Πιθανόν, τα μεγαλύτερα αποθέματα να βρίσκονται πάντα στα δυτικά.



Σχ. 14-10. *Πιθανά σημεία, απ' όπου μπορεί να αντληθεί γεωθερμική ενέργεια είναι δυνατόν να βρεθούν εκεί όπου ο φλοιός της γης μετατοπίζεται. Έτσι, η ηφαιστειακή δραστηριότητα συνήθως συνδέεται με γεωθερμική δραστηριότητα (Union Oil Co.).*



Σχ. 14-11. *Αυτός ο χάρτης των 48 κάτω πολιτειών των ΗΠΑ δείχνει σκιασμένες περιοχές, όπου ίσως βρεθεί γεωθερμική ενέργεια αρκετά κοντά στην επιφάνεια ώστε να μπορεί να αντληθεί (U.S. Dept. of Energy).*

Το Ινστιτούτο έρευνας ηλεκτρικής ισχύος των ΗΠΑ (Electric Power Research Institute) έχει εκτιμήσει ότι μέχρι 6 εκατομμύρια kilowatt γεωθερμικής ενέργειας θα μπορούσαν να παραχθούν στις ΗΠΑ περί το 2000, αν προχωρήσει η σχετική ανάπτυξη που χρειάζεται αυτός ο τομέας.

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συχνά, οι γεωθερμικές περιοχές εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει απο σχισμές ή την παρουσία θερμών πηγών. Χωρίς αυτά τα σημάδια η ύπαρξη της γεωθερμικής ενέργειας είναι δύσκολο να ανιχνευθεί. Περίπου 1000 θερμές πηγές έχουν καταγραφεί στις 48 κάτω πολιτείες των ΗΠΑ.

Πολλές διαφορετικές τεχνικές έχουν μεταφερθεί από τη βιομηχανία πετρελαίου και αερίου για την εύρεση των πιθανών σημείων. Αυτές περιλαμβάνουν:

- Μελέτη γεωλογικών χαρτών και φωτογραφιών από δορυφόρους που παρουσιάζουν ενδείξεις γραμμών ανωμαλιών στη γη.
- Μετρήσεις της διαδόσεως των μηχανικών κυμάτων και του ηλεκτρισμού διαμέσου της γης.
- Άνοιγμα αβαθών οπών για την πραγματοποίηση μετρήσεων θερμοκρασίας και ροής θερμότητας.
- Άνοιγμα πηγαδιών μεγάλου βάθους σε πιθανές περιοχές. Η έρευνα σε αυτά θα δείξει αν υπάρχουν και σε ποια έκταση αποθέματα ενέργειας, ώστε να προχωρήσουν οι εργασίες.

ΜΟΡΦΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η γεωθερμική ενέργεια βρίσκεται σε τρεις φυσικές καταστάσεις:

- Ατμός.
- Θερμό νερό.
- Ξηρό πέτρωμα.

Καθώς το μάγμα διέρχεται από ρωγμές με κατεύθυνση προς τα επάνω, θερμαίνει τα στρώματα των πετρωμάτων που βρίσκονται επάνω από αυτό. Αν τα πετρώματα περιέχουν νερό, δημιουργείται ζεστό νερό ή ατμός. Αν ο ατμός είναι αρκετά κοντά στην επιφάνεια, μπορεί να δημιουργηθούν θερμές πηγές, γκέιζερ ή ***πίδακες*** ατμού.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΗΓΑΔΙΑ

Ανοίγονται πηγάδια (γεωτρήσεις) σε γεωθερμικές περιοχές για να προσεγγισθεί το νερό ή ο ατμός (σχ. 14-12). Ο πεπιεσμένος ατμός ή το ζεστό νερό μεταφέρονται με σωλήνες στο σημείο όπου θα χρησιμοποιηθούν.

Σε μερικά μέρη αξιοποιείται η γεωθερμική ενέργεια για θέρμανση κτηρίων. Πολύ συχνά χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

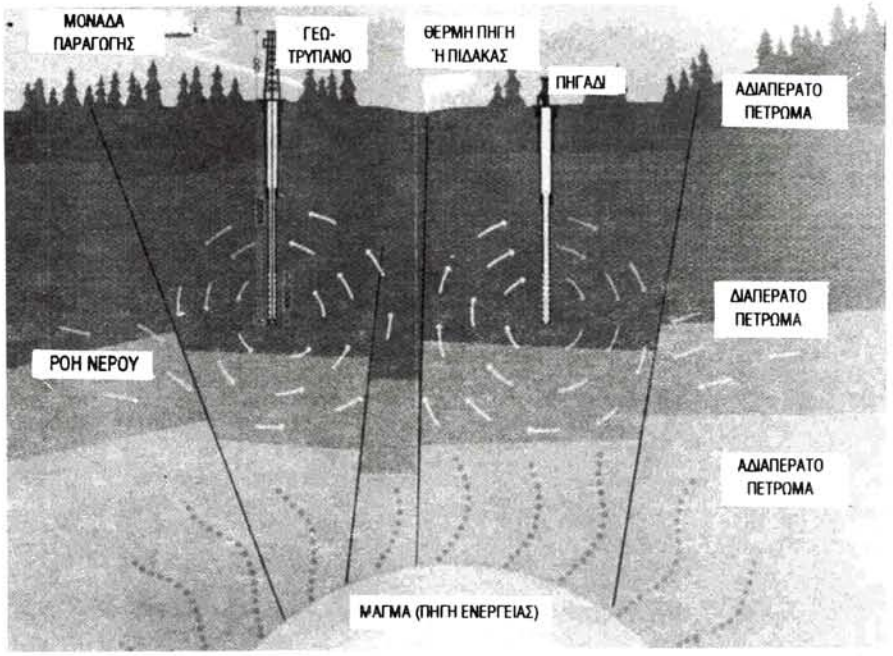
Ο γεωθερμικός ατμός, που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ισχύος, πρέπει πρώτα να φιλτραρισθεί, για να απομακρυνθούν προσμίξεις και διαλυμένα ορυκτά. Κατόπιν οδηγείται με σωληνώσεις στο στρόβιλο ενός εργοστασίου ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε μερικές γεωθερμικές διαδικασίες λαμβάνεται μόνο θερμό νερό. Χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι για να γίνει το νερό χρησιμοποιήσιμο για παραγωγή ισχύος:

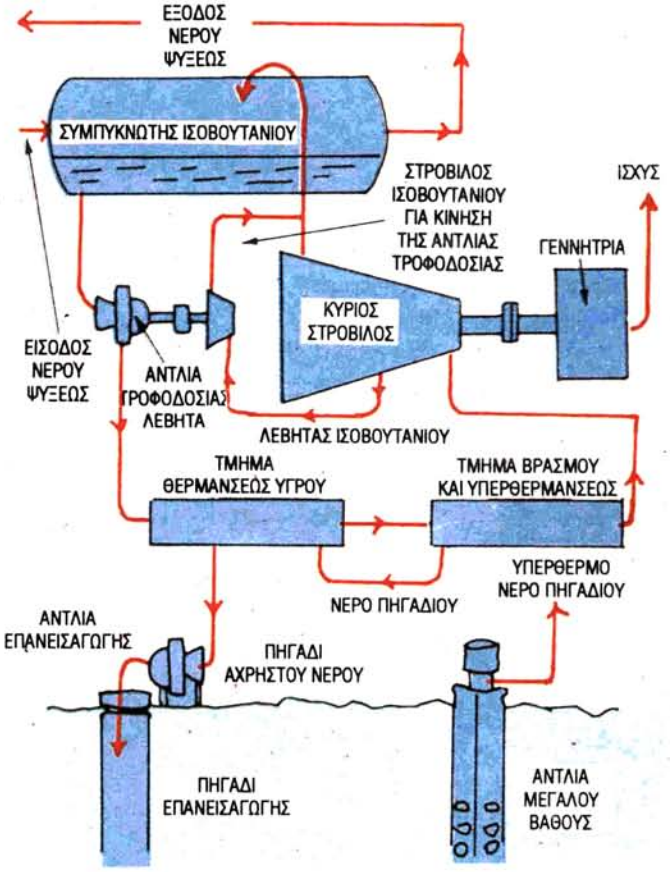
- Η μέθοδος ατμοποιήσεως. Με αυτήν τη μέθοδο, αφού το ζεστό νερό έλθει στην επιφάνεια, η πίεσή του μειώνεται με ειδικά συστήματα. Μέρος του νερού ατμοποιείται. Το υπόλοιπο θερμό νερό επανέρχεται από πηγάδι εισαγωγής στη δεξαμενή από την οποία προήλθε.
- Η μέθοδος του ατμού - στροβίλου. Με αυτήν τη διαδικασία, θερμό νερό διαβιβάζεται σε εναλλάκτη θερμότητας. Η θερμότητα που δίνει χρησιμοποιείται για να ατμοποιήσει ***ισοβουτάνιο*** (έναν υγρό υδρογονάνθρακα που εξατμίζεται σε χαμηλή θερμοκρασία). Αυτός είναι παρόμοιος με τους εναλλάκτες που χρησιμοποιούνται στα θαλάσσια συστήματα μετατροπής θερμοδυναμικής ενέργειας. Το ατμοποιημένο ισοβουτάνιο έχει πολύ μεγάλη πίεση καθώς οδηγείται με σωληνώσεις προς το στρόβιλο (σχ. 14-13). Αφού δώσει μέρος της εκμεταλλεύσιμης ενέργειάς του υπό μορφή θερμότητας, το νερό επιστρέφει στην υπόγεια δεξαμενή. Το σχήμα 14-14 είναι μια άποψη από ψηλά ενός γεωθερμικού εργοστασίου ισχύος.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ

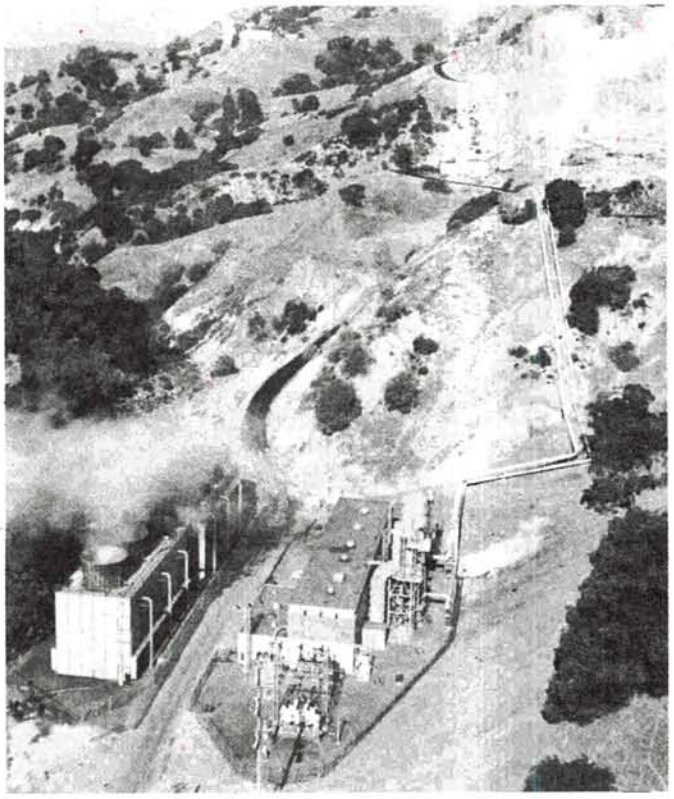
Πολλές φορές είναι πολύ αποτελεσματικό και οικονομικό να χρησιμοποιηθεί η γεωθερμική ενέργεια ως άμεση πηγή θερμότητας. Σε μερικά μέρη τη χρησιμοποιούν συστηματικά για θέρμανση σπιτιών. Στις ΗΠΑ αυτό συμ-



Σχ. 14-12. *Φανταστικό σχεδιάγραμμα διαδικασίας γεωθερμικής γεωτρήσεως. Τα βέλη παρουσιάζουν τη ροή θερμού νερού και οι διακεκομμένες γραμμές τη ροή θερμότητας διά μέσου των αδιαπεράτων (από το νερό) πετρωμάτων.*



Σχ. 14-13. *Αυτό το σχέδιο δείχνει τη λειτουργία μιας ειδικής θερμικής διαδικασίας, που χρησιμοποιείται για την άντληση της ενέργειας του ζεστού νερού από ένα γεωθερμικό πηγάδι (γεώτρηση). Λέγεται κύκλος ατμού - στροβίλου, διότι το ψυκτικό υλικό ατμοποιείται, καθώς παίρνει θερμότητα από το ζεστό νερό. Η πίεση του ατμού παρέχει τη δύναμη, για να κινηθεί ο στρόβιλος.*



Σχ. 14-14. *Πίδακας ατμού και γεωθερμικό εργοστάσιο ισχύος. Ο ατμός διοχετεύεται από την έξοδο ατμού (στο βάθος της εικόνας) προς το εργοστάσιο ισχύος (στο εμπρόσθιο τμήμα της εικόνας).*

βαίνει στο Vlamath Falls στην πολιτεία Oregon και στο Boise στην πολιτεία Idaho. Επί 80 χρόνια στο Baise χρησιμοποιούν γεωθερμική ενέργεια για θέρμανση σπιτιών. Το σύστημα θερμάνσεως τώρα επεκτείνεται για να συμπεριλάβει δημόσια κτήρια της πόλεως και της πολιτείας. Στο Klamath Falls εγκαθιστούν παρόμοιο σύστημα. Στην πόλη Rykjavick, πρωτεύουσα της Ισλανδίας, θερμαίνεται το 70 με 90% των σπιτιών με γεωθερμικό σύστημα.

ΑΛΛΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρισμού και τη θέρμανση χώρων η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται:

- Στη γεωργία και την κηπουρική.
- Για τη θέρμανση θερμοκηπίων.
- Για την ξήρανση άχυρου.
- Στη ζωική οικονομία.
- Στις ιχθυοκαλλιέργειες.
- Στα εκκολαπτήρια.
- Για βιομηχανική θερμότητα.
- Στη βιομηχανία χαρτιού.
- Για την ξήρανση και ωρίμανση της ξυλείας.
- Για την παραγωγή μαγειρικού άλατος.
- Στη ζυθοποιία και την απόσταξη.

Το σχήμα 14-15 είναι ένας πίνακας των διαφόρων χρήσεων της θερμοδυναμικής ενέργειας και των θερμοκρασιών που χρειάζονται.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C	ΧΡΗΣΗ
180	Εξάτμιση πυκνών διαλυμάτων.
	Ψύξη με απορρόφηση αμμωνίας.
	Διάσπαση σε πολτοβιομηχανίες.
170	Βαρύ νερό με τη μέθοδο υδροθείου.
	Ξήρανση χώματος διατόμων (φυκών).
160	Ξήρανση ιχθυοτροφών.
	Ξήρανση ξυλείας.
140	Ξήρανση αγροτικών προϊόντων.
	Κονσερβοποιία.
130	Εξάτμιση σε εργοστάσια ζάχαρης.
	Εξαγωγή αλατιού με εξάτμιση.
120	Απόσταξη νερού.
	Ψύξη σε ενδιάμεσες θερμοκρασίες.
110	Ξήρανση και μεταφορά ελαφρών μιγμάτων λάσπης λιθόκολλας.
100	Ξήρανση οργανικών υλών (φύκια και χόρτα) και λαχανικών.
	Πλύση και ξήρανση ξύλου.
90	Ξήρανση ψαριών.
80	Θέρμανση χώρων.
	Θέρμανση θερμοκηπίων.
70	Ψύξη σε χαμηλή θερμοκρασία.
60	Θέρμανση κτισμάτων, όπου εκτρέφονται ζώα.
	Θέρμανση θερμοκηπίων.
50	Καλλιέργειες μανιταριών.
	Ιαματικά λουτρά.
30	Πισίνες, βιολογική διάσπαση, ζύμωση.
20	Ιχθυοκαλλιέργεια.

Σχ. 14-15. *Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αρκετές διαδικασίες, όπου απαιτούνται διάφορες θερμοκρασίες.*

ΤΕΧΝΗΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα στεγνά θερμά πετρώματα περιέχουν τεράστιες ποσότητες γεωθερμικής ενέργειας που δεν μπορούσαν να εξαχθούν μέχρι τώρα. Όμως, δεν παύουν να είναι η μεγαλύτερη πηγή γεωθερμικής ενέργειας. Μία μέθοδος, ο υδροθρυμματισμός, που έχει μεταφερθεί από τη βιομηχανία πετρελαίου, δίνει ελπίδες για δέσμευση μεγάλων ποσοτήτων θερμοδυναμικής ενέργειας.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, διαβιβάζεται ψυχρό νερό υπό μεγάλη πίεση, μέσα στο πυκνό, ζεστό πέτρωμα με τη βοήθεια κάποιας γεωτρήσεως. Το νερό θρυμματίζει το πυκνό πέτρωμα. Στη συνέχεια κι άλλο πεπιεσμένο νερό διοχετεύεται διά μέσου των σχισμών για τη λήψη της θερμικής ενέργειας (σχ. 14-16).

Μια άλλη μέθοδος εξαγωγής, που είναι ακόμη στο πειραματικό στάδιο, είναι η δημιουργία μεγάλων τεχνητών σχισμών οι οποίες μπορούν να πραγματοποιηθούν με υπόγειες εκρήξεις. Δεν είναι πολλά πράγματα γνωστά σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις των κυμάτων της εκρήξεως σε κατασκευές στην επιφάνεια του εδάφους, ή σχετικά με το κόστος της διαδικασίας.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

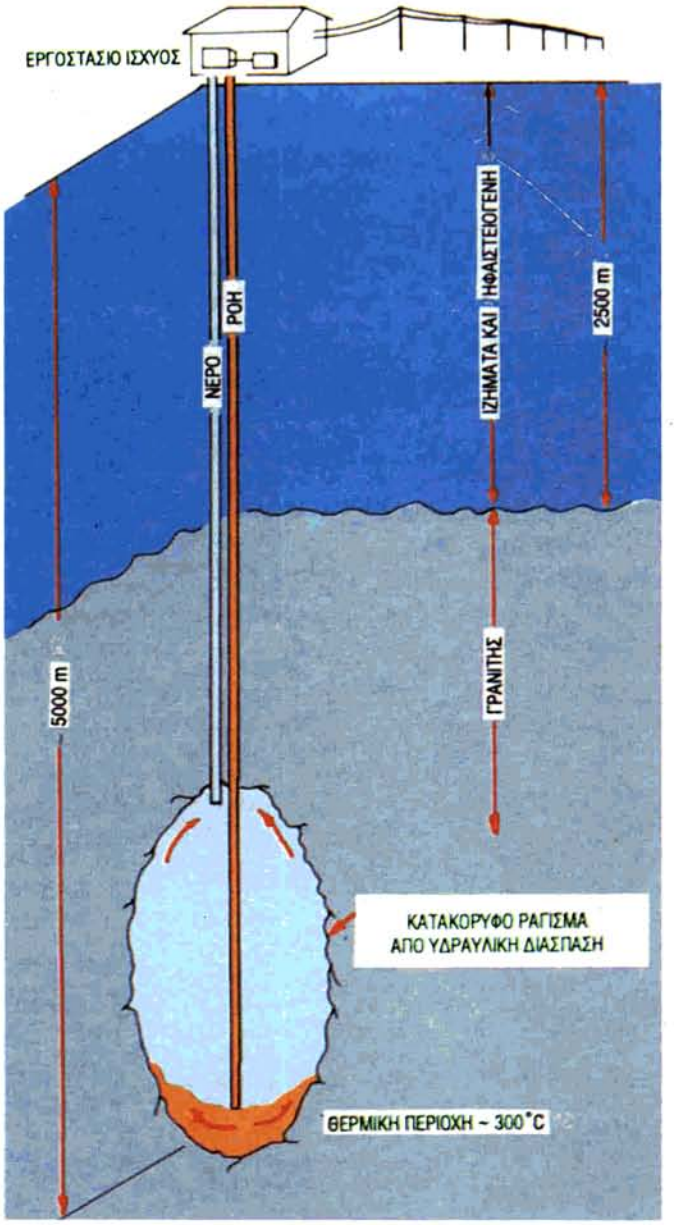
Η γεωθερμική ενέργεια έχει πολλά πλεονεκτήματα, τα οποία αφορούν άμεσα το περιβάλλον και την προστασία του. Ένα από αυτά είναι ότι, η ενέργεια χρησιμοποιείται εκεί όπου εμφανίζεται. Δεν υπάρχει εξόρυξη, επεξεργασία ή διαδικασία αποθηκεύσεως. Επιπλέον, δεν αφήνει στερεά κατάλοιπα και δεν προκαλεί αξιοσημείωτη ατμοσφαιρική ρύπανση.

Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι δεν προκύπτουν περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Στη γειτονική περιοχή του εργοστασίου ισχύος μπορεί να είναι δυσάρεστη η έκλυση αερίων, όπως το υδρόθειο. Άλλα προβλήματα είναι η καθίζηση του εδάφους γύρω από το πηγάδι.

Παρ' όλα αυτά, η επιβάρυνση για το περιβάλλον από την εξαγωγή της γεωθερμικής ενέργειας δεν είναι τόσο καταστροφική όσο είναι αυτή που προκαλείται από τα εργοστάσια ισχύος που χρησιμοποιούν καύσιμα από απολιθώματα ή πυρηνικά καύσιμα. Η μόλυνση κατά το μεγαλύτερο μέρος της μπορεί να ελεγχθεί ή να εξαλειφθεί.

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η γεωθερμική ενέργεια δεν θα μπορέσει ποτέ να δώσει μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ισχύος. Το 1990 στις ΗΠΑ έδωσε 2,10 τετράκις εκατομμύρια joule ηλεκτρικής ενέρ-



Σχ. 14-16. *Ξηρά, υπέρθερμα στρώματα πετρωμάτων αρκετά κοντά στην επιφάνεια μπορεί να μετατραπούν σε γεωθερμικά πηγάδια. Είναι δυνατός ο θρυμματισμός του πετρώματος διοχετεύοντας σε αυτό πεπιεσμένο νερό. Με τη συνεχή διοχέτευση νερού διά μέσου του θρυμματισμένου πετρώματος, λαμβάνεται η εσωτερική ενέργειά του (Union Oil Co.).*

γειας. Από το 1988 άρχισε να μειώνεται η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από γεωθερμική ενέργεια. Η μεγαλύτερη προσφορά αυτού του τύπου της ενέργειας στις ΗΠΑ θα είναι η θέρμανση σπιτιών και εργοστασίων στις νότιες και νοτιοδυτικές πολιτείες.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η θερμοδυναμική ενέργεια που αποθηκεύεται εκ φύσεως στη γη προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία και από την αρχική θερμοδυναμική ενέργεια της γης (όπως νομίζουν σήμερα πολλοί επιστήμονες), που δεσμεύθηκε στο εσωτερικό όταν ψύχθηκε η επιφάνεια.

Η εσωτερική ενέργεια του εδάφους οφείλεται μερικώς στην ηλιακή ακτινοβολία και μερικώς στην εσωτερική ενέργεια της ίδιας της γης.

Η γη ζεσταίνεται με αργότερο ρυθμό από ό,τι ο αέρας· ομοίως, κρυώνει με αργότερο ρυθμό. Έτσι, λειτουργεί σαν ένας τεράστιος αποσβεστήρας. Αυτού του είδους η ενέργεια επηρεάζει τη θερμοκρασία - εξισορροπητικά - κατά τις διάφορες εποχές του έτους. Εκμεταλλευόμαστε αυτήν την ιδιότητα για τον κλιματισμό των συγχρόνων κτηρίων. Κτήρια κτίζονται μέσα στη γη ή καλύπτονται τεχνητώς με χώμα. Επίσης, αντλίες θερμότητας μπορούν να αντλήσουν ζέστη από τη γη, αν η σπειροειδής σωλήνωσή τους (το κόιλ) χωθεί στο έδαφος ή τοποθετηθεί σε πηγάδι.

Ένα άλλο γιγαντιαίο σύστημα που έχει αποθηκευμένη θερμοδυναμική ενέργεια είναι οι τροπικές θάλασσες (ωκεανοί). Βρίσκονται υπό ανάπτυξη τεράστιοι στρόβιλοι, που θα κινούνται με μηχανές Rankine. Αυτές μπορούν να επιπλέουν στην επιφάνεια της θάλασσας. Θα παράγουν ηλεκτρική ισχύ αξιοποιώντας τη διαφορική θερμοκρασία του νερού.

Η ενέργεια που μεταφέρεται υπό μορφή θερμότητας από τα βάθη της γης λέγεται γεωθερμική ενέργεια. Αυτή μπορεί να αποτελέσει πηγή χρήσιμης θερμικής ενέργειας που είναι δυνατόν να ληφθεί αν βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια ώστε να προσεγγισθεί με τη σημερινή τεχνολογία. Όταν η θερμότητα απορροφηθεί από επιφανειακά νερά, δημιουργούνται γκέιζερ. Αυτό το καυτό νερό λαμβάνεται και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος και για τη θέρμανση σπιτιών. Αν μπορούσε να αξιοποιηθεί το νερό αυτό σε όλα τα μέρη που υπάρχει θα πρέκυπταν 60.000 MW ηλεκτρικής ισχύος. Αυτή είναι αρκετή ισχύς για 60 εκατομμύρια σπίτια. Έχει ξεκινήσει η ιδέα τεχνητών γεωθερμικών πηγαδιών. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί ανοίγοντας πηγάδια (γεωτρήσεις) βαθιά μέσα στα πετρώματα και θρυμματίζοντάς τα με νερό ή εκρηκτικά. Θα μπορούσε να διοχετεύεται νερό μέσα στα πηγάδια με αντλίες, να θερμαίνεται και αφού απλωθεί στην επιφάνεια να χρησιμοποιείται. Η διαδικασία θρυμματισμού των πετρωμάτων με νερό λέγεται υδροθρυμματισμός.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

πυρήνες
πίδακες
θερμοδυναμική (εσωτερική) ενέργεια εδάφους
αντλίες θερμότητας
ισοβουτάνιο
λιθόσφαιρα
μάγμα
μανδύας

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Χρησιμοποιήστε δύο θερμόμετρα, συγκρίνετε τη θερμοκρασία του εδάφους (το θερμόμετρο να είναι μερικά εκατοστά μέσα στο έδαφος) κάθε δεδομένη ημέρα. Πάρτε τις θερμοκρασίες διαφορετικές στιγμές της ημέρας. Για παράδειγμα, πρώτη μέτρηση 7 το πρωί· δεύτερη μέτρηση 12 το μεσημέρι· τρίτη μέτρηση μισή ώρα μετά τη δύση. Υπόδειξη: Χρησιμοποιήστε ένα θερμόμετρο για να ξέρετε τη θερμοκρασία του εδάφους. Σκάψτε μια τρύπα με ένα τσαπί, βάλτε μέσα το θερμόμετρο και ξαναβάλτε προσεκτικά γύρω από το θερμόμετρο το χώμα. Συζητήστε στην τάξη τα αποτελέσματα της έρευνάς σας.
2. Φτιάξτε μια τομή ενός γεωθερμικού πηγαδιού. Δείτε το σχήμα 14-12 και το σχήμα 14-16.
3. Μελετήστε την κατασκευή σπιτιών προστατευμένων από γη και φτιάξετε ένα πρότυπο σε σμίκρυνση. Συνεννοηθείτε με το διδάσκοντα για να το δείξετε στο σχολείο.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. _____ ενέργεια είναι το αποτέλεσμα εσωτερικής ενέργειας που έχει εγκλωβισθεί μέσα στη γη, όταν αυτή αρχικά σχηματίστηκε.
2. Γιατί η γη παρομοιάζεται με αποσβεστήρα (αμορτισέρ);
3. Ένα _____ είναι συσκευή που τραβά ενέργεια (ως θερμότητα) από τη γη και τη χρησιμοποιεί για θέρμανση σπιτιών.
4. Τι σημαίνουν τα αρχικά OTEC;
5. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του συστήματος OTEC είναι ότι το αρχικό καύσιμο δεν στοιχίζει τίποτα. Σωστό ή λάθος;
6. Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από (διαλέξτε την καλύτερη απάντηση):
   α. Ενέργεια του ήλιου που αποθηκεύθηκε μέσα στη γη.
   β. Τεράστια πίεση των πετρωμάτων στο μανδύα της γης.
   γ. Λιωμένα υλικά στο μανδύα και στον πυρήνα της γης.
7. Σε βάθος 64 χιλιομέτρων η θερμοκρασία της γης μπορεί να είναι:
   α. Περίπου 1400°C.
   β. Περίπου 2000°C.
   γ. Περίπου 2500°C.
   δ. Περίπου 5500°C.
8. Επειδή το γεωθερμικό καυτό νερό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας για να κινήσει στροβίλους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο μέθοδοι για να γίνει αξιοποίησή του. Αναφέρετε και περιγράψτε τις.
9. Συζητήστε τη δυνατότητα που έχει η γεωθερμική ενέργεια ως πηγή για παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος.



15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι πληροφορίες που δίνονται σε αυτό το κεφάλαιο θα σας δώσουν τη δυνατότητα να:

- *Ορίσετε την οικονομία στην ενέργεια και να καταλάβετε γιατί είναι σημαντική ως μέρος ενός εθνικού ενεργειακού προγράμματος.*
- *Εξετάσετε τους διάφορους τομείς που χρησιμοποιούν ενέργεια και να υποδείξετε πώς θα μπορούσε να εξοικονομηθεί ενέργεια από τον καθένα.*
- *Αναφέρετε πόσο σημαντικό είναι να δραστηριοποιηθεί κάθε άνθρωπος για την εξοικονόμηση ενέργειας.*

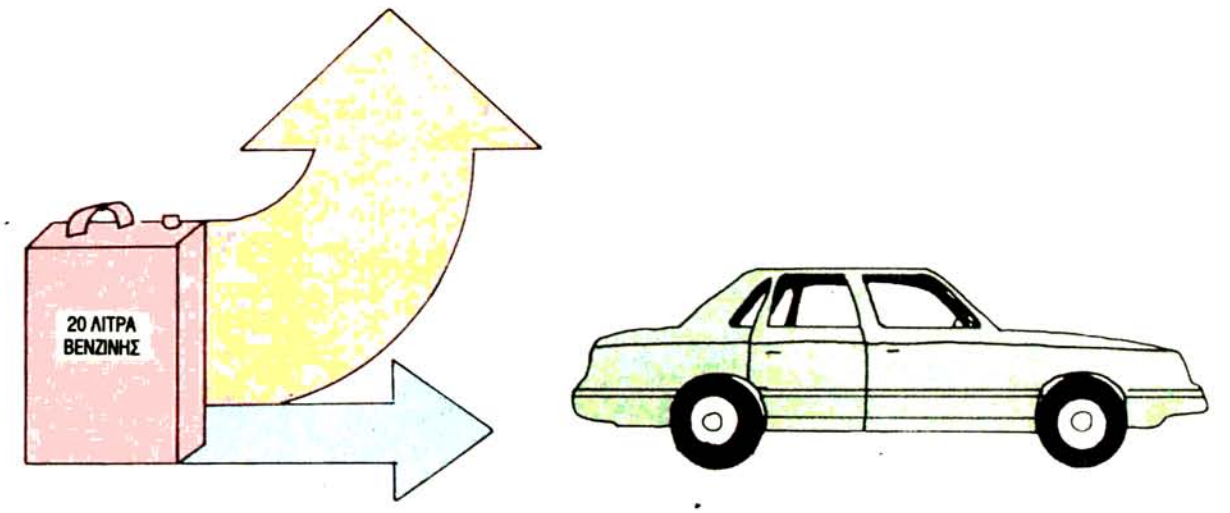
Οικονομία στην ενέργεια σημαίνει διατήρηση κάθε πηγής ενέργειας με αποδοτική χρησιμοποίησή της χωρίς το αλόγιστο ξόδεμά της.

Στο κεφάλαιο 1 αναφέρθηκε ότι δεν μπορεί να εξαφανισθεί η ύλη (εκτός ειδικών μη συνηθισμένων περιπτώσεων). Η ποσότητα της ύλης, στην πράξη για τις συνήθεις διαδικασίες δεν αλλάζει. Όμως, καθώς η ενέργεια μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη καταλήγει σε μια κατάσταση, όπου δεν μπορεί πλέον να παράγει χρήσιμο έργο. Αυτό περιγράφεται με την έννοια της **εντροπίας**.

Για παράδειγμα, όταν ένα λίτρο βενζίνης καίγεται σε μια μηχανή εσωτερικής καύσεως, περίπου το 28% της θερμότητας που εκλύεται μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια. Η υπόλοιπη ζεσταίνει το περιβάλλον (σχ. 15-1). Δεν είναι πλέον χρήσιμη πηγή ενέργειας (για παραγωγή έργου). Μικρή ποσότητα μπορεί να ζεσταίνει το σαλόνι του αυτοκινήτου, αλλά η περισσότερη χάνεται στην ατμόσφαιρα.

ΓΙΑΤΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ;

Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1970 οι άνθρωποι δεν είχαν συνειδητοποιήσει ότι τα καύσιμα από απολιθώματα σύντομα θα μειώνονταν. Την ίδια στιγμή, πριν αρχίσουν να αυξάνονται οι τιμές της ενέργειας, σε αρκετές περιπτώσεις η οικονομία στην ενέργεια ήταν δαπανηρή.



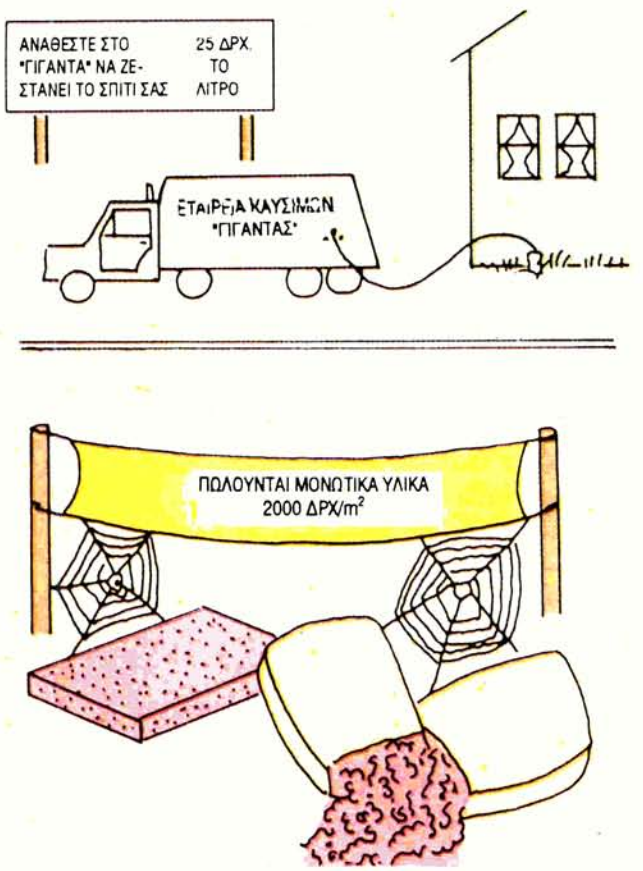
Σχ. 15-1. *Χονδρικώς, το 28% της ενέργειας που προκύπτει από τη βενζίνη δαπανάται για την κίνηση ενός αυτοκινήτου. Το υπόλοιπο ποσό πηγαίνει στην ατμόσφαιρα ως υποβιβασμένη ενέργεια υπό μορφή θερμότητας, που δεν μπορεί να παράγει χρήσιμο έργο. Μικρή ποσότητα θερμαίνει το εσωτερικό του αυτοκινήτου.*

Ήταν φτηνότερη, για παράδειγμα, η αγορά καυσίμων για τη θέρμανση σπιτιών από το να γίνει πιο καλή μόνωση του σπιτιού (σχ. 15-2).

Σήμερα, οι συνθήκες άλλαξαν. Τα καύσιμα γίνονται όλο και πιο ακριβά και η εξοικονόμηση ενέργειας πιο ελκυστική. Πρέπει να βρούμε τρόπους να κάνομε οικονομία. Ξέρομε ότι τελικά θα υπάρξει έλλειψη καυσίμων από απολιθώματα. Οι στόχοι της οικονομίας είναι τέσσερις:

- Η μείωση του κόστους της ενέργειας για τον πληθυσμό και τη βιομηχανία.
- Η διατήρηση πολυτίμων αποθεμάτων καυσίμων από απολιθώματα για τις μελλοντικές γενιές.
- Η διατήρηση του πετρελαίου ως πρώτης ύλης για φάρμακα και προϊόντα υγείας. Όταν εξαφανισθεί το (αργό) πετρέλαιο, ίσως να είναι δύσκολο να βρεθούν τα σχετικά υποκατάστατα.
- Η μείωση της εξαρτήσεως από εισαγόμενο πετρέλαιο. Η απαγόρευση μεταφοράς πετρελαίου το 1973 απέδειξε την αναξιοπιστία της εισαγωγής ενέργειας σε καιρούς πολέμου ή όταν υπάρχει στο εξωτερικό πολιτική αναταραχή.

Αν τα δεδομένα του παρελθόντος δεν είναι αρκετά για να μας ωθήσουν να κάνομε οικονομία στα ενεργειακά αποθέματα, τότε πρέπει να δούμε και άλλο ένα γεγονός. Μπορεί να έχομε σοβαρές ενεργειακές ελλείψεις κατά τη διάρκεια της δικής μας ζωής, αν συνεχίσομε να σπαταλάμε ενέργεια όπως στο παρελθόν.



Σχ. 15-2. *Παλαιότερα ήταν φθηνότερη η αγορά καυσίμων παρά η αγορά θερμομονωτικών υλικών.*

ΠΩΣ ΧΑΝΕΤΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Είναι δυστύχημα που το 50% όλης της ενέργειας που διατίθεται χάνεται, καθώς τη μετατρέπομε σε χρήσιμες μορφές. Όπως ξέρομε από το κεφάλαιο 1, μέρος αυτών των απωλειών δεν μπορεί να αποσωβηθεί. Είναι φυσικό αποτέλεσμα των νόμων μετατροπών της φυσικής. Εντούτοις, υπάρχουν τρόποι να αποφευχθούν μερικές από τις απώλειες περιορίζοντας ενεργοβόρες συνήθειες και βελτιώνοντας την απόδοση των μεθόδων μετατροπής. Για παράδειγμα, εστίες που κατασκευάζονταν μερικά χρόνια πριν χρησιμοποιούσαν το 30 με 50% της ενέργειας του καυσίμου. Σήμερα, κατόπιν βελτιώσεων στο σχεδιασμό, έχομε εστίες με 80-96% απόδοση. Η βελτίωση του σχεδιασμού είναι, φυσικά, δουλειά των μηχανικών και των επιστημόνων. Εντούτοις, η δραστική μείωση της αλόγιστης σπατάλης ενέργειας απαιτεί τη συνεργασία κάθε ανθρώπου που δαπανά ενέργεια.

Το 1977 ο πρόεδρος των ΗΠΑ έδωσε έμφαση στην ανάγκη για εξοικονόμηση. Μερικοί από τους ειδικούς στόχους που ζήτησε να επιτευχθούν είναι οι ακόλουθοι:

- Μείωση της ετήσιας αυξήσεως σε ενεργειακές ανάγκες.
- Μείωση της καταναλώσεως βενζίνης.
- Βελτίωση της θερμομονώσεως των σπιτιών. Αυτό σήμαινε τη βελτίωση της μονώσεως των υπαρχόντων σπιτιών και την επιβολή υψηλοτέρων προδιαγραφών μονώσεως για τις νέες κατασκευές.

ΤΟΜΕΙΣ ΧΡΗΣΕΩΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στο κεφάλαιο 4 ορίσαμε τους τομείς χρήσεως ενέργειας στην κοινωνία μας. Ας τους συνοψίσομε:

- Στεγαστικός/εμπορικός τομέας. Περιλαμβάνονται σε αυτόν σπίτια, πολυκατοικίες, σχολεία, γραφεία και καταστήματα. Αυτά τα κτήρια καταναλώνουν αέριο, πετρέλαιο και κάρβουνο για θέρμανση το χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι. Επίσης, έχουν φώτα, συσκευές και συστήματα που καταναλώνουν ηλεκτρισμό.
- Τομέας μεταφορών. Σε αυτόν τον τομέα περιλαμβάνονται όλοι οι τύποι οχημάτων (αυτοκίνητα, φορτηγά, λεωφορεία, τρένα, αεροπλανα) που μετακινούν ανθρώπους και αγαθά. Στις μεταφορές επίσης υπάγονται οι αγωγοί μεταφοράς αερίου, πετρελαίου και νερού από μέρος σε μέρος.
- Βιομηχανικός τομέας. Εδώ περιλαμβάνονται όλες οι επιχειρήσεις που παράγουν αγαθά και υλικά και κυρίως τα ορυχεία και τα εργοστάσια. Αυτά χρησιμοποιούν καύσιμα και ηλεκτρισμό για τη θέρμανση χώρων, την παραγωγή βιομηχανικής θερμότητας, για το φωτισμό τους και για τη λειτουργία εργαλείων και μηχανών.

				Κατανάλωση κατά κεφαλήν στις ΗΠΑ			
				Συνολική ενέργεια		Τελικώς χρησιμοποιούμενη ενέργεια	
Έτος	Συνολική κατανάλωση ενέργειας (πεντάκις εκατομμύρια Joule)	Κατανάλωση τελικώς χρησιμοποιούμενης ενέργειας (πεντάκις εκατομμύρια Joule)	Πληθυσμός (εκατομμύρια)	Ποσότητα (δισεκατομμύρια Joule)	Μεταβολή από το προηγούμενο έτος (%)	Ποσότητα (δισεκατομμύρια Joule)	Μεταβολή από το προηγούμενο έτος (%)
1979	83,2	65,2	224,6	370	– 0,3	290	– 0,4
1980	80,1	61,8	226,5	353	– 4,6	273	– 5,8
1981	78,1	59,7	229,6	340	– 3,9	260	– 5,0
1982	74,7	56,7	232,0	322	– 5,3	244	– 6,1
1983	74,4	55,8	234,3	318	– 1,3	238	– 2,2
1984	78,2	59,0	236,5	330	4,0	249	4,4
1985	78,0	58,4	238,7	327	– 1,0	245	– 1,7
1986	78,3	58,7	241,1	325	– 0,6	244	– 0,4
1987	81,1	60,9	243,4	333	2,6	250	2,6
1988	84,6	63,7	245,8	344	3,2	260	3,8
1989	85,8	64,4	248,2	346	0,6	260	0,0
1990	85,9	64,5	248,7	345	– 0,3	260	0,0

Σχ. 15-3. *Ενώ η χρήση ενέργειας (στις ΗΠΑ) συνολικά αυξήθηκε κατά περίπου 6,3 πεντάκις εκατομμύρια joule κατά κεφαλήν, η κατανάλωση έπεσε 25,3 δισεκατομμύρα joule ανά έτος από το 1979 (Energy Information Administration).*

Κατανάλωση ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή

ΕΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (σε πεντάκις εκατομμύρια Joule)
1985	27,9
1986	28,1
1987	29,1
1988	30,2
1989	30,9
1990	31,2

Σχ. 15-4. *Τριάντα έξι τοις εκατό όλης της ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε το 1990 στις ΗΠΑ καταναλώθηκε για την παραγωγή ηλεκτρισμού.*

Παραδείγματα είναι:

α. Μια χαλυβουργία που χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες θερμότητας για να λιώσει τα ορυκτά και τα παλιοσίδερα.

β. Κάποιο εργοστάσιο που κατασκευάζει ρούχα.

Η ολική κατανάλωση ενέργειας σε όλους τους τομείς που χρησιμοποιούν ενέργεια στις ΗΠΑ το 1990 ήταν 85,9 πεντάκις εκατομμύρια joule, σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας (των ΗΠΑ). Η κατά κεφαλή κατανάλωση ήταν 345 δισεκατομμύρια joule (σχ. 15-3).

Η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς είναι ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας που διαθέτομε. Αυτή η ισχύς διανέμεται και χρησιμοποιείται από όλους τους τομείς (σχ. 15-4).

ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΕΩΣ

Υπάρχουν τρόποι εξοικονομήσεως ενέργειας σε καθέναν από αυτούς τους τομείς. Πολλές, αν όχι όλες, από τις μεθόδους χρειάζονται τη βοήθεια όλης της κοινότητας για να είναι αποτελεσματικές. Απαιτείται ατομική προσπάθεια για όλα τα ακόλουθα:

- Επιλογή και αγορά ενεργειακά αποδοτικών κατοικιών, συσκευών και αυτοκινήτων.
- Καλή συντήρηση για διατήρηση ή βελτίωση της ενεργειακής αποδόσεως των κατοικιών και των μηχανών.
- Υιοθέτηση συνηθειών που εξοικονομούν ενέργεια. Ατομικές συνήθειες μπορεί να επηρεάσουν ολόκληρους τομείς.
- Δραστηριοποίηση στη συλλογή ανακυκλωσίμων υλικών.

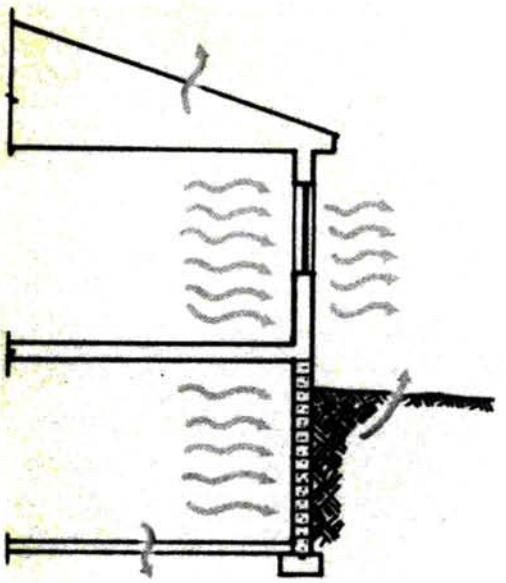
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΣΤΟ ΣΤΕΓΑΣΤΙΚΟ - ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

Ένα μεγάλο ποσοστό της ενέργειας που χρησιμοποιείται σε κτήρια σχετίζεται με τη θερμότητα. Περίπου το 75% της ενέργειας δαπανάται για τη θέρμανση χώρου και νερού. Το υπόλοιπο διατίθεται για φωτισμό, κλιματισμό (ψύξη) και για τη λειτουργία διαφόρων συσκευών.

ΑΝΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα σπίτια μπορεί να μην είναι αποτελεσματικοί (οικονομικοί) καταναλωτές ενέργειας για πολλούς λόγους (σχ. 15-5):

- Τα κτήρια δεν κλείνουν αρκετά καλά. Υπάρχουν χαραμάδες στα παράθυρα, στις πόρτες και σε άλλα σημεία με αποτέλεσμα να μπορεί να μπαινοβγαίνει ελεύθερα ο αέρας.
- Λόγω της πλημμελούς θερμομονώσεως η απώλεια θερμότητας από τοίχους, οροφές και παράθυρα είναι πολύ μεγάλη. Οι καυστήρες και τα μηχανήματα κλιμα-



Σχ. 15-5. Η ανεπαρκής θερμομόνωση σε οικοδομές επιτρέπει τη διαρροή θερμότητας από τα δομικά υλικά. Χαραμάδες στα παράθυρα και στις θύρες (πόρτες) επιτρέπουν τη ροή θερμότητας διά μεταφοράς (διά ρευμάτων) (Portland Cement Co.).

τισμού πρέπει να δουλεύουν πιο πολύ για να είναι ευχάριστη η ατμόσφαιρα· άρα χρησιμοποιούν περισσότερη ενέργεια.

- Οι ηλεκτρικές συσκευές, ιδιαίτερα οι παλαιότερες, χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια αναποτελεσματικά.
- Μη θερμομονωμένες σωλήνες ζεστού νερού αφήνουν να φύγει πολλή θερμότητα στο περιβάλλον.
- Παλαιότεροι καυστήρες και λέβητες δεν αξιοποιούν αρκετή από την εσωτερική ενέργεια του καυσίμου τους. Μερικές μονάδες έχουν ονομαστική απόδοση μικρότερη από 35%.
- Αρκετές κατοικίες είναι μεγαλύτερες από ό,τι χρειάζεται. Καταναλώνονται επομένως μεγάλα ποσά ενέργειας για να θερμανθούν.
- Η θερμοκρασία των κατοικιών διατηρείται σε πολύ ψηλά επίπεδα το χειμώνα και πολύ χαμηλά το καλοκαίρι.

Έχει προταθεί ότι αν διορθωθούν αυτά τα προβλήματα θα μπορούσε να εξοικονομηθεί ενέργεια μέχρι 50% κατά τη χρήση για κατοικίες και εμπορικά.

ΠΩΣ ΧΑΝΕΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ξέρομε από τη μελέτη της φύσεως της θερμότητας (κεφ. 1) ότι αυτή πάντοτε ρέει από θερμότερα υλικά ή μέρη προς ψυχρότερα. Η ροή θερμότητας εξακολουθεί, ώσπου να αποκτηθεί η ίδια θερμοκρασία.

Για παράδειγμα, ένα κτήριο που έχει θερμοκρασία (στο εσωτερικό του) 21°C θα χάσει θερμότητα, όταν η θερμοκρασία έξω από αυτό είναι κάτω από 21°C. Θα ρεύσει θερμότητα εντός αυτού αν η θερμοκρασία έξω είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία στο εσωτερικό .ου. Αυτό θα γίνει ανεξάρτητα από εμπόδια, όπως πόρτες, παράθυρα, τοίχοι και οροφές.

Τα κτήρια κερδίζουν ή χάνουν θερμότητα κυρίως με:

- Αγωγή.
- Μεταφορά.

Όταν διαδίδεται θερμότητα μέσα σε υλικά με αύξηση της θερμοδυναμικής κινήσεως των δομικών λίθων του υλικού, λέμε ότι έχομε διάδοση με ***αγωγή.*** Η απώλεια ή το κέρδος σε θερμότητα ενός κτηρίου διά αγωγής λέγεται διήθηση εξαγωγής και διήθηση εισαγωγής. Είναι πιο αργή διαδικασία από τη διάδοση θερμότητας με μεταφορά (με ρεύματα).

Μερικά υλικά, όπως η πέτρα ή τα τούβλα, είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας. Άλλα δομικά υλικά που είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας και είναι γνωστά ως θερμομονωτικά.

Η ***μεταφορά*** γίνεται με αέρα που κινείται. Ρεύματα αέρα μπορούν να μεταφέρουν θερμότητα μέσα από χαραμάδες, γύρω από πόρτες, παράθυρα και άλλα ανοίγματα των κτηρίων. Επίσης, μπορεί να χάνεται θερμότητα με μηχανισμούς εξαερισμού, όπως οι ανεμιστήρες. Με μεταφορά επίσης χάνεται πολύτιμη θερμότητα από καμινάδες. Από αυτά τα ίδια ανοίγματα μπορεί επίσης να ρεύσει μέσα στο κτήριο ανεπιθύμητη θερμότητα το καλοκαίρι.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ

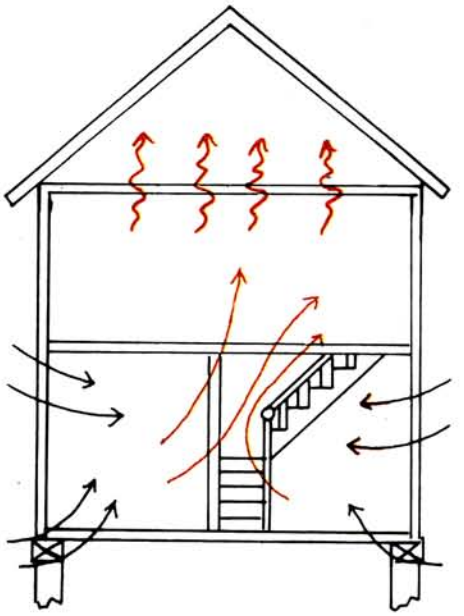
Ένα πρόβλημα σχετικό με διαρροές αέρα είναι το «φαινόμενο καμινάδας». Ζεστός αέρας ανέρχεται και διαρρέει από χαραμάδες ή ανοίγματα προς τα άνω πατώματα ή τις οροφές. Ψυχρός αέρας εισέρχεται από τα κάτω πατώματα (σχ. 15-6). Οι χαραμάδες λειτουργούν σαν καμινάδες που τραβούν μέσα αέρα από το κάτω πάτωμα και τον βγάζουν από το άνω πάτωμα.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες συνδέεται στενά με τη φύση της θερμότητας. Η εξοικονόμηση επιτυγχάνεται με μέτρα που θα κάνουν πιο δύσκολη τη ροή θερμότητας προς τα μέσα και προς τα έξω σε ένα κτήριο.

Αυτά τα μέτρα είναι:

- Χρησιμοποίηση δομικών υλικών, διά των οποίων είναι δύσκολο να ρεύσει θερμότητα (μπορείτε να καταλάβετε τη διαφορά στα υλικά αν μια κρύα μέρα απλώς ακουμπήσετε μία ξύλινη πόρτα και μετά το τζάμι ενός παραθύρου). Το γυαλί δεν εμποδίζει τη ροή θερμότητας όσο το ξύλο. Υλικό που είναι πολύ αποτελεσματικό στο να εμποδίζει τη ροή θερμότητας λέγεται ***(θερμο)μονωτής.*** Μπορείτε να δείτε ότι γενικά καλοί θερμομονωτές μπορούν να συγκρατήσουν εύκολα αέρα.

Γενικά, τα δομικά υλικά πρέπει να είναι δυνατά για να κρατούν φορτία (βάρη) που τοποθετούνται πάνω τους. Οι ιδιότητες που τα κάνουν κατάλληλα για να κρατούν βάρη είναι οι ίδιες που τα κάνουν κακούς θερμομονωτές. Γι' αυτό, οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν δυνατά υλικά για την κατασκευή του σκελετού. Ο σκελετός πρέ-



Σχ. 15-6. Το φαινόμενο καμινάδας συμβαίνει σε ένα σπίτι, όταν αέρας εισέρχεται από χαραμάδες και εξέρχεται από ανοίγματα σε ανώτερο πάτωμα ή από την οροφή που δεν έχει καλά μονωθεί. Σημειώνεται απώλεια θερμότητας από τα δωμάτια του κτηρίου.

ΥΛΙΚΑ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (R)
Ακίνητο στρώμα αέρα	0,68
Χώρος με αέρα	0,97
Διακοσμητικό τούβλο	0,39
Ξύλινο κάλυμμα τοίχου	0,98
Ξύλινο πάτωμα 2,5 cm	0,98
Τσιμεντότουβλο	1,11
Ξύλινο τοίχωμα 1,5 cm	0,85
Γυψοσανίδα 1 cm	0,32
Μόνωση από πολυουρεθάνιο	9,0
Ταπετσαρίες	0,06
Μουσαμάς ή πλακάκια	0,05
Ασφαλτοτάπητας	0,95
Αντικολλητά φύλλα (κόντρα πλακέ)	0,95
Μονός υαλοπίνακας	0,9
Διπλός υαλοπίνακας διαστήματος 1,5 cm	1,54
Τριπλός υαλοπίνακας διαστήματος 1,5 cm	2,79
Παράθυρα θυέλλης	1,79

Σχ. 15-7. Τιμές του R για κοινά δομικά υλικά. Αυτές οι τιμές μπορεί να χρησιμοποιηθούν, για τον υπολογισμό της θερμικής αντιστάσεως των διαφόρων μερών της οικοδομής.

πει να στηρίξει τη θερμομόνωση, τους τοίχους, τις επικαλύψεις των τοίχων και άλλα.

- Σφράγισμα σημείων του σκελετού του κτηρίου, από όπου μπορεί να μπει ή να βγει αέρας από το κτήριο.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ R ΚΑΙ U

Για να καταλάβετε τη θερμομονωτική ικανότητα ενός κτηρίου, πρέπει να καταλάβετε τους χαρακτηρισμούς (προδιαγραφές) U και R των δομικών υλικών. Το ***μέγεθος R*** χαρακτηρίζει την αντίσταση του υλικού στη διέλευση θερμότητας από αυτό. Μεγάλη τιμή του R σημαίνει ότι το υλικό είναι καλός θερμομονωτής.

Το ***μέγεθος U*** χαρακτηρίζει την ικανότητα του υλικού να άγει θερμότητα. Μεγάλη τιμή του U σημαίνει ότι το υλικό άγει εύκολα τη θερμότητα. Υλικό με μεγάλη τιμή του U δεν είναι καλός μονωτής. Όπως αντιλαμβάνεστε, τα μεγέθη U και R είναι μεταξύ τους αντίθετα.

Μέχρι τη δεκαετία του 1970, οπότε άρχισε το κόστος της ενέργειας να αυξάνεται γρήγορα, δεν είχε δοθεί μεγάλη προσοχή στις τιμές των R και U και στη θερμομόνωση. Η ενέργεια ήταν τόσο φθηνή, ώστε η μόνωση θεωρούνταν ακριβή. Όμως, με την αύξηση της τιμής της ενέργειας, είναι σημαντικό να ξέρει κανείς για τις προδιαγραφές θερμομονώσεως για σπίτια και για τις θερμομονωτικές ικανότητες των διαφόρων δομικών υλικών (σχ. 15-7).

ΒΑΘΜΟΣ ΗΜΕΡΑΣ

Υποδείξεις για τις τιμές του R γίνονται (στις ΗΠΑ) από την υπηρεσία Federal Housing Administration που θέτει το FHA Minimum Property Standards (ελάχιστες προδιαγραφές ιδιοκτησίας). Αυτές οι προδιαγραφές στηρίζονται στη δριμύτητα του χειμώνα και τη θερμοκρασία του καλοκαιριού σε συγκεκριμένη περιοχή (σχ. 15-8).

Αυτή η δριμύτητα μετρείται σε βαθμούς ημέρας. Ο ***βαθμός ημέρας*** είναι ένα μέτρο τού πόσο μεταβάλλεται η θερμοκρασία πάνω ή κάτω από μια ορισμένη θερμοκρασία που είναι οι 18°C. Υποτίθεται ότι σε αυτήν την ορισμένη θερμοκρασία δεν χρειάζεται θέρμανση ή ψύξη.

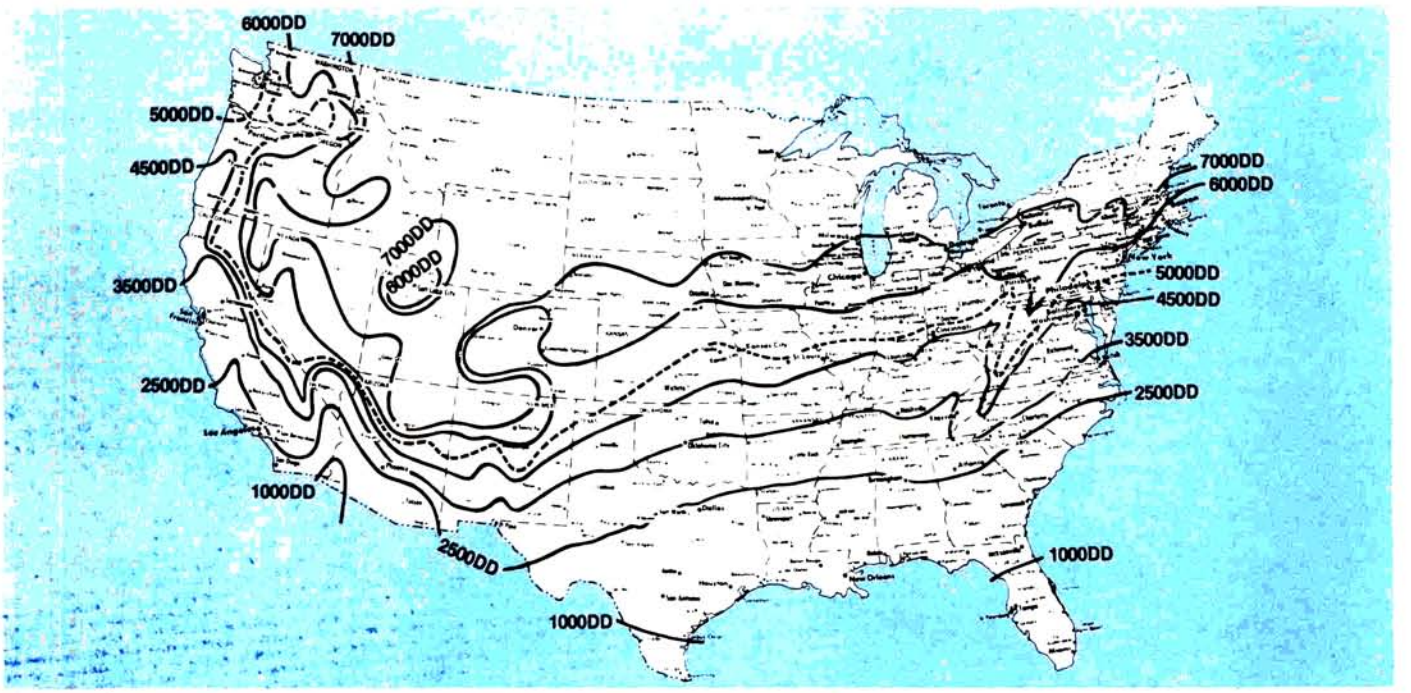
Οι βαθμοί ημέρας υπολογίζονται ως εξής:

1) Υπολογίζεται η μέση τιμή της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας για ένα 24ωρο.
2) Αυτή η μέση θερμοκρασία αφαιρείται από την καθορισμένη θερμοκρασία (τους 18°C). Το αποτέλεσμα είναι οι βαθμοί ημέρας. Για παράδειγμα, έστω ότι η μέση θερμοκρασία για ένα 24ωρο είναι 5°C. Αφαίρεση των 5°C από τους 18°C δίνει 13. Οι βαθμοί ημέρας (θερμάνσεως) για αυτό το 24ωρο είναι 13.
3) Η άθροιση όλων των ανωτέρων ποσοτήτων (βαθμών ημέρας) για τις εποχές που απαιτείται θέρμανση ή ψύξη δίνει τη συνολική ποσότητα βαθμών ημέρας για το κλίμα της περιοχής.

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΕΩΣ

Τα θερμομονωτικά κατασκευάζονται από ποικίλα υλικά και έχουν διάφορες μορφές. Οι τιμές του R για διάφορα θερμομονωτικά φαίνονται στο σχήμα 15-9.

Σε οροφές και μέρη που δεν μπορεί κανείς να χρησι-



ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ R			
ΒΑΘΜΟΙ ΗΜΕΡΑΣ	**ΟΡΟΦΕΣ**	**ΤΟΙΧΟΙ**	**ΠΑΤΩΜΑΤΑ**
επάνω από 7000	38	17	19
6001 - 7000	38 (F)	17 (12F)	19 (11F)
4501 - 6000	30	17 (12F)	19 (11F)
3501 - 4500	30	12 (17E)	11 (19E)
2501 - 3000	22 (30E)	11 (17E)	0 (11E)
1001 - 2500	19 (22E)	11 (12E)	0
1000 και κάτω	19	11	0

Καύσιμο από απολιθώματα (αέριο ή πετρέλαιο) =F
Θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση = E
Αντλίες θερμότητας με ηλεκτρική αντίσταση = H
Οι τιμές R ισχύουν για όλα εκτός αν κάπου αναφέρεται ότι δεν ισχύουν.

Σχ. 15-8. *Οι απαιτήσεις μονώσεως για κατοικίες εξαρτώνται από τη δριμύτητα του ψύχους το χειμώνα και το ύψος της θερμοκρασίας το καλοκαίρι (Owens - Corning Fiberglas Corp.).*

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΥΛΙΚΟ	**ΤΙΜΗ ΤΟΥ R ΑΝΑ cm**	**ΕΚΑΤΟΣΤΑ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΟΥ R**				
		R - 11	**R - 19**	**R - 22**	**R - 34**	**R - 38**
Μονώσεις έτοιμου στρώματος						
Υαλοβάμβακας	1,24	8,9	15,3	17,7	27,4	30,6
Πετροβάμβακας	1,24	8,9	15,3	17,7	27,4	30,6
Χύμα/ξασμένο από μηχανή						
Ίνες γυαλιού	0,866	12,4	21,4	24,8	38,4	42,9
Πετροβάμβακας	1,23	8,9	15,4	17,9	27,6	30,9
Κυτταρίνη	1,48	7,4	12,8	14,9	23	25,7
Χύμα γέμισμα που τοποθετείται με το χέρι						
Κυτταρίνη	1,46	7,5	13	15	23,3	26
Πετροβάμβακας	1,23	8,9	15,4	17,9	27,6	30,9
Ίνες γυαλιών	0,886	12,4	21,4	24,8	38,4	42,9
Vermiculite	0,827	13,3	23	26,6	41,1	45,9
Στερεή πλάκα						
Πλάκα πολυστυρενίου	1,4	7,9	13,6	15,7	24,3	27,1
Εξωθημένο πολυστυρένιο	2,13	5,2	8,9	10,3	16	17,8
Πολυουραιθάνη	2,44	4,5	7,8	9	13,9	15,6
Ίνες γυαλιού	1,57	7	12,1	14	21,7	24,2

Σχ. 15-9. *Οι τιμές της μονωτικής ικανότητας (R) των διαφόρων υλικών ποικίλλει κατά πολύ. Κοιτάξτε την τιμή του R για το πολυουρεθάνιο.*

μοποιήσει μονώσεις υπό μορφή έτοιμου στρώματος χρησιμοποιείται χαλαρή μόνωση (γέμισμα). Στο σχήμα 15-10 έχομε σχετικό παράδειγμα.

Δεν χρησιμοποιούνται συνήθως συμπαγή θερμομονωτικά για δάπεδα ή οροφές, εκτός από τις περιπτώσεις σπιτιών με υπερυψωμένα ταβάνια ή σε τροχόσπιτα. Όμως είναι ο τύπος που προτιμάται για θερμομόνωση τοίχων υπογείων. Τα φύλλα μονώσεως μπορεί να στερεωθούν με ξύλινες πήχεις.

Μονώσεις υπό μορφή έτοιμου στρώματος είναι κατάλληλες για χρήση ανάμεσα σε δοκάρια τοποθετημένα σε τυποποιημένες (σταθερές) αποστάσεις. Οι μονώσεις αυτές πωλούνται σε κομμάτια ορισμένων διαστάσεων ή σε μεγάλα ρολά (σχ. 15-11). Το στρώμα προστασίας για την αποφυγή των αναθυμιάσεων από αυτό, είναι τοποθετημένο από την πλευρά του κατοικήσιμου χώρου. Το σχήμα 15-12 δείχνει την τοποθέτηση μονώσεως ανάμεσα σε δοκάρια, σε νέα οικοδομή. Όταν τοποθετείται πρόσθετη μόνωση τύπου έτοιμου στρώματος σε οροφές παλαιών κτηρίων, πρέπει κανείς να την τοποθετεί κάθετα στα δοκάρια, όπως φαίνεται στο σχήμα 15-13. Χαλαρή μόνωση (γέμισμα) μπορεί επίσης να μπει πάνω από τέτοια στρώματα (σχ. 15-14).

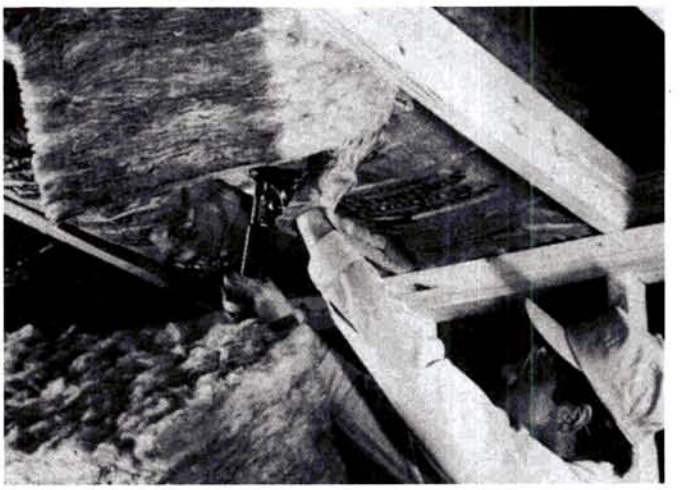
Για την αποφυγή υπερθερμάνσεως από εσωτερικές ηλεκτρικές συσκευές, πρέπει η μόνωση να απέχει από τις συσκευές περίπου δέκα πόντους (σχ. 15-15).

ΜΟΝΩΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΝ

Οι τιμές του R των θεμελίων είναι σχετικά χαμηλές.



Σχ. 15-10. *Η τοποθέτηση χαλαρής μονώσεως (γέμισμα) χρειάζεται ειδικά εργαλεία και προστασία, ώστε να μην αναπνέει κανείς σωμάτια του μονωτικού υλικού και σκόνη που προκαλείται από αυτό. Αυτή η μόνωση προτιμάται για σημεία που δεν μπορούν να προσεγγισθούν εύκολα (Owens - Corning Fiberglas Corp.).*



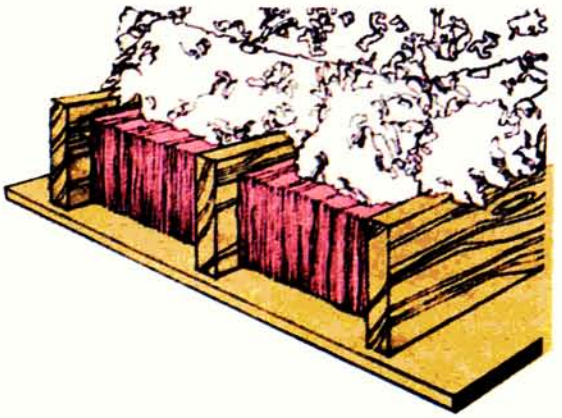
Σχ. 15-12. *Σε ψυχρά κλίματα η μόνωση της οροφής πρέπει να έχει πάχος 30 cm ή να έχει R ίσο με 38, όπως συνιστάται στο σχήμα 15-7.*



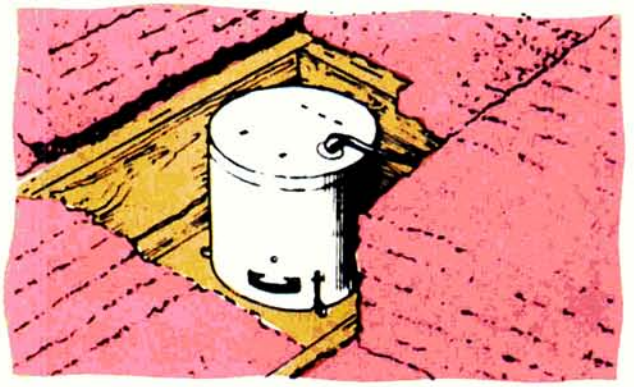
Σχ. 15-11. *Τα μονωτικά υπό μορφή ρολού (κουβέρτα), διατίθενται με ή χωρίς προστασία από τις αναθυμιάσεις (Owens - Corning Fiberglas Corp.).*



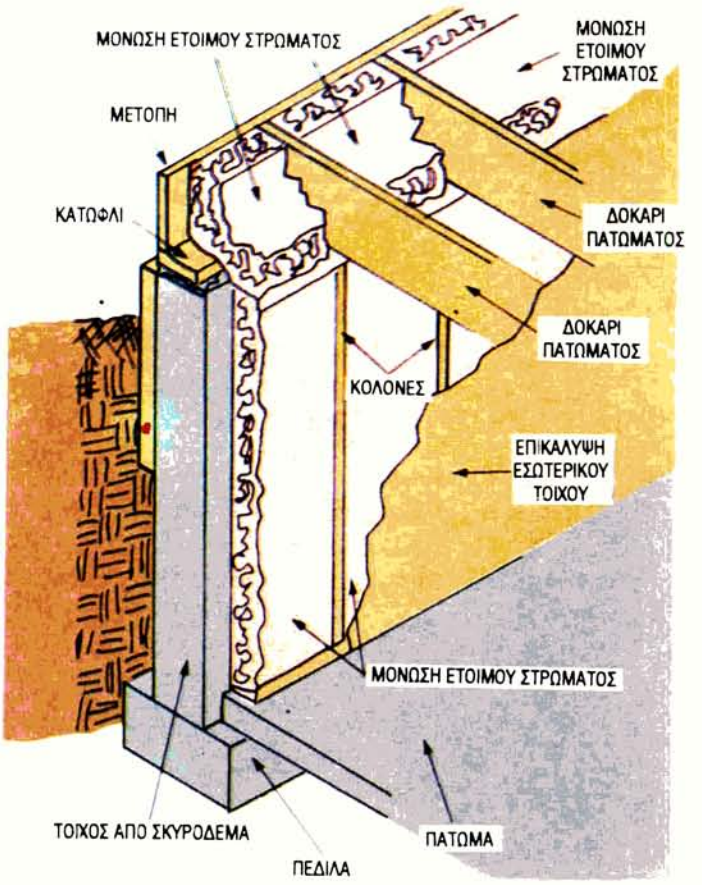
Σχ. 15-13. *Για να βελτιωθεί το R της οροφής συνιστάται να τοποθετηθεί επιπλέον μόνωση έτοιμου στρώματος κάθετα στα δοκάρια της οροφής (Certainteed).*



Σχ. 15-14. Χαλαρή μόνωση μπορεί επίσης να προστεθεί επάνω από τη μόνωση έτοιμου στρώματος (Owens-Corning Fiberglas Corp.).



Σχ. 15-15. Φροντίστε η μόνωση να απέχει πολλά εκατοστά από ηλεκτρικές συσκευές που είναι τοποθετημένες μέσα στην οροφή, για να μην υπερθερμαίνονται (Certainteed).



Σχ. 15-16. Σε νέα ή παλαιά κτίσματα, τα θεμέλια μπορεί να μονωθούν από μέσα και από έξω. Από την έξω πλευρά η στερεή μόνωση πρέπει να εκτείνεται 60 εκατοστά κάτω από τη βάση.

Αυτό σημαίνει ότι η θερμότητα περνά πολύ εύκολα από το σκυρόδεμα. Το σχήμα 15-16 δείχνει πώς πρέπει να μονώνονται τα διάφορα τμήματα των θεμελίων για τον πιο αποτελεσματικό έλεγχο απωλειών θερμότητας με αγωγή.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΓΥΑΛΙ

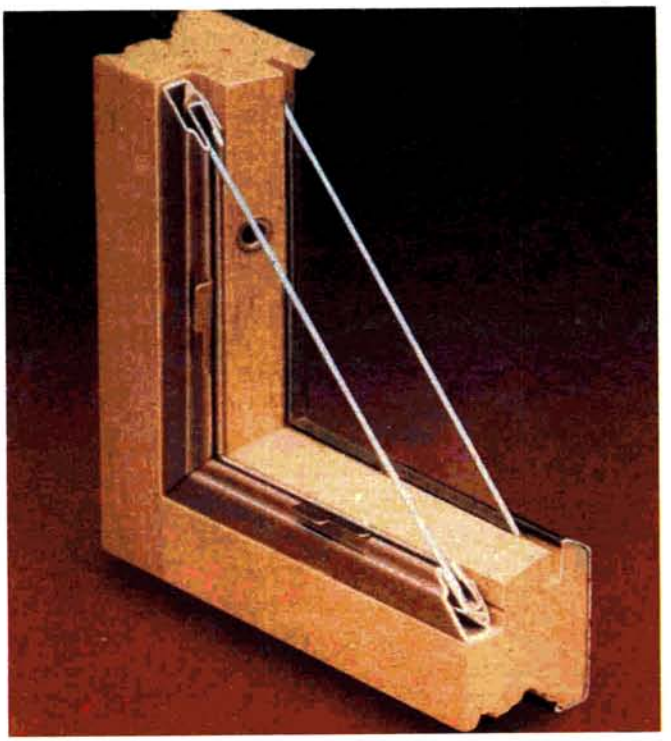
Αφού μια επιφάνεια γυαλιού έχει R ίσο με 0,9, περνά από αυτό εύκολα θερμότητα. Επομένως, μεγάλες γυάλινες επιφάνειες μπορεί να ευθύνονται για τη μεγάλη απώλεια ενέργειας κατά τη θέρμανση ή ψύξη κτηρίων.

Τα διπλά ή τριπλά παράθυρα είναι η αποτελεσματικότερη μέθοδος αυξήσεως της μονωτικής ικανότητας των παραθύρων (σχ. 15-17). Άλλοι αποτελεσματικοί τρόποι αυξήσεως της τιμής του R των παραθύρων είναι οι εξής:

- Τοποθέτηση υαλοπινάκων θυέλλης. Εκτός από τη μονωτική συμβολή του ίδιου του πρόσθετου υαλοπίνακα, ο χώρος με αέρα μεταξύ του κανονικού παραθύρου και του παραθύρου θυέλλης έχει τιμή R περίπου ίση με αυτήν του γυαλιού.
- Τοποθέτηση εξωτερικών παραθυροφύλλων.
- Τοποθέτηση εσωτερικών παραθυροφύλλων που να μπορούν να κλείνουν, για να μειώσουν την απώλεια θερμότητας από τα παράθυρα όταν έχει κρύο. Όπως και τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα με μόνωση, μπορ ύν και αυτά να κλείσουν για να εμποδίσουν την ηλιακή ακτινοβολία κατά την περίοδο του καλοκαιριού.
- Τοποθέτηση εξωτερικών παραθυροφύλλων που κλείνουν και/ή κουρτινών κατά της ανεπιθύμητης ηλιακής ακτινοβολίας ή του ψύχους το χειμώνα.

ΕΜΠΟΔΙΑ ΣΤΗ ΔΙΑΡΡΟΗ ΑΕΡΑ

Παρ' όλο που τα κτήρια πρέπει να είναι ικανοποιητικώς αεροστεγή, δεν μπορεί και δεν πρέπει καμιά οικοδομή να είναι τελείως αεροστεγής. Για να γίνεται καλός εξαερισμός, πρέπει ο αέρας του κτηρίου να αλλάζει κάθε μία ώρα. Συχνά χρησιμοποιούνται εναλλάκτες αέρα, για να τραβήξουν καθαρό αέρα από έξω μέσα στο κτήριο, ζεσταίνοντάς τον με ζεστό αέρα που έχει εξαχθεί από το κτήριο. Το σχήμα 15-18 είναι ένα διάγραμμα ενός χαρακτηριστικού εναλλάκτη θερμότητας για χώρους κατοικιών.



Σχ. 15-17. Οι διπλοί ή τριπλοί υαλοπίνακες προσθέτουν την απαιτούμενη θερμομόνωση στα παράθυρα (Rolscreen Co.).

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΡΡΟΩΝ

Συνήθως διαρροές εντοπίζονται στα εξής μέρη:

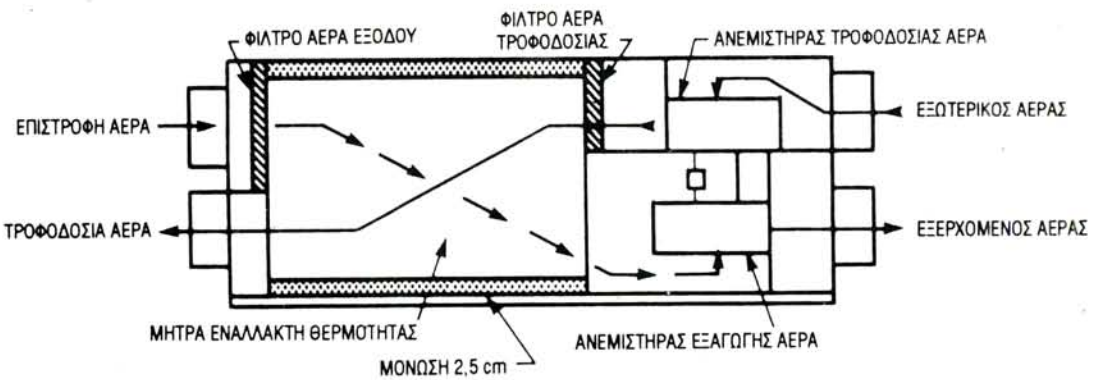
- Εκεί όπου το κατώφλι ακουμπά στους τοίχους των θεμελίων (σχ. 15-19).
- Γύρω από πόρτες και παράθυρα.
- Εκεί όπου συναντώνται δύο επιφάνειες σε γωνίες, στις κάσες των παραθύρων ή των πορτών (σχ. 15-20).
- Κοιλότητες για διακόπτες και ρευματοδότες και κοιλότητες γύρω από παράθυρα και πόρτες, που δεν έχουν καλυφθεί με μόνωση.

Ο εντοπισμός αυτών των διαρροών είναι εύκολος, όταν κάνει κρύο ή φυσά. Απλώς κρατήστε ένα αναμμένο κερί κοντά εκεί όπου υποπτεύεστε ότι υπάρχει διαρροή. Το ρεύμα του αέρα θα κάνει τη φλόγα να τρεμοπαίζει ή να σβήσει.

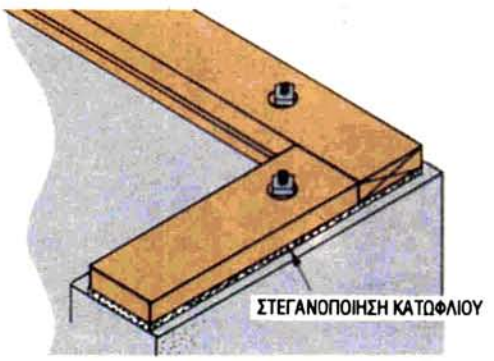
Πιο εξελιγμένες μέθοδοι είναι ο έλεγχος με καπνό και η υπεριώδης φωτογράφιση.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΚΑΠΝΟ

Για να γίνει αυτός ο έλεγχος αυξάνει κανείς λίγο την πίεση στο εσωτερικό του σπιτιού. Κατόπιν αφήνεται καπνός στα μέρη όπου υπάρχει η υποψία ότι σημειώνεται



Σχ. 15-18. Διάγραμμα, που δείχνει πώς λειτουργεί ένας εναλλάκτης θερμότητας. Ρεύματα αέρα το ένα δίπλα στο άλλο επιτρέπουν τη μεταφορά θερμότητας από τον αέρα εξόδου προς τον αέρα που εισέρχεται από έξω χωρίς στην πραγματικότητα να αναμιγνύονται (Des Champs Laboratories Inc.).



Σχ. 15-19. Η σχισμή μεταξύ του κατωφλίου του κτηρίου και των θεμελίων μπορεί να στεγανοποιηθεί με τη χρήση ειδικού μονωτικού υλικού.



Σχ. 15-20. Η διαρροή αέρα γύρω από τα παράθυρα ή τις θύρες (πόρτες) μπορεί να εμποδισθεί με ειδικό υλικό στεγανοποιήσεως (σφραγίσματος) εκεί, όπου ο τοίχος συναντά την κάσα της θύρας ή του παραθύρου.

διαρροή. Η πίεση του αέρα μέσα στο σπίτι θα ωθήσει τον καπνό προς τα έξω, ο οποίος θα μας δείξει πού υπάρχει διαρροή (σχ. 15-21).

ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ

Οι υπέρυθρες φωτογραφίες του σπιτιού, που λαμβάνονται από το εξωτερικό του, θα δείξουν επίσης τα σημεία (τοίχοι, οροφές) και την έκταση των απωλειών θερμότητας. Μια χημική ουσία στο γαλάκτωμα του φιλμ είναι ευαίσθητη σε υπέρυθρη ακτινοβολία (θερμότητα). Τα μέρη των τοίχων και οροφών που δεν έχουν καλή μόνωση είναι θερμότερα και θερμαίνουν και τον αέρα· έτσι θα φαίνονται σαν λαμπερές κόκκινες περιοχές στη φωτογραφία.

ΣΦΡΑΓΙΣΜΑ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ

Κτήρια που δεν είναι καλά σφραγισμένα για την αποφυγή διαρροών αέρα μπορεί να χάνουν το 40% της θερμάνσεως ή της ψύξεως.

Υπάρχουν πολλά εμπορικά προϊόντα χρήσιμα για σφράγισμα σχισμών, όπως το υλικό σφραγίσματος, το στουπί και οι ταινίες στεγανοποιήσεως.

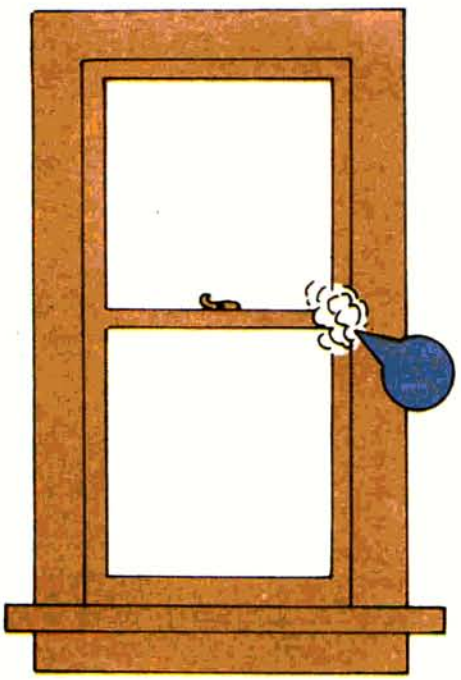
Το υλικό σφραγίσματος είναι μαλακό, σαν πλαστελίνη· συνήθως είναι μέσα σε κύλινδρο. Ο κύλινδρος για να χρησιμοποιηθεί μπαίνει μέσα σε ειδικό εργαλείο "πιστόλι". Επίσης βρίσκεται και υπό μορφή "σχοινιού" τυλιγμένου, το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί μέσα στις σχισμές χωρίς χρήση εργαλείου.

Ένα άλλο είδος μονωτικού σχοινιού είναι το πισσωμένο κανάβι. Χρησιμοποιείται για κλείσιμο μεγάλων σχισμών. Το σχοινί αποκολλάται από το ρολό και πιέζεται μέσα στις σχισμές.

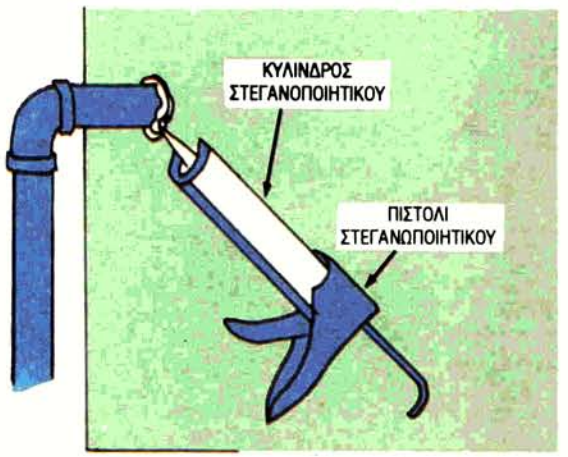
Οι ταινίες σφραγίσματος μπορεί να είναι από λεπτές λωρίδες μετάλλου, από λάστιχο, από βινίλιο, από ορείχαλκο, από διογκωμένο λάστιχο ή φελλό. Οι ταινίες μπορούν να καρφωθούν ή να κολληθούν γύρω από τις πόρτες και τα παράθυρα.

Για να εμποδισθούν οι διαρροές αέρα πρέπει να προβείτε στις εξής ενέργειες:

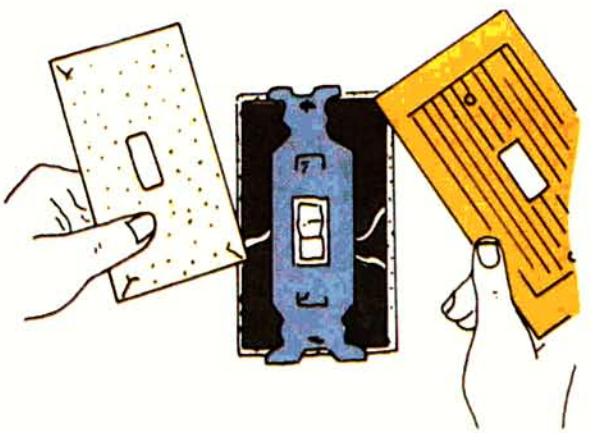
- Σε εσωτερικούς τοίχους. Εξετάστε όλες τις ενώσεις, όπου οι τοίχοι συναντούν γωνίες, κάσες παραθύρων και κάσες πορτών. Επίσης ελέγξτε σημεία, όπου οι τοίχοι συναντούν τα θεμέλια. Σφραγίστε τις ενώσεις με λεπτό στρώμα στεγανοποιητικού. Αν παλαιό στεγανωτικό έχει ξεραθεί και σκάσει, αφαιρέστε το και βάλτε άλλο. Σφραγίστε ανοίγματα από όπου διέρχονται σωλήνες ή αεραγωγοί από εξωτερικούς τοίχους (σχ. 15-22). Υπάρχουν στεγανωτικά (φλάντζες) από διογκωμένο λάστιχο, που τοποθετούνται κάτω από τις πλάκες διακοπτών (σχ. 15-23).



Σχ. 15-21. Ο έλεγχος με καπνό γίνεται με μικρή αύξηση της πιέσεως στο εσωτερικό του σπιτιού. Ο καπνός θα φύγει από τις χαραμάδες.



Σχ. 15-22. Διαρροή μπορεί να σημειώνεται σε ανοίγματα του τοίχου απ' όπου περνούν αεραγωγοί και σωλήνες. Και αυτά επίσης μπορούν να σφραγισθούν με στεγανωτικό.



Σχ. 15-23. Μια απλή κίνηση, όπως η προσθήκη πλακιδίου από διογκωμένο υλικό κάτω από διακόπτες φωτισμού και ρευματοδότες, βοηθά στο να εμποδισθεί η είσοδος αέρα μέσα στο σπίτι.

- Πόρτες και παράθυρα. Βάλτε λωρίδες σφραγίσματος στις άκρες όπου υπάρχει διαρροή. Βάλτε τζάμια σε παραθυρόφυλλα, που έχουν ραγίσει ή έπεσαν. Σε παλαιά παράθυρα με αντίβαρα γεμίστε με μικρά κομμάτια σπογγώδους ελαστικού τα ανοίγματα γύρω από τις τροχαλίες. Βάλτε ταινίες σφραγίσματος στις πόρτες. Υπάρχουν ειδικά στεγανωτικά για το σφράγισμα των διακένων μεταξύ της κάτω άκρης της πόρτας και του δαπέδου.

ΝΕΕΣ ΟΙΚΟΔΟΜΕΣ

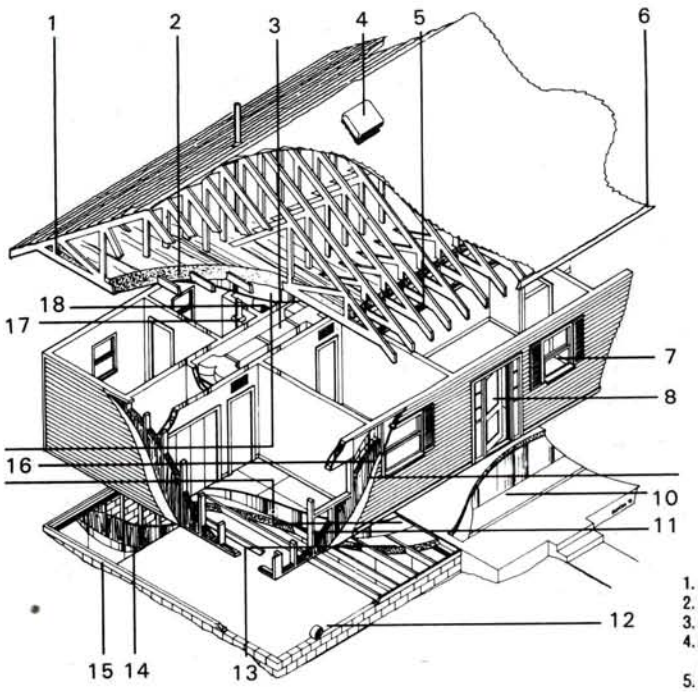
Οι νέες οικοδομές μπορούν να σχεδιασθούν έτσι ώστε να καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και για ψύξη. Η εξοικονόμηση επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

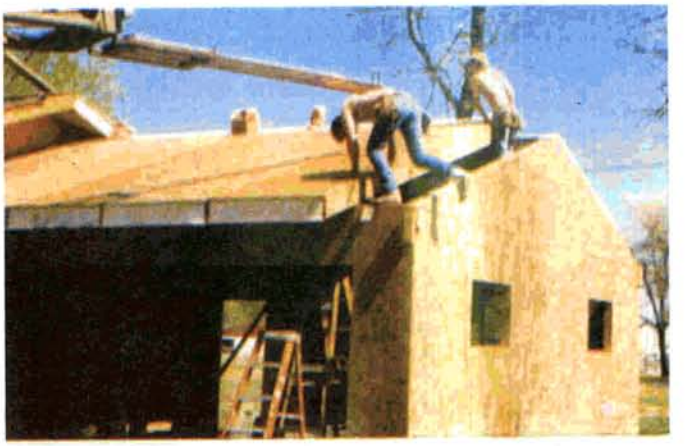
- Αν το σπίτι έχει σχεδιασθεί να χρησιμοποιεί λιγότερη ενέργεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μικρότερο, χαμηλότερου κόστους, σύστημα θερμάνσεως/ψύξεως.
- Πιο αεροστεγή, υπερμονωμένα σπίτια και μικρότερα συστήματα θερμάνσεως/ψύξεως καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια για να είναι φιλόξενο το περιβάλλον και ευχάριστη η παραμονή.

Ένα σπίτι στις ΗΠΑ, γνωστό ως το Οικία Εξοικονομήσεως Ενέργειας στην πόλη Arkansas (Arkansas Energy Saving House), ήταν εντεταγμένο σε μια μελέτη που συνέκρινε εννέα σπίτια ενεργειακώς οικονομικά με εννέα παρόμοια σπίτια που κατασκευάσθηκαν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του 1974 Minimum Property Standards (MPS) του FHA. Τα σπίτια για εξοικονόμηση ενέργειας χρησιμοποίησαν 50% λιγότερη ενέργεια σε περίοδο τριών ετών.

Τώρα διατίθενται προκατασκευασμένα υπερθερμομονωμένα συστήματα σε μορφή πλακών. Τμήματα εξωτερικών τοίχων και οροφών κατασκευάζονται από πλάκες, που αποτελούνται από φύλλο πολυστυρενίου, 14 με 19 πόντους πάχος, τοποθετημένο, όπως στο σάντουιτς, μέσα σε δύο κατάλληλα φύλλα από **ξύλο**· (αυτό το είδος του ξύλου είναι οικοδομικό υλικό όπως το κόντρα πλακέ, αλλά κατασκευασμένο από ρινίσματα ξύλου).

Το σύστημα σκεπάζει το κτήριο θερμομονώνοντάς το, δίνοντας μεγαλύτερες τιμές R από ό,τι ο συμβατικός τρόπος κατασκευής. Το κόστος θερμάνσεως λέγεται ότι ελαττώθηκε κατά το ήμισυ σε σχέση με τα συμβατικά ξύλινα σπίτια (σχ. 15-24). Στο σχήμα 15-25 καταγράφονται όσα πρέπει να αποφεύγονται στις κατασκευές.





B

Χαρακτηριστικά της οικίας εξοικονομήσεως ενέργειας στην πόλη Arkansas.

1. Ανυψωμένα στηρίγματα οροφής.
2. Μόνωση σοφίτας με R - 38 υαλοβάμβακα.
3. Μονωμένοι αεραγωγοί ταβανιού.
4. Ελεγχόμενος με θερμοστάτη ανεμιστήρας εξαερισμού σοφίτας.
5. Ανοίγματα εξαερισμού σοφίτας.
6. Φαρδιές προεξοχές για ολική σκίαση του παραθύρου.
7. Παράθυρο με έναν υαλοπίνακα και με παράθυρο θυέλλης (υαλοπίνακας θυέλλης).
8. Θερμομονωμένη εξωτερική θύρα με ταινίες σφραγίσματος .
9. Μόνωση τοίχου με R - 19 υαλοβάμβακα.
10. Περιμετρική μόνωση R 10,5.
11. Καθρόνια (κολόνες) τοίχου 5 cm x 15 cm, 61 cm στο κέντρο.
12. Υαλοβάμβακας για τη μόνωση του κατωφλιού.
13. Υαλοβάμβακας μονώσεως μεταξύ των δοκαριών του πατώματος.
14. Θερμομονωμένοι τοίχοι υπογείου.
15. Σφράγισμα σχισμών, οπών και ηλεκτρικών ρευματοδοτών στους τοίχους.
16. Στρώμα προστασίας από πολυστυρένιο 2,5 μm κατά των ατμών (εξαχνώσεως) στο εσωτερικό του ταβανιού, των τοίχων και πάνω από το υποδάπεδο.
17. Δεν υπάρχουν σωλήνες, αεραγωγοί και κουτιά ασφαλειών ή διακλαδώσεων σε θερμομονωμένους τοίχους.
18. Εναλλάκτης θερμότητας σωστού μεγέθους ξηραντήρας (αφυγραντήρας) υγραντήρας ηλεκτρονικό φίλτρο αέρα.

Σχ. 15-24. *Α - Η οικία εξοικονομήσεως ενέργειας στην πόλη Arkansas έχει 18 ειδικά χαρακτηριστικά. Β - κατασκευή υπερμονωμένου, προκατασκευασμένου σπιτιού. Οι τοίχοι και η οροφή έχουν κατασκευασθεί από μόνωση πολυστυρενίου με ξύλινα φύλλα κολλημένα στην κάθε πλευρά. Αφήνονται κανάλια για την καλωδίωση (Ener-Cept Building Systems).*

Ο,ΤΙ ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ

1. Αποφεύγετε οτιδήποτε θα διαταράξει τη θερμομόνωση, θα αλλάξει τον έλεγχο της υγρασίας ή θα δημιουργήσει την ανάγκη επαναρυθμίσεως των θερμοστατικών συστημάτων, ενώ έχουν ισοσταθμισθεί.
2. Αποφεύγετε να έχετε συρόμενες θύρες (πόρτες) με υαλοπίνακα (τζάμι). Είναι δύσκολο να σφραγισθούν ικανοποιητικά. Επίσης, οι μεγάλοι υαλοπίνακες αποτελούν μεγάλες θερμές και ψυχρές επιφάνειες, εξαιτίας των οποίων μπορεί να αυξηθεί ή να ελαττωθεί η θερμοκρασία του χώρου σε ανεπιθύμητο σημείο, με αποτέλεσμα να ρυθμίσετε το θερμοστάτη υψηλότερα ή χαμηλότερα. Προτιμάτε γαλλικές θύρες, που μπορούν να σφραγισθούν, ώστε να κλείνουν καλά.
3. Μην έχετε εσωτερικό φωτισμό στο πατάρι. Οι κανόνες προστασίας από πυρκαϊά απαιτούν 7,5 εκατοστά χώρο χωρίς μόνωση γύρω από τα φωτιστικά, πράγμα που οδηγεί σε ανεπιθύμητες απώλειες θερμότητας στο πατάρι. Εξωτερικός φωτισμός στην επιφάνεια του ταβανιού έχει όμοια αισθητικά αποτελέσματα χωρίς απώλειες ενέργειας.
4. Αποφεύγετε τζάκια των οποίων ο θάλαμος καύσεως δεν τροφοδοτείται με αέρα απευθείας από έξω και δεν έχει στεγανό υαλοπίνακα και πεταλούδα αέρα, γνωστή ως ντάμπερ (το εξωτερικό του τζακιού πρέπει να είναι τόσο μονωμένο, όσο είναι και οι άλλοι εξωτερικοί τοίχοι).
5. Φροντίστε να μην υπάρχει τίποτα στους εξωτερικούς τοίχους, όπως σωλήνες, αεραγωγοί, ηλεκτρική διανομή ή κουτί πρώτων βοηθειών, στοιχεία που θα μειώσουν την απόδοση της θερμομονώσεως.

Σχ. 15-25. *Για κατασκευές ενεργειακά αποτελεσματικές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παραπάνω οδηγίες*

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

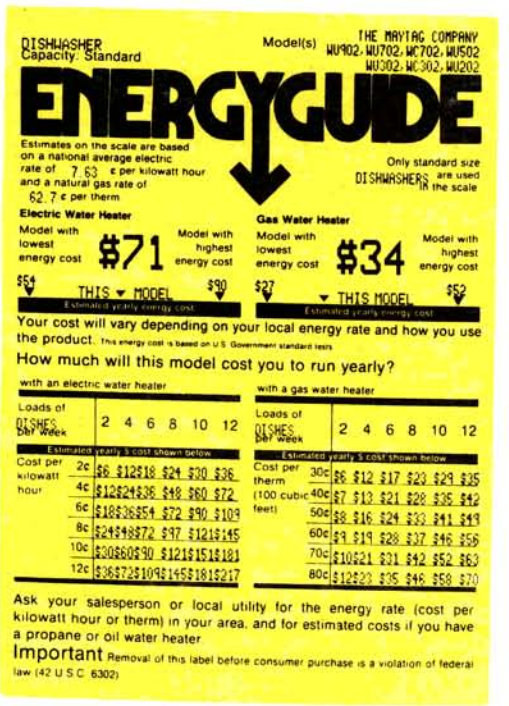
	Εκτιμώμενες kWh		Εκτιμώμενες kWh		Εκτιμώμενες kWh
Μεγάλες συσκευές		**Συσκευές μαγειρείου**		Θερμαινόμενο μαξιλάρι	10
Κλιματιστικό δωματίου (για 1000 ώρες λειτουργίας το χρόνο· η τιμή εξαρτάται πολύ από τη γεωγραφική περιοχή και το μέγεθος της μονάδας).	860	Πολτοποιητής	15	Υγραντήρας	
		Ψησταριά με σχάρα	100	**Για ρούχα**	
		Ηλεκτρικό μαχαίρι	8	Ηλεκτρικό σίδερο	163
		Καφετιέρα	140	**Υγεία και ομορφιά**	144
Στεγνωτήρας ρούχων	993	Φριτέζα	83	Μικροβιοκτόνος λυχνία	141
Πλυντήριο πιάτων που θερμαίνει το νερό	2100	Συσκευή για το ψήσιμο αυγών	14	Στεγνωτήρας μαλλιών	14
		Τηγάνι	186	Λυχνία υπερύθρων	13
Πλυντήριο πιάτων που δεν θερμαίνει το νερό	363	Πλατώ	90	Ηλεκτρική ξυριστική μηχανή	1,8
		Αναμικτήρας	13	Λυχνία μαυρίσματος	16
Καταψύκτης (16 κυβ.[1] ποδών ή 0,454 m³)	1190	Φούρνος μικροκυμάτων (μόνο)	190	Ηλεκτρική οδοντόβουρτσα	0,5
		Ψησταριά ηλεκτ. μαγειρείου	205	Δονητής	2
Καταψύκτης με απόψυξη (16,5 κυβ. ποδών ή 0,468 m³)	1820	Συσκευή για σάντουιτς	33	**Μουσική – Ενημέρωση**	
		Φρυγανιέρα	39	Ραδιόφωνο	86
Ηλεκτρική κουζίνα	700	Συμπιεστής σκουπιδιών	50	Ράδιο/ηλεκτρόφωνο	109
με αυτοκαθαριζόμενο φούρνο	730	Συσκευή για τηγανίτες	22	Τηλεόραση	
Ψυγείο (12 κυβ. ποδών ή 0,340 m³)	728	Σκουπιδοφάγος	30	Ασπρόμαυρη	
				Με λυχνίες	350
Ψυγείο με απόψυξη (12 κυβ. ποδών)	1217	**Θέρμανση και ψύξη**		Με τρανζίστορ	120
Ψυγείο/Καταψύκτης (12,5 κυβ. ποδών ή 0,354 m³)	1500			Έγχρωμη	
		Συσκευή καθαρισμού αέρα	216	Με λυχνίες	660
Ψυγείο/Καταψύκτης με απόψυξη (17,5 κυβ. ποδιών ή 0,496 m³)	2250	Ηλεκτρική κουβέρτα	147	Με τρανζίστορ	440
		Αφυγραντήρας	377		
Αυτόματο πλυντήριο ρούχων (που θερμαίνει το νερό)	2500	Ανεμιστήρας (σοφίτας)	291	**Διάφορες άλλες συσκευές**	
		Ανεμιστήρας (κυκλοφορίας)	43	Ρολόι τοίχου	17
Μη αυτόματο πλυντήριο ρούχων (που θερμαίνει το νερό)	103	Ανεμιστήρας (απαγωγής)	138	Παρκετέζα	15
		Ανεμιστήρας (παραθύρου)	170	Μηχανή ραψίματος	11
Θερμοσίφωνας	4811	Φορητή θερμάστρα	176	Ηλεκτρική σκούπα	46

Σημείωση:

Όταν χρησιμοποιείτε αυτές τις τιμές για προβλέψεις, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη παράγοντες, όπως το μέγεθος της συγκεκριμένης συσκευής, η γεωγραφική περιοχή χρησιμοποιήσεώς της και ο τρόπος με τον οποίο κάθε άνθρωπος τη χρησιμοποιεί.

[1] 1 πόδι (1 ft) = 30,48 cm.

Σχ. 15-26. *Αυτός ο πίνακας μπορεί να αποτελέσει τη βάση για τον προσδιορισμό του ετήσιου κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε στο σπίτι σας. Η ηλεκτρική κατανάλωση διαφέρει, πολλές φορές, από τη μια γεωγραφική περιοχή στην άλλη.*


DISHWASHER
Capacity: Standard

Model(s) THE MAYTAG COMPANY
WU902, WU702, WC702, WU502
WU302, WC302, WU202

ENERGYGUIDE

Estimates on the scale are based on a national average electric rate of 7.63 ¢ per kilowatt hour and a natural gas rate of 62.7 ¢ per therm

Only standard size DISHWASHERS are used in the scale

Electric Water Heater
Model with lowest energy cost $71 Model with highest energy cost
$54 THIS MODEL $90
Estimated yearly energy cost

Gas Water Heater
Model with lowest energy cost $34 Model with highest energy cost
$27 THIS MODEL $52
Estimated yearly energy cost

Your cost will vary depending on your local energy rate and how you use the product. This energy cost is based on U.S. Government standard tests

How much will this model cost you to run yearly?

with an electric water heater

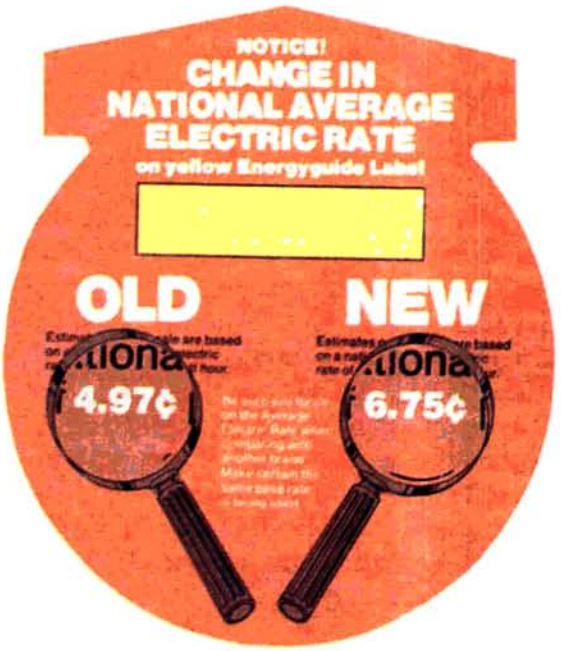
Loads of DISHES per week	2	4	6	8	10	12
Estimated yearly $ cost shown below						
Cost per kilowatt hour 2¢	$6	$12	$18	$24	$30	$36
4¢	$12	$24	$36	$48	$60	$72
6¢	$18	$36	$54	$72	$90	$109
8¢	$24	$49	$72	$97	$121	$145
10¢	$30	$60	$90	$121	$151	$181
12¢	$36	$72	$109	$145	$181	$217

with a gas water heater

Loads of DISHES per week	2	4	6	8	10	12
Estimated yearly $ cost shown below						
Cost per therm (100 cubic feet) 30¢	$6	$12	$17	$23	$29	$35
40¢	$7	$13	$21	$28	$35	$42
50¢	$8	$16	$24	$33	$41	$49
60¢	$9	$19	$28	$37	$46	$56
70¢	$10	$21	$31	$42	$52	$63
80¢	$12	$23	$35	$46	$58	$70

Ask your salesperson or local utility for the energy rate (cost per kilowatt hour or therm) in your area, and for estimated costs if you have a propane or oil water heater.

Important Removal of this label before consumer purchase is a violation of federal law (42 U.S.C. 6302)



Σχ. 15-27. *Αριστερά: Χαρακτηριστικός Ενεργειακός Οδηγός, που απαντά σήμερα στις συσκευές. Συγκρίνοντας, οι αγοραστές μπορούν να επιλέξουν τύπους που είναι ενεργειακώς πιο αποδοτικοί. Δεξιά: Το ετήσιο κόστος λειτουργίας μπορεί να αυξηθεί, καθώς το κόστος της ενέργειας αυξάνεται (GE and Irv Wolfson Co.).*

ΑΠΟΔΟΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Οι οικιακές συσκευές καταναλώνουν το 25 με 28% της ενέργειας που χρησιμοποιείται σε ένα σπίτι. Στο σχήμα 15-26 αναγράφονται διάφορες συσκευές και η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει καθεμιά από αυτές για διάστημα ενός χρόνου.

Οι συσκευές μπορούν να σχεδιασθούν έτσι ώστε να χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια. Από το 1976, η βιομηχανία οικιακών συσκευών τοποθετεί στις συσκευές πινακίδες, στις οποίες αναγράφεται η απόδοσή τους. Αυτή η πληροφορία αναγράφεται στις πιο νέες συσκευές και είναι γνωστή ως "διαβάθμιση ενεργειακής αποδόσεως" (energy efficiency rating: EER).

ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΕΩΣ

Μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, το (τότε) National Bureau of Standards (Εθνικό Γραφείο Προτύπων) προχώρησε στη συγκρότηση ενός τμήματος για τη διαβάθμιση οικιακών συσκευών. Έργο του είναι η προώθηση ενός προγράμματος διαβαθμίσεως αποδόσεως των συσκευών. Στις συσκευές που καλύπτονται από το πρόγραμμα διαβαθμίσεως περιλαμβάνονται: κλιματιστικά δωματίων, ψυγεία, καταψύκτες, θερμοσίφωνες, πλυντήρια και στεγνωτήρια ρούχων, ηλεκτρικά μαγειρεία, φούρνοι, καυστήρες και κεντρικοί κλιματισμοί.

Οι πινακίδες EER τοποθετούνται επάνω στις συσκευές (που κυκλοφορούν στις ΗΠΑ και τον Καναδά) και φέρουν τις εξής πληροφορίες:

- Τη διαβάθμιση ενεργειακής αποδόσεως της συσκευής (όσο μεγαλύτερη είναι η διαβάθμιση, τόσο πιο αποδοτική είναι η συσκευή κατά τη χρήση ηλεκτρισμού, αερίου ή πετρελαίου).
- Το επίπεδο αποδόσεως ή καταναλώσεως ενέργειας άλλων παρομοίων συσκευών του εμπορίου.
- Εκτίμηση πόσο θα κοστίσει η λειτουργία της συσκευής το χρόνο με διάφορους ρυθμούς λειτουργίας.

Μια χαρακτηριστική πινακίδα φαίνεται στο σχήμα 15-27. Συνήθως, οι πινακίδες αναφέρονται "ως ενεργειακός οδηγός".

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΕΩΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΕΩΣ

Η ενεργειακή διαβάθμιση, μιας ηλεκτρικής συσκευής υπολογίζεται (στις ΗΠΑ) διαιρώντας την αριθμητική τιμή της εξερχόμενης ενέργειας σε Btu[1] ανά ώρα, διά της αριθμητικής τιμής της ηλεκτρικής ισχύος, που χρησιμοποιείται σε watt.

Για παράδειγμα, ένα κλιματιστικό παραθύρου έχει δυνατότητα 7000 Btu/h με είσοδο 840 watt, άρα το EER ισούται με 7000 διά 840, ίσον 8,3. Αυτή η πληροφορία υπάρχει στην πινακίδα (στον ενεργειακό οδηγό).

---

[1] *1 Btu (British Thermal Unit) = 1055 Joule*

Η λογική χρήση των οικιακών συσκευών είναι εξίσου σημαντική, όπως έξυπνη είναι η επιλογή των πιο αποδοτικών. Συμβουλευθείτε το σχήμα 15-28.

ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΟΥ

Οι καυστήρες είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές ενέργειας στο σπίτι. Ας υποθέσομε ότι η απόδοση μιας παλαιότερης μονάδας είναι περίπου 50 με 60 τοις εκατό. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε 100 joule ενέργειας καυσίμου που καταναλώνεται ο καυστήρας δίνει 50 με 60 joule θερμότητας.

Πολλή από τη θερμότητα διαρρέει από την καμινάδα. Οι θερμοκρασίες πρέπει συνήθως να είναι πάνω από 149°C για να έχει απορροφητική ισχύ η καμινάδα.

Όταν ο καυστήρας δεν λειτουργεί, χάνεται ζεστός αέρας από το εσωτερικό του σπιτιού, καθώς ανέρχεται από την καμινάδα.

Υπάρχουν αυτόματα συστήματα σφραγίσματος των καμινάδων, όταν δεν λειτουργεί το τζάκι ή άλλες συσκευές που ζεσταίνουν τον αέρα. Το σχήμα 15-29 παρουσιάζει ένα τέτοιο σύστημα.

Καυστήρες οικονομικοί σε καύσιμο.

Νέοι σχεδιασμοί καυστήρων οδηγούν σε αξιοποίηση του καυσίμου (σχ. 15-30). Μερικά από αυτά τα συστήματα διαβαθμίζονται με 91 ως 96% απόδοση από το Υπουργείο Ενέργειας.

Τα συστήματα μεγάλης αποδόσεως σχεδιάζονται με εναλλάκτες θερμότητας, οι οποίοι αξιοποιούν την περισσότερη από τη θερμότητα που προσφέρεται από την καύση. Τα καυσαέρια έχουν θερμοκρασία περίπου 38°C. Επομένως, ο καυστήρας δεν χρειάζεται καμινάδα. Τα καυσαέρια μπορούν να βγουν έξω με μικρό πλαστικό σωλήνα.

Ένας σχεδιασμός είναι γνωστός ως παλμικός καυστήρας. Το καύσιμο αναφλέγεται με αναφλεκτήρα.

Το καύσιμο καίγεται με μια σειρά μικρών αναφλέξεων που λέγονται «παλμοί».

Αντλίες θερμότητας.

Μια συσκευή που μπορεί να εξοικονομεί ενέργεια στο μέλλον είναι η αντλία θερμότητας. Η ***αντλία θερμότητας*** είναι βασικά ένα κλιματιστικό με μια βαλβίδα αντιστροφής, ώστε να μπορεί να λειτουργεί είτε ως μονάδα θερμάνσεως είτε ως μονάδα ψύξεως. Το χειμώνα μεταφέρει θερμότητα από το περιβάλλον μέσα στο σπίτι. Το καλοκαίρι ακριβώς το αντίθετο.

Καταναλώνει 60% λιγότερο ρεύμα από όσο μια ηλεκτρική θερμάστρα. Αυτό το επιτυγχάνει αξιοποιώντας τρεις πολύ γνωστές αρχές της θερμοδυναμικής:

Περίπου 8% της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ δαπανάται για τη λειτουργία οικιακών ηλεκτρικών συσκευών. Άρα, η σωστή χρήση και επιλογή τους μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική ελάττωση της καταναλώσεως ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα σπίτι. Η αγορά μιας πιο αποδοτικής ενεργειακώς συσκευής μπορεί να κοστίζει αρχικά λίγο περισσότερο, αλλά μακροχρόνια αυτό υπερκαλύπτεται από την ελαττωμένη κατανάλωση ενέργειας καθ'όλη τη διάρκεια ζωής της συσκευής.

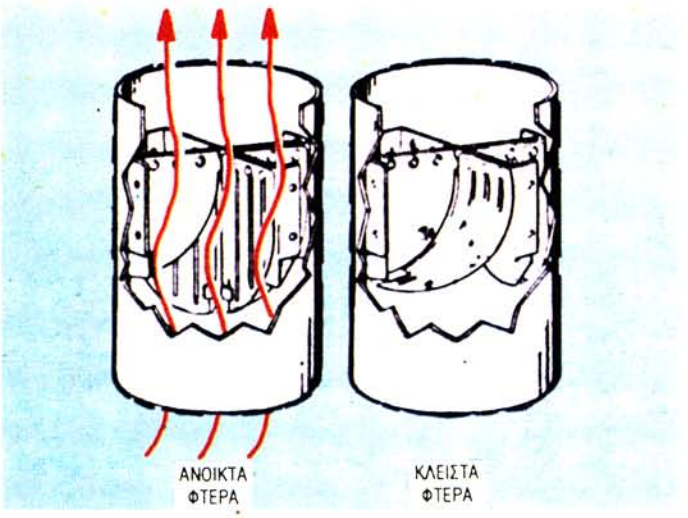
Η ενεργειακή απόδοση μπορεί να διαφέρει σημαντικά μεταξύ τύπων που φαίνονται όμοιοι. Στις ΗΠΑ, στα αμέσως επόμενα χρόνια θα είναι ευκολότερο να κρίνει κάποιος την ενεργειακή απόδοση των συσκευών με τη βοήθεια του προγράμματος της κυβερνήσεως, το οποίο προβλέπει την τοποθέτηση πινακιδίων στις συσκευές. Μέχρι τότε, η σωστή επιλογή απαιτεί κάποιο χρόνο και προσπάθεια. Θα βρείτε σε άλλα σημεία αυτού του βιβλίου μερικές χρήσιμες πληροφορίες για την αγορά καταλλήλων συσκευών και την ορθή χρήση τους, ώστε να επιτύχετε εξοικονόμηση ενέργειας. Εδώ παρουσιάζονται μερικές γενικές αρχές, που πρέπει να λάβετε υπόψη.

- ***Μην αφήνετε της συσκευές να λειτουργούν, αν δεν τις χρησιμοποιείτε.*** Αναμφισβήτητα, πρόκειται περί σπατάλης ενέργειας. Να θυμάστε να κλείνετε το ραδιόφωνο, την τηλεόραση ή το ηλεκτρόφωνο, όταν βγαίνετε από το δωμάτιο.
- ***Διατηρείτε τις συσκευές σε καλή κατάσταση λειτουργίας, ώστε*** να κρατήσουν περισσότερο, να λειτουργούν αποτελεσματικότερα και να χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια.

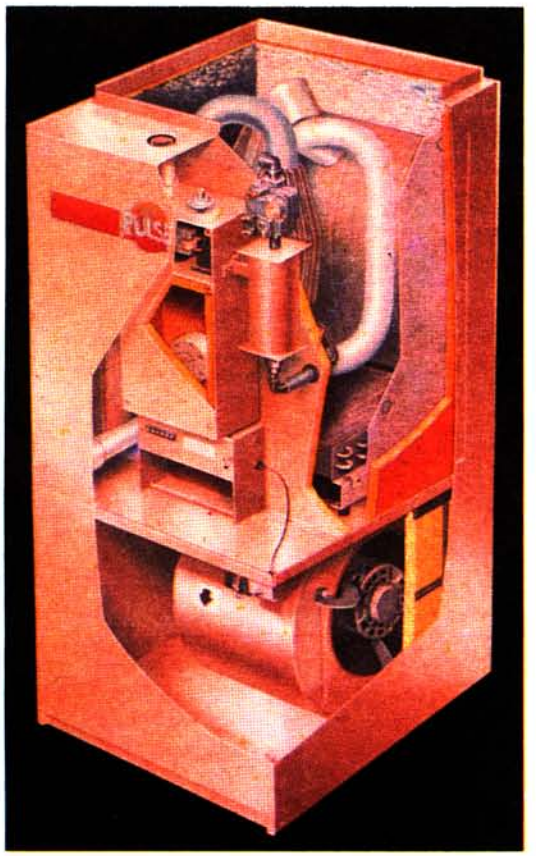
Ο κατάλογος (σχ. 15-26) δείχνει την εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση ενέργειας μερικών οικιακών συσκευών. Με αυτές τις πληροφορίες μπορείτε να εκτιμήσετε κατά προσέγγιση την ενέργεια που καταναλώνει κάθε συσκευή του καταλόγου, επομένως και το κόστος λειτουργίας της. Επίσης, θα πάρετε μια ιδέα για το ποιες συσκευές στο σπίτι σας καταναλώνουν την περισσότερη ενέργεια και τι μέτρα πρέπει να λάβετε, ώστε να έχετε καλύτερα αποτελέσματα στην προσπάθειά σας για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων.

- ***Χρησιμοποίηση συσκευών κατά τρόπο έξυπνο.*** Χρησιμοποιείτε αυτήν που καταναλώνει τη λιγότερη ενέργεια για τη συγκεκριμένη δουλειά. Παράδειγμα: για να ψηθούν μερικές φέτες ψωμιού για τοστ στο φούρνο απαιτείται τριπλάσια ενέργεια από ό,τι στην φρυγανιέρα.
- ***Μην χρησιμοποιείτε τις ειδικές λειτουργίες της συσκευής σας, οι οποίες είναι ενεργοβόρες, αν έχετε εναλλακτική λύση.*** Παράδειγμα: μην χρησιμοποιείτε τη δυνατότητα της τηλεοράσεως "στιγμιαία λειτουργία". Οι συσκευές με "στιγμιαία λειτουργία", ειδικά αυτές με λυχνίες, καταναλώνουν ενέργεια ακόμη και όταν η οθόνη είναι σκοτεινή. Χρησιμοποιείτε το "διακόπτη ολικής διακοπής", αν διαθέτει τέτοιον η συσκευή σας, για να αποφύγετε αυτήν τη σπατάλη· αν όχι, βάλτε τη συσκευή σε ρευματοδότη (πρίζα), που ελέγχεται από διακόπτη ή καλέστε κάποιον τεχνικό τηλεοράσεων να τοποθετήσει έναν επιπλέον διακόπτη on-off (εντός - εκτός) στην ίδια τη συσκευή ή στο καλώδιο τροφοδοσίας της συσκευής.

Σχ. 15-28. *Όλες οι συσκευές είναι ενεργειακά πιο αποδοτικές αν χρησιμοποιούνται έξυπνα (U.S. Dept. of Energy).*



Σχ. 15-29. *Τα αυτόματα ντάμπερ ανοίγουν, όταν δεχθούν θερμότητα, και κλείνουν όταν δεν δέχονται θερμότητα (Ameri-Therm).*



Σχ. 15-30. *Οι σύγχρονοι καυστήρες παρέχουν περισσότερη θερμότητα καταναλώνοντας την ίδια ποσότητα καυσίμου. Οι κατασκευαστές δίνουν τη διαβάθμιση AFUE [(ετήσια απόδοση καταναλώσεως καυσίμου) (annual fuel utilization efficiency)] των συσκευών τους (Lennox Industries Inc.).*

- Η θερμότητα ρέει πάντα από θερμότερο προς ψυχρότερο μέρος.
- Ένα αέριο θερμαίνεται, όταν συμπιέζεται.
- Αν αφεθεί να διασταλεί, το αέριο θα ψυχθεί.

Αυτές οι προτάσεις είναι γνωστές ως ***αρχές της θερμοδυναμικής.*** Αναφέρονται στη μετακίνηση (ροή) της θερμότητας.

Σύστημα αντλίας θερμότητας.

Η λειτουργία της αντλίας θερμότητας μπορεί να τροποποιηθεί, ώστε να θερμαίνει ή να ψύχει, καθώς οι εποχές μεταβάλλονται. Το βασικό σύστημα περιλαμβάνει:

- Αντλία για συμπίεση αερίου. Συνήθως λέγεται συμπιεστής.
- Δύο θαλάμους ή εναλλάκτες θερμότητας. Ο ένας παίρνει θερμότητα και λέγεται εξαερωτήρας. Είναι εκεί όπου το αέριο εκτονώνεται. Ο άλλος αποδίδει θερμότητα και λέγεται συμπυκνωτής (υγροποιητής).
- Σωλήνες που συνδέουν τον εξαερωτήρα και το συμπυκνωτή με το συμπιεστή).
- Μια βαλβίδα αντιστροφής, που αλλάζει τη φορά ροής του αερίου για θέρμανση ή για ψύξη.

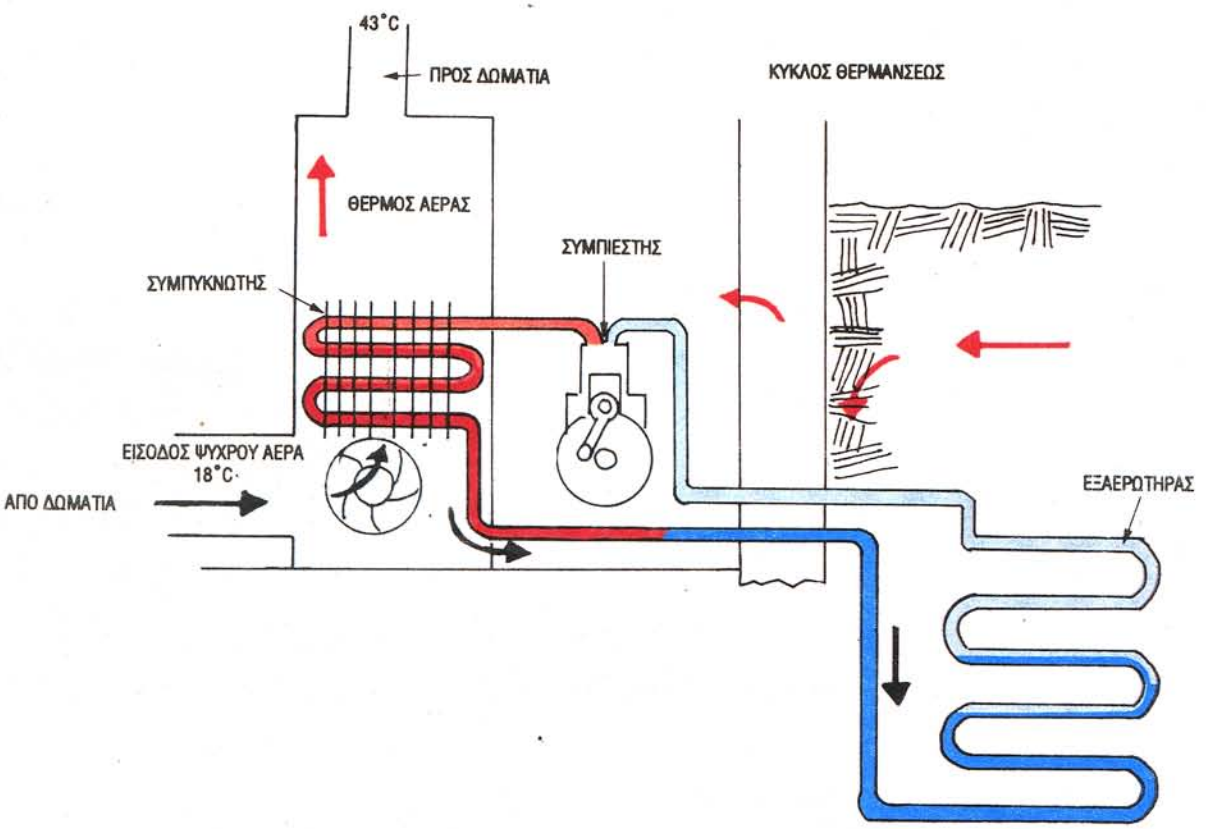
Πώς λειτουργεί η αντλία θερμότητας.

Το σύστημα της αντλίας θερμότητας γεμίζει με αέριο, που λέγεται ***ψυκτικό.*** Ο σκοπός του είναι να απορροφά θερμότητα και να την αποδίδει σε άλλα σημεία του συστήματος. Όταν η βαλβίδα αντιστροφής είναι στη θέση "θέρμανση" (σχ. 15-31), ο θάλαμος που βρίσκεται έξω από το σπίτι είναι σαν εξαερωτήρας. Το ψυκτικό εκτονώνεται μέσα σε αυτόν. Με το να είναι ψυχρότερο, το ψυκτικό απορροφά θερμότητα από το θερμότερο εξωτερικό περιβάλλον (αέρα). Κινούμενο με τη βοήθεια του συμπιεστή, το ψυκτικό ρέει προς το θάλαμο που είναι μέσα στο σπίτι, ο οποίος είναι ο συμπυκνωτής. Εδώ το αέριο αποδίδει θερμότητα στο εσωτερικό του σπιτιού. Όταν αντιστρέφεται η βαλβίδα, η αντλία θερμότητας αντιστρέφεται και λειτουργεί ως ψυκτικό μηχάνημα. Τώρα παίρνει θερμότητα από το εσωτερικό του κτηρίου και τη μεταφέρει στον έξω από το σπίτι χώρο (σχ. 15-32).

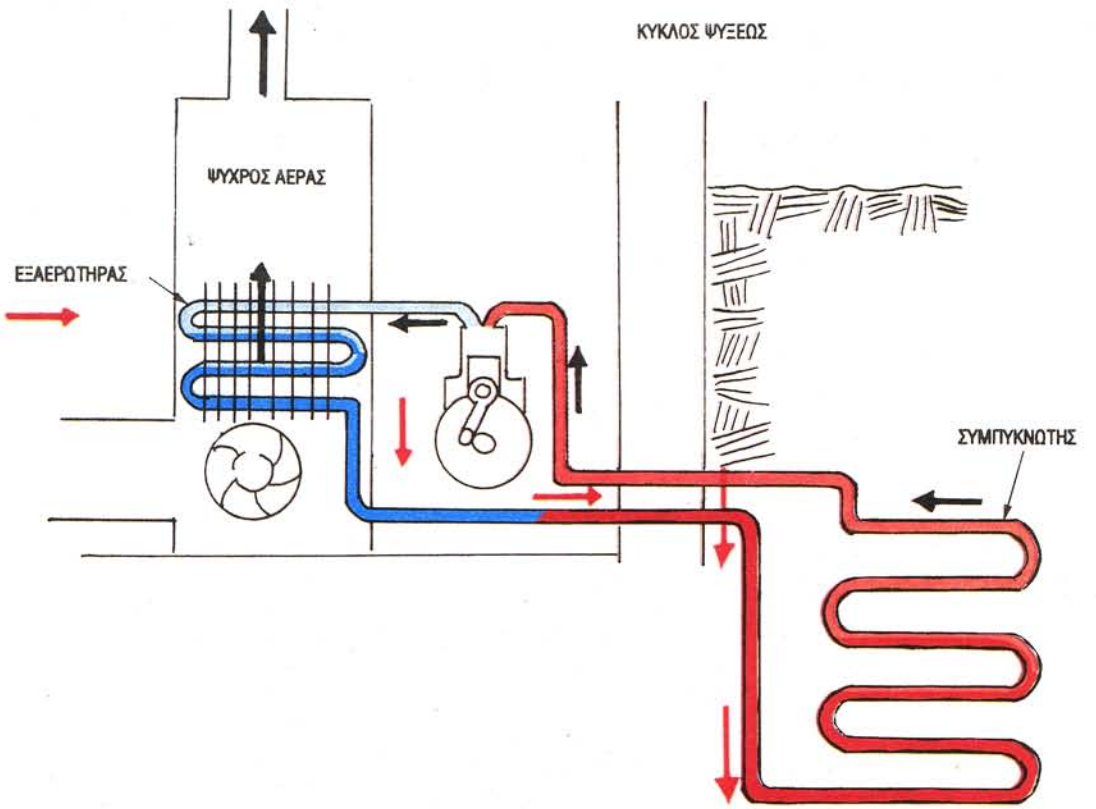
ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Με την ίδια κατανάλωση ενέργειας, η αντλία θερμότητας μπορεί να δώσει μέχρι και τρεις φορές περισσότερη θερμότητα από ό,τι μια ηλεκτρική θερμάστρα με αντίσταση. Επειδή θερμαίνει και ψύχει, στοιχίζει φθηνότερα από ό,τι ένας καυστήρας και συγχρόνως ένα κλιματιστικό μόνο για ψύξη.

Όταν θερμαίνει, η απόδοση της αντλίας θερμότητας μειώνεται καθώς η εξωτερική θερμοκρασία μειώνεται. Κάτω από –7°C συνήθως δεν μπορεί να θερμάνει ένα κτήριο. Τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα βοηθητικό σύστημα θερμάνσεως, για να βοηθήσει την αντλία. Αυτό



Σχ. 15-31. *Διάγραμμα αντλίας θερμότητας, ενώ θερμαίνει. Ένα σύστημα σπειρών στο εξωτερικό του κτηρίου συλλέγει θερμότητα την οποία μεταφέρει το ψυκτικό. Στη συνέχεια, το ψυκτικό δίνει θερμότητα στον αέρα, που διέρχεται διά του συμπυκνωτή.*



Σχ. 15-32. *Διάγραμμα αντλίας θερμότητας, που λειτουργεί για ψύξη. Το ψυκτικό διερχόμενο μέσα από τον εξαερωτήρα εισέρχεται στο εσωτερικό του σπιτιού και απορροφά θερμότητα από τον αέρα. Στη συνέχεια, διέρχεται μέσα από το συμπυκνωτή, δηλαδή τις σπείρες μέσα στο έδαφος, όπου αποδίδει θερμότητα.*

το πρόβλημα μπορεί επίσης να λυθεί τοποθετώντας το εξωτερικό κόιλ (σπειροειδείς σωληνώσεις) σε καλύτερη πηγή θερμότητας. Μια μέθοδος είναι να τοποθετηθεί μέσα το έδαφος, όπου η θερμοκρασία είναι πάντα μεγαλύτερη όταν έχει κρύο. Το σχήμα 15-32 παρουσιάζει σύστημα αυτού του είδους. Μια άλλη λύση ικανοποιητική είναι να τοποθετηθεί το σύστημα των σπειρών μέσα σε πηγάδι (σχ. 15-33) ή στον πυθμένα λίμνης, ώστε να παίρνει θερμότητα από το νερό. Μια τρίτη λύση είναι να τοποθετηθεί στο δοχείο συλλογής ενός ηλιακού συλλέκτη (οι ηλιακοί συλλέκτες περιγράφονται στο κεφάλαιο για την ηλιακή ενέργεια).

ΣΩΣΤΗ ΔΙΟΧΕΤΕΥΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΤΑ ΣΠΙΤΙΑ

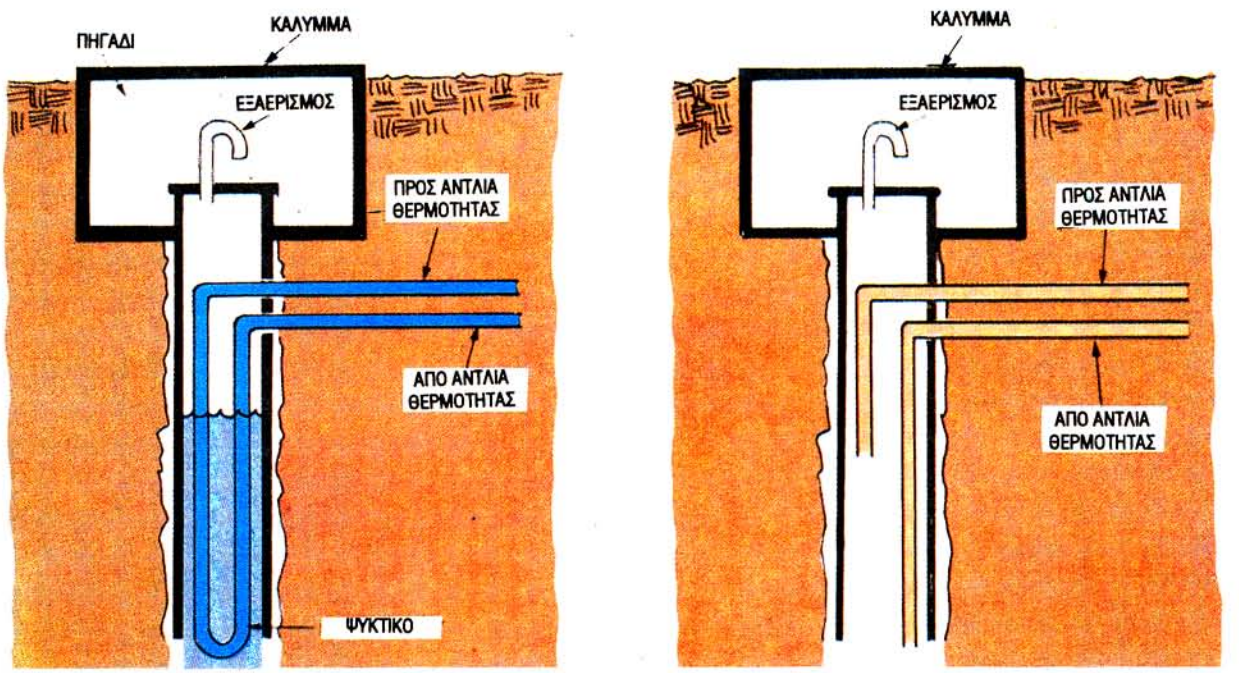
Λόγω του τρόπου που έχουν σχεδιασθεί και κατασκευασθεί τα σπίτια, η θερμότητα που εκλύεται από τις οικιακές συσκευές τη θερμή εποχή προστίθεται στο θερμικό φορτίο και αυξάνει το κόστος ψύξεως (κλιματισμού).

Ομοίως, πολλή από τη θερμότητα που διοχετεύεται μέσα από μη μονωμένους αεραγωγούς και σωλήνες χάνεται. Το 1976 η ομοσπονδιακή κυβέρνηση των ΗΠΑ δημοσίευσε μια ανακοίνωση σχετικά με ένα πειραματικό σπίτι στο Hampton της πολιτείας Virginia. Οι σχεδιαστές του σπιτιού προσπάθησαν να επιτύχουν εξοικονόμηση ενέργειας με τρεις τρόπους: με τη χρήση ενός ενεργού συστήματος συλλογής ηλιακής ενέργειας, με θερμομόνωση των συστημάτων του σπιτιού και με σωστή τοποθέτηση του συστήματος αεραγωγών. Όλοι οι αεραγωγοί τοποθετήθηκαν εξ' ολοκλήρου μέσα στο θερμαινόμενο ή ψυχόμενο χώρο. Συγχρόνως, η θερμότητα από οικιακές συσκευές μπορεί να οδηγείται έξω από το σπίτι κατά την εποχή που χρειάζεται ψύξη του σπιτιού. Κατά την περίοδο που χρειάζεται θέρμανση, η θερμότητα που εκλύεται από τις συσκευές μπορεί να διανεμηθεί στο εσωτερικό του σπιτιού.

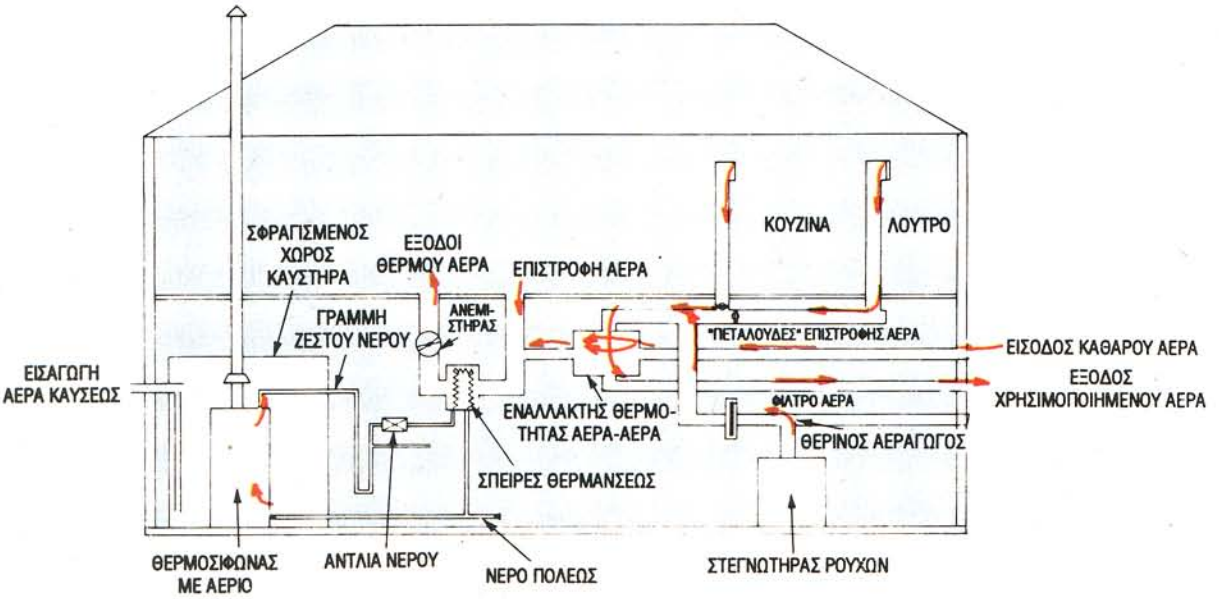
Το σχήμα 15-34 είναι ένα διάγραμμα του συστήματος θερμάνσεως ενός σπιτιού που είναι πρότυπο για το Saskatchewan Conservahome Program (κάποιο πρόγραμμα του Καναδά για εξοικονόμηση ενέργειας στα σπίτια). Το σπίτι ήταν τόσο αεροστεγές και τόσο καλά θερμομονωμένο, που δεν χρειαζόταν καυστήρα. Υπολογίσθηκε ότι οι ανάγκες για θέρμανση του σπιτιού είχαν μειωθεί κατά 78%. Ακόμη και ο μικρότερος καυστήρας θα ήταν πολύ μεγάλος και, επομένως, μη αποδοτικός. Αντί γι' αυτό, το σύστημα θερμάνσεως νερού αποτέλεσε την πρωταρχική πηγή θερμάνσεως. Θερμό νερό από το θερμοσίφωνα διοχετεύεται σε ένα σπειροειδή σωλήνα (κόιλ) μέσα στο σύστημα διανομής θερμού αέρα. Επίσης, ζεστός αέρας από την έξοδο του στεγνωτηρίου ρούχων, διοχετεύεται μέσα στο σύστημα διανομής θερμότητας. Κατά τη ζεστή εποχή, ο αέρας του στεγνωτηρίου διοχετεύεται έξω.

Ο θερμοσίφωνας που λειτουργεί με καύσιμο παίρνει τον αέρα για καύση απ' έξω, ώστε να μην καταναλώνει το ζεστό αέρα στο εσωτερικό του σπιτιού.

Οι σωληνώσεις ζεστού νερού είναι μία άλλη αιτία απωλειών θερμότητας. Οι σωληνώσεις μεταφέρουν ζεστό νερό από το θερμοσίφωνα στις βρύσες της κουζίνας, του λουτρού και του πλυντηρίου. Διαρρέει θερμότητα προς τον ψυχρό αέρα που είναι γύρω στις σωληνώσεις.



Σχ. 15-33. *Ένα πηγάδι είναι το κατάλληλο μέρος για να τοποθετηθεί το εξωτερικό σύστημα σπειρών μιας αντλίας θερμότητας. Αριστερά: Σύστημα κλειστού βρόχου, όπου κυκλοφορεί ψυκτικό. Δεξιά: Ένα ανοικτό σύστημα όπου το νερό του πηγαδιού είναι το μέσο λήψεως ή αποδόσεως θερμότητας.*



Σχ. 15-34. *Σύστημα θερμάνσεως για εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό το σπίτι δεν χρειάζεται καυστήρα· η θερμότητα παρέχεται από το θερμοσίφωνα που λειτουργεί με αέριο. Τα ζεστά αέρια από την έξοδο του στεγνωτήρα ρούχων χρησιμοποιούνται επίσης για τη θέρμανση (Saskatchewan Energy and Mines).*

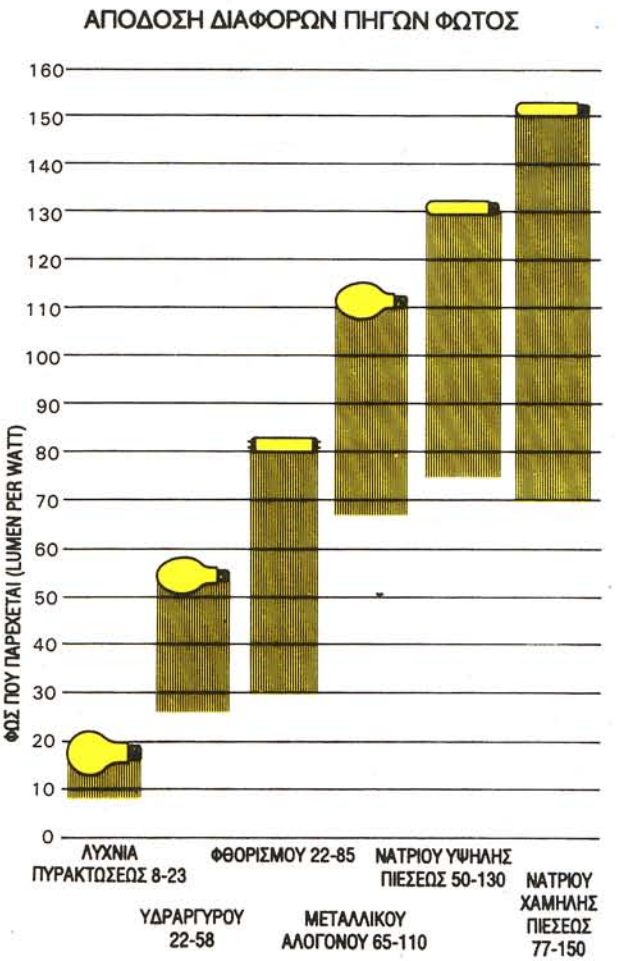


Σχ. 15-35. *Με τη θερμομόνωση των θερμοσιφώνων εξοικονομείται ενέργεια.*

Με τη θερμομόνωση των σωληνώσεων αποφεύγομε αυτήν την απώλεια θερμότητας. Η μόνωση του ίδιου του συστήματος θερμάνσεως του νερού μειώνει την απώλεια ενέργειας κατά περίπου 400 kWh το χρόνο, αν χρησιμοποιείται ηλεκτρισμός, ή κατά 102 cm^3 φυσικού αερίου (σχ. 15-35).

Άλλες μέθοδοι εξοικονομήσεως ενέργειας κατά τη θέρμανση νερού είναι:

- Μείωση της θερμοκρασίας του θερμοστάτη στο θερμοσίφωνα στην ελάχιστη τιμή, που είναι αποδεκτή για τις ανάγκες του σπιτιού.
- Επισκευή των βρυσών που στάζουν.



Σχ. 15-36. *Οι λυχνίες τεχνητού φωτισμού διαφέρουν πάρα πολύ ως προς την απόδοσή τους. Η λιγότερο αποδοτική είναι η λυχνία πυρακτώσεως, η οποία στην αρχή μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε θερμοδυναμική και κατόπιν μέρος αυτής σε φως.*

- Χρησιμοποίηση πλυντηρίου πιάτων μόνο όταν είναι τελείως γεμάτο.
- Τοποθέτηση εξαρτημάτων μειώσεως ροής στο σύστημα καταιονήσεως (ντους).
- Πλύσιμο ρούχων με κρύο ή χλιαρό νερό, όταν είναι δυνατόν.
- Πλήρες γέμισμα των πλυντηρίων ρούχων ή ρύθμιση της ποσότητας του νερού ανάλογα με την ποσότητα των ρούχων.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, το 20% του ηλεκτρισμού που παράγεται στις ΗΠΑ χρησιμοποιείται για φωτισμό. Εξοικονόμηση ενέργειας που σχετίζεται με φωτισμό σημαίνει υλοποίηση μιας από αυτές τις τρεις προτάσεις:

- Επιλογή και αγορά πιο αποδοτικών λαμπτήρων.
- Προσοχή στην επιλογή διατάξεων φωτισμού και στην τοποθέτηση των φώτων.
- Αλλαγή των προσωπικών συνηθειών, όσον αφορά στη χρήση φωτισμού.

Επιλογή λαμπτήρων φωτισμού.

Ένα από τα πρώτα που πρέπει κάποιος να προσέξει κατά την επιλογή λαμπτήρων είναι η απόδοσή τους. Το μέτρο της αποδόσεως σε φωτισμό είναι το φως που δίνει σε σχέση με την ισχύ που καταναλώνει ο λαμπτήρας. Το φως από κάθε πηγή μετρείται σε lumen.

Ένα ***lumen*** μετρά το ποσό φωτός που πέφτει σε μια επιφάνεια. Η χρήση ηλεκτρικής ισχύος μετρείται σε watt. Ένα ***watt*** ισούται με την ισχύ που καταναλώνει ένας λαμπτήρας όταν το ρεύμα είναι 1 ampere και η τάση 1 volt.

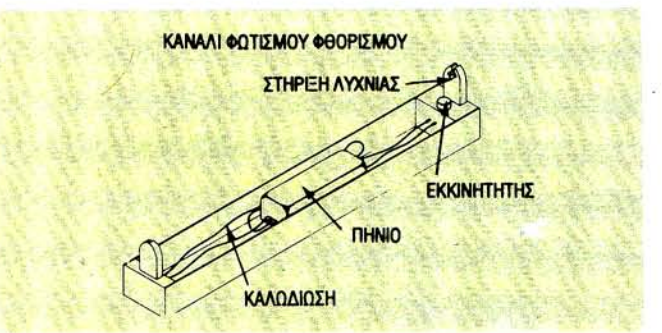
Η απόδοση μιας πηγής φωτός καθορίζεται από το πόσο φως (σε lumen) παράγεται ανά watt ηλεκτρικής ισχύος.

Η ισχύς (σε watt), μιας λυχνίας είναι το ποσό της ενέργειας που καταναλώνει ανά δεδομένο χρόνο. Συνήθως, αναγράφονται τα lumen που αποδίδει η λάμπα. Όσο περισσότερα lumen ανά watt τόσο πιο αποδοτική είναι η λυχνία. Το σχήμα 15-36 είναι ένα διάγραμμα του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ, όπου συγκρίνονται οι αποδόσεις διαφόρων τύπων λυχνιών.

Λυχνίες πυρακτώσεως. Είναι οι λιγότερο αποδοτικές, γιατί πρώτα παράγουν εσωτερική ενέργεια με θέρμανση του νήματος από βολφράμιο ώσπου να ακτινοβολήσει. Το 90% της ενέργειας ρέει ως μη φωτεινή ενέργεια προς το περιβάλλον (θερμότητα). Η ενέργεια χάνεται.

Λυχνίες φθορισμού. Δεν στηρίζονται στην αύξηση της θερμοκρασίας για παραγωγή φωτεινής ακτινοβολίας. Χρησιμοποιούν εκκένωση μέσα σε αέριο με υψηλή τάση για να διεγείρουν τα άτομα κάποιου ευγενούς αερίου που βρίσκονται μέσα στο σωλήνα της λάμπας. Ένα πηνίο ***(αυτεπαγωγή)*** βοηθά στο να δημιουργηθεί ηλεκτρική εκκένωση και ρεύμα μέσα από το σωλήνα (σχ. 15-37). Τα άτομα του ευγενούς αερίου εκπέμπουν υπεριώδες φως που απορροφά η επικάλυψη από φώσφορο στο εσωτερικό του σωλήνα. Ο φώσφορος εκπέμπει, στη συνέχεια, ορατό φως. Οι λυχνίες φθορισμού είναι πέντε φορές πιο αποδοτικές από τις λυχνίες πυρακτώσεως. Επίσης, διαρκούν 20 φορές περισσότερο. Το σχήμα 15-38 είναι ένας οδηγός για την επιλογή λυχνιών φθορίου.

Λυχνίες νατρίου χαμηλής πιέσεως. Αυτές οι λυχνίες έχουν πολύ μεγάλη απόδοση και δίνουν 77 με 150 lumen φωτός ανά watt ηλεκτρισμού. Μετατρέπουν σε φως σχε-



Σχ. 15-37. *Το σύστημα που χρειάζεται για φωτισμό φθορισμού είναι πιο ακριβό από το φωτισμό με λυχνία πυρακτώσεως. Κάτι που χρειάζεται είναι ένα σύστημα ανυψώσεως τάσεως που μπορεί να είναι ένα πηνίο. Όμως, οι λυχνίες φθορισμού αντέχουν περισσότερο και είναι πιο αποδοτικές.*

	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ "ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ"	ΧΡΩΜΑΤΑ ΠΟΥ ΦΑΙΝΟΝΤΑΙ ΕΝΤΟΝΑ	ΧΡΩΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΞΑΣΘΕΝΟΥΝ Ή ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΓΚΡΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Ψυχρό λευκό	Ουδέτερο έως σχετικά ψυχρό	Πορτοκαλί, κίτρινο, μπλε	Κόκκινο	Ταιριάζει με το φυσικό φως της ημέρας
Πολυτελές ψυχρό λευκό	Ουδέτερο έως σχετικά ψυχρό	Όλα σχεδόν ίδια	Κανένα σημαντικά	Σαν φυσικό φως της ημέρας
Ζεστό λευκό	Ζεστό	Πορτοκαλί, κίτρινο	Κόκκινο, μπλε, πράσινο	Ταιριάζει με φως λυχνίας πυρακτώσεως
Πολυτελές ζεστό λευκό	Ζεστό	Κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο, πράσινο	Μπλε	Σαν φως λυχνίας πυρακτώσεως

Σχ. 15-38. *Οι λυχνίες φθορισμού κατασκευάζονται για να παράγουν φως με διαφορετικά χαρακτηριστικά (U.S. Dept. of Energy).*

δόν το 35% της ενέργειας που χρησιμοποιούν. Αυτές οι λυχνίες χρησιμοποιούνται κυρίως στην Ευρώπη και λιγότερο στη Βόρεια Αμερική για φωτισμό δρόμων και χώρων σταθμεύσεως.

Λυχνίες εκκενώσεως μεγάλης εντάσεως (HID). Όπως οι λυχνίες νατρίου χαμηλής πιέσεως, έτσι και αυτές οι λυχνίες χρησιμοποιούνται στον εξωτερικό χώρο κατοικιών (high intensity discharge lighting: HID). Χρησιμοποιούνται τις περισσότερες φορές για εσωτερικό βιομηχανικό φωτισμό, όπως σε αποθήκες και στη βιομηχανική παραγωγή. Λυχνίες μεταλλικού αλογόνου μερικές φορές χρησιμοποιούνται για εμπορικό εσωτερικό φωτισμό.

Επίσης, προτιμώνται για φωτισμό σταδίων, όπου γίνονται τηλεοπτικές αναμεταδόσεις. Οι λυχνίες υδραργύρου είναι οι πιο φθηνές για φωτισμό του εξωτερικού χώρου κατοικιών.

Σωστή τοποθέτηση των φώτων.

Η σωστή τοποθέτηση των φώτων στο χώρο παίζει μεγάλο ρόλο στην απόδοση αυτών. Οι ακόλουθες συμβουλές θα βοηθήσουν να αυξήσετε την ποσότητα φωτός που μπορεί να προκύψει από το σύστημα φωτισμού:

- Οι ανοιχτόχρωμοι τοίχοι και οι λαμπτήρες επιφάνειας ανακλούν περισσότερο φως από ό,τι οι σκοτεινές επιφάνειες.
- Μια λυχνία λίγων watt τοποθετημένη κοντά στην περιοχή εργασίας θα δώσει τόσο χρήσιμο φως όσο μια μεγάλη λυχνία τοποθετημένη μακριά, π.χ. στο ταβάνι.
- Λυχνίες για φωτισμό του χώρου εργασίας ή μελέτης πρέπει να τοποθετούνται στα πλάγια. Αυτό βοηθά στο να μην κτυπά το ανακλώμενο φως τους εργαζόμενους στα μάτια.

Συντήρηση συστημάτων φωτισμού.

Ο συχνός καθαρισμός των φωτιστικών συστημάτων, ειδικότερα των ανακλαστήρων, βοηθά στο να παρέχουν αυτά τις ποσότητες φωτός για τις οποίες σχεδιάσθηκαν. Μια λυχνία που παράγει 20 lumen ανά watt, όταν τοποθετηθεί και λειτουργεί, μπορεί να παράγει μόνο τα μισά από αυτά, αν καλυφθεί από σκόνη. Ειδικά οι ανακλαστήρες λαμπτήρων φθορισμού είναι γνωστό ότι μαζεύουν σκόνη. Χρειάζονται επομένως συχνό καθαρισμό.

Αποδοτική χρήση φωτισμού.

Η έξυπνη χρήση του φωτισμού θα δώσει περισσότερο φως με λιγότερα watt (ισχύ). Ο κατάλογος στο σχήμα 15-39 παρέχει υποδείξεις με το πώς θα αυξήσετε την απόδοση του φώτων με έξυπνη χρήση.

Αυτόματος έλεγχος.

Τα φώτα μπορεί να ελέγχονται με αυτόματες διατάξεις, ώστε να σβήνουν αν ξεχαστούν αναμμένα. Όλες αυτές οι διατάξεις, αν χρησιμοποιούνται με συνέπεια θα μειώσουν την καταναλισκόμενη ενέργεια. Η εξοικονόμηση ενέργειας υπερκαλύπτει το αρχικό τους αυξημένο κόστος. Τέτοιες διατάξεις είναι οι εξής:

- ***Χρονοδιακόπτες.*** Μπορεί να ρυθμισθούν, ώστε να σβήσουν ή να ανάψουν τα φώτα σε καθορισμένα διαστήματα. Για παράδειγμα, να ανάψουν τα φώτα το βράδυ και να σβήσουν τη μέρα.
- ***Φωτοστοιχεία.*** Το φως επιδρά σε κάποιον φωτοευαίσθητο μηχανισμό προκαλώντας ένα μικρό ρεύμα. Το ρεύμα θέτει κάποιο διακόπτη εκτός (off) που σβήνει το φως. Όταν το φυσικό φως μειώνεται, το φωτοστοιχείο θα θέσει σε λειτουργία τον τεχνητό φωτισμό.
- ***Ρυθμιστές φωτισμού (dimmer).*** Αυτές οι συσκευές επιτρέπουν ρυθμίσεις του φωτισμού των δωματίων σύμφωνα με τις ανάγκες κατά τα διάφορα διαστήματα της ημέρας. Εξοικονομούν ενέργεια, γιατί μειώνουν τη δαπανόμενη ενέργεια, όταν δεν χρειάζεται πολύ φως. Υπάρχουν δύο τύποι: με εξαρτήματα στερεάς καταστάσεως (solid state) και με μεταβλητό αυτόματο μετασχηματιστή.

Μια τρίτη διάταξη, ο ρεοστάτης, δεν βοηθά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Μειώνει το φως, αλλά πολλή επιπλέον ενέργεια εκλύεται ως θερμότητα και χάνεται.

- Μην υπερφωτίζετε χώρους. Δοκιμάστε λιγότερα watt και επιλέξτε την ισχύ που είναι ικανοποιητική. Χρησιμοποιείτε το φως της ημέρας όσο μπορείτε.
- Μεγάλες λάμπες χρησιμοποιούν την ενέργεια αποδοτικότερα. Προσπαθήστε, αν γίνεται, να αντικαστήσετε δύο λαμπτήρες με μία που παρέχει το ίδιο φως, όπως οι δύο μαζί.
- Οι λαμπτήρες νυκτός των τεσσάρων watt, οι διαφανείς, παρέχουν σχεδόν το ίδιο φως όσο και άλλοι λαμπτήρες νυκτός των 7 watt.
- Όμως χρησιμοποιούν περίπου τη μισή ενέργεια.
- Συνδέστε τα συστήματα φωτισμού με ξεχωριστούς διακόπτες. Χρησιμοποιείτε μόνο όσα χρειάζεστε.
- Σβήνετε τα εξωτερικά διακοσμητικά φώτα αερίου ή αντικαταστήστε τα με λαμπτήρες πυρακτώσεως χαμηλής ισχύος (watt).

Σχ. 15-39. *Οι οδηγίες αυτές θα σας βοηθήσουν, ώστε να επιτύχετε τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση του φωτισμού.*

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Υπάρχουν πολλές δυνατότητες εξοικονομήσεως ενέργειας στις μεταφορές. Οι μεταφορές καταναλώνουν το 26% της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ. Η περισσότερη από αυτήν την ενέργεια προέρχεται από πετρέλαιο. Τα καύσιμα μεταφορών είναι η βενζίνη, το πετρέλαιο κινήσεως (ντήζελ) και η αλκοόλη. Η βενζίνη καλύπτει πάνω από το 38% των πετρελαϊκών προϊόντων που καταναλώνονται.

Οι μηχανές μετατροπής ενέργειας που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι οι μηχανές εσωτερικής καύσεως. Σε αυτές περιλαμβάνονται η βενζινομηχανή, η πετρελαιομηχανή (ντήζελ), ο αεριοστρόβιλος και ο κινητήρας αντι-

δράσεως (τζετ). Οι ηλεκτρικοί κινητήρες χρησιμοποιούνται σε λίγους τύπους μεταφορέων όπως είναι επιβατηγά τρένα. Στο μέλλον θα βλέπει κανείς περισσότερα ηλεκτροκίνητα οχήματα στους δρόμους των πόλεων και στους εθνικούς δρόμους. Περιβαλλοντικοί λόγοι τα επιβάλλουν σε μερικές περιοχές.

Οι μεταφορές έχουν δύο στόχους: τη μεταφορά ανθρώπων και πραγμάτων. Εβδομήντα τοις εκατό της ενέργειας που απαιτεί ο τομέας των μεταφορών καταναλώνεται για τις μετακινήσεις των ανθρώπων. Με μεγάλη διαφορά το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο μέσο μεταφοράς είναι το αυτοκίνητο. Το επόμενο πιο δημοφιλές μέσο για τη μεταφορά ανθρώπων είναι το αεροπλάνο και μετά το τρένο και το λεωφορείο. Τα φορτηγά αυτοκίνητα είναι τα προτιμώμενα για μεταφορά φορτίων (σχ. 15-40).

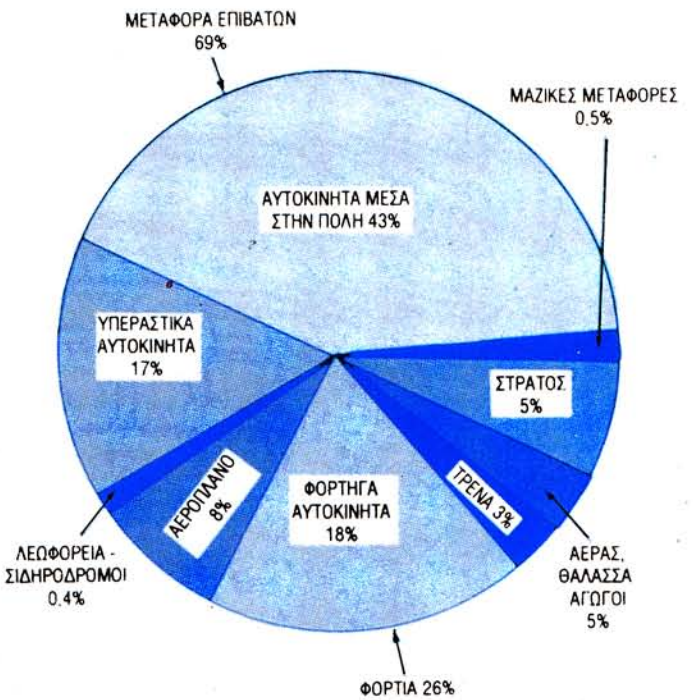
Όταν συγκρίνομε το κόστος χρήσεως του κάθε οχήματος που μεταφέρει ανθρώπους, μπορούμε εύκολα να δούμε ότι πληρώνομε υψηλά ποσά για την ευκολία μας και για την ταχεία μετακίνησή μας όταν ταξιδεύομε. Το αυτοκίνητο και το αεροπλάνο, παρ' όλο που είναι αυτά που χρησιμοποιούνται κυρίως, στοιχίζουν περισσότερο σε ενέργεια ανά επιβάτη και ανά χιλιόμετρο από ό,τι οι άλλοι τύποι μεταφοράς (σχ. 15-41).

ΜΕΘΟΔΟΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

Το αυτοκίνητο δεν είναι οικονομικό μέσο για τη μεταφορά ανθρώπων μέσα στην πόλη. Όμως, μπορούμε να κάνομε οικονομία με το να χρησιμοποιούμε πολλοί ταυτοχρόνως ένα αυτοκίνητο, για να πάμε και να γυρίσομε από τη δουλειά. Η Διεύθυνση Εθνικών Δρόμων των ΗΠΑ υπολογίζει ότι για μια διαδρομή 50 χιλιομέτρων, μπορεί να εξοικονομήσει ένας οδηγός 70.000 με 163.000 δρχ. το χρόνο με αυτήν τη μέθοδο μετακινήσεως (με τα δεδομένα κόστους των ΗΠΑ).

Άλλες μέθοδοι οικονομίας στα καύσιμα μπορεί να είναι:

- Προγραμματισμός των εξόδων για ψώνια, ώστε να επιτευχθούν πολλά μαζί με μια έξοδο. Για παράδειγμα, αν το πρόγραμμα του Σαββάτου περιλαμβάνει μετάβαση στο σούπερμαρκετ, στο κατάστημα εργαλείων ξυλείας και στο ταχυδρομείο, προσπαθήστε να τα επισκευθείτε κάνοντας μία διαδρομή και μάλιστα την πλέον σύντομη (σχ. 15-42).
- Χρησιμοποίηση άλλων μεθόδων μετακινήσεως. Περπατήστε μερικά τετράγωνα για να πάρετε εφημερίδα. Χρησιμοποιήστε δημόσιες συγκοινωνίες, για να πάτε και να έρθετε από τη δουλειά.
- Αποκτήστε συνήθειες κατά την οδήγηση του αυτοκινήτου σας, που να δίνουν περισσότερα χιλιόμετρα στο λίτρο. Κάνετε το εξής: επιταχύνετε με ομαλό, σταθερό ρυθμό. Έτσι δεν φθείρεται η μηχανή και τα λάστιχα, και η κατανάλωση βενζίνης είναι μικρότερη. Διατηρείτε σταθερό ρυθμό κινήσεως, όσο είναι δυνατόν. Να ετοιμάζεστε για τις επιβραδύνσεις και τα σταματήματα· αποφεύγετε τα φρεναρίσματα, όσο είναι δυνατόν. Αποφεύγετε το παρατεταμένο ζέσταμα της μηχανής όταν έχει κρύο. Ένα δύο λεπτά είναι αρκετά. Διατηρείτε τα φίλτρα αέρα καθαρά. Τα βουλωμένα φίλτρα οδηγούν σε πλούσιο μίγμα και μικρή απόδοση βενζίνης. Έχετε τα λάστιχα σωστά φουσκωμένα. Όταν αγοράζετε καινούργια λάστιχα, προτιμάτε τα ράντιαλ· μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας. Αφαιρείτε



Σχ. 15-40. *Πώς κατανέμεται η κατανάλωση ενέργειας στα διάφορα μέσα μεταφοράς. Τα ποσοστά είναι κατά προσέγγιση.*

Τρόπος	Μέση χωρητικότητα σε επιβάτες	Μέσο ποσοστό φορτώσεως (%)	Κόστος ενέργειας (Joule ανά επιβάτη και χιλιόμετρα) x 10^3
	ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΕΣ		
Σιδηρόδρομος	69/Βαγόνι	35%	1910
Λεωφορείο	41	45%	1060
Αυτοκίνητο	5	48%	2310
Αεροπλάνο	106	50%	5540
	ΑΣΤΙΚΕΣ		
Ποδήλατο	1	100%	132
Βάδισμα	–	–	198
Τρένο (Τρόλεϋ, Υπόγειος)	;	;	1520
Λεωφορείο	55	20%	2510
Αυτοκίνητο	5	28%	5600

Σχ. 15-41. *Σύγκριση των μέσων μεταφοράς και του κόστους ανά χιλιόμετρο και επιβάτη που μεταφέρεται. Ποιο συμπέρασμα βγάζετε για την αποτελεσματικότητα (απόδοση) του αυτοκινήτου;*

τα μη αναγκαία βάρη. Το επιπλέον βάρος μειώνει την απόδοση των καυσίμων. Έχετε τα παράθυρα ανεβασμένα, όσο είναι δυνατόν· αυτό μειώνει την αντίσταση του αέρα, άρα βελτιώνει την απόδοση των καυσίμων.

Βελτίωση της αποδόσεως του αυτοκινήτου.

Οι μηχανές εσωτερικής καύσεως μετατρέπουν το 22% έως το 38% της ενέργειας που χρησιμοποιούν σε κίνηση. Η υπόλοιπη ενέργεια διαφεύγει ως θερμότητα στο περιβάλλον ή χάνεται λόγω τριβής. Δεν μπορούμε να βελτιώσομε αυτήν την απόδοση σημαντικά λόγω των νόμων της θερμοδυναμικής. Όμως, είναι δυνατές μερικές βελτιώσεις.

Μια δυνατότητα είναι η μείωση του μεγέθους και του βάρους του οχήματος. Έτσι χρειάζεται λιγότερη ισχύς και οι μηχανές μπορεί να είναι μικρότερες. Άλλη δυνατότητα είναι η χρησιμοποίηση κιβωτίων ταχυτήτων χειροκινήτων (όχι αυτομάτων) με πιο αποδοτικούς λόγους γραναζιών. Τα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων μπορούν επίσης να γίνουν πιο αποδοτικά. Σύμφωνα με ένα νέο σχεδιασμό, που λέγεται μετάδοση με συνεχή μεταβολή (condiniously variable transmission: CVT), χρησιμοποιούνται ιμάντες και τροχαλίες. Οι τροχαλίες μεταβάλλοὺν αυτόματα τους λόγους τους (σχ. 15-43).

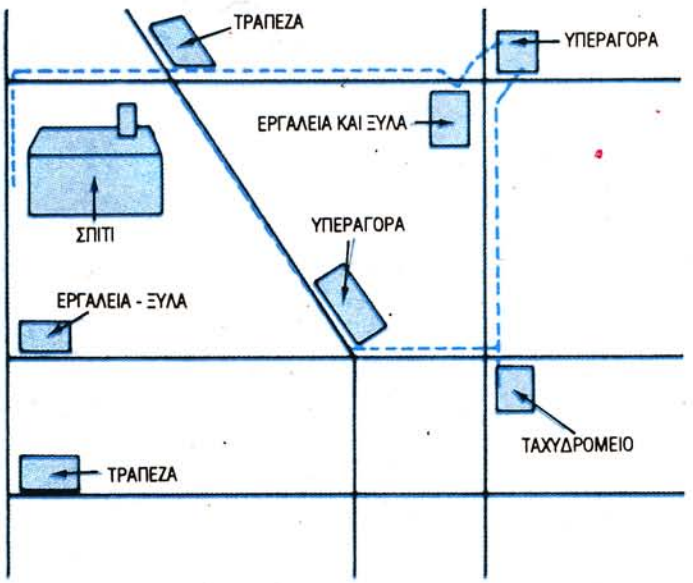
Οι μεταβλητές τροχαλίες στο CVT μπορούν να γίνουν μεγάλες ή μικρές με τη χρήση καταλλήλων βαρών στους άξονες των τροχαλιών. Έτσι, όταν χρειάζεται λιγότερη ισχύς, οι τροχαλίες - οδηγοί γίνονται μεγαλύτερες και οι οδηγούμενες τροχαλίες μικρότερες (σχ. 15-44).

Μείωση αντιστάσεως του αέρα.

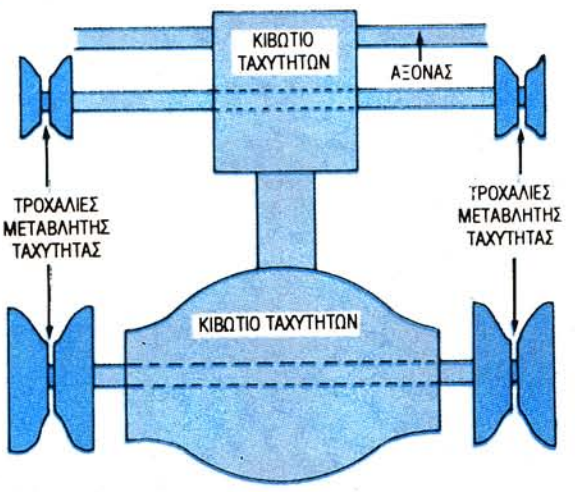
Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων και φορτηγών προσπαθούν να βρουν τρόπους, για να μειώσουν την αντίσταση του αέρα στα οχήματα. Η αντίσταση του αέρα σχετίζεται με τους νόμους της αεροδυναμικής. Η αεροδυναμική είναι η μελέτη της κινήσεως του αέρα και των αερίων και των δυνάμεων που ασκούνται σε σώματα που κινούνται ή έχουν σχετική κίνηση ως προς αυτά. Πρότυπα των οχημάτων τοποθετούνται σε αεροσήραγγες, όπου μπορεί να μελετηθεί η επίδραση της αντιστάσεως του αέρα στα διάφορα σχήματα. Συνήθως, τοποθετείται ένα πρότυπο του οχήματος ακίνητο στη σήραγγα ενώ διέρχεται ρεύμα αέρα μέσα από τη σήραγγα.

Υπάρχουν τρεις τύποι αντιστάσεως του αέρα, που οφείλονται στην κίνηση του οχήματος (σχ. 15-45):

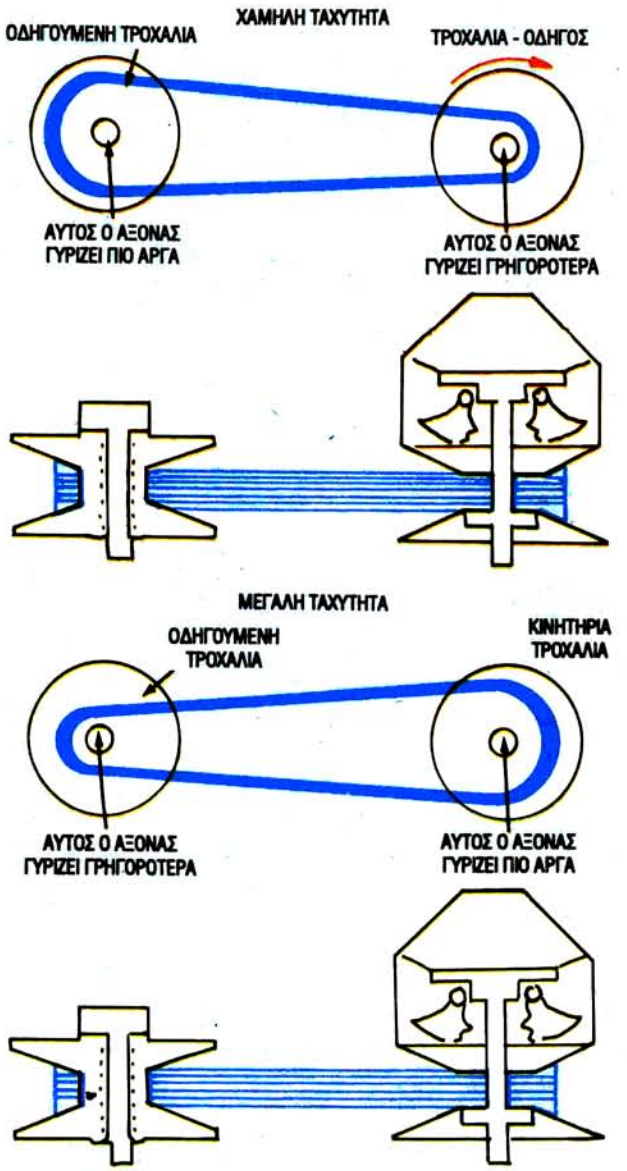
- ***Αντίσταση πιέσεως.*** Οι οδηγοί των ποδηλάτων νιώθουν αυτήν την αντίσταση. Αέρας συμπιέζεται στο μπροστινό μέρος του σώματος και έτσι δημιουργείται μεγαλύτερη πίεση αέρα. Στο πίσω μέρος του σώματος, καθώς ο αέρας περνά, δημιουργούνται στρόβιλοι και τυρβώδης ροή οπότε απορροφάται ενέργεια. Τα αεροδυναμικά οχήματα έχουν τέτοιο σχεδιασμό που να μειώνουν την αντίσταση του αέρα. Η κλασική αεροδυναμική μορφή έχει σχήμα όπως η σταγόνα. Η τομή της πτέρυγας αεροπλάνου έχει αυτό το βασικό σχήμα.
- ***Επαγόμενη αντίσταση.*** Αυτό το είδος αντιστάσεως δεν αφορά τόσο πολύ στο σχεδιασμό των αυτοκινήτων. Εκδηλώνεται κυρίως στα άκρα των πτερύγων των αεροπλάνων. Αέρας συμπιεσμένος στο κάτω μέρος της πτέρυγας γλιστρά από τα άκρα προς το επάνω μέρος αυτής που έχει χαμηλότερη πίεση. Αυτό δημιουργεί στροβίλους που προκαλούν αντίσταση στην πτέρυγα.



Σχ. 15-42. *Προγραμματισμός αγορών, ώστε η διαδρομή με αυτοκίνητο να είναι η πλέον σύντομη και αποτελεσματική. Προσέξτε την προτεινόμενη διαδρομή. Είναι η συντομότερη;*



Σχ. 15-43. *Ο σχεδιασμός του νέου τύπου κιβωτίου ταχυτήτων CVT (continuously variable transmission: μετάδοση με συνεχή μεταβολή) είναι μια προσπάθεια για τη βελτίωση της αποδόσεως των αυτοκινήτων.*

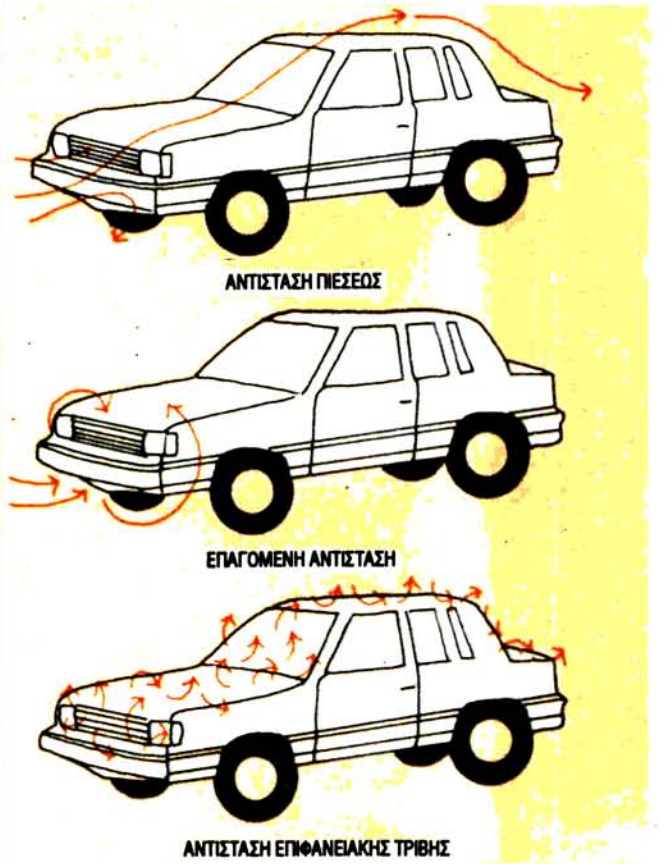


Σχ. 15-44. *Βλέπομε πώς δουλεύει το σύστημα CVT. Στη χαμηλή ταχύτητα, η κινητήρια τροχαλία είναι μικρή για να παράγει μεγαλύτερη ισχύ. Στη μεγάλη ταχύτητα, η κινητήρια τροχαλία είναι μεγάλη και αναγκάζει την οδηγούμενη τροχαλία να γυρίζει γρηγορότερα.*

- ***Αντίσταση επιφανειακής τριβής.*** Αυτή οφείλεται στην τάση του αέρα να «κολλά» στην επιφάνεια κινούμενου σώματος. Είναι κατά κάποιον τρόπο το ανάλογο φαινόμενο αυτού που συμβαίνει, όταν σέρνομε ένα σώμα μέσα σε πηκτό μέλι. Φυσικά, ο αέρας δεν παρουσιάζει τόσο ιξώδες (εσωτερική τριβή), αλλά σε μεγάλες ταχύτητες το φαινόμενο είναι παρόμοιο.

ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ

Σύμφωνα με τις οδηγίες της EPA (Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος: Enviromental Protection Agency),



Σχ. 15-45. *Αυτοί οι τρεις τύποι αντιστάσεως μειώνουν την απόδοση του αυτοκινήτου, καθώς αυξάνεται η ταχύτητά του.*

πολλές βελτιώσεις καθιστούν τις μηχανές των αυτοκινήτων πιο οικονομικές (μικρότερη κατανάλωση καυσίμου). Οι πιο σημαντικές βελτιώσεις που εφαρμόζονται σήμερα είναι η έγχυση του καυσίμου (fuel injection), η ηλεκτρονική ανάφλεξη και οι υπολογιστές. Ηλεκτρονικές συσκευές στο αυτοκίνητο ελέγχουν το μίγμα καυσίμου, την ανάφλεξη, το χρονισμό, τα καυσαέρια και άλλες λειτουργίες της μηχανής.

Χωριστή έγχυση καυσίμου.

Η χωριστή έγχυση καυσίμου (port fuel injection) είναι ένα σύστημα που διοχετεύει αέρα και καύσιμο χωριστά στους θαλάμους καύσεως της μηχανής. Χρησιμοποιεί το καύσιμο πιο αποτελεσματικά από το σύστημα ενός εξαερωτήρα (καρμπυρατέρ). Στο σύστημα του εξαερωτήρα, αναμιγνύονται ο αέρας και το καύσιμο πριν να μπουν στην πολλαπλή εισαγωγής, που είναι μια ομάδα εισόδων στους θαλάμους καύσεως. Λόγω αυτού του σχεδιασμού είναι δύσκολο να δοθεί στον καθένα κύλινδρο η ίδια ποσότητα καυσίμου. Η μέθοδος της χωριστής εγχύσεως παρέχει την ακριβή ποσότητα αέρα και καυσίμου που απαιτείται στον κάθε κύλινδρο.

Ελεγχόμενη καύση.

Ερευνητές της εταιρείας Texaco αναπτύσσουν μια

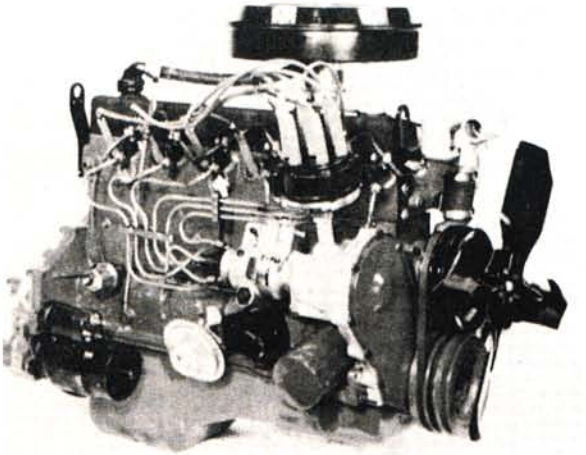
βελτιωμένη μηχανή εσωτερικής καύσεως της οποίας η απόδοση (σε χιλιόμετρα ανά λίτρο βενζίνης) στις δοκιμές βελτιώνεται πάνω από 35%.

Το σύστημα είναι γνωστό ως Σύστημα Ελεγχόμενης Καύσεως (Controlled Combustion System) και έχει προσαρμοσθεί σε ένα συμβατικό βενζινοκινητήρα (σχ. 15-46). Το σύστημα ελέγχει προσεκτικά την έγχυση καυσίμου, την ανάφλεξη και τη δίνη του αερίου μέσα στο θάλαμο καύσεως (σχ. 15-47).

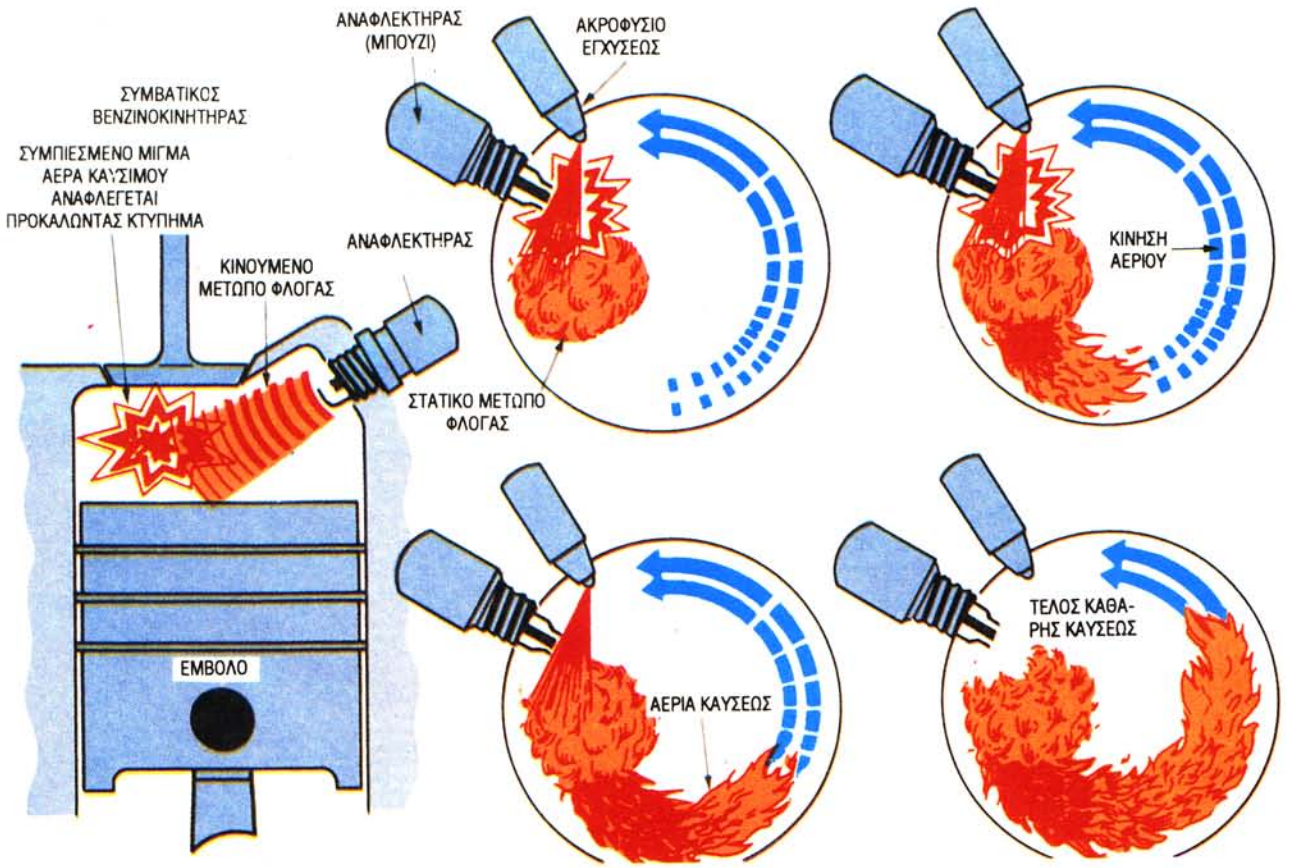
Η ΜΗΧΑΝΗ STIRLING

Από χρόνια, οι βιομηχανίες αυτοκινήτου πειραματίζονται σε διάφορους τύπους κινητήρων για αυτοκίνητα. Μια από αυτές είναι η μηχανή κύκλου του Stirling. Ο τύπος αυτός παίρνει την ενέργεια υπό μορφή θερμότητας που παρέχεται έξω από τον κύλινδρο. Ο κύλινδρος της μηχανής έχει κλεισμένο μέσα τον αέρα ή αέριο. Το ψυχρό αέριο θερμαίνεται από εξωτερική πηγή. Η θερμότητα μπορεί να δοθεί από διάφορες πηγές συμπεριλαμβανομένου του ηλίου. Το αέριο συμπιέζεται και μετά θερμαίνεται. Το ζεστό αέριο διαστέλλεται και κινεί ένα έμβολο που γυρίζει ένα στροφαλοφόρο άξονα. Αφού το αέριο διασταλεί, μια εξωτερική πηγή το ξαναψύχει και ξανασυστέλλεται. Το έμβολο επιστρέφει και ο κύκλος επαναλαμβάνεται. Είναι πιθανή η μεγαλύτερη απόδοση με τη μηχανή Stirling, γιατί έχει μια δυναμική εκτόνωση σε κάθε μια περιστροφή. Η απόδοση της μηχανής κύκλου Stirling είναι πανω απο 48%.

Το υδρογονο και το ήλιο έχει αποδειχθεί ότι είναι τα καλύτερα αέρια λειτουργίας για τη μηχανή Stirling. Το αέριο πρέπει να έχει πίεση 200 ατμόσφαιρες.



Σχ. 15-46. *Το σύστημα ελεγχόμενης καύσεως της Texaco συνδυάζει έκχυση καυσίμου (fuel injection) με προσεκτικά ελεγχόμενη ένταση και κίνηση αέρα μέσα στο θάλαμο καύσεως ενός εξακύλινδρου κινητήρα (Texaco, Inc.).*



Σχ. 15-47. *Έτσι λειτουργεί το σύστημα ελεγχόμενης καύσεως.*

Οι μηχανικοί δουλεύουν πάνω σε δύο προβλήματα. Το ένα είναι η ψύξη, διότι πρέπει να απομακρυνθούν οι μεγάλες ποσότητες θερμότητας που εκλύονται. Το δεύτερο πρόβλημα έχει να κάνει με το υδρογόνο ως καύσιμο. Είναι δύσκολο να περιορισθεί το υδρογόνο υπό μεγάλη πίεση. Μια διαρροή μπορεί να είναι πολύ καταστροφική.

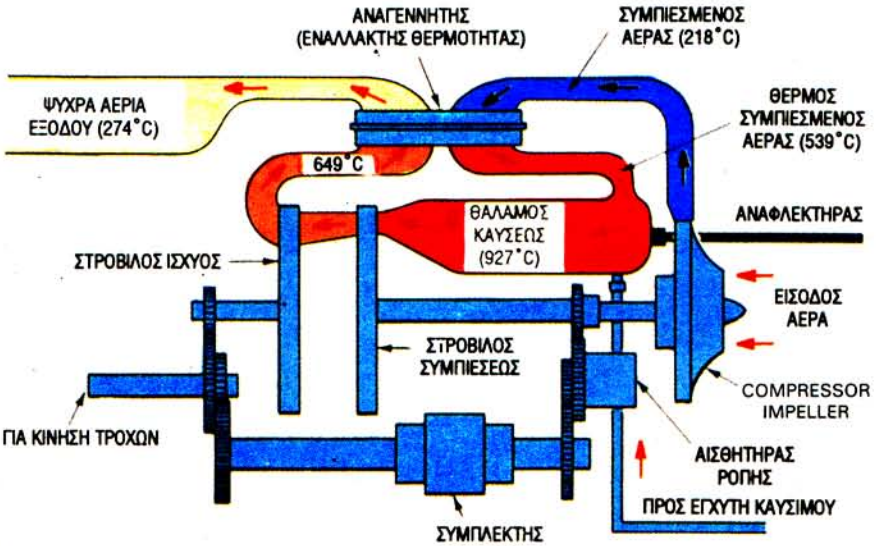
Αεριοστρόβιλος.

Οι αεριοστρόβιλοι λειτουργούν με την ίδια αρχή, με την οποία λειτουργούν οι υδροστρόβιλοι. Χρησιμοποιούνται επιτυχώς για την κίνηση αεροπλάνων, γεννητριών, ελικοπτέρων, μεγάλων φορτηγών αυτοκινήτων και πλοίων (σχ. 15-48). Κρύος αέρας εισάγεται στο στρόβιλο, θερμαίνεται με συμπίεση και έναν εναλλάκτη στους 593°C. Καθώς ο θερμός αέρας εισέρχεται στο θάλαμο καύσεως ψεκάζεται καύσιμο στο θάλαμο και αναφλέγεται. Καυτά αέρια 927°C εξέρχονται προς το στρόβιλο και τον ωθούν, ώστε να περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα.

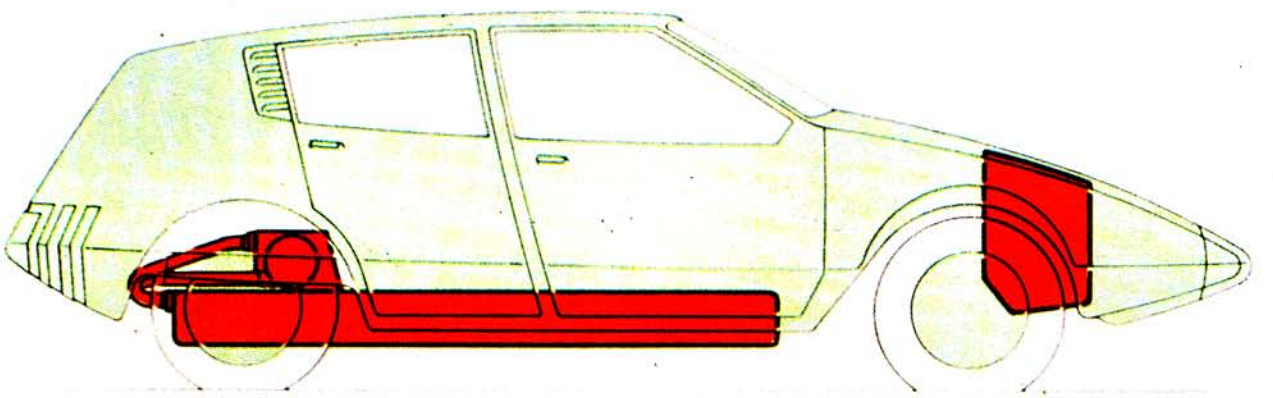
Η στροβιλομηχανή είναι πιο αποδοτική από τη μηχανή εσωτερικής καύσεως. Ενώ η τελευταία έχει απόδοση 22 με 38%, η στροβιλομηχανή έχει 42 με 48%. Επιπλέον, έχει μεγαλύτερη ισχύ για το μέγεθός της. Επειδή στοιχίζει ακριβά η κατασκευή της, δεν έχει χρησιμοποιηθεί σε αυτοκίνητα. Όμως, καθώς αυξάνεται το κόστος των καυσίμων, το κόστος κατασκευής αυτής θα υπολογίζεται λιγότερο. Ένα άλλο χαρακτηριστικό που ευνοεί τους αεριοστροβίλους είναι ότι θα λειτουργούν με ποικιλία καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων της σκόνης κάρβουνου, της αλκοόλης από δημητριακά και του βιοαερίου.

Ηλεκτρικό αυτοκίνητο.

Ο ηλεκτροκινητήρας έχει πολλά πλεονεκτήματα ως μετατροπέας ενέργειας που παρέχει κίνηση σε αυτοκίνητα. Είναι αποδοτικός, κάνει πολύ λίγο θόρυβο, δεν χρησιμοποιεί καύσιμα με υδρογονάνθρακες και δεν μολύνει άμεσα τον αέρα. Ηλεκτρικά αυτοκίνητα (σχ. 15-49) χρησιμοποιούνται σε περιορισμένο βαθμό από το 1920 και είναι υπό ανάπτυξη νέα πρότυπα.



Σχ. 15-48. *Απλό διάγραμμα μηχανής τύπου αεριοστροβίλου.*



Σχ. 15-49. *Απλοποιημένο σχέδιο ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Πρόκειται για ένα τετραθέσιο αυτοκίνητο, που μπορεί να χρησιμοποιεί σύστημα αποθηκεύσεως ηλεκτρικής ενέργειας ψευδαργύρου–χλωριούχου. Ένα μεγάλο κουτί κοντά στη βάση του αμαξώματος περιέχει τους συσσωρευτές αποθηκεύσεως ενέργειας. Ο χώρος αποθηκεύσεως μπροστά είναι για τον ηλεκτρολύτη των συσσωρευτών (Energy Development Associates, A Gulf & Western Co.).*

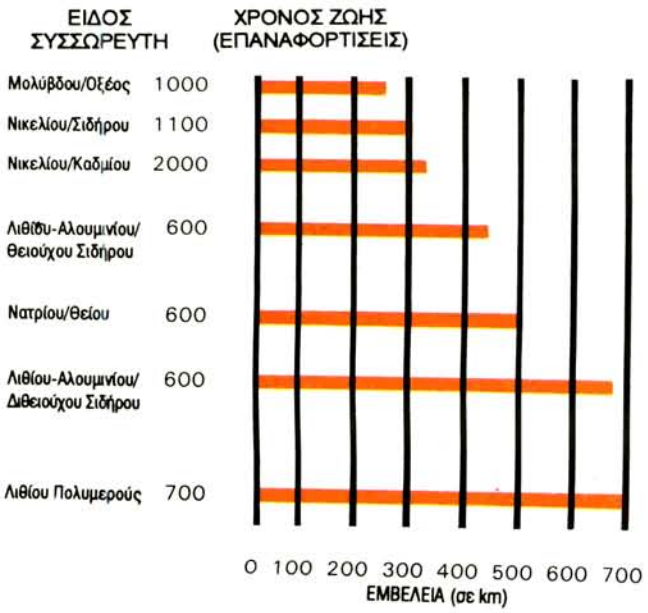
Το γεγονός ότι το ηλεκτρικό αυτοκίνητο δεν είναι τόσο δημοφιλές οφείλεται στην ανυπαρξία καταλλήλων συσσωρευτών. Οι σημερινοί συσσωρευτές μολύβδου δεν μπορούν να αποθηκεύσουν αρκετή ενέργεια και είναι πολύ βαρείς.

Υπάρχουν και άλλα μειονεκτήματα των συσσωρευτών:

- Στοιχίζουν πολύ. Στις ΗΠΑ το σετ των συσσωρευτών κοστίζει 600 δολάρια (150.000 δρχ.).
- Δεν έχουν μεγάλη διάρκεια. Το σετ πρέπει να αντικαθίσταται κάθε τρία χρόνια.
- Συνεχής φόρτιση και εκφόρτιση μειώνει το χρόνο ζωής των συσσωρευτών.
- Είναι πολύ ογκώδεις. Οι συσσωρευτές καταλαμβάνουν πολύτιμο χώρο για επιβάτες και φορτία.

Μηχανικοί εργάζονται για να βελτιώσουν τους συσσωρευτές και πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες αναπτύσσουν ηλεκτρικά οχήματα. Νέοι τύποι συσσωρευτών υπόσχονται να έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα ενέργειας που σημαίνει μεγαλύτερες διανυόμενες αποστάσεις μεταξύ επαναφορτίσεων. Το σχήμα 15-50 παρουσιάζει τους νέους τύπους συσσωρευτών, τα διαστήματα επαναφορτίσεως και τη διάρκεια ζωής τους. Άλλες τεχνολογίες ηλεκτρικών αυτοκινήτων υπό ανάπτυξη είναι οι εξής:

- ***Επανάκτηση κατά το φρενάρισμα.*** Αυτός ο τύπος απλώς χρησιμοποιεί τον κινητήρα για φρενάρισμα λειτουργώντας τον σαν γεννήτρια που φορτίζει τους συσσωρευτές.
- Τεχνολογία με "υπερστρόφαλο". Ο στρόφαλος (τροχός) περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα με τη βοήθεια ηλεκτρικού κινητήρα, που τροφοδοτείται τη νύκτα με ρεύμα από κάποιο ρευματοδότη του σπιτιού. Στη συνέχεια ο στρόφαλος μπορεί να κινήσει μια γεννήτρια. Το ρεύμα μπορεί να τροφοδοτήσει επί μέρους κινητήρες στον κάθε τροχό του οχήματος. Εδώ, επίσης, μπορεί με τη μέθοδο επανακτήσεως κατά το φρενάρισμα να μεταφερθεί ενέργεια στον κινητήρα που να αυξήσει την ταχύτητα του στροφάλου.



Σχ. 15-50. *Η νέα τεχνολογία υπόσχεται την κατασκευή συσσωρευτών για ηλεκτρικά αυτοκίνητα με μεγαλύτερο βεληνεκές και μεγαλύτερη διάρκεια από αυτούς που υπάρχουν σήμερα στο εμπόριο.*

ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ατενίζοντας το μέλλον, θεωρείται πιθανόν ότι η ανάγκη οικονομίας στην ενέργεια θα επηρεάσει το σχεδιασμό των ανθρωπίνων κοινοτήτων και θα αλλάξει τους ήδη ισχύοντες τρόπους μεταφοράς.

Είναι πιθανόν ότι οι πόλεις θα είναι πολύ μικρότερες και θα είναι κτισμένες κυκλικά. Θα απαγορεύεται η μετακίνηση με ιδιωτικό αυτοκίνητο. Τα ποδήλατα θα γίνουν τα κύρια μέσα μεταφοράς. Η αγορά και οι υπηρεσίες για την εξυπηρέτηση των ανθρώπων θα βρίσκονται σε αποστάσεις που να διανύονται με τα πόδια.

Θα προκύψουν μικρά καταστήματα στις γειτονιές. Η κίνηση των φορτηγών θα επιτρέπεται μόνο για την εξυπηρέτηση καταστημάτων και άλλων επιχειρήσεων. Θα επιτρέπεται η χρήση αυτοκινήτων για μετακινήσεις μεταξύ πόλεων (υπεραστικά) και αποστάσεις μέχρι 80,5 km. Για μεγαλύτερες αποστάσεις θα χρησιμοποιούνται αεροπλάνα.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Η βιομηχανία (που αφορά κατασκευές, εξόρυξη, γεωργία, δασοκομία και αλιεία) καταναλώνει το 40% της ενέργειας στις ΗΠΑ. Μόνο έξι από τις βιομηχανίες χρησιμοποιούν το μισό αυτής της ενέργειας. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται οι βιομηχανίες: μετάλλου, χημικών, πετρελαιοειδών και προϊόντων κάρβουνου, πέτρας, πηλού, γυαλιού, χαρτοπολτού, χαρτιού και επεξεργασίας τροφίμων.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΣΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ

Από κάποιες απόψεις, η οικονομία ενέργειας στη βιομηχανία μοιάζει με αυτήν που εφαρμόζεται στις κατοικίες. Κοινό σημείο είναι τα μέτρα που λαμβάνονται, ώστε να μην χάνεται ενέργεια. Οι θερμοστάτες μπορεί να τοποθετηθούν σε χαμηλότερα όρια. Τα γραφεία και τα εργοστάσια μπορεί να θερμομονωθούν καλύτερα. Η διαρροή αέρα μπορεί να ελεγχθεί σφραγίζοντας τις σχισμές και τοποθετώντας πόρτες και παράθυρα με καλύτερες θερμομονωτικές ιδιότητες.

Ένας δεύτερος τομέας όπου η οικονομία στη βιομηχανία είναι εντελώς διαφορετικό πρόβλημα είναι η βελτίωση μηχανών και διαδικασιών για να έχομε καλύτερα αποτελέσματα (αυξημένη παραγωγή) με την ίδια ενέργεια εισόδου. Ο έλεγχος ροής θερμότητας και η βελτίω-

ση της χρήσεως ενέργειας λέγεται ***ενεργειακή διαχείριση***.

ΕΠΑΝΑΚΤΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η περισσότερη από την ενέργεια που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία δαπανάται για παραγωγή θερμοδυναμικής ενέργειας. Περίπου το 39% χρησιμοποιείται για παραγωγή βιομηχανικού ατμού, ενώ το 26% για θέρμανση χώρου.

Έχομε ήδη αναφερθεί στην ανάγκη καλύτερης θερμομονώσεως και μειώσεως της εκροής αέρα. Μια άλλη σημαντική μέθοδος για οικονομία είναι η επανάκτηση ενέργειας, που τώρα χάνεται υπό μορφή θερμότητας από καμινάδα, συστήματα εξόδου καυσαερίων και συστήματα ψύξεως με νερό. Υπάρχουν πολλά συστήματα επανακτήσεως αυτής της ενέργειας.

ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

Συμπαραγωγή είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος και η ταυτόχρονη χρήση της ενέργειας στη βιομηχανία ή αλλού (σχ. 15-51). Ο χρησιμοποιούμενος ατμός από εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής κατά κάποιον τρόπο έχει χάσει την ικανότητά του για παραγωγή μηχανικού έργου. Γι' αυτό κανονικά ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Με τη συμπαραγωγή λαμβάνεται και χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές διαδικασίες ή για τον κλιματισμό (θέρμανση και ψύξη) κτηρίων.

Πιστεύεται ότι αν αναπτυχθούν αυτές οι δυνατότητες πιθανόν να εξοικονομούνται περισσότερα από 2 guad ενέργειας ετησίως.

Η αξιοποίηση της αποβαλλόμενης ενέργειας με μορφή θερμότητας θα σήμαινε οικονομία και στα αποθέματα ενέργειας και στο κόστος εγκαταστάσεων συμβατικών μονάδων θερμάνσεως. Με την ίδια ενέργεια εισόδου έχομε δύο αποτελέσματα στην έξοδο.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Για συμπαραγωγή μπορεί να χρησιμοποιηθούν διάφορα συστήματα. Ένα χρησιμοποιεί αεριοστρόβιλο· ένα άλλο χρησιμοποιεί συμβατικό ατμοστρόβιλο.

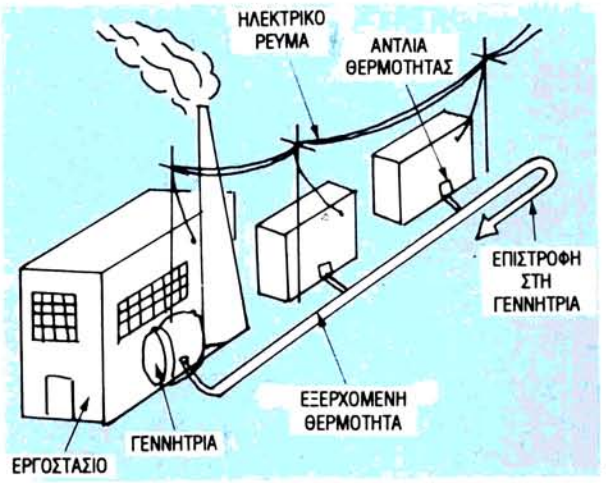
Ο αεριοστρόβιλος χρησιμοποιεί καυτά αέρια με μεγάλη πίεση που προέρχονται από την καύση κάποιου είδους καυσίμου. Λόγω της πιέσεως των αερίων που εκτονώνονται, περιστρέφεται ο αεριοστρόβιλος που συνδέεται με ηλεκτρογεννήτρια. Χρησιμοποιούμενα αέρια από το στρόβιλο οδηγούνται σε σύστημα λέβητα ή σε εναλλάκτη θερμότητας. Το 62 με 90% της ενέργειας μπορούν να επανακτηθούν.

Στο σύστημα με ατμό, ο στρόβιλος κινείται με ατμό μεγάλης πιέσεως, που παράγεται σε λέβητα με καύση είτε καυσίμου απολιθωμάτων είτε απορριμμάτων πόλεων. Όπως και το σύστημα με αέριο, ο ατμός παράγει ηλεκτρική ενέργεια, ενώ η εξερχόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για κλιματισμό κτηρίων ή ως βιομηχανική θερμότητα.

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Ανακύκλωση ή ***ανακύκληση*** λέγεται η επανάκτηση ή ο διαχωρισμός μετάλλων και άλλων υλικών από τα απορρίμματα και η χρήση τους στη βιομηχανία. Από το 1922, η ομοσπονδιακή κυβέρνηση των ΗΠΑ απαιτεί από τις πόλεις να ανακυκλώνουν τουλάχιστον το 25% των απορριμμάτων τους.

Με την ανακύκλωση εξοικονομείται ενέργεια, διότι η



A



B

Σχ. 15-51. *Σύστημα συμπαραγωγής. Α - Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από θερμοηλεκτρικό σταθμό. Η εξερχόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για θέρμανση σπιτιών και ως βιομηχανική θερμότητα. Β - Εργοστάσιο 220 MW συμπαραγωγής, που είναι μέρος του εργοστασίου επεξεργασίας σε διυλιστήριο, στην πολιτεία New Jersey των ΗΠΑ. Πωλεί ρεύμα σε εταιρεία παραγωγής και εμπορίας ηλεκτρισμού για δημόσια χρήση (The Coastal Corp.).*

επεξεργασία ανακυκλωμένων μετάλλων χρειάζεται λιγότερη ενέργεια από ό,τι η επεξεργασία ορυκτών από εξόρυξη.

Η οικονομία είναι σημαντική:

- 211 δισεκατομμύρια joule ανά τόνο αλουμινίου.
- 13 δισεκατομμύρια joule ανά τόνο χάλυβα.
- 44 δισεκατομμύρια joule ανά τόνο χαλκού.

Σύμφωνα με το EPA το 60 με 75% του αλουμινίου και το 90% του χάλυβα που χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ θα μπορούσε να ανακυκλώνεται.

Ένα μεγάλο ποσοστό των απορριμμάτων των πόλεων είναι χαρτί. Τώρα που διαχωρίζεται από τα απορρίμματα θα μπορούσε να είναι χρήσιμη πρώτη ύλη. Όταν ξαναχρησιμοποιείται για την παραγωγή νέου χαρτιού και άλλων σχετικών προϊόντων απαιτείται μόνο το ένα τέταρτο περίπου της ενέργειας που χρειάζεται για την επεξεργασία παρθένου πολτού από ξύλα.

Μια καινούργια διαδικασία ανακυκλώσεως χρησιμοποιημένου καουτσούκ (ελαστικά αυτοκινήτων) μετατροπής του δηλαδή σε καθαρή σκόνη καουτσούκ (λάστιχο), έχει αναπτυχθεί από τη γαλλική εταιρεία CIMP (Comptoir Industriel des Metaux et Plastiques).

Με αυτήν τη διαδικασία που έχει τέσσερα στάδια τα ελαστικά γίνονται σκόνη. Το κονιορτοποιημένο καουτσούκ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των επιφανειών αυλών σχολείων, κτηρίων, στεγών, διαδρόμων αγώνων ταχύτητας και χώρων αθλήσεως όπως και επιφανειών δρόμων για να γίνουν αθόρυβοι. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ελαστικών σε τροχούς, παιχνιδιών, πελμάτων υποδημάτων και άλλων υλικών.

Στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας, τα ελαστικά οδηγούνται μέσα σε μεγάλης χωρητικότητας κοπτήρια όπου κόβονται μικρά κομμάτια μεγέθους μερικών εκατοστών (σχ. 15-52). Η αρχή κοπής είναι όπως του ψαλιδιού. Οι επανερχόμενες ορθογώνιες λεπίδες είναι τοποθετημένες γύρω από ένα ρότορα, που κινείται με έναν αδρανειακό στρόφαλο. Οι ορθογώνιες λεπίδες ακουμπούν σε μια σειρά από σταθερές λεπίδες και ψαλιδίζουν τα ελαστικά σε κομμάτια μεγέθους μερικών εκατοστών. Κατόπιν τα κομμάτια του καουτσούκ οδηγούνται σε πλάκες με τρύπες (κόσκινο) που συγκρατούν τα μεγάλα κομμάτια ενώ αφήνουν τα κοκκίδια (μικρά κομματάκια) με μέγεθος μικρότερο του εκατοστού να περάσουν στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας.

Στο δεύτερο στάδιο τα κομματάκια οδηγούνται σε μα-



Σχ. 15-52. Αυτός ο ανακυκλωτής μετατρέπει ελαστικά αυτοκινήτων σε κονιορτοποιημένο καουτσούκ για κατασκευή ασφάλτου (CIMP).



A



B

Σχ. 15-53. Σύστημα θερμάνσεως με ακτινοβολία. Α - Σωλήνας θερμάνσεως και ανακλαστήρες. Β - Η εξαγωγή γίνεται μέσα από σωλήνα στον τοίχο.

γνητικό διαχωριστή. Ένας ιμάντας κινείται οριζόντια για να κρατά τα κομματάκια σε μια κατάσταση περίπου ρευστή. Ένας μαγνητικός ιμάντας από πάνω, που φέρει μόνιμους μαγνήτες, διαχωρίζει τα σιδερομαγνητικά υλικά από τα κομμάτια καουτσούκ.

Τα απομένοντα συνθετικά και υλικά από καουτσούκ συνεχίζουν στο τρίτο στάδιο που έχει μεγάλη ταχύτητα κονιορτοποιητές που παράγουν κοκκίδια με μέγεθος ενός με τέσσερα χιλιοστά, για να γίνει διαχωρισμός του καουτσούκ (λάστιχου) από τις ίνες. Είναι φτιαγμένοι έτσι που να μπορούν να αλλάξουν γρήγορα οι λεπίδες τους και τα πλέγματά τους. Τα υλικά πολύ μικρού μεγέθους μεταφέρονται με χρήση αέρα στην τελική φάση (στάδιο) επεξεργασίας. Εκτός της μεταφοράς με αέρα των υλικών μεταξύ της φάσεως τρία και τέσσερα, το σχετικό μηχάνημα παρέχει και αέρα ψύξεως των κοκκιδίων και στεγνώνει το υλικό.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ

Κυρίως η θέρμανση χώρου επιτυγχάνεται με ρεύματα και αγωγή. Η θέρμανση υπερύθρου γίνεται με ακτινοβολία. Αυτή η μορφή ροής θερμότητας είναι αυτή που απαντάται στις παλαιού τύπου σόμπες με σχήμα πιθαριού.

Εργοστάσια, αποθήκες και δημόσια κτήρια μπορεί να θερμανθούν πιο αποδοτικά με συστήματα υπερύθρου από ό,τι με συμβατικά συστήματα. Η ακτινοβολούμενη θερμότητα κινείται στο χώρο και ζεσταίνει το σώμα, το οποίο την απορροφά (σχ. 15-53).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οικονομία στην ενέργεια σημαίνει αποδοτική χρήση ενέργειας με προσεκτική επιλογή συσκευών που χρησιμοποιούν ενέργεια. Επίσης σημαίνει το να μην ξοδεύεται άσκοπα. Η σπατάλη ενέργειας έχει σοβαρές συνέπειες, διότι τα αποθέματα ενέργειας συνεχώς μειώνονται. Οι ελλείψεις ενέργειας θα γίνουν μεγαλύτερες στο μέλλον.

Κάποιες απώλειες ενέργειας δεν μπορούν να αποφευχθούν. Είναι το φυσικό επακόλουθο των μετατροπών ενέργειας. Όμως, είναι δυνατόν να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας με την επιλογή σπιτιών ενεργειακά πιο αποτελεσματικών, καθώς και αποδοτικών συσκευών και αυτοκινήτων, με τη συντήρηση και επισκευή των σπιτιών, ώστε να εξοικονομείται ενέργεια, την υιοθέτηση συνηθειών, με τις οποίες εξοικονομείται ενέργεια και τέλος με την ανακύκλωση προϊόντων και υλικών.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

πηνίο (αυτεπαγωγή)
συμπαραγωγή
αγωγή
οικονομία στην ενέργεια
διάδοση με ρεύματα
βαθμός ημέρας
διαχείριση ενέργειας
αντλία θερμότητας
αντίσταση αέρα
θερμομόνωση
lumen
αρχές θερμοδυναμικής
μέγεθος R
ανακύκλωση (ανακύκληση)
ψυκτικό
φρενάρισμα με ανάκτηση (αντίσταση επιφανειακής τριβής)
μέγεθος U
watt

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Εξετάσετε την περιοχή όπου κατοικείτε ώστε να δείτε τι πιθανόν έχουν κάνει οι γείτονές σας για την εξοικονόμηση ενέργειας σχετικά με τα ακόλουθα.
   α. Το αυτοκίνητό τους.
   β. Τις μετακινήσεις τους.
   γ. Το σπίτι τους ή το διαμέρισμά τους.
   δ. Την επιχείρησή τους.
2. Συζητήστε στην τάξη το πώς θα σχεδιάσετε μια πόλη που να κάνει οικονομία στα αποθέματα ενέργειας. Υποθέστε ότι έχετε όλη την άνεση να τοποθετήσετε στη σωστή θέση τα μέρη αναψυχής, τις επιχειρήσεις, τις κατοικίες και τις βιομηχανίες.
3. Σχεδιάστε και κατασκευάστε μια διάταξη που να είναι χρήσιμη για ανακύκλωση κάποιου είδους οικιακών οργανικών απορριμμάτων ή ορυκτών απορριμμάτων.
4. Σχεδιάστε μια νέα περιοχή κατοικιών κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εξοικονομείται ενέργεια. Κατασκευάστε μια μακέτα για να επιδείξετε το σχεδιασμό σας. Ζητήστε από το διδάσκοντα να σας συστήσει βιβλία για οικοδομές που εξοικονομούν ενέργεια.
5. Να έλθετε σε επαφή με εταιρεία, που ελέγχει το πώς γίνεται η κατανάλωση ενέργειας στα σπίτια. Συγκεντρώστε βιβλιογραφία και ζητήστε να μάθετε πώς γίνεται ένας ενεργειακός έλεγχος. Δώστε αναφορά στην τάξη.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Οικονομία στην ενέργεια σημαίνει να _____ οποιαδήποτε πηγή ενέργειας χρησιμοποιώντας την _____ .
2. Παρουσιάστε πέντε λόγους, για τους οποίους πρέπει κανείς να κάνει οικονομία στην ενέργεια.
3. Προτείνετε τέσσερις προσωπικές δράσεις που μπορεί να αναλάβει ο καθένας για την εξοικονόμηση ενέργειας.

4. Διατυπώστε την αρχή της θερμοδυναμικής που σχετίζεται με την απώλεια ή το κέρδος θερμότητας σε κατοικίες.
5. Το μέγεθος R είναι:
   α. Μονάδα αγωγής θερμάνσεως διά της ύλης.
   β. Μονάδα αντιστάσεως κατά τη μεταφορά θερμότητας διά της ύλης.
   γ. Σύμβολο σχετικό με θερμομόνωση.
6. Η δριμύτητα του κλίματος σε ορισμένο μέρος μετριέται σε _____ .
7. Αν η θερμοκρασία είχε μέση τιμή 0°C κατά τη διάρκεια κάποιου εικοσιτετραώρου, πόσοι είναι οι βαθμοί ημέρας για αυτήν την περίοδο;
8. Ζεστός αέρας που ανέρχεται σε κλειστό χώρο και διαρρέει από σχισμές ή προς μη θερμαινόμενα υψηλότερα πατώματα λέγεται φαινόμενο καμινάδας. Σωστό ή λάθος;
9. Τι είναι η διαβάθμιση EER και πώς υπολογίζεται;
10. Α _____ είναι βασικά ένα ψυγείο που μπορεί να θερμαίνει ή να ψύχει.
11. Γιατί οι φθορίζουσες λυχνίες είναι πιο αποδοτικές από τις λυχνίες πυρακτώσεως;
12. Μηχανές εσωτερικής καύσεως αυτοκινήτων μετατρέπουν σε κίνηση από ___ % μέχρι ___ % της ενέργειας που καταναλώνουν.
13. Πού διαφέρει η μέθοδος εκχύσεως καυσίμου (fuel injection) από αυτή με εξαερωτήρα (καρμπυρατέρ) κατά την τροφοδοσία της μηχανής του αυτοκινήτου με καύσιμο;
14. _____ είναι η πιο αποδοτική χρήση εσωτερικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος και συγχρόνως θερμότητας θερμάνσεως χώρου ή βιομηχανικής θερμότητας.
15. Εξηγήστε γιατί η χρήση συστημάτων ακτινοβολίας ενέργειας είναι πιο αποδοτική από ό,τι η χρήση συστημάτων μεταφοράς διά ρευμάτων και αγωγής.
16. Εξηγήστε πώς με την ανακύκλωση εξοικονομείται ενέργεια.
17. Περιγράψτε περιληπτικά τη συμπαραγωγή.

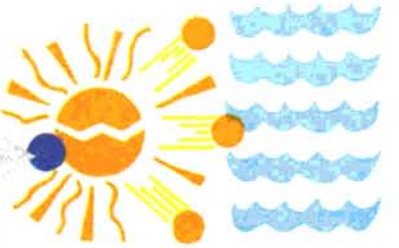


Η σύγχρονη τεχνολογία, όταν θέτει ως στόχο την παραγωγή περισσότερο αποδοτικών προϊόντων, την αξιοποίηση νέων πηγών ενέργειας ή τον περιορισμό της μολύνσεως του περιβάλλοντος, δουλεύει χέρι χέρι με την επιστήμη (Union Pacific).



16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Οι πληροφορίες που δίνονται σε αυτό το κεφάλαιο θα σας βοηθήσουν, ώστε να:

- *Μελετήσετε τις μελλοντικές κατευθύνσεις της ενεργειακής τεχνολογίας υπό το πρίσμα των φόβων για μόλυνση του περιβάλλοντος και της πιθανότητας περιορισμού των αποθεμάτων καυσίμων από απολιθώματα.*
- *Προσεγγίσετε μερικά ζητήματα μολύνσεως του περιβάλλοντος, που σχετίζονται άμεσα με την εξαγωγή και επεξεργασία αποθεμάτων ενέργειας.*
- *Αναφερθείτε σε νέες τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν από το 1990 και μετά.*

Για τον κόσμο μας κάποια σταθερά, αξιόπιστα αποθέματα ενέργειας είναι μια πρόκληση και παρουσιάζουν ενδιαφέρον που συνεχώς αυξάνεται. Για την αξιοποίησή τους θα συνεχισθεί η καταβολή σοβαρών προσπαθειών από τους ανθρώπους στο ορατό μέλλον. Συγχρόνως, η παγκόσμια κοινότητα βρίσκεται σε μεγάλη ανησυχία λόγω της αυξήσεως της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη μας. Αυτό το φαινόμενο, που είναι γνωστό ως φαινόμενο θερμοκηπίου, είναι μέχρις ενός σημείου φυσιολογικό. Ωφελεί μέχρις ενός σημείου κάθε έμβιο ον επί της γης. Αέρια υπήρχαν πάντα στην ατμόσφαιρα. Αυτά επιτρέπουν στην περισσότερη από την ορατή ακτινοβολία του ηλίου να περάσει και να ζεστάνει τη γη. Όμως, τα αέρια δεσμεύουν ορισμένη ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας, που ακτινοβολείται από την επιφάνεια της γης. Τα αέρια, κατά αυτόν τον τρόπο, δρουν σαν τις γυάλινες πλάκες των θερμοκηπίων. Έτσι, λόγω αυτών των αερίων, δεσμεύεται θερμοδυναμική ενέργεια (ζεστασιά), που καθιστά τη θερμοκρασία της γης κατάλληλη για τη διατήρηση της ζωής. Χωρίς αυτά, η γη θα ήταν ένα τεράστιο παγόβουνο, χωρίς ζωή, με μέση θερμοκρασία −19°C.

Αυτό που προκαλεί φόβο είναι ότι από τη βιομηχανική επανάσταση έχει συμβεί μια δραματική αύξηση αυτών των αερίων, που προκαλούν παγίδευση της ακτινοβολίας. Το αποτέλεσμα φαίνεται να είναι η αύξηση της θερμοκρασίας της γης, που μπορεί να προκαλέσει σημαντικές μεταβολές στο κλίμα. Το σχήμα 16-1 δείχνει τα αέρια, που προκαλούν το φαινόμενο αυτό και πώς δρουν στην ατμόσφαιρα.

Η χρήση καυσίμων απολιθωμάτων θεωρείται ότι είναι μία από τις κυριότερες αιτίες που το φαινόμενο του θερμοκηπίου μπορεί να γίνεται εντονότερο. Οι βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες καταναλώνουν τις μεγαλύτερες ποσότητες καυσίμων από απολιθώματα και συμβάλλουν πάρα πολύ στην αύξηση των ποσοστών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ως σύνολο αυτές οι χώρες χρησιμοποιούν τρεις φορές την εμπορική ενέργεια που χρησιμοποιούν οι αναπτυσσόμενες χώρες. Συγχρόνως, ο κάθε άνθρωπος σε μια βιομηχανική χώρα χρησιμοποιεί 10 φορές την ενέργεια που χρησιμοποιεί ένας άνθρωπος στις αναπτυσσόμενες χώρες.



Σχ. 16-1. *Τα αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι ωφέλιμα σε ορισμένες ποσότητες. Παγιδεύουν την υπέρυθρη ακτινοβολία, πράγμα που οδηγεί στη δημιουργία τέτοιου κλίματος στη γη, ώστε να μπορεί να υπάρχει ζωή. Όμως, μεγάλες συγκεντρώσεις τέτοιων αερίων θα μπορούσαν να θερμάνουν υπερβολικά τη γη. Το αποτέλεσμα είναι σημαντικές κλιματολογικές μεταβολές με καταστροφικές συνέπειες.*

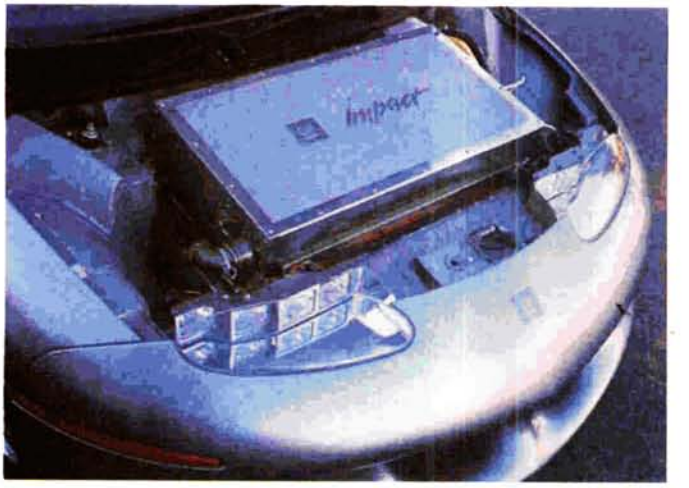
Δεν μπορεί όμως όλη η μομφή για την αύξηση της θερμοκρασίας της γης να στραφεί μόνο στη βιομηχανική δραστηριότητα. Η φυσική διάσπαση στους βάλτους (στα έλη) της γης επίσης ελευθερώνει στην ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο. Δραστηριότητες που σχετίζονται με την αποψίλωση της γης για άλλες χρήσεις είναι μια άλλη πηγή τέτοιων αερίων. Για παράδειγμα, δορυφόροι που καταμετρούν (παρατηρούν) τα αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου δείχνουν ότι μεγάλο ποσοστό μολύνσεως οφείλεται στην κοπή και καύση παρθένων δασών, η οποία συντελείται σε υποανάπτυκτες χώρες της περιοχής του ισημερινού. Η καταστροφή των δασών μειώνει τον αριθμό των δένδρων που υπάρχουν και απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα.

Η ποσότητα μεθανίου στην ατμόσφαιρα έχει διπλασιασθεί σε 300 χρόνια. Μάλλον θα διπλασιασθεί ξανά σε 100 χρόνια με τα σημερινά δεδομένα. Υπάρχουν πολλές αιτίες για την αύξηση του μεθανίου. Μία αιτία είναι το άμεσο αποτέλεσμα της αυξήσεως της θερμοκρασίας της γης που αυξάνει το ρυθμό διασπάσεως (αποσυνθέσεως) της οργανικής ύλης. Μια άλλη αιτία είναι η παραγωγή τροφών. Άλλες αιτίες είναι οι αναθυμιάσεις από χωματερές, ορυχεία κάρβουνου και διαρροές αερίων από καύσιμα απολιθωμάτων. Το πρόβλημα επιδεινώνεται λόγω της εκπομπής μονοξειδίου του άνθοακα από μηχανές. Είναι γνωστό ότι τα καυσαέρια εμποδίζουν μερικώς τη φυσική διαδικασία απομακρύνσεως του μεθανίου από την ατμόσφαιρα.

Η άμεση πρόκληση για τον άνθρωπο είναι να χρησιμοποιεί τα ενεργειακά αποθέματα πιο έξυπνα και αποτελεσματικά. Αυτό με τη σειρά του θα μειώσει τους ρύπους που δημιουργούν την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη μας. Συγχρόνως, θα γίνει οικονομία των συνεχώς ελαττουμένων αποθεμάτων καυσίμων. Μια δεύτερη πρόκληση είναι να αναπτυχθούν εναλλακτικές (ανανεώσιμες και ακατάλυτες) πηγές ενέργειας.

Οι αυστηρότεροι νόμοι είναι μια αντίδραση των κυβερνήσεων με στόχο τον περιορισμό της ρυπάνσεως. Για τον ίδιο λόγο η έρευνα προσανατολίζεται στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών παραγωγής και οικονομίας της ενέργειας. Μια από αυτές είναι τα μη ρυπαντικά ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Αμερικανικές και άλλων χωρών αυτοκινητοβιομηχανίες κατασκευάζουν φθηνότερους, πιο ανθεκτικούς και πιο αποδοτικούς συσσωρευτές (μπαταρίες) για την κίνηση νέων αυτοκινήτων (σχ. 16-2). Αναφορά στους συσσωρευτές για την κίνηση ηλεκτρικών οχημάτων γίνεται στο κεφάλαιο 15.

Η Καλιφόρνια, πολιτεία των ΗΠΑ με προβλήματα μολύνσεως από τα χειρότερα στον κόσμο, έχει θεσπίσει νόμους για τον περιορισμό των αυτοκινήτων με κινητήρες που προκαλούν μόλυνση του περιβάλλοντος. Μέχρι το 1998, τουλάχιστον το 2% από τα καινούργια αυτοκίνητα που θα πωλούνται σε αυτήν την πολιτεία πρέπει να μη μολύνουν καθόλου (αυτό δεν αφήνει περιθώρια παρά μόνο για ηλεκτρικά εφ' όσον όλα τα άλλα οχήματα μολύνουν άμεσα τον αέρα). Μέχρι το 2003, το ποσοστό πωλήσεων τέτοιων αυτοκινήτων πρέπει να είναι 10%.



Σχ. 16-2. *Σε μερικά μέρη των ΗΠΑ έχει θεσπισθεί η χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων (GM).*

Το πρόγραμμα της πόλης Los Angeles της Καλιφόρνιας προχωρεί ακόμη πιο πέρα. Το Τμήμα Υδρεύσεως και Ισχύος (Department of Water and Power) μαζί με την ηλεκτρική εταιρεία Έντισον της Νότιας Καλιφόρνιας (Southern California Edison) έχουν διαθέσει ένα κονδύλι 17 εκατομμυρίων δολαρίων (περίπου 4,25 δισεκατομμύρια δρχ), για να χρηματοδοτήσουν την ανάπτυξη ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Είναι η πρόθεση της πόλης αυτής να έχει 10.000 ηλεκτρικά αυτοκίνητα στη μητροπολιτική της περιοχή μέχρι το 1995. Έχουν επιλεγεί δύο εταιρείες (μεταξύ 200 που κατέθεσαν προτάσεις) για να παράγουν τα αυτοκίνητα. Η μία θα κατασκευάσει τετραθέσια αυτοκίνητα με βεληνεκές 240 km ενώ η δεύτερη ένα αυτοκίνητο τύπου βαν μεσαίου μεγέθους βεληνεκές περίπου 190 km.

Άλλες πολιτείες των ΗΠΑ μελετούν τη θέσπιση κινήτρων, για να ενθαρρύνουν την πώληση οχημάτων χαμηλής ή αμελητέας ρυπάνσεως. Πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες είναι κοντά στην παραγωγή ηλεκτρικών οχημάτων. Η μεγαλύτερη πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι μηχανικοί είναι ένας φθηνότερος και πιο αποδοτικός συσσωρευτής με μικρότερο χρόνο φορτίσεως. Συγχρόνως, οι συσσωρευτές πρέπει να είναι ελαφρύτεροι και πιο ανθεκτικοί από αυτούς που χρησιμοποιούνται σήμερα.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ

Το φωτοβολταϊκό κύτταρο, γνωστό ως «PV» (photovoltaic), θα γίνεται όλο και πιο σημαντικό ως εναλλακτική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας. Φθηνότερες μέθοδοι παραγωγής μειώνουν το κόστος του. Συγχρόνως βελτιώνεται η απόδοσή τους (ένα μακροχρόνιο πρόβλημα).

Καθώς αυξάνεται η ζήτηση συστοιχιών PV, θα συνεχίσει να μειώνεται το κόστος παραγωγής τους. Ως αποτέλεσμα, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παρά-

γουν θα πέσει. Εταιρείες ενέργειας, ενθαρρυμένες από το χαμηλότερο κόστος και τη μεγαλύτερη απόδοση, θα αναπτύξουν φωτοβολταϊκά πεδία σε άγονες περιοχές. Ο ηλεκτρισμός που θα παράγεται από τις συστοιχίες των φωτοβολταϊκών κυττάρων στα πεδία αυτά θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία κατοικιών με ηλεκτρική ενέργεια ή ως φθηνή πηγή ενέργειας για την παραγωγή άλλων αποθεμάτων ενέργειας. Το 1989, λόγω των ενθαρρυντικών εξελίξεων για φθηνότερα φωτοβολταϊκά (PV), μία εταιρεία στην πολιτεία New Jersey των ΗΠΑ ανακοίνωσε σχέδια αναπτύξεως του μεγαλύτερου παγκοσμίου εργοστασίου παραγωγής ισχύος με φωτοβολταϊκά. Βρίσκεται σε μία έρημη περιοχή στο νοτιοδυτικό τμήμα των ΗΠΑ. Θα μπορεί να παράγει 50 MW μέγιστη ηλεκτρική ισχύ. Αυτή είναι αρκετή για να καλύψει τις ανάγκες σε ηλεκτρική ισχύ 25.000 κατοικιών.

ΑΠΟ ΝΕΡΟ ΣΕ ΥΔΡΟΓΟΝΟ

Η ανάπτυξη του φωτοβολταϊκού κυττάρου σχετίζεται άμεσα με την ανάπτυξη μιας άλλης εναλλακτικής (πηγής) ενέργειας - υδρογόνου. Νέα τεχνολογία για φθηνότερη μαζική παραγωγή φωτοβολταϊκών (PV) σημαίνει ότι τα μέρη του κόσμου με μεγαλύτερη ηλιοφάνεια θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν φθηνό ηλεκτρισμό παραγόμενο από τον ήλιο, για να πάρουν υδρογόνο από το νερό.

Μια τέτοια εξέλιξη είναι δυνατή μέχρι το 2000. Με κόστος περίπου 0,02 του δολαρίου (5 δρχ) ανά κιλοβατώρα ηλεκτρισμού, το καύσιμο υδρογόνο θα μπορούσε να λύσει πιεστικά προβλήματα που σχετίζονται με καύσιμα από απολιθώματα, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται η μόλυνση του περιβάλλοντος στις πόλεις, η όξινη βροχή και η αύξηση της θερμοκρασίας της γης που προαναφέραμε.

Το υδρογόνο είναι πιο καθαρό από οποιοδήποτε καύσιμο απολιθωμάτων ή συγκαύσιμο (όπως η μεθανόλη). Δεν εκπέμπει μονοξείδιο του άνθρακα, σωμάτια ή διοξείδιο του θείου. Ο μόνος ρύπος του είναι το οξείδιο του αζώτου που μπορεί να ελεγχθεί και να κρατηθεί σε χαμηλά επίπεδα. Παρ' όλο που έχει μεγαλύτερο κόστος από ό,τι η παραγόμενη από καύσιμα απολιθωμάτων μεθανόλη, επιβαρύνει το περιβάλλον πολύ λιγότερο. Αν υπολογισθεί εκτός από το κόστος της μεθανόλης η προκαλούμενη από αυτήν μόλυνση και τα παρεπόμενα προβλήματα στους ανθρώπους, οι ειδικοί λένε ότι το υδρογόνο που παράγεται με τη βοήθεια φωτοβολταϊκών πρέπει προφανώς να προτιμάται.

ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πιθανόν στο μέλλον να επιβάλλεται η υπερθερμομόνωση των κατοικιών, για να είναι ενεργειακά αποδοτικές. Σχέδια που προβλέπουν την προστασία από τη γη επίσης στοχεύουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά κοστίζει περισσότερο η κατασκευή τέτοιων κατοικιών.

Αυτό είναι το συμπέρασμα μιας μελέτης από το εθνικό εργαστήριο των ΗΠΑ Oak Ridge National Laboratory. Το κόστος των υπογείων κατασκευών είναι περίπου 30% με 49% μεγαλύτερο από αυτό των υπεργείων και αυτό είναι σχεδόν αδύνατον να αποσβεσθεί. Η μελέτη δείχνει ότι η καλύτερη επιλογή είναι ένα ενεργειακά οικονομικό (αποδοτικό), υπερθερμομονωμένο σπίτι (σχ. 16-3).



Σχ. 16-3. Έχουν σχεδιασθεί και κατασκευασθεί υπερθερμομονωμένες κατοικίες για οικονομία ενέργειας. Μερικές εταιρείες ειδικεύονται στην κατασκευή ετοίμων πλακών (πάνελ), που είναι υπερθερμομονωμένα. Επάνω: Οι πλάκες της οροφής τοποθετούνται σε νάπιο εμπορικό κτήριο. Κάτω: Ένα προκατασκευασμένο σπίτι κατά την κατασκευή του. Πλάκες που αποτελούνται από φύλλα ξύλου πάχους 1,5 cm με στερεά μόνωση από τη μία και την άλλη πλευρά, έχουν συντελεστή μονώσεως R 28 (Enercept, Inc.).

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Μεταφορά ισχύος με ακτινοβολία είναι η μεταφορά ενέργειας στο διάστημα με ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Είναι παρόμοια με την εκπομπή ραδιοκυμάτων χαμηλής ισχύος διά μέσου της ατμόσφαιρας προς απομακρυσμένους δέκτες. Ενέργεια θα μπορούσε να σταλεί από τη γη προς δορυφόρους ή από το διάστημα προς δέκτες στη γη. Δορυφόροι που θα δέχονταν δέσμες ενέργειας από τη γη θα μπορούσαν να την επανακατευθύνουν οπουδήποτε στο διάστημα ή στη γη. Διαστημικά και ατμοσφαιρικά οχήματα θα μπορούσαν έτσι να χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς κινητήρες και όχι μηχανές εσωτερικής καύσεως, που μολύνουν το χώρο.

Μήπως αυτό σας φαίνεται σαν μια ιστορία του Buck

Roger από το μακρινό μέλλον; Ίσως να είναι έτσι, αλλά υπάρχουν ήδη σχέδια για τη χρήση δεσμών ενέργειας μέχρι το 2000. Η πολιτεία Αλάσκα των ΗΠΑ έχει υποβάλει σχετική πρόταση προς το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ. Το σχέδιό της προτάσεως αυτής μηδενίζει τον κίνδυνο προκλήσεως πετρελαιοκηλίδων και δεν επιβαρύνει στο ελάχιστο το περιβάλλον σε αστικές περιοχές, πράγμα που συμβαίνει με τη χρήση καυσίμων απολιθωμάτων. Η πολιτεία Χαβάη των ΗΠΑ βλέπει τη μεταφορά ενέργειας με δέσμες ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ως ένα τρόπο αποφυγής πολυεξόδων υποθαλασσίων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος για την τροφοδότηση των ηφαιστειακών νησιών.

Τελικώς, γεννήτριες ισχύος στο φεγγάρι θα μπορούσαν να στέλνουν με δέσμες κυμάτων την ενέργεια στη γη. Πολλή φαντασία; Οι επιστήμονες δεν νομίζουν ότι είναι απλώς φαντασία.

Οι ***δορυφόροι ισχύος*** είναι βασικά δορυφόροι σε γεοστατική τροχιά (κινούνται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα που έχει η γη κατά την περιστροφή της περί τον άξονά της). Σκοπός τους είναι να συλλέγουν ηλιακή ενέργεια και να τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική. Η μέθοδος των ηλεκτρομαγνητικών δεσμών θα επιτρέπει στους δορυφόρους να στέλνουν την ενέργεια στην επιφάνεια της γης σε κατάλληλους συλλέκτες.

Φωτοβολταϊκά κύτταρα τοποθετημένα στο διάστημα μπορούν να συλλέξουν τουλάχιστον τέσσερις φορές την ηλιακή ενέργεια που θα συνέλεγαν αν τοποθετούνταν στην πιο ηλιόλουστη περιοχή στην επιφάνεια της γης. Δεν υπάρχουν στο διάστημα σύννεφα, κακοκαιρίες ή νύκτες που να εμποδίζουν τον ήλιο.

Οι δορυφόροι ισχύος θα μπορούσαν να λειτουργούν όπως οι σημερινοί τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι. Από τις σταθερές θέσεις τους ως προς τη γη θα μπορούσαν να βρίσκονται συνεχώς σε επαφή με λήπτες (δέκτες) στη γη. Η ισχύς θα μεταφέρονταν με μικροκύματα. Οι δέκτες στη γη θα μετέτρεπαν τα μικροκύματα σε ηλεκτρισμό με μεγάλη απόδοση. Πιστεύεται ότι θα μπορούσαμε να έχομε δορυφόρους ισχύος σε λειτουργία γύρω στο 2010.

Ένας τέτοιος δορυφόρος (σχ. 16-4) θα μπορεί να παράγει ηλεκτρική ισχύ με έναν από τους δύο τρόπους:

- Χρησιμοποιώντας τον παραδοσιακό στρόβιλο. Κοίλα κάτοπτρα από ανακλαστικό πλαστικό φύλλο θα συγκεντρώνουν ηλιακή ακτινοβολία επάνω σε αέριο ήλιο. Το διαστελλόμενο ήλιο θα κινεί στρόβιλο συνδεδεμένο με γεννήτρια. Τέσσερις μονάδες ανακλαστήρων μήκους 18 km θα μπορούσαν να παρέχουν τόση ηλεκτρική ισχύ, όση δέκα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής στην επιφάνεια της γης.
- Χρησιμοποιώντας φωτοβολταϊκά (ηλιακά) κύτταρα, η ακτινοβολία μπορεί να μετατρέπεται απευθείας σε ηλεκτρισμό. Μία συστοιχία από 10 δισεκατομμύρια κύτταρα που να καλύπτουν 51,2 τετραγωνικά χιλιόμετρα, θα παρείχε τόση ηλεκτρική ισχύ, όση πέντε σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής στη γη.



Σχ. 16-4. *Ένας δορυφόρος ισχύος μπορεί να φαίνεται κατά τον τρόπο αυτόν. Συστοιχίες φωτοβολταϊκών θα μπορούν να συλλέγουν ηλιακή ενέργεια, που θα στέλνεται στη γη ή σε διαστημικά οχήματα με δέσμες μικροκυμάτων (NASA).*

ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Σχεδόν οι μισοί των κατοίκων της Βόρειας Αμερικής ζουν σε περιοχές που δεν ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές καθαρής ατμόσφαιρας. Ο μολυσμένος αέρας προκαλεί πολλές ασθένειες. Ο αέρας που αναπνέουν μπορεί να προκαλέσει χρόνιο βήχα, δυσκολία στην αναπνοή, πόνους στο στήθος ή ακόμη και καρκίνο. Οι κυριότεροι παράγοντες μολύνσεως του αέρα είναι τα οχήματα, που εκπέμπουν καυσαέρια. Από αυτά τη μεγαλύτερη μόλυνση προκαλεί το ιδιωτικό αυτοκίνητο.

Τα καύσιμα του μέλλοντος επιβάλλεται να μολύνουν λιγότερο. Καταβάλλονται προσπάθειες, ώστε η βενζίνη να μολύνει λιγότερο και διεξάγεται έρευνα ώστε να βρεθούν εναλλακτικοί τρόποι καύσεως.

Η βενζίνη σήμερα, περιέχει μέχρι 100 διαφορετικούς υδρογονάνθρακες. Επίσης περιέχει προσθετικά, τα οποία διατηρούν τα οκτάνια σε επιθυμητά επίπεδα. Αυτά αυξάνουν τη μόλυνση του αέρα. Τα διυλιστήρια μπορούν και προσθέτουν οξυγονωμένες ενώσεις για να επιτυγχάνεται πληρέστερη καύση. Οι πιο συνήθεις είναι η μεθανόλη (ξυλόπνευμα), η αιθανόλη (αλκοόλη δημητριακών από καλαμπόκι ή καλαμοσάκχαρο) και αιθέρες που παράγονται από μεθανόλη ή από αιθανόλη. Οι οξυγονωτές μειώνουν τις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, αλλά μπορεί να αυξήσουν τη δημιουργία αιθαλομίχλης. Μεγάλες εταιρείες πετρελαιοειδών, το Αμερικανικό Ινστιτούτο Πετρελαίου και τρεις αμερικάνικες αυτοκινητο-

βιομηχανίες συμμετέχουν σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα για την παραγωγή πιο καθαρής βενζίνης. Τα αποτελέσματα είναι ακόμη ακαθόριστα, όμως θα μειωθεί αμέσως η μόλυνση, όταν το καύσιμο θα είναι διαθέσιμο.

ΤΟ ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΩΣ ΠΗΓΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Το υδρογόνο υπόσχεται να είναι μια απεριόριστη πηγή ενέργειας. Επιπλέον, δεν προκαλεί κανενός είδους μόλυνση, πράγμα που συμβαίνει με τα καύσιμα απολιθωμάτων. Το κύριο παραπροϊόν του είναι ατμοί νερού.

Χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνικές ηλεκτρολύσεως, το υδρογόνο μπορεί να εξαχθεί από το νερό σε μεγάλα κεντρικά εργοστάσια. Ο βασικός λόγος που δεν χρησιμοποιείται ευρέως είναι το κόστος του. Οι περισσότερες διαδικασίες μετατροπής καθιστούν το υδρογόνο πιο ακριβό από τη βενζίνη. Παρ' όλα αυτά, αν υπολογίζαμε την καταστροφή του περιβάλλοντος από τη βενζίνη και τις στρατιωτικές επιχειρήσεις για την εξασφάλιση σταθερής παροχής, θα καταλήγαμε στο συμπέρασμα ότι το υδρογόνο ίσως είναι φθηνότερο από αυτήν.

Τα ηλιακά κύτταρα, πιστεύουν πολλοί, ίσως σύντομα να καταστούν ένα φθηνότερο μέσο λήψεως υδρογόνου από το νερό. Μια από τις κυριότερες βιομηχανίες τέτοιων κυττάρων προβλέπει ότι τα ηλιακά κύτταρα (φωτοβολταϊκά) θα είναι μια ημέρα η κυριότερη πηγή ενέργειας για ηλεκτρόλυση νερού. Στη Γερμανία εργάζονται σε ένα τέτοιο ερευνητικό πρόγραμμα. Γερμανοί επιστήμονες θα ήθελαν να τοποθετήσουν φωτοβολταϊκά πεδία παραγωγής υδρογόνου σε περιοχές της αφρικανικής ερήμου. Το υδρογόνο θα μπορούσε να διοχετεύεται με αγωγό στη Γερμανία. Η Σαουδική Αραβία έχει κατασκευάσει ένα ηλιακό εργοστάσιο υδρογόνου κοντά στο Ριάντ ως μια εγκατάσταση για δοκιμές και εκπαίδευση.

Στο Κεμπέκ του Καναδά και σε χώρες της Ευρώπης έχουν αρχίσει μελέτες για τη χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου να παραχθεί υδρογόνο. Θα μπορούσε να μεταφέρεται από μακριά στην Ευρώπη σε υγρή μορφή. Εκεί θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως πηγή καυσίμου για κύτταρα καυσίμου και οχήματα.

Άλλες πηγές καυσίμου και ενέργειας που έχουν πιθανότητα να αναπτυχθούν είναι: η μεθανόλη και η αιθανόλη, που ήδη χρησιμοποιούνται ως προσθετικά στη βενζί-

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ

ΚΑΥΣΙΜΟ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
ΑΙΘΑΝΟΛΗ	Έχει 105 οκτάνια σε σχέση με τα 87 της απλής αμόλυβδης και τα 93 της σούπερ. Ανανεώσιμα αποθέματα. Τα καυσαέρια περιέχουν λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα από ό,τι η βενζίνη, αλλά στη συνολική παραγωγή CO_2 πρέπει να συμπεριληφθεί η διύλιση, η καλλιέργεια και η συγκομιδή του καρπού. Προστιθέμενη στη βενζίνη μειώνει την εκπομπή CO.	Παρέχει λιγότερη ενέργεια ανά λίτρο. Απαιτούνται συχνότερα γεμίσματα. Είναι ακριβή. Προστιθέμενη στη βενζίνη, ίσως προκαλεί σχηματισμό αιθαλομίχλης.
ΜΕΘΑΝΟΛΗ	Πολλά οκτάνια (105). Η εκπομπή υδρογονανθράκων είναι ελαττωμένη κατά 35% για M85· είναι μέχρι 90% χαμηλότερη για M100. Από τις εξατμίσεις εκπέμπεται λιγότερο CO_2 (10% λιγότερο, αν παράγεται από φυσικό αέριο· 100% περισσότερο αν παράγεται από κάρβουνο). Τοξικά στον αέρα 30% - 40% λιγότερα από της βενζίνης.	Λιγότερη ενέργεια ανά λίτρο καυσίμου. Τοξικότητα: Μπορεί να τυφλώσει ή να σκοτώσει αν την καταπιεί κανείς. Διαβρωτικό. Δύσκολα τίθενται σε λειτουργία οι μηχανές στο κρύο (–29 °C). Εκπέμπει φορμαλδεΰδη, ένα αιωρούμενο καρκινογόνο, με ρυθμό 4 με 8 φορές μεγαλύτερο από ό,τι η βενζίνη.
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	Αθόρυβος. Σχεδόν ανύπαρκτη η εκπομπή καυσαερίων από το όχημα.	Τεχνολογία σχεδόν 2 χρόνια μακριά. Συσσωρευτές πολύ ακριβοί. Περιορισμένη εμβέλεια (όχι περισσότερα από 400 km). Η φόρτιση διαρκεί 6 με 8 ώρες. Έμμεση πηγή μολύνσεως εξαρτώμενη από την πηγή της ηλεκτρική ισχύος για τη φόρτιση.
ΚΑΥΣΙΜΟ ΗΛΙΑΚΟ-ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ	Ανανεώσιμη πηγή. Πρακτικώς χωρίς εκπομπή καυσαερίων. Δεν συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της γης.	Εφικτή τεχνολογία, αλλά όχι διαθέσιμη σήμερα· ίσως σε 8-10 χρόνια.
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ	Άφθονα αποθέματα. Φθηνό. Χαμηλή εκμπομπή υδρογονανθράκων. Χαμηλή εκπομπή μονοξειδίου του άνθρακα. Χαμηλότερη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα. Υπάρχει ήδη καλό σύστημα διανομής.	Συχνή επανατροφοδοσία οχήματος (κάθε 160 km). Ογκώδες δοχείο καυσίμου. Μεγάλη διάρκεια τροφοδοσίας.

Σχ. 16-5. *Αυτά πιθανόν να είναι τα καύσιμα για τα μεταφορικά οχήματα του μέλλοντος.*

νη, το φυσικό αέριο υπό πίεση, το καύσιμο υδρογόνο και ο ηλεκτρισμός που παράγονται με την ηλιακή ενέργεια.

Ο πίνακας στο σχήμα 16-5 συνοψίζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν αυτές οι εναλλακτικές πηγές.

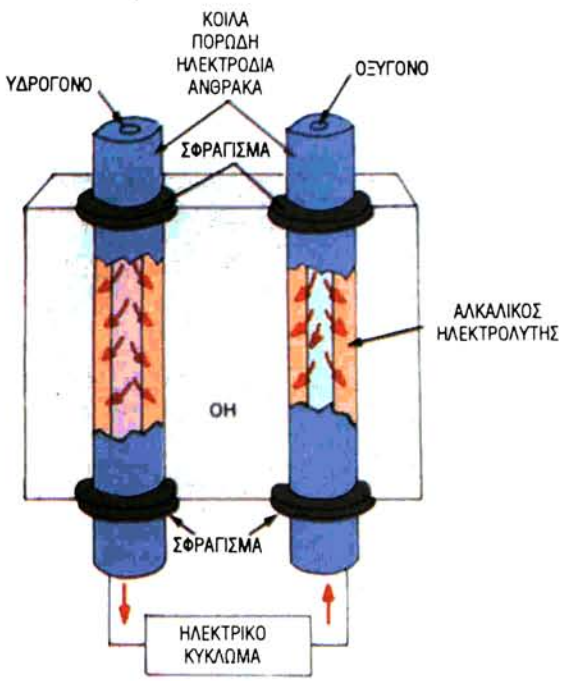
ΚΥΤΤΑΡΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Μία πολλά υποσχόμενη πηγή ενέργειας, που είναι γνωστή από πολύ καιρό, είναι το κύτταρο καυσίμου (σχ. 16-6). Συζητήθηκε πολύ λίγο σε προηγούμενο σημείο αυτού του βιβλίου. Είναι μια διάταξη όπως ο συσσωρευτής του αυτοκινήτου. Ελέγχει μια χημική αντίδραση, που παράγει ηλεκτρισμό από ένα καύσιμο και οξυγόνο. Το κύτταρο καυσίμου όμως διαφέρει από το συσσωρευτή σε δύο σημεία:

- Απαιτείται συνεχής παροχή καυσίμου για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Το κύτταρο δεν χρειάζεται επαναφόρτιση. Η χημική του σύσταση είναι συνεχώς η ίδια κατά τη λειτουργία του.

ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΚΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Η αρχή του κυττάρου καυσίμου είναι γνωστή από πολύ καιρό. Η ιδέα χρονολογείται από το 1839. Ένας Βρετανός επιστήμονας, ο σερ William Grove, ενώ διασπούσε νερό με ηλεκτρόλυση, βρήκε ότι ενώνοντας ξανά τα άτομα υδρογόνου και οξυγόνου παραγόταν ηλεκτρισμός.



Σχ. 16-6. *Απλοποιημένο διάγραμμα κυττάρου καυσίμου. Όπως ο συσσωρευτής αυτοκινήτου, παράγει ηλεκτρική ενέργεια ως αποτέλεσμα χημικής αντιδράσεως. Όμως, σε αντίθεση με το συσσωρευτή, δεν χρειάζεται τότε επαναφόρτιση. Θα συνεχίσει να παράγει ηλεκτρισμό, όσο τροφοδοτείται με καύσιμο και οξυγόνο.*

Από την ανακάλυψη αυτή στις αρχές του 19ου αιώνα σημειώθηκε μικρή πρόοδος μέχρι την εποχή που άρχισε η εξερεύνηση του διαστήματος, τον 20ο αιώνα. Τότε οι μηχανικοί χρειάσθηκαν μια διαφορετική μέθοδο παροχής ηλεκτρισμού στα διαστημόπλοια. Το υδροξεικό κύτταρο καυσίμου ήταν η απάντηση. Ενώ ήταν πολύ καλό για το διάστημα, ήταν πολύ ακριβό για να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες δραστηριότητες, στη γη. Εργοστάσια ηλεκτρισμού παρήγαγαν ηλεκτρική ενέργεια 2 1/2 φορές πιο φθηνή. Η χρήση κυττάρου καυσίμου δεν συνέφερε οικονομικώς. Αυτή η εικόνα, εντούτοις, μεταβάλλεται, καθώς αυστηρότεροι κανονισμοί ευθύνονται για την αύξηση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας. Σήμερα, το κόστος του ηλεκτρισμού από κύτταρο καυσίμου είναι μόνο 25% υψηλότερο.

ΠΗΓΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Τα κύτταρα καυσίμου που αναπτύχθηκαν για χρήση σε διαστημόπλοια χρησιμοποιούν υδρογόνο ως καύσιμο και οξυγόνο ως οξειδωτικό (οξειδωτικό είναι μια ουσία που βοηθά την καύση ή σχετική χημική αντίδραση). Τα κύτταρα μπορούν να λειτουργήσουν με πολλά διαφορετικά καύσιμα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε καύσιμο από υδρογονάνθρακες, όπως το φυσικό αέριο ή το βιοαέριο από οργανικά απορρίμματα ή απόβλητα υπονόμων. Ένας ειδικός επεξεργαστής διασπά το καύσιμο, για να παραχθεί υδρογόνο.

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

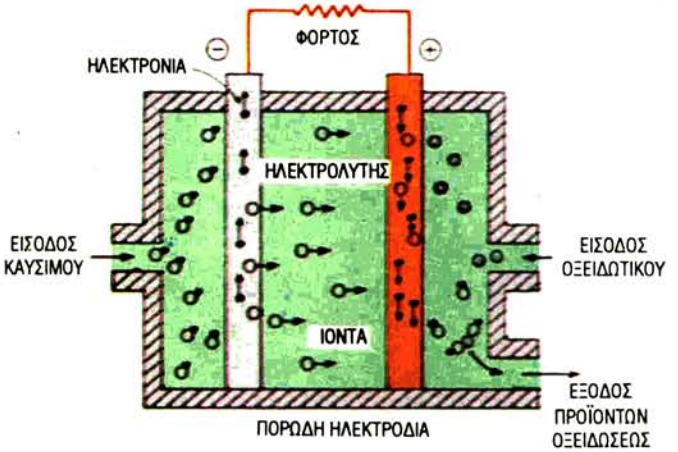
Ένα απλό υδροξειδικό κύτταρο καυσίμου αποτελείται από ένα δοχείο, που περιέχει ηλεκτρολύτη, και ένα διάλυμα φωσφορικού οξέος. Στην κάθε μεριά του ηλεκτρολύτη υπάρχουν 2 πλάκες άνθρακα που λέγονται ηλεκτρόδια (ένα ηλεκτρόδιο είναι ένας ακροδέκτης ή αγωγός ηλεκτρισμού· τα ηλεκτρόδια είναι μέρος του δρόμου, από τον οποίο διέρχεται ο ηλεκτρισμός).

Στο κύτταρο διοχετεύονται υδρογόνο και οξυγόνο. Το καύσιμο κινείται μέσα στο αρνητικό ηλεκτρόδιο, που λέγεται κάθοδος, προς τα κάτω. Το καύσιμο χάνει ηλεκτρόνια, τα οποία παίρνει η κάθοδος. Η κάθοδος φορτίζεται αρνητικά.

Συγχρόνως, η άνοδος (το θετικό ηλεκτρόδιο) τροφοδοτείται με οξυγόνο. Το οξυγόνο παίρνει ηλεκτρόνια από την άνοδο αφήνοντάς τη θετικά φορτισμένη. Αυτό ετοιμάζει το κύτταρο για την επόμενη διαδικασία.

Αν κάποιος φόρτος, όπως μια λυχνία, συνδεθεί μεταξύ ανόδου και καθόδου, ελεύθερα ηλεκτρόνια της καθόδου κινούνται διά του αγωγού σύρματος μέσα από τη λυχνία προς την άνοδο (σχ. 16-7). Καθώς γίνεται αυτό, θετικά ιόντα (σωματίδια) υδρογόνου αφήνουν την κάθοδο, κινούνται μέσα από τον ηλεκτρολύτη και συνδυάζονται με θετικά ιόντα οξυγόνου που αφήνει η άνοδος. Αυτή η αντίδραση παράγει νερό.

Υπάρχουν και άλλα απόβλητα εκτός από νερό. Συμπε-



Σχ. 16-7. *Σχηματικό διάγραμμα κυττάρου καυσίμου. Το κύτταρο θα δώσει ένα σταθερό ρεύμα, που μπορεί να κινήσει ηλεκτρικούς κινητήρες ή να ανάψει λαμπτήρες.*

ριλαμβάνονται σε αυτά άζωτο (από τον αέρα) και διοξείδιο του άνθρακα από το καύσιμο. Ένα άλλο παραπροϊόν από τη διαδικασία είναι η παραγωγή εσωτερικής ενέργειας, που λόγω αυξήσεως της θερμοκρασίας οδηγεί σε ροή θερμότητας. Συνήθως είναι τόσο μεγάλη η αύξηση της θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα να παράγεται ατμός. Η εκλυόμενη θερμότητα, που συχνά κατευθύνεται στην ατμόσφαιρα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για άλλους σκοπούς.

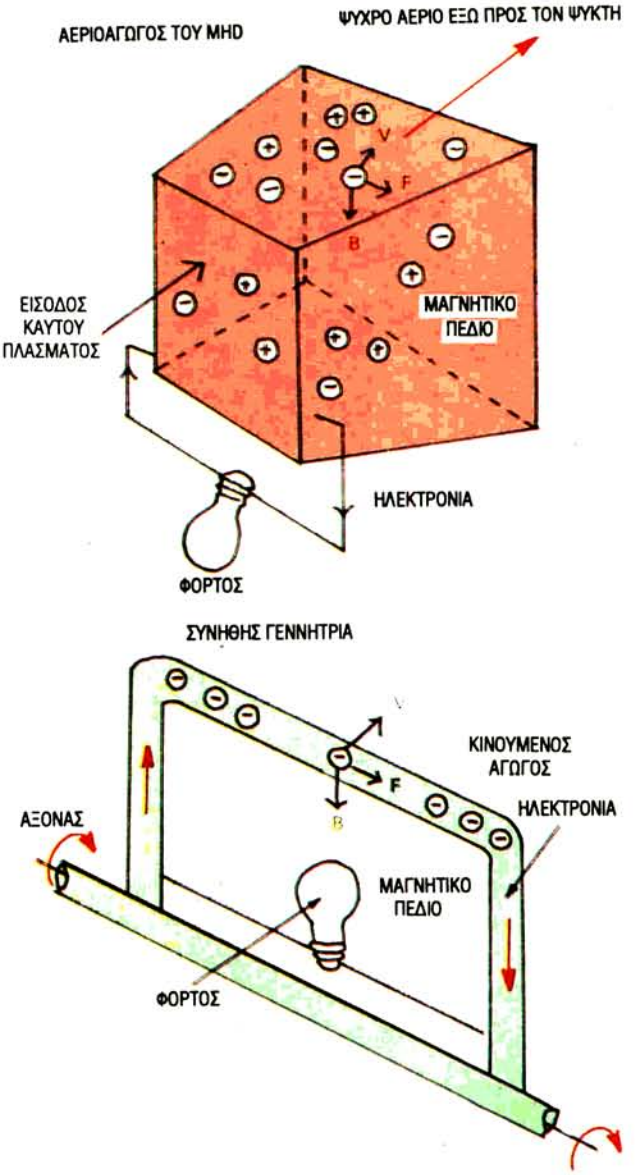
Σύγχρονα σχέδια κυττάρων καυσίμων χρησιμοποιούν δύο πορώδη ηλεκτρόδια. Ο ηλεκτρολύτης μπορεί να είναι ή φωσφορικό οξύ ή διάφορες στερεές ενώσεις ή μεμβράνες. Το κύτταρο παίρνει το οξυγόνο του από τον αέρα. Καταλύτες που περιβάλλουν τα ηλεκτρόδια βοηθούν το κύτταρο να σχηματίσει νερό. Εξαιτίας αυτού το κύτταρο παράγει ηλεκτρισμό και θερμοδυναμική ενέργεια.

Το σχήμα του κυττάρου ποικίλλει. Αυτά που χρησιμοποιούν φωσφορικό οξύ είναι τετράγωνα πλευράς 65 cm και πάχους 0,5 cm. Πολλές εκατοντάδες κυττάρων (στοιχείων) πακεταρισμένα σε μέγεθος 8 x 8 επί 3,5 m ύψος θα μπορούσαν να παράγουν ενέργεια για φωτισμό 150 σπιτιών. Το κύτταρο καυσίμου λειτουργεί όσο τροφοδοτείται με καύσιμο. Το στοιχείο αυτό χρειάζεται πολύ λίγη συντήρηση. Κάθε πέντε χρόνια το σύστημα των κυττάρων (όπου συντελείται η αντίδραση) πρέπει να αντικατασταθεί.

Πριν το 2000 μπορεί να δούμε κύτταρα καυσίμου να παρέχουν ηλεκτρισμό σε νοσοκομεία και δημόσια κέντρα. Τέλος, πρέπει να επισημανθεί ένα επιπλέον πλεονέκτημα: η θερμότητα που εκλύεται μπορεί να προθερμάνει νερό ή να θερμάνει χώρους.

Η ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ MHD

Η γεννήτρια MHD (magnetoheterodyne: μαγνητοϋδροδυναμική), παράγει ηλεκτρισμό από καυτά αέρια. Τα



Σχ. 16-8. *Διάγραμμα μιας μαγνητοϋδροδυναμικής γεννήτριας (MHD). Χρησιμοποιεί υπερθερμασμένα αέρια, για να παράγει ηλεκτρική ισχύ.*

καυτά αέρια (που λέγονται πλάσμα) σε θερμοκρασία 2200 με 2800°C διέρχονται μέσα από μαγνητικό πεδίο κάθετα προς τις μαγνητικές γραμμές. Ηλεκτρόδια έλκουν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του αερίου. Τα συλλεγόμενα ηλεκτρόνια διέρχονται διά αγωγών συνδεδεμένων με τα ηλεκτρόδια. Το σχήμα 16-8 δείχνει ένα απλό διάγραμμα.

ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ

Οι ***θερμοηλεκτρικοί μετατροπείς*** είναι άλλες διατάξεις που μετατρέπουν θερμότητα σε ηλεκτρικό ρεύμα. Το παλαιότερο σύστημα αυτού του είδους είναι το θερμοστοιχείο. Το 1821 ένας Γερμανός φυσικός ανακάλυψε ότι αν δύο ανόμοια μέταλλα ενώνονταν και θερμαίνο-

νταν, μπορούσε να μετρήσει κανείς στα ελεύθερα άκρα τους μια τάση ή ηλεκτρεγερτική δύναμη.

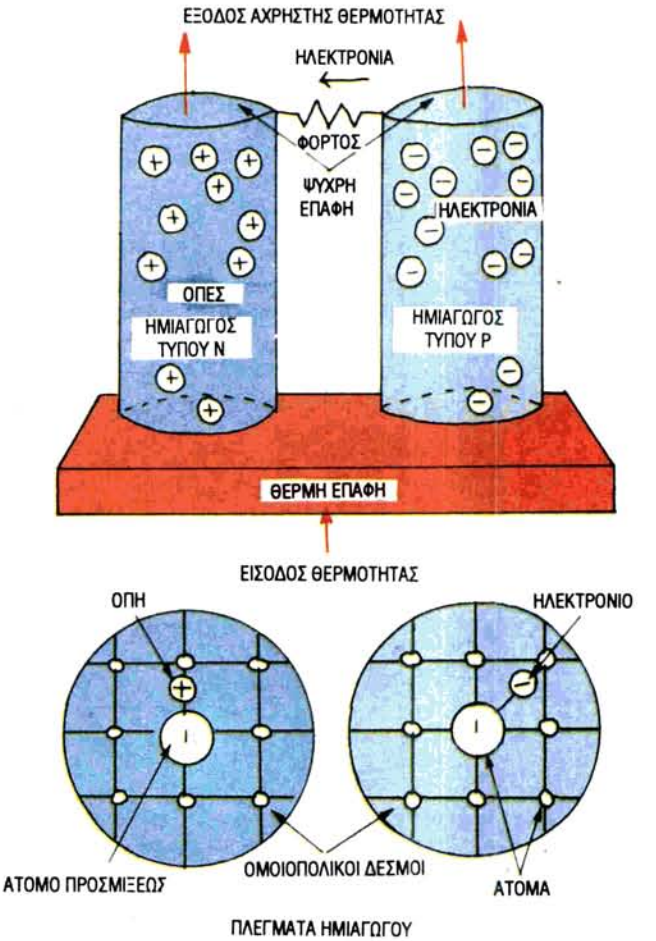
Για περισσότερα από 100 χρόνια δεν επετεύχθη εφαρμογή αυτής της γνώσεως. Τότε βρέθηκαν οι ημιαγωγοί που είναι καλύτερα θερμοηλεκτρικά υλικά. Οι ημιαγωγοί έχουν προσμίξεις μέσα τους, χωρίς τις οποίες θα ήταν κακοί αγωγοί.

Ένας είδος ημιαγωγού έχει άτομα προσμίξεως, που παράγουν ελεύθερα ηλεκτρόνια. Τα επιπλέον ηλεκτρόνια είναι ελεύθερα να κινούνται μέσα στο υλικό. Αυτός ο ημιαγωγός είναι γνωστός ως τύπος –n (αρνητικός τύπος).

Ένας δεύτερος τύπος ημιαγωγού έχει άτομα προσμίξεως με λίγα ηλεκτρόνια. Εξαιτίας αυτού δημιουργούνται θετικές οπές στον ημιαγωγό. Αυτές οι οπές μπορούν να κινούνται όπως τα θετικά φορτία.

Υποθέστε ότι συνδέσατε έναν ημιαγωγό p-τύπου με έναν n - τύπου, όπως στο σχήμα 16-9. Τότε, αν θερμάνετε την πλάκα με την ένδειξη "θερμή (δι)επαφή", θα συμβούν τα εξής:

- Η θέρμανση της θερμής (δι)επαφής οδηγεί τα ελεύθερα ηλεκτρόνια και τις οπές προς την ψυχρή (δι)επαφή. Φανταστείτε τα σαν αέρια, που κινούνται μέσα στο υλικό του ημιαγωγού λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας.
- Οι οπές κινούνται μέσα στον έναν ημιαγωγό και τα ηλεκτρόνια στον άλλο.
- Οι οπές φορτίζουν τον έναν ακροδέκτη θετικά και τα ηλεκτρόνια τον άλλο αρνητικά.
- Προκαλείται ροή ηλεκτρονίων διά του φόρτου, που είναι συνδεδεμένος στους ακροδέκτες. Στα άκρα του φόρτου υπάρχει διαφορά δυναμικού.
- Αν ο φόρτος είναι κάποια κατάλληλη λυχνία, η λυχνία θα φωτοβολήσει.



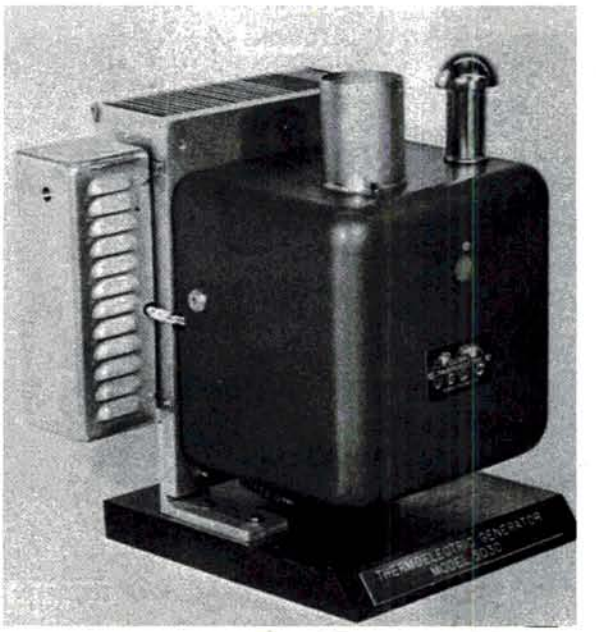
Σχ. 16-9. *Διάγραμμα θερμοηλεκτρικής διατάξεως. Επάνω: Θερμοστοιχείο κατασκευασμένο από ζεύγος ημιαγωγών συνδεδεμένων με θερμή επαφή και φόρτο. Κάτω: Τα άτομα προσμίξεως (στα κέντρα) είναι διαφορετικά στον κάθε βραχίονα. Το ένα έχει περισσότερα και το άλλο λιγότερα ηλεκτρόνια. Η θέρμανση οδηγεί τις οπές και τα ηλεκτρόνια προς τους ακροδέκτες.*

ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΙΣΧΥΟΣ

Οι θερμοηλεκτρικές γεννήτριες μπορεί να βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, όπου δεν είναι δυνατόν να παρακολουθούνται. Λειτουργούν ικανοποιητικά χωρίς συντήρηση. Έχουν εκτοξευθεί στο διάστημα, μέσα σε δορυφόρους, μικρές μονάδες που λειτουργούν με πυρηνική ενέργεια. Επίσης, χρησιμοποιούνται στις πολικές περιοχές, και υποθαλασσίως.

Έχουν κατασκευασθεί μικρές μονάδες προπανίου ώστε να χρησιμοποιηθούν σε χώρους κατασκηνώσεως, σε θαλάσσιες επιπλέουσες κατασκευές και σε απομακρυσμένες περιοχές, όπου χρειάζεται μικρή μόνο ποσότητα ηλεκτρισμού (σχ. 16-10).

Η απόδοση της θερμοηλεκτρικής γεννήτριας είναι περίπου 5%. Αυτή η τιμή είναι χαμηλή σε σχέση με το 35 έως 40% των εργοστασίων που λειτουργούν με ατμό. Θα πρέπει οι αποδόσεις να γίνουν πολύ μεγαλύτερες, ώστε τα εργοστάσια θερμοηλεκτρικής ισχύος να αντικαταστήσουν τις μονάδες που λειτουργούν με ατμό.



Σχ. 16-10. *Μικρή θερμοηλεκτρική γεννήτρια. Λειτουργεί με μικρό θερμαντήρα προπανίου (Global Thermoelectric Power Systems, Ltd.).*

ΑΛΛΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Άλλες διατάξεις μετατροπής είναι υπό μελέτη και ανάπτυξη. Σε αυτές περιλαμβάνονται:

- Ο θερμιονικός μετατροπέας. Αυτή η διάταξη αποτελείται απο δύο μεταλλικές πλάκες. Όταν η μία από αυτές θερμανθεί αναγκάζει τα ηλεκτρόνια να βγουν έξω και δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα.
- Σιδηροηλεκτρικός μετατροπέας. Ένα μη αγώγιμο υλικό απορροφά θερμότητα και τα μόρια υφίστανται μεταβολές.
- Θερμομαγνητικός μετατροπέας. Αυτή η συσκευή απορροφά θερμότητα και έτσι μεταβάλλεται η μαγνήτιση ενός μαγνητικού υλικού.

Αυτές οι διατάξεις βρίσκονται ακόμη στο στάδιο της αναπτύξεως. Όμως, μπορεί να παρέχουν σημαντικές δυνατότητες μετατροπής ενέργειας στο μέλλον.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Μηχανές με πολλά εξαρτήματα κατασκευασμένα από νιτρώδες πυρίτιο, ένα κεραμικό υλικό, μπορούν να λειτουργούν χωρίς ψυκτικό. Δοκιμές σε μηχανή αναφλέξεως με συμπίεση έδειξαν ότι τα κεραμικά εξαρτήματα μπορούν να αντέξουν σε εξαιρετικά μεγάλες θερμοκρασίες καθώς και τις μηχανικές τάσεις που αναπτύσσονται σε μηχανές εσωτερικής καύσεως. Επιπλέον δοκιμές απέδειξαν ότι μια μηχανή ντήζελ μπορεί να λειτουργεί σε θερμοκρασίες μέχρι 1205°C. Η μηχανή δεν έχει ψυγείο, ανεμιστήρα ή αντλία νερού, επομένως το βάρος της είναι ελαττωμένο. Επίσης, υπάρχουν λιγότερα εξαρτήματα με πιθανότητα βλάβης. Στα κεραμικά εξαρτήματα περιλαμβάνονται: χιτώνια κυλίνδρων, έμβολα, πείροι εμβόλων, κεφαλές, διωστήρες και στροβιλοτροφοδότες. Τα πλεονεκτήματά μιας τέτοιας μηχανής είναι τα εξής: φθηνότερη κατασκευή, λιγότερη μόλυνση λόγω υψηλοτέρων θερμοκρασιών λειτουργίας και καλύτερος λόγος ισχύος διά βάρος.

ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ

Η αεριοποίηση του κάρβουνου είναι η διαδικασία μετατροπής του σε αέριο καύσιμο. Παρ' όλο που δεν είναι νέα ή μόλις αναπτυσσόμενη η μέθοδος αυτή μπορεί να έχει σημαντικές συνέπειες στο μέλλον, καθώς άλλα καύσιμα από απολιθώματα γίνονται πιο σπάνια.

Το κάρβουνο είναι σχεδόν καθαρός άνθρακας. Περιέχει μικρές μόνο ποσότητες υδρογόνου, οξυγόνου, θείου και αζώτου. Με την αεριοποίηση (ή με οποιαδήποτε άλλη διαδικασία που μετατρέπει κάρβουνο σε άλλο καύσιμο) προστίθενται άτομα υδρογόνου στα άτομα του άνθρακα.

Στο κάρβουνο υπάρχουν 16 άτομα άνθρακα για κάθε άτομο υδρογόνου. Πολύ περισσότερα άτομα υδρογόνου βρίσκονται σε αέρια ή υγρά καύσιμα απολιθωμάτων (σχ. 16-11). Για την παραγωγή αυτών των καυσίμων από κάρβουνο, απαιτούνται μεγάλες ποσότητες υδρογόνου.

ΛΟΓΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΠΡΟΣ ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ		
Καύσιμο	**Αριθμός ατόμων άνθρακα**	**Αριθμός ατόμων υδρογόνου**
Κάρβουνο	16	1
Βαρύ πετρέλαιο	6	1
Βενζίνη	1	2 ή 3

Σχ. 16-11. *Σύγκριση του κάρβουνου με υγρά καύσιμα. Το κάρβουνο έχει πάρα πολλά άτομα στη δομή του.*

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Υπάρχουν τέσσερα κύρια συστατικά με τα οποία επιτυγχάνεται η διαδικασία αεριοποιήσεως:

- Άνθρακας. Αυτός παράγεται από το κάρβουνο.
- Υδρογόνο. Μέρος αυτού παράγεται από το κάρβουνο. Το υπόλοιπο συνήθως προέρχεται από τη διάσπαση φυσικού αερίου (το μεθάνιο είναι κυρίως υδρογόνο) ή προκύπτει από την εισαγωγή ατμού που αντιδρά με το κάρβουνο (το νερό, που είναι ο ατμός, έχει δύο άτομα υδρογόνου για κάθε άτομο οξυγόνου).
- Οξυγόνο. Αυτό παρέχεται ή σε καθαρή μορφή ή από τον αέρα.
- Θερμότητα, η οποία προκύπτει από την καύση κάρβουνου ή ενός αερίου που είναι παραπροϊόν της διαδικασίας. Το σχήμα 16-12 δείχνει τη βασική χημική αντίδραση. Το αέριο που παράγεται κατά την αντίδραση αυτή (μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο) καίγεται, αλλά έχει μόνο το ένα τρίτο της θερμαντικής ικανότητας του μεθανίου. Μπορεί να καεί, για να βοηθήσει τη διαδικασία, αλλά δεν αξίζει τον κόπο να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις με σωλήνες (αγωγούς).

Αντί αυτού, περνά από μία άλλη διαδικασία, που λέγεται ***μεθανοποίηση.*** Το υδρογόνο και το μονοξείδιο του άνθρακα συνδυάζονται με έναν καταλύτη (κάτι που εκκινεί μια χημική αντίδραση) και παράγεται μεθάνιο. Η παραγωγή μεθανίου ακολουθεί πολλά στάδια. Πρώτα το μονοξείδιο του άνθρακα αντιδρά με ατμό και παράγει διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και υδρογόνο. Το διοξείδιο του άνθρακα στη συνέχεια διαχωρίζεται με ένα άλλο αέριο, το θειούχο υδρογόνο (H_2S). Το τελευταίο σχηματίζεται, όταν το υδρογόνο συνδυάζεται με προσμίξεις θείου στο αέριο. Επί του παρόντος, η διαδικασία αναπτύσσεται και τελειοποιείται για πιθανή εμπορική χρήση (σχ. 16-13).

ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΑΠΟ ΚΑΡΒΟΥΝΟ

Όπως με την αεριοποίηση, η ρευστοποίηση του κάρβουνου αποσκοπεί στη μείωση του πηλίκου άνθρακα προς υδρογόνο από 16 προς 1 σε τουλάχιστον 6 προς 1. Αυτό είναι το πηλίκο άνθρακα προς υδρογόνο των καυσίμων πετρελαίου. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές διαδικασίες με τις οποίες επιτυγχάνεται αυτό:



Σχ. 16-12. *Βασική χημική αντίδραση για την αεριοποίηση κάρβουνου.*



Σχ. 16-13. *Εργοστάσιο αεριοποιήσεως κάρβουνου, που κατασκευάσθηκε για να παράσχει επιστημονικά δεδομένα (αποτέλεσματα) για τη διαδικασία. Μετατρέπει κάρβουνο σε συνθετικό αέριο προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σε ατμολέβητες και αεριοστροβίλους (Texaco, Inc.).*

- Υδρογόνωση. Προστίθεται καθαρό υδρογόνο. Παράγεται βαρύ πετρέλαιο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργοστάσια ισχύος.
- Πυρόλυση. Κάρβουνο θερμαίνεται απουσία οξυγόνου.
- Καταλυτικές μετατροπές.

Η πυρόλυση παράγει τρία καύσιμα: αέριο που μεταφέρεται με αγωγούς, ένα συνθετικό ακατέργαστο πετρέλαιο και ένα κατάλοιπο άνθρακα, που λέγεται ***char***. Το char μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, αν δεν περιέχει πάρα πολύ θείο.

Η καταλυτική μετατροπή παράγει την ίδια αντίδραση όπως η αεριοποίηση που περιγράψαμε προηγουμένως. Το μονοξείδιο του άνθρακα και το υδρογόνο στη συνέχεια συνδυάζονται με καταλύτη και παράγεται υγρό καύσιμο.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Η κατασκευή στερεού καυσίμου από κάρβουνο ονομάζεται ***διαλυτικός καθαρισμός***. Το στερεό καύσιμο που παράγεται με αυτήν τη μέθοδο καλείται καύσιμο διαλυτικού καθαρισμού ή SRC (solvent refined fuel).

Πρώτα, το κάρβουνο θρυμματίζεται και αναμιγνύεται με διαλυτικό, όπως ελαφρύ πετρέλαιο. Αυτό το μίγμα θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία και υπό υψηλή πίεση. Καθώς το κάρβουνο διαλύεται, η στάχτη και οι προσμίξεις μπορούν να διαχωρισθούν από αυτό. Το καύσιμο που προκύπτει είναι σαν στερεή πίσσα και μπορεί να θρυμματισθεί ή να θερμανθεί και να λιώσει. Η θερμαντική του ικανότητα είναι υψηλότερη από του κάρβουνου και είναι πιο καθαρό καύσιμο.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η αεριοποίηση και η ρευστοποίηση έχουν μερικά σημαντικά μειονεκτήματα. Μεταξύ των πλέον σοβαρών είναι οι μεγάλες ποσότητες νερού, το οποίο όχι μόνο πρέπει να παράγει ψύξη, αλλά είναι και πρώτη ύλη για την παραγωγή υδρογόνου. Χρειάζονται περίπου 3,3 με 6,6 λίτρα για κάθε 2,2 kg κάρβουνου που χρησιμοποιείται. Αυτό είναι διπλάσιο από ό,τι χρειάζεται ένα εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής υπό κανονικές συνθήκες.

Επίσης, το περισσότερο από το κάρβουνο που αεριοποιείται στις ΗΠΑ βρίσκεται σε περιοχές, όπου δεν υπάρχει πολύ νερό (μεγάλα αποθέματα κάρβουνου υπάρχουν στα νοτιοδυτικά των ΗΠΑ, και στις βόρειες - κεντρικές περιοχές των πολιτειών Dakota, Montana και Wyoming).

Επιπλέον, με τις διαδικασίες αυτές επιβαρύνεται το περιβάλλον. Χρειάζονται συστήματα ελέγχου της μολύνσεως του αέρα που να κατακρατούν σωμάτια που προκαλούν μόλυνση και SO_x. Προκύπτουν επίσης στερεά απόβλητα. Μερικά από αυτά, φυσικά, θα επιστραφούν στις περιοχές εξορύξεως.

Ένας πρόσθετος κίνδυνος για την υγεία προέρχεται από την παραγωγή συνθετικών καυσίμων όπου υπάρχουν καρκινογόνες ουσίες. Πρόκειται για χημικές ουσίες που είναι πολύ επικίνδυνες, διότι προκαλούν καρκίνο σε όσους έρχονται σε επαφή με αυτές. Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που σημειώνονται για τη σύνθεση του κάρβουνου παράγονται ουσίες γνωστές ως πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH). Υπάρχουν πολλές ενδείξεις ότι αυτές οι ουσίες μπορεί να προκαλέσουν καρκίνο.

Ειδικοί υποστηρίζουν ότι είναι δύσκολο να προβλεφθεί σε ποια έκταση θα γίνεται μετατροπή σε συνθετικά καύσιμα. Η ανάπτυξη των αναγκαίων εργοστασίων θα

είναι πολυέξοδη και η ίδια διαδικασία θα στοιχίζει πολύ. Οι εταιρείες αερίων διστάζουν να αναλάβουν την ανάπτυξη τέτοιων εργοστασίων, γιατί αυτό θα σημάνει μείωση των εσόδων τους.

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΥΝΤΗΞΕΩΣ

Χρειάζεται να λυθούν πολλά προβλήματα πριν δαμασθεί και χρησιμοποιηθεί η πυρηνική σύντηξη ως πηγή ενέργειας. Μέχρι τώρα, δεν έχει κατασκευασθεί αυτοσυντηρούμενος αντιδραστήρας συντήξεως. Πρέπει να υπάρχουν τρεις, με ακρίβεια καθορισμένες, συνθήκες ταυτόχρονα:

- Θερμοκρασία.
- Χρόνος περιορισμού.
- Πυκνότητα πλάσματος.

Μόνο τότε η αντίδραση συντήξεως θα συνεχισθεί (αυτοσυντηρούμενη). Παρά τα περίπου 30 τόσα χρόνια έρευνας πάνω στη σύντηξη, οι επιστήμονες και οι μηχανικοί δεν κατόρθωσαν να επιτύχουν την ταυτόχρονη εμφάνιση αυτών των τριών συνθηκών σε μια μηχανή. Όταν οι ερευνητές επιτύχουν στο μέλλον και δείξουν ότι πέτυχαν την εφαρμογή μεθόδου αυτοσυντηρούμενης συντήξεως, θα πρέπει να λυθούν άλλα προβλήματα. Ένα από αυτά θα είναι η κατασκευή θαλάμου, που να μπορεί να αντέχει στην αντίδραση της συντήξεως επί μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να καταστρέφεται. Ένα άλλο πρόβλημα θα είναι το τεράστιο κόστος σχεδιασμού και κατασκευής τέτοιου αντιδραστήρα. Αν οι μηχανικοί και οι επιστήμονες επιτύχουν να ξεπεράσουν τα εμπόδια, το ανθρώπινο γένος θα έχει μια πηγή ενέργειας για εκατομμύρια ή ακόμη και δισεκατομμύρια χρόνια.

ΦΛΟΓΑ ΣΥΝΤΗΞΕΩΣ

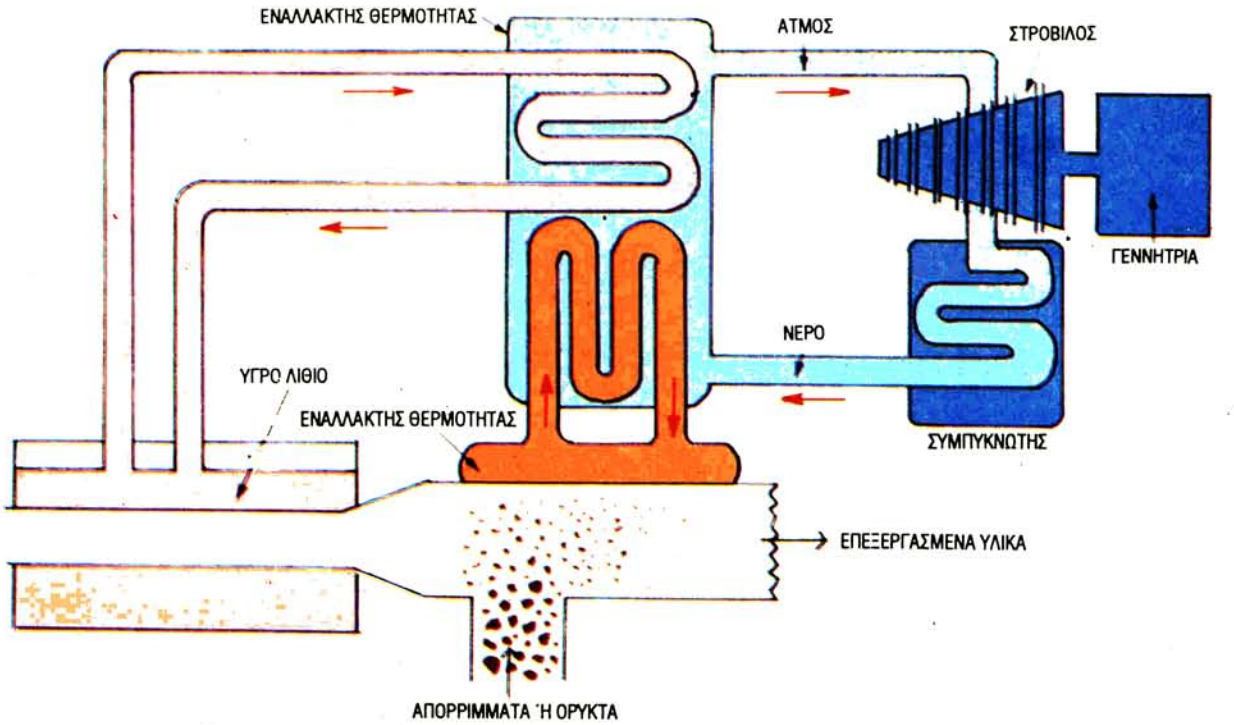
Είναι δυνατόν, η ενέργεια από σύντηξη, εφόσον αναπτυχθεί, να χρησιμοποιηθεί και για άλλο σκοπό εκτός από την προώθηση οχημάτων και την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Μια πρόταση είναι η ανάπτυξη της "φλόγας συντήξεως".

Το πλάσμα από την έξοδο του αντιδραστήρα συντήξεως θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να διασπάσει στερεά ή υγρά. Η εξαιρετικά υψηλή θερμοκρασία θα εξαέρωνε τα υλικά και θα τα ιόντιζε (ιόνιζε). Αυτό σημαίνει διάσπαση μέχρι το επίπεδο των ατόμων. Το σχήμα 16-14 δείχνει ένα απλοποιημένο διάγραμμα φλόγας συντήξεως.

Η «φλόγα» θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία όλων των ειδών των απορριμμάτων, ορυκτών και για την παραγωγή υγρών καυσίμων. Πιστεύεται ότι η φλόγα συντήξεως θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή υπεριωδών ακτίνων ή ακτίνων Χ. Αυτό θα μπορούσε να γίνει τοποθετώντας μικρές ποσότητες βαρέων ατόμων στην έξοδο του πλάσματος.

Ενέργεια που θα παράγονταν κατά αυτόν τον τρόπο, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς:

- Αφαίρεση αλατιού από θαλάσσιο νερό (αφαλάτωση).



Σχ. 16-14. *Αυτό το απλοποιημένο διάγραμμα δείχνει πώς μπορεί να λειτουργεί η φλόγα συντήξεως. Μέρος της ενέργειας από το υπερθερμασμένο πλάσμα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, για να αεριοποιήσει απορρίμματα ή ορυκτά και να τα μετατρέψει σε άτομα. Τα άτομα θα μπορούσαν να συνδυασθούν και να παραχθούν χρήσιμες πρώτες ύλες.*

- Παραγωγή υδρογόνου.
- Επεξεργασία χημικών ουσιών.

Επειδή θα χρησιμοποιούνταν πλάσμα και όχι χημικά για το διαχωρισμό στοιχείων θα σημειώνονταν λιγότερη μόλυνση του περιβάλλοντος.

Η ιδέα της φλόγας συντήξεως, επειδή δεν έχει δοκιμασθεί, ίσως να μην είναι χρήσιμη για κάθε περίπτωση. Φαίνεται ότι μπορεί να βρεθούν συναρπαστικές βιομηχανικές χρήσεις για την ενέργεια από σύντηξη, αν λυθούν τα επιστημονικά και τεχνικά προβλήματα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μία από τις προκλήσεις που όλοι μας αντιμετωπίζομε στα χρόνια που θα έλθουν είναι η χρησιμοποίηση των αποθεμάτων ενέργειας έξυπνα και οικονομικά. Συγχρόνως χρειάζεται η συνεργασία όλων μας και ο συντονισμός των προσπαθειών για τη μείωση της μολύνσεως που προκαλείται από την παραγωγή και χρήση ενέργειας.

Μία από τις σημαντικότερες επιδράσεις της μολύνσεως, ιδιαίτερα από τη χρήση καυσίμων από απολιθώματα, είναι το φαινόμενο θερμοκηπίου. Δεν είμαστε βέβαιοι για τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της αυξήσεως της θερμοκρασίας του πλανήτη μας.

Οι ανεπτυγμένες χώρες είναι υπεύθυνες για το περισσότερο από το διοξείδιο του άνθρακα και το μονοξείδιο του άνθρακα που ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Όμως η κοπή δένδρων από παρθένα δάση που χρησιμοποιούνται ως καύσιμο ξύλο, ή απλώς η καύση δένδρων για να δημιουργηθεί χώρος για βοσκή και καλλιέργεια επίσης συμβάλλουν πολύ στην παραγωγή αερίων που ευνοούν το φαινόμενο θερμοκηπίου.

Εξαιτίας των φόβων αυτών σημειώνονται μεταβολές στη χρήση ενέργειας. Με ή χωρίς βοήθεια από την κυβέρνηση, γίνεται έρευνα για να βρεθούν εναλλακτικές πηγές ενέργειας που να είναι οικονομικές και προκαλούν λιγότερη μόλυνση. Ετησίως διεξάγεται έρευνα για να βρεθούν τρόποι, ώστε τα καύσιμα από απολιθώματα να προκαλούν λιγότερη μόλυνση.

Νέοι νόμοι θα δώσουν κίνητρα στις βιομηχανίες, στους σχεδιαστές και σε εμάς τους χρήστες ενέργειας, ώστε όλοι να φροντίσομε για τη μείωση της μολύνσεως. Ειδικά κρίσιμη θα είναι η προσπάθεια να γίνει οικονομία σε κάποια αποθέματα που ήδη είναι ανεπαρκή. Παράλληλα θα γίνεται μια μεγαλύτερη προσπάθεια για να διατηρηθεί το περιβάλλον καθαρό.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

char
μεθανοποίηση
μεταφορά ενέργειας για ακτινοβολία
δορυφόροι ισχύος
διαλυτικός καθαρισμός
θερμοηλεκτρικός μετατροπέας

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Κατασκευάστε και λειτουργήστε ένα πρότυπο κυττάρου καυσίμου.
2. Διεξάγετε έρευνα με αντικείμενο τη μεταφορά ενέργειας με δέσμη ακτινοβολίας και ετοιμάστε μια εργασία με σχήματα για το πώς λειτουργεί το σύστημα.
3. Διαλέξτε ένα από τα "καύσιμα του μέλλοντος", που αναγράφονται στο σχήμα 16-4, και συγκεντρώστε, επισκεπτόμενοι βιβλιοθήκες, επιπλέον πληροφορίες. Ετοιμάστε μια εργασία που να περιλαμβάνει ό,τι προέκυψε από τη μελέτη σας.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Γιατί η χρήση καυσίμων απολιθωμάτων δημιουργεί μεγάλους φόβους και συγκεντρώνει το ενδιαφέρον όλων μας σήμερα;
2. Ποια είναι η αιτία που μας οδηγεί στην έρευνα και ανάπτυξη ενεργειακής τεχνολογίας, που να προκαλεί μικρότερη μόλυνση;
3. Ποιοι είναι οι δύο παράγοντες που δίνουν στα φωτοβολταϊκά κύτταρα μεγαλύτερη δυνατότητα ως τεχνολογία για παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος;
4. _____ είναι η μεταφορά ενέργειας μέσα στο διάστημα με χρήση δορυφόρου.
5. Ποιες είναι οι δύο μέθοδοι που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος στο διάστημα;
6. Συζητήστε τα πλεονεκτήματα παραγωγής υδρογόνου από νερό με χρήση φωτοβολταϊκών.
7. Πείτε με δικά σας λόγια ποια μπορεί να είναι τα σημαντικά πλεονεκτήματα του κυττάρου καυσίμου ως ενεργειακού μετατροπέα.



Επάνω: Πολλές βιομηχανίες παραγωγής απασχολούν εργαζόμενους, το αντικείμενο των οποίων σχετίζεται με την ενέργεια. Ένα παράδειγμα είναι η βιομηχανία ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, που είναι η καρδιά του κάθε υπολογιστή. Η γυναίκα στη φωτογραφία χειρίζεται όργανα, που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ημιαγωγών. Με τους ημιαγωγούς θα κατασκευασθούν υπολογιστές, που ελέγχουν διάφορα πράγματα, όπως η λειτουργία ενός εργοστασίου ηλεκτροπαραγωγής, τα ηλεκτρονικά όργανα ελέγχου των αυτοκινήτων ή τα ενεργειακά συστήματα των σπιτιών. Κάτω: Ένας εργαζόμενος σε πρατήριο καυσίμων γεμίζει το δοχείο καυσίμου αυτοκινήτου, που έχει προσαρμοσθεί να κινείται με καύσιμο L P G (The Coastal Corp.).





17

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι πληροφορίες που δίνονται σε αυτό το κεφάλαιο θα σας βοηθήσουν, ώστε να:

- *Συζητήσετε τις προοπτικές εργασίας σε διάφορες βιομηχανίες.*
- *Γνωρίσετε μερικά επαγγέλματα που σχετίζονται με τις βιομηχανίες ενέργειας σήμερα.*
- *Περιγράψετε τις διάφορες εργασίες που εκτελούνται από τους εργαζόμενους στις βιομηχανίες ενέργειας.*
- *Συζητήσετε τις συνέπειες της οικονομίας και των προσπαθειών ελέγχου της μολύνσεως στους εργαζόμενους σε ενεργειακούς τομείς.*

Οι βιομηχανίες ενέργειας στη Βόρεια Αμερική απασχολούν ένα μεγάλο μέρος του εργατικού δυναμικού. Κάθε χρόνο οι ΗΠΑ μόνο χρησιμοποιούν το ένα τρίτο της ενέργειας που χρησιμοποιείται στον κόσμο σήμερα ανά έτος.

Όπως μάθατε στο κεφάλαιο 4, η ενέργεια καταναλώνεται από διάφορους τομείς της κοινωνίας. Μερικές βιομηχανίες, όπως αυτές που παράγουν χάλυβα, πλαστικά ή φάρμακα, χρησιμοποιούν πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ή κάρβουνο ως πρώτες ύλες (δηλαδή αυτά τα προϊόντα είναι τα αρχικά υλικά από τα οποία κατασκευάζονται άλλα προϊόντα).

Χρησιμοποιούν επίσης καύσιμα αγροκτήματα και εργοστάσια, που καταναλώνουν ενέργεια για να κινήσουν μηχανήματα και να παράγουν βιομηχανική θερμότητα. Ο καθένας μας αντιπροσωπεύει δύο άλλες ομάδες, που είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές αερίου και υγρού καυσίμου. Οι κατοικίες μας, τα γραφεία, τα σχολεία και τα αυτοκίνητά μας καταναλώνουν τη μερίδα του λέοντος αυτών των ενεργειακών πηγών, χάρη στις οποίες μπορούμε να ζήσομε, να κινηθούμε, να μελετήσομε και να δουλέψομε με σχετική άνεση.

ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Δεν είναι εύκολο να προβλεφθεί ποιες θα είναι οι μελλοντικές ανάγκες σε εργατικό δυναμικό, στους ενεργειακούς τομείς. Μια μελέτη της Γερουσίας των ΗΠΑ προέβλεψε κάποτε ότι θα μπορούσαν να δημιουργηθούν 2,1 εκατομμύρια θέσεις εργασίας σε τομείς σχετικούς με την ενέργεια. Με τη μελέτη προέκυψε επίσης ότι θα έπρεπε να εργασθούμε σκληρά προς την κατεύθυνση της εξοικονομήσεως ενέργειας και της αναπτύξεως της ηλιακής ενέργειας. Στα χρόνια που ακολούθησαν μετά τη μελέτη, λόγω της χαμηλής τιμής του πετρελαίου μειώθηκε ο ρυθμός αναπτύξεως της βιομηχανίας εναλλακτικών μορφών ενέργειας.

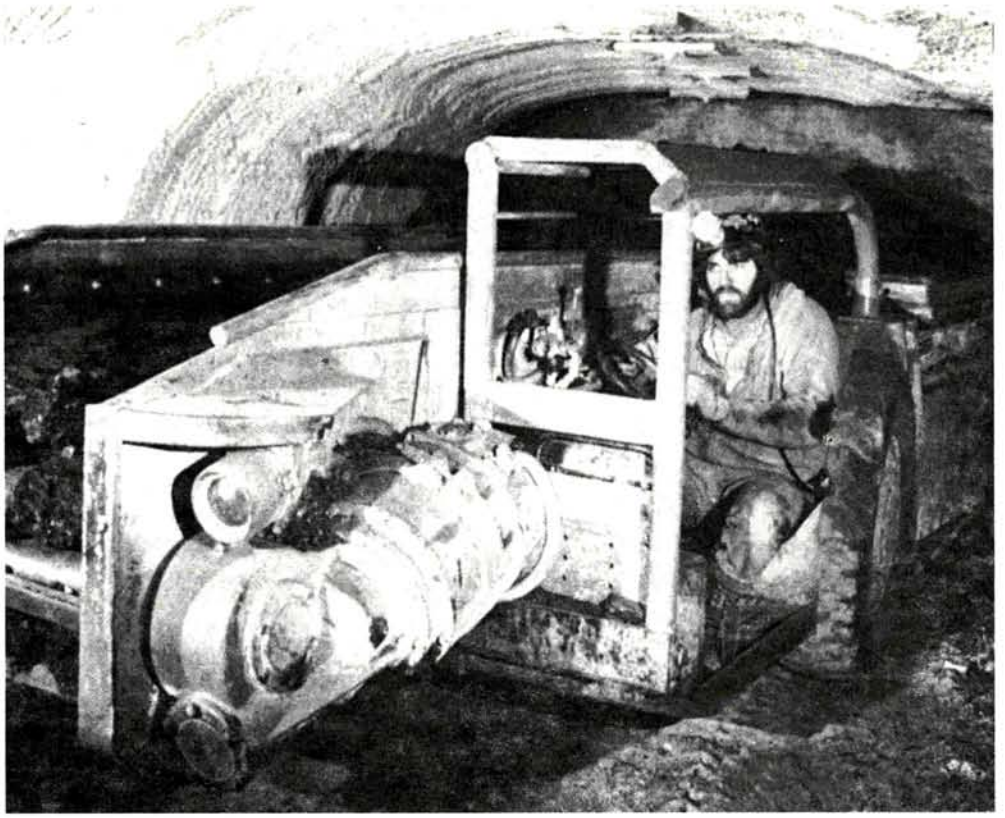
Δεν περιμένομε ότι επαγγέλματα σχετικά με την ενέργεια θα συνεχίσουν να είναι ίδια, όπως ήταν μέχρι τώρα. Η βιομηχανία ενέργειας εισέρχεται σε περίοδο όπου θα σημειωθούν πολλές μεταβολές.

ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Όπως είπαμε προηγουμένως, έντονα προβάλλει η ανάγκη της οικονομίας στα ελαττωμένα καύσιμα απολιθωμάτων. Χρειάζεται επίσης να αναπτύξομε ανανεώσιμες πηγές και να βρούμε τρόπους αξιοποιήσεως αυτών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μας.

Θα εξακολουθήσουν να υπάρχουν επαγγέλματα σε παραδοσιακούς ενεργειακούς τομείς και η εξόρυξη κάρβουνου θα συνεχίσει, χωρίς αμφιβολία, να αυξάνεται (σχ. 17-1). Η ανάγκη να κάνομε οικονομία στα πολύτιμα αποθέματα καυσίμων από απολιθώματα θα επηρεάσει σε κάθε άνθρωπο που εργάζεται στη βιομηχανία. Ο καθένας που εισέρχεται σε αυτό το εργασιακό πεδίο σήμερα, θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος με επιπλέον γνώσεις και να έχει ειδίκευση, σε θέματα όπως:

- Γιατί είναι αναγκαία η οικονομία.
- Πώς μπορούμε να περιορίσομε τη χρήση καυσίμων απολιθωμάτων.
- Τεχνική γνώση (know-how), που σχετίζεται με την οικονομία στην ενέργεια.
- Γιατί η συνέχιση της μολύνσεως του περιβάλλοντος δεν είναι αποδεκτή.
- Εξειδικευμένες γνώσεις για την εύρεση και την ανάπτυξη τρόπων χρήσεως εναλλακτικών πηγών ενέργειας.



Σχ. 17-1. *Η εξόρυξη του κάρβουνου θα προσφέρει μακροπρόθεσμα ευκαιρίες για εργασία. Αυτός ο ανθρακωρύχος χειρίζεται μια μηχανή εξορύξεως κάρβουνου (American Coal Foundation).*

ΠΕΡΙΟΧΗ	Ποσοστά του συνόλου %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ΗΠΑ	Πληθυσμός									
			Χρήση ενέργειας							
					Ακαθάριστο εθνικό προϊόν					
ΔΥΤΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ	Πληθυσμός									
			Χρήση ενέργειας							
					Ακαθάριστο εθνικό προϊόν					
ΙΑΠΩΝΙΑ	Πληθυσμός									
	Χρήση ενέργειας									
	Ακαθάριστο εθνικό προϊόν									
ΥΠΟΛΟΙΠΟΣ ΚΟΣΜΟΣ										Πληθυσμός
					Χρήση ενέργειας					
					Ακαθάριστο εθνικό προϊόν					

Σχ. 17-2. *Σύγκριση του πληθυσμού των ΗΠΑ και της καταναλώσεως ενέργειας με τον υπόλοιπο κόσμο. Με 16% του παγκόσμιου πληθυσμού, οι Αμερικάνοι χρησιμοποιούν περισσότερο από 30% της παγκόσμιας ενέργειας.*

ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΩΝ

Όπως είπαμε, η κατανάλωση ενέργειας στις ΗΠΑ είναι πολύ μεγαλύτερη από οποιαδήποτε άλλη χώρα (σχ. 17-2). Η χρήση ενέργειας κατά κεφαλήν, στις ΗΠΑ, είναι τέσσερις φορές αυτή των χωρών της Δυτικής Ευρώπης και 20 φορές αυτή των χωρών της Ασίας. Τα αυτοκίνητα μόνο, στις ΗΠΑ, καταναλώνουν το ένα από τα εννέα λίτρα πετρελαίου ή βενζίνης που καταναλώνεται στον κόσμο.

Οι βιομηχανίες καυσίμων απολιθωμάτων θα συνεχίσουν να προσφέρουν τις περισσότερες ευκαιρίες για εργασία στον ενεργειακό τομέα. Αυτό θα συνεχισθεί τουλάχιστον και για την επόμενη δεκαετία. Όμως, θα προκύπτουν καινούργιες ευκαιρίες εργασίας σε άλλους ενεργειακούς χώρους.

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΩΝ

Οι ευκαιρίες για εργασία σε βιομηχανίες καυσίμων απολιθωμάτων θα συνεχίσουν να είναι πολλές. Αναμένεται ότι θα χρειάζονται επιστήμονες στις βιομηχανίες πετρελαίου, κάρβουνου, αερίου και σε αυτές που έχουν ως αντικείμενο την εξοικονόμηση ενέργειας. Θα ασχολούνται όχι μόνο με την τεχνολογία βελτιώσεως προϊόντων καυσίμων απολιθωμάτων, αλλά και με νέες τεχνολογίες για την παραγωγή συνθετικών καυσίμων και των εναλλακτικών των καυσίμων απολιθωμάτων. Θα χρειάζονται επίσης για να λύσουν προβλήματα διαθέσεως απορριμμάτων και για το χειρισμό θεμάτων που σχετίζονται άμεσα με το περιβάλλον και την προστασία του.

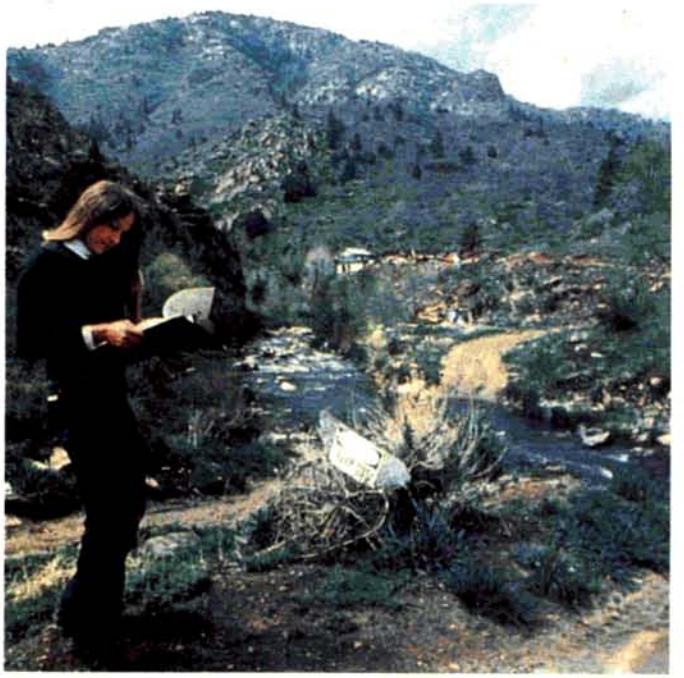
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΥΡΕΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Χρειάζονται ένα πλήθος από εξειδικευμένες γνώσεις για την έρευνα υπογείων αποθεμάτων ενέργειας. Ειδικοί για τη δουλειά αυτή είναι οι επιστήμονες που ονομάζονται ***γεωφυσικοί.*** Το αντικείμενό τους είναι η διερεύνηση του φλοιού της γης για τον εντοπισμό πετρελαίου, κάρβουνου και άλλων ορυκτών αποθεμάτων (σχ. 17-3).

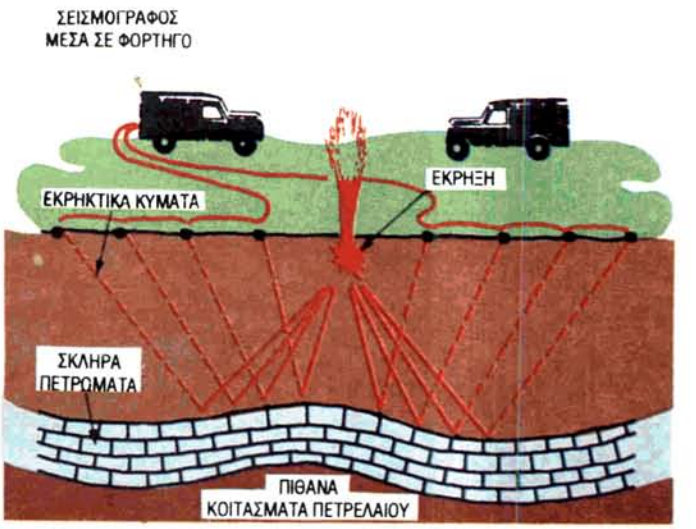
Οι γεωφυσικοί που διεξάγουν τις έρευνες χρησιμοποιούν σεισμικές μεθόδους διερευνήσεως για τον εντοπισμό πετρελαίου και ορυκτών. Χρησιμοποιούν σεισμογραφικές μεθόδους, για να στείλουν ηχητικά κύματα μέσα στη γη και να καταγράψουν την ηχώ που επιστρέφει από τα στρώματα των πετρωμάτων μέσα στη γη (σχ. 17-4). Αυτές οι πληροφορίες μελετώνται για να συμπεράνει κάποιος αν οι συνθήκες ευνοούν την ύπαρξη πετρελαίου. Με τους γεωφυσικούς συνεργάζονται ***σεισμολόγοι***. Μελετούν και ερμηνεύουν τα δεδομένα των ταλαντώσεων που καταγράφονται.

Η γεωλογία είναι μία άλλη επιστήμη που σχετίζεται με τη βιομηχανία πετρελαίου. Οι ***γεωλόγοι*** μελετούν τη σύσταση του εδάφους και του υπεδάφους, αναγνωρίζουν πετρώματα και ορυκτά, χαρτογραφούν, προβαίνουν σε μετρήσεις και καταγράφουν δεδομένα. Γεωλόγοι πετρελαίου εργάζονται με ομάδες που ψάχνουν για πετρέλαιο.

Οι ***μηχανικοί ορυχείων***, βρίσκουν, εξάγουν και ετοιμάζουν τα ορυκτά προκειμένου να χρησιμοποιηθούν. Σχεδιάζουν και κατασκευάζουν πηγάδια και υπόγεια ορυχεία. Μερικοί αναπτύσσουν ειδικά μηχανήματα εξορύξεως. Πολλοί εξειδικεύονται στην εξόρυξη κάρβουνου,



Σχ. 17-3. *Η έρευνα για καύσιμα απολιθωμάτων φέρνει συχνά γεωφυσικούς, όπως αυτή η γυναίκα, σε δύσβατες περιοχές (Marathon Oil Co.).*



Σχ. 17-4. *Ομάδες γεωφυσικών και σεισμολόγων προκαλούν μικρές εκρήξεις και μελετούν τα κύματα, για να δουν αν υπάρχουν αποθέματα πετρελαίου, κάρβουνου ή αερίου (Shell Oil Co.).*

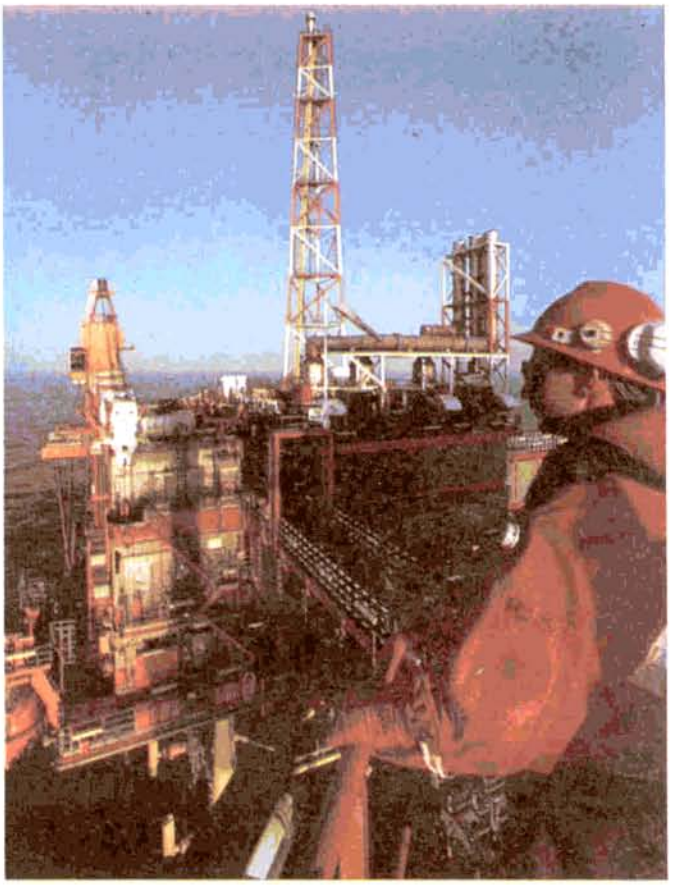
ενώ άλλοι μπορεί να εργάζονται μόνο για τον περιορισμό της μολύνσεως που προκύπτει από την εξόρυξη κάρβουνου.

Οι ***μηχανικοί πετρελαίου*** ασχολούνται κυρίως με τη διερεύνηση (διά των γεωτρήσεων) του υπεδάφους για τον εντοπισμό αερίου και πετρελαίου. Σχεδιάζουν και αναπτύσσουν αντλίες και άλλες συσκευές, για να αναγκάσουν το πετρέλαιο να έλθει στην επιφάνεια. Μερικοί κατευθύνουν τις εργασίες και επιβλέπουν το προσωπικό που επιχειρεί τη γεώτρηση.

Οι ***σεισμικοί διερευνητές*** συνεργάζονται με σεισμολόγους. Οι ηλεκτρικοί διερευνητές χρησιμοποιούν ηλεκτρικές διατάξεις για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αντιστάσεως της γης. Οι βαρυτικοί διερευνητές καταγράφουν τις ενδείξεις οργάνων και άλλων διατάξεων μετρήσεως της βαρύτητας για την εύρεση πετρελαίου. Βοηθούνται από βοηθούς.

Οι ***τοπογράφοι ορυχείων*** εκτελούν επιφανειακές και υπόγειες χαρτογραφήσεις σε ορυχεία κάρβουνου, για να ελέγχουν την κατεύθυνση και το μέγεθος της εξορύξεως. Επίσης, εκτιμούν τον όγκο του κάρβουνου σε τμήματα του ορυχείου χρησιμοποιώντας τοπογραφικές πληροφορίες. Μερικές φορές καταρτίζουν χάρτες εργασίας των ορυχείων.

Οι ***τοπογράφοι κατευθύνσεως γεωτρήσεων που χρησιμοποιούν γεωτρήσεις*** μετρούν ηχητικά, ηλεκτρικά ή ραδιενεργά χαρακτηριστικά σχηματισμών της γης σε γεωτρήσεις πετρελαίου και αερίου. Ανοίγουν τρύπες δοκιμών, για να προσδιορίσουν πόσο παραγωγική θα είναι η γεώτρηση.



Σχ. 17-5. *Μια εξέδρα πετρελαίου στη θάλασσα, κοντά στην ακτή, παρέχει σταθερή εργασία σε πολλούς εργαζόμενους στον τομέα του πετρελαίου (Dupont).*

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΟΡΥΞΗ, ΔΙΥΛΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Αφού βρεθούν αποθέματα πετρελαίου, αερίου ή κάρβουνου, χρειάζονται διαδικασίες εξορύξεως και καθαρισμού. Επίσης, πρέπει να γίνει διανομή των ενεργειακών προϊόντων.

Ο ***χειριστής ανοικτού πύργου (γερανού)*** εργάζεται με ομάδα που εκτελεί γεωτρήσεις για πετρέλαιο· αυτός φορτώνει το γερανό και χειρίζεται αντλίες λάσπης (σχ. 17-5).

Οι ***ειδικοί στις οξειδώσεις*** χειρίζονται όργανα που προσθέτουν στις γεωτρήσεις πετρελαίου οξέα για να αντληθεί περισσότερο πετρέλαιο. Κατευθύνουν τους βοηθούς τους στη φόρτωση και ανάμιξη χημικών στο σημείο της γεωτρήσεως.

Οι ***χειριστές βιομηχανικών φορτηγών*** οδηγούν βενζινοκίνητα ή ηλεκτροκίνητα περονοφόρα φορτηγά, με ανυψούμενη εξέδρα μεταλλικό άγκιστρο (γάντζο) για τη μεταφορά προϊόντων πετρελαίου μέσα σε αποθήκες (σχ. 17-6).

Ο ***ειδικός στις εκρήξεις*** σχεδιάζει και προκαλεί εκρήξεις σε περιοχές εξορύξεως.

Οι ***ειδικοί στη βελτίωση της βενζίνης*** χειρίζονται μηχανήματα αναμίξεως φυσικής βενζίνης με χημικά, για να βελτιωθούν οι ιδιότητές της ως καυσίμου.

Οι ***οδηγοί βαρέων φορτηγών*** οδηγούν φορτηγά κάρ-



Σχ. 17-6. *Χειριστές περονοφόρων οχημάτων εργάζονται σε χώρους αποθηκεύσεως προϊόντων σχετικών με την ενέργεια (Caterpillar).*

βουνου σε περιοχές επιφανειακής εξορύξεως, μεταφέρουν βυτία με βενζίνη, πετρέλαιο και άλλα πετρελαιοειδή (σχ. 17-7). Συνήθως προσθέτουν οι ίδιοι τα λιπαντικά στα φορτηγά τους και επιχειρούν απλές επισκευές.

Οι ***εργαζόμενοι σε αγωγούς*** μεταφοράς είναι μια κατηγορία εργαζομένων που συναντάται σε πολλές βιομηχανίες. Πολλοί δουλεύουν στη βιομηχανία πετρελαίου. Οι ***ελεγκτές κατασκευής αγωγών*** μεταφοράς ελέγχουν τα υλικά και την εργασία κατά τη διάρκεια της κατασκευής του αγωγού, για να εξασφαλισθεί η τήρηση των προδιαγραφών. Επιβλέπουν ή εξασφαλίζουν προτεραιότητες, ελέγχουν το βάθος και την κλίση των τάφρων, εξετάζουν τις συγκολλήσεις, τα επιχρίσματα και τα περιτυλίγματα, και συμβουλεύουν τους επιστάτες για τις διορθώσεις που χρειάζονται (σχ. 17-8).

Οι ***μηχανικοί αγωγών*** συντηρούν και επισκευάζουν αγωγούς μεταφοράς, σταθμούς αντλήσεως και δεξαμενές καυσίμων. Αυτοί οδηγούν μηχανήματα, όπως (μηχανικές) τσάπες, μπολντόζες, και εκσκαφείς με αλυσίδες και με αυτά ανοίγουν τάφρους. Επίσης τοποθετούν αγωγούς και κλείνουν τάφρους. Οι τεχνίτες αυτοί συνδέουν μεταξύ τους τα τμήματα του σωλήνα, εργαζόμενοι σαν ομάδα, χύνουν στεγανοποιητικά που σφραγίζουν τις ενώσεις και τις τυλίγουν με αμίαντο για να αποφευχθεί το σκούριασμα και οι διαρροές.

Οι επισκευαστές οχημάτων ορυχείων διακρίνονται για την επιδεξιότητά τους στις σιδηρουργικές εργασίες. Επισκευάζουν και αντικαθιστούν κατεστραμμένα εξαρτήματα οχημάτων, που χρησιμοποιούνται στις υπόγειες στοές. Η εργασία τους συχνά περιλαμβάνει συγκολλήσεις, ίσιωμα εξαρτημάτων και επανατοποθέτησή τους.

Οι επιστάτες ορυχείων επιστατούν τους εργάτες και συντονίζουν τις εργασίες στα ορυχεία. Επίσης, συντονίζουν τις προσπάθειες για το άνοιγμα νέων τομών, πηγαδιών ή υπογείων στοών και διαδρόμων. Επιπλέον, υπ' ευθύνη τους είναι η κατασκευή και η εγκατάσταση διατάξεων εξορύξεως.

Οι τεχνίτες μηχανικοί μηχανημάτων εξορύξεως επισκευάζουν και συντηρούν μηχανήματα εξορύξεως, όπως φτυάρια σκαψίματος και φορτώσεως, μηχανές γεωτρήσεως και κοπής και μηχανές συνεχούς εξορύξεως.

Οι ειδικοί στην πυροπροστασία ελέγχουν υπόγεια ορυχεία για να εξακριβώσουν αν υπρχουν τοξικά αέρια ή αν ο εξαερισμός είναι ανεπαρκής, στοιχεία που ευνοούν την εκδήλωση πυρκαϊάς. Παρατηρούν προσεκτικά τους διαδρόμους, τις τάφρους και τους χώρους εργασίας εντοπίζοντας πιθανούς κινδύνους. Επίσης, κρατούν ημερολόγια ατυχημάτων.

Ανθρακωρύχος είναι αυτός που εργάζεται σε ανθρακωρυχείο. Εκτελεί διάφορες εργασίες, αναλόγως της ειδικότητάς του. Για παράδειγμα, οι χειριστές κοπτικών ελέγχουν αυτοκινούμενες μηχανές που ανοίγουν κανάλια στον πυθμένα ή στις πλευρές του ορυχείου.

Οι χειριστές φτυαριών σκαψίματος χειρίζονται τα μηχανικά φτυάρια, που απομακρύνουν τα πάνω χώματα σε επιφανειακά ορυχεία πριν να γίνουν οι τελικές διαδικα-

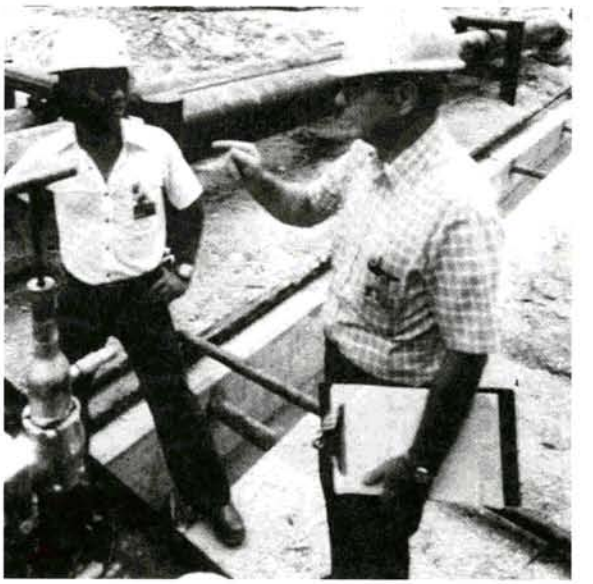


A



B

Σχ. 17-7. *Α - Χρειάζονται οδηγοί μεγάλων βυτιοφόρων οχημάτων για τον εφοδιασμό πρατηρίων υγρών καυσίμων. Β - Άλλοι χειρίζονται γερανούς, οι οποίοι φορτώνουν ρυμούλκες επάνω σε τρένα, τη μια επάνω στην άλλη (Union Pacific).*



Σχ. 17-8. *Οι ελεγκτές αγωγών μεταφοράς λόγω της εργασίας τους μπορεί να βρεθούν οπουδήποτε στον κόσμο. Αυτός ο αγωγός των 61 cm συνδέει την πετρελαιοφόρο περιοχή του Beruk, στην κεντρική Sumatra, με τρεις νέες πετρελαιοφόρους περιοχές (Texaco Inc.).*





Σχ. 17-9. *Οι εργαζόμενοι σε πρατήριο υγρών καυσίμων εκτελούν διάφορες εργασίες όπως είναι ο έλεγχος λαδιού, η τροφοδοσία οχήματος με βενζίνη, το καθάρισμα υαλοπινάκων και ο χειρισμός ταμειακών μηχανών. Εργάζονται σε μικρές επιχειρήσεις λιανικής πωλήσεως, όπως το εικονιζόμενο πρατήριο (Chevron Corp. and Dupont).*

σίες εξορύξεως κάρβουνου. Μερικοί επίσης επισκευάζουν και αντικαθιστούν εξαρτήματα φτυαριών.

Οι ***ξυλουργοί ορυχείων*** κόβουν, ταιριάζουν και τοποθετούν ξύλινα υποστηρίγματα και άλλες κατασκευές υποστηρίξεως σε υπόγεια ορυχεία, χρησιμοποιώντας εργαλεία ξυλουργικής. Μερικές φορές μπορεί να φτιάξουν καλούπια και να κατασκευάσουν υποστηρίγματα από σκυρόδεμα.

Οι εργαζόμενοι στα πρατήρια καυσίμων είναι μία κατηγορία πωλητών (σχ. 17-9). Εφοδιάζουν αυτοκίνητα όλων των ειδών με καύσιμο και λιπαντικά, τοποθετούν με αντλία το καύσιμο στη δεξαμενή καυσίμου, ελέγχουν και αλλάζουν λάδια, λιπαίνουν τα οχήματα. Πολλοί επίσης επιχειρούν ελαφρά συντήρηση και μικρές επισκευές.

Οι έμποροι είναι υπεύθυνοι για την πώληση ενεργειακών προϊόντων, όπως κάρβουνα, βενζίνη και διάφορα προϊόντα πετρελαίου. Μερικοί πωλούν τα προϊόντα απευθείας στους καταναλωτές. Μερικοί επισκέπτονται τους πελάτες, περιγράφουν τα προϊόντα τους σε αυτούς, παίρνουν παραγγελίες και διατηρούν αρχείο των επισκέψεών τους στους πελάτες τους.

Οι εταιρείες τροφοδοσίας αερίου καυσίμου παρέχουν πολλές δυνατότητες για εργασία. Αυτές οι εταιρείες κυρίως ασχολούνται με την τροφοδοσία καυσίμου για οικιακή θέρμανση και βιομηχανική χρήση. Το 1990 στις ΗΠΑ καταναλώθηκαν περισσότερο από 367 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα φυσικού αερίου.

Η εύρεση νέων αγοραστών φυσικού αερίου ενδιαφέρει όλες τις εταιρείες προμήθειας αερίου (σχ. 17-10). Είναι σημαντικό για τους ανθρώπους του εμπορίου να κατανοήσουν τις ανάγκες των πελατών τους, ειδικά αυτών που σχετίζονται με τη βιομηχανική παραγωγή, ώστε να εξυπηρετηθούν καλύτερα.

Οι εταιρείες προμήθειας αερίου έχουν επίσης μηχανικούς, για να σχεδιάζουν και να διατηρούν τις εγκαταστάσεις και τα εργαλεία σε καλή κατάσταση. Ένας από τους στόχους των ανθρώπων που διοικούν τέτοιου είδους εται-



Σχ. 17-10. *Οι εταιρείες παροχής αερίου στο κοινό πρέπει να ασχολούνται με τη μελέτη των αναγκών των πελατών. Αυτός ο άνθρωπος είναι στέλεχος μιας εταιρείας παροχής φυσικού αερίου και υπεύθυνος μιας περιοχής. Το πτυχίο του χημικού και οι γνώσεις από τα σεμινάρια της εταιρείας τον βοήθησαν να αντιλαμβάνεται τις ανάγκες των πελατών (Northern Illinois Gas).*



Σχ. 17-11. *Η δουλειά της ως μηχανικού είναι να συμβάλλει στη συντήρηση 40.000 χιλιομέτρων αγωγού αερίου, ώστε να τηρούνται όλες οι προδιαγραφές λειτουργίας και ασφάλειας (Northern Illinois Gas).*

ρείες (σχ. 17-11) είναι η συντήρηση χιλιάδων χιλιομέτρων αγωγών του δικτύου παροχής αερίου της εταιρείας.

Υπάρχουν πολλές άλλες ενδιαφέρουσες ειδικότητες, που σχετίζονται με την παροχή αερίου. Στο σχήμα 17-12 έχομε δύο παραδείγματα.

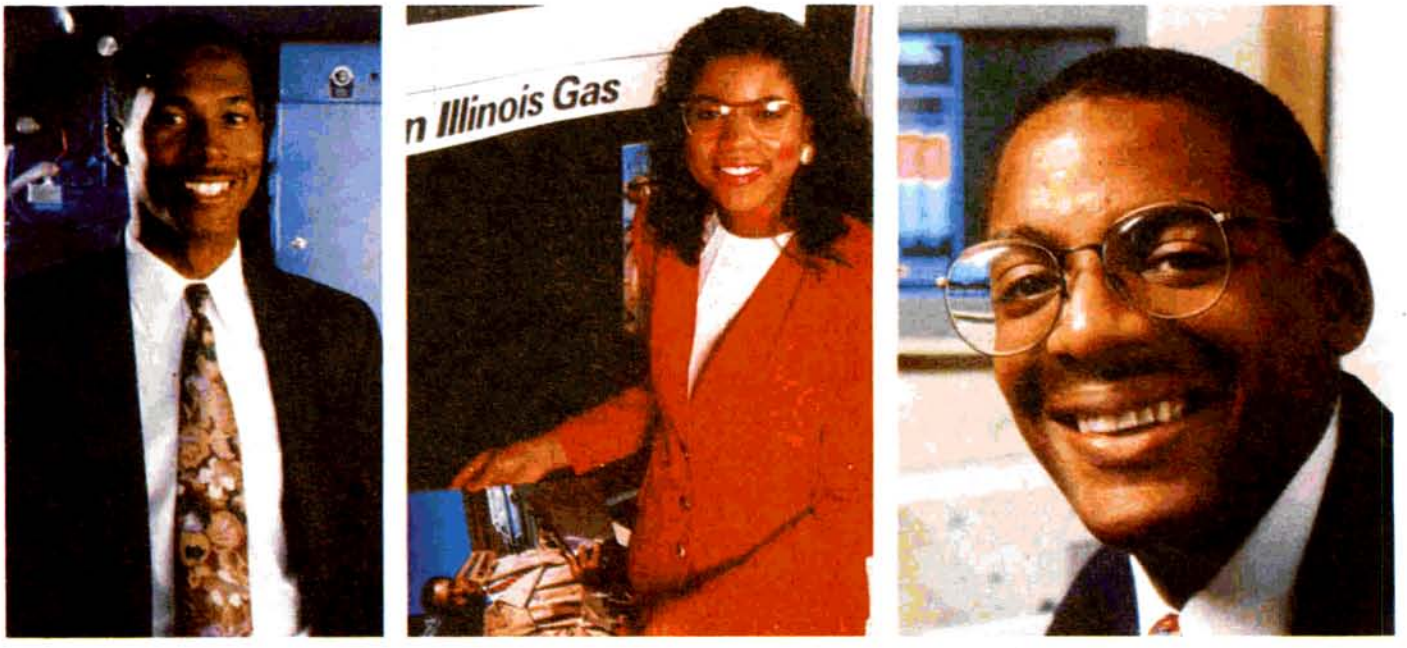
Μερικές εταιρείες προσφέρουν υποτροφίες και θερινή εργασία σε φοιτητές με υψηλή επίδοση. Εκτός από τη χρηματική βοήθεια και ένα υψηλό μισθό, οι φοιτητές παίρνουν μια χρήσιμη εμπειρία στο πεδίο που διάλεξαν να εκπαιδευθούν και το οποίο αποτελεί μέρος της συνολικής εκπαιδεύσεώς τους (σχ. 17-13).

Τα επαγγέλματα που αναφέρθηκαν αποτελούν ένα μικρό μόνο μέρος αυτών που σχετίζονται με τη βιομηχανία καυσίμων απολιθωμάτων. Στις ΗΠΑ μπορεί να βρει κανείς και άλλα σχετιζόμενα με τον τομέα αυτόν συμβουλευόμενος το Dictionary of Occupational Titles ή το Occupational Outlook Handbook. Και τα δύο εκδίδονται από το Υπουργείο εργασίας των ΗΠΑ.





Σχ. 17-12. *Οι εταιρείες παροχής φυσικού αερίου σε κτήρια απασχολούν εργαζόμενους, οι οποίοι εκτελούν διάφορες εργασίες. Επάνω: Υπάλληλοι της εταιρείας αερίου επισκευάζουν συσκευές στα σπίτια των πελατών. Δεξιά: Μία υπάλληλος πηγαίνει από σπίτι σε σπίτι και καταγράφει την ποσότητα αερίου που κατανάλωσε ο κάθε πελάτης. Αυτή η πληροφορία χρησιμοποιείται από την εταιρεία, για να χρεώσει τον πελάτη σύμφωνα με την ποσότητα αερίου που κατανάλωσε.*



Σχ. 17-13. *Μερικές εταιρείες διανομής σε δημότες εφαρμόζουν προγράμματα απασχολήσεως φοιτητών στον τομέα της διοικήσεως. Αυτοί συχνά προσλαμβάνονται ως υπάλληλοι πλήρους απασχολήσεως, αφού πάρουν το πτυχίο τους (Northern Illinois Gas).*

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος συνδέεται άμεσα με ένα μεγάλο βιομηχανικό τομέα και με πολλές εταιρείες διανομής σε δήμους και κοινότητες. Σε κάθε πολιτεία και περιφέρεια στις ΗΠΑ υπάρχει ένα πλήθος από τέτοιες εταιρείες, επομένως υπάρχουν πολλές ευκαιρίες για εργασία σε οποιοδήποτε σημείο των ΗΠΑ και του Καναδά.

Αρκετά επαγγέλματα σχετίζονται με την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος σε εργοστάσια που λειτουργούν με καύσιμα απολιθωμάτων, με υδροηλεκτρική παραγωγή και με πυρηνικά καύσιμα. Μερικά απαιτούν πανεπιστημιακό δίπλωμα μηχανικού ενώ άλλα απαιτούν απολυτήριο μέσης εκπαιδεύσεως και εκπαίδευση για εξειδίκευση.

ΤΟ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

Αυτοί που μπορεί να πετύχουν ως μηχανικοί συνήθως έχουν ένα μεγάλο ενδιαφέρον για επιστημονικά και τεχνικά θέματα και μπορεί να χαίρονται τα μαθηματικά και τους μαθηματικούς γρίφους. Εκτός του σοβαρού ενδιαφέροντος για το αντικείμενο, ο υποψήφιος μηχανικός χρειάζεται να έχει ορισμένες επιδεξιότητες και ικανότητες. Μια είναι η γνώση διαφόρων μαθηματικών τύπων και η ικανότητα να εφαρμόζει μαθηματικές αρχές για τη λύση πρακτικών προβλημάτων. Επίσης, θα πρέπει να έχει την ικανότητα να διατυπώνει ένα πρακτικό πρόβλημα σε αφηρημένη γλώσσα ή με μαθηματικές εξισώσεις χωρίς να προκαλείται σύγχυση. Επιπλέον, αυτός που ενδιαφέρεται για το επάγγελμα του μηχανικού πρέπει να έχει καλές επιδόσεις και να ενδιαφέρεται για τα σχετικά αντικείμενα όπως είναι η φυσική και η χημεία. Επίσης είναι χρήσιμο για το μηχανικό στη δουλειά του να μπορεί να φαντάζεται αυτό που περιγράφεται με λόγια και να το σχεδιάζει με λεπτομέρειες.

Η καλή επικοινωνία και η συνεργασία με άλλους ανθρώπους είναι επίσης ένα άλλο προσόν που πρέπει να έχει ο μηχανικός. Συχνά, πρέπει να εργάζεται ως μέλος ομάδας, όπου η ανταλλαγή ιδεών είναι συνεχής, καθώς το πρόγραμμα προχωρεί στα στάδια σχεδιασμού και εκτελέσεως.

Ηλεκτρολόγος/ηλεκτρονικός μηχανικός. Ασχολείται με την εφαρμογή των νόμων του ηλεκτρισμού και των αρχών της τεχνολογίας για την παραγωγή και μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Τομείς εξειδικεύσεως που σχετίζονται με την ενέργεια είναι: η παραγωγή ενέργειας, η μεταφορά ισχύος και διανομή της και η παραγωγή ισχύος με πυρηνική ενέργεια.

Ηλεκτρολόγος μηχανικός. Ερευνά, αναπτύσσει και σχεδιάζει συστήματα ή υποσυστήματα. Μπορεί να είναι εξειδικευμένος στην παραγωγή ενέργειας και διανομής και μπορεί να ασχολείται με το σχεδιασμό εργοστασίων ισχύος. Άλλοι ειδικοί μπορεί να διευθύνουν τη λειτουργία σταθμού ισχύος ή τη συντήρηση και επισκευή ενός εργοστασίου ισχύος σε λειτουργία καθώς και των συστημάτων του.

Μηχανικός μεταφοράς ισχύος. Ένας τέτοιος μηχανικός σχεδιάζει και τροποποιεί τις διατάξεις διανομής, όπως είναι οι γραμμές μεταφοράς και οι υποσταθμοί, για να αντιμετωπισθούν ανεπιθύμητες καταστάσεις, όπως η υπερφόρτιση. Εκτελεί επίσης επιτόπιες διερευνήσεις ή μελετά χάρτες για τον εντοπισμό ηλεκτρονόμων (ρελέδων), διασυνδέσεων γραμμών, υπεργείων και υπογείων συνδέσεων, γραμμών τροφοδοσίας κοκ. Επίσης, προτείνει την εγκατάσταση νέων ή επιπλέον διατάξεων ή μεταβολές στις υπάρχουσες διατάξεις, αν δεν μπορούν να εξυπηρετήσουν αυξημένους φόρτους.

Μηχανικός ισχύος. Σχεδιάζει συστήματα ισχύος και επιβλέπει την κατασκευή και συντήρηση σταθμών ισχύος, γραμμών μεταφοράς και υποσταθμών. Επίσης, εκτιμά το κόστος κατασκευής και επιτηρεί τις συντηρήσεις. Μερικοί μηχανικοί ισχύος μπορεί να εξειδικεύονται σε τομείς όπως οι γραμμές διανομής, τα όργανα προστασίας ή ο σχεδιασμός υποσταθμών.

Πολιτικός μηχανικός. Ασχολείται με τον προγραμματισμό, το σχεδιασμό και την κατασκευή οικοδομημάτων.

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Στις ΗΠΑ και τον Καναδά υπάρχουν περίπου 129 πυρηνικά εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής σε λειτουργία (σχ. 17-14).

Επειδή η κοινή γνώμη είναι θορυβημένη εξαιτίας των κινδύνων που συνεπάγεται η ακτινοβολία και επειδή υπάρχει πρόβλημα με τη διάθεση των πυρηνικών αποβλήτων, έχει μειωθεί η κατασκευή πυρηνικών αντιδραστήρων ισχύος. Η ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας είναι αβέβαιη στις ΗΠΑ, όπως απροσδιόριστος είναι και ο ρυθμός απορροφήσεως εργαζομένων στον τομέα αυτόν. Όμως, θα υπάρχει συνεχής απασχόληση σε υπάρχοντες πυρηνικούς σταθμούς. Επίσης, εταιρείες στις ΗΠΑ καταρτί-



Σχ. 17-14. Πυρηνικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής. Υπάρχουν περισσότεροι από 110 τέτοιοι σταθμοί σε διάφορα μέρη των ΗΠΑ και του Καναδά (Commonwealth Edison).

ζουν σχέδια για την ανάπτυξη πυρηνικών εργοστασίων, για λογαριασμό ξένων χωρών. Ακολουθεί σύντομη περιγραφή του αντικειμένου μηχανικών που εργάζονται στον τομέα της πυρηνικής ισχύος (πυρηνικής τεχνολογίας).

Μηχανικός σχεδιασμού πυρηνικών συσκευών. Σχεδιάζει, αναπτύσσει και δοκιμάζει πυρηνικές συσκευές και ελέγχει τη λειτουργία και τις εργασίες συντηρήσεως πυρηνικών αντιδραστήρων· συντάσσει επίσης ανακοινώσεις (ρεπόρτ) τεχνικού περιεχομένου. Μπορεί, τέλος, να κατευθύνει τη λειτουργία και τις εργασίες συντηρήσεως πυρηνικών σταθμών.

Μηχανικός επανακτήσεως πυρηνικών καυσίμων. Προγραμματίζει, σχεδιάζει και επιβλέπει την κατασκευή συστημάτων επανεπεξεργασίας πυρηνικών καυσίμων· καταθέτει έγγραφες προτάσεις προγραμμάτων· μελετά μέτρα ασφάλειας, κανονισμούς και ελέγχους, και παρακολουθεί την κατασκευή και λειτουργία συστημάτων επανεπεξεργασίας πυρηνικών καυσίμων.

Μηχανικός έρευνας πυρηνικών καυσίμων. Μελετά τη συμπεριφορά διαφόρων καυσίμων, για να καθορίσει την ασφαλέστερη και πιο αποδοτική χρήση πυρηνικών καυσίμων· προγραμματίζει και εκτελεί δοκιμές καυσίμων.

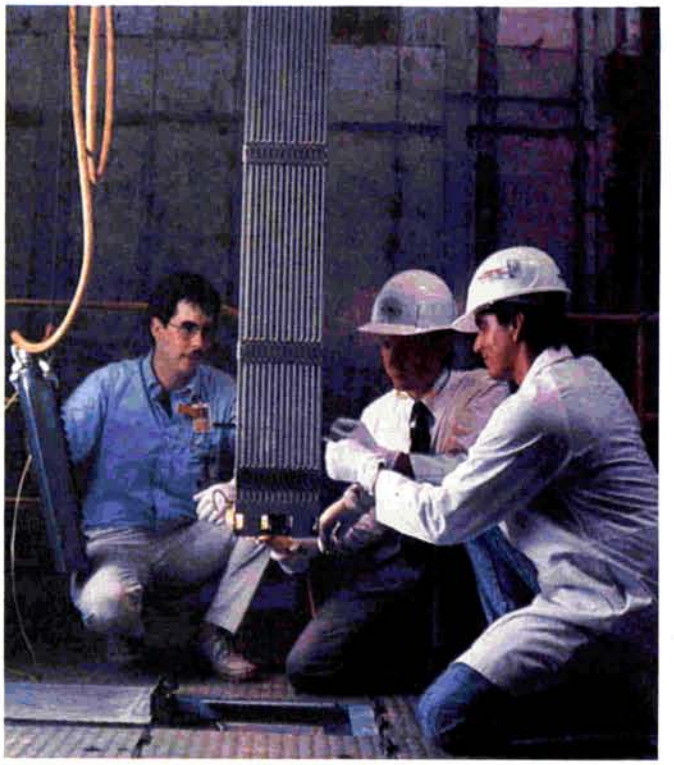
Μηχανικός πυρηνικής ασφάλειας. Ερευνά, αναλύει και κρίνει προταθείσες ή υπάρχουσες μεθόδους για τη μεταφορά, το χειρισμό και την αποθήκευση πυρηνικού καυσίμου προκειμένου να αποφευχθούν ατυχήματα.

Μηχανικός διαχειρίσεως αποβλήτων ραδιενεργών υλικών. Σχεδιάζει, εφαρμόζει και δοκιμάζει συστήματα για τη μείωση του όγκου των ραδιενεργών αποβλήτων και τη διάθεση αυτών· εξετάζει και αναλύει λάσπη και εκροές από πυρηνικές διαδικασίες, για να καθορίσει το βαθμό ραδιενέργειας. Συγκρίνει το κόστος των διαφόρων μεθόδων διαθέσεως αποβλήτων. Σχεδιάζει συστήματα διαθέσεως και επιβλέπει την κατασκευή τους· συντάσσει έγγραφες οδηγίες που αφορούν τόσο στην εκτέλεση διαφόρων εργασιών, όσο και στην ασφαλή διάθεση επικινδύνων ραδιενεργών αποβλήτων. Συμβουλεύει τη διοίκηση για την επιλογή της περιοχής όπου θα διατεθούν τα απόβλητα και των μεθόδων περιορισμού του όγκου αυτών.

Μηχανικός ραδιοπροστασίας. Επιβλέπει και κατευθύνει τις εργασίες αυτών που ασχολούνται με μετρήσεις των επιπέδων ραδιενέργειας και με την κατάσταση των οργάνων που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνική, ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής λειτουργία των εγκαταστάσεων του εργοστασίου.

Μηχανικός πωλήσεων πυρηνικών διατάξεων. Πωλεί τα πυρηνικά μηχανήματα και όργανα και παρέχει τεχνικές συμβουλές στους πελάτες.

Τεχνικός σύμβουλος πυρηνικών σταθμών. Ελέγχει την κατάσταση ασφαλείας του σταθμού και συμβουλεύει τους χειριστές. Συντάσσει ανακοινώσεις σχετικά με τη λειτουργία του σταθμού. Ελέγχει τα όργανα και τις εργασίες του προσωπικού ώστε να τηρούνται οι κανόνες ασφαλείας.



Σχ. 17-15. *Έλεγχος συστήματος ράβδων καυσίμου. Αυτοί που εκτελούν τη συγκεκριμένη εργασία επιλέγονται με προσοχή (Siemens/Advanced Nuclear Fuels).*

Απαιτείται εκπαιδευμένο προσωπικό για τη λειτουργία των εν ενεργεία πυρηνικών σταθμών. Είναι δύσκολο να καθορισθεί ο βαθμός αναπτύξεως του τομέα αυτού, όσον αφορά στις ΗΠΑ, γιατί η κατασκευή σταθμών έχει σταματήσει από πολλά χρόνια. Νέα σχέδια, φόβοι για το φαινόμενο θερμοκηπίου από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που λειτουργούν με καύσιμα απολιθωμάτων και οι ανάγκες για περισσότερη ηλεκτρική ισχύ, όλα αυτά ίσως μας ωθήσουν στην ανάπτυξη νέων σταθμών.

Για τα επαγγέλματα που ακολουθούν δεν απαιτείται πανεπιστημιακό πτυχίο. Όμως, απαιτείται απολυτήριο μέσης εκπαιδεύσεως και πρόσθετη εξάσκηση ή εκπαίδευση στο επίπεδο βοηθού πυρηνικής τεχνολογίας.

Όπως και με τους μηχανικούς, άνθρωποι που φιλοδοξούν να εργασθούν σε αυτόν τον τομέα πρέπει να έχουν ισχυρό ενδιαφέρον για τις αρχές της φυσικής και να μπορούν με ιδιαίτερη ευκολία να κατανοούν και να εφαρμόζουν μαθηματικές αρχές.

Για τα επαγγέλματα που ακολουθούν απαιτείται εξασκημένο προσωπικό.

Τεχνίτης επεξεργασίας πυρηνικών υλικών. Βοηθά στην κατασκευή, το χειρισμό, την επανεπεξεργασία, τη μεταφορά και την αποθήκευση πυρηνικών υλικών και καυσίμων (σχ. 17-15). Οι υποψήφιοι επιλέγονται με μεγάλη προσοχή από την εταιρεία που θα τους απασχολήσει. Ένας ασκούμενος με δύο χρόνια σπουδών σε τεχνική σχολή εξασφαλίζει ικανοποιητική κατάρτιση. Μπορεί να εργασθεί σε πυρηνικές εγκαταστάσεις που παρασκευά-

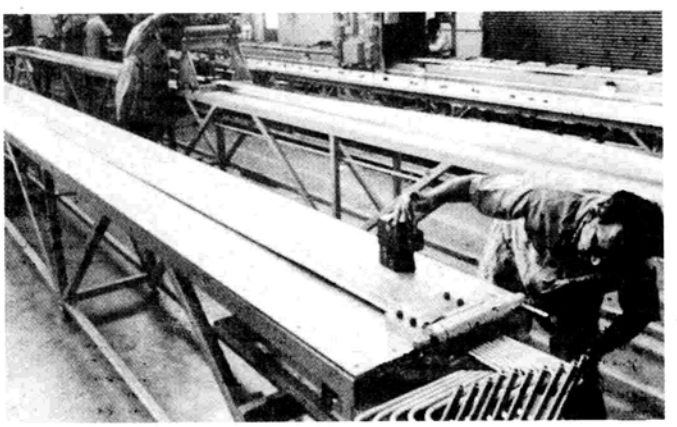
ζουν πυρηνικά καύσιμα, σε οργανισμούς έρευνας και σε χημικές βιομηχανίες.

Τεχνίτης πυρηνικών οργάνων και ελέγχου. Είναι ειδικός στη συντήρηση και επισκευή οργάνων και συστημάτων ελέγχου. Πρέπει να έχει εκπαιδευθεί καλά στα ηλεκτρονικά, τη μηχανική και τα μαθηματικά. Βρίσκει δουλειά σε εταιρείες παραγωγής ηλεκτρισμού για καταναλωτές, σε εταιρείες κατασκευής πυρηνικών οργάνων και διατάξων ελέγχου, σε εταιρείες χειρισμού και επεξεργασίας πυρηνικών καυσίμων, στην έρευνα αντιδραστήρων, σε κατασκευαστικές εταιρείες πυρηνικών σταθμών και σε πολλές βιομηχανίες ηλεκτρονικών και κατασκευής οργάνων.

Τεχνίτης ραδιοπροστασίας. Χρησιμοποιεί ειδικά όργανα για να ελέγχει τα επίπεδα ραδιενέργειας και καταγράφει την ένταση και τη διάρκεια της ραδιενέργειας. Επίσης, αναγνωρίζει τις μορφές ακτινοβολίας. Μπορεί ακόμη να εκπαιδεύει άλλους στο σωστό χειρισμό οργάνων. Οι εργοδότες είναι οι ίδιοι όπως για τους τεχνίτες πυρηνικών οργάνων και ελέγχου.

Ασκούμενος χειριστής πυρηνικών αντιδραστήρων. Αυτή είναι δουλειά ασκουμένων που χρειάζονται ειδική εκπαίδευση για το χειρισμό πυρηνικών εργοστασίων ή αντιδραστήρων έρευνας. Οι ασκούμενοι μαθαίνουν τα βασικά της λειτουργίας των αντιδραστήρων σε σχολές επαγγελματικής εκπαιδεύσεως διετούς φοιτήσεως. Η πρόσληψη και η επιπλέον άσκηση γίνεται στα πυρηνικά εργοστάσια, στις εγκαταστάσεις ερευνητικών πυρηνικών αντιδραστήρων ή στις υπηρεσίες της ομοσπονδιακής κυβερνήσεως (στις ΗΠΑ) κανονιστικές των πυρηνικών αντιδραστήρων.

Διεξάγονται έρευνες και υλοποιούνται προγράμματα σχετικά με την ενέργεια και από πολλούς άλλους φορείς. Ιδιωτικές επιχειρήσεις, πανεπιστήμια, μεγάλες εταιρείες πετρελαίου και η ομοσπονδιακή κυβέρνηση ασχολούνται με προγράμματα έρευνας και αναπτύξεως, για τα οποία χρειάζονται διάφοροι επιστήμονες και μηχανικοί. Μαζί τους δουλεύουν τεχνίτες, που μπορούν να μετατρέψουν ιδέες και θεωρίες σε πρακτικές ενεργειακές εφαρμογές. Γενικώς, οι υποψήφιοι για εργασίες τέτοιου είδους χρειάζεται να έχουν εκπαιδευθεί δύο χρόνια μετά τη θητεία τους στη μέση εκπαίδευση ή να έχουν εργασθεί ως ασκούμενοι προς εξειδίκευση επάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο. Για να εργασθεί κάποιος ως τεχνίτης, πρέπει να έχει λάβει γνώσεις μαθηματικών και φυσικών επιστημών στη μέση εκπαίδευση. Ένας τεχνίτης στον τομέα των εναλλακτικών μορφών ενέργειας μπορεί να ασχολείται με απλά πράγματα, όπως η μέτρηση της ταχύτητας των ανέμων στη βασική έρευνα της αιολικής ενέργειας, αλλά και με τα πλέον πολύπλοκα, όπως η έρευνα στη σύντηξη.



Σχ. 17-16. *Εργάτες κατασκευάζουν σωλήνες για λέβητα· πρόκειται για πιλοτικό πρόγραμμα παραγωγής ηλεκτρισμού από ηλιακή ενέργεια. Συγκολλώνται σωλήνες μήκους 15 m, με ρυθμό 80 cm το λεπτό (Rocketdyne Div., Rockwell International).*

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Νέα επαγγέλματα στις βιομηχανίες αξιοποιήσεως της ηλιακής ενέργειας θα σχετίζονται στενά με την οικονομία ενέργειας και τον κλάδο των οικοδομικών κατασκευών. Μερικά από τα αντικείμενα αυτά είναι:

- Θερμομόνωση παλαιοτέρων κτηρίων, για να γίνουν ενεργειακώς πιο αποδοτικά.
- Οικοδόμηση σπιτιών και τροποποίηση της διαρρυθμίσεώς τους, ώστε να αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια και να εφαρμόζεται συμπαραγωγή για τη θέρμανση χώρων και νερού (λέγοντας συμπαραγωγή εννοούμε την αξιοποίηση ενέργειας που εκλύεται κατά την εφαρμογή μιας διαδικασίας· για παράδειγμα, ο χρησιμοποιούμενος ατμός από έναν ατμοστρόβιλο ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να αξιοποιηθεί για τη θέρμανση σπιτιών).
- Νομικοί και μηχανικοί των οποίων το αντικείμενο είναι οι ηλιακές κατασκευές και η οικονομία ενέργειας.
- Συλλογή και ανακύκλωση υλικών και οργανικών απορριμμάτων, που έχουν ακόμη ενέργεια προς εκμετάλλευση. Νέες βιομηχανίες αξιοποιήσεως της ηλιακής ενέργειας και παραγωγής υλικών για την εξοικονόμηση ενέργειας θα προσφέρουν εργασία σε μεταλλεργάτες, ξυλουργούς, υδραυλικούς, εφαρμοστές σωλήνων, οικοδόμους, ειδικούς σε θερμομονώσεις, βαφείς, συγκολλητές, ειδικούς στον κλιματισμό, σε θερμαστές, ψυκτικούς και ηλεκτρολόγους (σχ. 17-16).

Θα απασχοληθούν νομικοί, πωλητές, μηχανικοί ηλιακής ενέργειας, αρχιτέκτονες, ειδικοί στη διαχείριση απορριμμάτων, πολεοδόμοι και επαγγελματίες με αντικείμενο την προστασία των καταναλωτών. Με την ανάπτυξη τεχνολογίας για την αξιοποίηση του ηλίου και την εξοικονόμηση ενέργειας θα προκύψουν θέσεις εργασίας για μηχανικούς διεργασιών παραγωγής, σχεδιασμού και χημικούς μηχανικούς.

Σε 20 χρόνια με τα ηλιακά συστήματα σε σπίτια και επιχειρήσεις θα μπορούσε να επιτευχθεί εξοικονόμηση 3 εκατομμυρίων βαρελιών πετρελαίου το χρόνο. Η βιομηχανία ηλιακών προοδεύει. Τα κέρδη από τις πωλήσεις

και την εγκατάσταση προϊόντων ηλιακής θερμάνσεως έχουν αυξηθεί στις ΗΠΑ από 25 εκατομμύρια δολάρια σε 260 εκατομμύρια δολάρια μέσα σε μόλις 2 χρόνια.

Πολλοί από τους τεχνίτες που θα χρειασθούν για την εγκατάσταση συστημάτων ηλιακής θερμάνσεως (στις ΗΠΑ) θα εκπαιδευθούν από δύο σωματεία. Το Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association και το σωματείο Sheet Metal Workers International Association έχουν θέσει σε εφαρμογή 150 προγράμματα εκπαιδεύσεως σε όλη την επικράτεια των ΗΠΑ. Μπορούν να εκπαιδεύσουν μέχρι 11.000 άτομα το χρόνο.

Το διετές πρόγραμμα για αυτούς που εργάζονται ή σχεδιάζουν να εργασθούν στις εγκαταστάσεις ηλιακών μπορεί να περιλαμβάνει μαθήματα που αφορούν στις αρχές ψύξεως, στις αρχές ηλεκτρισμού, στα σχετικά μαθηματικά, στις ηλεκτροκολλήσεις και χαλκοκολλήσεις, στα ηλεκτρικά συστήματα ελέγχου και κυκλώματα, στα εξαρτήματα συστημάτων ψύξεως, στα χαρακτηριστικά ροής αέρα, στα οικιακά συστήματα θερμάνσεως και ψύξεως, στην ανάγνωση σχεδίου, στην κατασκευή λαμαρινών, στη φυσική μεταφοράς θερμότητας, στον προγραμματισμό υπολογιστών, στην υδροστατική και στην υδροδυναμική, στα βιομηχανικά ηλεκτρονικά, στην ανάλυση συστημάτων ηλιακής ενέργειας, στην οικονομία, στην ενέργεια, στο σχεδιασμό συστημάτων, στις σχετικές ηλιακές αρχές και στη διοίκηση επιχειρήσεων.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ

Οι ακόλουθες περιγραφές αφορούν επαγγέλματα που σχετίζονται με ηλιακά συστήματα που καταγράφονται στο Occupational Outlook Handbook· μία έκδοση του Υπουργείου Εργασίας των ΗΠΑ.

- Ο ***εγκαταστάτης ηλιακών συστημάτων*** σχεδιάζει την εγκατάστασή τους και ελέγχει τη λειτουργία τους.
- Ο βοηθός του εγκαταστάτη ηλιακών συστημάτων βοηθά στην εγκατάσταση και επισκευή συστημάτων ηλιακής ενέργειας.
- Ο τεχνίτης ηλιακών συστημάτων κάνει όλα όσα ο προηγούμενος. Μπορεί επίσης να σχεδιάσει ενεργά ηλιακά συστήματα οικιακής και μικρής εμπορικής χρήσεως.
- Ο ***μηχανικός ηλιακών συστημάτων*** σχεδιάζει όλους τους τύπους ενεργών ηλιακών συστημάτων· πρέπει να έχει πτυχίο σχολής μηχανικών τετραετούς φοιτήσεως.

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Στο διάστημα μεταξύ των ετών 1850 και 1930 η βιομηχανία ανεμομύλων απασχολούσε πολλούς εργαζόμενους. Αυτό έπαψε να ισχύει με την εξάπλωση του ηλεκτρισμού στις αγροτικές περιοχές, στα 1940.

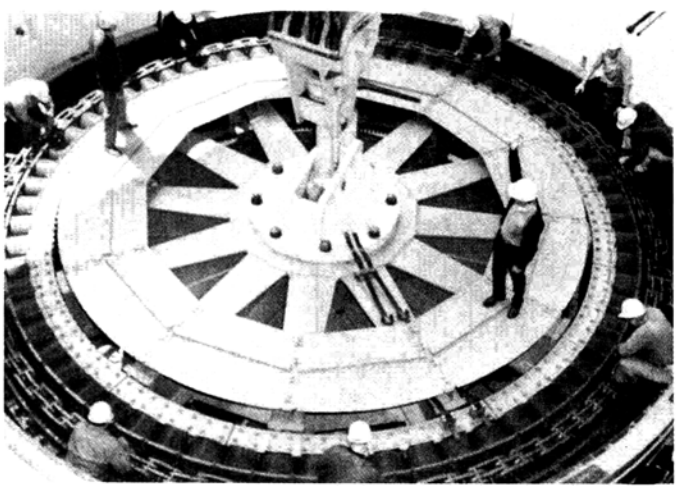
Μάλλον έφτασε η εποχή όπου το ενδιαφέρον για την αιολική ενέργεια είναι εκ νέου ζωηρό. Μεγάλες εταιρείες έχουν ξεκινήσει σοβαρή δουλειά στην έρευνα και ανάπτυξη γεννητριών που θα μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρισμού. Ήδη λειτουργούν μικρές ανεμογεννήτριες ηλεκτρικής ισχύος 5 με 10 kW. Είναι αρκετά μεγάλες για αγροκτήματα και οικίες. Η κυβέρνηση στις ΗΠΑ εξετάζει τη δυνατότητα συνδέσεως πολλών τέτοιων μικρών μονάδων μεταξύ τους. Έτσι θα μπορούν να παραχθούν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρισμού για χωριά και πόλεις.

Σύμφωνα με ένα άλλο σχέδιο που ερευνάται από την εταιρεία Westinghouse θα κατασκευασθούν ολόκληρα πεδία από μεγάλες ανεμογεννήτριες στον ωκεανό ώστε να αξιοποιούν τον άνεμο που πνέει πάντα κοντά στις ακτές. Πρέπει να λυθούν πολλά προβλήματα σχετικά με αυτό το σχέδιο. Μεταξύ αυτών είναι ο σχεδιασμός πλωτήρων, για να στηρίζουν τους πύργους και τις γραμμές μεταφορών για τη μεταφορά του ηλεκτρισμού στην ξηρά. Άλλα ερωτήματα που πρέπει να εξετασθούν είναι τι επιπτώσεις θα έχουν οι πύργοι στην αναψυχή, τη ναυσιπλοΐα και την αλιεία. Εκτός από μηχανικούς και τεχνίτες, για το σκοπό αυτό θα χρειασθούν συγκολλητές μεταλλεργάτες, μηχανικοί λειτουργίας, μηχανουργοί και ηλεκτρολόγοι.

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΙΣΧΥ ΑΠΟ ΥΔΑΤΟΠΤΩΣΕΙΣ

Η βιομηχανία παραγωγής ισχύος από υδατοπτώσεις (λευκός άνθρακας) στις ΗΠΑ έχει αναπτυχθεί σε τέτοιο σημείο, ώστε τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια να παρέχουν το 14% του ηλεκτρισμού. Θα χρειασθούν πολλοί εργάτες για να συντηρούν και να λειτουργούν τα υπάρχοντα εργοστάσια.

Θα προκύψουν (στις ΗΠΑ) επιπλέον θέσεις εργασίας, καθώς θα αρχίσουν να επεκτείνονται οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Δεν έχει γίνει εκμετάλλευση των τριών τετάρτων των υδατοπτώσεων της χώρας. Από μία κατα-



Σχ. 17-17. *Υψηλού επιπέδου τεχνίτες και εργάτες εγκαθιστούν ένα ρότορα γεννήτριας μέσα στο στάτορα, σε ένα νέο υδροηλεκτρικό σταθμό (Power Authority of Statə of Nəw York).*

γραφή του Army Corps of Engineers έχουν εντοπισθεί 50.000 σημεία, όπου θα μπορούσαν να κατασκευασθούν υδροηλεκτρικά εργοστάσια.

Επομένως θα χρειασθούν μηχανικοί, τεχνίτες, περιβαλλοντολόγοι και τοπογράφοι. Για την κατασκευή θα χρειασθεί ένα πλήθος από εξειδικευμένους εργάτες, όπως συγκολλητές, ειδικοί εργάτες για το σκυρόδεμα, μαραγκοί και υδραυλικοί (σχ. 17-17). Αφού κατασκευασθούν αυτά τα εργοστάσια ισχύος θα δημιουργηθούν πολλές ανάγκες για υψηλού επιπέδου τεχνίτες.

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΒΙΟΜΑΖΑ

Αναμένεται ότι αρχικά λίγοι θα ασκούν τέτοια επαγγέλματα, με προοπτική όμως μικρής αυξήσεως των ενδιαφερομένων. Είναι απίθανο να υπάρξει γρήγορη ανάπτυξη σε αυτόν τον ενεργειακό τομέα, γιατί απαιτείται καλύτερη τεχνολογία. Συγχρόνως, χρειάζεται να λυθούν τα προβλήματα συλλογής. Όμως, ήδη υπάρχουν μικρές βιομηχανίες αυτού του είδους.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Τουλάχιστον 20 εταιρείες σχετίζονται με τη βιοενέργεια. Στα προϊόντα τους περιλαμβάνονται:

- Ολοκληρωμένα συστήματα για την παραγωγή καυσίμων από απορρίμματα πόλεων.
- Βιομάζα από αγροκτήματα δέντρων.
- Φυτά για παραγωγή μεθανίου με αναερόβια διάσπαση.
- Φυτά για μετατροπή απορριμμάτων σε καύσιμο με τη διαδικασία της πυρολύσεως.

ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ

Οι τεχνίτες δασικοί και οι βοηθοί τους βοηθούν τους δασοκόμους στη φροντίδα και διαχείριση των δασικών περιοχών και των δασικών πόρων. Στα καθήκοντά τους περιλαμβάνεται η δασοπροστασία, η βελτίωση των δασών και η αξιοποίηση των δένδρων για την παραγωγή δασικών προϊόντων. Επίσης στη δασική παραγωγή μπορεί να εκτιμούν την απόδοση ορισμένων περιοχών. Άλλες δραστηριότητες αυτών μπορεί να είναι η επιτήρηση, η χαρτογράφηση και η κατασκευή δρόμων. Οι περισσότεροι δασοκόμοι (στις ΗΠΑ) εργάζονται ή σε εταιρείες ξυλείας ή για την ομοσπονδιακή κυβέρνηση στο Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ, στο τμήμα Δασών. Μερικοί εργάζονται για τις πολιτειακές κυβερνήσεις. Άλλοι απασχολούνται σε εταιρείες εξορύξεως και εταιρείες πετρελαίου, σε προγράμματα αναδασώσεως.

ΑΛΛΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ

Υπάρχουν πολλοί άλλοι επαγγελματίες και εξειδικευμένο προσωπικό, των οποίων οι υπηρεσίες χρειάζονται στο χώρο της ενέργειας. Για παράδειγμα, μερικές ειδικότητες μηχανικών, κοινές σε άλλες βιομηχανίες, επίσης σχετίζονται με τον ενεργειακό τομέα. Γενικά, οι μηχανικοί εφαρμόζουν τα πορίσματα της επιστήμης και τα μαθηματικά, για να λύσουν τεχνικά προβλήματα σχεδιασμού. Σχεδιάζουν μηχανήματα και όργανα για βιομηχανίες. Εκτελούν ελέγχους και είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή και τη συντήρηση. Μπορεί να εποπτεύουν βιομηχανικές διαδικασίες διυλίσεως καυσίμων. Μερικοί μπορεί να δουλεύουν μόνο στις πωλήσεις.

Μερικές ειδικότητες μηχανικών που σχετίζονται με την ενέργεια είναι:

- Γεωργομηχανικός. Μέρος της δουλειάς του είναι ο σχεδιασμός συστημάτων αυξήσεως της οικονομίας ενέργειας και βελτιώσεως εδαφών.
- Χημικός μηχανικός. Επειδή το (αργό) πετρέλαιο είναι η πρώτη ύλη για πολλά χημικά προϊόντα, αυτού του είδους η ειδικότητα είναι σημαντική στην πετρελαιοβιομηχανία. Οι χημικοί μηχανικοί μπορούν να βοηθήσουν στο σχεδιασμό εργοστασίων παραγωγής συνθετικών καυσίμων ή συστημάτων για τον περιορισμό της ρυπάνσεως.
- Ηλεκτρολόγος μηχανικός. Μπορεί να σχεδιάσει ηλεκτρικές συσκευές, που χρειάζονται για την παραγωγή και μεταφορά ισχύος.
- Μηχανολόγος μηχανικός. Ασχολείται με το σχεδιασμό και την ανάπτυξη μηχανών παραγωγής (μετατροπέων) ενέργειας. Μερικοί μπορεί να εξειδικεύονται στην κατασκευή μηχανών που προορίζονται για τη βιομηχανία πετρελαίου.

Άλλοι εξειδικευμένοι τεχνίτες με σημαντική προσφορά στη βιομηχανία ενέργειας είναι οι μαραγκοί, οι ηλεκτρολόγοι, οι μηχανουργοί, οι τεχνίτες αυτοκινήτων, οι υδραυλικοί και οι εφαρμοστές σωλήνων, οι ειδικοί εργάτες για το σκυρόδεμα και οι οικοδόμοι. Πολλοί εργάζονται σε εταιρείες σχετικές με την ενέργεια εκτελώντας συντηρήσεις (σχ. 17-18).

ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

Δίνονται ευκαιρίες σε πολλούς ανθρώπους να οργανώσουν τις δικές τους επιχειρήσεις στο χώρο της ενέργειας. Υπάρχουν πολλές μικρές επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών και λιανικής πωλήσεως που συνδέονται με τη βιομηχανία μεταφορών. Αυτοί που έχουν ή σκοπεύουν να δημιουργήσουν τις δικές τους επιχειρήσεις είναι γνωστοί ως ***επιχειρηματίες.*** Είναι άνθρωποι που διακινδυνεύουν κεφάλαια για την επιτυχία των επιχειρηματικών τους σχεδίων.

ΜΟΡΦΕΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ

Υπάρχουν τρεις κύριες μορφές ιδιοκτησίας επιχειρήσεων. Η καθεμιά έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Αυτές οι μορφές είναι:

- Ιδιοκτησία του ενός.
- Συνιδιοκτησία (συνεταιρισμός).
- Εταιρεία.

Στην ***ιδιοκτησία του ενός*** ένας άνθρωπος έχει όλη την επιχείρηση. Το πρατήριο υγρών καυσίμων ή το κατάστημα πωλήσεως και επισκευής ελαστικών είναι χαρακτηριστικές μορφές επιχειρήσεων του ενός. Στην περίπτωση αυτήν, ο ιδιοκτήτης έχει πλήρη έλεγχο της λειτουργίας της επιχειρήσεως. Είναι ευκολότερο να ληφθούν αποφάσεις σχετικές με την επιχείρηση, γιατί τα πάντα ελέγχονται από ένα άτομο. Ως μειονέκτημα θεωρείται το γεγονός ότι, ο ιδιοκτήτης είναι προσωπικά υπεύθυνος για όλα τα χρέη της επιχειρήσεως.

Η ***συνιδιοκτησία*** (συνεταιρισμός) είναι καθεστώς, κατά το οποίο η επιχείρηση που ανήκει σε δύο ή περισσότερα άτομα. Πρόκειται συνήθως για μεγαλύτερες επιχειρήσεις από ό,τι είναι τα μικρά καταστήματα λιανικής πωλήσεως. Ως παράδειγμα μπορούμε να πάρομε μία αντιπροσωπεία αυτοκινήτων ή μία εταιρεία ναυλώσεων. Οι επιχειρήσεις με αυτό το καθεστώς έχουν πολλά πλεονεκτήματα. Το κόστος για την έναρξη λειτουργίας αλλά και την ενίσχυση της επιχειρήσεως μοιράζεται μεταξύ των συνεταίρων. Ένα άλλο θετικό στοιχείο είναι ότι οι συνέταιροι συχνά έχουν διάφορες ειδικότητες και ποικίλες ικανότητες, με αποτέλεσμα να λαμβάνονται ορθές αποφάσεις όσον αφορά στη διαχείριση. Φυσικά κάτι τέτοιο σημαίνει δαπάνη περισσότερου χρόνου γι' αυτούς που ασκούν τη διοίκηση της επιχειρήσεως. Όπως στην ιδιοκτησία του ενός, έτσι και στο συνεταιρισμό, οι συνέταιροι είναι υπεύθυνοι για όλα τα χρέη της επιχειρήσεως.



A



B

Σχ. 17-18. *Η συντήρηση κάθε είδους συστήματος ενέργειας και παραγωγής ισχύος είναι πολύ σημαντική. Α - Μεταφορικά οχήματα χρειάζονται συχνά ρύθμιση και επισκευές (BC Transit, Mark Van Manen). Β - Συνεργεία γραμμών (μεταφοράς) διατηρούν τις γραμμές μεταφοράς σε καλή κατάσταση (Nevada Power Company).*

Λέγοντας ***εταιρεία*** εννοούμε μια επιχείρηση που με το νόμο έχει τα ίδια δικαιώματα και τις ίδιες υποχρεώσεις που έχει και ένα άτομο. Πολλές από τις επιχειρήσεις σχετικές με την ενέργεια είναι εταιρείες, όπως για παράδειγμα όπως (στις ΗΠΑ) η Amoco (καυσίμων μεταφορών) ή η Commonwealth Edison (για ηλεκτρική ισχύ). Οι ιδιοκτήτες εταιρειών είναι άνθρωποι που αγοράζουν μετοχές. ***Μετοχή*** είναι η συμμετοχή στην ιδιοκτησία της εταιρείας. Μπορεί να διατίθενται στο κοινό πολλές μετοχές κάποιας εταιρείας.

Οι εταιρείες χρειάζονται άδεια λειτουργίας. Στο καταστατικό τους όπως αναγράφονται ο τίτλος και οι ιδιοκτήτες. Επίσης αναγράφονται γενικοί κανόνες που ρυθμίζουν τη λειτουργία τους. Μια πιο λεπτομερειακή κατάσταση με κανόνες είναι γνωστή ως κανονισμός της εταιρείας.

Οι εταιρείες δεν έχουν μερικές από τις αδυναμίες των άλλων μορφών ιδιοκτησίας. Οι ιδιοκτήτες έχουν περιορισμένη ευθύνη. Είναι υπεύθυνοι για τα χρέη αναλόγως της επενδύσεως, στην οποία έχουν προβεί. Δεν φοβούνται μήπως χάσουν την προσωπική τους περιουσία, όπως το σπίτι τους, εξαιτίας χρεών. Τα κέρδη της εταιρείας μοιράζονται στους μετόχους ως μερίσματα.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΩΝ

Ο επιχειρηματίας πρέπει να έχει ορισμένες ικανότητες για να επιτύχει. Ακολουθεί μια σύνοψη των κυριοτέρων ικανοτήτων:

- Καλή υγεία. Οι πολλές ώρες εργασίας απαιτούν πολλή δύναμη από τους ιδιοκτήτες επιχειρήσεων.
- Γνώσεις. Για να έχει κανείς μια επιχείρηση αποδοτική, πρέπει να ξέρει όλα τα σχετικά με το αντικείμενο. Επιπλέον ο επιχειρηματίας πρέπει να έχει γνώσεις σχετικά με τη βιομηχανία και τα προϊόντα που εμπορεύεται.
- Οργανωτικό πνεύμα. Για να λειτουργεί μία επιχείρηση επιτυχώς τίποτα δεν πρέπει να αφήνεται στην τύχη. Πρέπει ο επιχειρηματίας να μπορεί να προβλέψει δυσκολίες και να μπορεί να βρει τους τρόπους, με τους οποίους θα εκμεταλλευτεί τις διάφορες ευκαιρίες.
- Διάθεση να διακινδυνεύσει χρήματα (σε λογικά επίπεδα). Πρέπει να έχει το κουράγιο να διακινδυνεύσει χρήματα και το μέλλον του για να υλοποιήσει τα σχέδιά του.

- Εφευρετικότητα. Πρέπει με άνεση να συλλαμβάνει τρόπους, που θα στοχεύουν στην ανάπτυξη της επιχειρήσεως και στην καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών, ώστε να κερδίσει την εμπιστοσύνη τους.
- Υπευθυνότητα. Πρέπει να είναι διατεθειμένος να δεχθεί τις συνέπειες των αποφάσεών του είτε είναι καλές είτε κακές. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να πληρώνει τα χρέη του, να κρατά υποσχέσεις και να αναλαμβάνει την ευθύνη για λάθη των υπαλλήλων.
- Φιλόδοξο πνεύμα. Πρέπει να βάζει στόχους και να εργάζεται σκληρά για την επίτευξή τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάκτηση ενέργειας και η μετατροπή της σε ισχύ για τη λειτουργία τεχνολογικών συστημάτων, η παροχή βιομηχανικής θερμότητας για παραγωγή, ο κλιματισμός στα κτήρια και οι μεταφορές αγαθών και ανθρώπων απαιτούν την εργασία πολλών ατόμων με ποικιλία δεξιοτήτων και γνώσεων. Καθώς ο 20ος αιώνας τελειώνει και συνειδητοποιούμε όλο κι περισσότερο την ανάγκη να διαχειριζόμαστε με οικονομικό πνεύμα τους ενεργειακούς πόρους και να προστατεύομε το περιβάλλον, πολλοί άνθρωποι βρίσκουν δουλειά στον τομέα εξοικονομήσεως ενέργειας και σε τομείς σχετικούς με το περιβάλλον.

Ενώ μπορεί να στρεφόμαστε όλο και περισσότερο σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας και μελετούμε τρόπους για την αξιοποίησή τους, θα εξακολουθούν να υπάρχουν εξαιρετικές δυνατότητες για απασχόληση στη βιομηχανία καυσίμων απολιθωμάτων.

Ενώ συνεχίζονται η αμφισβήτηση και ο φόβος για την πυρηνική ενέργεια, θα συνεχίσουν να υπάρχουν δουλειές, που σχετίζονται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνικούς σταθμούς. Νέα σχέδια πυρηνικών αντιδραστήρων που βρίσκονται τώρα υπό μελέτη ή υπό δοκιμή υπόσχονται να καταστήσουν την πυρηνική ενέργεια πιο αποδοτική, πιο ασφαλή και λιγότερο ακριβή. Αν πραγματοποιηθεί αυτό, τότε η πυρηνική ενέργεια ίσως να γίνει μια αποδεκτή εναλλακτική λύση στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμα από απολιθώματα. Έτσι θα προκύψουν νέες ευκαιρίες για απασχόληση στον τομέα της πυρηνικής ισχύος.

Είναι δυσκολότερο να προβλέψουμε ποιες θα είναι οι δυνατότητες εργασίας σε βιομηχανίες εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Αυτές δεν έχουν παρουσιάσει την ανάπτυξη που προβλέπονταν το 1980. Η ηλιακή ενέργεια συνεχίζει να υπόσχεται πολλά όπως και η βιομάζα (με τις διαδικασίες που παράγουν αιθανόλη και μεθανόλη που θα "παρατείνουν" τη χρήση βενζίνης).

Θα υπάρξουν δυνατότητες εργασίας (στις ΗΠΑ) στον τομέα της προστασίας του περιβάλλοντος, καθώς οι άνθρωποι και οι κυβερνήσεις ασχολούνται όλο και περισσότερο με οικολογικά θέματα. Οι περιβαλλοντολόγοι μηχανικοί και τεχνίτες θα βρίσκουν ελκυστικές εργασίες στη δεκαετία του 1990 και στον 21ο αιώνα.

ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΟΡΟΥΣ;

ειδικός στις οξειδώσεις
ειδικός στις εκρήξεις
πολιτικός μηχανικός
εταιρεία
χειριστής ανοικτού πύργου (γερανού)
μηχανικός διανομής
ηλεκτρολόγος/ηλεκτρονικός μηχανικός
ηλεκτρολόγος μηχανικός
επιχειρηματίας
ειδικοί στη βελτίωση της βενζίνης
γεωλόγος
γεωφυσικός
οδηγός μεγάλων φορτηγών
χειριστής βιομηχανικών φορτηγών
ανθρακωρύχος
τοπογράφος ορυχείων
μηχανικός ορυχείων
μηχανικός πυρηνικής ασφάλειας
μηχανικός σχεδιασμού πυρηνικών οργάνων
μηχανικός ανακτήσεως πυρηνικών καυσίμων
μηχανικός έρευνας πυρηνικών καυσίμων
τεχνίτης πυρηνικών οργάνων και ελέγχου
τεχνίτης επεξεργασίας πυρηνικών υλικών
τεχνικός σύμβουλος πυρηνικών σταθμών
ασκούμενος χειριστής πυρηνικού αντιδραστήρα
τοπογράφος κατευθύνσεως γεωτρήσεων
συνεταιρισμός
μηχανικός πετρελαίου
ελεγκτής κατασκευής αγωγών
κατασκευαστής αγωγών
εργάτες αγωγών
μηχανικός ισχύος
μηχανικός ραδιοπροστασίας
τεχνίτης ραδιοπροστασίας
μηχανικός πωλήσεων πυρηνικών διατάξεων
παρατηρητής εκρηκτικών (σεισμικών) κυμάτων
σεισμολόγος
εγκαταστάτες ηλιακών συστημάτων
μηχανικός ηλιακών συστημάτων
ιδιοκτησία του ενός
μετοχή
καλλιεργητής δένδρων
μηχανικός διαχειρήσεως αποβλήτων ραδιενεργών υλικών

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Πάρτε συνέντευξη από κάποιον στην περιοχής σας, ο οποίος εργάζεται σε κάποια εταιρεία, αντικείμενο της οποίας είναι η ενέργεια. Αναφέρετε στην τάξη σας τις δεξιότητες που χρειάζονται, την απαιτούμενη εκπαίδευση, τα καθήκοντα και τις αρμοδιότητες που

έχει αυτός ο εργαζόμενος.

2. Μελετήστε τις δημοσιεύσεις που υπάρχουν στο γραφείο του συμβούλου κατευθύνσεων ή στη βιβλιοθήκη σχετικά με τον επαγγελματικό προσανατολισμό. Διαλέξτε ένα επάγγελμα σχετικό με την ενέργεια και ερευνήστε το. Ετοιμάστε μια γραπτή αναφορά.
3. Με τη βοήθεια του διδάσκοντος, καλέστε έναν υπεύθυνο μιας βιομηχανίας σχετικής με την ενέργεια, να σας μιλήσει στην τάξη.
4. Επισκεφθείτε μια εταιρεία παραγωγής ή/και διανομής ενέργειας σε καταναλωτές ή γενικώς μια εταιρεία ενέργειας οποιουδήποτε τύπου και παρατηρήστε εργαζόμενους σε διάφορες θέσεις τους. Φροντίστε ώστε να μιλήσει στην ομάδα σας ένας υπεύθυνος ενώ είστε εκεί.

ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΑΣ

1. Στις ΗΠΑ κάποτε η γερουσία πρόβλεψε ότι _____ θέσεις εργασίας θα μπορούσαν να προκύψουν σε τομείς σχετικούς με την ενέργεια.
2. Θα συνεχίσουν να υπάρχουν δουλειές σε παραδοσιακούς τομείς ενέργειας;
3. Ποιο είναι το αντικείμενο των γεωφυσικών;
4. Αναφέρετε μια πηγή πρόσθετων πληροφοριών για ενεργειακά επαγγέλματα.
5. Ποιοι είναι οι πιθανοί τομείς όπου θα προκύψουν θέσεις εργασίας σχετικές με ενέργεια;
6. Ποια εκπαίδευση χρειάζεται να λάβει ένας ασκούμενος σε συστήματα θερμάνσεως με ηλιακή ενέργεια, για να αποκτήσει γνώση σε αυτό το πεδίο;

Παράρτημα

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΥΛΙΚΑ

1. Η βενζίνη, τα λιπαντικά και άλλα υγρά που χρησιμοποιούνται στα εργαστήρια ισχύος είναι πολύ εύφλεκτα. Να είστε προσεκτικοί, όταν τα χρησιμοποιείτε. Η βενζίνη έχει μεγαλύτερη εκρηκτική ενέργεια απ' ό,τι πολλά εκρηκτικά.
2. Κλείστε το βυτίο βενζίνης αμέσως μετά το γέμισμα.
3. Μελετήστε τη χρήση των πυροσβεστήρων. Μάθετε τι είδους πυροσβεστήρας πρέπει να χρησιμοποιηθεί για κάθε είδους πυρκαϊά.
4. Να είστε προσεκτικοί με τον πεπιεσμένο αέρα. Μπορεί να εκτιναχθούν διάφορα αντικείμενα που μπορούν να τραυματίσουν όποιους είναι κοντά. Καύσιμα και λιπαντικά, αφού ατμοποιηθούν από τον πεπιεσμένο αέρα, μπορούν εύκολα να αναφλεγούν και να προκαλέσουν οδυνηρά εγκαύματα.
5. Διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες του κατασκευαστή, πριν να επιχειρήσετε να χρησιμοποιήσετε ειδικά καύσιμα, διαλυτικά ή λιπαντικά.
6. Όταν δεν είστε βέβαιοι για τη φύση των υγρών που τοποθετούνται σε δοχείο μην εισπνέετε τους ατμούς από το άνοιγμα του δοχείου. Συμβουλευθείτε το διδάσκοντα.

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ

1. Να είστε κατάλληλα ντυμένοι όταν εκτελείτε εργαστηριακές ασκήσεις σχετικές με την ενέργεια και την παραγωγή ισχύος. Αποφεύγετε να φοράτε φαρδιά ρούχα. Ανεβάστε τα μανίκια, βγάλτε δακτυλίδια και άλλα κοσμήματα. Αν φοράτε λαιμοδέτη (γραβάτα), βγάλτε την πριν να αρχίσετε τις εργασίες. Ποτέ μην φοράτε ρούχα που έχουν λερωθεί από λάδια. Μπορεί εύκολα να προκληθεί φωτιά.
2. Φοράτε γυαλιά ασφαλείας ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος για τα μάτια σας από κομματάκια υλικού, βρωμιές ή υγρά που είναι πιθανόν να εκτιναχθούν.
3. Χρησιμοποιείτε ωτοασπίδες, όταν λειτουργείτε θορυβώδεις μηχανές ή άλλα εργαλεία ή συσκευές.
4. Αν δεν είστε βέβαιοι για κάποια διαδικασία, συμβουλευθείτε το διδάσκοντα πριν να αρχίσετε.
5. Ζητήστε από το διδάσκοντα να επαναλάβει οτιδήποτε έχει σχέση με την εφαρμογή των μέτρων ασφαλείας την οποία δεν καταλαβαίνετε ή έχετε ξεχάσει.

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΄Η ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟ

1. Ποτέ μην θεωρείτε το εργαστήριο ισχύος ή το μηχανουργείο ως "χώρο παιχνιδιού". Το τρέξιμο ή το παιχνίδι είναι επικίνδυνα και μπορεί να προκαλέσουν σε εσάς ή σε αυτούς που είναι γύρω σας σοβαρό τραυματισμό.
2. Διατηρείτε καθαρούς τους χώρους εργασίας. Να τοποθετείτε πάντα τα λερωμένα ή λαδωμένα υλικά καθαρισμού (στουπιά κλπ.) σε κλειστά δοχεία, ώστε να μην αποτελούν κίνδυνο πυρκαϊάς.
3. Καθαρίστε αμέσως το σημείο όπου χύθηκε καύσιμο ή λιπαντικό. Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείτε ράκη αντί για άλλα υλικά που γίνονται πολύ εύφλεκτα όταν κορεσθούν με καύσιμο.
4. Πρέπει να υπάρχει καλός εξαερισμός όταν λειτουργείτε μηχανές ή όταν χρησιμοποιείται υλικά που αναδύουν επικίνδυνους ατμούς. Αν υπάρχει, τοποθετήστε ένα σωλήνα εξαγωγής στην εξάτμιση της μηχανής. Μην ξεχάσετε να θέσετε σε λειτουργία το σύστημα εξαγωγής καυσαερίων.
5. Μην καπνίζετε σε συνεργείο αυτοκινήτων ή σε εργαστήριο ισχύος/ενέργειας. Υπάρχουν καύσιμα και μπορεί να προκληθεί εκτεταμένη πυρκαϊά ή έκρηξη.
6. Αποθηκεύετε βενζίνη και διαλυτικά σε δοχεία ασφαλείας σχεδιασμένα για αυτόν το σκοπό. Φυλάξτε τα δοχεία σε ειδικό - ασφαλές - μέρος μακριά από φλόγες και σπινθήρες.
7. Ζητήστε βοήθεια όταν πρόκειται να μετακινήσετε βαριά αντικείμενα ή όργανα.
8. Ποτέ μη χρησιμοποιείτε κάποιο εργαλείο, αν προη-

γουμένως δεν έχετε μάθει τη σωστή και ασφαλή χρήση του.

9. Η πίεση του πεπιεσμένου αέρα στο εργαστήριο ή στο μηχανουργείο είναι συνήθως γύρω στα 100 με 150 psi (πάουντ - δυνάμεως ανά τετραγωνική ίντσα). Προσέξτε! Είναι αρκετή για να προκαλέσει σοβαρό τραυματισμό, ακόμη και θάνατο.
10. Πρέπει να γνωρίζετε πού βρίσκονται οι πυροσβεστήρες στο εργαστήριο. Μάθετε πώς να τους χρησιμοποιείτε. Επίσης καλόν είναι να γνωρίζετε τη θέση του συναγερμού πυρκαϊάς και πώς λειτουργεί.

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

1. Ποτέ να μην χρησιμοποιείτε σφυριά ή άλλα εργαλεία για κτυπήματα, των οποίων οι κεφαλές δεν είναι καλά στερεωμένες ("παίζουν").
2. Οι επιφάνειες των σφυριών είναι εξαιρετικά σκληρές. Το κτύπημα δύο κεφαλών σφυριών μεταξύ τους μπορεί να προκαλέσει την εκτίναξη ρινισμάτων σιδήρου και κατ' αυτόν τον τρόπο να προκληθούν τραυματισμοί.
3. Μην πλησιάζετε τα δάκτυλά σας κοντά στα κοπτικά άκρα των ηλαγρών (ταναλιών) και άλλων παρομοίων εργαλείων.
4. Ποτέ μην πιέζετε ένα κλειδί κατά την κοχλίωση και αποκοχλίωση ενός περικοχλίου (παξιμάδι). Μπορεί να γλιστρήσει με αποτέλεσμα οι αρθρώσεις των δακτύλων να κτυπήσουν επάνω στο μέταλλο και να αισθανθείτε ισχυρούς πόνους.
5. Αποφεύγετε τη χρήση σιδηρού σωλήνα που θα λειτουργήσει ως μοχλός κατά τη χρήση κλειδιού. Χρησιμοποιήστε μεγαλύτερο κλειδί.
6. Χρησιμοποιήστε μόνο λίμες με χειρολαβές. Το μυτερό άκρο της λίμας χωρίς λαβή μπορεί να τραυματίσει το χέρι σας.
7. Ποτέ μην ελέγχετε πόσο κοφτερό είναι ένα εργαλείο τοποθετώντας το δάκτυλό σας στην ακμή του.
8. Όταν χρησιμοποιείτε εργαλεία κοπής μετάλλου απομακρύνετε τα ρινίσματα με βούρτσα. Ποτέ με το χέρι σας!
9. Αποφεύγετε τη χρήση χαλασμένων ή σπασμένων εργαλείων.
10. Πριν τη χρήση αυτοκινουμένων εργαλείων, βεβαιωθείτε ότι είναι στη θέση τους όλα τα προστατευτικά συστήματα.
11. Ποτέ μη χρησιμοποιείτε ατσάλινο σφυρί σε ατσαλωμένα εξαρτήματα. Εκτινασσόμενα ρινίσματα μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμό. Χρησιμοποιήστε σφυρί χάλκινο ή με μαλακή κεφαλή.
12. Για να αποφεύγετε την εκτίναξη ρινισμάτων, διατηρείτε τις σμίλες (κοπίδια) σε καλή κατάσταση. Τροχίστε και κόψτε την κεφαλή της σμίλης που έχει αμβλυνθεί και έχει γίνει σαν μανιτάρι.
13. Ποτέ μη χρησιμοποιείτε ένα επικίνδυνο εργαλείο, εκτός αν έχετε εκπαιδευθεί στην ασφαλή χρήση του.

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ

1. Χρησιμοποιείτε ηλάγρες (τανάλιες) με μονωμένη λαβή, όταν εργάζεσθε με τον ηλεκτρισμό.
2. Όταν επισκευάζετε ένα εργαλείο, αποσυνδέστε το από την πηγή τροφοδοσίας του.
3. Αν πρόκειται να δουλέψετε σε ένα κύκλωμα, αποσυνδέστε το από την πηγή τροφοδοσίας του.
4. Πάντα να αποσυνδέετε τους συσσωρευτές αν αυτό ορίζει ο οδηγός επισκευών. Καλώδια υπό τάση μπορεί να προκαλέσουν πυρκαϊές αν ακουμπήσουν κατά λάθος στη "γη" (όπως είναι στο αμάξωμα αυτοκινήτου).

ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

1. Οδηγείτε αργά και προσεκτικά μέσα στο χώρο του μηχανουργείου. Υπάρχουν και άλλοι σπουδαστές και οχήματα στο χώρο, επομένως μπορεί να προκληθούν σοβαρές ζημιές και τραυματισμοί από απρόσεκτη και γρήγορη οδήγηση.
2. Προσέχετε όταν δουλεύετε μηχανές που βρίσκονται σε λειτουργία. Τα φτερά των ανεμιστήρων μπορεί να προκαλέσουν σοβαρά τραύματα. Εργαλείο που πέφτει πάνω σε φτερωτή ανεμιστήρα μπορεί να εκτοξευθεί με ταχύτητα, με αποτέλεσμα να προκαλέσει σοβαρό τραυματισμό.
3. Τα συστήματα καυσίμου ντήζελ και τα συστήματα εγχύσεως καυσίμου (fuel injection) έχουν μεγάλες πιέσεις. Καύσιμο υπό μεγάλη πίεση μπορεί εκτινασσόμενο να κάψει το δέρμα ή τα μάτια. Αποτέλεσμα τέτοιων τραυματισμών μπορεί να είναι η σηψαιμία ή η τύφλωση. Να φοράτε προστατευτικά γυαλιά για τα μάτια όταν δουλεύετε με τέτοια συστήματα καυσίμων.
4. Ενεργοποιήσετε τα φρένα ασφαλείας (όπως το χειρόφρενο) σε οχήματα και ακινητοποιήστε τους τροχούς, αν η μηχανή πρέπει να λειτουργεί κατά τη διάρκεια των δοκιμών.
5. Κρατήστε τα καλώδια οργάνων ελέγχου αρκετά μακριά από ανεμιστήρες ιμάντες και σημεία της μηχανής με υψηλή θερμοκρασία.

Τεχνικοί Όροι

Α

Αγωγή: διαδικασία διαδόσεως θερμότητας διά υλικών με αύξησητης θερμικής κινήσεως των μορίων τους.

Αγωγός (νερού): σε υδροηλεκτρικό σταθμό, ο μεγάλος αγωγός του νερού προς το στρόβιλο.

Αδράνεια: η τάση σώματος να διατηρεί την κίνησή του (ή την ακινησία του).

Αέριο πόλεως: παράγεται από κάρβουνο (γνωστό επίσης ως υδραέριο) και χρησιμοποιούνταν στις πόλεις για μαγείρεμα και φωτισμό το 19ο και στις αρχές του 20ου αιώνα.

Αεριοποίηση: διαδικασία, κατά την οποία χρησιμοποιούνται μικρές ποσότητες αέρα και ατμού για τη μετατροπή τσαρ (char) σε αέριο μικρής ενεργειακής αποδόσεως, το οποίο χρησιμοποιείται για καύσιμο.

Αεριοποίηση κάρβουνου: η διαδικασία που μετατρέπει κάρβουνο σε αέριο καύσιμο.

Αεριοποίηση με οξυγόνο: διαδικασία που λαμβάνει χώρα σε ατμόσφαιρα οξυγόνου με την οποία παράγεται αέριο μέτριου ενεργειακού περιεχομένου, το οποίο αποτελείται από μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και υδρογόνο (H_2). Είναι καλό καύσιμο.

Αεριοστρόβιλος: μηχανή, που έχει μεγάλους ρότορες με φτερά, που παίρνουν την ενέργεια των αερίων μεγάλης πιέσεως και περιστρέφονται με μεγάλες ταχύτητες. Σε αντίθεση με τον ατμοστρόβιλο, που έχει σχεδιασθεί κυρίως για λειτουργία σε μη κινούμενη βάση, ο αεριοστρόβιλος χρησιμοποιείται και λειτουργεί σε σχήματα, όταν βρίσκονται σε κίνηση. Τέτοια είναι τα αεροπλάνα, τα πλοία, οι μηχανές τρένων και τα μεγάλα φορτηγά αυτοκίνητα.

Αιθανόλη: αιθυλική αλκοόλη.

Ακατέργαστο κάρβουνο: κάρβουνο, που περιέχει πέτρες και άλλες προσμίξεις, που πρέπει να αφαιρεθούν.

Ακτινοβολία: στα πυρηνικά φαινόμενα, είναι αποτέλεσμα του ότι ασταθείς πυρήνες (ραδιονουκλίδια) διασπώνται και παράγονται σωματίδια και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (φωτόνιο).

Ακτινοβολία ενέργειας: έτσι κινείται η ηλιακή ενέργεια.

Ακτινοβολία μέλανος σώματος: ακτινοβολία, την οποία ακτινοβολούν σώματα που έχουν θερμανθεί. Τέτοια ακτινοβολία εκπέμπεται το βράδυ από υλικά, τα οποία απορρόφησαν θερμότητα κατά την ημέρα και ζεστάθηκαν.

Αλυσιδωτή αντίδραση: η αυτοσυντηρούμενη διάσταση πυρήνων. Από τη μάζα του καυσίμου ρέει θερμότητα, που μπορεί να αξιοποιηθεί.

Αμμόλιθος: ιζηματογενές πέτρωμα, που χρησιμοποιείται για αποθήκευση φυσικού αερίου.

Αμπέρ: μονάδα μετρήσεως του ρεύματος (δηλαδή του ρυθμού ροής φορτίων).

Αναβλύζουσα πετρελαιοπηγή: πετρελαιοπηγή, στην οποία το πετρέλαιο εξέρχεται βίαια και χωρίς έλεγχο.

Ανάδραση: η χρήση σήματος ή πληροφορίας από την έξοδο μιας διαδικασίας, που μπορεί να την ελέγξει ή να την ξεκινήσει.

Αναερόβια: κύτταρα, που μπορούν να οξειδώνουν οργανική ύλη και να διατηρούνται στη ζωή χωρίς αέρα ή ελεύθερο οξυγόνο.

Αναερόβια διάσπαση: η ελεγχόμενη διάσπαση οργανικής ύλης χωρίς οξυγόνο. Με τη διαδικασία αυτή παράγεται αέριο μεθάνιο.

Ανακύκληση: επανάληψη ή διαχωρισμός μετάλλων και ορυκτών από απορρίμματα και η προπαρασκευή τους για χρήση ξανά στη βιομηχανία.

Αναπαραγωγή: διαδικασία παραγωγής νέου καυσίμου σε πυρηνικό αντιδραστήρα.

Αναπτυξιακή γεώτρηση (πηγάδι): η γεώτρηση σε περιοχή, όπου ήδη εξάγεται πετρέλαιο.

Ανεμογεννήτρια με φτερωτή πίσω: μηχανή, που έχει τη φτερωτή πίσω από τον πύργο και το κύριο σώμα της. Δηλαδή, ο άνεμος κτυπά πρώτα τον πύργο στηρίξεως και το σώμα της μηχανής, και μετά κτυπά τη φτερωτή.

Ανεμόμετρο: όργανο που μετρά την ταχύτητα του ανέμου. Το καταγραφικό ανεμόμετρο καταγράφει τις ταχύτητες του ανέμου για κάποιο χρονικό διάστημα.

Ανεμομηχανή οριζοντίου άξονα: μηχανή με το ρότορα να περιστρέφεται περί κατακόρυφο άξονα. Δεν χρειάζονται ειδικά πτερύγια προσανατολισμού, διότι ο ρότορας μπορεί να δεχθεί τον άνεμο από οποιαδήποτε κατεύθυνση.

Ανεμομηχανή με φτερωτή εμπρός: ο άνεμος κτυπά πρώτα τη φτερωτή και μετά το "σώμα" της ανεμομηχανής.

Ανθρακικό άλας: ιζηματογενές πέτρωμα που αποτελείται κυρίως από κελύφη θαλασσίων οργανισμών.

Ανθρακίτης (ανθρακικό κάρβουνο): κάρβουνο που είναι παλαιότερο και πολύ σκληρότερο από το ασφαλτικό. Καθώς καίγεται παράγεται καυτή, χρώματος μπλε φλόγα, χωρίς καπνό. Όμως δεν υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες.

Ανθρακωρύχος: αυτός που εργάζεται σε ορυχείο.

Άνοδος: θετικός πόλος ενός συσσωρευτή.

Ανοικτός πύργος (γερανός)**:** ανοικτή ατσάλινη εξέδρα, η

οποία φέρει τα εργαλεία της γεωτρήσεως.

Αντίσταση: δύναμη τριβής, που αντιτίθεται στην κίνηση αεροσκάφους.

Αντλία θερμότητας: βασικά είναι ένα κλιματιστικό με αντιστρεπτή βαλβίδα, ώστε να μπορεί να λειτουργεί είτε για θέρμανση είτε για ψύξη. Το χειμώνα αντλεί θερμότητα προς το εσωτερικό· το καλοκαίρι αντλεί θερμότητα προς τα έξω.

Ανυψωτική δύναμη: η δύναμη που απαιτείται για να έλθει το πετρέλαιο στην επιφάνεια της γης από χιλιάδες μέτρα κάτω από αυτήν.

Άνωση: η δύναμη που ασκείται σε ένα αντικείμενο από το ρευστό, στο οποίο είναι βυθισμένο.

Απογύμνωση: απομάκρυνση του επικαθήμενου υλικού από τη φλέβα κάρβουνου.

Αποδεδειγμένα αποθέματα: αποθέματα καυσίμων απολιθωμάτων που έχουν εντοπιστεί και η ποσότητά τους εκτιμάται με λογική βεβαιότητα και τα οποία μπορούν να ληφθούν με την υπάρχουσα τεχνολογία.

Απόδοση: ο λόγος (πηλίκο) της ενέργειας που αποδίδεται (εξόδου) προς την ενέργεια που καταναλώνεται (εισόδου).

Αποθήκευση αδράνειας: η αποθήκευση ενέργειας σε στροφάλους. Λόγω αδράνειας ο στρόφαλος συνεχίζει να περιστρέφεται με δεδομένη φορά.

Αποθηκευτήρας: δοχείο που περιέχει συμπιεσμένο αέρα πνευματικού συστήματος.

Απορροφητήρας: επίπεδη επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη, που απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία.

Αργό πετρέλαιο: καύσιμο απολιθωμάτων· πρόκειται για τη φυσική κατάσταση υγρών υδρογονανθράκων.

Αρχές της θερμοδυναμικής: φυσικοί νόμοι που σχετίζονται με τη ροή θερμότητας.

Ασκούμενος χειριστής πυρηνικού αντιδραστήρα: ασκούμενος σε πρώτο στάδιο, όπου γίνεται ειδική εκπαίδευση για να γίνει μελλοντικός χειριστής πυρηνικού εργοστασίου ή πυρηνικού πειραματικού αντιδραστήρα.

Ασφάλειες: προστατευτικές διατάξεις τοποθετημένες σε κυκλώματα, για να τα προστατεύουν από υπερβολικά ρεύματα. Αυτό γίνεται με το "άνοιγμα" των ασφαλειών και τη διακοπή κατ' αυτόν τον τρόπο της ροής του ρεύματος.

Ασφαλειοδιακόπτες: ηλεκτρικές διατάξεις που τοποθετούνται σε κυκλώματα, για να τα προστατεύουν από υπερβολικά ρεύματα. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς αυτοί "πέφτουν" οπότε διακόπτουν (ανοίγουν) το κύκλωμα. Μπορεί να ενεργοποιηθούν εκ νέου, αφού αποκατασταθεί το πρόβλημα του υπερβολικού ρεύματος.

Ασφαλιστικές βαλβίδες: βαλβίδες που εμποδίζουν την ανεξέλεγκτη ροή από πετρελαιοπηγή.

Ασφαλτικό κάρβουνο (παχύς γαιάνθρακας): το πλέον διαδεδομένο και περισσότερο χρησιμοποιούμενο κάρβουνο.

Άσφαλτος: ημιστερεή μορφή πετρελαίου, που χρησιμοποιείται για υδρομόνωση ήδη από το 3000 π.Χ.

Ατμοστρόβιλος δράσεως: ο ατμός περνά στο στρόβιλο αυτόν από πολλές ομάδες φτερών (όλα στον ίδιο άξονα). Το αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερη ροπή.

Β

Βαθμός ημέρας: μέτρο του πόσο πολύ μεταβάλλεται η θερμοκρασία επάνω ή κάτω από την κανονική θερμοκρασία των 18° C.

Βαρέλι: μονάδα μετρήσεως όγκου ακατέργαστου πετρελαίου (ισούται με 42 γαλόνια ή περίπου 160 λίτρα).

Βαρύτητα: η δύναμη που έλκει όλα τα σώματα προς τα κάτω (προς το κέντρο της γης).

Βαρυτόμετρο: όργανο που μετρά τη βαρύτητα και έτσι μπορεί να εκτιμηθεί η πυκνότητα των πετρωμάτων που είναι μέσα στη γη.

Βάση: το ένα από τα τρία στρώματα πυριτίου με προσμίξεις σε ένα τρανζίστορ.

Βατ (watt): μονάδα μετρήσεως ισχύος στο σύστημα S.I. (Διεθνές Σύστημα).

Βιοαέριο: αέριο παραγόμενο από αναερόβια διάσπαση βιομάζας.

Βιοκαύσιμα: καύσιμα από φυτικά υλικά.

Βιολογία: επιστήμη των ζώντων οργανισμών.

Βιομάζα: ζωντανή οργανική ύλη, όπως είναι τα δένδρα, οι καρποί, τα φύκια ή τα άλγη. Επίσης απόβλητα όπως κοπριά, απορρίμματα, λύματα και σκουπίδια.

Βιομηχανική θερμότητα: θερμότητα που χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές διεργασίες για την επεξεργασία πρώτων υλών και παραγωγή προϊόντων.

Βιομηχανικός τομέας: τομέας καταναλώσεως ενέργειας όπου περιλαμβάνονται κάθε είδος ορυχείου, η βιομηχανική παραγωγή και η γεωργική παραγωγή. Χρησιμοποιούν ενέργεια σε όλες της τις μορφές (αέριο, πετρέλαιο, κάρβουνο και ηλεκτρισμό).

Βολτ (volt): μονάδα μετρήσεως τάσεως και Η.Ε.Δ. (ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως).

Βραχυκύκλωμα: κατά λάθος ροή ισχυρού ρεύματος σε κύκλωμα, λόγω καταστροφής ή σφάλματος στους αγωγούς.

Btu (Βρετανική θερμική μονάδα): μονάδα μετρήσεως θερμότητας. Μια Btu είναι η ποσότητα θερμότητας που χρειάζεται, για να αυξήσει τη θερμοκρασία ενός πάουντ (pound) νερού κατά 1°F.

Γ

Γεμίσματα: ελεύθερα μέρη για την αποθήκευση θερμοδυναμικής ενέργειας για τη ροή του αέρα.

Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος: γεννήτρια, που παράγει ρεύμα μιας φοράς.

Γεωγραφικό πλάτος ολόγου: ζώνες μεγάλης ατμοσφαιρικής πιέσεως όπου ο αέρας κατέρχεται προς την επιφάνεια.

Γεωθερμική ενέργεια: θερμοδυναμική ενέργεια, που προέρχεται από τα βάθη της γης.

Γεωλόγοι: επιστήμονες που μελετούν τη δομή της γης, αναγνωρίζουν πετρώματα και ορυκτά, κάνουν χαρτογραφήσεις, μετρούν και καταγράφουν δεδομένα.

Γεώτρηση με φλόγα: μέθοδος, με την οποία πίδακες φλεγόμενου υγρού ανοίγουν τρύπα μέσα στο πέτρωμα και στο χώμα.

Γεωφυσικοί: επιστήμονες, που διερευνούν το στερεό φλοιό της γης για την ανεύρεση πετρελαίου, κάρβουνου και άλλων ορυκτών αποθεμάτων.

Γιγαντιαίος εκσκαφέας: μηχανή ανοικτής εξορύξεως με κοπτικό τροχό στο άκρο μεγάλου βραχίονα. Ο τροχός περιστρέφεται, κόβοντας και φτυαρίζοντας το υπερκείμενο χώμα με οδοντωτό κάδο.

Γρανάζι: τροχός με δόντια στην περίμετρό του. Τα δόντια του ενός γραναζιού εμπλέκονται στα δόντια του άλλου γραναζιού και μεταδίδουν κίνηση.

Δ

Δεξαμενή: θερμική μάζα σε μορφή νερού στην οροφή κτηρίου. Το ηλιακό φως θερμαίνει το νερό κατά την ημέρα. Τη νύκτα, θερμότητα από το ζεστό νερό μεταφέρεται στον από κάτω χώρο μέσα στο σπίτι.

Δεξαμενόπλοια: θαλάσσιοι μεταφορείς που φέρουν δεξαμενές για τη μεταφορά πετρελαϊκών προϊόντων και άλλων υγρών καυσίμων, κρασιού και μελάσας και διαφόρων είδων υγρών χημικών.

Δευτερεύων βρόχος: σύστημα σωληνώσεων, που απορροφά θερμότητα από το νερό του πρωτεύοντος βρόχου αντιδραστήρα.

Δευτέριο: λέγεται και βαρύ υδρογόνο, είναι ισότοπο του υδρογόνου (το άτομό του έχει διπλάσια μάζα από το άτομο του συνήθους υδρογόνου).

Διαβάθμιση ενεργειακής αποδόσεως: σύστημα εκτιμήσεως της αποδόσεως συσκευής που χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ρεύμα ή αέριο ή υγρό καύσιμο.

Διαδικασία: η μεταβολή που παράγεται ή αυτό που χρειάζεταιγια να δώσει αξία σε αυτό που παράγεται.

Διακόπτες: διατάξεις διακοπής και επαναφοράς που επιτρέπουν ή διακόπτουν τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος σε κύκλωμα.

Διακόπτης τεσσάρων δρόμων: χρησιμοποιείται, όταν πρέπει να ελέγχεται κάποιος λαμπτήρας από τρία μέρη.

Διακόπτης τριών δρόμων: διακόπτης, που χρησιμοποιείται μαζί με άλλον όμοιόν του, όταν το ρεύμα φωτιστικού πρέπει να ελέγχεται από διαφορετικά σημεία σε κάποιο κτήριο.

Διαλυτικός καθαρισμός: διαδικασία παραγωγής στερεού καύσιμου από κάρβουνο.

Διάσπαση: η διαδικασία μετατροπής βαρέος πετρελαίου σε βενζίνη πολλών οκτανίων.

Διασπαστήρας κατακόρυφης μίξεως: διασπαστήρας, στο οποίον τα οργανικά υλικά διασπώνται σε κατακόρυφους θαλάμους.

Διασπαστήρας μετατοπίσεως: μακρύς οριζόντιος κύλινδρος, που χρησιμοποιείται για τη διάσπαση οργανικών απορριμμάτων.

Διατάξεις στερεάς καταστάσεως: διατάξεις από ημιαγωγούς, που αντικατέστησαν τις ηλεκτρικές λυχνίες κενού.

Διαχεόμενη ακτινοβολία: ηλιακή ακτινοβολία, που έχει υποστεί σκέδαση στην ατμόσφαιρα.

Διερευνητική γεώτρηση: γεώτρηση για την εύρεση νέου κοιτάσματος, για την επέκταση υπάρχουσας περιοχής πετρελαίου ή για την εύρεση εντελώς νέας περιοχής πετρελαίου.

Διύλιση: η διαδικασία διασπάσεως αργού πετρελαίου σε διάφορα χρησιμοποιήσιμα υγρά και ημιστερεά.

Δοχείο πιέσεως: ατσάλινο δοχείο πιέσεως που περιέχει το πυρηνικό καύσιμο αντιδραστήρα υπό μορφή ράβδων.

Δύναμη ανυψώσεως: δύναμη προς τα επάνω, που κρατά το αεροπλάνο στον αέρα.

Δύναμη περιστροφής: δύναμη, που ασκείται κατά τρόπο ώστε να περιστρέφει κάτι γύρω από ένα κέντρο.

Δυναμική ενέργεια: ενέργεια που οφείλεται στην παραμόρφωση ή τη θέση (ακίνητου) σώματος.

Ε

Ειδική θερμότητα: μετρά την ικανότητα υλικού να απορροφά θερμότητα.

Ειδική θερμότητα όγκου: μετρά τη θερμότητα που απορροφά ένα υλικό σε σχέση με την αύξηση της θερμοκρασίας του και τον όγκο του. Βρίσκεται πολλαπλασιάζοντας τη (συνήθη) ειδική θερμότητα επί την πυκνότητά του (όλα στις κατάλληλες μονάδες).

Ειδικοί στη βελτίωση βενζίνης: εργάτες που χειρίζονται μηχανήματα για την ανάμιξη συνήθους βενζίνης με χημικά για τη βελτίωση των ιδιοτήτων της ως καυσίμου.

Ειδικοί στις οξειδώσεις: εργάτες που χειρίζονται εργαλεία εισαγωγής οξέων σε πετρελαιοπηγές για να επιτευχθεί κατά τον τρόπο αυτόν εξαγωγή περισσότερου πετρελαίου. Καθοδηγούν τους βοηθούς τους, οι οποίοι αναμιγνύουν τα χημικά στο χώρο της γεωτρήσεως.

Ειδικός σε αγωγούς μεταφοράς: εργάτης που συντηρεί και επισκευάζει αγωγούς μεταφοράς, αντλιοστάσια και δεξαμενές αποθηκεύσεως.

Ειδικός στις εκρήξεις: τεχνίτης, του οποίου η δουλειά είναι ο σχεδιασμός και η πρόκληση εκρήξεων κατά τη διαδικασία εξορύξεως.

Είσοδοι (εισαγωγές): στα ορυχεία κάρβουνου, κατασκευάζονται διάδρομοι (στοές), από όπου μπορούν να περάσουν τα μηχανήματα, για να φθάσουν στο κάρβουνο.

Είσοδος (εισερχόμενο): συνιστώσα συστήματος (επίσης

λέγεται πόρος ή πόροι) που διατίθενται για επεξεργασία.

Έκκεντρο: διάταξη που χρησιμοποιεί την αρχή του κεκλιμένου επιπέδου, για να προκαλέσει ανύψωση. Καθώς το έκκεντρο περιστρέφεται, η κεκλιμένη επιφάνειά του ασκεί δύναμη σε μία ράβδο και την κινεί επάνω κάτω.

Εκπομπός: ένα από τα τρία στρώματα πυριτίου με προσμίξεις, που ανήκει σε τρανζίστορ.

Εναλλακτήρας: γεννήτρια, που παράγει εναλλασσόμενο ρεύμα (ρεύμα που αλλάζει κατεύθυνση πολλές φορές το δευτερόλεπτο).

Εναλλάκτης θερμότητας: διάταξη που χρησιμοποιείται σε σύστημα θερμάνσεως ή ψύξεως για τη μεταφορά θερμότητας από ένα μέσο σε άλλο.

Ενέργεια ακτινοβολίας: ενέργεια που κινείται όπως τα κύματα. Επίσης λέγεται φωτεινή ενέργεια.

Ενέργεια: η δυνατότητα παραγωγής έργου.

Ένζυμο: είδος πρωτεΐνης, που αναγκάζει μία χημική αντίδραση να εξελιχθεί μέσα σε κύτταρα φυτών και ζώων.

Εντροπία: αρχή, σύμφωνα με την οποία η ενέργεια, όσο χρησιμοποιείται, παίρνει τέτοια μορφή, που χάνει την ικανότητά της να παράγει έργο.

Έξοδος: το αποτέλεσμα της επεξεργασίας σε ένα σύστημα.

Εξόρυξη μακρού τοίχου: μέθοδος υπόγειας εξορύξεως. Ανοίγονται δύο παράλληλες στοές εισόδου στη φλέβα του κάρβουνου και ενώνονται στο μακρινό άκρο τους με μια άλλη εγκάρσια στοά. Η επιφάνεια (τοίχος) κάρβουνου που σχηματίζεται εκεί είναι ο μακρύς τοίχος, από όπου λαμβάνεται το κάρβουνο.

Επιβραδυντής: κάθε υλικό που επιβραδύνει τα νετρόνια της αλυσιδωτής πυρηνικής αντιδράσεως.

Επικαθήμενο χώμα: χώμα και πέτρες που καλύπτουν τη φλέβα κάρβουνου.

Επίπεδοι συλλέκτες επιφάνειας: ηλιακοί συλλέκτες, που αποτελούνται από κλειστό θερμομονωμένο κουτί με διαφανές σκέπασμα. Είναι κατάλληλοι για κατοικίες.

Επιτάχυνση: μεταβολή ταχύτητας διά του αντιστοίχου χρόνου.

Επιταχυντής σωματιδίων: διάταξη που χρησιμοποιείται στην έρευνα συντήξεως για να βομβαρδιστεί με σωματίδια δευτερίου ακίνητος στόχος από δευτέριο ή τρίτιο.

Επιφανειακή εξόρυξη: εξόρυξη κάρβουνου, όταν αυτό βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια.

Επιχειρηματίες: πρόσωπα που έχουν τη δική τους επιχείρηση. Είναι άνθρωποι, που ρισκάρουν χρήματα, για να πετύχουν το τόλμημά τους.

Έργο: παράγει μεταβολές.

Εταιρεία: επιχείρηση, που κατά το νόμο έχει τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις ενός ανθρώπου. Πολλές επιχειρήσεις ενέργειας είναι εταιρείες. Οι ιδιοκτήτες των εταιρειών είναι πρόσωπα, που έχουν αγοράσει μετοχές της εταιρείας.

Ζ

Ζύμωση: αναερόβια διαδικασία για την παραγωγή αλκοόλης με τη δράση ενζύμων επάνω στο άμυλο και το σάκχαρο των φρούτων, των δημητριακών και άλλων μορφών βιομάζας.

Η

Ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ): χαρακτηρίζει ηλεκτρικές πηγές και μετρείται σε βολτ.

Ηλεκτρικός κινητήρας: διάταξη, που μετατρέπει ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική.

Ηλεκτρογεώτρηση: μέθοδος γεωτρήσεως, που χρησιμοποιεί ηλεκτρικό κινητήρα για την κίνηση του τρυπανιού, ο οποίος βρίσκεται επάνω από το κοπτικό εργαλείο.

Ηλεκτρολόγος/ηλεκτρονικός μηχανικός: μηχανικός που ασχολείται με την εφαρμογή των νόμων της ηλεκτρικής ενέργειας και τις αρχές της τεχνολογίας, που αφορούν στην παραγωγή και μεταφορά ηλεκτρισμού.

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία: ο επιστημονικός όρος για την ακτινοβολούμενη ενέργεια.

Ηλεκτρόνια: σωματίδια αρνητικώς φορτισμένα, τα οποία κινούνται γύρω από τον πυρήνα του ατόμου.

Ηλεκτρονόμος: διακόπτης που λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα. Ελέγχει με διακοπή και αποκατάσταση κυκλώματα χρησιμοποιώντας έναν ηλεκτρομαγνήτη.

Ηλιακά κύτταρα (στοιχεία): διατάξεις που μετατρέπουν άμεσα το ηλιακό φως σε ηλεκτρισμό.

Ηλιακά συστήματα θερμάνσεως έμμεσης δράσεως: συστήματα, όπου το ηλιακό φως απορροφάται πρώτα από κάποια "θερμική" μάζα και στη συνέχεια μεταφέρεται στο χώρο όπου κατοικούν άνθρωποι.

Ηλιακοί συλλέκτες: τμήματα ενεργών συστημάτων ηλιακής θερμάνσεως, που απορροφούν το ηλιακό φως.

Ηλιακό σύστημα θερμάνσεως άμεσης δράσεως: σύστημα θερμάνσεως ενός χώρου με την αξιοποίηση του ηλίου· ο χώρος που θερμαίνεται δέχεται άμεσα το ηλιακό φως, το οποίο πέφτει στα πατώματα και/ή στους τοίχους που είναι κατασκευασμένοι από υλικά που μπορούν να αποθηκεύσουν θερμοδυναμική ενέργεια.

Ήλιος: αυτόφωτο ουράνιο σώμα. Η γη και άλλοι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον ήλιο και παίρνουν φως και θερμότητα από αυτόν.

Ημιαγωγός: υλικό που έχει ιδιότητα αγωγού και μονωτή.

Ηχητικό τρυπάνι: σύστημα, όπου το τρυπάνι ταλαντεύεται με την ίδια υψηλή συχνότητα ήχου που παράγεται στην επιφάνεια. Αυτό το κάνει να κόβει καλύτερα.

Θ

Θερμίδα: μονάδα μετρήσεως της θερμότητας.

Θερμική μηχανή: διάταξη που μπορεί να μετατρέπει

θερμότητα σε έργο.

Θερμοδυναμική (εσωτερική) ενέργεια εδάφους: ενέργεια που οφείλεται μερικώς στην αποθήκευση ηλιακής ακτινβολίας και μερικώς στην αποθηκευμένη ενέργεια στη γη από τότε που σχηματίσθηκε.

Θερμομόνωση: επιτυγχάνεται με υλικό που είναι πολύ αποτελεσματικό στο να εμποδίζει τη διάδοση θερμότητας.

Θερμοσιφωνισμός: ροή αέρα μεταξύ υαλοπινάκων και σανίδων σε τοίχο τύπου Tombe, που οφείλεται στις διαφορετικές πυκνότητες θερμού και ψυχρού αέρα.

Ι

Ιδιοκτησία του ενός: τύπος επιχειρήσεως που ανήκει εξ' ολοκλήρου σε έναν άνθρωπο.

Ίππος (hp): μονάδα μετρήσεως ισχύος ίση με την ισχύ για ανύψωση 33.000 lbf (πάουντ δυνάμεως) κατά 1 ft (≈ 30 cm) σε ένα λεπτό.

Ισοβουτάνιο: υγρός υδρογονάνθρακας, που εξατμίζεται σε χαμηλή θερμοκρασία.

Ισομερισμός: διαδικασία μετατροπής χημικών ενώσεων στις ισομερείς τους (τα ισομερή έχουν ίδια χημική σύσταση, αλλά διαφορετική διάταξη μορίου).

Ισότοπα: άτομα του ίδιου στοιχείου, που έχουν διαφορετικούς αριθμούς νετρονίων στον πυρήνα τους.

Ισχύς: παραγόμενο έργο διά του αντιστοίχου χρόνου που παράγεται.

Κ

Κάθοδος: το αρνητικό ηλεκτρόδιο του συσσωρευτή.

Καλύμματα ατμών: τοποθετούνται επάνω από οπές σε πύργο κλασματικής αποστάξεως για να συλλέγουν και να υγροποιούν τους ατμούς.

Καρβίδιο βολφραμίου: σκληρό μέταλλο, που χρησιμοποιείται ειδικά για τρυπάνια.

Καύση ρευστοποιημένου στρώματος: διαδικασία που έχει αποδειχθεί επιτυχής για τον περιορισμό των εκπομπών θείου και οξειδίου του αζώτου (NO_x), καθώς και καπνού από τον καιόμενο άνθρακα.

Καύσιμα απολιθωμάτων: δημιουργήθηκαν μέσα στη γη ως αποτέλεσμα υψηλής θερμοκρασίας και πιέσεως επί μεγάλο χρονικό διάστημα επάνω σε πρώην ζώντες οργανισμούς. Το κάρβουνο, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι καύσιμα απολιθωμάτων.

Καύσιμο πυκνωμένης βιομάζας: βιομάζα συμπιεσμένη σε τεμαχίδια (πέλετ) ή κύβους για ευκολία στη χρήση.

Κβαντική θεωρία: φυσική θεωρία, σύμφωνα με την οποία η ακτινοβολία έχει και σωματιδιακή υφή.

Κελύφη: τρεις ξεχωριστές περιοχές σχηματισμών ανέμων βόρεια και νότια του ισημερινού.

Κινητήρας βάνκελ (Wankel)***:*** βλέπε περιστροφικός κινητήρας.

Κινητήρας ελεύθερου εμβόλου: ένα είδος υβριδικού συστήματος· συνδυάζει στοιχεία και της παλινδρομικής μηχανής και του αεριοστροβίλου. Τα έμβολα λέγονται "ελεύθερα", διότι δεν είναι συνδεδεμένα με ράβδο ή στρόφαλο και δεν υπάρχει σύστημα αναφλέξεως του καυσίμου. Ο κινητήρας ελεύθερου εμβόλου κινείται σχεδόν με οποιοδήποτε καύσιμο, αλλά είναι θορυβώδης, έχει μικρή ισχύ, είναι δύσκολο να ξεκινήσει και δυνάμεις από την καύση και την εκτόνωσή της προκαλούν καταστροφές.

Κινητήρας ράμτζετ (Ramjet): κινητήρας αεροπλάνου ή πυραύλου που είναι πολύ απλός. Δεν είναι, σχεδόν, παρά ένας ανοικτός και από τις δύο μεριές κύλινδρος, χωρίς κινούμενα εξαρτήματα, όπου καίγεται καύσιμο και δημιουργεί την προώθηση.

Κινητήρας ράνκιν (Rankine): αντιστρεπτή θερμική μηχανή που χρησιμοποιεί ζεστό νερό για να θερμάνει πτητικό ρευστό.

Κινητήρες αντιδράσεως: κινητήρες αεροπλάνων όπου θερμά αέρια εξέρχονται με μεγάλη ταχύτητα από το πίσω μέρος του κινητήρα και αναγκάζουν το αεροπλάνο να κινείται προς τα εμπρός. Αυτοί οι κινητήρες (κινητήρες αντιδράσεως) είναι πολύ ισχυροί για το μέγεθός τους και το βάρος τους.

Κινητήριο γρανάζι: γρανάζι (οδηγός) συνδεδεμένο με την "πηγή" κινήσεως.

Κινητική ενέργεια: η δυνατότητα κινουμένων σωμάτων να παράγουν έργο.

Κινούμενος κάδος: μεγάλος κάδος, στερεωμένος στην άκρη βραχίονα, που χρησιμοποιείται για την απόξεση του επικαθήμενου υλικού σε επιφανειακή εξόρυξη.

Κίτρινο κέικ: στάδιο επεξεργασίας του ουρανίου για παραγωγή πυρηνικού καυσίμου.

Κλάσματα: προϊόντα διυλίσεως αργού πετρελαίου.

Κοκ: καύσιμο από μετατροπή κάρβουνου με πυρόλυση.

Κορυφή εξόδου: η μέγιστη έξοδος φωτοβολταϊκού κυττάρου κατά το μεσημέρι.

Κουάντ (quad): μονάδα που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας. 1 quad ισούται με ένα τετράκις εκατομμύριο Btu.

Κύκλωμα: διαδρομή, από όπου διέρχεται και ελέγχεται ηλεκτρική ισχύς κατευθυνόμενη προς φώτα, μηχανήματα, συσκευές και άλλα φορτία.

Κύκλωμα σειράς - παράλληλο: ηλεκτρικό κύκλωμα, που συνδυάζει ηλεκτρικές συνιστώσες σε σειρά και παράλληλα.

Κυματική θεωρία: θεωρία που μπορεί να περιγράψει και την εκπομπή κυμάτων από τα ηλεκτρόνια των ατόμων.

Κωνικά τρυπάνια: ειδικά τρυπάνια για χρήση σε ορισμένα είδη πετρωμάτων.

Λ

Λάνγκλεϊ (Langley): μονάδα μετρήσεως ηλιακής ακτινοβολίας. Ισούται με 1 θερμίδα (calorie) ανά τετραγωνικό εκατοστό (cm^2).

Λάσπη: ειδικό μίγμα νερού, πηλού και χημικών που ψύ-

χει το τρυπάνι και διά αυτής μεταφέρονται από το πηγάδι της γεωτρήσεως τα κομμάτια του πετρώματος που έσπασε το τρυπάνι.

Λάσπη: ένα είδος μίγματος, σαν σούπα, από οργανικά απόβλητα.

Λιγνίτης: είδος κάρβουνου.

Λιθόσφαιρα: λεπτός φλοιός από πετρώματα που αποτελεί το εξωτερικό στρώμα της γης.

Λούμεν (Lumen): μονάδα μετρήσεως της φωτεινής ροής, φωτεινής ισχύος (φωτεινή ενέργεια διά του αντιστοίχου χρόνου).

Μ

Μάγμα: τετηγμένα πετρώματα.

Μαγνητόμετρο: όργανο που μετρά το μαγνητικό πεδίο.

Μανδύας: στρώμα πετρωμάτων κάτω από τη λιθόσφαιρα. Ο μανδύας αποτελείται από πετρώματα που είναι τετηγμένα στο ανώτερο άκρο του.

Μεγάλες παλίρροιες: οι μεγαλύτερες παλίρροιες στον κύκλο παλιρροιών.

Μέγεθος U: μετρά την ικανότητα υλικού να άγει θερμότητα.

Μεθάνιο: βλέπε "Βιοαέριο".

Μελλοντικά αποθέματα: ενεργειακά αποθέματα, που εκτιμάται ότι υπάρχουν και είναι εκμεταλλεύσιμα με μικρότερη πιθανότητα από αυτά που η ύπαρξη και αξιοποίησή τους έχει αποδειχθεί. Υπάρχει πιθανότητα να αξιοποιηθούν κάποτε στο μέλλον με τεχνολογία που σήμερα δεν υπάρχει.

Μεταβλητή πηγή ενέργειας: πήγη ενέργειας, της οποίας η διαθεσιμότητα δεν είναι βέβαιη.

Μετάδοση κινήσεως με ρευστά: σύστημα που χρησιμοποιεί ρευστό για τη μετάδοση κινήσεως από ένα μέρος σε άλλο και για τη μεταβολή της ισχύος, ώστε να γίνει κάποια συγκεκριμένη εργασία.

Μετασχηματιστής: ηλεκτρική διάταξη που μπορεί με τη βοήθεια του μαγνητικού πεδίου, να μεταβάλει την τάση.

Μετατροπέας DC/AC: ηλεκτρική διάταξη που μπορεί να ανυψώνει την τάση και να μετατρέπει συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο.

Μετατροπείς ενέργειας: συσκευές ή ζώα που χρησιμοποιούνται για παραγωγή έργου.

Μετατροπείς εξωτερικής καύσεως: μηχανές που καίνε το καύσιμό τους έξω από τον κύλινδρο ή το θάλαμο καύσεως, όπου γίνεται η μετατροπή θερμότητας σε κίνηση. Οι ατμομηχανές είναι οι πιο συνήθεις μηχανές εξωτερικής καύσεως.

Μετατροπή ενέργειας: η μετατροπή ενέργειας από μία μορφή σε άλλη.

Μετατροπή θαλάσσιας θερμοδυναμικής ενέργειας (OTEC): μέθοδος που χρησιμοποιεί την αποθηκευμένη ενέργεια στην επιφάνεια των θαλασσών στον ισημερινό και κοντά σε αυτόν ως πηγή ενέργειας. Μία θερμική μηχανή κύκλου Rankine που επιπλέει στην επιφάνεια της θάλασσας παράγει ηλεκτρισμό από τη θερμότητα που παίρνει από το νερό.

Μεταφορά: αέρας σε κίνηση.

Μεταφορείς ανθρώπων: μέσα μεταφοράς που γενικώς χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ανθρώπων σε μικρές αποστάσεις με σχετικά μικρές ταχύτητες.

Μεταφορικός τομέας: ομάδα χρηστών ενέργειας που περιλαμβάνει όλους τους τρόπους μετακινήσεως ανθρώπων και υλικών: αυτοκίνητα, φορτηγά, τρένα, πλοία, αεροπλάνα, ιμάντες και αγωγοί.

Μετοχή: συμμετοχή στην κτήση επιχειρήσεως.

Μη ενεργειακός τομέας: όλες εκείνες οι βιομηχανίες που χρησιμοποιούν καύσιμα απολιθωμάτων ως πρώτη ύλη για να παράγουν άλλα προϊόντα ή αγαθά.

MHD γεννήτρια (μαγνητοϋδροδυναμική γεννήτρια): διάταξη που από καυτά αέρια παράγει άμεσα ηλεκτρισμό.

Μήκος κύματος: η απόσταση μεταξύ των διαδοχικών μεγίστων κορυφών κύματος.

Μηχανή εσωτερικής καύσεως: θερμική μηχανή σχεδιασμένη να καίει το καύσιμο στο εσωτερικό της και όχι σε ξεχωριστή μονάδα, όπως οι καυστήρες.

Μηχανή κύκλου Stirling: μηχανή, στην οποία η διαδικασία καύσεως γίνεται σε εξωτερικό θάλαμο, με μεταφορά θερμότητας σε ρευστό, όπως αέριο ή αέρας, με τη βοήθεια εναλλάκτη. Ο εναλλάκτης θερμαίνει το συμπιεσμένο αέριο ή αέρα, που στη συνέχεια εκτονώνεται, πιέζοντας έμβολα που τίθενται σε κίνηση.

Μηχανική ενέργεια: όρος που εδώ χρησιμοποιείται κάπως πιο ειδικά για την κινητική ενέργεια, όταν αυτή αξιοποιείται για την παραγωγή έργου.

Μηχανικό πλεονέκτημα: σε μηχανικά συστήματα μεταδόσεως κινήσεως, περιγράφει το κέρδος σε δύναμη ή μετατόπιση.

Μηχανικοί πετρελαίου: μηχανικοί που εργάζονται κυρίως στη διερεύνηση για πετρέλαιο και αέριο και στις σχετικές γεωτρήσεις.

Μηχανικός ισχύος: αυτός που σχεδιάζει συστήματα παραγωγής ισχύος και παρακολουθεί την κατασκευή και συντήρηση σταθμών ισχύος, γραμμών μεταφοράς και υποσταθμών.

Μηχανικός ορυχείου: ειδικός που εντοπίζει, εξάγει και προετοιμάζει ορυκτά, για να χρησιμοποιηθούν. Σχεδιάζει και κατασκευάζει επιφανειακά και υπόγεια ορυχεία.

Μηχανικός ραδιοπροστασίας: μηχανικός που καθοδηγεί και κατευθύνει το έργο αυτών που δουλεύουν στις μετρήσεις της στάθμης της ραδιενέργειας, και ασχολούνται με την κατάσταση των οργάνων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος, ώστε να εξασφαλίζεται ασφαλής λειτουργία του εργοστασίου.

Μικρές παλίρροιες: οι μικρότερες παλίρροιες στο εύρος ανυψώσεως νερού από παλίρροιες.

Μικρόσφαιρες: πολύ μικρά σωμάτια ραδιενεργού υλι-

κού μορφοποιημένα σε πέλετ καυσίμου.

Μικροϋπολογιστής (μικροεπεξεργαστής): ηλεκτρονικός υπολογιστής με συγκεκριμένο σκοπό, που διαθέτει ολοκληρωμένες μονάδες μνήμης και μονάδες ελέγχου.

Μιστράλ: ο ισχυρός κρύος άνεμος που φυσά στην κοιλάδα του Ροδανού ποταμού στη Γαλλία.

"Μοναχικό" αέριο: ελεύθερο φυσικό αέριο, που απαντά μόνο του (χωρίς πετρέλαιο) στη φυσική του υπόγεια δεξαμενή.

Μοντούλ: σύνολο από συνδεδεμένα ηλιακά κύτταρα.

Ν

Νετρόνια: ουδετέρα σωματίδια στο εσωτερικό του πυρήνα των ατόμων.

Νιούτον ωθήσεως: η δύναμη ωθήσεως μηχανής αεροπλάνου σε νιούτον (newton).

Νόμοι της θερμοδυναμικής: θεμελειώδεις αρχές, που αφορούν στη θερμότητα και άλλες μορφές ενέργειας.

Ο

Οδηγούμενο γρανάζι: το γρανάζι που παίρνει κίνηση από το κινητήριο γρανάζι.

Οδοντωτός τροχός: λεπτό, επίπεδο γρανάζι με δόντια.

Οικονομία στην ενέργεια: εξοικονόμηση ενέργειας με αποδοτική χρήση και χωρίς απώλεια.

Ολοκληρωμένο κύκλωμα: κύκλωμα που περιέχει τρανζίστορ, αντιστάτες και πυκνωτές. Είναι ένα πλήρες ηλεκτρονικό κύκλωμα, που βρίσκεται σε ένα μικροσκοπικό πακέτο.

Οξειδωτής: ουσία που παρέχει οξυγόνο και έτσι βοηθά στην καύση ή στην πραγματοποίηση κάποιας χημικής αντιδράσεως.

Ουράνιο: λαμπυρίζον ραδιενεργό μεταλλικό στοιχείο.

Όχημα σταθερής διαδρομής: όχημα που μπορεί να κινείται μόνο κατά μήκος ενός δρόμου, ο οποίος έχει κατασκευασθεί για το σκοπό αυτό. Τέτοιο όχημα είναι το τρένο. Το όχημα δεν μπορεί να φύγει από το δρόμο του.

Όχημα τυχαίας κινήσεως: όχημα που μπορεί να κατευθυνθεί προς διάφορες διαδρομές. Η τροχιά ενός ποδηλάτου ή ενός φορτηγού ή ενός επιβατικού αυτοκινήτου είναι τυχαίες.

Π

Παγίδες: μη πορώδη πετρώματα, στρώματα των οποίων βρίσκονται κοντά στις υπόγειες φυσικές δεξαμενές που έχουν δημιουργηθεί από άλλα πετρώματα. Οι παγίδες εμποδίζουν το πετρέλαιο να διαχυθεί περισσότερο.

Παθητικό σύστημα ηλιακής θερμάνσεως: σύστημα που δεν χρησιμοποιεί μηχανικές μεθόδους για να πάρει και να αποθηκεύσει θερμότητα για χρήση αργότερα.

Πακέτα καυσίμου: δεσμίδες ράβδων ουρανίου, που αποτελούν την καρδιά πυρηνικού αντιδραστήρα.

Παλίρροιες: περιοδική μεταβολή της στάθμης του νερού σε θάλασσες, ωκεανούς και μεγάλες λίμνες.

Παραβολικός συγκεντρωτής: συλλέκτης σχήματος δίσκου, που μπορεί να δημιουργεί πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

Παράλληλο κύκλωμα: ηλεκτρικό κύκλωμα, όπου υπάρχουν περισσότεροι από έναν (παράλληλοι) δρόμοι για το ρεύμα.

Παρατηρητές εκρηκτικών (σεισμικών) κυμάτων: τεχνίτες που εργάζονται με σεισμολόγους.

Περιβάλλοντα μεταφορών: αέρας, γη και θάλασσα, όπου κινούνται τα μεταφορικά οχήματα.

Περιστροφικός κινητήρας (βάνκελ): κινητήρας εσωτερικής καύσεως, στον οποίον το παραδοσιακό έμβολο έχει αντικατασταθεί από τριγωνικό ρότορα.

Πηγάδι - αγριόγατα: ανοίγεται για εξερεύνηση πετρελαίου.

Πηγάδι εισαγωγής: γεώτρηση, από όπου διοχετεύεται αέριο, για να δημιουργηθεί η πίεση που αναγκάζει το πετρέλαιο να κινείται.

Πίεση στον πυθμένα πηγαδιού: η πίεση των υγρών και αερίων στον πυθμένα πετρελαιοπηγής κατά τη διάνοιξή της.

Πλανητικός άνεμος: μαζική κίνηση αέρα από τις πολικές περιοχές προς τον ισημερινό και αντίστροφα.

Πλάσμα: επίσης γνωστό ως ιοντισμένο αέριο. Τέταρτη κατάσταση της ύλης.

Πλοία μεταφοράς σιδηρών κιβωτίων (κοντέινερ): θαλάσσιοι μεταφορείς σχεδιασμένοι να μεταφέρουν προϊόντα που ήδη έχουν τοποθετηθεί μέσα σε μεγάλα σιδηρά κιβώτια (κοντέινερ).

Πλουτώνιο: σχάσιμο ισότοπο του ουρανίου.

Πνευματικά συστήματα μεταφοράς: συστήματα μεταφοράς κινήσεως που χρησιμοποιούν αέρα ως μέσο μεταφοράς.

Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες: υλικά που παράγονται ως παραπροϊόν παραγωγής συνθετικών καυσίμων και μπορεί να προκαλέσουν καρκίνο.

Πολυμερισμός: τρόπος παραγωγής βενζίνης από αέρια διυλιστηρίου.

Προσπίπτουσα ακτινοβολία: η ποσότητα ακτινοβολίας που πέφτει στην επιφάνεια της γης ανά μονάδα χρόνου και μονάδα επιφάνειας.

Προώθηση: δύναμη των κινητήρων, που κινεί το αεροσκάφος προς τα εμπρός.

Πρωτεύων βρόχος: σύστημα σωληνώσεων που μεταφέρει βράζον νερό σε ατμογεννήτρια μέσα σε αντιδραστήρα πεπιεσμένου νερού.

Πρωτόνια: θετικά σωματίδια.

Πτερύγιο: μεταλλική πλάκα, που κατευθύνει και κρατά το ρότορα ανεμομηχανής στραμμένο προς τον άνεμο.

Πυραυλοκινητήρες: κινητήρες αντιδράσεως με λίγα ή καθόλου κινούμενα μέρη. Οι κινητήρες πυραύλων, σε

αντίθεση με τους κινητήρες τζετ, δεν εξαρτώνται από το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, για τη λειτουργία τους. Φέρουν μαζί τους το απαιτούμενο οξυγόνο που χρειάζονται. Λειτουργούν και στο κενό διάστημα. Χρησιμοποιούν υγρά ή στερεά καύσιμα.

Πύργος κλασματικής αποστάξεως: υψηλός πύργος με μία διάταξη δίσκων (ταψιών) σε διαφορετικά επίπεδα, για να συλλέγουν τα προϊόντα της αποστάξεως.

Πυρήνας: το κεντρικό μέρος της γης από σίδηρο· έχει διάμετρο περίπου 3500 km.

Πυρήνες: σύνολο από θετικά και ουδέτερα σωματίδια που αποτελούν το κεντρικό μέρος του ατόμου.

Πυρηνική σύντηξη: συνένωση πυρήνων για την παραγωγή ενέργειας. Αυτό συμβαίνει στο ήλιο.

Πυρηνικός αντιδραστήρας: ανθεκτικό κλειστό δοχείο (δοχείο πιέσεως) μέσα στο οποίο γίνονται πυρηνικές αντιδράσεις.

Πυρόλυση: διάσπαση ουσιών όπως η βιομάζα, με θέρμανση.

P

R, μέγεθος: το μέγεθος, του οποίου η τιμή δείχνει την αντίσταση του υλικού στη διάδοση θερμότητας.

Ράβδοι ελέγχου: κινητές ράβδοι, που περιέχουν στοιχεία, τα οποία απορροφούν νετρόνια. Μπορούν να εισαχθούν μέσα στην καρδιά του πυρηνικού καυσίμου και έτσι να μειώσουν το ρυθμό των πυρηνικών αντιδράσεων. Όταν εξάγονται, αυξάνεται ο ρυθμός των πυρηνικών αντιδράσεων.

Ραντ (rad): μονάδα μετρήσεως της ραδιενέργειας που απορροφάται ανά μονάδα μάζας ζωικών ιστών. 1 rad = 0, 01 J/kg.

Ρεμ (rem): μονάδα μετρήσεως δόσεως ραδιενέργειας.

PN διεπαφή: ουδέτερη ζώνη σε κρυσταλλοδίοδο· βρίσκεται μεταξύ των στρωμάτων P και N.

Ροή οπών: σε ηλεκτρονικές διατάξεις ημιαγωγών, η ροή των οπών αντιστοιχεί σε αντίθετη ροή ηλεκτρονίων.

Ροπή: αίτιο που προκαλεί περιστροφή.

Ροπή δυνάμεως: γινόμενο δυνάμεως επί απόσταση. Στο Διεθνές Σύστημα (S.I.) η μονάδα της είναι το N · m (newton επί meter).

Ρυμουλκό: μικρό δυνατό σκάφος, που σπρώχνει ή τραβά φορτηγίδες γεμάτες φορτίο.

Σ

Σειρά εργαλείων γεωτρήσεως με συρματόσχοινο: όλα τα εργαλεία που εισάγονται μέσα στη γεώτρηση, περιλαμβανομένων των τρυπανιών του στελέχους, των συνδετικών μηχανισμών, των βαρών και του συρματόσχοινου, με το οποίο μεταφέρονται όλα αυτά στον πυθμένα του πηγαδιού.

Σεισμική ανάλυση: χρησιμοποιούνται κύματα από εκρήξεις για τον προσδιορισμό του τύπου και τού πάχους υπογείων υλικών.

Σεισμογράφος: όργανο που ανιχνεύει και καταγράφει (τεχνητά) σεισμικά κύματα, που χρησιμεύουν στον προσδιορισμό του τύπου και του πάχους υπογείων υλικών.

Σεισμολόγοι: επιστήμονες, που μελετούν και ερμηνεύουν τα δεδομένα που λαμβάνονται από τους σεισμογράφους. Οι σεισμογράφοι καταγράφουν τις τεχνητές εκρήξεις (τα κύματα της ύλης) που χρησιμοποιούνται για την εξερεύνηση πετρελαίου.

Σκάφη: μεταφορείς σε υδάτινους δρόμους, φτιαγμένοι για φορτία και ανθρώπους.

Σταθερή ενεργειακή πηγή: πηγή, που είναι πάντα διαθέσιμη, όταν χρειάζεται.

Στεγαστικός/εμπορικός τομέας: ομάδα χρηστών ενέργειας που περιλαμβάνει όλα τα ιδιωτικά και δημόσια κτήρια.

Στοιχεία καυσίμου: διατάξεις που μοιάζουν με τους συσσωρευτές, οι οποίες παράγουν ηλεκτρισμό από πηγή καυσίμου και οξυγόνο.

Στροβιλογεώτρηση: σε αυτήν τη μέθοδο η δύναμη της λάσπης που οδηγείται με αντλία μέσα στο πηγάδι κινεί μικρό στρόβιλο που βρίσκεται μόλις επάνω από το τρυπάνι στο εσωτερικό της γεωτρήσεως.

Στροβιλοκινητήρας αντιδράσεως (τζετ): κινητήρας αεροπλάνου συνεχούς καύσεως όπου υπερθερμασμένα εξαγόμενα αέρια δίνουν την ώθηση και τη δύναμη για τη συμπίεση που χρειάζεται να συμπιεστεί ο αέρας για την καύση. Χρησιμοποιείται και σε πολιτικά και σε πολεμικά αεροπλάνα.

Στροβιλοκινητήρας με ανεμιστήρα: στροβιλοκινητήρας αντιδράσεως όπου έχει προστεθεί ανεμιστήρας μπροστά από το συμπιεστή. Αυτή η διάταξη δίνει επιπλέον δύναμη στον κινητήρα.

Στροβιλοκινητήρας με έλικα: στροβιλοκινητήρας αντιδράσεως, παρόμοιος με το στροβιλοκινητήρα αντιδράσεως με ανεμιστήρα, αλλά με αντικατάσταση του ανεμιστήρα με έλικα.

Στρόβιλος αντιδράσεως: στρόβιλος που λειτουργεί καλά σε υδροηλεκτρικά εργοστάσια με χαμηλό υψόμετρο νερού.

Στρόβιλος δράσεως: στρόβιλος, στον οποίο ατμός μεγάλης πιέσεως "κτυπά" στα πτερύγια βγαίνοντας από ακροφύσια με μεγάλη ταχύτητα.

Στρώματα - δεξαμενές: πορώδη πετρώματα, όταν το πετρέλαιο είναι διασκορπισμένο μέσα στους πόρους.

Στρώματα - πηγές: μέρη, όπου πρωτοσχηματίσθηκε το πετρέλαιο.

Στύλοι και δωμάτια: σύστημα υπόγειας εξορύξεως, κατά την οποία αφήνονται μεγάλοι στύλοι από κάρβουνο σε κανονικά διαστήματα, για να συγκρατούν την οροφή.

Συγκεντρωτές: φακοί ή κάτοπτρα εστιάσεως, που αυξάνουν την ένταση του ηλιακού φωτός επάνω σε ηλιακά κύτταρα.

Συλλέκτες σωλήνων κενού: πιο ακριβοί σε σχέση με

τους ηλιακούς συλλέκτες επίπεδης επιφάνειας, παράγουν όμως υψηλότερες θερμοκρασίες.

Συλλέκτης: ένα από τα τρία στρώματα τρανζίστορ πυριτίου που περιέχει προσμίξεις.

Συμπαραγωγή: η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από θερμότητα και η χρήση της ίδιας θερμότητας για βιομηχανικές λειτουργίες ή άλλους σκοπούς.

Συμπλέκτης: απλή διάταξη συνδέσεως - αποσυνδέσεως, που χρησιμοποιείται στη μεταφορά κινήσεως.

Συνεταιρισμός: επιχείρηση που ανήκει σε δύο ή περισσότερα πρόσωπα.

Συνεχής εξόρυξη: σύστημα, σύμφωνα με το οποίο ειδικά κινητά εργαλεία εξορύσσουν και φορτώνουν κάρβουνο χωρίς να διακόπτεται η όλη διαδικασία. Δεν χρησιμοποιούνται εκρηκτικά.

Σύνθετος στρόβιλος: σειρά από στροβίλους, όπου ο ατμός διέρχεται διαδοχικά από τον έναν στον άλλο.

Σύντηξη: διαδικασία παραγωγής ενέργειας από τη σύντηξη δύο ελαφρών πυρήνων, η οποία παράγει βαρύτερο πυρήνα.

Συσσωρευτής: δοχείο αποθηκεύσεως υγρού υπό πίεση, σε υδραυλικό σύστημα. Λειτουργεί σαν αποσβεστήρας, δηλαδή σαν "αμορτισέρ" κατά τις μεταβολές πιέσεως και κατά τις μεταβολές κινήσεως του συστήματος.

Σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος: σύστημα μεταφοράς και ελέγχου ηλεκτρικού ρεύματος.

Σύστημα μεταφοράς ισχύος: μέθοδος μεταφοράς, ελέγχου και προσαρμογής της εξόδου ενεργειακού μετατροπέα.

Συσχετισμένο αέριο: αέριο που βρίσκεται στη ίδια υπόγεια δεξαμενή με το ακατέργαστο πετρέλαιο.

Συχνότητα: αριθμός εναλλαγών διά του αντιστοίχου χρόνου.

Σχάση: διαδικασία που μεταβάλλει τους πυρήνες ουρανίου (διάσπαση).

Σχάσιμο: υλικό που μπορεί να υποστεί σχάση.

Σχιστόλιθος: πέτρωμα από λάσπη, πηλό ή προσχωσιγενές πέτρωμα.

Σωλήνας τρυπανιού: κομμάτι χαλυβδοσωλήνα, όπου συνδέονται τα κοπτικά εργαλεία περιστροφικού τρυπανιού γεωτρήσεως.

Σωλήνας αποστάξεως: ειδικός καυστήρας με πολλές σωληνώσεις μέσα σε αυτόν, που χρησιμοποιείται για τη διύλιση πετρελαίου και παραγωγή διαφόρων προϊόντων.

Τ

Τάση: το αίτιο που προκαλεί ρεύμα σε αγωγούς.

Ταχύτητα: καθορίζει πόσο γρήγορα κινείται κάτι.

Τζουλ (Joule): η μονάδα ισχύος στο Διεθνές Σύστημα (S.I.).

Τζουλ (joule = 1 N-m): μονάδα μετρήσεως έργου ίση με το έργο που παράγει δύναμη ενός newton, όταν μετακινεί κατά την κατεύθυνσή της το σημείο εφαρμογής της κατά ένα μέτρο.

Τιπλ (tipple): εργοστάσιο, όπου γίνεται προπαρασκευή του λιγνίτη για χρήση.

Τοπική μεταφορά: μεταφορά όπου τα σχήματα δεν βγαίνουν από το κτήριο ή την περιοχή όπου βρίσκονται, όπως είναι οι ανελκυστήρες και οι ανυψωτήρες.

Τοπικοί άνεμοι: άνεμοι που προκαλούνται από τοπικές διαφορές θερμοκρασιών και τοπογραφία.

Τοπογραφία: μορφή της γης.

Τοπογράφοι κατευθύνσεως γεωτρήσεων: τεχνίτες, των οποίων δουλειά είναι να μετρούν ηχητικά, ηλεκτρικά ή ραδιενεργά χαρακτηριστικά των γήινων σχηματισμών σε γεωτρήσεις για πετρέλαιο και αέριο. Ανοίγουν δοκιμαστικές οπές, για να προσδιορίσουν πόσο παραγωγική θα είναι η πηγή.

Τοπογράφοι ορυχείων: εργάτες που κάνουν επιφανειακές και υπόγειες τοπογραφήσεις σε ορυχεία κάρβουνου, για να ελέγχουν τη διεύθυνση και το μήκος της εξορύξεως.

Τρανζίστορ: βασική διάταξη από ημιαγωγό. Μπορεί να διακόπτει και να αποκαθιστά ρεύμα σε κύκλωμα, πράγμα που το καθιστά σημαντικό στη λειτουργία των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Τρόποι μεταφοράς: όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει περιβάλλοντα μεταφορών. Επίσης, χρησιμοποιείται για τα συστήματα οχημάτων που σχεδιάζονται για αυτά τα περιβάλλοντα.

Τροχός νερού επάνω μέρους: το νερό τρέχει από το επάνω μέρος στη μεριά που αυτός κινείται προς τα κάτω. Το βάρος του νερού μαζί με την ταχύτητά του καθιστά τον υδροτροχό πολύ πιο αποδοτικό σε ισχύ.

Τροχός νερού κάτω μέρους: σχεδιασμένος να αφήνει το νερό να σπρώχνει τα κύπελλα στο κάτω μέρος.

Τρυπάνι ψαροουρά: τρυπάνι κατάλληλο για μαλακό πηλό και άμμο.

Τρυπάνια με στροφείς: κοπτικά εργαλεία, που είναι σχεδιασμένα για να κόβουν ειδικού είδους πετρώματα.

Τύρφη: το πρώτο στάδιο της διαδικασίας σχηματισμού κάρβουνου· είναι προϊόν που φαίνεται σαν ξύλο που έχει αποσυντεθεί.

Υ

Υγραέριο: όρος για προϊόντα πετρελαίου, όπως το προπάνιο.

Υγρό που πλέει: το χρησιμοποιημένο υγρό της λάσπης από διασπαστήρα.

Υδρογονάνθρακες: ουσίες, που αποτελούνται από δύο στοιχεία, άνθρακα και υδρογόνο.

Υδρογόνωση: διαδικασία, με την οποία παράγεται αέριο ή υγρό καύσιμο, συνήθως με την εξαγωγή πετρελαίου ή αερίου από κάρβουνο.

Υδρόπτερα: μετακινούν ανθρώπους με μεγάλες ταχύτητες σε μικρές θάλασσες. Με τη βοήθεια πτερυγίων

ανυψώνονται από το νερό και η αντίσταση κατά την κίνηση μειώνεται, οπότε μπορούν και μεγάλες ταχύτητες.

Υδροφόρα πετρώματα: υπόγεια πετρώματα, που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νερού, το οποίο έχει εισχωρήσει από την επιφάνεια της γης. Διοχετεύεται μέσα σε αυτά τα πετρώματα αέριο προς αποθήκευση, το οποίο εκτοπίζει το νερό.

Υλικά μεταβολής φάσεως: άλατα που μπορούν να αλλάξουν από τη στερεά στην υγρή φάση αποθηκεύοντας θερμότητα υπό μορφή εσωτερικής ενέργειας. Αν ληφθεί από αυτά θερμότητα, ξαναγίνονται στερεά.

Υπεργολικός: όρος για καύσιμα πυραύλων και οξειδωτών, που αναφλέγονται μόνα τους όταν έρθουν σε επαφή μεταξύ τους στο θάλαμο καύσεως (χωρίς εξωτερική ανάφλεξη).

Υπερφόρτωση: υπερβολικό ρεύμα που προκαλείται από ασυνήθιστα υψηλή απαίτηση ισχύος για συγκεκριμένο κύκλωμα.

Υπερωκεάνεια: μεγάλα πλοία για τη μεταφορά επιβατών από χώρα σε χώρα.

Υποβαθμισμένη: όρος που χρησιμοποιείται, για να περιγράψει ενέργεια που έχει φθάσει σε κατάσταση τέτοια, που να μην μπορεί να αξιοποιηθεί.

Υπόγειο ορυχείο: ορυχείο βαθιά κάτω από την επιφάνεια της γης.

Υπολογιστής: ηλεκτρονική συσκευή, που δέχεται δεδομένα, τα επεξεργάζεται, όπως καθορίζει ένα αποθηκευμένο πρόγραμμα εντολών, και παράγει διάφορες εξόδους (αποτελέσματα).

Υψομετρική διαφορά παλίρροιας: η διαφορά μεταξύ μικρής και μεγάλης παλίρροιας.

Υψόμετρο: απόσταση, κατά την οποία πέφτει το νερό μέχρι το σημείο όπου η ενέργειά του χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Φ

Φαινόμενο θερμοκηπίου: διαδικασία απορροφήσεως και "δεσμεύσεως" θερμότητας. Στην ατμόσφαιρα αυτό φαίνεται να οφείλεται στο διοξείδιο του άνθρακα και σε άλλα αέρια. Υπάρχει ο φόβος ότι μεγάλες ποσότητες τέτοιων αερίων θα προκαλέσουν παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας και έτσι θα διαταραχθούν οι κλιματολογικές συνθήκες και θα προκληθούν από το λιώσιμο των πάγων πλημμύρες.

Φοέν (Foehn): ζεστός ξηρός άνεμος από ορεινά μέρη.

Φορτηγά πλοία γενικού φορτίου: μεγάλα πλοία σχεδιασμένα να ταξιδεύουν σε μεγάλες θάλασσες, μεταφέροντας φορτία, όπως αυτοκίνητα, βαριά εξαρτήματα, συσκευασμένα προϊόντα, ξυλεία, φρούτα, λαχανικά ή βιομηχανικά προϊόντα.

Φορτηγά πλοία μεγάλου φορτίου: πλοία που μεταφέρουν στερεά και υγρά υλικά (χύμα) διά των θαλασσίων οδών.

Φορτωτής: μηχανή που κινείται με ρεύμα και διαθέτει οδοντωτό φτυάρι, μακρύ βραχίονα και ιμάντα μεταφοράς, για να μεταφέρει κάρβουνο σε βαγονέτο.

Φουμαρόλ: ριπές ατμού, που βγαίνουν από το έδαφος σε ηφαιστειογενείς περιοχές.

Φυσικό αέριο: το αέριο μέρος του αργού πετρελαίου.

Φυτοπλαγκτόν: όνομα που δίνεται σε έναν τεράστιο αριθμό φυτών και ζώων που αιωρούνται κοντά στην επιφάνεια μεγάλων υδατίνων όγκων.

Φωτοβολταϊκό στοιχείο: μικρό κρυσταλλικό κομμάτι πυριτίου που έχει προσμίξεις από άλλα στοιχεία όπως βόριο και φώσφορος. Τέτοια στοιχεία (κύτταρα) μπορούν και μετατρέπουν απευθείας ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική.

Φωτόνιο: σωματίδια ή πακέτα ενέργειας που κινούνται στο χώρο και δίνουν την ενέργειά τους αν κτυπήσουν σώμα μέσα από το οποίο δεν μπορούν να διέλθουν.

Φωτοσύνθεση: διαδικασία κατά την οποία τα φυτά συλλέγουν ηλιακή ακτινοβολία, μαζί με θρεπτικά συστατικά από το έδαφος, και τα αποθηκεύουν με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται φύλλα, στελέχη και κοτσάνια.

Χ

Χειριστής ανοικτού πύργου (γερανού): εργάτης του συνεργείου γεωτρήσεως, ο οποίος ετοιμάζει τα εργαλεία του πύργου και λειτουργεί τις αντλίες λάσπης.

Χόβερκραφτ: οχήματα, που εξαρτώνται από στρώμα αέρα για την κίνησή τους και για τη συγκράτησή τους επάνω στην επιφάνεια. Τέτοια οχήματα μπορούν να λειτουργούν και σε νερό και σε ξηρά.

Χριστουγεννιάτικο δένδρο: σύστημα βαλβίδων, που ελέγχει τη διανομή του πετρελαίου και αερίου και εμποδίζει ανεπιθύμητη ροή από την πετρελαιοπηγή.

Χωματερές: μέρη, όπου ρίχνονται τα χώματα από την επιφανειακή εξόρυξη.

Χώρος διασπάσεως: το μέρος (κτήριο) όπου ο ανθρακίτης προετοιμάζεται για χρήση.

Ψ

Ψυκτικό: αέριο που απορροφά θερμότητα και τη μεταφέρει σε άλλα σημεία κάποιου συστήματος ψύξεως, κλιματισμού ή αντλίας θερμότητας.

Ω

Ωμ (ohm): μονάδα της αντιστάσεως στη διέλευση του ρεύματος από αγώγιμη διάταξη.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

Α

Αγωγή, 264
Αγωγός, 201
Αδράνεια, 8
Αδρανειακή αποθήκευση, 188
Αεριομηχανές με κατακόρυφο άξονα, 194
Αεριοποίηση, 232
Αεριοποίηση κάρβουνου, 300
Αεριοποίηση με αέρα, 233
Αεριοποίηση με οξυγόνο, 233
Αεριοστρόβιλος, 285
Αέριο πόλεως, 129
Αερομεταφορές, 60-63
Αερόστατα (πηδαλιουχούμενα), 62
Αιθανόλη, 235
Αιολική ενέργεια, 179-185, 315
Αιτίες των παλιρροιών, 186
Ακατέργαστο κάρβουνο από το ορυχείο, 123
Ακατέργαστο πετρέλαιο, 131
Ακτινοβολία μέλανος σώματος, 172
Ακτινοβόλος ενέργεια, 148
Αλκυλίωση, 142
Άλλα επαγγέλματα, 316
Άλλες διατάξεις μετατροπής ενέργειας, 300
Άλλες μέθοδοι γεωτρήσεως, 136
Άλλες χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας, 258
Άλλοι μετατροπείς ενέργειας, 27
Αλυσίδες με οδοντωτούς τροχούς, 92
Αλυσιδωτή αντίδραση, 10, 209
Άμεση μετατροπή, 67
Άμεσοι μετασχηματιστές ενέργειας, 84
Αμμόλιθος, 144
Αμπέρ (Ampere), 104
Αμπερόμετρο, 38
Ανάγκη για οικονομία, 305
Ανάδραση, 3
Αναερόβια διάσπαση, 235
Αναερόβιοι διασπαστήρες, 236-237
Ανακύκλωση, 287
Ανάμιξη με βενζίνη, 143
Ανανεώσιμες, μη ανανεώσιμες και ανεξάντλητες πηγές ενέργειας, 13
Αναπαραγωγή, 212
Αναπαραγωγικός αντιδραστήρας υγρού μετάλλου, 217
Αναποτελεσματική οικιακή χρήση ενέργειας, 263
Ανάπτυξη φωτοβολταϊκών κυττάρων, 293
Αναπτυξιακή γεώτρηση (πηγάδι), 133
Ανεμογεννήτριες, 190
Ανεμόμυλοι στην Αμερική, 19
Άνεμος λόγω περιστροφής της γης, 182
Ανθρακικό άλας, 144
Ανθρακικό κάρβουνο, 115
Ανθρακωρύχος, 309
Ανθρώπινη ενέργεια, 1-3
Ανοικτός πύργος, 134
Αντιδραστήρας βαρέος νερού, 216
Αντιδραστήρας βράζοντος νερού, 215
Αντιδραστήρας ελαφρού νερού, 215
Αντιδραστήρας υψηλής θερμοκρασίας με ψυκτικό αέριο (HTGR), 216
Αντιδραστήρες πεπιεσμένου νερού, 215
Αντίσταση (αέρα), 61
Αντίσταση επιφανειακής τριβής, 283
Αντίσταση πιέσεως, 282
Αντλίες θερμότητας, 250, 275
Αντλίες θερμότητας και ηλιακή ενέργεια, 170
Ανύψωση, 61
Ανύψωση του πετρελαίου, 137
Άνωση, 57
Αξιοποίηση παλιρροιών, 201-205
Άξονες, 92-95
Απευθείας καύση, 231
Απογύμνωση, 117
Αποδεδειγμένα αποθέματα, 50
Απόδοση, 41
Απόδοση αντλίας θερμότητας, 275-277
Απόδοση στη θέρμανση του χώρου, 274
Αποδοτικές συσκευές, 273, 274
Αποδοτική χρήση φωτισμού, 280
Αποθέματα, 50, 51
Αποθέματα αερίου, 145
Αποθέματα κάρβουνου στις ΗΠΑ, 115
Αποθέματα ουρανίου, 212
Αποθηκευμένη ενέργεια, 188-189
Αποθήκευση ηλιακής ενέργειας, 156, 157
Αποθήκευση κάρβουνου, 123
Αποθήκευση με άντληση, 197
Αποθηκευτικά υλικά αλλαγής φάσεως, 168
Απομονωμένο αέριο, 144
Από νερό σε υδρογόνο, 294
Απόσταξη, 140

Απώλειες, 38
Αρχές θερμοδυναμικής, 275
Ασκούμενος χειριστής πυρηνικών αντιδραστήρων , 314
Ασφάλειες, 103
Ασφάλειες και ασφαλειοδιακόπτες, 102
Ασφαλιστικές βαλβίδες, 136
Ασφαλτικό ή μαλακό κάρβουνο, 115
΄Ασφαλτος, 131
Ατενίζοντας το μέλλον, 27, 50
Ατμοκίνητες αντλίες νερού, 22
Ατμολέβητες και καυστήρες, 83
Ατμοστρόβιλοι και αεριοστρόβιλοι, 23
Ατμοσφαιρική θερμοκρασία και πίεση του αέρα, 179
Αύξηση ροής αργού πετρελαίου, 138
Αυτεπαγωγή, 278
Αυτόματος (διακόπτης), 101
Αυτόματος έλεγχος, 280

Β

Βαθμός ημέρας, 265
Βαρέλι, 42, 43
Βαρύτητα, 5, 61
Βαρυτόμετρο, 133
Βάση, 108
Βασικά συστήματα ισχύος, 30, 31
Βατ (Watt), 40, 105, 279
Βελτιώσεις των μηχανών εσωτερικής καύσεως, 283
Βελτίωση της αποδόσεως του αυτοκινήτου, 282
Βιοαέριο ή μεθάνιο, 236
Βιοκαύσιμα, 12
Βιολογική μετατροπή, 235-237
Βιομάζα, 229
Βιομετατροπή με πυρόλυση, 232
Βιομηχανία, 286
Βιομηχανίες επεξεργασίας απορριμμάτων, 316
Βιομηχανίες παραγωγής ισχύος, 312-314
Βιομηχανική αποθήκευση φυσικού αερίου, 146
Βιομηχανικός τομέας, 48
Βολτ (Volt), 105
Βομβαρδισμός με δέσμες λέιζερ, 227
Βραχυκύκλωμα, 102
Βρετανική μονάδα θερμότητας (BTU), 42

Γ

Γεμίσματα, 167
Γεννήτρια MHD, 84
Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος, 81
Γεννήτριες, 27
Γεωγραφικά πλάτη του αλόγου, 183
Γεωθερμικά πηγάδια, 256
Γεωθερμική ενέργεια, 254-259
Γεωλογικά όργανα ελέγχου, 133
Γεωλόγοι, 132, 307
Γεωτρήσεις για πετρέλαιο, 133-137
Γεωτρήσεις (πηγάδια) - "αγριόγατες", 133
Γεώτρηση με περιστροφικά γεωτρύπανα , 134, 135
Γεωτρύπανο μορφής ουράς ψαριού, 135
Γεωφυσικοί, 307
Γιατί εξοκονομούμε ενέργεια, 261
Γιατί πρέπει να μελετήσομε την ενέργεια, 3
Γιγάντιος εκσκαφέας, 117
Γρανάζι - οδηγός ή κινητήριο γρανάζι, 91
Γρανάζια, 91

Δ

Δασοκομία, 316
Δέκτης, 98
Δεξαμενή, 159
Δεξαμενόπλοια, 59
Δευτερεύων βρόχος, 215
Δευτέριο, 216, 223
Δημιουργία συντήξεως, 224
Διαβαθμίσεις ενεργειακής αποδόσεως, 273
Διάγραμμα ροής κύκλου βιομάζας, 243
Διάδοση θερμότητας, 153
Διάδοση με αγωγή, 8
Διάδοση με μεταφορά, 7, 8
Διακόπτες, 101
Διακόπτης εναλλαγής τεσσάρων επαφών, 101
Διακόπτης εναλλαγής τριών επαφών, 101
Διαλυτικός καθαρισμός, 301
Διασπαστήρας κατακόρυφης μίξεως, 236
Διασπαστήρας μετατοπίσεως, 236
Διαστημικές μεταφορές, 63
Διάταξη μαγνητικής λαβίδας, 224
Διαφορές θερμικής ενέργειας και φωτός, 7
Διαφώτιστο, 7
Διάχυτη ακτινοβολία, 151
Διαχωρισμένες λειτουργίες, 161
Διαχωρισμός, 140-142
Διεπαφή PN, 107, 108
Διερευνητική γεώτρηση, 133
Δίοδοι, 107
Διύλιση πετρελαίου, 140-143
Δοκιμαστικά δείγματα, 133
Δοκιμές συστήματος OTEC, 252
Δορυφόροι ισχύος, 295
Δοχείο πιέσεως, 214
Δράση περιστροφής, 40
Δυναμική ενέργεια, 5
Δυναμική ενέργεια θέσεως, 5
Δυναμική ενέργεια μορφής, 5
Δυσκολίες, 201

Ε

Εγκάρσιο κόψιμο, 123
Εγκαταστάτης ηλιακών συστημάτων, 315
Είδη ανεμομηχανών, 192
Είδη ενέργειας, 5
Είδη κυκλωμάτων, 99
Είδη μεταβολών, 88
Ειδικές θερμότητες όγκου, 157
Ειδική θερμότητα, 157
Ειδικοί στη βελτίωση της βενζίνης, 308
Ειδικοί στις οξειδώσεις, 308
Ειδικός στις εκρήξεις, 308
Εισαγωγή, 3
Εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού, 20
Εκπομπός, 108
Ελεγκτές κατασκευής αγωγών, 309
Ελεγχόμενη καύση, 283
Έλεγχος με καπνό, 269
Έλεγχος μη επιθυμητής ισχύος, 37
Έλεγχος παθητικής θερμάνσεως, 161
Έλεγχος της ενέργειας, 34
Έλεγχος της σχάσεως, 216
Έλεγχος του πηγαδιού, 136
Ελεύθερο έμβολο, 79
Έμμεση δράση, 159
Έμμεση μετατροπή, 67
Εμπόδια στη διαρροή αέρα, 268-270
Εναλλάκτες θερμότητας, 168
Εναλλακτήρας, 81
Εναλλακτικές λύσεις ανανεώσιμης ενέργειας, 51
Ενεργά ηλιακά συστήματα θερμάνσεως, 162
Ενεργειακά αγροκτήματα, 245
Ενεργειακά αποθέματα, 48-51
Ενεργειακή διαχείρηση, 287
Ενέργεια, 1
Ενέργεια ακτινοβολίας, 6
Ενέργεια από κύματα, 205
Ενέργεια από φυτοπλαγκτόν, 246
Ενέργεια βιομάζας, 229-247
Ενέργεια και συστήματα ενέργειας, 1-13
Ενέργεια κυμάτων, 186
Ενέργεια στο μέλλον, 292-302
Ενέργεια συντήξεως και περιβάλλον, 226
Ενέργεια ως σύστημα, 3
Ένζυμα, 230
Εντοπισμός αποθεμάτων πετρελαίου και αερίου, 132-133
Εντοπισμός γεωθερμικής ενέργειας, 256
Εντοπισμός των διαρροών, 269
Εντροπία, 12
Εντροπία και ηλιακή ακτινοβολία, 152
Εξαγωγή με διαλύτες, 141
Εξέλιξη (διεργασία), 3
Έξοδος, 3
Έξοδος γεωθερμικής ενέργειας, 255
Εξοικονόμηση στις μεταφορές, 280
Εξόρυξη κάρβουνου, 116-120
Εξόρυξη μακρού τοίχου, 121
Επαγγέλματα σχετικά με τα καύσιμα απολιθωμάτων , 307-311
Επαγγέλματα σχετικά με τη βιομάζα, 316
Επαγγέλματα σχετικά με την αιολική ενέργεια, 315
Επαγγέλματα σχετικά με την ενέργεια, 305-318
Επαγγέλματα σχετικά με την εξόρυξη, διύλιση και διανομή καυσίμων, 309-312
Επαγγέλματα σχετικά με την εύρεση αποθεμάτων ενέργειας, 307
Επαγγέλματα σχετικά με την ηλιακή ενέργεια, 314
Επαγγέλματα σχετικά με την ισχύ από υδατοπτώσεις , 315
Επαγγέλματα σχετικά με την πυρηνική ενέργεια, 312
Επαγόμενη αντίσταση, 282
Επανάκτηση θερμότητας, 287
Επανάκτηση κατά το φρενάρισμα, 286
Επανάκτηση της γης, 128
Επανεπεξεργασία, 220
Επεξεργασία και αποθήκευση αποβλήτων, 220
Επεξεργασία με οξέα, 139
Επεξεργασία ουρανίου, 213
Επεξεργασία του κάρβουνου, 123
Επιβατηγά πλοία, 59
Επιβραδυντής, 210
Επίγειες μεταφορές, 55
Επίδραση της ενέργειας, 4
Επίδραση της θερμοκρασίας στον άνεμο, 182
Επίδραση της ξηράς στον άνεμο, 183
Επίδραση του ύψους στην ταχύτητα του ανέμου, 196
Επικαθήμενο χώμα, 116
Επιλογή λαμπτήρων φωτισμού, 279
Επίπεδοι συλλέκτες, 163
Επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη γεωθερμική ενέργεια, 258
Επιτάχυνση, 41
Επιταχυντές σωματιδίων, 224
Επιφανειακή εξόρυξη, 116
Επιχειρηματίες, 316
Εργαζόμενοι σε αγωγούς, 309
Εργαλεία με συρματόσχοινο, 134
Έργο, 1, 39
Έρευνα αεριοποιήσεως υπολειμμάτων καλαμποκιού , 240
Έρευνα για τον εντοπισμό της φλέβας κάρβουνου, 116
Έρευνα και γεωτρήσεις, 143
Έρευνα και γεωτρήσεις φυσικού αερίου, 143
Εσωτερική ενέργεια, 248-259
Εταιρεία, 317
Εφαρμογές φωτοβολταϊκών κυττάρων, 175

Ζ

Ζύμωση, 235

Η

Η άνοδος και η πτώση της αιολικής ενέργειας, 20
Η αξιοποίηση είναι μετατροπή, 26
Η γεννήτρια MHD, 298
Η γη ως αποσβεστήρας (αμορτισέρ), 248
Η εκμετάλλευση της ενέργειας τότε και τώρα, 16-28
Η θέση του κάρβουνου ως πηγής ενέργειας, 126
Η ιστορία του πετρελαίου, 131
Η λειτουργία των ηλεκτρικών κινητήρων, 82
Η πρώτη βιομηχανία πετρελαίου, 132
Η πυρηνική ενέργεια ως εναλλακτική λύση, 51
Η σπουδαιότητα της ενέργειας για μας, 46
Η φύση του ηλεκτρισμού, 80, 81
Ηλεκτρεγερτική δύναμη, 99
Ηλεκτρική ενέργεια, 9
Ηλεκτρική μεταφορά, 98-110
Ηλεκτρικό αυτοκίνητο, 285
Ηλεκτρικοί έλεγχοι, 100
Ηλεκτρικοί μετατροπείς, 79-84
Ηλεκτρογεώτρηση, 136
Ηλεκτρολόγος μηχανικός, 312
Ηλεκτρολόγος/ηλεκτρονικός μηχανικός, 312
Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, 6
Ηλεκτρόνια, 9, 149
Ηλεκτρονικά συστήματα, 106-110
Ηλιακά αποθέματα, 151-155
Ηλιακά κύτταρα, 84, 172-176
Ηλιακή αποθήκευση στη φύση, 152
Ηλιακή ενέργεια, 148-176
Ηλιακή ενέργεια για ατμό, 155
Ηλιακή ενέργεια μεγάλης θερμοκρασίας, 170
Ηλιακή θέρμανση κτηρίων, 157-172
Ηλιακή σταθερά, 151
Ηλιακό σύστημα θερμάνσεως άμεσης δράσεως, 157
Ηλιακοί θερμοσίφωνες, 169-171
Ηλιακοί συλλέκτες, 163
Ηλιακοί συλλέκτες και εφαρμογές, 167
Ημιαγωγά υλικά, 106
Ηχογεώτρηση, 136

Θ

Θαλάσσια θερμοδυναμική ενέργεια, 250
Θαλάσσιες γεωτρήσεις, 139
Θαλάσσιες οδοί, 60
Θέρμανση του πλάσματος, 224
Θέρμανση υπέρυθρου, 289
Θέρμανση χώρων, 256
Θερμίδα, 151
Θερμικές μηχανές, 22
Θερμική ενέργεια, 5, 6
Θερμοδυναμική ενέργεια εδάφους, 248-250
Θερμοηλεκτρικές γεννήτριες ισχύος, 299
Θερμοηλεκτρικοί μετατροπείς, 298
Θερμομόνωση και διαφράγματα, 162
Θερμομονωτής, 264
Θερμοσιφωνισμός, 159
Θερμότητα από σχάση, 210
Θερμοχημικά συστήματα, 231
Θέσεις εργασίας, 305
Θέσεις εργασίας σε βιομηχανίες καυσίμων απολιθωμάτων, 307
Θέσεις των αποθεμάτων στις ΗΠΑ, 255
Θεωρία των κβάντων, 6
Θρυμματισμός, 139

Ι

Ιδιοκτησία του ενός, 317
Ιδιότητες κυμάτων, 186
Ιδιότητες της ενέργειας, 4
Ιδιωτικές επιχειρήσεις, 316
Ικανότητες των επιχειρηματιών, 317
Ιμάντες και τροχαλίες, 92
Ιοντισμένο αέριο, 224
Ίππος (hp), 40
Ισομερισμός, 142
Ισότοπα, 212
Ισότοπο του υδρογόνου, 223
Ιστορία ηλιακών συστημάτων ισχύος, 155
Ισχύς, 39

Κ

Καλλιέργεια ή περίσωση, 243
Καλλιέργεια του κελπ (kelp), 245
Καλύμματα ατμών, 141
Καρβίδιο του βολφραμίου, 135
Κάρβουνο και περιβάλλον, 127, 128
Κατανάλωση ενέργειας, 46
Κατανάλωση σε μετρικές μονάδες, 46
Κατανομή άνθρακα, 230
Κατασκευή ενός IC, 109
Κατασκευή του καυσίμου, 213
Κατηγορίες επαγγελμάτων, 315
Κατοικίες και οικονομία ενέργειας, 294
Καύση ρευστοποιημένου στρώματος, 128
Καύσιμα απολιθωμάτων, 11
Καύσιμα απολιθωμάτων-κάρβουνο, 114-130
Καύσιμα απολιθωμάτων, πετρέλαιο και φυσικό αέριο , 131-147
Καύσιμο, 295-298
Καύσιμο βιομάζας, 231
Καύσιμο κινητήρων στο μέλλον, 295
Καύσιμο πυκνωμένης βιομάζας (DBF), 240
Καυστήρες οικονομικοί σε καύσιμο, 274
Κβαντική θεωρία, 7
Κελύφη, 182
Κινητήρας αεριοστροβίλου, 75

Κινητήρας αντιδράσεως (jet), 72
Κινητήρας diesel, 26
Κινητήρας ελεύθερου εμβόλου, 79
Κινητήρας κύκλου Stirling, 78
Κινητήρας ramjet, 74
Κινητήρες diesel (πετρελαιομηχανές), 71
Κινητήρες εσωτερικής καύσεως, 24, 25, 68
Κινητική ενέργεια, 5, 179-205
Κινητική ενέργεια στη φύση, 179
Κινούμενος κάδος, 117
Κίτρινο κέικ, 213
Κλάδοι που χρησιμοποιούν ενέργεια, 47, 49
Κλάσματα, 140
Κλασματικής αποστάξεως πύργος, 140
Κοιτάσματα αερίου, 144
Κοκ, 232
Κονιορτοποιημένο καύσιμο βιομάζας, 242
Κορυφή εξόδου, 174
Κόστος αιολικής ενέργειας, 200
Κόστος και βελτιώσεις της αποδόσεως, 174
Κόστος καλλιέργειας βιομάζας, 246
Κουάντ (quad), 42
Κυκλική τροχιά, 6
Κύκλωμα, 98
Κύκλωμα παράλληλης συνδέσεως, 99
Κύκλωμα σε σειρά, 99
Κυματική θεωρία, 7
Κύρια παγκόσμια παραγωγή ενέργειας ανά περιοχή και χώρα, 46
Κύτταρα καυσίμου, 297-298
Κωνικά τρυπάνια, 135

Λ

Λάγκλεϊ (Langley), 151
Λατομία (επιφανειακή εξόρυξη), 116
Λειτουργία αεριοστροβίλου, 75
Λειτουργία δίχρονου κινητήρα, 69
Λήψη γεωθερμικής ενέργειας, 255
Λιγνίτης, 115
Λιθόσφαιρα, 254
Λούμεν (Lumen), 279
Λυχνίες εκκενώσεως μεγάλης εντάσεως (HID), 280
Λυχνίες νατρίου χαμηλής πιέσεως, 279
Λυχνίες πυρακτώσεως, 279
Λυχνίες φθορισμού, 279

Μ

Μάγμα, 254
Μαγνητικά κάτοπτρα, 224
Μαγνητικός περιορισμός, 224-226
Μαγνητόμετρο, 133
Μάζα, 229
Μαϊστράλι, 185
Μακροπρόθεσμος σχεδιασμός, 286
Μανδύας, 254
Μεγάλη παλίρροια, 186
Μέγεθος R, 265
Μέγεθος U, 265
Μεθάνιο (βιοαέριο), 236
Μεθανοποίηση, 300
Μέθοδοι γεωτρήσεως, 134-136
Μέθοδοι έμμεσης μετατροπής, 68
Μέθοδοι εξορύξεως με απογύμνωση, 118
Μέθοδοι οικονομίας, 281
Μέθοδος βαθιάς εξορύξεως, 120
Μειονεκτήματα της ενέργειας βιομάζας, 246
Μείωση αντιστάσεως του αέρα, 282
Μελλοντικά αποθέματα, 51
Μέρη ενός ενεργού ηλιακού συστήματος, 163
Μέρη ενός συστήματος, 96
Μεταβλητές πηγές, 30, 32
Μεταβολή δυνάμεως ή ταχύτητας, 89, 90
Μεταβολή κατευθύνσεως, 89
Μετάδοση ενέργειας, 34 -36
Μετάδοση με ρευστά, 95-99
Μετασχηματιστής, 82
Μετατροπέας DC/AC, 196, 197
Μετατροπείς εξωτερικής καύσεως, 77
Μετατροπή, 220
Μετατροπή αιολικής ενέργειας, 190
Μετατροπή βιομάζας σε ενέργεια, 231
Μετατροπή ενέργειας, 11, 12, 13, 32, 34, 42
Μετατροπή κάρβουνου και περιβάλλον, 301
Μετατροπή κινητικής ενέργειας, 189-199
Μετατροπή κλασμάτων του πετρελαίου, 142
Μεταφορά, 264
Μεταφορά ισχύος με ακτινοβολίας, 294
Μεταφορά ισχύος στο φόρτο (φορτίο), 89
Μεταφορά κάρβουνου, 125
Μεταφορά κάρβουνου με αγωγό, 125
Μεταφορά με αγωγό (φυσικού αερίου), 145
Μεταφορά πετρελαίου, 143
Μεταφορά σε νερό, 57-60
Μεταφορά φυσικού αερίου, 145
Μεταφορείς ανθρώπων, 55
Μεταφορείς επιβατών, 55-60
Μεταφορείς φορτίων, 55
Μεταφορικά συστήματα, 53-66
Μετοχή, 317
Μέτρα ασφάλειας στα ορυχεία, 123
Μέτρα εξοικονομήσεως, 263
Μέτρα και μετρητές στάθμης, 38
Μέτρηση, 38
Μέτρηση έργου, 39
Μέτρηση του ανέμου, 195
Μετρητές ταχύτητας ανέμου ή ανεμόμετρα, 196

Μη ενεργειακός τομέας, 48
Μήκος κύματος, 149
Μηχανές οριζόντιου άξονα, 192-195
Μηχανή Stirling, 284
Μηχανικά συστήματα μεταφοράς, 88-95
Μηχανική ενέργεια, 5, 8, 179
Μηχανικό πλεονέκτημα, 90, 91
Μηχανικοί αγωγών, 309
Μηχανικοί ορυχείων, 307
Μηχανικοί πετρελαίου, 308
Μηχανικός διαχειρήσεως αποβλήτων ραδιενεργών υλικών, 313
Μηχανικός επανακτήσεως πυρηνικών καυσίμων, 313
Μηχανικός έρευνας πυρηνικών καυσίμων, 313
Μηχανικός ηλιακών συστημάτων, 315
Μηχανικός ισχύος, 312
Μηχανικός μεταφοράς ισχύος, 312
Μηχανικός πυρηνικής ασφάλειας, 313
Μηχανικός πωλήσεων πυρηνικών διατάξεων, 313
Μηχανικός ραδιοπροστασίας, 313
Μηχανικός σχεδιασμού πυρηνικών κατασκευών, 313
Μικρή παλίρροια, 186
Μικρόσφαιρες, 216
Μικροϋπολογιστής, 109
Μονάδες ενέργειας και ισοδυναμίες, 47
Μονάδες μετρήσεως ηλιακής ακτινοβολίας, 151
Μόνωση θεμελίων, 267
Μορφές αποθηκεύσεως φυσικού αερίου, 145
Μορφές γεωθερμικής ενέργειας, 256
Μορφές ενέργειας, 5-10, 13
Μορφές ιδιοκτησίας, 316

N

Νέα καύσιμα από κάρβουνο, 128, 129
Νέες διαδικασίες καύσεως, 128
Νέες οικοδομές, 271
Νερό που πέφτει ή ρέει, 186
Νετρόνια, 10
Νιούτον (Newton) προωθήσεως, 75
Νόμοι διατηρήσεως της ενέργειας, 11
Νόμοι της Θερμοδυναμικής, 11

Ξ

Ξυλουργοί ορυχείων, 310

O

Ο αεριοστρόβιλος Mod-2, 191
Ο αναπαραγωγικός αντιδραστήρας, 217
Ο ήλιος, 148-151
Ο κινητήρας Rankine, 83
Ο τοροειδής θάλαμος, 224
Οδηγίες για ενεργειακά αποτελεσματικές κατασκευές , 272
Οδηγοί βαρέων φορτηγών, 308
Οι έννοιες της ισχύος της ενέργειας και της μετρήσεως, 39
Οικονομία στη βιομηχανία, 286
Οικονομία στην ενέργεια, 261
Οικονομία στο στεγαστικό-εμπορικό τομέα, 263
Οι πρώτοι ανεμόμυλοι, 18, 19
Ολοκληρωμένα κυκλώματα, 109
Ονόματα και σύμβολα για ηλεκτρικά συστήματα, 104- 106
΄Οργανα μετρήσεως, 196
Ορθά πολωμένη δίοδος, 108
Ουράνιο, 212

Π

Παγίδες, 132
Παθητική ηλιακή θέρμανση, 157
Πακέτο καυσίμου, 213
Παλίρροια, 186
Παλιρροϊκή μεταβολή, 186
Παλιρροϊκοί νερόμυλοι, 201
Παλιρροϊκός σταθμός στην παραλία του FUNDY, 204
Πάουντς (Pounds) ή Newton προωθήσεως, 75
Παραβολικοί συγκεντρωτές, 163
Παραγωγή ηλεκτρισμού από γεωθερμικές πηγές, 256- 257
Παραγωγή ηλιακών κυττάρων, 173
Παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας, 45-52
Παραγωγή στερεών καυσίμων, 301
Παράλληλες εισαγωγές, 121
Παραπροϊόντα της σχάσεως, 218
Περιβάλλοντα μεταφοράς, 54
Περιβαλλοντολογικές θεωρήσεις (και κινητική ενέργεια), 199
Περιορισμός, 224
Περιορισμός αδράνειας, 226
Περιορισμός απωλειών ενέργειας από γυαλί, 268
Περιστροφικός κινητήρας εσωτερικής καύσεως, 72
Πετρέλαιο, 140-142
Πηγάδι εισαγωγής, 138
Πηγές βιομάζας, 243-245
Πηγές ενέργειας, 12
Πηγές καυσίμου, 297
Πηγή ενέργειας, 30, 31-32
Πηγή ενέργειας για OTEC, 251
Πίεση, 41, 42, 96
Πίεση αερίου κατά τη μεταφορά, 145
Πίεση στον πυθμένα της τρύπας, 136
Πίνακας αποδόσεως διαφόρων πηγών φωτός, 278
Πίνακας απορριμμάτων και καταλοίπων, 244
Πίνακας απορριμμάτων των πόλεων στις ΗΠΑ, 244
Πίνακας εναλλακτικών καυσίμων για τα αυτοκίνητα του μέλλοντος, 296
Πίνακας ετήσιας καταναλώσεως ενέργειας ηλεκτρικών οικιακών συσκευών, 272
Πίνακας θερμικής αντιστάσεως διαφόρων μονωτικών υλικών, 266

Πίνακας καταναλώσεως ενέργειας κατά κεφαλήν στις ΗΠΑ, 263
Πίνακας κατανομής ενέργειας στα μέσα μεταφοράς , 281
Πίνακας μετατροπής μονάδων ενέργειας, 42
Πίνακας οδηγιών για την αποδοτικότερη χρήση οικιακών συσκευών, 274
Πίνακας οχημάτων και καταναλώσεως καυσίμων, 53
Πίνακας συγκρίσεως κόστους των μέσων μεταφοράς , 281
Πίνακας συνιστωμένων τιμών μονώσεως R, 266
Πίνακας τιμών R για κοινά δομικά υλικά, 265
Πίνακας χαρακτηριστικών λυχνιών φθορισμού, 279
Πίνακας χρήσεων γεωθερμικής ενέργειας, 258
Πιο πρόσφατη ανάπτυξη, 190
Πλανητικός άνεμος, 182
Πλάσμα, 224
Πλεονεκτήματα ενεργειακής καλλιέργειας βιομάζας , 246
Πλήρη αιολικά συστήματα ισχύος, 196
Πλοία μεταφοράς σιδηρών κιβωτίων, 58
Πλουτώνιο, 212
Πνευματικά συστήματα, 98
Πόδια-pounds, 39
Πολιτικός μηχανικός, 312
Πολλαπλασιασμός δυνάμεως, 96
Πολυμερισμός, 142
Πόλωση, 107
Πόσο κάρβουνο υπάρχει; 127
Ποσοστό υδροηλεκτρικής ενέργειας, 201
Ποσότητα αιολικής ενέργειας στις ΗΠΑ, 186
Προβλήματα με τον κινητήρα Stirling, 78
Προβλήματα του συστήματος OTEC, 254
Προγράμματα μικρών γεννητριών, 192
Προδιαγραφές R και U, 265
Προέλευση της εσωτερικής ενέργειας της γης, 255
Προετοιμασία καυσίμου, 216
Προϊόντα που παράγονται από τη διύλιση αργού πετρελαίου, 140
Προσπίπτουσα ακτινοβολία, 151
Προσρόφηση, 142
Προσωρινή αποθήκευση, 219
Προφύλαξη από τον ηλεκτρισμό, 106
Προώθηση, 61
Πρωτεύων βρόχος, 215
Πρωτόγονη χρήση ενέργειας, 16, 17
Πρωτόνια, 10
Πύκνωση βιομάζας, 240-241
Πύραυλοι με στερεά προωθητικά, 77
Πύραυλοι με υγρό προωθητικό, 77
Πυραυλοκινητήρες αντιδράσεως, 76
Πύργος κλασματικής αποστάξεως, 140
Πυρήνας, 10, 149
Πυρηνικά καύσιμα, 212-213
Πυρηνική ενέργεια, 5, 10, 208-228
Πυρηνική σύντηξη, 149, 223
Πυρηνικοί αντιδραστήρες, 210, 214-218
Πυρηνικοί κινητήρες αεροπλάνων, 218
Πυρηνοκίνητα πλοία, 218
Πυρηνοκίνητοι πύραυλοι, 218
Πυρόλυση, 142
Πώς αναπτύχθηκε ο κινητήρας εσωτερικής καύσεως , 25
Πώς διαδίδεται η ενέργεια, 7, 8
Πώς διαδίδεται η ενέργεια ακτινοβολίας, 149
Πώς διαδίδεται η ηλιακή ενέργεια, 149
Πώς διαδίδεται η θερμότητα, 7
Πώς δουλεύει το σύστημα OTEC, 251
Πώς λειτουργεί η αντλία θερμότητας, 275
Πώς λειτουργεί η ατμομηχανή, 23
Πώς λειτουργεί το κύτταρο καυσίμου, 297
Πώς λειτουργούν οι γεννήτριες/εναλλακτήρες, 81
Πώς λειτουργούν τα ηλιακά κύτταρα, 175
Πώς παράγεται η βιομάζα, 229
Πώς παράγεται η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, 149
Πώς παράγεται ισχύς από τους τέσσερις χρόνους, 69
Πώς παράγεται ο ηλεκτρισμός, 80, 81
Πώς πετούν τα αεροπλάνα, 61
Πώς σχεδιάζονται τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια, 201
Πώς σχηματίσθηκε το κάρβουνο, 114
Πώς χάνεται ενέργεια, 262
Πώς χάνεται η θερμότητα, 264

P

Ράβδοι ελέγχου, 210
Ραντ (RAD), 222
Ρευστοποίηση, 234
Ροή οπών, 106
Ροπή, 40
Ρότορας με τη φτερωτή μπροστά, 192, 194
Ρότορας με τη φτερωτή πίσω, 192, 193
Ρυθμιστές τάσεως, 196
Ρυθμιστές φωτισμού, 280

Σ

Σεισμική ανάλυση, 116
Σεισμικοί διερευνητές, 308
Σεισμογράφος, 116, 133
Σημερινή χρήση πυρηνικής ενέργειας, 211
Σκάφη ρυμουλκήσεως, 59
Σλάρυ (Slurry), 236
Smock mills, 19
Σπίτια προστατευμένα από τη γη, 250
Σταθερές ή τυχαίες διαδρομές, 57
Σταθερή πηγή, 31, 32
Σταθεροί άνεμοι, 183
Σταθμοί ισχύος, 82
Στεγαστικός/Εμπορικός τομέας, 48
Στοιχεία και συσσωρευτές (μπαταρίες), 83
Στοιχεία της διαδικασίας, 300
Στροβιλογεώτρηση, 136

Στρόβιλοι, 21, 23, 24
Στροβιλοκινητήρας αντιδράσεως, 74
Στροβιλοκινητήρας ελικοφόρος, 75
Στροβιλοκινητήρας με ανεμιστήρα, 75
Στρόβιλος αντιδράσεως, 24
Στρόβιλος δράσεως, 24
Στρώματα δεξαμενών, 132
Στρώματα πηγών, 132
Συγκεντρωτές, 174
Συγκεντρωτικοί συλλέκτες, 165
Σύγκριση για αποθήκευση θερμοδυναμικής ενέργειας , 169
Σύγκριση στην κατανάλωση ενέργειας, 306
Σύγκριση συστημάτων ισχύος, 31
Σύγχρονα συστήματα μετατροπής, 26
Συλλέκτες σωλήνων κενού, 163, 165
Συλλέκτης, 109
Συμβατική εξόρυξη, 120
Σύμβολα για ηλεκτρικά συστήματα, 104
Συμπαραγωγή, 234, 287
Συμπλέκτης, 89
Σύνδεση και διακοπή, 89
Συνεχής εξόρυξη, 120
Σύνθετος στρόβιλος, 24
Συνιδιοκτησία, 317
Σύντηξη, 10
Συντήρηση συστημάτων φωτισμού, 280
Συσσωρευτές, 197
Συσσωρευτής, 97
Σύσταση του βιοαερίου, 236
Σύσταση φυσικού αερίου, 144
Συστατικά αργού πετρελαίου, 140
Σύστημα αντλίας θερμότητας, 275
Σύστημα εξορύξεως με δωμάτια και στύλους, 120
Σύστημα ηλεκτρικής μεταφοράς ισχύος, 98
Συστήματα ανέμων της βόρειας Αμερικής, 185
Συστήματα βαθιάς εξορύξεως, 120
Συστήματα ισχύος, 29-44
Συστήματα με αέρα, 167
Συστήματα με υγρό, 167
Συστήματα μετατροπής ενέργειας, 67-78
Συστήματα μεταφοράς, 166
Συστήματα μεταφοράς ισχύος, 88-110
Συστήματα μετρήσεως, 39-44
Συστήματα παραγωγής ενέργειας από απορρίμματα , 237-243
Συστήματα προωθήσεως, 64
Συστήματα πυρηνοκινήσεως, 218
Συστήματα συμπαραγωγής, 287
Συσχετισμένο αέριο, 144
Σφράγισμα, 136
Σφράγισμα χαραμάδων, 270
Σχάση, 10, 209
Σχεδιασμός μηχανημάτων που απαλλάσσουν τον άνθρωπο από επίπονες εργασίες, 18
Σχεδιασμός τότε και τώρα, 17, 18
Σχηματισμοί ανέμων, 182
Σχιστόλιθος, 144
Σωλήνας αποστάξεως, 140
Σωλήνας τρυπανιού, 134
Σωστή διοχέτευση θερμότητας όσον αφορά τα σπίτια , 277
Σωστή τοποθέτηση των φώτων, 280

T

Τα οικονομικά της πυρολύσεως, 232
Τα στάδια του κάρβουνου, 115
Ταχύτητα, 40
Τετράχρονος κινητήρας, 68
Τεχνητή άντληση, 138
Τεχνικός σύμβουλος πυρηνικών σταθμών, 313
Τεχνίτης επεξεργασίας πυρηνικών υλικών, 313
Τεχνίτης πυρηνικών οργάνων και ελέγχου, 314
Τεχνίτης ραδιοπροστασίας, 314
Τεχνολογία θερμικών μηχανών, 300
Τι είναι η ακτινοβολία;, 222
Τι έχει απομείνει;, 50
Τιπλ (tipple), 123
Το δευτέριο ως πηγή ενέργειας, 223
Το επάγγελμα του μηχανικού, 312
Τομείς χρήσεως ενέργειας, 262
Το μέλλον της αιολικής ενέργειας, 199
Το μέλλον της γεωθερμικής ενέργειας, 258
Το μέλλον της ενέργειας συντήξεως, 302
Το μέλλον της σχάσεως, 220
Το πετρέλαιο ως μελλοντική πηγή ενέργειας, 143
Τοπικές μεταφορές, 55
Τοπικοί άνεμοι, 183-185
Τοπικοί μεταφορείς, 56, 57
Τοπογραφία, 116
Τοπογράφοι κατευθύνσεως γεωτρήσεων που χρησιμοποιούν γεωτρήσεις, 308
Τοπογράφοι ορυχείων, 308
Τοποθέτηση θερμομονώσεως, 265
Το πρόγραμμα καύσεως St. Louis, 238
Το υδρογόνο ως πηγή καυσίμου στο μέλλον, 296
Τρανζίστορ, 108
Τρόπος (μεταφοράς), 54
Τροχός νερού επάνω μέρους, 20
Τροχός νερού κάτω μέρους, 20
Τρυπάνια, 135
Τρυπάνια με στροφείς, 135
Τρύπημα της θήκης, 136
Τσαρ (Char), 301
Τύποι αεροσκαφών, 61
Τύποι αναπαραγωγικών αντιδραστήρων, 217
Τύποι ανέμων, 186
Τύποι αντιδραστήρων, 214
Τύποι ατμοστροβίλων, 24
Τύποι ελέγχου, 34

Τύποι μετατροπής, 67-78
Τύποι σκαφών, 50

Υ

Υγραέριο, 138
Υγρά καύσιμα από κάρβουνο, 300
Υγροποίηση φυσικού αερίου, 146
Υγρό που πλέει, 237
Υδατάνθρακες, 114
Υδατοκαλλιέργειες, 245
Υδραυλικά συστήματα, 95-98
Υδρογόνωση, 234
Υδροηλεκτρική ενέργεια, 200-201
Υδροηλεκτρική τεχνολογία, 201
Υδροξειδικό κύτταρο καυσίμου, 297
Υδρόπτερα, 59
Υδροστρόβιλος αντιδράσεως, 201
Υδροστρόβιλος δράσεως, 201
Υλικά μεταβαλλόμενης καταστάσεως ή υλικά μεταβαλλόμενης φάσεως, 157
Υπάρχοντες και σχεδιαζόμενοι παλιρροϊκοί σταθμοί , 202
Υπεργολικό, 77
Υπέρυθρη φωτογράφηση, 270
Υπερφόρτωση, 103
Υποασφαλτικό κάρβουνο, 115
Υποβαθμισμένη ενέργεια, 212
Υπόγεια ή βαθιά εξόρυξη, 120
Υπόγειο ορυχείο, 116
Υποθαλάσσια γεωτρύπανα, 140
Υπολείμματα συγκομιδής και ξήρανση δημητριακών , 238
Υπολογισμός διαβαθμίσεως ενεργειακής αποδόσεως , 273
Υπολογισμός λόγου γραναζιών, 92
Υπολογισμός της δυναμικής ενέργειας, 41
Υπολογιστές, 109
Υψόμετρο, 41

Φ

Φαινόμενο θερμοκηπίου, 154
Φαινόμενο καμινάδας, 264, 265
Φλόγα συντήξεως, 302
Φλογογεώτρηση, 136
Φοέν (Foehn), 185
Φορτηγά πλοία γενικού φορτίου, 58
Φορτηγά πλοία μεγάλου φορτίου, 58
Φορτίο (φόρτος), 38
Φόρτωση και μεταφορά (κάρβουνου), 116, 118
Φορτωτής, 120
Φτυάρι για επιφανειακή εξόρυξη, 117
Φύση της ηλιακής ακτινοβολίας, 153
Φυσικές αποθήκες αερίου, 145
Φυσική ανύψωση, 137
Φυσικό αέριο, 131, 143-146
Φυτάνθρακας, 115
Φωτεινή ενέργεια, 5, 6
Φωτισμός, 279
Φωτοβολταϊκά συστήματα δορυφόρων, 175
Φωτοβολταϊκό κύτταρο, 172
Φωτόνια, 7, 175
Φωτοστοιχεία, 280
Φωτοσύνθεση, 11, 229

Χ

Χειριστές βιομηχανικών φορτηγών, 308
Χειριστής ανοικτού πύργου (γερανού), 308
Χημική ενέργεια, 8, 9
Χόβερκραφτ (Hovercraft), 59
Χρήσεις του DBF, 242
Χρήση βιοκαυσίμων, 230
Χρήση θερμότητας για κίνηση, 22
Χρησιμοποίηση καυσίμων απολιθωμάτων, 23-27
Χρησιμοποίηση της αποθηκευμένης εσωτερικής ενέργειας της γης, 248
Χριστουγεννιάτικο δένδρο, 136
Χρονοδιακόπτες, 280
Χωματερή, 117
Χωριστή έγχυση καυσίμου, 283
Χώρος διασπάσεως, 123

Ψ

Ψύξη, 142
Ψυκτικό, 275

Ω

Ωμ (Ohm), 105