



ΚΑΠΕ
CRRES

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

Ένα βιβλίο για την
ΕΝΕΡΓΕΙΑ και τις ΠΗΓΕΣ της
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ και ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ

Βιβλίο II



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
" ΑΝΟΙΧΤΕΣ ΘΥΡΕΣ "

Η επανέκδοση του βιβλίου έγινε στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα» του Γ. Κ.Π.Σ. Έργο συγχρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά 76% (ΕΠΠΑ)



**Η επανέκδοση του βιβλίου έγινε στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα» του Γ' Κ.Π.Σ.
Έργο συγχρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά 75% (ΕΤΠΑ)**

ΕΤΠΑ (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης)
Συμβολή στην άμβλυση των ανισοτήτων όσον αφορά την ανάπτυξη και το βιοτικό επίπεδο μεταξύ των διαφόρων περιφερειών, καθώς και τη μείωση της καθυστέρησης των λιγότερο ευνοημένων περιφερειών.



ΚΑΠΕ

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

**Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ
ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ :
Τι, Πώς, Γιατί**

Ένα βιβλίο για την
ΕΝΕΡΓΕΙΑ και τις ΠΗΓΕΣ της
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ & ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ

Τι είναι,
Πώς πρέπει να τις χρησιμοποιούμε
και Γιατί

Γεωργ. Θεόφ. Καλκάνης

Βιβλίο II, για το Δάσκαλο

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
" ΑΝΟΙΧΤΕΣ ΘΥΡΕΣ "**

Το βιβλίο αυτό εκδόθηκε από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), έπειτα από ανάθεση της Γενικής Γραμματείας Έρευνας & Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) του Υπουργείου Ανάπτυξης. Το έργο ανετέθη από τη ΓΓΕΤ στα πλαίσια του προγράμματος "ΑΝΟΙΧΤΕΣ ΘΥΡΕΣ", του Επιχειρησιακού Προγράμματος Έρευνας και Τεχνολογίας II (ΕΠΕΤ II), Μέτρο 2.3. "Τεχνικός Πολιτισμός".

Το βιβλίο απευθύνεται στους δασκάλους των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου και αποτελεί βοήθημα του αντίστοιχου βιβλίου, που εξέδωσε το ΚΑΠΕ για τους μαθητές. Υπεύθυνος για την υλοποίηση του Έργου ήταν ο Τομέας Εκπαίδευσης του ΚΑΠΕ.

Το συντονισμό του έργου είχε η Κα **Ντ. Καράντζα**, Υπεύθυνη του Τομέα Εκπαίδευσης.

Η συγγραφή του βιβλίου αυτού, όπως και του αντίστοιχου βιβλίου που απευθύνεται στους μαθητές, έγινε από τον **κ. Γεωργ. Θ. Καλκάνη**, Φυσικό, Αναπληρωτή Καθηγητή στον Τομέα Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος και Διευθυντή του ομώνυμου Εργαστηρίου του Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Στη συγγραφή του τμήματος του βιβλίου, που αναφέρεται στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, συνεργάστηκαν οι κυρίες **Ντίνα Καράντζα**, Διπλ. Πολιτικός Μηχ., Υπεύθυνη του Τομέα Εκπαίδευσης του ΚΑΠΕ και **Έφη Κωτσάκη**, Φυσικός, συνεργάτης του Τομέα Ενεργ. Ηλιακών Συστημάτων του ΚΑΠΕ, οι οποίες επιμελήθηκαν και τα κείμενα του βιβλίου.

Τα σκίτσα έγιναν από την κα. **Ελίζα Βαβούρη**.

Η καλλιτεχνική επιμέλεια έγινε από την κα. **Αικατερίνη Τοποσόγλου**.

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ

Τι, Πώς, Γιατί

Βιβλίο II, για το δάσκαλο

1η έκδοση, Πικέριμ 1997

© ΚΑΠΕ, 1997

ISBN 960 - 85449 - 7 - 1



Copyright Γ. Θ. Καλκάνης

Όλα τα δικαιώματα ανήκουν στο Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και απαγορεύεται χωρίς την γραπτή άδειά του να αναπαραχθεί ολόκληρο το έργο ή μέρος του, με οποιοδήποτε μέσο.



Η μελέτη της ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

και των διαδικασιών/φαινομένων όπου συμμετέχει,
αλλά και οι διαδοχικές μετατροπές της,
η επάρκεια των ΠΗΓΩΝ της,
καθώς και οι τρόποι της βέλτιστης εκμετάλλευσής της,
είναι ένα φιλοσοφικά ενδιαφέρον,
γνωστικά δύσκολο και πρακτικά δυσεπίλυτο πρόβλημα ...

... πέραν του φιλοσοφικού και γνωστικού προβλήματος,
αποφασιστική συμβολή στην επίλυση (και) του πρακτικού προβλήματος
- γνωστού ως Ενεργειακού
(και του παραγώγου του περιβαλλοντικού) Προβλήματος
που συνδέονται με τις συμβατικές (σήμερα), μη ανανεώσιμες (ενεργειακά)
και μη καθαρές (περιβαλλοντικά) Πηγές Ενέργειας -,
αναμένεται από την εκπαιδευτική διαδικασία
- και μάλιστα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση -...

... εκεί είναι δυνατή η διαμόρφωση ενός πιο ενημερωμένου
και ευαισθητοποιημένου ανθρώπου/πολίτη που,
εφοδιασμένος με τη συνείδηση, τη γνώση και
- κυρίως - συγκεκριμένες πρακτικές,
θα δράσει - στο μέλλον - ατομικά
αλλά και ως μέλος ίσως της νομοθετικής,
εκτελεστικής ή ελεγκτικής εξουσίας
για τη βέλτιστη εκμετάλλευση και εξοικονόμηση της Ενέργειας,
όπως και για την ανάπτυξη και την όσο το δυνατόν ευρύτερη χρήση
των εναλλακτικών (σήμερα), ανανεώσιμων (ενεργειακά)
και καθαρών (περιβαλλοντικά) Πηγών Ενέργειας.

Ο πρόλογος του συγγραφέα

Σκοπός του παρόντος, συνοδευτικού του αντίστοιχου βιβλίου για το μαθητή, είναι η συμβολή στην προσπάθεια για τη δημιουργία ενός ενημερωμένου και ευαισθητοποιημένου θρώπου/πολίτη.

Του ενημερωμένου πολίτη που γνωρίζει τα προβλήματα (τοπικά, ευρύτερα, παγκόσμια), μπορεί να τα αξιολογήσει, θέλει να συμβάλει στην αντιμετώπισή τους και γνωρίζει πώς να δράσει (ατομικά, συλλογικά), ώστε να επιτευχθεί η όποια λύση ή εξομάλυνσή τους.

Του πολίτη που έχει συνειδητοποιήσει ότι η λύση των προβλημάτων δεν πρέπει να επαφίεται μόνο στην ύπαρξη και εφαρμογή των όποιων νόμων, αλλά στην τεκμηριωμένη άποψη και συνειδητή πρακτική του καθενός μας.

Θεωρούμε ότι χαρακτηριστικό -και σημαντικό- στοιχείο αυτού του ανθρώπου/πολίτη, πρέπει να είναι η ενεργειακή και περιβαλλοντική συνείδηση/γνώση/πρακτική, που θα τον βοηθήσουν να εντάξει σωστά τον εαυτό του στον κόσμο μας και να αντιμετωπίσει ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματά του.

Χρησιμοποιούμε τον όρο "ένα από τα προβλήματά του", αφού κατά τη γνώμη μας το περιβαλλοντικό πρόβλημα του πλανήτη μας σήμερα δημιουργείται, κατά το μεγαλύτερο μέρος του, από το ενεργειακό πρόβλημα και τις προσπάθειες επίλυσής του, έτσι ώστε αυτά τα δύο αποτελούν ένα πρόβλημα.

Η αναζήτηση της απαραίτητης ενέργειας από τον άνθρωπο, η επάρκεια των αποθηκών/πηγών της, η βέβαια και ταχεία εξάντληση μερικών από αυτές, οι βέλτιστοι τρόποι εκμετάλλευσης και εξοικονόμησής της, τα οικονομικά, κοινωνικά, ηθικά προβλήματα που δημιουργούνται από την ανισοβαρή, αλλού αλόγιστη και αλλού ανεπαρκή χρήση της, καθώς και η μεγάλη και με αύξοντες ρυθμούς, τα τελευταία χρόνια, επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τους μηχανισμούς και τα συστήματα μετατροπής και μεταφοράς της ενέργειας, συνιστούν πράγματι ένα από τα κρισιμότερα, σήμερα, προβλήματα του ανθρώπου, το ενεργειακό/περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Είναι φανερό ότι το πρόβλημα εκτός από κρίσιμο είναι και πολυσύνθετο. Έχει φιλοσοφική διάσταση, αφού η ενέργεια δημιούργησε τον κόσμο μας και προβλέπεται να είναι και η κατάληξή του, έχει γνωστικές δυσκολίες, αφού εννοιολογικά η μελέτη της ενέργειας θεωρείται εγχείρημα όχι απλό, έχει ηθικές και κοινωνικές προεκτάσεις, που αφορούν κυρίως στις ανισότητες που δημιουργεί η ανισομερής διάθεσή της. Έχει επιπτώσεις στην παγκόσμια ειρήνη, αφού υπήρξε και είναι συχνά η αιτία τριβών και πολέμων. Έχει οικονομικές επιπτώσεις, με αποτέλεσμα τη διαμόρφωση του επιπέδου διαβίωσης των λαών, αφού οι πηγές της - τουλάχιστον οι έως σήμερα συμβατικές - δεν είναι προσβάσιμες σε όλους και η σπανιότητά τους καθιστά την ενέργεια πανάκριβη. Και βέβαια οι μετατροπές και η μεταφορά της ενέργειας, για τη χρήση της από τον άνθρωπο, αναδεικνύονται ως ο κύριος επιβαρυντής του περιβάλλοντος, με συνυπεύθυνη ασφαλώς την τεχνολογία που χρησιμοποιείται.

Η μόνη ελπίδα είναι η διαμόρφωση του ανθρώπου/πολίτη που, έχοντας συνειδητοποιήσει το πρόβλημα, θα αναζητήσει τους βέλτιστους (ηθικά, κοινωνικά, οικονομικά, τεχνολογικά, περιβαλλοντικά) τρόπους αξιοποίησης και εξοικονόμησης της τόσο απαραίτητης για τη ζωή μας ενέργειας και των εναλλακτικών πηγών της.

Αυτός ο άνθρωπος/πολίτης περιμένουμε να δράσει, σε ατομικό ή σε συλλογικό επίπεδο, είτε ως απλός πολίτης, είτε ως μέλος της νομοθετικής, της εκτελεστικής ή της ελεγκτικής εξουσίας.

Ο ρόλος του δασκάλου - και μάλιστα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης - σε αυτή την προσπάθεια,

στη διαμόρφωση δηλαδή ενός καλύτερου ανθρώπου/πολίτη είναι, αυταπόδεικτα, καθοριστικός. Μία παράμετρος όμως, χαρακτηριστική των δυνατοτήτων του στην κατεύθυνση αυτή, παράμετρος που θα θέλαμε εδώ να ξεχωρίσουμε - και να χρησιμοποιήσουμε -, είναι αυτή της διαθεματικότητας της διδασκαλίας του στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Η συνολική αντιμετώπιση του ενεργειακού/περιβαλλοντικού προβλήματος είναι δυνατό - και πρέπει - να αρχίζει από αυτή τη βαθμίδα εκπαίδευσης, μέσα από όλα τα γνωστικά αντικείμενα που διδάσκονται, και μάλιστα από τον ίδιο δάσκαλο.

Προεξάρχουσα βέβαια αναφορά στο ενεργειακό/περιβαλλοντικό πρόβλημα είναι δυνατό να γίνεται κυρίως στο μάθημα των Φυσικών, όπου διδάσκεται η ενέργεια - και προσφέρεται για την αναζήτηση τρόπων εξοικονόμησής της. Παράλληλα θα πρέπει να σχεδιάζονται, οργανώνονται, υλοποιούνται δραστηριότητες στα πλαίσια της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης/Αγωγής.

Ελπίζουμε ότι αυτό το βιβλίο, σε συνδυασμό με το αντίστοιχο βιβλίο για το μαθητή, με τη γενικότερη αντίληψή του, τις πληροφορίες του και τις δραστηριότητες που προτείνει, θα αποτελέσουν ένα βοήθημα σ' αυτή την προσπάθεια: την κατανόηση του προβλήματος, τη διαθεματική αντιμετώπισή του, την υλοποίηση δραστηριοτήτων που αφορούν στην αναζήτηση τρόπων εξοικονόμησης της ενέργειας και εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών της, τη διαμόρφωση στάσης απέναντι στο ενεργειακό/περιβαλλοντικό πρόβλημα αλλά και υποθέτησης συγκεκριμένων πρακτικών και τελικά, τη διαμόρφωση ανθρώπων που γνωρίζουν το ενεργειακό/ περιβαλλοντικό πρόβλημα, γνωρίζουν πώς πρέπει να το αντιμετωπίσουν και γιατί..

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Η Ενέργεια και οι πηγές της: Τι, Πώς, Γιατί

Ενέργεια: η μεγάλη αρχή	8
Ενέργεια και μάζα : ας μάθουμε να τις ταυτοποιούμε αλλά και να τις ξεχωρίζουμε	8
Οι "μορφές" της ενέργειας	9
Η ενέργεια διατηρείται	9
Ενέργεια: θείο δώρο αλλά και πρόβλημα	9
Η ενέργεια και οι πηγές της: το πρώτο πρόβλημα	10
Μία εννοιολογική προσέγγιση	10
Η φυσική προσέγγιση: κινητική και δυναμική ενέργεια	11
Ο μαθηματικός υπολογισμός	12
Η κινητική και δυναμική ενέργεια στο μικρόκοσμο και στο μακρόκοσμο	12
Οι άλλες "μορφές" ενέργειας: πάντα με αναφορά στο μικρόκοσμο	13
Οι "μορφές" της ενέργειας και ο ρόλος τους στη ζωή μας	14
Αποθήκευση, μετατροπές και μεταφορά της ενέργειας	15
Οι αποθήκες ή "πηγές" ενέργειας και μια πρώτη διάκρισή τους	15
Μία πρώτη αξιολόγηση των μορφών/πηγών ενέργειας	16
Μία άλλη διάκριση των πηγών ενέργειας: ανανεώσιμες και μη	17
Το ενεργειακό πρόβλημα	17
Η εναλλακτική λύση: οι ανανεώσιμες πηγές ή "εναλλακτικές" πηγές	17
Το περιβαλλοντικό πρόβλημα: η σύνδεσή του με το ενεργειακό	18
Οι μηχανισμοί και τα συστήματα μετατροπής, μεταφοράς και χρήσης της ενέργειας	18
Αξιολόγηση των μηχανισμών και συστημάτων μετατροπής, μεταφοράς και χρήσης της ενέργειας	19
Η ενεργειακή απόδοση	19
Η περιβαλλοντική επιβάρυνση	20
Μία ακόμη διάκριση των πηγών ενέργειας: οι "καθαρές και μη" πηγές	22
Προς μία κοινή λύση των δύο προβλημάτων; οι ανανεώσιμες, καθαρές πηγές ενέργειας	22
Με μία προϋπόθεση: την "εξοικονόμηση" ενέργειας	23
Η δομή και η αναμενόμενη συμβολή του βιβλίου	23
Μερικές σκέψεις και κατευθύνσεις, όσον αφορά στους τρόπους αξιοποίησης του βιβλίου	24

Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Γαιάνθρακες	25
Πετρέλαιο	27
Φυσικό Αέριο	29
Σχάση Πυρήνων	30
Σύντηξη πυρήνων	32

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ήλιος	33
Θερμότητα από τον Ήλιο	34
Ενεργητικά ηλιακά συστήματα	35
Παθητικά ηλιακά συστήματα	36
Ηλεκτρικό ρεύμα από τον Ήλιο	37
Βιομάζα	39
Γεωθερμία	40
Άνεμος	42
Υδραυλική Ενέργεια	45
Θάλασσα - Λίμνες	47

Ενέργεια: η μεγάλη αρχή

Η ασφαλέστερη - εννοιολογικά και γνωστικά - αφετηρία για τη μελέτη της ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ είναι η Μεγάλη Αφετηρία, η Μεγάλη Αρχή του Κόσμου μας.

Αυτή την αρχή, εννοιακά και μόνο, φανταστήκαμε έως σήμερα ως την εκθαμβωτική εκείνη στιγμή που "...εγένετο Φως".

Οι σύγχρονες θεωρίες - Θεωρίες της Φυσικής που αποτελούν πλέον και τις μόνες Κοσμολογικές Θεωρίες -, περιγράφουν με κάθε λεπτομέρεια την αρχή αυτή ως τη Μεγάλη Έκρηξη (Big Bang). Στο "τίποτα" που προηγήθηκε, υπήρξε μια σημειακή ανωμαλία. Μια τρομακτική ποσότητα Ενέργειας συγκεντρώθηκε και μετασχηματίσθηκε - κατά ένα μέρος της - σε Μάζα, δημιουργώντας το Σύμπαν, τον Κόσμο μας.

Δε γνωρίζουμε ούτε πώς βρέθηκε εκείνη η τεράστια ποσότητα ενέργειας που "μας" δημιούργησε, ούτε γιατί ξαφνικά συμπυκνώθηκε και μετασχηματίσθηκε σε μάζα. Γι' αυτή την προ της μεγάλης έκρηξης περίοδο πρέπει να αρκεσθούμε στην ενόραση: "εν αρχή ήν ο Λόγος".

Έκτοτε, το μικροσκοπικό, τη στιγμή της Δημιουργίας, Σύμπαν εκτείνεται συνεχώς στο χώρο και το χρόνο, αποτελούμενο από Ενέργεια και Μάζα. Αυτές οι δύο ποσότητες, σε διαρκή μεταξύ τους μετασχηματισμό, συνιστούν, εννοιολογικά και αθροιστικά, αυτό που ονομάζουμε Ύλη (Ύλη = Ενέργεια + Μάζα). Είναι δύο εκφάνσεις ή "όψεις" της ίδιας φυσικής ποσότητας.

Αυτός ο διαρκής μετασχηματισμός ενέργειας \leftrightarrow μάζας δεν είναι κάτι που μας ξαφνιάζει πια. Στα ερευνητικά εργαστήρια φωτογραφίζουμε διαρκώς ζεύγη ηλεκτρονίων (μάζα) που, συγκρουόμενα, μετατρέπονται σε φωτόνια (ενέργεια) και αντίστροφα. Ακόμη, στους μεγάλους επιταχυντές σωματιδίων, επιταχύνοντας σωματίδια με προσφορά μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας και προκαλώντας σύγκρουση μεταξύ τους, επιτυγχάνουμε να μετατρέψουμε αυτή την ενέργεια σε μάζα, αφού κατά τη σύγκρουσή τους δημιουργούνται άλλα σωματίδια...

Η εννοιολογική ταυτότητα ή ισοδυναμία, όπως επίσης λέγεται, μεταξύ ενέργειας και μάζας έχει και ποσοτική έκφραση.

Ο μετασχηματισμός μεταξύ ενέργειας και μάζας αποδίδεται ποσοτικά από τη σχέση ισοδυναμίας $E=mc^2$ (όπου E =ενέργεια, m =μάζα, c =ταχύτητα του φωτός $\approx 3.10^8$ m/sec ή 300000 χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο).

Ενέργεια και μάζα : ας μάθουμε να τις ταυτοποιούμε αλλά και να τις ξεχωρίζουμε

Εδώ όμως πρέπει να τονίσουμε ότι, αυτή η μετατροπή της ενέργειας σε μάζα και αντίστροφα, ενώ συμβαίνει στον Κόσμο διαρκώς, δεν παρατηρείται στον καθημερινό αντιληπτό μας κόσμο.

Ο μετασχηματισμός ενέργειας \leftrightarrow μάζας απαιτεί ειδικές συνθήκες. Μία από αυτές είναι η κίνηση με ταχύτητες που πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός. Αυτές οι ταχύτητες είναι συνήθεις στις κινήσεις του μικρόκοσμου, των σωματιδίων δηλαδή που συνθέτουν τον μακρόκοσμο, μέρος του οποίου είναι ο καθημερινός μας κόσμος, δεν παρατηρούνται όμως στο μακρόκοσμο.

Έτσι, τονίζουμε, η ενέργεια που παρατηρούμε και μελετάμε ποιοτικά και ποσοτικά στον καθημερινό μας κόσμο δεν υπόκειται σε τέτοιες μετατροπές.

Είναι ενέργεια που ασφαλώς έχει προέλθει από εκείνη την αρχική ενέργεια που δημιούργησε το σύμπαν και ίσως έχει υποστεί μετασχηματισμούς σε μάζα (και αντίστροφα) στις μικροσκοπικές διαδικασίες του, όχι όμως στις διαδικασίες/ φαινόμενα του μακρόκοσμου.

Οι "μορφές" της ενέργειας

Στα φαινόμενα του καθημερινού μας κόσμου, η ενέργεια μεταφέρεται και εμφανίζεται με διαφορετικές όψεις ή "μορφές", χωρίς όμως την οποιαδήποτε ποιοτική ή ποσοτική ταύτισή της με τη μάζα ή τη μετατροπή της σε μάζα και αντίστροφα.

Ο όρος "μορφές" ενέργειας, που, έστω και με εισαγωγικά, χρησιμοποιήσαμε πιο πάνω και που χρησιμοποιείται ευρύτατα, είναι μάλλον ατυχής. Πρόκειται σε κάθε περίπτωση για την ίδια ενέργεια, την οποία απλώς εμείς ονομάζουμε διαφορετικά. Σκεφθείτε, κατ' αναλογία, το νερό σε κυλινδρικό ή σε κυβικό δοχείο: το νερό δεν αλλάζει μορφές, παραμένει νερό σε κάθε δοχείο...

Η ενέργεια, λοιπόν, η ίδια ενέργεια της μεγάλης έκρηξης, εμφανίζεται στον καθημερινό μας κόσμο με διάφορες "μορφές" και σε διαρκή μεταφορά, αλλάζοντας διαρκώς τον κόσμο μας, αφού προκαλεί τις όποιες μεταβολές/αλλαγές του παρατηρούμε.

Οι διάφορες "μορφές" της, βέβαια, δεν είναι όσες συνήθως της αποδίδουμε με διάφορα ονόματα (μηχανική, θερμική, χημική, ηλεκτρική, πυρηνική, ...), όπως θα δούμε στη συνέχεια. Ούτε η μεταφορά της είναι διαρκής επειδή "πρέπει" διαρκώς να μεταφέρεται, αλλά γιατί νομοτελειακά θα μεταφέρεται έως ότου επιτευχθεί ισοκατανομή της παντού στο σύμπαν, αν ποτέ επιτευχθεί... Το τελευταίο συνδέεται με τη φυσική ποσότητα εντροπία (μέτρο της "αταξίας" των σωματίων του μικρόκοσμου μας) και την τάση της για διαρκή αύξησή της...

Η ενέργεια διατηρείται

Η αναφορά μας στην αρχική ενέργεια και στις διαρκείς μετατροπές και μεταφορά της, χωρίς οποιαδήποτε παρατήρηση για ποσοτική αλλαγή της ενέργειας του κόσμου μας (εκτός βέβαια των όποιων μετασχηματισμών της σε μάζα, και αντίστροφα, που δεν αφορούν, όπως τονίσαμε, στον καθημερινό, από μας κόσμο, αλλά στο μικρόκοσμο), υπονοεί ότι η ενέργεια στον κόσμο μας διατηρείται ποσοτικά αμετάβλητη.

Εδώ ίσως κάποιος αναρωτηθεί, πώς είναι δυνατό να αντιμετωπίζουμε στη γη ενεργειακό πρόβλημα αφού η ενέργεια διατηρείται. Το πρόβλημα όμως δεν είναι η ποσότητα της ενέργειας αλλά οι "μορφές" της και ποιές από αυτές είναι διαθέσιμες και εκμεταλλεύσιμες. Το πρόβλημα ανάγεται στην εφικτή και αποδοτική, κυρίως, μετατροπή της ενέργειας διαθέσιμων πηγών σε εκμεταλλεύσιμες μορφές, μέσω συστημάτων και διαδικασιών μετατροπής ή/και αποθήκευσης, χωρίς μεγάλο οικονομικό κόστος και χωρίς επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Η Διατήρηση της Ενέργειας αποτελεί πρωταρχική και θεμελιώδη αρχή της Φυσικής. Αυτή η αρχή ή Νόμος της Διατήρησης της Ενέργειας, μαζί με μερικά αξιώματα, τα λεγόμενα Θερμοδυναμικά αξιώματα, διέπουν τις μετατροπές και τη μεταφορά της ενέργειας, αλλά και την εκμετάλλευσή της.

Ενέργεια: θείο δώρο αλλά και πρόβλημα

Η σημασία και η συμμετοχή της ενέργειας στη δημιουργία και διαμόρφωση του Κόσμου μας αλλά και στη συντήρησή μας στη Ζωή, είναι εύκολο να καταδειχθεί (αν δεν είναι αυταπόδεικτη) και δύσκολο να αποτιμηθεί (αν δεν είναι ουτοπική και αυτή η ίδια η προσπάθεια...).

Όμως, η μελέτη της Ενέργειας και των διαδικασιών/φαινομένων όπου συμμετέχει, αλλά και οι διαδο-

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

χικές μετατροπές της και οι τρόποι εκμετάλλευσής της, είναι ένα φιλοσοφικά ενδιαφέρον, γνωστικά δύσκολο και πρακτικά δυσεπίλυτο πρόβλημα.

Η φιλοσοφική του διάσταση είναι δεδομένη, αφού αναφέρεται σε μια φυσική ποσότητα που προκάλεσε τη Μεγάλη Αρχή του Κόσμου μας και ίσως σημαδέψει το Τέλος του, αν επαληθευθούν οι θεωρίες για τη διάσπαση του πρωτονίου κάποια στιγμή. Τότε (κάποτε), όλη η γνωστή ύλη/μάζα θα μετασχηματισθεί και πάλι σε ενέργεια (ή κατά τη θρησκεία: μάζα/ύλη → ενέργεια/πνεύμα).

Η γνωστική του δυσκολία είναι γνωστή σε όλους όσους, εκτός από το να χρησιμοποιούν, επιχειρήσαν να κατανοήσουν αυτό το φυσικό μέγεθος και, βέβαια, στους εκπαιδευτικούς που επιχειρούν να το διδάξουν.

Αλλά και η πρακτική του πλευρά, που είναι χαρακτηριστικά γνωστή ως ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα, είναι κρίσιμη, αφού αφορά στην επάρκεια, εξοικονόμηση και εκμετάλλευση με τον βέλτιστο τρόπο της ενέργειας.

Η ενέργεια και οι πηγές της: το πρώτο πρόβλημα

Αν και η ενέργεια στον κόσμο μας είναι δεδομένη, η διαθεσιμότητα αποθεμάτων καθώς και συστημάτων και διαδικασιών μετατροπής και εκμετάλλευσής της (καύση άνθρακα - πετρελαίου, σχάση πυρήνων) είναι σήμερα περιορισμένη και η επάρκεια διαθέσιμης και εκμεταλλεύσιμης ενέργειας (τουλάχιστον από τις συμβατικές, σήμερα, πηγές της) επισφαλής στο μέλλον. Η αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος απαιτεί την εξοικονόμηση/βέλτιστη χρήση της σε συνδυασμό με την παράλληλη χρήση ενέργειας από άλλες, ανανεώσιμες πηγές (ηλιακή, αιολική ενέργεια κλπ) και την επίτευξη άλλων διαδικασιών (πχ σύντηξη πυρήνων), πάντοτε χωρίς περαιτέρω επιβάρυνση του περιβάλλοντος και της υγείας μας.

Τι είναι όμως η ΕΝΕΡΓΕΙΑ και ποιες είναι οι ΠΗΓΕΣ της;

Πώς πρέπει να τη χρησιμοποιούμε και Γιατί;

Μια εννοιολογική προσέγγιση

Εννοιολογικά, στην εμπειρική εικόνα που έχουμε όλοι σχηματίσει για την "παθητική" Μάζα της καθημερινής μας ζωής, αντιδιαστέλλουμε για την Ενέργεια την ιδέα μιας "δυναμικής" φυσικής ποσότητας.

Η ενέργεια, όπως και η μάζα, είναι φυσική ποσότητα, ποσότητα δηλαδή που είναι δυνατό να μετρηθεί. Αυτό σημαίνει: να συγκριθεί και να αποδοθεί με τη βοήθεια αριθμών (η "λύπη" ή η "χαρά", για παράδειγμα, δεν είναι δυνατό να εκφραστούν με αριθμούς, δεν είναι φυσικές ποσότητες), αλλά και να συσχετισθεί με άλλες φυσικές ποσότητες μέσω μαθηματικών σχέσεων.

Όμως, ενώ με τη μάζα έχουμε μια άμεση, απλή εμπειρική σχέση και όταν ακόμη αυτή δε μετέχει σε οποιαδήποτε μετακίνηση ή αλλαγή, αντίθετα η ενέργεια γίνεται αντιληπτή μόνο κατά τη μεταφορά της ή τις μετατροπές της.

Παρατηρούμε, πράγματι, ότι η φυσική ποσότητα ενέργεια, είτε όταν είναι αποθηκευμένη είτε

όταν μεταφέρεται, είναι έτοιμη να προκαλέσει μεταβολές/αλλαγές, αν και όταν οι συνθήκες και οι φυσικοί νόμοι το επιτρέπουν.

Ένα σώμα, για παράδειγμα, που ακινητεί επάνω στην οριζόντια παλάμη μας, σε κάποιο ύψος επάνω από το έδαφος, έχει ενέργεια (αποθηκευμένη), όπως διαπιστώνουμε αν το αφήσουμε ελεύθερο. Η ύπαρξή της εκδηλώνεται όμως μόνον όταν οι συνθήκες το επιτρέψουν, όταν δηλαδή απομακρύνουμε ξαφνικά την παλάμη μας κάτω από το σώμα. Τότε, λόγω του φυσικού νόμου της βαρύτητας, το σώμα αρχίζει να κινείται (αλλαγή) προς το έδαφος. Κατά την πτώση του εξακολουθεί να έχει την ενέργεια που είχε, ανεξάρτητα από την όποια "μορφή" της, ενέργεια που εκδηλώνεται τώρα από την παραμόρφωση (αλλαγή) που προκαλεί το σώμα στην ελαστική επιφάνεια του εδάφους, καθώς χτυπά επάνω της. Η ενέργεια εξακολουθεί να υπάρχει, τώρα όμως στο, προσωρινά, ελαστικά παραμορφωμένο δάπεδο (μεταφορά ενέργειας), όπου και είναι έτοιμη (αποθηκευμένη) για νέα αλλαγή, την εκτόξευσή δηλαδή του σώματος και πάλι προς τα πάνω (μεταφορά και πάλι ενέργειας στο σώμα).

Σε άλλο παράδειγμα, ένα θερμό σώμα (αποθηκευμένη ενέργεια) είναι δυνατό να θερμάνει το περιβάλλον του (μεταφορά ενέργειας, αλλαγή/άνοδος θερμοκρασίας), μόνο όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη αυτής του θερμού σώματος (συνθήκη), ώστε να εφαρμοσθεί ο αντίστοιχος φυσικός νόμος (μεταφορά ενέργειας/θερμότητας από σώματα υψηλότερης προς σώματα χαμηλότερης θερμοκρασίας).

Αυτή η παρατήρηση αποτελεί ίσως και την ακριβέστερη προσέγγιση σε μια απόπειρα εννοιολογικού ορισμού της ενέργειας: η φυσική ποσότητα που καθορίζει (ή περιορίζει...) ποιες αλλαγές, γεγονότα ή φυσικά φαινόμενα είναι δυνατό να συμβούν, αλλά δεν καθορίζει αν θα συμβούν, αφού αυτό εξαρτάται από τις εκάστοτε συνθήκες.

Αυτή η προσέγγιση, βέβαια, αφορά και σε μη φυσικά φαινόμενα, γεγονότα ή αλλαγές, όταν αναφερόμαστε αντίστοιχα στην ενέργεια που καταναλώνουμε για κοινωνικές, πολιτικές, θεσμικές, πολιτιστικές, αισθητικές αλλαγές.

Η φυσική προσέγγιση: κινητική και δυναμική ενέργεια

Από φυσική άποψη, ενέργεια έχει ένα υλικό σώμα είτε όταν κινείται είτε όταν ευρίσκεται σε κάποιο πεδίο δυνάμεων.

Περιοριζόμαστε στον καθημερινό μας κόσμο και αναφερόμαστε σε "υλικό" (=έχει μάζα, στην καθομιλουμένη) σώμα, δεδομένου ότι η φυσική ποσότητα μάζα είναι αυτή που δομεί τον κόσμο μας, καταλαμβάνοντας θέσεις του απέραντου χώρου σε συγκεκριμένες στιγμές του αέναου χρόνου. Κάθε άλλη φυσική ποσότητα, όπως το ηλεκτρικό φορτίο, προϋποθέτει την ύπαρξή της. Το ηλεκτρικό φορτίο δεν είναι αυθύπαρκτο, "φορτώνεται" στη μάζα, προσδίδοντας στα υλικά σώματα (υλικά σώματα ηλεκτρικά φορτισμένα), τις χαρακτηριστικές του ιδιότητες που εμφανίζονται ως ηλεκτρικά ή/και μαγνητικά φαινόμενα.



Την ενέργεια των σωμάτων, που συνδέεται με την κίνησή τους, ορίζουμε και ονομάζουμε κινητική ενέργεια. Αυτή η ενέργεια εξαρτάται τόσο από τη μάζα των σωμάτων όσο και από την ταχύτητά τους.



Η κίνηση των σωμάτων, για δεδομένο κάθε φορά παρατηρητή, περιγράφεται από τη φυσική ποσότητα ταχύτητα. Αυτή, κάθε φορά, έχει συγκεκριμένη αριθμητική τιμή, διεύθυνση και φορά.

Αντίθετα, την ενέργεια των σωμάτων που συνδέεται με τις δυνάμεις που ασκούνται επάνω τους ορίζουμε και ονομάζουμε δυναμική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή εξαρτάται από τις ασκούμενες δυνάμεις αλλά και τη θέση των σωμάτων στο πεδίο δυνάμεων.

Ως πεδίο δυνάμεων, γενικά, ορίζουμε το χώρο μέσα στον οποίο όταν ευρεθεί ένα σώμα ασκούνται επάνω του δυνάμεις. Ειδικότερα, υπάρχουν πεδία δυνάμεων (τα βαρυτικά) που ασκούν δυνάμεις στα υλικά σώματα (τα έχοντα δηλαδή μάζα, στην καθομιλουμένη), λόγω ακριβώς της μάζας τους: τέτοια είναι τα βαρυτικά πεδία της γης, των άλλων πλανητών, του ήλιου. Σε άλλα πεδία δυνάμεων, τα ηλεκτρικά, ασκούνται δυνάμεις στα υλικά (πάντα) σώματα, που έχουν ηλεκτρικά φορτία, λόγω ακριβώς των ηλεκτρικών τους φορτίων (αν και όταν έχουν). Άλλα πεδία δυνάμεων, τα μαγνητικά, ασκούν δυνάμεις μόνο στα υλικά εκείνα σώματα που έχουν μαγνητικές ιδιότητες.

Υπενθυμίζουμε ότι οι ηλεκτρικές και μαγνητικές ιδιότητες των υλικών σωμάτων οφείλονται στην ύπαρξη και κίνηση, αντίστοιχα, ηλεκτρικών φορτίων σε αυτά.

Ο μαθηματικός υπολογισμός

Μαθηματικά, η κινητική ενέργεια ενός σώματος ορίζεται/υπολογίζεται ως το ήμισυ του γινομένου της μάζας του επί το τετράγωνο της ταχύτητάς του. Αντίστοιχα, η δυναμική ενέργεια ενός σώματος ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης που ασκείται επάνω του επί την απόστασή του από το σημείο του πεδίου, στο οποίο θεωρούμε ότι η δυναμική του ενέργεια έχει μηδενική τιμή (σε όποια πεδία δυνάμεων υπάρχει τέτοιο σημείο ή σημεία).

Στη μαθηματική γλώσσα:

$$E_{\text{κιν}} = \frac{1}{2} mv^2$$

(όπου $E_{\text{κιν}}$ = κινητική ενέργεια, m = μάζα του σώματος, v = ταχύτητα του σώματος)

$$E_{\text{δυν}} = Fh$$

(όπου $E_{\text{δυν}}$ = δυναμική ενέργεια, F = η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σώμα,

h = η απόστασή του από το σημείο ή τα σημεία όπου θεωρούμε ότι η δυναμική ενέργεια έχει μηδενική τιμή. Για παράδειγμα στο βαρυτικό πεδίο της γης: F = βάρος του σώματος, h = απόσταση του σώματος από την επιφάνεια της γης).

Η κινητική και δυναμική ενέργεια στο μικρόκοσμο και στο μακρόκοσμο

Όσον αφορά στην κινητική ενέργεια, στο μακρόκοσμο της καθημερινής μας ζωής και, βέβαια, αυτόν του εξωγήινου διαστήματος, είναι συνήθως (αλλά όχι πάντα δεδομένη) η κίνηση των σωμά-

των που τον συνθέτουν. Παρατηρούμε, εδώ, σώματα που κινούνται ή σώματα ακίνητα. Αυτά, αντίστοιχα, έχουν ή όχι κινητική ενέργεια. Αντίθετα, στο μικρόκοσμο, οι κινήσεις των σωμάτων που τον συνθέτουν είναι αέναες και, μάλιστα, γενικά ταχύτερες από αυτές των σωμάτων του μακρόκοσμου. Εκεί, στο μικρόκοσμο, όλα τα σώματα έχουν κινητική ενέργεια.

Τα μόρια και τα άτομα είτε "ταλαντώνονται" (ακριβέστερα κινούνται γύρω από καθορισμένες θέσεις, όπως στην περίπτωση των στερεών σωμάτων) είτε μετακινούνται στο χώρο "αλληλοσυγκρουόμενα" (ακριβέστερα αλληλεπιδρώντα, αφού στο μικρόκοσμο επαφή σημαίνει γεινίαση και όχι μηδενική απόσταση, όπως στην περίπτωση των ρευστών, υγρών και αερίων)... Τα ηλεκτρόνια περιφέρονται γύρω από τους πυρήνες... Τα πρωτόνια και νετρόνια, που συγκροτούν τους πυρήνες, στροβιλίζονται διαρκώς στο εσωτερικό των πυρήνων (ακριβέστερα στο χώρο που καλούμε πυρήνα)... Τα quarks, από τα οποία συγκροτούνται τα πρωτόνια και νετρόνια, στροβιλίζονται επίσης στο εσωτερικό των πρωτονίων και νετρονίων (ακριβέστερα στο χώρο που καλούμε πρωτόνια και νετρόνια, αφού τα πρωτόνια και νετρόνια - όπως εξάλλου και οι πυρήνες, τα άτομα, και τα μόρια δεν οριοθετούνται από κανενός είδους "κέλυφος", όπως η σχηματική απεικόνισή τους ως σφαιριδίων μας έχει υποβάλει.).

Όσον αφορά στη δυναμική ενέργεια, στο μακρόκοσμο της καθημερινής μας ζωής και στο διαστημικό χώρο τα υλικά σώματα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με βαρυτικές δυνάμεις οι οποίες και καθορίζουν, κατά κύριο λόγο, τις κινήσεις τους και βέβαια τη συγκρότηση των πλανητικών και αστρικών συστημάτων. Εκτός των βαρυτικών δυνάμεων, όλα τα σώματα που είναι ηλεκτρικά φορτισμένα αλληλεπιδρούν επίσης μεταξύ τους με ηλεκτρικές ή/και μαγνητικές δυνάμεις. Αντίθετα, στο μικρόκοσμο όλα τα σώματα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με ηλεκτρομαγνητικές και άλλες (ισχυρές και ασθενείς, όπως λέγονται) δυνάμεις, οι οποίες επικρατούν έναντι των βαρυτικών και, βέβαια, είναι υπεύθυνες για τη συγκρότηση του μικρόκοσμου. Έτσι, και στο μικρόκοσμο έχουμε δυναμική ενέργεια, αν και αυτή δεν οφείλεται σε βαρυτικές δυνάμεις, ούτε πάντοτε σε δυνάμεις ομοειδών πεδίων.

Τα μόρια ταλαντώνονται ή μετακινούνται αλληλοσυγκρουόμενα και συνθέτουν τα στερεά και ρευστά, αντίστοιχα, σώματα, υπό την επίδραση ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων, οι οποίες είναι επίσης υπεύθυνες για τη συγκρότηση των ίδιων των μορίων, επιδρώντας στα άτομα που τα συνθέτουν. Τα άτομα συγκροτούνται από πυρήνες και ηλεκτρόνια, που περιφέρονται γύρω από τους πυρήνες, υπό την επίδραση ηλεκτρομαγνητικών επίσης δυνάμεων. Οι πυρήνες συγκροτούνται από πρωτόνια και νετρόνια, υπό την επίδραση των ισχυρών και των ασθενών (όπως λέγονται) δυνάμεων... Τα πρωτόνια και τα νετρόνια συγκροτούνται από quarks υπό την επίδραση επίσης των ισχυρών και ασθενών δυνάμεων.

Οι άλλες "μορφές" ενέργειας: πάντα με αναφορά στο μικρόκοσμο

Στον κόσμο μας, λοιπόν, εμφανίζεται η ενέργεια ως κινητική ή δυναμική, όταν συνδέεται με κίνηση ή δυνάμεις αντίστοιχα. Θεωρούμε αυτές τις "μορφές" της ενέργειας (διατηρώντας τις επιφυλάξεις μας όσον αφορά στον όρο μορφές) ως πρωταρχικές. Αντίθετα, θα θεωρήσουμε - όπως και είναι - κάθε άλλη "μορφή" ενέργειας (όπως εμφανίζονται, ίσως για ευκολία, στη βιβλιογραφία με διάφορα ονόματα : θερμική, ηλεκτρική, χημική, πυρηνική) ως διαφορετικές λεκτικές εκφράσεις ειδικών περιπτώσεων ή συνδυασμών των πρωταρχικών μορφών, της κινητικής και δυναμικής ενέργειας.

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

Με τον όρο θερμική ενέργεια εννοούμε το σύνολο της κινητικής ενέργειας των σωματιών που συγκροτούν τα υλικά σώματα, καθώς αυτά κινούνται στο εσωτερικό τους. Επισημαίνουμε, προς αποφυγή σύγχυσης, ότι με τον όρο θερμότητα εννοούμε ειδικά την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία.

Με τον όρο ηλεκτρική ενέργεια αναφερόμαστε στην κινητική ενέργεια των κινούμενων ηλεκτρονίων (ηλεκτρικού ρεύματος), λόγω της εφαρμογής ηλεκτρικής διαφοράς δυναμικού (ηλεκτρικής τάσης) στα άκρα αγωγού. Για την αποφυγή σύγχυσης αναφέρουμε ότι ως ηλεκτρομαγνητική και φωτεινή ενέργεια (φωτεινή στην περίπτωση του ορατού ηλεκτρομαγνητικού κύματος, δηλαδή του φωτός) χαρακτηρίζουμε ειδικά την ενέργεια που μεταφέρεται ως ηλεκτρομαγνητικό κύμα και προέρχεται από την κινητική ενέργεια ταλαντούμενων σωματιών με ηλεκτρικό φορτίο.

Με τον όρο χημική ενέργεια αποδίδουμε συχνά το σύνολο της δυναμικής ενέργειας που απαιτήθηκε για τη συγκρότηση, υπό την αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων, μορίων χημικών ενώσεων από διάφορα άτομα. Αυτή η ενέργεια αποδίδεται (συνήθως ως θερμική ή ηλεκτρική) όταν τα μόρια αποσυγκροτούνται και πάλι σε άτομα. Φυσικά αυτή η ενέργεια δεν είναι τίποτα διαφορετικό από τη γνωστή μας δυναμική ενέργεια, αφού πρόκειται για ενέργεια λόγω δυνάμεων (εδώ ηλεκτρομαγνητικών). Όταν η χημική ενέργεια μετασχηματίζεται σε θερμική και κινητική ενέργεια με βιολογικούς μηχανισμούς στους ζωντανούς οργανισμούς, ονομάζεται ειδικά ζωική ενέργεια.

Τέλος, με τον όρο πυρηνική ενέργεια αναφερόμαστε στη δυναμική ενέργεια που εγκλείεται στους πυρήνες των ατόμων, λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιών που τα συνιστούν. Αυτή η ενέργεια εκλύεται ως κινητική (θερμική) ενέργεια όταν ανασυγκροτήσουμε πυρήνες (με διαίρεση ή σχάση, είτε με συγκολλήσεις ή σύντηξη). Ειδικότερα, ως ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζουμε την πυρηνική ενέργεια που προέρχεται από τη σύντηξη πυρήνων υδρογόνου στον ήλιο.

Οι "μορφές" της ενέργειας και ο ρόλος τους στη ζωή μας

Αυτές οι ειδικές περιπτώσεις (ή, ακριβέστερα, ο συνδυασμός) των πρωταρχικών "μορφών" ενέργειας, της κινητικής και δυναμικής, στο μικρόκοσμο, έχουν καθοριστική σημασία όσον αφορά στη μετατροπή, αποθήκευση, μεταφορά και βέβαια στη χρήση της ενέργειας από το σημερινό άνθρωπο στον καθημερινό του μακρόκοσμο, στη ζωή του.

(Θα χρησιμοποιούμε κατ'οικονομία τους όρους που αναφέραμε πιο πάνω για να αναφερόμαστε μακροσκοπικά στις ειδικές αυτές περιπτώσεις της κινητικής και δυναμικής ενέργειας των σωματιών του μικρόκοσμου, αν και συνιστούμε τη μη κατάχρησή τους, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας).

Ο άνθρωπος κατ' αρχήν χρησιμοποιεί την ενέργεια για την ανάπτυξη και τη διατήρησή του στη ζωή. Με βιολογικούς μηχανισμούς μετατρέπει τη (χημική) ενέργεια των ζωικών και φυτικών τροφών του, την αποθηκεύει (χημικά) ή τη χρησιμοποιεί αμέσως για την ανάπτυξή του (πάλι ως χημική), τη θέρμανσή του (θερμική ενέργεια), την κίνησή του αλλά και τη μετακίνηση αντικειμένων (κινητική ενέργεια).

Παράλληλα χρησιμοποιεί την (θερμική) ενέργεια που προέρχεται-αμέσως ή εμμέσως-από τον ήλιο (ηλιακή/πυρηνική ενέργεια από τη σύντηξη πυρήνων) ή άλλες ενδιάμεσες αποθήκες της ηλιακής ενέργειας (γη, νερό, ατμόσφαιρα), ή ακόμη από άλλες διαδικασίες (καύση υλικών, σχάση πυρήνων) για τη θέρμανση χώρων (θερμική ενέργεια) και την κίνηση μηχανών (κινητική ενέργεια).

Φυσικά η (θερμική) ενέργεια από τον ήλιο είναι δυνατό να αποθηκευτεί ως θερμική, επίσης, ενέργεια στη γη (άμεση θέρμανσή της ή θέρμανση στο παρελθόν/γεωθερμία.), ως θερμική ενέργεια στο νερό (άμεση θέρμανσή του), ως δυναμική ενέργεια του νερού (θέρμανση ατμόσφαιρας / θαλασσών → εξάτμιση νερού → βροχοπτώσεις → συγκέντρωση νερού σε υδατοαμιευτήρες σε μεγάλο υψόμετρο), ως κινητική ενέργεια του ανέμου (θέρμανση τμημάτων ατμόσφαιρας → μετακίνηση αερίων μαζών/άνεμοι) κτλ.

Όσον αφορά στις άλλες διαδικασίες που αναφέραμε και που παρέχουν θερμική ενέργεια (καύση υλικών ή σχάση πυρήνων), η (θερμική) ενέργεια από την καύση προέρχεται βέβαια από τη μετατροπή της (χημικής / δυναμικής) ενέργειας των υλικών που καίγονται, ενώ αυτή από τη σχάση ή σύντηξη πυρήνων προέρχεται από τη (δυναμική) ενέργεια των πυρήνων, χρησιμοποιείται δε αμέσως για θέρμανση ή μετατρέπεται σε άλλες μορφές.

Συνήθως, η (θερμική) ενέργεια, όταν διατίθεται σε μεγάλες ποσότητες, από όπου και αν προέρχεται, μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια (με τη χρήση ατμοστροβίλων ή θερμικών κινητήρων) και στη συνέχεια σε ηλεκτρική (κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων = ηλεκτρικό ρεύμα) ενέργεια (με τη χρήση ηλεκτρογεννητριών) ή αποθηκεύεται ως χημική ενέργεια (ηλεκτρικοί συσσωρευτές). Στη συνέχεια η ηλεκτρική ενέργεια (ως ηλεκτρικό ρεύμα από τις ηλεκτρογεννήτριες ή τους ηλεκτρικούς συσσωρευτές), μεταφερόμενη στους τόπους χρησιμοποίησής της, είτε μετατρέπεται και πάλι σε θερμική ενέργεια (με τη χρήση ηλεκτρικών αντιστάσεων / θερμαντήρων) είτε σε κινητική ενέργεια (με τη χρήση ηλεκτροκινητήρων).

Παρατηρούμε ότι η ενέργεια, είτε αποθηκεύεται είτε χρησιμοποιείται αμέσως, υφίσταται πάντως μια - συχνά - διαρκή μετατροπή, με τη χρήση βέβαια μηχανισμών μετατροπής, για την εκμετάλλευσή της στο χρόνο και στη "μορφή" που χρειαζόμαστε.

Αποθήκευση, μετατροπές και μεταφορά της ενέργειας

Η βέλτιστη, λοιπόν, εκμετάλλευση της ενέργειας όταν, όπως και όπου τη χρειαζόμαστε απαιτεί:

- αφενός την αποθήκευση ποσοτήτων της, όταν η άμεση διάθεση και λήψη της από τη φύση δεν εξυπηρετεί τις ανάγκες μας από απόψεως χρόνου, "μορφής" και χώρου κατανάλωσης, - αφετέρου τη μετατροπή της σε πρόσφορες μορφές και τη μεταφορά της στους χώρους κατανάλωσής της.

Αναφερόμαστε λοιπόν σε τρόπους αποθήκευσης καθώς και σε μηχανισμούς, συνδυασμούς μηχανισμών και συστήματα μετατροπής, μεταφοράς και χρήσης της ενέργειας.

Λέγοντας αποθήκευση ενέργειας, εννοούμε τη διαδικασία συγκέντρωσης και διατήρησης της ενέργειας - αυτογενώς ή με παρέμβασή μας - σε χώρο και "μορφή" που προσφέρονται για την ανάσυσσή της και (ενδεχομένως μετά από μετατροπή και μεταφορά της) για τη χρήση/εκμετάλλευσή της.

Ως μηχανισμούς και συστήματα μετατροπής και μεταφοράς για τη βέλτιστη χρήση της ενέργειας χαρακτηρίζουμε τις μεθόδους, διαδικασίες και διατάξεις που επιτρέπουν τη μετατροπή της ενέργειας σε "μορφές" που προσφέρονται για αποθήκευση, μεταφορά και αποδοτική χρήση της.

Οι αποθήκες ή "πηγές" ενέργειας και μια πρώτη διάκρισή τους: αυτογενείς ή τεχνητές, πρωτογενείς ή δευτερογενείς

Οι "αποθήκες" ενέργειας, αυτογενείς ή τεχνητές, ονομάζονται και ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Οι αυτογενείς έχουν δημιουργηθεί χωρίς την παρέμβασή μας (όπως οι πυρήνες των ατόμων, ο

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

ήλιος, οι γαιάνθρακες, ή το πετρέλαιο), ενώ άλλες δημιουργούνται από εμάς για την εξυπηρέτηση των ενεργειακών μας αναγκών (υδατοταμειυτήρες, ηλεκτρικοί συσσωρευτές).

Μια άλλη διάκριση των πηγών ενέργειας, ή ενεργειακών πηγών, είναι αυτή σε πρωτογενείς και δευτερογενείς.

Θεωρούμε ως πρωτογενή μορφή/πηγή ενέργειας τη δυναμική ενέργεια των πυρήνων των ατόμων, που φυσικά είναι αυτογενείς αποθήκες/πηγές ενέργειας. Αυτή την ενέργεια καλέσαμε και πυρηνική ενέργεια. Η πυρηνική ενέργεια ελευθερώνεται με διάφορους φυσικούς ή μη τρόπους (σύντηξη πυρήνων στον ήλιο ή θερμοπυρηνικές εκρήξεις στη γη, φυσική ή τεχνητή σχάση πυρήνων) και μετατρέπεται σε άλλες μορφές ενέργειας. Όλες τις άλλες μορφές / πηγές ενέργειας θα τις θεωρήσουμε ως δευτερογενείς.

Εξετάζοντας την (πρωτογενή, δυναμική/πυρηνική) ενέργεια κυρίως από τον ήλιο (που ονομάσαμε και ηλιακή ενέργεια), σημειώνουμε ότι είτε χρησιμοποιείται αμέσως είτε μετατρέπεται και αποθηκεύεται, σε διάφορες μορφές και πηγές, από τη φύση ή από τον άνθρωπο. Αυτές τις πηγές θεωρούμε φυσικά ως δευτερογενείς.

Η (χημική) ενέργεια, για παράδειγμα, των γαιανθράκων και του πετρελαίου καθώς και η όποια (χημική) ενέργεια των βιολογικών σχηματισμών και χημικών ενώσεων προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια, αφού μετασχηματίστηκε και αποθηκεύτηκε.

Επίσης, από την ηλιακή ενέργεια προέρχεται και η (θερμική) ενέργεια της γης (γεωθερμία) και των θαλασσών, η (δυναμική, κινητική) ενέργεια των υδατοπτώσεων (η δημιουργία των οποίων απαιτεί συχνά και τη δική μας παρέμβαση - τεχνητές πηγές), η (κινητική) ενέργεια του ανέμου (αιολική ενέργεια).

Μια πρώτη αξιολόγηση των μορφών/πηγών ενέργειας

Μερικές μορφές ενέργειας προσφέρονται περισσότερο και άλλες λιγότερο για αποθήκευση.

Η αποθήκευση της ενέργειας ως θερμικής δεν προσφέρεται, αν επιθυμούμε τη διατήρησή της για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η κινητική ενέργεια των σωματίων, που συνθέτει τη θερμική ενέργεια, μεταφέρεται από σωματίο σε σωματίο και διαχέεται στα σωματία του περιβάλλοντος (θερμικές απώλειες).

Φυσικά, η χρήση υλικών μέσω των οποίων δεν ευνοείται αυτή η μετάδοση ενέργειας (θερμομονωτικών) επιβραδύνει αυτές τις απώλειες, όμως η αποθήκευση θερμικής ενέργειας είναι γενικά βραχυπρόθεσμη (βλ. θερμοσίφωνες νερού ή σώματα από κεραμικό υλικό).

Θερμική ενέργεια υπάρχει βέβαια στο εσωτερικό της γης (γεωθερμία), όπως και στους ωκεανούς, και περιμένει να αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο, στο μέτρο βέβαια των τεχνικών δυνατοτήτων του.

Η χημική ενέργεια προσφέρεται περισσότερο για αποθήκευση. Χημικές ενώσεις που απορροφούν ενέργεια για τη δημιουργία τους (συγκρότηση του μορίου τους) την αποθηκεύουν (στο μόριό τους) ως δυναμική ενέργεια, για χρονικό διάστημα που εξαρτάται από τη χημική τους σταθερότητα. Η αποσυγκρότησή τους αποδίδει αυτή την ενέργεια ως θερμική (καύση) ή και ηλεκτρική (ηλεκτρικοί συσσωρευτές).

Αλλά και η δυναμική ενέργεια σωματίων του μακρόκοσμου μας προσφέρεται για αποθήκευση. Ποσότητες νερού σε ταμειυτήρες σε μεγάλο υψόμετρο διαθέτουν δυναμική ενέργεια, που αποδίδεται ως κινητική όταν το νερό αφεθεί να ρέει με ταχύτητα προς χαμηλότερα σημεία.

Μια άλλη διάκριση των πηγών ενέργειας: ανανεώσιμες και μη

Οι πηγές ενέργειας διακρίνονται επίσης σε ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες. Η διάκριση οφείλεται στο γεγονός ότι κάποιες από τις δευτερογενείς πηγές ενέργειας δεν είναι δυνατό να ανανεώσουν σε εύλογο - για τον άνθρωπο - χρονικό διάστημα την αποθηκευμένη τους ενέργεια. Αυτές χαρακτηρίζονται ως μη ανανεώσιμες. Αντίθετα, ως ανανεώσιμες χαρακτηρίζονται οι πηγές των οποίων η τροφοδοσία σε ενέργεια συνεχίζεται με τέτοιους ρυθμούς, ώστε να συνεχίσουν να μας παρέχουν με τη σειρά τους ενέργεια σε βάθος χρόνου.

Θεωρούμε, γενικά, ανανεώσιμες τις (δευτερογενείς) πηγές ενέργειας οι οποίες τροφοδοτούνται συνεχώς με ενέργεια από τον ήλιο, όπως οι υδατοπτώσεις, ο άνεμος κ.λπ., και βέβαια ο ίδιος ο ήλιος. Τον ήλιο θεωρούμε και ως ανεξάντλητη πηγή ενέργειας (θεωρώντας πολύ μακρινή τη στιγμή της εξάντλησης των αποθεμάτων του σε πυρήνες προς σύντηξη..). Αντίθετα, μη ανανεώσιμες, και μάλιστα με στενό χρονικό ορίζοντα, είναι οι συμβατικές (όπως συχνά καλούνται) πηγές ενέργειας, γαιάνθρακες και πετρέλαιο, των οποίων κυρίως η ενέργεια χρησιμοποιείται σήμερα. Η πυρηνική ενέργεια από τη σκάση πυρήνων (που συγκαταλέγεται πλέον στις συμβατικές μορφές/πηγές ενέργειας και μαζί με την ενέργεια από την καύση γαιανθράκων και πετρελαίου συνιστούν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται σήμερα από τον άνθρωπο) χαρακτηρίζεται ως μη ανανεώσιμη επίσης, αφού απαιτούνται ειδικά ραδιενεργά υλικά, τα οποία δεν υπάρχουν σε αφθονία στη φύση.

Το ενεργειακό πρόβλημα

Το πρόβλημα της εξάντλησης των συμβατικών/μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, σε συνδυασμό με τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες μας σε ενέργεια, καθίσταται ολοένα και εντονότερο, δεδομένου ότι τα αποθέματα σε ενέργεια πολλών από τις μη ανανεώσιμες πηγές και μάλιστα αυτών των οποίων η ενέργεια χρησιμοποιείται σήμερα μαζικά και εντατικά (γαιάνθρακες, πετρέλαιο), εξαντλούνται σύντομα.

Υπολογίζεται ότι τα εύκολα προσβάσιμα - και ως εκ τούτου φθηνά - αποθέματα γαιανθράκων και κοιτάσματα πετρελαίου, με τους σημερινούς ρυθμούς εκμετάλλευσής τους, θα εξαντληθούν στον εξαιρετικά σύντομο (για τις προοπτικές του πλανήτη μας) χρόνο της τάξεως των μερικών δεκάδων ή λίγων εκατοντάδων ετών.

Η εναλλακτική λύση: οι ανανεώσιμες πηγές ή "εναλλακτικές" πηγές

Χρησιμοποιούμε και τον όρο εναλλακτικές πηγές ενέργειας για να αναφερόμαστε στις ανανεώσιμες πηγές, σε αντιδιαστολή με τον όρο συμβατικές πηγές που επίσης χρησιμοποιείται για τις μη ανανεώσιμες (που κυρίως εκμεταλλευόμαστε), όχι γιατί οι πρώτες είναι καινοφανείς αλλά γιατί σήμερα απαιτείται όσο ποτέ η εναλλακτική λύση που προσφέρουν.

Πράγματι, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική, η ηλιακή, η ενέργεια των υδατοταμιευτήρων κ.α., ήταν σε χρήση από τα ιστορικά χρόνια έως πρόσφατα. Τότε αυτές οι πηγές, ήταν οι συμβατικές (!). Τον τελευταίο, κυρίως, αιώνα η εύκολη και απείρως αποδοτικότερη χρήση του γαιάνθρακα και του πετρελαίου τις έθεσε στο περιθώριο, για να εγκαταλειφθούν σχεδόν (αν όχι και να λησσοποιηθούν). Φυσικά τα πρώτα χρόνια της χρήσης του γαιάνθρακα και του πετρελαίου, ο

γαιάνθρακας και το πετρέλαιο αποτέλεσαν τις εναλλακτικές πηγές. Σήμερα ξανά-ανακαλύπτουμε τις ίδιες πηγές, που για αιώνες ήταν συμβατικές, και τις ονομάζουμε εναλλακτικές... Ελπίζουμε πάντως και θα εξηγήσουμε το γιατί στη συνέχεια, ότι αυτές οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα αποτελέσουν τις συμβατικές στο μέλλον.

Το περιβαλλοντικό πρόβλημα: η σύνδεσή του με το ενεργειακό

Η αναζήτηση της αξιοποιήσιμης ενέργειας, οι μετατροπές της, η μεταφορά της και εξαντλητική χρήση της, ιδίως τα τελευταία χρόνια, δημιούργησαν (ή, έστω, μεγιστοποίησαν) και ένα δευτερογενές πρόβλημα. Το πρόβλημα της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος με ουσίες ή/και ακτινοβολίες κατ'αρχήν επικίνδυνες για την υγεία των ζωικών και φυτικών οργανισμών, αλλά και ουσίες ή/και ακτινοβολίες που μεταβάλλουν τη σοφή ισορροπία της φύσης, με ανεξέλεγκτα και άγνωστα εν πολλοίς αποτελέσματα. Η εμμονή μας στη σύνδεση του περιβαλλοντικού με το ενεργειακό πρόβλημα (ή, σαφέστερα, η ενοχοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης ως του κύριου επιβαρυντικού του περιβάλλοντος, με τη "βοήθεια" βέβαια της τεχνολογίας) δεν είναι αυθαίρετη.

Η στήριξή της είναι δυνατό να γίνει με μια απλή αναφορά και περιγραφή των μηχανισμών και των συστημάτων μετατροπής, μεταφοράς και χρήσης της ενέργειας.

Αλλά και μια επισήμανση: η ενέργεια αποτέλεσε - και αποτελεί - έναν ζωτικό παράγοντα τέτοιον, ώστε κατά την αναζήτηση και μαζική όσο και εντατική χρήση της, ο άνθρωπος "αδιαφορεί" συχνά για τις όποιες επιπτώσεις.

Οι μηχανισμοί και τα συστήματα μετατροπής, μεταφοράς και χρήσης της ενέργειας

Ως μηχανισμούς και συστήματα μετατροπής, μεταφοράς και χρήσης της ενέργειας, χαρακτηρίσαμε τις μεθόδους, διαδικασίες και διατάξεις που επιτρέπουν τη μετατροπή της ενέργειας από τις διαθέσιμες "μορφές" σε αυτές που προσφέρονται για αποθήκευση, μεταφορά και αποδοτική χρήση της. Ας επαναλάβουμε αναλυτικότερα τις κυριότερες από αυτές τις διαδικασίες, γιατί η γνώση τους είναι χρήσιμη στην κατανόηση αλλά και στην αντιμετώπιση των προβλημάτων.

Η αποδέσμευση της πυρηνικής ενέργειας (δυναμικής των πυρήνων) γίνεται με δύο τρόπους: τη σχάση βαριών πυρήνων (όπως του ουρανίου) ή τη σύντηξη ελαφρών πυρήνων (όπως του υδρογόνου). Στην πρώτη περίπτωση, τη σχάση, έχουμε πυρηνική (ή ατομική) έκρηξη (αν γίνει σχάση πολλών πυρήνων συγχρόνως) ή ελεγχόμενη διαδικασία σε πυρηνικούς αντιδραστήρες (αν η σχάση των πυρήνων γίνεται διαδοχικά). Στη δεύτερη περίπτωση, τη σύντηξη, έχουμε θερμοπυρηνική έκρηξη (σύντηξη πολλών πυρήνων συγχρόνως), ενώ δεν έχει επιτευχθεί ακόμη, λόγω τεχνολογικών προβλημάτων, ελεγχόμενη θερμοπυρηνική σύντηξη. Σε κάθε περίπτωση η πυρηνική (δυναμική) ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική / (κινητική των σωματιδίων) ενέργεια.

Η θερμική ενέργεια που προέρχεται από τη σχάση πυρήνων (πυρηνική ενέργεια), αλλά και η θερμική ενέργεια που προέρχεται από την καύση γαιανθράκων και πετρελαίου καθώς και των παραγώγων του (χημική/δυναμική των μορίων ενέργεια), χρησιμοποιείται συνήθως για την κίνηση μηχανών (κινητική ενέργεια). Η μετατροπή της επιτυγχάνεται είτε με τη χρήση ατμοστροβίλων (θέρμανση νερού → ατμοποίηση → υψηλές πιέσεις → παλινδρομική κίνηση εμβόλων → περιστροφή στροφάλων), είτε με τη χρήση κινητήρων εσωτερικής καύσεως (ανάμιξη καυσίμου με αέρα →

ανάφλεξη → υψηλές πιέσεις → παλινδρομική κίνηση εμβόλων → περιστροφή τροφάλων/τροχών). Ειδικότερα η θερμική (πυρηνική) ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο/ηλιακή ενέργεια (όπως η γεωθερμία αλλά και η άμεση ακτινοβολία του) είτε χρησιμοποιείται (αμέσως ή αφού αποθηκευθεί χωρίς μετατροπή, βλ. γεωθερμικούς σταθμούς ή ηλιακούς θερμοσίφωνες) για θέρμανση ανθρώπων και χώρων, είτε μετατρέπεται σε κινητική (με τη χρήση ατμοστρόβιλων, αφού πρώτα η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρωθεί με τη βοήθεια κατόπτρων), είτε μετατρέπεται σε ηλεκτρική (με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων) και χρησιμοποιείται ως ηλεκτρική ή αποθηκεύεται ως χημική ("φόρτιση" ηλεκτρικών συσσωρευτών).

Η κινητική ενέργεια που προέρχεται από θερμική ενέργεια, όπως και η κινητική ενέργεια από υδατοπτώσεις (υδραυλική ενέργεια) ή τον άνεμο (αιολική ενέργεια) κα., άλλοτε χρησιμοποιείται αμέσως για την κίνηση μηχανών και άλλοτε μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, με τη βοήθεια "γεννητριών" ηλεκτρικού ρεύματος.

Διαπιστώνουμε ότι η ηλεκτρική ενέργεια είναι η συνήθης κατάληξη των περισσότερων μετατροπών της ενέργειας από τον άνθρωπο. Χρηστικά, η ηλεκτρική ενέργεια (ακριβέστερα, η ενέργεια σε αυτή τη "μορφή") παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα έναντι άλλων. Κατ' αρχήν, μεταφέρεται εύκολα (ηλεκτρικό ρεύμα). Αποθηκεύεται εύκολα (ως χημική σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές, με τη χρήση ειδικών διατάξεων που γενικά ονομάζονται ηλεκτρικοί μετασχηματιστές - φορτιστές). Και τέλος, μετατρέπεται εύκολα σε άλλες "μορφές" ενέργειας και χρησιμοποιείται όπου (και όπως) απαιτείται, κυρίως ως θερμική (με τη χρήση ηλεκτρικών αντιστάσεων) και κινητική (με τη χρήση ηλεκτρικών κινητήρων).

Αξιολόγηση των μηχανισμών και συστημάτων μετατροπής, μεταφοράς και χρήσης της ενέργειας

Οι μηχανισμοί και τα συστήματα μετατροπής, μεταφοράς και χρήσης της ενέργειας αξιολογούνται (μεμονωμένα ή/και συγκριτικά μεταξύ τους) με βάση διάφορα κριτήρια. Αυτά είναι κριτήρια που αφορούν τόσο στο βαθμό απόδοσης των μετατροπών και αξιοπιστίας της μεταφοράς της ενέργειας, όσο και στο βαθμό και τρόπο επιβάρυνσης του περιβάλλοντος από αυτές τις μετατροπές.

Όπως αποδεικνύεται στην πράξη, μετατροπή αλλά και μεταφορά ενέργειας δεν επιτυγχάνεται χωρίς "απώλεια" μέρους της (εννοώντας την ταυτόχρονη μετατροπή μέρους της σε "μορφή" μη επιθυμητή, μη εκμεταλλεύσιμη). Αυτές οι απώλειες αποτιμώνται - και υπολογίζονται - από την "ενεργειακή απόδοση" των μετατροπών.

Επίσης, τόσο οι μετατροπές όσο και η μεταφορά της ενέργειας επιβαρύνουν με πολλούς και διαφορετικής μορφής και βαθμού επικινδυνότητας τρόπους το περιβάλλον. Αυτή η επιβάρυνση αποτιμάται από τις επιπτώσεις που παρατηρούνται στο περιβάλλον και χαρακτηρίζεται ως "περιβαλλοντική επιβάρυνση".

Η ενεργειακή απόδοση

Όσον αφορά στην απόδοση κατά τις μετατροπές, τη μεταφορά και τη χρήση της ενέργειας (που μετράται ως το πηλίκο της τελικά αποδιδόμενης χρήσιμης προς την αρχικά προσφερόμενη ενέργεια, επί τοις εκατό %), αυτή εξαρτάται τόσο από τις "μορφές" (αρχική - τελική) της ener-

γείας, όσο και από τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους και μηχανισμούς/συστήματα.

Ενώ η πυρηνική ενέργεια μετατρέπεται σχεδόν εξ ολοκλήρου σε θερμική, η θερμική ενέργεια νομοτελειακά (2^ο θερμοδυναμικό αξίωμα) μετατρέπεται σε άλλη μορφή μόνο αν μέρος της αποδοθεί στο περιβάλλον ως θερμική επίσης. Επιπροσθέτως, η απόδοση σε αυτή τη μετατροπή της θερμικής σε άλλες, είναι γενικά χαμηλή (φιλοσοφικά και πρακτικά η θερμική ενέργεια είναι μια "υποβαθμισμένη" μορφή ενέργειας, που ενώ επιτυγχάνεται εύκολα, δύσκολα επανακτάται σε άλλη μορφή). Ακόμη, η αποθήκευση της θερμικής ενέργειας είναι βραχυπρόθεσμη, αφού οι απώλειες προς το περιβάλλον είναι αναπόφευκτες.

Οι μετατροπές κινητικής - δυναμικής ενέργειας (μεταξύ τους) έχουν γενικά μεγάλη απόδοση, ουδέποτε όμως αποφεύγονται οι (θερμικές τελικά) απώλειες λόγω τριβών.

Η μετατροπή της ενέργειας σε ηλεκτρική (από πυρηνική, δυναμική ή κινητική) έχει μεν μικρή (με ποικίλους κατά περίπτωση βαθμούς) απόδοση, είναι όμως επιθυμητή λόγω των πλεονεκτημάτων κατά τη μεταφορά και χρήση της. Αντίστροφα, η μετατροπή της ηλεκτρικής σε άλλες είναι αποδοτικότερη (πάλι με ποικίλους βαθμούς απόδοσης).

Φυσικά, στη διαμόρφωση των βαθμών απόδοσης κατά τη μετατροπή, μεταφορά και χρήση της ενέργειας, καθοριστικό ρόλο παίζουν και τα χαρακτηριστικά (είδος τεχνολογίας, παλαιότητα, μονώσεις,...) των χρησιμοποιούμενων μηχανισμών και συστημάτων (ατμοστρόβιλοι, μηχανές/κινητήρες εσωτερικής καύσης, γεννήτριες, ηλεκτρικοί αγωγοί και ηλεκτρικές αντιστάσεις, ηλεκτροκινητήρες).

Η περιβαλλοντική επιβάρυνση

Όσον αφορά στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος κατά τις μετατροπές, τη μεταφορά και χρήση της ενέργειας, αυτή εξαρτάται τόσο από τις "μορφές" (και πηγές) της ενέργειας, όσο και από τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους και μηχανισμούς/συστήματα. Το ζητούμενο βέβαια είναι η χρήση των πλέον "καθαρών" περιβαλλοντικά μηχανισμών και "μορφών"/πηγών ενέργειας.

Ξεκινώντας και πάλι από την πυρηνική ενέργεια, αυτή βέβαια που είναι σήμερα εκμεταλλεύσιμη, την πυρηνική ενέργεια δηλαδή από την σχάση πυρήνων, θα λέγαμε ότι δεν επιβαρύνει απλώς το περιβάλλον αλλά είναι μια επικίνδυνη πηγή ενέργειας. Κατά τη σχάση των πυρήνων εκλύεται κατ' αρχήν μια επικίνδυνη για τους ζωικούς οργανισμούς ακτινοβολία, που συνίσταται από ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μεγάλης ενέργειας/ακτίνες γ και από ταχύτατα, διεισδυτικά σωματίδια, γνωστή ως ραδιενέργεια. Συγχρόνως δημιουργούνται υλικά, κατάλοιπα της σχάσης, επίσης ραδιενεργά, ενώ και όλα τα υλικά που δέχονται τη ραδιενεργό ακτινοβολία καθίστανται και αυτά επικίνδυνα. Τα ραδιενεργά κατάλοιπα δημιουργούν προβλήματα αποθήκευσης και, παρόλη την ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας, υπάρχει πάντοτε ο κίνδυνος να διαρρεύσει ραδιενέργεια προς το περιβάλλον. Επιπρόσθετα, αν και οι διαδικασίες ελεγχόμενης σχάσης πυρήνων γίνονται σε ειδικά προστατευόμενους χώρους (αντιδραστήρες και πυρηνικά εργοστάσια), ενδεχόμενη διαφυγή των ραδιενεργών υλικών στην ατμόσφαιρα (μετά από σεισμό ή ατύχημα, με χειρότερη κατάληξη την έκρηξη) έχει καταστρεπτικά αποτελέσματα στο τοπικό αλλά και στο ευρύτερο περιβάλλον (μόλυνση με ραδιενεργά υλικά της ατμόσφαιρας, των υδάτων, των ζωοτροφών, των τροφών → ακτινοβολία → καταστροφή των κυττάρων των ζωικών οργανισμών ή του γενετικού τους κώδικα → θάνατος, λευχαιμία ή τερατογενέσεις). Η καταστροφή γίνεται σοβαρότερη από το γεγονός ότι εκτείνεται όχι μόνο σε έκταση χώρου (με τη βοήθεια των ανέμων...) αλλά και σε έκταση χρόνου (που εξαρτάται από το "χρόνο ζωής" των ραδιενεργών υλικών, συνήθως μεγάλο).

Η πυρηνική ενέργεια που προέρχεται από τη σύντηξη πυρήνων (βλ. ηλιακή ενέργεια ή θερμοπυρηνικές εκρήξεις), αντίθετα, δε δημιουργεί τέτοια προβλήματα. Η σύντηξη πυρήνων δε συνοδεύεται πρακτικά από ακτινοβολία.

Ενδεχομένη επίτευξη ελεγχόμενης σύντηξης πυρήνων (πυρήνων υδρογόνου, όπως στον ήλιο) στα εργαστήρια, που επιχειρείται τα τελευταία χρόνια, θα έλυσε ίσως τόσο το ενεργειακό πρόβλημα (αφού το υδρογόνο διατίθεται άφθονο - και φθινό - στη φύση...) όσο και, κατά μεγάλο μέρος, το περιβαλλοντικό πρόβλημα (αφού η πυρηνική αυτή ενέργεια είναι μια "καθαρή" ενέργεια, χωρίς να αποφεύγουμε βέβαια την επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τις όποιες μετατροπές της...).

Η μετατροπή της χημικής ενέργειας των γαιανθράκων και του πετρελαίου (αλλά και των παραγώνων του) σε θερμική ενέργεια με καύση είναι ιδιαίτερα επιβαρυντική για το περιβάλλον και, βέβαια, και για την υγεία μας, με πολλούς μάλιστα τρόπους. Κατά την καύση, εκτός από θερμική ενέργεια παράγεται επίσης αιθάλη και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), ενώ ειδικά από το πετρέλαιο και τα παράγωγά του παράγονται επί πλέον οξειδία του αζώτου και του θείου και ελευθερώνεται μόλυβδος.

Η αιθάλη και τα αέρια αυτά σχηματίζουν τη γνωστή μας αιθαλομίχλη, που συχνά εγκλωβίζεται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας λόγω των θερμοκρασιακών αναστροφών, με όλα τα γνωστά αποτελέσματα.

Όσον αφορά στην αιθάλη, αυτή εισπνέεται αλλά και επικάθεται παντού.

Όσον αφορά στο διοξείδιο του άνθρακα, το αέριο αυτό μεταβάλλει σταδιακά, με τη διαρκώς αύξουσα ποσότητά του, τη συνήθη σύσταση της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα τη μεταβολή του ισοζυγίου θερμότητας του πλανήτη μας.

Πιο συγκεκριμένα, όσο η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αυξάνεται, τόσο μεγαλώνει η διαφορά μεταξύ της εισερχόμενης στην ατμόσφαιρα ηλιακής ακτινοβολίας και της εξερχόμενης από αυτή μετά την ανάκλασή της στη Γη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, με προφανείς επιπτώσεις στους ζώντες οργανισμούς αλλά και στον ίδιο τον πλανήτη, που θα αντιμετωπίσει κοσμογονικές μεταβολές από την - επερχόμενη - τήξη των πάγων.

Το φαινόμενο, γνωστό και ως φαινόμενο του θερμοκηπίου (στο οποίο το ρόλο της βεβαρημένης με διοξείδιο του άνθρακα ατμόσφαιρας παίζει το γυάλινο στέγαστρο), έχει ήδη ανησυχήσει τους ειδικούς αλλά και την παγκόσμια κοινότητα.

Όσον αφορά στην έκλυση, κατά την καύση, και άλλων οξειδίων όπως και μολύβδου, είναι γνωστή η επικινδυνότητά τους για τους ζωικούς οργανισμούς. Τα διάφορα οξειδία, επιπροσθέτως, σχηματίζουν στην ατμόσφαιρα με τους υδρατμούς της οξέα, τα οποία με το νερό της βροχής επιστρέφουν στη γη ως όξινη, όπως είναι γνωστή, βροχή, προκαλώντας μεγάλες ζημιές στα δάση του πλανήτη μας αλλά και τις εμφανείς σε όλους μας καταστροφές στα μαρμάρινα αριστουργήματα, που διεσώθησαν ως τις μέρες μας, αλλά σήμερα απειλούνται σοβαρά με γλυφοποίηση. Και βέβαια, δεν αναφερόμαστε στα όποια ατυχήματα κατά τη μεταφορά πετρελαίου με πλοία, που έχουν προκαλέσει (και προκαλούν...) ανυπολόγιστες οικολογικές καταστροφές στις θάλασσες και στις ακτές...

Τόσο η πυρηνική (→ θερμική) ενέργεια από τη σχάση πυρήνων, όσο και η θερμική ενέργεια από την καύση κυρίως γαιανθράκων και πετρελαίου, που καλύπτουν σήμερα σε μεγάλο βαθμό τις ενεργειακές μας ανάγκες, αποδεικνύονται "καταστροφικές" για το περιβάλλον, ή (ηπιότερα) "μη καθαρές", αφού το επιβαρύνουν. Η θερμική ενέργεια από τις συγκεκριμένες πηγές που προα-

ναφέραμε, μετατρέπεται συνήθως σε ηλεκτρική (ηλεκτρικό ρεύμα) ή σε κινητική (κίνηση οχημάτων κ.λ.π.). Και βέβαια, πρέπει να αναφερθούμε και στην ηχητική αλλά και στην αισθητική, γενικότερα, επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την παραγωγή της ενέργειας και τους μηχανισμούς και τα συστήματα μεταφοράς της (εργοστάσια, ορυχεία, συστήματα άντλησης, διυλιστήρια, ηλεκτρικοί πυλώνες).

Αντίθετα, η θερμική ενέργεια που λαμβάνεται κατ' ευθείαν από την ακτινοβολία του ήλιου ή από το εσωτερικό της γης και η κινητική ενέργεια που προέρχεται από υδατοπτώσεις ή από την κίνηση του αέρα, δεν επιβαρύνουν ιδιαίτερα το περιβάλλον, με όποιο τρόπο και αν χρησιμοποιούνται. Πράγματι, κατά την παραγωγή τους δεν εκλύονται οποιεσδήποτε επικίνδυνες ακτινοβολίες ή επικίνδυνα παράγωγα, ενώ το μόνο δυσάρεστο επακόλουθο είναι, μερικές φορές, κάποια, ανεκτική συνήθως, αισθητική ή/και ηχητική επιβάρυνση. Είναι περισσότερο "καθαρές" - περιβαλλοντικά - μορφές/πηγές ενέργειας

Μία ακόμη διάκριση των πηγών ενέργειας: οι "καθαρές και μη" πηγές

Σε αντίθεση λοιπόν με τις συμβατικές πηγές ενέργειας (πυρηνική σχάση, γαιάνθρακες, πετρέλαιο), που είναι και οι κύριες πηγές ενέργειας σήμερα αλλά και οι κυριότεροι επιβαρυντές του περιβάλλοντος, οι ανανεώσιμες, όπως τις αποκαλέσαμε, πηγές (ηλιακή, αιολική, βιομάζα, γεωθερμία, υδατοπτώσεις,...) είναι "καθαρές" περιβαλλοντικά - πηγές ενέργειας.

Κατά σύμπτωση (!), καθαρές πηγές ενέργειας είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Προς μία κοινή λύση των δύο προβλημάτων; οι ανανεώσιμες, καθαρές πηγές ενέργειας

Είναι αυτονόητο ότι η αντικατάσταση των συμβατικών/μη καθαρών πηγών ενέργειας από τις εναλλακτικές/καθαρές πηγές, θα συμβάλει αποφασιστικά στη λύση τόσο του ενεργειακού όσο και του περιβαλλοντικού προβλήματος.

Φυσικά, για να είμαστε πραγματιστές, θα πρέπει να κατανοήσουμε ότι αυτή η αντικατάσταση ούτε εύκολη ούτε πάντα βραχυπρόθεσμα εφικτή είναι. Πολιτικοί (με τη γενικότερη έννοια), οικονομικοί, τεχνολογικοί,... λόγοι, αλλά και η αγκίστρωση όλων μας στις γνωστές και συνήθεις πρακτικές, δε μας επιτρέπουν υπέρμετρη αισιοδοξία. Όμως η σταδιακή αντικατάσταση και εφικτή είναι και επιβεβλημένη. Δεν πρέπει βέβαια, για να είμαστε δίκαιοι, να ξεχνούμε ότι οι κυριότερες, σήμερα, συμβατικές πηγές (γαιάνθρακες και πετρέλαιο) συνέβαλαν σε μεγάλο βαθμό στην τεχνολογική επανάσταση του περασμένου αιώνα και τη δημιουργία του σημερινού τεχνολογικού πολιτισμού μας, αφού την ενέργειά τους εκμεταλλεύθηκε ο άνθρωπος εύκολα, συστηματικά και κυρίως μαζικά.

Εξάλλου, οι σημερινές μας ανέσεις, σε σχέση με τη ζωή στο παρελθόν, οφείλονται κατά μεγάλο μέρος σε αυτές και ιδίως στο πετρέλαιο.

Δεν πρέπει επίσης να ξεχνούμε τα παράγωγά τους και τα υλικά που προκύπτουν από την επεξεργασία τους, αυτός είναι όμως ένας ακόμα λόγος να τις διαφυλάξουμε και όχι να τις σπαταλούμε αποκλειστικά για την παραγωγή ενέργειας.

Με μία προϋπόθεση: την "εξοικονόμηση" ενέργειας

Ανεξάρτητα βέβαια από τις όποιες πηγές χρησιμοποιούμε, η ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας είναι αυτονόητα αδήριτη.

Θεωρούμε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας από τον καθένα μας, ανεξάρτητα από ό,τι γίνεται σε συλλογικό επίπεδο - που μερικές φορές μας απογοητεύει και μας επηρεάζει αρνητικά - πρέπει να γίνει συνείδηση αλλά και καθημερινή πρακτική.

Εδώ ο ρόλος του δασκάλου, της εκπαίδευσης γενικότερα, είναι καθοριστικός, όχι μόνο στη διαμόρφωση των συνειδήσεων, αλλά και στον εφοδιασμό του νέου πολίτη με συγκεκριμένες πρακτικές.

Η δομή και η αναμενόμενη συμβολή του βιβλίου

Ελπίζουμε αυτό το βιβλίο για το δάσκαλο (σε συνδυασμό με το αντίστοιχο βιβλίο για το μαθητή) με τις θέσεις του, με τις πληροφορίες που παρέχει και τις δραστηριότητες που προτείνει, να βοηθήσει σε αυτή την προσπάθεια...

Θεωρούμε πρωταρχικής σημασίας την αντιμετώπιση από το δάσκαλο της ενέργειας, κατ' αρχήν, ως μιας γενικότερης έννοιας/φυσικής ποσότητας με πρωταρχικό ρόλο στη δημιουργία του σύμπαντος και την εξέλιξή του (ίσως και στο τέλος του...). Η φιλοσοφική διάσταση αυτής της φυσικής ποσότητας, οι διαρκείς μετατροπές της και η απαρέγκλιτη αρχή που επιβάλλει η διατήρησή της, σε συνδυασμό με τη σημασία της για τη συντήρηση της ζωής, μας επιβάλλει ένα σεβασμό που μόνο, ίσως, προς αυτό καθεαυτό το θείο δώρο της ζωής είναι δυνατό να συγκριθεί.

Προτάσσουμε, λοιπόν, στο βιβλίο του δασκάλου αυτή τη γενικότερη διάσταση της ενέργειας, για να ακολουθήσει η εννοιολογική, φυσική και μαθηματική προσέγγισή της, που είναι απαραίτητες για τη γνωστική και επιστημονικά σωστή διδακτική αντιμετώπισή της.

Μεγάλη σημασία αποδίδουμε στην κατανόηση των πρωταρχικών "μορφών" της ενέργειας και στους συνδυασμούς τους κατά την ατέλειωτη "αλυσίδα" των ενεργειακών μετατροπών της.

Είναι απαραίτητη η συνειδητοποίηση ότι δε λείπει από τη φύση η ενέργεια αλλά αυτή που είναι διαθέσιμη προς εκμετάλλευση από τον άνθρωπο.

Παράλληλα, στο βιβλίο του μαθητή, με τη βοήθεια εικόνων και με αναφορές σε καθημερινά φαινόμενα, δομείται η γνωστική της προσέγγιση, ως η αιτία δηλαδή που προκαλεί - όταν το επιτρέπουν οι συνθήκες - τις όποιες αλλαγές στον κόσμο μας. Επίσης, προβάλλονται με εικόνες αλλά και με "προσωποποίηση" των πρωταρχικών "μορφών" της, οι διαρκείς μετατροπές, καθώς και οι τρόποι αποθήκευσης και μεταφοράς της. Οι αποθήκες ενέργειας ονομάζονται και πηγές ενέργειας, θεωρώντας - για εκπαιδευτικούς λόγους απλούστευσης - τον ήλιο ως την πρωταρχική πηγή (επιφυσασσόμενοι να αναφερθούμε στην πυρηνική ενέργεια αργότερα...). Και, βέβαια, εισάγουμε τη διάκριση των πηγών σε ανανεώσιμες και μη και, αμέσως μετά, τη διάκρισή τους σε καθαρές και μη, με την επισήμανση τόσο του ενεργειακού όσο και του περιβαλλοντικού προβλήματος.

Ο προβληματισμός για την επάρκειά τους οδηγεί τότε στην ανάγκη (με συγκεκριμένες αναφορές και παραδείγματα σε εικόνες από την καθημερινή ζωή) για εξοικονόμηση της ενέργειας.

Η ακριβής περιγραφή των μηχανισμών και συστημάτων μετατροπής, αποθήκευσης, μεταφοράς και χρήσης της ενέργειας παρατίθεται, στο μέτρο βέβαια της επάρκειας του χώρου, στο ανά χειράς βιβλίο του δασκάλου. Επίσης περιγράφονται συνοπτικά - αλλά και κατά το δυνατόν ολοκληρωμένα - οι τρόποι επιβάρυνσης του περιβάλλοντος από αυτούς τους μηχανισμούς, ώστε οι

αναφορές να μην είναι γενικόλογες και ασαφείς, αλλά θεμελιωμένες.

Στη συνέχεια, και στα δύο βιβλία, γίνεται αναφορά σε κάθε μία από τις - εν χρήσει ή δυνάμει - πηγές ενέργειας, ομαδοποιημένες σε μη ανανεώσιμες και ανανεώσιμες. Στο βιβλίο του μαθητή η αναφορά και σύντομες πληροφορίες συνοδεύονται από εικονογραφημένο ή/και σχηματοποιημένο εκπαιδευτικό υλικό, ενώ στο βιβλίο του δασκάλου, σε όλες σχεδόν τις παραγράφους, που σκόπιμα είναι αντίστοιχες με αυτές του βιβλίου του μαθητή, παρατίθενται πρόσθετες πληροφορίες και ερωτήσεις ή προτείνονται δραστηριότητες για τους μαθητές.

Τέλος, στο βιβλίο του μαθητή υπάρχει ένας κατάλογος με προτεινόμενους τρόπους βελτιστοποίησης της χρήσης/εξοικονόμησης της ενέργειας στην καθημερινή μας ζωή.

Μερικές σκέψεις και κατευθύνσεις, όσον αφορά στους τρόπους αξιοποίησης του βιβλίου

Στο μάθημα, κατ' αρχήν, των φυσικών είναι δυνατή η γνωστική προσέγγιση της Ενέργειας, ενώ αναφορές στην πολύπλευρη σημασία της - και επίδρασή της - σε όλες τις εκφάνσεις της ζωής μας μπορούν να γίνουν στα αντίστοιχα μαθήματα. Ειδικότερα στα πλαίσια των δραστηριοτήτων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης/αγωγής προτείνεται η σχεδίαση, οργάνωση και υλοποίηση δραστηριοτήτων, που θα αφορούν στην ενέργεια και τις πηγές της, καθώς και στο ενεργειακό - περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Είναι προφανές ότι σε κάθε ενότητα και παράγραφο του βιβλίου αναφοράς των φυσικών - και όχι μόνο στις οικείες παραγράφους - είναι δυνατή η αναφορά στην ενέργεια και στις μετατροπές της, σύμφωνα με την προσέγγιση που κάνουμε εδώ. Ακόμη, εύκολα προσδιορίζονται οι ενεργόβρες διαδικασίες της καθημερινής μας ζωής και οι τρόποι εξοικονόμησης της ενέργειας.

Στις δραστηριότητες μάλιστα που είναι δυνατό να ενταχθούν στα πλαίσια της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης/αγωγής, εκτός από επισκέψεις, συλλογή στοιχείων, συγκέντρωση πληροφορίας, συζητήσεις με τις τοπικές αρχές, αναζήτηση υπευθύνων, προτάσεις λύσεων κλπ, προτείνεται και η σύνθεση απλών κατασκευών για την εκτέλεση απλών πειραμάτων, όπως και η διεξαγωγή μετρήσεων της ενεργειακής κατανάλωσης και περιβαλλοντικής ρύπανσης με διάφορους τρόπους και συνδυασμούς, τόσο στο σχολικό όσο και στο οικιακό περιβάλλον.

Σχετικές ιδέες και προτάσεις υπάρχουν στις επί μέρους αναφορές των πηγών ενέργειας που ακολουθούν.

Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Γαιάνθρακες

Οι γαιάνθρακες είναι μίγμα πολύπλοκων χημικών ενώσεων άνθρακα, κατά το πλείστον, και υδρογόνου (των λεγόμενων υδρογονανθράκων με χημικό τύπο C_9H_{90} περίπου), που ευρίσκονται στο υπέδαφος - ή και επιφανειακά - αλλά και άλλων ενώσεων άνθρακα και υδρογόνου που περιέχουν οξυγόνο, άζωτο και θείο σε στερεά μορφή. Οι γαιάνθρακες αναφέρονται στον πληθυντικό αφού διακρίνονται σε πολλά είδη : ανθρακίτης, λιθάνθρακες, φαιάνθρακες

(είδος των οποίων είναι ο λιγνίτης), τύρφη. Διακρίνονται μεταξύ τους με βάση την ηλικία τους, την προέλευσή τους, τη μορφή τους αλλά και την περιεκτικότητά τους σε άνθρακα (που καθορίζει φυσικά και τη θερμαντική τους απόδοση). Προήλθαν από τη σταδιακή απανθράκωση (ή ανθρακοποίηση) φυτικών μαζών που καταπλακώθηκαν και απομονώθηκαν από τον αέρα, προήλθαν δηλαδή από την αποσύνθεση της κυτταρίνης (με το γενικό χημικό τύπο $(C_6H_{1005})_n$) σε ενώσεις με ελαττωμένη περιεκτικότητα σε υδρογόνο και οξυγόνο, σε σχέση με την περιεκτικότητά τους σε άνθρακα. Η βραδύτατη αυτή διεργασία, που απαιτεί μεγάλο χρόνο, διευκολύνεται και από την ύπαρξη μεγάλων πιέσεων αλλά και από την παρουσία μικροοργανισμών που προκαλούν ένα είδος ζυμώσεως. Στις ζυμώσεις οφείλεται και η ύπαρξη του αερίου μεθανίου (CH_4) στα ανθρακωρυχεία, αερίου που προκαλεί συχνά εκρήξεις στις στοές τους, αλλά και παρατηρείται συχνά σε έλη, όπου, λόγω ζυμώσεων, αποσυντίθενται οι βυθισμένες φυτικές ύλες με τελική κατάληξη ένα είδος γαιανθράκων, την τύρφη. Η τύρφη είναι το φτωχότερο σε άνθρακα (~50%), αλλά και το ηλικιακά νεαρότερο (σχηματίστηκε κατά τη σύγχρονη περίοδο, διάρκειας μερικών χιλιάδων ετών) είδος γαιάνθρακα. Ακολουθούν οι φαιάνθρακες (65 - 70% περιεκτικότητα σε άνθρακα και με θερμαντική απόδοση ~2000Kcal/Kgr, αλλά και μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα, που σχηματίστηκαν κατά την τριτογενή περίοδο, έως και 60 εκατομμύρια έτη πριν), οι λιθάνθρακες και ο ανθρακίτης (75 - 90% και ~95% άνθρακας αντίστοιχα, απόδοση ~7500Kcal/Kgr και 8500Kcal/Kgr, που σχηματίστηκαν κατά τη λιθανθρακοφόρο περίοδο και ακόμη παλαιότερα, εκατοντάδες εκατομμύρια έτη πριν), αλλά και ο γραφίτης και ο αδάμας, γαιάνθρακες επίσης (με περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 99% σε άνθρακα) που δε χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη... Μια πολύπλοκη και, δυστυχώς, ανεπανάληπτη διαδικασία.

Οι γαιάνθρακες ήταν γνωστοί ήδη από την αρχαιότητα. Πρώτος, ίσως, ο Θεόφραστος (4ος πΧ αιώνας), μαθητής του Αριστοτέλη, στο σύγγραμμά του «Περί Λίθων» τους αναφέρει ως λιθάνθρακες, δίνει μια πλήρη περιγραφή τους, υποστηρίζει ότι μπορούν να αντικαταστήσουν τον ξυλάνθρακα, σημειώνει ότι χρησιμοποιούνται ήδη από τους σιδηρουργούς και υποδηλώνει την ύπαρξη ορυχείων στην Αργολίδα και την Ηλεία.

Οι Κινέζοι, σύμφωνα με το Μάρκο Πόλο, τους χρησιμοποιούσαν για το τρίψιμο της πορσελάνης. Η ευρύτερη χρήση τους άρχισε μόλις το 12^ο - 13^ο αι. μΧ στην Ευρώπη, κυρίως για θέρμανση και στη μεταλλουργία, ενώ το πρώτο ατμόπλοιο εμφανίστηκε στο Μισσοισπί στις αρχές του 19^{ου} αι. Λίγα χρόνια ενωρίτερα είχε κατασκευασθεί από τον Watt, η πρώτη ατμομηχανή, που έφερε στο προσκήνιο τα πρώτα τρέινα και τα ατμοκίνητα πλοία.



Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

Η διαθέσιμη ενέργεια για κίνηση, που μέχρι εκείνη την εποχή εξαρτιόνταν από τη μυική δύναμη ανθρώπων και ζώων ή από τον άνεμο και τις υδατοπτώσεις, και κυρίως η ισχύς (πλήκον της ενέργειας προς το χρόνο) πολλαπλασιάζονται. Η χρησιμοποίηση του άνθρακα σε μεγάλη κλίμακα σημειώνεται κατά το 18^ο και 19^ο αιώνα και σηματοδοτεί την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης. Οι γαιάνθρακες, εκτός της αποδιδόμενης κατά την καύση τους θερμότητας, που σήμερα κυρίως χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με τη λειτουργία ατμομηχανών/ατμοστρόβιλων και, στη συνέχεια, ηλεκτρογεννητριών, μας παρέχουν με διάφορους τρόπους (ξηρά απόσταξη και υγροποίηση) ένα πλήθος προϊόντων τους (ή παραγώγων τους) που χρησιμοποιούνται ευρύτατα : φωταέριο (από τη θέρμανση των γαιανθράκων), υδραέριο, με μεγαλύτερη θερμική απόδοση (από τη διοχέτευση υπέρθερμων υδρατμών επάνω από ερυθροπυρωμένους γαιάνθρακες), αμμωνία, συνθετική βενζίνη, διαλυτικά υγρά (που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή φαρμάκων, αρωμάτων, χρωμάτων, εκρηκτικών υλών,...), λιθανθρακόπισσα (υπόλειμμα επίσης, από το οποίο παρασκευάζονται χιλιάδες οργανικές ενώσεις που έχουν ευρύτατη εφαρμογή), ανθρακασβέστιο, ανθρακικά άλατα, πλαστικές ύλες κ.α.

Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την καύση γαιανθράκων είναι γνωστή : αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, δημιουργία τέφρας, εκπομπή αιθάλης (η εισπνοή της οποίας σε μεγάλες ποσότητες είναι δυνατό να προκαλέσει τη νόσο ανθράκωση), παραγωγή άλλων δηλητηριωδών οξειδίων (που εμπεριέχονται στη γνωστή μας αιθαλομίχλη και δημιουργούν με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας όξινη βροχή), κλπ.

Στην Ελλάδα η εξόρυξη επιφανειακού λιγνίτη, στις περιοχές Πτολεμαΐδας-Κοζάνης και στη Μεγαλόπολη, εξασφαλίζει την παραγωγή ενός μεγάλου ποσοστού της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει η χώρα, μειώνοντας σημαντικά την εξάρτησή της από το - κατά το μεγαλύτερο μέρος - εισαγόμενο πετρέλαιο, χωρίς όμως να αποφεύγονται τα πολλά και ποικίλα περιβαλλοντικά - οικολογικά προβλήματα στους τόπους εξόρυξής του και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

- Συζητείστε με τους μαθητές τον τρόπο σχηματισμού των γαιανθράκων.
- Αναθέστε τους τον εντοπισμό στον παγκόσμιο χάρτη των σημαντικότερων ανθρακοφόρων περιοχών. Σημειώστε τη σύμπτωση των ανθρακοφόρων περιοχών, που τα κοιτάσματά τους εκμεταλλεύθηκε ο άνθρωπος κατά τον περασμένο κυρίως αιώνα, συγκεκριμένα στην Κεντρική Ευρώπη, στην Αγγλία και στη Βόρειο Αμερική, με την ανάπτυξη της βιομηχανίας - αλλά και του πλούτου - σε αυτές τις περιοχές.
- Αναζητείστε μικρή ποσότητα γαιάνθρακα, ανάψτε τη με τους μαθητές σας στην αυλή του σχολείου και, φυσώντας τη, παρατηρείστε τη μεγάλη θερμαντική απόδοση, που διαπιστώνεται εύκολα με την ερυθροπύρωση της άκρης μεταλλικής ράβδου που θα τοποθετήσετε κατάλληλα.
- Ζητείστε από τους μαθητές σας έναν κατάλογο παραγώγων των γαιανθράκων και των χρήσεών τους.

Αναρωτηθείτε και συζητείστε : υπάρχουν υποκατάστατά τους ; πώς θα τα αναπληρώσουμε όταν - όπως σύντομα προβλέπεται - εξαντληθούν τα αποθέματα γαιανθράκων ; αξίζει να χρησιμοποιούμε με τους γαιάνθρακες για την ενέργειά τους (αφού είναι δυνατή η εκμετάλλευση άλλων πηγών ενέργειας) και όχι αποκλειστικά για τα παράγωγά τους;

- Ζητείστε από τους μαθητές να ρωτήσουν τους ανθρώπους του περιβάλλοντός τους για την προέλευση των παραπάνω προϊόντων. Ας τους ενημερώσουν, αν δεν γνωρίζουν.
- Τοποθετείστε οριζόντια επάνω από καιγόμενους άνθρακες μια μεταλλική επιφάνεια και παρατηρείστε με τους μαθητές την ποσότητα της αιθάλης που επικολλήθηκε (αλλά συνήθως εισπνέεται από τον άνθρωπο ή επικάθεται παντού).

- Ζητείστε από τους μαθητές την καταγραφή των περιοχών εξόρυξης λιγνιτών και παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από αυτούς στη χώρα μας, καθώς και την επί τοις εκατό συμμετοχή τους στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Επισκεφθείτε, αν είναι δυνατό, μια τέτοια εγκατάσταση και σημειώστε τα προβλήματα που δημιουργεί.

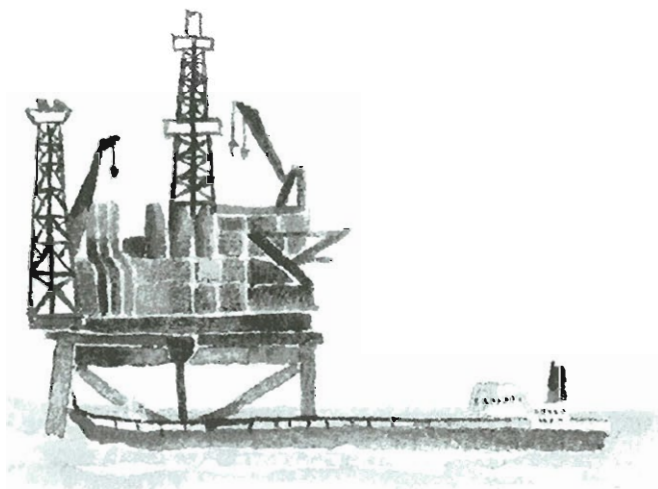
Πετρέλαιο

Το πετρέλαιο είναι, επίσης, μίγμα πολύπλοκων χημικών ενώσεων του άνθρακα κυρίως με υδρογόνο (υδρογονάνθρακες C_nH_{2n+2} , $n=1, \dots, 20$), αλλά και άλλων οξυγονούχων, θειούχων και αζωτούχων ενώσεων του άνθρακα σε υγρή μορφή.

Η μετατροπή των ζωικών και φυτικών μικροοργανισμών, από τους οποίους προήλθε, διευκολύνθηκε από τη δράση αναερόβιων βακτηρίων. Η διαφορετική μορφή και σύστασή του, ανάλογα με τις περιοχές εύρεσής του, εξηγούνται από τις διαφορετικές συνθήκες σχηματισμού του, δηλαδή τη θερμοκρασία, την πίεση και τη χρονική διάρκεια της αντίδρασης.

Το πετρέλαιο ήταν γνωστό ακόμη και στους πιο μακρινούς χρόνους της αρχαιότητας, σε όσες περιοχές, βέβαια, υπήρχαν επιφανειακά ίχνη του (άσφαλτος ή εύφλεκτα αέρια). Ο Ζαρατούστρα θεοποίησε τις φλόγες που έκαιγαν συνεχώς στη σημερινή χερσόνησο του Μπακού, η Παλαιά Διαθήκη μνημονεύει σε πολλά σημεία την άσφαλτο (ο Νώε τη χρησιμοποίησε για την αδιαβροχοποίηση της κιβωτού), οι Μεσοποταμιοί λαοί τη χρησιμοποίησαν ως συγκολλητική οικοδομική ύλη, οι Φοίνικες την εμπορεύθηκαν, οι Αιγύπτιοι τη χρησιμοποίησαν για ταρίχευση (μουμ=άσφαλτος στα αραβικά),... Στην Ελληνική αρχαιότητα οι αναφορές είναι πολλές: Ηρόδοτος (οικοδομική χρήση), Αριστοτέλης (περιγραφή), Αρριανός (πολεμική χρήση), Ιπποκράτης (θεραπευτική χρήση),... Κατά τη Βυζαντινή περίοδο γνωστή είναι η χρήση του για την πυρπόληση σκαφών (υγρό πυρ).

Όμως, αν μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα η χρήση του πετρελαίου ήταν ευκαιριακή και περιορισμένη, η πρώτη τεχνική άντληση πετρελαίου στις Ηνωμένες Πολιτείες από το συνταγματάρχη Ντρέικ και, στη συνέχεια, η ανάπτυξη των μηχανών εσωτερικής καύσεως, άλλαξε την ανθρώπινη δραστηριότητα σε όλους τους τομείς... Η συμβολή του πετρελαίου στη διαμόρφωση του σημερινού μας πολιτισμού είναι ακόμη μεγαλύτερη από αυτήν του άνθρακα. Σήμερα, το πετρέλαιο αντλείται σε μεγάλες ποσότητες (μερικά εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα σε όλο τον κόσμο). Το πετρέλαιο όμως, εκτός από το ότι αποτελεί σήμερα την κυριότερη πηγή ενέργειας στον πλανήτη, μάς παρέχει και ένα πλήθος παραγώγων του, που συμβάλλουν καθοριστικά στη διαμόρφωση της καθημερινής μας ζωής, και μας έχουν γίνει πλέον απαραίτητα και αναντικατάστατα. Μετά την άντλησή του, το πετρέλαιο (ακάθαρτο, βαρύ ή αργό) υποβάλλεται σε καθαρισμό, για την απομάκρυνση των όξινων και βασικών ενώσεών του, όπως η άσφαλτος που είναι οξειδωμένο



Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

πετρέλαιο, οπότε προκύπτει το γνωστό μας μαζούτι, που χρησιμοποιείται ως καύσιμο για πλοία, εργοστάσια, κεντρική θέρμανση. Στη συνέχεια υποβάλλεται σε κλασματική απόσταξη, για το διαχωρισμό των συστατικών του αναλόγως του βαθμού ζέσης τους. Από την τελευταία προκύπτουν : πετρελαϊκός αιθέρας ή γαζολίνη (διαλυτικό μέσο), ελαφρά βενζίνη (καύσιμο αεροπλάνων), λιγροΐνη (καύσιμο και καθαριστικό), βαριά βενζίνη (καύσιμο κινητήρων αυτοκινήτων κλπ), φωτιστικό ή καθαρό πετρέλαιο ή κεροζίνη (καύσιμο, παρασκευή φαρμάκων), πετρέλαιο, ντήζελ (καύσιμο σε ειδικές μηχανές και εστίες θέρμανσης), ορυκτέλαια (λιπαντικά), βαζελίνη (φαρμακοποιία), παραφίνη (βιομηχανία, φαρμακοποιία), αέρια καύσιμα, μεγάλο πλήθος οργανικών ουσιών (αλκοόλες, συνθετικά ελαστικά, πλαστικές ύλες κ.α..

Όπως και στην περίπτωση των γαιανθράκων, η χρήση του πετρελαίου ως πηγής ενέργειας δεν αφήνει ανεπηρέαστο το περιβάλλον και την ποιότητα της ζωής μας. Η μεταφορά, κατ' αρχήν, μεγάλων ποσοτήτων πετρελαίου με δεξαμενόπλοια έχει αποδειχθεί πολλές φορές καταστροφική για το περιβάλλον, όταν ναυάγια τέτοιων μεγάλων πλοίων νέκρωσαν τη ζωή σε μεγάλες θαλάσσιες εκτάσεις. Πέραν αυτού, η καύση του πετρελαίου και των παραγώγων του επιβαρύνει επίσης το περιβάλλον σε μεγάλο βαθμό και με ποικίλους τρόπους : εκπομπή αιθάλης, παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα αλλά και άλλων οξειδίων του άνθρακα και του θείου, καθώς και εκπομπή μολύβδου (που είναι, τα τελευταία, δηλητήρια για τον άνθρωπο).

Η υψηλή τιμή του πετρελαίου και το γεγονός ότι μόνο σε λίγα, σχετικά, σημεία του πλανήτη μας υπάρχουν εκμεταλλεύσιμα αποθέματά του, αναγκάζει τις περισσότερες χώρες να διαθέτουν ένα μεγάλο μέρος των οικονομικών τους πόρων για την αγορά του, και, βέβαια, να εξαρτώνται οικονομικά από τις αποφάσεις των λίγων χωρών που το διαθέτουν.

Δεν πρέπει βέβαια, από την άλλη πλευρά, να ξεχνούμε ότι η χρήση του πετρελαίου και των παραγώγων του ως πηγών ενέργειας, αλλά και των δευτερογενών προϊόντων του (πλαστικά κλπ), έπαιξε και παίζει έναν πρωταγωνιστικό ρόλο στην καθημερινή μας ζωή (θέρμανση, κίνηση, ηλεκτρικό ρεύμα, ..., νέα υλικά, ...) και ότι οι σημερινές μας ανέσεις, σε σχέση με τις συνθήκες στο παρελθόν, οφείλονται κατά μεγάλο μέρος στο πετρέλαιο, που εύκολα και γρήγορα χρησιμοποιούμε.

Φυσικά το πετρέλαιο, όπως και οι γαιάνθρακες, δεν είναι ανεξάντλητο. Τα μέχρι τώρα γνωστά και εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα πετρελαίου, με τους σημερινούς ρυθμούς κατανάλωσής του παγκοσμίως, δεν επαρκούν παρά για λίγες εκατοντάδες χρόνια ή και λιγότερο. Στην Ελλάδα, αντλούμε μόλις ένα μικρό μέρος του χρησιμοποιούμενου στη χώρα πετρελαίου από το μοναδικό εκμεταλλεύσιμο σήμερα κοίτασμα (Πρίνος), που θα εξαντληθεί σύντομα, ενώ οι υπόλοιπες απαιτούμενες ποσότητες εισάγονται.

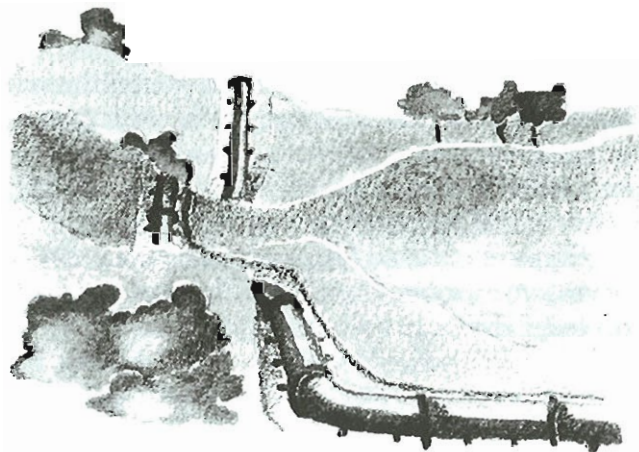
- Συζητήστε με τους μαθητές τον τρόπο σχηματισμού του πετρελαίου.
- Αναθέστε τους τον εντοπισμό στον παγκόσμιο χάρτη των σημαντικότερων πετρελαιοφόρων περιοχών. Σημειώστε τη σύμπτωση των πετρελαιοφόρων περιοχών με τη συσσώρευση πλούτου.
- Ανάψτε με τους μαθητές σας, στην αυλή του σχολείου, την άκρη ξύλινης ράβδου, εμβαπτισμένης σε πετρέλαιο και παρατηρήστε τη μεγάλη θερμαντική του απόδοση, σε σχέση με άλλη ξύλινη ράβδο χωρίς πετρέλαιο.
- Ζητείστε από τους μαθητές σας έναν κατάλογο παραγώγων του πετρελαίου και των χρήσεών τους. Αναρωτηθείτε και συζητήστε : υπάρχουν υποκατάστατά τους ; πώς θα τα αναπληρώσουμε όταν - όπως σύντομα προβλέπεται - εξαντληθούν τα αποθέματα πετρελαίου ; αξίζει να χρησιμοποιούμε το πετρέλαιο για την ενέργειά του (εάν και όταν είναι δυνατή η εκμετάλλευση άλλων πηγών ενέργειας) και όχι αποκλειστικά για τα παράγωγά του;
- Ζητείστε από τους μαθητές σας να ρωτήσουν τους ανθρώπους του περιβάλλοντός τους για

την προέλευση των παραπάνω προϊόντων. Ας τους ενημερώσουν αν δεν γνωρίζουν.

- Τοποθετείστε οριζόντια επάνω από καιόμενο πετρέλαιο μια μεταλλική επιφάνεια και παρατηρείστε με τους μαθητές την ποσότητα της αιθάλης που επικολλήθηκε (αλλά συνήθως εισπνέεται από τον άνθρωπο ή επικάθεται παντού).
- Φανταστείτε με τους μαθητές σας τον κόσμο μας χωρίς πετρέλαιο, αλλά και χωρίς τα παράγωγά του.
- Ζητείστε από τους μαθητές τον εντοπισμό των διυλιστηρίων πετρελαίου και των εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος στη χώρα μας, που χρησιμοποιούν ως καύσιμο πετρέλαιο.

Φυσικό Αέριο

Διαλυμένοι στο αργό πετρέλαιο ή συνοδεύοντάς το (ελεύθερα, επάνω από την επιφάνειά του) στα υπόγεια κοιλάματα όπου ανευρίσκεται, υπάρχουν συνήθως και υδρογονάνθρακες σε αέρια μορφή. Είτε διαχωριζόμενοι κατά την απόσταξη του πετρελαίου είτε αντλούμενοι από το εσωτερικό των κοιτασμάτων, οι υδρογονάνθρακες αυτοί, καλούμενοι φυσικό αέριο (για να διακρίνονται από το φωταέριο και το υδραέριο), χρησιμοποιούνται επίσης ως καύσιμο.



Δεν είναι λίγοι εκείνοι που ισχυρίζονται ότι η δεκαετία του '60 ήταν η δεκαετία του πετρελαίου, του '70 της πυρηνικής ενέργειας, του '80 η δεκαετία του άνθρακα και ότι η τρέχουσα δεκαετία του '90 θα είναι η δεκαετία του φυσικού αερίου.

Η ραγδαία τεχνολογική πρόοδος, οι πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του '70 και η ολοένα αυξανόμενη ανησυχία για τις επιπτώσεις που έχουν όλες οι κοινωνικές και οικονομικές δραστηριότητες στο περιβάλλον, ήταν οι κύριοι παράγοντες που καθόρισαν τις εξελίξεις και τις επιλογές στον ενεργειακό τομέα και συνέβαλαν αποφασιστικά στη στροφή προς το φυσικό αέριο.

Οι δύο πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του '70 και οι οικονομικές επιπτώσεις από την κατακόρυφη άνοδο των τιμών του πετρελαίου, ανάγκασαν τις ανεπτυγμένες χώρες να επανεξετάσουν τις ενεργειακές τους πολιτικές. Κυβερνήσεις και επιχειρήσεις αντιλήφθηκαν ότι θα έπρεπε να περιορίσουν την εξάρτησή τους από το πετρέλαιο, να βελτιώσουν την ασφάλεια του εφοδιασμού τους μέσα από διαφοροποίηση των πηγών προμήθειας και των μορφών ενέργειας και ακόμη να παράγουν, να μετατρέπουν και να χρησιμοποιούν πιο αποδοτικά την ενέργεια.

Τη δεκαετία του '80 οξύνθηκαν ιδιαίτερα τα περιβαλλοντικά προβλήματα και μάλιστα απέκτησαν παγκόσμια πλέον διάσταση. Έτσι, το "φαινόμενο του θερμοκηπίου", η καταστροφή του όζοντος της στρατόσφαιρας και λιγότερο η όξινη βροχή απειλούν πλέον και την ίδια τη ζωή στον πλανήτη μας, αν δε ληφθούν κατάλληλα μέτρα.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες, το φυσικό αέριο προσφερόταν για μια εκτεταμένης κλίμακας αλλαγή στις ενεργειακές πολιτικές των διαφόρων κρατών.

Οι λόγοι ήταν και εξακολουθούν να είναι πάρα πολλοί: τα μεγάλα βεβαιωμένα αποθέματά του στη

φύση, τα σημαντικά περιβαλλοντικά του πλεονεκτήματα σε σχέση με τα άλλα ορυκτά καύσιμα, (που οφείλονται αφενός στη σύστασή του, αφού δεν περιέχει θείο, αφετέρου στο γεγονός ότι η αέρια κατάσταση επιτρέπει πλήρη ανάμιξη με τον αέρα καύσης, πράγμα που υποβοηθά την τέλεια καύση, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει αιθάλη στα καυσαέρια), τα πλεονεκτήματα που έχει, σε σύγκριση με τα άλλα συμβατικά καύσιμα, ως προς την απόδοση και την ευκολία στη χρήση του και τέλος η ανταγωνιστική, ακόμη, τιμή του σε σύγκριση με το πετρέλαιο και τον ηλεκτρισμό.

Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω ήταν να αυξηθεί σημαντικά η ζήτηση του φυσικού αερίου από το 1970 μέχρι σήμερα, με τάση η αύξηση αυτή να συνεχιστεί.

Η μεταφορά του φυσικού αερίου, από τους τόπους άντλησής του έως τους τόπους κατανάλωσής του, γίνεται είτε μέσω αγωγού (όπως ο αγωγός, που μόλις το 1996 ολοκληρώθηκε και που μεταφέρει στη χώρα μας φυσικό αέριο από τη Ρωσία), είτε σε υγροποιημένη μορφή, με ειδικές δεξαμενές.

Το φυσικό αέριο λόγω των σημαντικών συγκριτικών πλεονεκτημάτων του σε σχέση με τα άλλα καύσιμα (καθαρό ποιοτικά καύσιμο χωρίς θείο, δεν υπάρχει στα καυσαέρια καπνός, σκόνη ή στάχτη, η παροχή γίνεται με αγωγό αερίου και δεν υπάρχουν απαιτήσεις αποθήκευσης καυσίμου, ελαττωμένο κόστος συντηρήσεων, εύκολος έλεγχος κ.α.) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλους σχεδόν τους τομείς: στην ηλεκτροπαραγωγή και τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, στο βιομηχανικό τομέα (για θερμικές χρήσεις αλλά και ως πρώτη ύλη για παραγωγή χημικών προϊόντων), στον εμπορικό και τον οικιακό τομέα (για θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, μαγείρεμα και σε άλλες εξειδικευμένες χρήσεις), στις μεταφορές.

- Ζητείστε από τους μαθητές να συγκεντρώσουν στοιχεία για τον τρόπο που έρχεται στη χώρα μας το φυσικό αέριο από τη Ρωσία (διαδρομή, τεχνολογία, ποσότητες
- Ζητείστε να συγκεντρώσουν πληροφορίες για χώρες με πλούσια αποθέματα φυσικού αερίου και τις δυνατότητες μεταφοράς του στη χώρα μας.
- Ζητείστε από τους μαθητές να διερευνήσουν στο περιβάλλον τους αν όλοι είναι ενήμεροι για τις δυνατότητες εφαρμογών του φυσικού αερίου για οικιακή χρήση και πόσοι σκοπεύουν να εκμεταλλευθούν αυτές τις δυνατότητες.

Σχάση Πυρήνων

Η σχάση (=σχίσιμο, διαχωρισμός) ή διάσπαση του πυρήνα μερικών βαριών (αποτελούμενων από μεγάλο αριθμό πρωτονίων, νετρονίων και, φυσικά, ηλεκτρονίων) ατόμων/στοιχείων της φύσης, είναι μια διαδικασία που συμβαίνει - αν και σπάνια - αυθόρμητα στη φύση. Όμως η ανακάλυψή της και η διατεταγμένη επίτευξή της αλλά και αξιοποίησή της από τον άνθρωπο, άνοιξε νέους δρόμους τόσο στην επιστήμη όσο και στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου (παραγωγή ενέργειας, εφαρμογές στην ιατρική, αλλά και πολεμική χρήση...).



Η ιδέα της ύπαρξης α-τόμων (δηλαδή μη περαιτέρω τεμνομένων) συστατικών της ύλης, ιδέα εξόχως διορατική που διατυπώθηκε ήδη τον 5^ο π.Χ. αιώνα από τους Έλληνες φιλοσόφους και ειδικότερα από το Δημόκριτο, μαθητή του Λευκίππου και του Αναξαγόρα, αν και αγνοήθηκε επί αιώνες, έφθασε στις αρχές του αιώνα μας να μορφοποιείται με την παραδοχή ως α-τόμων και την ονομασία "άτομα" των σωματίων που συγκροτούν τα μόρια. Μόλις στο τέλος του περασμένου αιώνα (Bequerel 1896, ζεύγος Curie 1898) προέκυψαν εργαστηριακές ενδείξεις για υπο-ατομική δομή και δράση (εκπομπή ακτινοβολίας = ραδιενέργεια), για να προταθεί, μετά τα ευρήματα πειραμάτων που ακολούθησαν (Rutherford 1911), μια πιθανή δομή του ατόμου, ως συνιστάμενου από μια κεντρική περιοχή (τον πυρήνα, που σοφά δεν θεωρήθηκε ως ά-τόμος) και περιφερειακά περιστρεφόμενα σωματίδια (ηλεκτρόνια).

Η κατανόηση της διαδικασίας της (αυθόρμητης) εκπομπής ακτινοβολίας/ραδιενέργειας από τους πυρήνες (φυσική ραδιενέργεια), οδήγησε στην προσπάθεια (και επιτυχία, Fermi 1942) τεχνητής επίτευξής της (τεχνητή ραδιενέργεια). Και στις δύο περιπτώσεις απαιτούνται πυρήνες με μεγάλο αριθμό πρωτονίων και νετρονίων (βαριοί πυρήνες, όπως οι πυρήνες των ατόμων του στοιχείου ουράνιο U, με αριθμό πρωτονίων 92 και αριθμό νετρονίων 143 ή 146 στα αντίστοιχα ισότοπά του). Το μέγεθος ακριβώς των πυρήνων τους καθιστά ασταθείς, με αποτέλεσμα, είτε αυθόρμητα (με εξαιρετικά αργούς, όμως, ρυθμούς), είτε τεχνητά ("βομβαρδίζοντάς" τους με ταχύτατα νετρόνια), να διασπώνται (να "σκάνται") αυτοί οι πυρήνες (οι μητρικοί) σε μικρότερους (τους θυγατρικούς, διαδικασία που ονομάζεται μεταστοιχείωση), με τη σύγχρονη εκπομπή ακτινοβολίας (της "ραδιενέργειας", που αποτελείται από ταχύτατα και διεισδυτικά σωματίδια) αλλά και την απελευθέρωση/έκλυση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας (δυναμικής/πυρηνικής → κινητικής/θερμικής).

Με τους αργούς ρυθμούς της φυσικής διάσπασης των περισσότερων ασταθών πυρήνων, που επιτρέπει σε ποσότητες των αντίστοιχων στοιχείων να μεταστοιχειώνονται κατά το ήμισυ σε χρόνους της τάξεως χιλιάδων ή εκατομμυρίων ετών (χρόνος ημιζωής), η θερμότητα που εκλύεται δεν είναι, συνήθως, ούτε καν αντιληπτή. Πετρώματα με ασυνήθιστα μεγάλη περιεκτικότητα σε τέτοιους πυρήνες επισημαίνονται μερικές φορές από την υψηλότερη, σε σύγκριση με το περιβάλλον, θερμοκρασία τους, ή τις δυσμενείς επιπτώσεις της ακτινοβολίας τους στους ζώντες οργανισμούς γειτονικών περιοχών και, βέβαια, από μετρήσεις της ραδιενέργειας. Κατά μια άποψη, μέρος της γεωθερμίας οφείλεται στη φυσική ραδιενέργεια των πετρωμάτων.

Η τεχνητή σχάση/διάσπαση πυρήνων έχει χρησιμοποιηθεί έως σήμερα διττά: ως ανεξέλεγκτη, μαζική διάσπαση πυρήνων → πυρηνική ή (και) ατομική έκρηξη/βόμβα (για πολεμικούς σκοπούς, δυστυχώς), και ως ελεγχόμενη, μη σύγχρονη διάσπαση πολλών πυρήνων μαζί → πυρηνικοί ή (και) ατομικοί αντιδραστήρες (για ενεργειακούς λόγους, με αμφιλεγόμενη αποδοχή και για επιστημονικούς λόγους, με μεγάλη χρησιμότητα).

Η εκλυόμενη ανά σχάση πυρήνα ενέργεια είναι τεράστια (10^6 φορές μεγαλύτερη από αντίστοιχες χημικές αντιδράσεις...). Όμως και οι αρνητικές επιπτώσεις είναι εξίσου σοβαρές. Εξάλλου, η κατανομή των κοιτασμάτων ραδιενεργών υλικών, που βέβαια απαιτούν πολύπλοκη και δαπανηρή επεξεργασία/ επιλογή = "εμπλουτισμό", δεν είναι ευεργετική για όλες τις χώρες, ούτε η επάρκειά τους στο μέλλον δεδομένη...

- Ζητείστε από τους μαθητές να συγκεντρώσουν στοιχεία και περισσότερες λεπτομέρειες για τη διαδικασία της σχάσης πυρήνων, τα συνήθη ραδιενεργά υλικά, τις "οικογένειές" τους, την κατάληξή τους, αλλά και το είδος και τη φύση των ακτινοβολιών που εκπέμπουν.
- Αναζητείστε πληροφορίες για τον τρόπο (και το βαθμό) επικινδυνότητας της ραδιενέργειας

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

στους ζώντες οργανισμούς, τους τρόπους ανίχνευσης και προστασίας, αλλά και τους τρόπους της "καλής" της χρήσης (ιατρική, αρχαιομετρία, ...)

- Επισκεφθείτε, αν είναι δυνατό, το Κέντρο Ερευνών "Δημόκριτος" μαζί με τους μαθητές σας.
- Ζητείστε από τους μαθητές σας να βρουν τους πυρηνικούς σταθμούς/εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνική σχάση, ιδιαίτερα στην Ευρώπη, και να τα σημειώσουν στο χάρτη.
- Συγκεντρώστε πληροφορίες από ατυχήματα που συνέβησαν σε κάποια από αυτά έως σήμερα, καθώς και τις επιπτώσεις τους. Σημειώστε στο χάρτη με κύκλο τις περιοχές που εκκενώθηκαν μετά από κάποια από τα ατυχήματα αυτά. Κυκλώστε, υποθετικά, με ανάλογους κύκλους τους πυρηνικούς σταθμούς που λειτουργούν σε γειτονικές μας χώρες και αναλογιστείτε...

Σύντηξη πυρήνων

Βάσιμη προσδοκία ή ουτοπικό όραμα; Ενέργεια, παραγόμενη από το πλέον άφθονο των καυσίμων: τους πυρήνες του υδρογόνου. Μια ανεξάντλητη, καθαρή πηγή ενέργειας που μπορεί να καταστήσει την κάθε χώρα πλούσια ενεργειακά, όπως θεωρούνται σήμερα οι χώρες που διαθέτουν μεγάλα κοιτάσματα πετρελαίου. Μια ενέργεια - κλειδί για την επίλυση, κατά το μεγαλύτερο μέρος του, και του περιβαλλοντικού προβλήματος του πλανήτη μας, αν και όταν επιτευχθεί η ελεγχόμενη σύντηξη των πυρήνων του υδρογόνου (η καθυστέρηση που παρατηρείται οφείλεται κυρίως σε τεχνικούς λόγους).



Η διαδικασία αυτή, δηλαδή η σύντηξη ελαφρών πυρήνων όπως του υδρογόνου, έγινε γνωστή σε μας τα τελευταία χρόνια, όταν κατανοήσαμε τη διαδικασία με την οποία ο Ήλιος μάς παρέχει αυτές τις τρομακτικές ποσότητες ενέργειας. Πυρήνες υδρογόνου σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες μερικών εκατομμυρίων °C, όπως αυτές που επικρατούν στην επιφάνεια και το εσωτερικό του Ήλιου, συνενώνονται (συντήκονται) και δημιουργούν το στοιχείο ήλιο (από το όνομα του Ήλιου). Συγχρόνως απελευθερώνονται μεγάλα ποσά ενέργειας υπό μορφή θερμότητας.

Αυτή τη διαδικασία επιτύχαμε να επαναλάβουμε και στη Γη, συντήκοντας πυρήνες υδρογόνου με έκλυση ενέργειας (θερμοπυρηνική έκρηξη), με δυσάρεστα όμως κατ'αρχήν αποτελέσματα, αφού έτσι δημιουργήθηκε η (λεγόμενη) θερμοπυρηνική βόμβα.

Δυστυχώς όμως, έως τώρα δεν έχουμε επιτύχει μια ελεγχόμενη σύντηξη (περιορισμένου αριθμού πυρήνων), που θα μας επιτρέψει την εκμετάλλευση της τεράστιας ενέργειας που θα εκλύεται κατά τη διαδικασία αυτή. Επαναλαμβάνουμε δυστυχώς, γιατί η ενέργεια που θα προέκυπτε με αυτό τον τρόπο θα ήταν ανεξάντλητη, αφού το υδρογόνο είναι άφθονο και πάμφθινο στη Φύση, κυρίως όμως γιατί αυτή η ενέργεια θα ήταν καθαρή, χωρίς απόβλητα και έκλυση ραδιενέργειας.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ήλιος

Έχει ήδη αναφερθεί ότι η κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας για τη Γη είναι ο Ήλιος μας.

Πράγματι, σχεδόν όλες οι ανανεώσιμες (εκτός από μέρος της γεωθερμίας) και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (εκτός από την πυρηνική) έχουν τροφοδοτηθεί στο παρελθόν και εξακολουθούν να τροφοδοτούνται από την ενέργεια που εκπέμπεται από τον Ήλιο και φτάνει στη Γη με τη μορφή ηλιακής ακτινοβολίας.

Ο Ήλιος (εκ του αβέλιος - αέλιος - νέλιος = ο ακτινοβολών, ο πυρπολών, ...), ο θεός που λατρεύτηκε από όλους τους λαούς στην αρχαιότητα, τους βόρειους που τόσο τους λείπει και τον γιορτάζουν ακόμη και σήμερα κατά τις ισημερίες και τα ηλιοστάσια και τους παρά τον ισμηρινό, που τον βλέπουν και τον αισθάνονται σε όλη τη λαμπρότητά του, ήταν θεός - πατέρας για τους Μεσοποτάμιους, τους Αιγυπτίους και τους Κέντρο-Αφρικανούς και θεός - ζωοδότης σε πύρινο άρμα για τους Έλληνες, που εξόρισαν από την Αθήνα τον Αναξαγόρα ως βλάσφημο, γιατί ισχυρίστηκε - προέβλεψε - ότι ήταν ένας απλός διάπυρος λίθος.

Απλανής αστέρας μετρίου μεγέθους, ύλη σε κατάσταση πλάσματος, κατά τους σύγχρονους φυσικούς. Αυτό σημαίνει ότι, λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών/ κινητικής ενέργειας των στοιχείων που τον συνθέτουν (μεταξύ των οποίων και υδρογόνου), τα μόρια αλλά και τα άτομά τους έχουν αποσυγκροτηθεί (σε επίπεδο, ίσως, πυρήνων ή και πρωτονίων, νετρονίων - και ηλεκτρονίων), με αποτέλεσμα μια κατάσταση "νέφους" θετικών και αρνητικών φορτίων ή κατάσταση πλάσματος, όπως ονομάστηκε. Σε αυτές τις θερμοκρασίες, της τάξεως μερικών εκατομμυρίων °C, οι ταχύτατα κινούμενοι πυρήνες υδρογόνου συσσωματώνονται, υπερνικώντας τις μεταξύ τους απωστικές ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις και δημιουργούν πυρήνες του στοιχείου ηλίου. Η πυρηνική αυτή αντίδραση/σύντηξη πυρήνων είναι εξώθερμη, όπως έχουμε αναφέρει και χαρακτηρίζεται από τη γνωστή μας έκλυση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας/θερμότητας... (ή, όπως συνήθίζεται να λέγεται, ηλιακής ενέργειας).

Η ηλιακή αυτή ακτινοβολία, πέραν του ότι τροφοδοτεί τις άλλες πηγές ενέργειας, είναι και από μόνη της άμεσα αξιοποιήσιμη, κατευθείαν καθώς έρχεται από τον Ήλιο.

Πάντα ήταν γνωστό ότι η ακτινοβολία του Ήλιου θερμαίνει τα σώματα στα οποία προσπίπτει.

Οι ακτίνες του ήλιου ζέσταναν τον άνθρωπο, μαγείρευαν το φαγητό του, τον κράτησαν στη ζωή για αιώνες. Ο άνθρωπος τις εκτίμησε τόσο για την ήπια ζωοδόχο δράση (ενδεικτικό είναι το "αίτημα" του Διογένη προς τον Αλέξανδρο), όσο και για τις ανεξέλεγκτες επιδράσεις τους (που κόστισαν τη ζωή στον Ίκαρο...), αλλά και για τις θαυμαστές ιδιότητές τους (με ασπίδες - κάτοπτρα ο Αρχιμήδης, μόλις το 3^ο π.Χ. αιώνα, έκαψε τον ρωμαϊκό στόλο...).

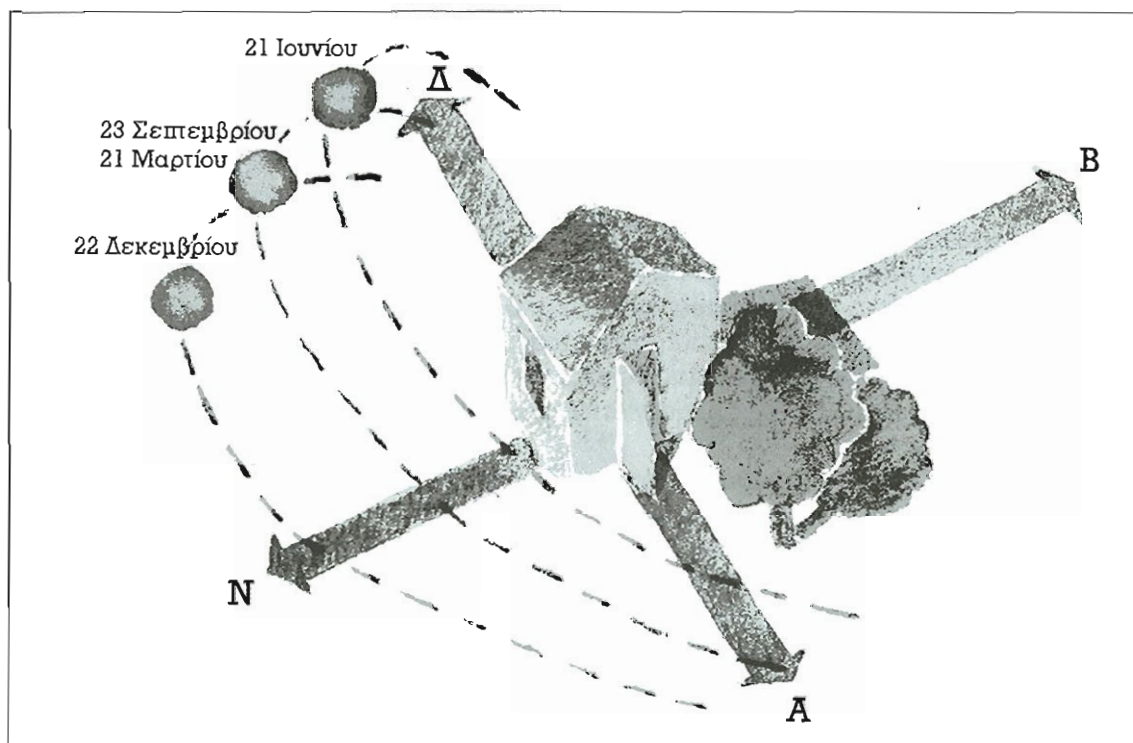
Τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε, επίσης, ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει τις ιδιότητες ορισμένων υλικών τα οποία, όταν φωτίζονται, παράγουν, μέσω του "φωτοβολταϊκού φαινομένου", ηλεκτρικό ρεύμα.



Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

Σήμερα αξιοποιούμε και τις δύο αυτές ευεργετικές δράσεις της ηλιακής ακτινοβολίας. Στην πρώτη περίπτωση κάνουμε χρήση των θερμικών ηλιακών συστημάτων, τα οποία συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα. Στη συνέχεια, τη θερμική αυτή ενέργεια είναι δυνατό είτε να τη χρησιμοποιήσουμε αμέσως είτε να την αποθηκεύσουμε, επίσης ως θερμότητα. Στη δεύτερη περίπτωση, η ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση των φωτοβολταϊκών ηλιακών συστημάτων.

Και στις δύο περιπτώσεις, για τη βέλτιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι απαραίτητη μια προσεκτική μελέτη της πορείας που ακολουθεί ο ήλιος στη διάρκεια της μέρας και του τρόπου που η πορεία αυτή μεταβάλλεται, ανάλογα με τις εποχές του χρόνου. Στις χώρες του Βόρειου



Ημισφαιρίου, όπως η Ελλάδα, οι επιφάνειες που είναι προσανατολισμένες στο Νότο δέχονται περισσότερη ακτινοβολία στη διάρκεια της μέρας απ' ό,τι οι επιφάνειες που είναι προσανατολισμένες στα άλλα σημεία του οριζοντα. Εξάλλου, το χειμώνα η τροχιά του ήλιου είναι "χαμηλή" ως προς τον οριζοντα, ενώ το καλοκαίρι ο ήλιος είναι "υψηλά". Οι ακραίες θέσεις αυτής της τροχιάς σημειώνονται αντίστοιχα κατά το χειμερινό (22 Δεκεμβρίου) και το θερινό ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου).

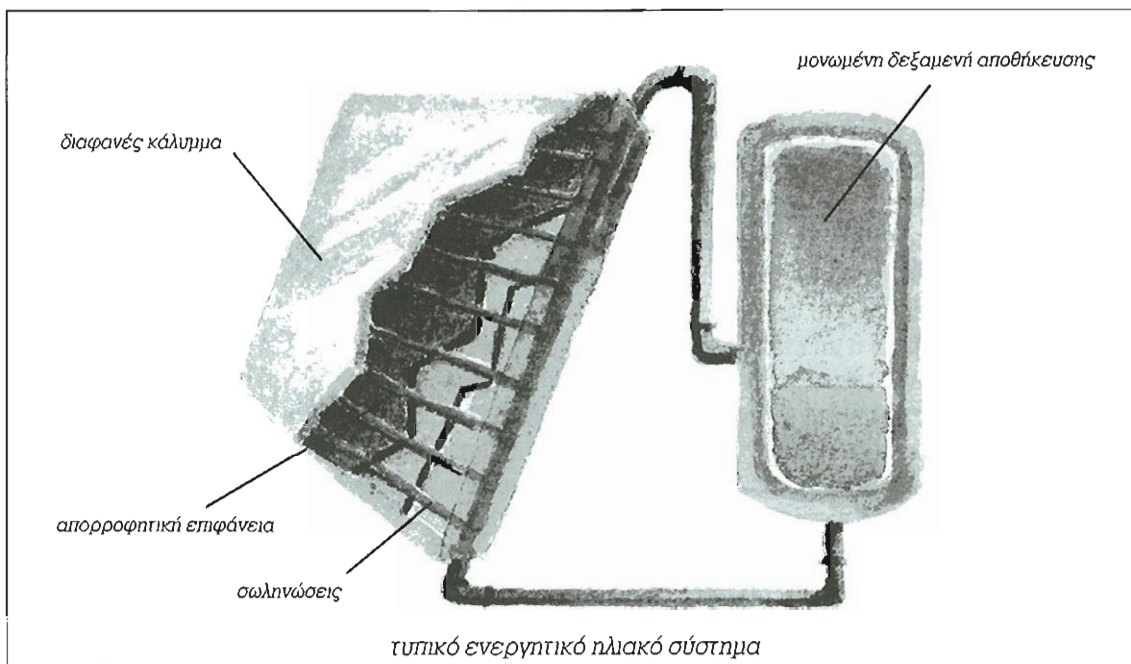
Θερμότητα από τον Ήλιο

Η άμεση θέρμανση από την ηλιακή ακτινοβολία των χώρων όπου κατοικούμε ή εργαζόμαστε, καθώς και του νερού που χρησιμοποιούμε, αλλά και η θέρμανση φούρνων για την παρασκευή φαγητού, είναι μια πρακτική παλιά που σήμερα χρησιμοποιείται, σε συνδυασμό με νέες τεχνικές, σε όλο και μεγαλύτερη έκταση.

Έτσι, ολόκληρα νοικοκυριά μπορούν να καλύψουν μεγάλο μέρος των ενεργειακών αναγκών τους για θέρμανση-ψύξη-ζεστό νερό με την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της θερμότητας της ηλιακής ακτινοβολίας. Εκτός από τον οικιακό τομέα, αυτά τα συστήματα που αξιοποιούν τη θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας έχουν εφαρμογές στη βιομηχανία, τη γεωργία (θερμοκήπια, ξήρανση γεωργικών προϊόντων) καθώς και την αφαλάτωση νερού. Η θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας αξιοποιείται είτε μέσω των ενεργητικών είτε μέσω των παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Η "καρδιά" ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης, που είναι συνήθως τοποθετημένος στην ταράτσα ή στη στέγη ενός σπιτιού. Ο συλλέκτης παγιδεύει την ηλιακή ακτινοβολία για να παράγει θερμότητα. Ας παρακολουθήσουμε, με τη βοήθεια του παρακάτω σχήματος, την αρχή λειτουργίας ενός τυπικού ενεργητικού ηλιακού συστήματος:



Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στη μαύρη, μεταλλική συνήθως, επίπεδη επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα (συνήθως από γυαλί ή πλαστικό) που αφήνει τις ακτίνες να περάσουν αλλά εμποδίζει την θερμότητα να ξεφύγει (φαινόμενο θερμοκηπίου). Σε επαφή με αυτή την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούνται λεπτοί σωλήνες (οι οποίοι, λόγω αγωγής της θερμότητας, θερμαίνονται με τη σειρά τους) μέσα στους οποίους διοχετεύεται κάποιο ρευστό (νερό ή σπανιότερα αέρας). Κυκλοφορώντας αυτό το ρευστό μέσα στους σωλήνες απάγει την πολύτιμη συγκεντρωμένη ενέργεια από τη μεταλλική επιφάνεια και τη μεταφέρει, με την μορφή θερμότητας, σε μια μονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης, απ'όπου την παίρνουμε όταν τη χρειαστούμε.

Για την κυκλοφορία του ρευστού που μεταφέρει τη θερμότητα του ήλιου, χρησιμοποιούνται μικρές αντλίες (κυκλοφορητές) αν πρόκειται για νερό, ή ανεμιστήρες αν το ρευστό είναι αέρας. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα καλούμε, λοιπόν, τα συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια (στον ηλιακό συλλέκτη) και, με τη βοήθεια κάποιου μηχανικού μέσου (κυκλοφορητής, ανεμιστήρας), τη μεταφέρουν ως θερμότητα σε κάποια θερμομονωμένη δεξαμενή, όπου την αποθηκεύουν.

Το πιο απλό και διαδεδομένο σήμερα ενεργητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού είναι ο γνωστός μας ηλιακός θερμοσίφωνας. Η συλλεκτική του επιφάνεια έχει νότιο προσανατολισμό και κλίση 30^ο-60^ο ως προς τον ορίζοντα, ώστε να δέχεται τη μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στην περίπτωση του ηλιακού θερμοσίφωνα, η δεξαμενή αποθήκευσης του ζεστού νερού είναι τοποθετημένη πιο ψηλά από το συλλέκτη.

Με αυτό τον τρόπο εκμεταλλευόμαστε τη θερμοσιφωνική κυκλοφορία του νερού (δηλαδή την τάση του ζεστού νερού να ανεβαίνει πιο ψηλά από το κρύο νερό) και έτσι επιτυγχάνουμε τη μεταφορά του ζεστού νερού από το συλλέκτη στη δεξαμενή αποθήκευσης χωρίς τη χρήση κυκλοφορητή!

Το θερμό νερό που παράγει ένας ηλιακός θερμοσίφωνας είναι αρκετό (όταν υπάρχει ηλιοφάνεια) για να καλύψει τις καθημερινές ανάγκες μιας οικογένειας. Συνδέοντας όμως πολλούς ηλιακούς συλλέκτες μεταξύ τους και αποθηκεύοντας το ζεστό νερό σε μεγάλες δεξαμενές μπορούμε να παράγουμε μεγάλες ποσότητες ζεστού νερού. Το ζεστό νερό που παράγει ένα τέτοιο κεντρικό ηλιακό σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση χώρων κατοικίας ή εργασίας, τη θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών, γεωργικών εγκαταστάσεων ή ακόμα για τις ανάγκες βιομηχανιών που χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες ζεστού νερού στην παραγωγική τους διαδικασία (εμφιαλωτήρια, βαφεία κλπ).

Μερικά από τα πλεονεκτήματα αυτών των συστημάτων είναι η απλότητα κατασκευής τους, τα όσα ιδιαίτερα ακριβά υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή τους, η αποδοτική μετατροπή της ενέργειας και, φυσικά, η μη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι επίσης δυνατό να χρησιμοποιηθούν και για την ψύξη χώρων, αν συνδυαστούν με κατάλληλες ενεργειακές τεχνολογίες (αντλίες θερμότητας), ή για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος (με τη χρήση κοίλων κατόπτρων που συγκεντρώνουν τις ηλιακές ακτίνες σε μικρή συλλεκτική επιφάνεια και επιτυγχάνουν υψηλές θερμοκρασίες).

Αυτές οι εφαρμογές έχουν ακόμη υψηλό κόστος.

Παθητικά ηλιακά συστήματα

Παθητικά ηλιακά συστήματα καλούμε όλα εκείνα τα, κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, δομικά στοιχεία των οικοδομικών κατασκευών (κτιρίων), που υποβοηθούν την καλύτερη άμεση ή έμμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, είτε για τη θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα, είτε για το δροσισμό τους το καλοκαίρι. Τα συστήματα αυτά αξιοποιούν τους φυσικούς τρόπους μετάδοσης της θερμότητας.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή σ' ένα κτίριο παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι η θερμομόνωσή του, ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες (χρήση κατάλληλων υλικών και διπλών τζαμιών, στεγανοποίηση χαραμάδων, κ.α.).

Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στην ανάπυξη του "φαινομένου του θερμοκηπίου". Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά τη γυάλινη επιφάνεια των ανοιγμάτων του κτιρίου και η θερμότητά της εγκλωβίζεται στο εσωτερικό του κτιρίου και το ζεσταίνει.

Με αυτό τον τρόπο ζεσταίνεται τόσο ο εσωτερικός αέρας, όσο και τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (δάπεδα, τοίχοι), στα οποία προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία. Τα δομικά στοιχεία απορροφούν αυτή την ακτινοβολία -από λίγο έως πολύ, ανάλογα με το χρώμα και την υφή της επιφάνειάς τους- και ζεσταίνονται. Μέρος της θερμότητας που αποθηκεύουν στη μάζα τους το αποδίδουν αργότερα (όταν ο ήλιος έχει πια δύσει) στον εσωτερικό χώρο, τον οποίο και θερμαίνουν. Το ποσό της θερμότητας που αποθηκεύεται και ο χρόνος στον οποίο αυτή αποδίδεται στο χώρο, εξαρτώνται από τα υλικά και το πάχος αυτών των δομικών στοιχείων.

Σε γενικές γραμμές, λοιπόν, τα παθητικά συστήματα θέρμανσης συνδυάζουν τα μεγάλα παράθυρα νότιου προσανατολισμού με δομικά στοιχεία (π.χ. τοίχους, πατώματα), κατασκευασμένα από κατάλληλα υλικά, τα οποία παίζουν το ρόλο της θερμικής αποθήκης κατά την διάρκεια της μέρας και της πηγής θερμότητας κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Πρώτο βήμα για την εφαρμογή παθητικών συστημάτων δροσισμού είναι η ηλιοπροστασία του κτιρίου, δηλαδή η παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων -το καλοκαίρι- ακτίνων του ήλιου στο κτίριο. Αυτό το επιτυγχάνουμε χρησιμοποιώντας μόνιμα ή κινητά σκίαστρα (προβόλους, τέντες, περσίδες κ.ά.) που τοποθετούνται κατάλληλα, λαμβάνοντας υπόψη τη θέση του ήλιου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Τα συστήματα δροσισμού βασίζονται κυρίως στη διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων. Αυτή η κυκλοφορία του αέρα μπορεί να δημιουργηθεί είτε προβλέποντας κατά το σχεδιασμό διαμπερή ανοίγματα (παράθυρα ή φεγγίτες), είτε προβλέποντας κατάλληλα τοποθετημένους αεραγωγούς στο χαμηλότερο και στο ψηλότερο σημείο ενός τοίχου που θερμαίνεται από τον ήλιο.

Οι ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες ευνοούν τη χρήση τέτοιων, χαμηλού κόστους, παθητικών συστημάτων, όπως αποδεικνύει και η αρχιτεκτονική πολλών παραδοσιακών οικισμών.

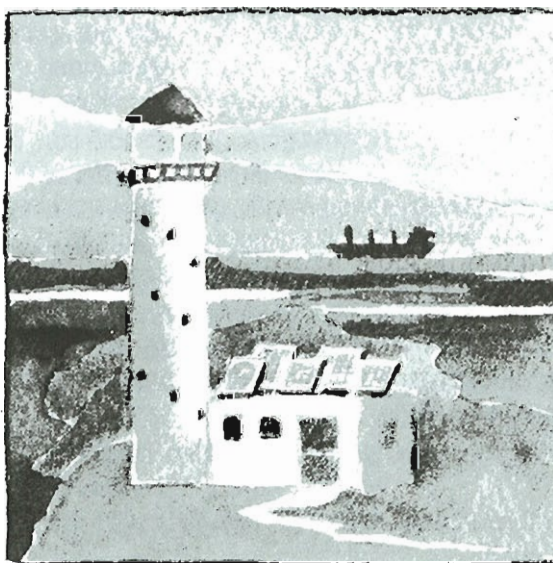
Ένα κτίριο που περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή ακόμα και φυσικού φωτισμού, κατασκευασμένο εξαρχής ή τροποποιημένο (αν είναι παλιό) σύμφωνα με το σύγχρονο παθητικό ενεργειακό σχεδιασμό, είναι δυνατό να καλύψει μεγάλο μέρος των ενεργειακών αναγκών του από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Ηλεκτρικό ρεύμα από τον Ήλιο

Η πιο πρόσφατη δυνατότητα εκμετάλλευσης της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η μετατροπή της σε ηλεκτρική με τη χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων, των οποίων η λειτουργία βασίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

Μερικά υλικά (ημιαγωγοί με προσμίξεις άλλων στοιχείων), δυστυχώς ακριβά ακόμη, έχουν την ιδιότητα να δημιουργούν μια διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού όταν φωτίζονται και, κατά συνέπεια, να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα.

Συνδέοντας μεταξύ τους πολλά μικρά κομμάτια τέτοιων υλικών (στοιχεία), τοποθετώ-



Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

ντας τα σε μια επίπεδη επιφάνεια και στρέφοντάς τα προς τον ήλιο, είναι δυνατό να πάρουμε ηλεκτρικό ρεύμα αρκετό για τις ανάγκες επιστημονικών συσκευών (όπως δορυφόρων), για την κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων (ηλιακά αυτοκίνητα), για τη λειτουργία φάρων ή, ακόμη, και για την κάλυψη (μέρους έστω) των ενεργειακών αναγκών μικρών, απομονωμένων κατοικιών.

Χρησιμοποιώντας μικρότερες τέτοιες διατάξεις, μπορούμε να τροφοδοτήσουμε με ηλεκτρικό ρεύμα μικρές, μη ενεργειοβόρες συσκευές (ηλεκτρικές υπολογιστικές μηχανές, ρολόγια κ.α). Συστοιχίες τέτοιων ηλιακών φωτοβολταϊκών στοιχείων, τοποθετημένες σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια, τροφοδοτούν ήδη και σήμερα (πειραματικά και λειτουργικά) επιστημονικές και παραγωγικές εγκαταστάσεις.

Δε χρειάζεται να επαναλάβουμε ότι η χώρα μας προσφέρεται ιδιαίτερα.

Βέβαια, με τα σημερινά οικονομικά και τεχνολογικά δεδομένα, η χρήση αυτών των συστημάτων δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη, γίνονται όμως προσπάθειες για τη μείωση του κόστους αυτών των πολύτιμων υλικών.

Είναι σημαντικό ότι την ενέργεια, που παράγεται μ' αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατό να την αποθηκεύσουμε σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές (μπαταρίες).

Ενέργεια ανεξάντλητη-ανανεώσιμη και καθαρή...

- Συζητείστε με τους μαθητές για τις παραμέτρους και τις συνθήκες που μεγιστοποιούν την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας/ ακτινοβολίας από τις επιφάνειες όπου προσπίπτει (γωνία πρόσπτωσης, σιλιπνή ή μη επιφάνεια, ανοικτό ή σκούρο χρώμα, ...).
- Αναζητείστε με τους μαθητές σας (ορθές ή μη) εφαρμογές των παραπάνω συμπερασμάτων σας (χρώμα ενδυμάτων το χειμώνα και το καλοκαίρι, σκεπές κτιρίων, σκιάδια παραθύρων και τοίχων).
- Ζητείστε από τους μαθητές να θυμηθούν (ή διδάξτε τους) για την κυκλοφορία του αέρα όταν υπάρχουν διαφορές θερμοκρασίας καθώς και για την πύση της θερμοκρασίας κατά την εξάτμιση νερού και πειραματισθείτε.
- Παρατηρείστε με τους μαθητές σας κατά πόσο έχουν στοιχειώδη έστω εφαρμογή στο σχολικό σας κτίριο τα περί παθητικών συστημάτων που αναφέραμε.
- Σχεδιάστε και κατασκευάστε με τους μαθητές σας έναν απλό ηλιακό θερμοσίφωνα, χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά (μεταλλική επιφάνεια μαυρισμένη σε φλόγα πετρελαίου, σωληνώσεις και δοχείο πλαστικό, θερμομόνωση από υαλοβάμβακα, ένα κομμάτι τζάμι εμπρός από τη συλλεκτική μεταλλική επιφάνεια (για εκμετάλλευση του φαινομένου του θερμοκηπίου), πυξίδα για τον προσανατολισμό, ...).
- Αναζητείστε τις αρχές της φυσικής στις οποίες στηρίζεται η λειτουργία του ηλιακού θερμοσίφωνα (απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας, μεταφορά θερμότητας μέσω μετάλλων, κυκλοφορία του θερμού νερού προς υψηλότερα σημεία, θερμομόνωση με ελαφρά υλικά, ...).
- Αναζητείστε και καταγράψτε με τους μαθητές σας τις εφαρμογές του φωτοβολταϊκού φαινομένου που γνωρίζουμε.
- Ζητείστε από τους μαθητές να συζητήσουν με ειδικούς για τις προοπτικές της συμμετοχής της ηλιακής ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο - και στη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης - στο μέλλον.

Βιομάζα

Η βιομάζα είναι μία παλαιά πηγή ενέργειας, που τη χρησιμοποιεί ο άνθρωπος από την εποχή που χρησιμοποιεί τη φωτιά και που αποτέλεσε την κυριότερη πηγή ενέργειας μέχρι τον προηγούμενο αιώνα. Ακόμη και σήμερα αποτελεί σημαντικότερη πηγή, καλύπτοντας κατά μέσο όρο το 14% των παγκοσμίων αναγκών σε πρωτογενή ενέργεια. Προφανώς, οι χώρες που καταναλώνουν σε σημαντικό ποσοστό ενέργεια, που προέρχεται από βιομάζα, είναι εκείνες που βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης. Στην Αφρική το 65% της απαιτούμενης ενέργειας προέρχεται από βιομάζα, στην Ινδία το 50% και στη Λατινική Αμερική το 45%. Αντίθετα στην Ελλάδα, αλλά και στις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες, η πηγή αυτή ενέργειας χρησιμοποιείται περιορισμένα.



Η βιομάζα είναι μια πηγή ενέργειας που προέρχεται, άμεσα ή έμμεσα, από το φυτικό κόσμο.

Όταν λέμε βιομάζα αναλυτικά εννοούμε:

- τα υλικά καθώς και τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής,
- τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία των υλικών αυτών,
- τα αστικά λύματα και σκουπίδια,
- τις φυτικές ύλες, που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα π.χ. αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις λεγόμενες ενεργειακές καλλιέργειες γεωργικών και δασικών ειδών, όπως λ.χ. το σόργο το ζαχαρούχο, ο ευκάλυπτος κ.ά.

Η βιομάζα δεν είναι τίποτε άλλο από μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας, που επιτυγχάνεται από το φυτικό κόσμο με τη φωτοσύνθεση. Κατ'αυτήν, η χλωροφύλλη των φυτών δεσμεύει την ηλιακή ενέργεια, αντλώντας CO_2 από την ατμόσφαιρα καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος και παράγει διάφορες οργανικές ενώσεις. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικώς η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της.

Με τη βοήθεια θερμοχημικών (σε υψηλές θερμοκρασίες) ή βιοχημικών (με τη δράση μικροοργανισμών) διεργασιών, η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε στερεά, υγρά ή και αέρια καύσιμα, τα λεγόμενα βιοκαύσιμα. Τα καύσιμα αυτά χρησιμοποιούνται για παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού καθώς και ως υγρά καύσιμα μεταφορών.

Σημειώνεται ότι το μεγάλο ενεργειακό δυναμικό, που διαθέτει η βιομάζα, παρέμενε στις μέρες μας σε μεγάλο ποσοστό ανεκμετάλλετο, ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες χώρες. Σήμερα, λόγω της μείωσης των αποθεμάτων των συμβατικών πηγών καυσίμων (πετρελαίου, άνθρακα) και της σοβαρότητας των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων, που προκαλεί η παραγωγή ενέργειας από αυτά, η ανθρωπότητα επανέρχεται βαθμιαία και στην παλαιότερη αυτή πηγή ενέργειας.

Επειδή το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που παράγεται κατά την καύση των συμβατικών καυσίμων (γαιανθράκων, πετρελαίου) και εκλύεται στην ατμόσφαιρα συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, δηλαδή στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, διαγράφονται μεγάλοι κίνδυνοι οικολογικών αναστατώσεων. Η βιομάζα από αυτής της πλευράς πλεονεκτεί έναντι των συμβατικών καυσίμων, γιατί ενώ κατά την καύση της παράγεται CO_2 , κατά την παραγωγή βιομάζας επαναδεσμεύονται ποσότητες CO_2 μέσω φωτοσύνθεσης.

Επίσης, τα συμβατικά καύσιμα, λόγω της περιεκτικότητάς τους σε θείο, συμβάλλουν στη δημι-

ουργία της όξινης βροχής, που έχει προκαλέσει μεγάλες ζημιές στα δάση του πλανήτη μας αλλά και στα μάρμαρα των μνημείων. Η βιομάζα δεν δημιουργεί παρόμοια προβλήματα, δεδομένου ότι η περιεκτικότητά της σε θείο είναι ασήμαντη.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες (σόργο το σακχαρούχο, ευκάλυπτος, κ.ά.) αποκτούν σήμερα ιδιαίτερη σημασία για τις ανεπτυγμένες χώρες, οι οποίες με τις καλλιέργειες αυτές προσπαθούν να μειώσουν όχι μόνο τα οικολογικά προβλήματα, αλλά και τα προβλήματα επάρκειας ενέργειας και γεωργικών πλεονασμάτων.

Έτσι, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως και στη χώρα μας, τα γεωργικά πλεονάσματα και τα εξαιτίας τους δημιουργούμενα οικονομικά προβλήματα θα οδηγήσουν αναπόφευκτα στη μείωση της παραγωγής και της γεωργικής γης. Εάν οι εκτάσεις αυτές αποδοθούν στην ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών με παράλληλη ανάπτυξη των δικτύων αρδεύσεως, μπορεί να προκύψει σημαντική ωφέλεια σε ενέργεια.

Σήμερα, καταβάλλονται μεγάλες προσπάθειες σε παγκόσμια κλίμακα για να αρθούν τα μειονεκτήματα της βιομάζας (μεγάλος όγκος και μεγάλη περιεκτικότητα υγρασίας, εποχιακή παραγωγή και διαθεσιμότητα, δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευση έναντι των ορυκτών καυσίμων, διασπορά, δαπανηρότερες εγκαταστάσεις αξιοποίησης), ώστε να διευρυνθεί ο ρόλος της στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας.

- Ζητείστε από τους μαθητές να θυμηθούν ό,τι έχουν διδαχθεί στο μάθημα των φυσικών για τη φωτοσύνθεση και την ανάπτυξη τόσο των φυτικών όσο και ζωικών οργανισμών.
- Συζητείστε μαζί τους τρόπους συγκέντρωσης και επεξεργασίας της βιομάζας.
- Αξιολογήστε ενεργειακά και περιβαλλοντικά τις χρήσεις της, λαμβάνοντας υπόψη και την επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τη μακρά συγκέντρωση απορριμμάτων.
- Αναφερθείτε στην αλόγιστη ξύλευση των δασών και χρήση ξυλανθράκων γενικά, αλλά και ειδικότερα στην περιοχή σας. Εντοπίστε όλες τις επιπτώσεις σε σχέση με την όποια ενεργειακή συνεισφορά από την καύση τους.
- Συγκεντρώστε με τους μαθητές σας πληροφορίες για την έως τώρα εκμετάλλευση και τις προοπτικές χρήσης της βιομάζας στη χώρα μας.

Γεωθερμία

Η διάπυρη σφαίρα, που κάποτε ήταν η Γη μας, δεν έχει ψυχθεί ακόμη στο εσωτερικό της. Ίσως και η θερμότητα από τη φυσική ραδιενέργεια των πετρωμάτων της να συντηρεί εν μέρει αυτές τις υψηλές θερμοκρασίες.

Θερμοί πίδακες νερού, ατμών ή/και αερίων, θερμές πηγές, εκρήξεις ηφαιστειών, ακόμη και οι σταθερές θερμοκρασίες που επικρατούν στο εσωτερικό της γης, πρόδιδαν και στους αρχαίους, ήδη, κατοίκους του πλανήτη μας τη θερμική κατάσταση και δραστηριότητα στο εσωτερικό του. Προσωποποίησαν και θεοποίησαν τις αιτίες, ερμήνευσαν μυθολογικά τις διαδικασίες (βλ. Ινδι-



κές Βέδες, Ίνκας, Ελληνική Μυθολογία) και εκμεταλλεύθηκαν όσο μπορούσαν τη θερμική ενέργεια που φθάνει στην επιφάνεια.

Η χρήση των θερμών νερών για θεραπευτικούς σκοπούς ήταν επίσης γνωστή εδώ και χιλιάδες χρόνια σε όλο σχεδόν τον κόσμο (Αρχαία Ελλάδα, Ιταλία, Ιαπωνία, Ινδία). Στη χώρα μας υπάρχουν ένα πλήθος θερμές ιαματικές πηγές, που τις συναντά κανείς από τη Θράκη ως την Πελοπόννησο και από τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου ως τη Στερεά Ελλάδα.

Βέβαια, εκτός από τις θεραπευτικές τους ιδιότητες τα "ζεστά νερά" ή καλύτερα τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν να αξιοποιηθούν και για ενεργειακούς σκοπούς. Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, η οποία με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες.

Η χώρα μας, λόγω των ειδικών γεωλογικών συνθηκών της, είναι πλούσια σε γεωθερμική ενέργεια, δηλαδή σε ενέργεια που παράγεται κάτω από ευνοϊκές γεωλογικές συνθήκες και βρίσκεται αποθηκευμένη μέσα στη γη με τη μορφή ζεστού νερού ή ατμού.

Η γεωθερμική ενέργεια, ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών, διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες: χαμηλής ενθαλπίας (25-100°C), μέσης ενθαλπίας (100-150°C) και υψηλής ενθαλπίας (> 150°C). Μέχρι το 1980 οι έρευνες στη χώρα μας περιορίζονταν στον εντοπισμό γεωθερμικών ρευστών υψηλής ενθαλπίας με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το γεωθερμικό δυναμικό υψηλής ενθαλπίας εντοπίστηκε κυρίως κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου του νοτίου Αιγαίου (Μήλος, Νίσυρος, κ.λ.π.). Παράλληλα όμως είχαμε και τον εντοπισμό ρευστών μέσης και χαμηλής ενθαλπίας.

Από το 1980 και εντεύθεν προχώρησε στη χώρα μας η έρευνα για τον εντοπισμό αξιοποιήσιμων γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας. Τα γεωθερμικά ρευστά χαμηλής ενθαλπίας είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη τη χώρα, εντοπίζονται κυρίως σε αγροτικές περιοχές και χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών, ξήρανση προϊόντων, αφαλάτωση νερού, κ.α.

Σήμερα, η δυνατότητα να γίνονται γεωτρήσεις σε μεγάλα βάθη δημιούργησε νέες προοπτικές. Αν και διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, η (μέση) γεωθερμική βαθμίδα των 30°C περίπου ανά 100 μέτρα βάθος επιτρέπει να φθάσουμε σχετικά εύκολα σε σημεία του εσωτερικού της γης, όπου οι θερμοκρασίες είναι υψηλές.

Συχνά από τις γεωτρήσεις εκφεύγουν και ανεπιθύμητα αέρια (συνήθως ενώσεις του θείου, π.χ. υδρόθειο) ή φθάνουν στην επιφάνεια άλατα και άλλες ουσίες διαλυτές στο νερό (που, λόγω της μη χρησιμότητάς τους ή και των προβλημάτων που δημιουργούν, χαρακτηρίζονται ως γεωθερμικά απόβλητα).

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων είτε αποφεύγονται οι ανοικτές σωληνώσεις εισόδου-εξόδου και προτιμώνται κλειστά συστήματα σωληνώσεων, είτε επιλέγεται η λύση της επανεισαγωγής του νερού με επιπλέον γεώτρηση. Η λύση αυτή, όπως και η χρήση κλειστών κυκλωμάτων, πλεονεκτούν και κατά το ότι αυξάνεται ο χρόνος ζωής, ανανεώνεται εν μέρει η δυναμικότητα και αυξάνεται η απόδοση του γεωθερμικού πεδίου. Εξάλλου, έτσι ελαχιστοποιείται και η όποια ενόχληση ή άλλη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

- Συζητήστε με τους μαθητές σχετικά με τις θερμοκρασίες / βαθμούς βρασμού (ζέσης) και υγροποίησης του νερού.
- Ζητείστε τους να βρουν πληροφορίες για τις τοποθεσίες και τους τρόπους εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας στη χώρα μας.

- Ζητείστε τους να βρουν πληροφορίες για τις θερμές ιαματικές πηγές που υπάρχουν στην περιοχή σας αλλά και σε ολόκληρη τη χώρα.
- Βοηθείστε τους να επισημάνουν περιοχές του πλανήτη μας, όπου παρατηρούνται εντυπωσιακά φαινόμενα, που οφείλονται στο γεωθερμικό δυναμικό τους (λ.χ. Ισλανδία, ΗΠΑ,...).

Άνεμος

Η ενέργεια από την κίνηση του αέρα, τον άνεμο, χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο ήδη από την αρχαιότητα. Μάλιστα, τόσο είχε εκτιμηθεί η σπουδαιότητα και η χρησιμότητα των ανέμων, ώστε ο ίδιος ο Ζεός (κατά τους αρχαίους προγόνους μας) να ορίσει ειδικό "διαχειριστή" (βασιλιά/κυβερνήτη/ταμία και όχι θεό, όπως τον λάτρεψαν οι Ρωμαίοι), των ανέμων, τον Αίολο, ο οποίος τους κατύθυνε από την επιπέδουσα στη θάλασσα μυθική νήσο του την Αιολία.

Είναι χαρακτηριστικό ότι ο εγκλωβισμός, κατά τον Όμηρο, των ανέμων στον ασκό του Οδυσσέα δείχνει ακριβώς την ανάγκη των ανθρώπων να διαθέτουν τους ανέμους στον τόπο και χρόνο που οι ίδιοι θα ήθελαν.

Για τους παραθαλάσσιους, μεσογειακούς λαούς της αρχαιότητας, η πρώτη αξιοποίηση του ανέμου έγινε στην κίνηση των πλοίων τους: απλή υποβοήθηση, παλαιότερα, των κωπηλατών όταν ο άνεμος ήταν ούριος ("ουριοδρομία") με χρήση απλού ιστίου, για να φθάσουμε αργότερα στο κομψότεχο της αθηναϊκής τριήρους, η οποία ήταν δυνατό να κινείται, αν όχι κατά την "εγγυάτη" (αντίθετα στον άνεμο), πάντως και υπό γωνία (κατά την "επίφορον" ή κατά την "φορόν"), με τη χρήση τριών ιστίων. Η αντίθετη προς τον άνεμο πλευση επετεύχθη αργότερα (14^{ος}-15^{ος} αιώνες), με συνεχείς τελειοποιήσεις και εφαρμογή των φυσικών νόμων στην εκμετάλλευση του ανέμου και χρησιμοποιήθηκε εντατικά για μεταφορές και ταξίδια στη θάλασσα έως τα μέσα του περασμένου αιώνα, οπότε εμφανίσθηκε το ατμόπλοιο.

Στις απέραντες, επίπεδες και ανεμώδεις στέπες της Κίνας, οι αρχαίοι κάτοικοί της χρησιμοποιούσαν ως μεταφορικό μέσον ιστιοφόρα οχήματα με τροχούς (κατά τις διηγήσεις του Μάρκο Πόλο), ενώ βόρειοι λαοί χρησιμοποιούσαν ιστιοφόρα έλκηθρα για να κινηθούν στις παγωμένες επιφάνειες λιμνών.

Παράλληλα, τροχοί με περύγια τοποθετημένοι αντίθετα στον άνεμο χρησιμοποιούνταν για την περιστροφή (με σύστημα ιμάντων) μηχανισμών που άλεθαν δημητριακά (ανεμόμυλοι) ή αντλούσαν νερό από πηγάδια. Οι πιο γνωστοί τύποι τους, ο ελληνικός και ο ολλανδικός, διέφεραν όχι μόνο στο σχήμα των περυγίων, αλλά και στο ότι ο δεύτερος είχε και σύστημα προσανατολισμού. Παρόλες τις τεχνολογικές εξελίξεις, σήμερα ο άνθρωπος, με πολύ αποδοτικότερες πηγές ενέργειας στη διάθεσή του, επιστρέφει στον άνεμο, στην αιολική ενέργεια, εκτιμώντας ότι αυτή η πηγή είναι και ανεξάντλητη και καθαρή.

Το ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου, κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, εκδηλώθηκε έντονα περί τα μέσα της δεκαετίας του '70 και ήταν αποτέλεσμα της πετρελαϊκής κρίσης που είχε ξεσπάσει. Από τότε μέχρι σήμερα υπάρχει μια συνεχώς αυξανόμενη τάση για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από τον άνεμο.

Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση των ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: στις ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα, στις οποίες ο άξονας περιστροφής των περυγίων τους είναι παράλληλος προς το έδαφος και στις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα, στις οποίες ο άξονας περιστροφής των περυγίων τους είναι κατακόρυφος.

Σήμερα χρησιμοποιούνται στις διάφορες εφαρμογές οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα με 2 ή 3 πτερύγια, τα οποία είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με τις τελευταίες επιταγές της αεροδυναμικής, για καλύτερη αξιοποίηση της ροής του αέρα.

Τα τυπικά μεγέθη των ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται συνήθως, κυμαίνονται στην κλίμακα των 200 έως 500KW, ενώ σημαντική πρόοδος έχει γίνει επίσης και στο σχεδιασμό και τη χρήση βέλτιστων συστημάτων προσανατολισμού των πτερυγίων των ανεμογεννητριών, προκειμένου ο άξονας περιστροφής τους να βρίσκεται πάντοτε παράλληλα στη διεύθυνση του πνέοντος ανέμου.

Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα συγκροτείται από τα εξής μέρη:

- **Το δρομέα**, όπως ονομάζεται το σύστημα των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας (τα οποία συνήθως κατασκευάζονται από ενισχυμένο πολυεστέρα για να μην είναι πολύ βαριά) και της πλήμνης, που είναι η μεταλλική στεφάνη πάνω στην οποία βρίσκονται στερεωμένα τα πτερύγια και μέσω αυτής μεταδίδεται η περιστροφική κίνηση των πτερυγίων στον άξονα της ανεμογεννήτριας.

- **Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης**, το οποίο συνδέει τον άξονα της ανεμογεννήτριας με την ηλεκτρογεννήτρια και προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στις επιτρεπόμενες (επιθυμητές) ταχύτητες περιστροφής της ηλεκτρογεννήτριας.

- **Την ηλεκτρική γεννήτρια (ηλεκτρογεννήτρια)**, που βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας και μετατρέπει την κινητική ενέργεια του άξονα περιστροφής του δρομέα σε ηλεκτρική.

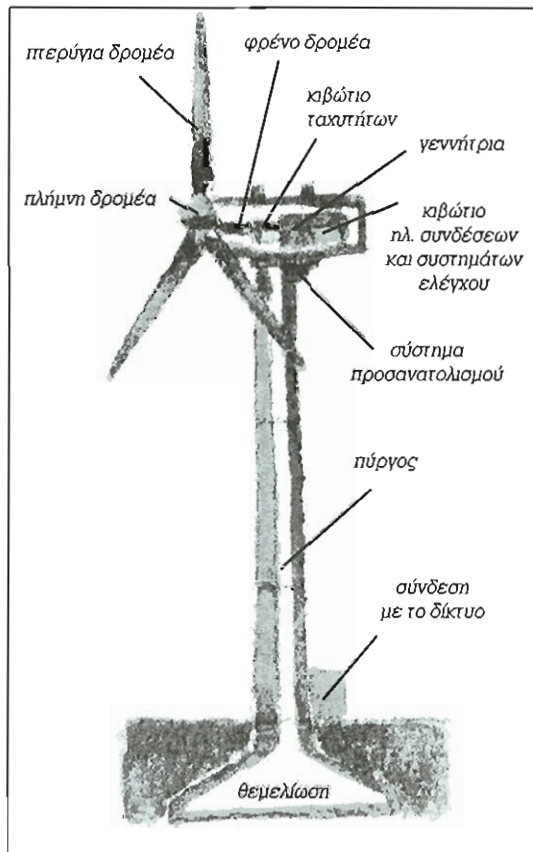
- **Το σύστημα προσανατολισμού**, που αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να λαμβάνει θέση παράλληλα προς τη διεύθυνση του ανέμου, εις τρόπον ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη εκμετάλλευση της κινητικής του ενέργειας.

- **Τον πύργο**, πάνω στον οποίο στηρίζεται όλη η παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Ο πύργος είναι συνήθως σωληνωτή ή δικτυωτή μεταλλική κατασκευή, ενώ σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να είναι και από μπετόν.

- **Τον ηλεκτρονικό πίνακα και το σύστημα ελέγχου**, που είναι τοποθετημένα στη βάση του πύργου. Με το σύστημα αυτό παρακολουθούνται και συντονίζονται όλες οι λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, ενώ παράλληλα ελέγχεται και αν χρειαστεί διορθώνεται κάθε πιθανή δυσλειτουργία της.

Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 300KW είναι: ύψος 25-30 μέτρα και διάμετρος πτερυγίων περί τα 25 μέτρα, ενώ σε μια ανεμογεννήτρια 500KW το ύψος είναι 40-50 μέτρα και η διάμετρος των πτερυγίων της 40 μέτρα.

Όπως είναι γνωστό, το κόστος των νέων τεχνολογιών στο ξεκίνημά τους είναι πάντοτε υψηλό,



διότι πρέπει να καλυφθούν τα έξοδα ερευνών, πειραματισμών και ανάπτυξης των τεχνολογιών αυτών, μέχρις ότου να ωριμάσουν και να τεθούν σε γραμμή παραγωγής. Σιγά-σιγά όμως και όσο η παραγωγή τους-αλλά και η αποδοχή τους από το κοινό-γίνεται μαζικότερη, τόσο το κόστος τους ελαττώνεται. Στις μέρες μας, η απόδοση των ανεμογεννητριών έχει αυξηθεί σοβαρά και πιστεύεται ότι μέσα στα επόμενα δέκα χρόνια το κόστος της παραγόμενης αιολικής ενέργειας μπορεί να μειωθεί σημαντικά.

Η σύνδεση των ανεμογεννητριών στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μιας χώρας, για την απόδοση σ' αυτό της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος, αποτελεί τη σπουδαιότερη εφαρμογή τους. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, τροφοδοτώντας απ' ευθείας αντλιοστάσια, απομακρυσμένες κατοικίες και άλλες εγκαταστάσεις, που δεν είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο. Στην περίπτωση αυτή, επειδή ο άνεμος δεν είναι συνεχώς διαθέσιμος, είναι δυνατό να γίνεται παράλληλα χρήση νηζελογεννητριών, όταν επικρατούν συνθήκες άπνοιας.

Στην Ελλάδα η αιολική ενέργεια έχει τη δυνατότητα να καλύψει ένα μέρος των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια. Έτσι οι ανεμογεννήτριες, λειτουργώντας συμπληρωματικά προς τα συμβατικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρισμού (όπως είναι π.χ. οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που χρησιμοποιούν ως καύσιμο λιγνίτη, πετρέλαιο ή, στο μέλλον, φυσικό αέριο) μπορούν να συμβάλουν στην αντιμετώπιση της ενεργειακής ζήτησης της χώρας. Κάτι τέτοιο θα έχει και σημαντικό περιβαλλοντικό όφελος.

Οι προσφορότερες περιοχές για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών είναι τα νησιά του Αιγαίου, στα οποία είναι γνωστό ότι συχνά πνέουν άνεμοι εντάσεως 8 και 9 Μποφόρ. Βέβαια, οι ιδιαίτερα ισχυροί άνεμοι δεν είναι πάντοτε επιθυμητοί για την ομαλή λειτουργία των ανεμογεννητριών, καθώς μερικές φορές μπορούν να τις καταστρέψουν.

Όπως προκύπτει από τις μετρήσεις απόδοσης στα αιολικά πάρκα των νησιών, δηλαδή σε περιοχές, όπου έχουν εγκατασταθεί συστοιχίες ανεμογεννητριών, η Ελλάδα διαθέτει μια από τις ευνοϊκότερες γεωγραφικές θέσεις παγκοσμίως για την εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας του ανέμου.

- Ζητείστε από τους μαθητές να συγκεντρώσουν στοιχεία για τα αιολικά πάρκα και τις μεμονωμένες ανεμογεννήτριες, που είναι εγκατεστημένες στη χώρα μας. Ζητείστε τους να αιτιολογήσουν τη γεωγραφική κατανομή των ανεμογεννητριών στις διάφορες περιοχές της χώρας.
- Υπολογίστε με τους μαθητές σας το απλουστευμένο πρόβλημα: Ποιος ο αριθμός των κατοικιών, που μπορεί ταυτόχρονα να ηλεκτροφωτίσει μια ανεμογεννήτρια δεδομένης ισχύος, π.χ. 300KW, θεωρώντας ότι σε μια μέση κατοικία η ισχύς των λαμπτήρων φωτισμού είναι 300W;
- Καθοδηγείστε τους μαθητές σας να κατασκευάσουν περύγια ανεμοτροχών από χαρτί, πλαστικό ή μαλακό ξύλο.
- Προσαρμόστε τους ανεμοτροχούς αυτούς στο άκρο ελαφράς ξύλινης ράβδου, με περύγιο προσανατολισμού στο άλλο άκρο και κατακόρυφο άξονα περιστροφής στο μέσο.
- Επιχειρήστε και μια συνθετικότερη αλλά απλή - και ρεαλιστική - κατασκευή: στον άξονα περιστροφής της ηλεκτρογεννήτριας ("δυναμό") του ποδηλάτου ενός μαθητή σας προσαρμόστε (ίσως με τη βοήθεια κάποιου γονέα - τεχνικού...) τον ανεμοτροχό με τα περύγια "παροπλισμένου" ηλεκτρικού ανεμιστήρα... Δοκιμάστε την κατασκευή με τους μαθητές σας στον άνεμο και συνδέστε τους ακροδέκτες του δυναμό σε λαμπήρα...

Υδραυλική Ενέργεια

Το νερό (ύδωρ ή οξειδίο του υδρογόνου H_2O), είναι από τις πλέον άφθονες αλλά και απαραίτητες στη ζωή χημικές ενώσεις και αποτελεί πολύτιμη πηγή ενέργειας (δυναμικής, όταν βρίσκεται συγκεντρωμένο σε μεγάλο υψόμετρο → κινητικής, όταν ρέει κατερχόμενο με ταχύτητα).

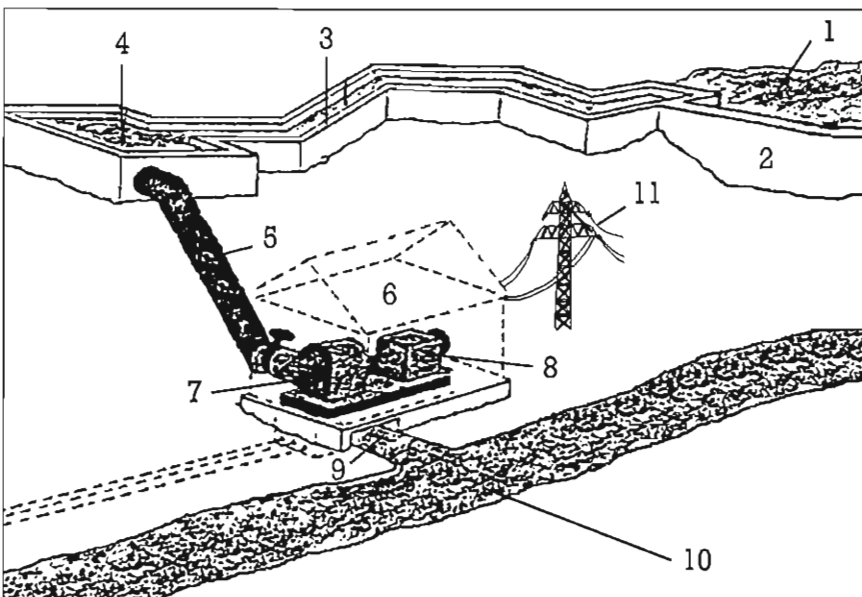
Πρωταρχική ουσία από την οποία προέρχονται τα πάντα κατά το Θαλί το Μιλήσιο, μια από τις τέσσερις πρωταρχικές ουσίες του κόσμου μας (ύδωρ-αήρ-γη-πυρ) κατά τον Αριστοτέλη, ιδέα που υιοθετήθηκε μέχρι την εποχή των αλχημιστών του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης, για να αποδειχθεί μόλις στις αρχές του αιώνα ότι αποτελεί χημική ένωση και να εκτιμηθεί την ίδια περίοδο ως πηγή ενέργειας.

Ως ενεργειακή πηγή ήταν γνωστή και παλαιότερα, αν και η χρήση της ήταν περιορισμένη.

Το νερό, κάνοντας τον "κύκλο" του στη Φύση (εδαιφικό/πηγαίο/ποτάμιο/λιμναίο/θαλάσσιο → εξάτμιση → υδρατμοί/μετεωρικό → συμπύκνωση/βροχή/χιόνι/καλάζι/δρόσος/πάχνη → ...), κύκλο που οφείλεται βέβαια στην ηλιακή ενέργεια, έχει δυναμική ενέργεια όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, που μετατρέπεται σε κινητική όταν ρέει προς χαμηλότερες περιοχές.

Η (από) ταμίευση/αποθήκευσή του (τοπικά και χρονικά) και η παροχέυτέσή του μέσω αυλάκων ή αγωγών, αλλά συχνά και η εκμετάλλευση πηγαιών ή ποτάμιων νερών, έθεσαν (και θέτουν) σε λειτουργία υδρόμυλους, υδροτριβεία, πριονιστήρια, κλωστοϋφαντουργεία, κυρίως όμως, σήμερα, υδροστρόβιλους-ηλεκτρογεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι εγκαταστάσεις, που κατασκευάζονται για την εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, λέγονται υδροηλεκτρικά έργα.



Ένα υδροηλεκτρικό έργο αποτελείται από:

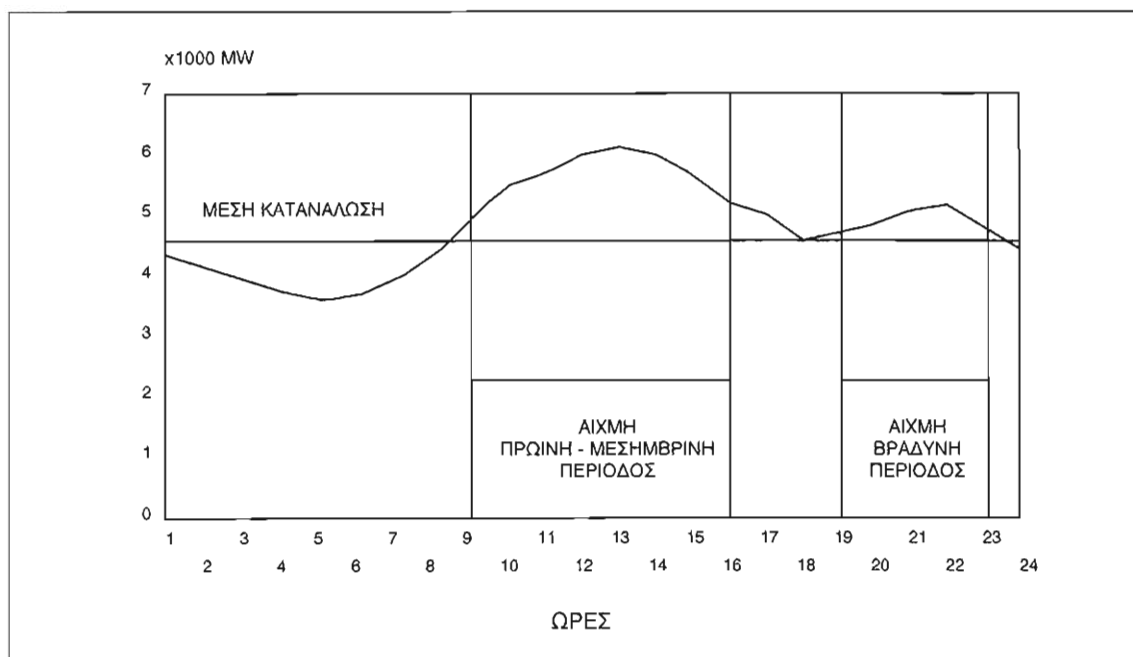
τον ταμιευτήρα (1), το φράγμα (2), τον ανοικτό αγωγό προσαγωγής (3), τη διάταξη αντιπληγματικής προστασίας (4), τον κλειστό αγωγό πώσεως (5), τον σταθμό ηλεκτροπαραγωγής (6), μέσα στον οποίο είναι εγκατεστημένος ο υδροστρόβιλος (7), και η ηλεκτρογεννήτρια (8), τη διάωρυγα φυγής (9), μέσω της οποίας απάγεται το νερό που περνάει από τον υδροστρόβιλο και το υδατόρρευμα (10). Το ρεύμα, που παράγεται από την ηλεκτρογεννήτρια, διοχετεύεται προς την κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο (11).

Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατό να κατασκευαστούν υδατοταμιευτήρες. Στις περισσότερες περι-

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

πτώσεις, η ενέργεια, που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας (κυρίως σε ώρες "αιχμής", δηλαδή σε ώρες που η κατανάλωση ενέργειας είναι μεγάλη: ώρες μαγειρέματος στα νοικοκυριά, ώρες λειτουργίας κλιματιστικών, ώρες πριν το βραδινό ύπνο), συμπληρώνοντας τις ανάγκες της ζήτησης.

Στις ώρες αυτές είναι πρόσφορη η χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας, αφού οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (για ανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας (προθέρμανση).



Ενδεικτικό διάγραμμα ημερήσιας ζήτησης Ενέργειας.

Η δυνατότητα (από)ταμίευσης ενέργειας ως (υδρο-) δυναμικής (και όχι ως θερμικής - με τα γνωστά προβλήματα απωλειών, ή ηλεκτρικής-σε πανάκριβους και ως εκ τούτου περιορισμένης χωρητικότητας συσσωρευτές -), καθώς επίσης η ανανεωσιμότητά της (αφού πάντοτε θα έχουμε υδατο-μετεωρήματα, όσο τουλάχιστον ο καλός μας ήλιος θα φροντίζει για αυτό), καθιστούν την υδροηλεκτρική ενέργεια σημαντική εναλλακτική/συμπληρωματική λύση στο ενεργειακό - περιβαλλοντικό πρόβλημα, δεδομένης και της "καθαρότητας" της. Επι πλέον δεν πρέπει να ξεχνούμε ότι οι υδατοταμιευτήρες είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται και για άλλες ανάγκες: ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, διαχείριση υδάτων, συντήρηση υδροβιότοπων, αναψυχή, αθλητισμό.

- Σχεδιάστε με τους μαθητές μια υποθετική καμπύλη ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας σε διάγραμμα ενέργειας (ακριβέστερα ισχύος και χρόνου, στη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου) λαμβάνοντας υπόψη τις συσκευές που λειτουργούν συνήθως σε διάφορες ώρες του εικοσιτετραώρου. Η σχεδίαση είναι δυνατό να στηριχθεί και στην οικιακή κατανάλωση, με βάση τις δραστηριότητες κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου, όπως αυτές θα διατυπωθούν από τους μαθητές στη σχετική συζήτηση.

- Συμβουλευόμενοι κάποιους ειδικούς ή παίρνοντας πληροφορίες από τη ΔΕΗ, συγκρίνετε και διορθώστε (αν χρειάζεται) την καμπύλη σας.
Σημειώστε ποιες ώρες του εικοσιτετραώρου (ώρες αιχμής) το ηλεκτρικό σύστημα της χώρας χρειάζεται τη βοήθεια πρόσθετης ενέργειας (π.χ. της υδροηλεκτρικής).
Αναρωτηθείτε/ερευνήστε: αυτές οι ώρες είναι οι ίδιες όλες τις περιόδους του έτους;
- Ζητείστε από τους μαθητές να συγκεντρώσουν στοιχεία για τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς που λειτουργούν στην Ελλάδα. Τι ποσοστό της συνολικά παραγόμενης στη χώρα ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτουν;
- Προγραμματίστε μια επίσκεψη σε κάποιον από αυτούς.

Θάλασσα - Λίμνες

(Παλίρροια - Θαλάσσια Ρεύματα - Κύματα -
-Εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας της θάλασσας)

Η κίνηση του νερού υπό την επίδραση της βαρύτητας (από υψηλότερες περιοχές του πλανήτη μας σε χαμηλότερες), μια πηγή ενέργειας (δυναμικής → κινητικής → ηλεκτρικής...) που δημιουργείται όπου υπάρχουν πηγαία/ποτάμια/λιμναία νερά σε υψόμετρο μεγαλύτερο αυτού της επιφάνειας της θάλασσας, έστρεψε την προσοχή των "κυνηγών" ενέργειας και στις όποιες άλλες κινήσεις του νερού, αλλά και στις όποιες άλλες ενεργειακές δυνατότητές του.



Κατ' αρχήν, το νερό των θαλασσών (του μεγάλου αλλά, από απόψεως δυναμικής ενέργειας, ενεργειακά μη εκμεταλλεύσιμου υδατοταμιευτήρα του πλανήτη μας) και των μεγάλων λιμνών, κινείται (με "διαχειριστή" / θεό αυτή τη φορά τον Ποσειδώνα, σύμφωνα με τους αρχαίους προγόνους μας): ανεβαίνει (πλημμυρίζει) και κατεβαίνει (άμπωτις) λόγω της παλίρροιας (η οποία οφείλεται σε περιοδικές διαφοροποιήσεις της βαρυτικής έλξης του ήλιου και της σελήνης, κατά τις διαφορετικές θέσεις τους ως προς τη γη), φαινόμενο ιδιαίτερα εμφανές σε κλειστούς κόλπους και πορθμούς. Κυκλοφορεί επίσης με τη μορφή ρευμάτων (που οφείλονται στη διαφορά θερμοκρασίας σε διάφορα σημεία του νερού), όπως ακριβώς ο άνεμος στην ατμόσφαιρα.

Τέλος, κινείται παλινδρομικά (σχηματίζονται δηλαδή κύματα στην επιφάνεια του νερού, λόγω της διαφορετικής πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα όταν πνέει ως άνεμος κατά ριπές). Πειραματικές διατάξεις και σε αρκετές περιπτώσεις επιδεικτικές, ή, σπανίως, και εγκαταστάσεις παραγωγής, που συνήθως αποτελούνται από συστοιχίες ομοαξονικών (υδρο-)τροχών με περύγια, λειτουργούν σήμερα σε αρκετά σημεία του πλανήτη μας, όπου παρατηρούνται έντονα τα παραπάνω φαινόμενα...

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ: Τι, Πώς, Γιατί

Εκτός της κίνησης/κινητικής ενέργειας του νερού των θαλασσών και των μεγάλων λιμνών, οι μεγάλοι αυτοί υδατοταμιευτήρες έχουν αποθηκευμένες και τεράστιες ποσότητες θερμικής ενέργειας (που βέβαια απορροφούν από την ηλιακή ενέργεια...) Αυτή η ενέργεια δε θα ήταν δυνατό να γίνει εκμεταλλεύσιμη αν δεν υπήρχαν θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ των διαφόρων σημείων του νερού, όπως επίσης μεταξύ του νερού και του εδάφους ή/και της ατμόσφαιρας. Οι πλέον μόνιμες (χωρικά και χρονικά) θερμοκρασιακές διαφορές είναι αυτές που παρατηρούνται μεταξύ των επιφανειακών και των βαθύτερων στρωμάτων του νερού των θαλασσών, δεδομένου ότι τα επιφανειακά στρώματα θερμαίνονται περισσότερο (απορροφώντας το ηλιακό φως/θερμότητα) σε σχέση με τα βαθύτερα (όπου το ηλιακό φως/θερμότητα δε φθάνει καν...).

Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι ενώ η θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας στις τροπικές (ή/και εύκρατες) περιοχές είναι δυνατό να φθάνει τους 25°C και να παραμένει σχεδόν σταθερή, σε βάθος μερικών εκατοντάδων μέτρων η θερμοκρασία έχει μονοψήφια τιμή... Η θερμοκρασιακή αυτή διαφορά μεταξύ των επιφανειακών και των βαθύτερων στρωμάτων των υδάτων μπορεί να καταστεί εκμεταλλεύσιμη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, κάποιο πηπτικό υγρό (αμμωνία ή freon, με κάποια επιφύλαξη) μπορεί να μετατραπεί σε αέριο υπό πίεση σε θερμοκρασίες αντίστοιχες με αυτές των επιφανειακών υδάτων. Το αέριο που παράγεται κατ'αυτό τον τρόπο, μπορεί να διοχετευθεί με σωληνώσεις στο σύστημα παραγωγής ενέργειας (αεριοστρόβιλοι - ηλεκτρικές γεννήτριες) και στη συνέχεια, αφού περάσει από τα βαθύτερα υδατικά στρώματα, όπου ψύχεται και επανυγροποιείται, να επανέλθει στην επιφάνεια, ώστε κατ'αυτό τον τρόπο να κλείσει ο ενεργειακός αυτός κύκλος. Οι μεγάλοι λοιπόν υδατοταμιευτήρες αποτελούν πηγή ενέργειας ανεξάντλητη και καθαρή, που αναμένει την ευρεία αξιοποίησή της, όταν και εφόσον οι σχετικές τεχνολογικές δυνατότητες καταστούν και οικονομικά συμφέρουσες.

- Ζητείστε από τους μαθητές να ερευνήσουν σε εγκυκλοπαίδειες ή άλλες πηγές (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ωκεανογραφικό Ινστιτούτο, ...) για τα σημεία λειτουργίας - ή πιθανής λειτουργίας - εγκαταστάσεων μετατροπής σε ηλεκτρική ενέργεια της κινητικής ενέργειας του νερού των θαλασσών (και λιμνών), καθώς επίσης τον τρόπο λειτουργίας τους και την απόδοση / προοπτικές τους...
- Συζητείστε για τις πιθανές δυνατότητες λειτουργίας τέτοιων εγκαταστάσεων στην Ελλάδα (πορθμός Ευρίπου;).
- Συζητείστε με τους μαθητές τρόπους εκμετάλλευσης της θερμικής ενέργειας των θαλασσών και τις προοπτικές /δυσκολίες /πλεονεκτήματα.
- Σχολιάστε και εξηγήστε γιατί δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε το πηπτικό υγρό/αέριο freon (διάσπαση του όζοντος → ελάττωση του στρώματος όζοντος της ατμόσφαιρας / "τρύπες" → μείωση της απορρόφησης της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου → επιπτώσεις στους ζωικούς οργανισμούς...), που σήμερα χρησιμοποιείται ευρύτερα τόσο στους μηχανισμούς ψύξης όσο και στα sprays...

Βιβλιογραφία:

Γ.Θ. Καλκάνη, "Περιβάλλον, Ενέργεια, Τεχνολογία - Μια συμβολή στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση", Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 1996

Γ.Θ. Καλκάνη - Δ. Κωστόπουλου, "Φυσική - Από το Μικρόκοσμο στο Μακρόκοσμο", Ια, Αθήνα, 1995

G. Kalkanis, "Energy, Environment, Society - An Educational Approach through New Technologies", FIREES project, CE - DG XI, 1995

Ενέργεια χωρίς σπατάλες, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Αθήνα, 1992.

Οδηγός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Αθήνα, 1996.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Περιβάλλον, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Αθήνα, 1997.



ΚΑΠΕ
CRES

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
19ο χλμ. Λεωφ. Μαραθώνος, 190 09 Πικέρμι Αττικής
<http://www.cres.gr>

ISBN 960 - 85449 - 7 - 1