

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΤΔΕ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ»  
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Α΄

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**‘Διδακτικό υλικό για τη διδασκαλία της έννοιας της  
ενέργειας σε μαθητές και μαθήτριες της  
Γ΄ Γυμνασίου’**

Βόλος, Ιούλιος 2006

Αγγελουσοπούλου Αργυρώ

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Παπαδημητρίου Βασιλική



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 5823/1  
Ημερ. Εισ.: 11-09-2007  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ  
507  
ΑΓΓ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....σελ.3.
Εισαγωγή.....σελ.4

### Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

#### Ο νέος προσανατολισμός στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

1.1 Ο επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός.....σελ.6
1.2 Διδασκαλία θεμάτων που αφορούν στο φυσικό περιβάλλον στο πλαίσιο του επιστημονικού αλφαριθμητισμού.....σελ.9

### Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

#### Ο κοινωνικός εποικοδομητισμός

2.1 Η θεωρία του κοινωνικού εποικοδομητισμού.....σελ.13
---

### Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

#### Οι αντιλήψεις των παιδιών για την ενέργεια

3.1 Οι αντιλήψεις των παιδιών για την ενέργεια όπως παρουσιάζονται στη διεθνή βιβλιογραφία.....σελ.16
---

### Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

#### Η διδασκαλία της έννοιας της ενέργειας στο ελληνικό Γυμνάσιο

4.1 Το ΔΕΠΠΣ και τα ΑΠΣ για την ενέργεια.....σελ.23
4.2 Η αναγκαιότητα δημιουργίας νέου διδακτικού υλικού σε ένα νέο μαθησιακό περιβάλλον.....σελ.29

### Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>

## Ο σχεδιασμός του διδακτικού υλικού

5.1 Οι αρχές σχεδιασμού του διδακτικού υλικού.....σελ.31	σελ.31
5.2 Η οργάνωση των διδακτικών προσεγγίσεων.....σελ.33	σελ.33
5.3 Η επιλογή των διδακτικών προσεγγίσεων.....σελ.35	σελ.35
5.4 Αναλυτική περιγραφή των διδακτικών προσεγγίσεων.....σελ.39	σελ.39
<b>Βιβλιογραφία.....σελ.52</b>	σελ.52

### Παράρτημα

1) Φύλλα οδηγιών προς τον/την εκπαιδευτικό.....σελ.62	σελ.62
2) Φύλλα εργασίας για το μαθητή/ τη μαθήτρια.....σελ.79	σελ.79
3) Φύλλο αξιολόγησης.....σελ.114	σελ.114
4) Πληροφοριακό υλικό.....σελ.119	σελ.119

## Περίληψη

Η αλματώδης ανάπτυξη των επιστημών και της τεχνολογίας που έχει σημειωθεί τον εικοστό αιώνα έχει συμβάλει στη διαμόρφωση νέων κοινωνικών, πολιτικών και οικονομικών συνθηκών στο παγκόσμιο σκηνικό. Οι νέες αυτές συνθήκες φέρνουν νέες τάσεις και νέα φιλοσοφία σε πολλά πεδία της εκπαίδευσης. Όσον αφορά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών τα τελευταία χρόνια παρουσιάστηκαν νέα εκπαιδευτικά προγράμματα με γενικό τίτλο 'Επιστημονικός και Τεχνολογικός Αλφαριθμητισμός' (Scientific and Technological Literacy). Κύριος σκοπός των προγραμμάτων αυτών είναι όλοι οι μαθητές και όλες οι μαθήτριες να αποκτήσουν βασικές γνώσεις από τις επιστήμες και την τεχνολογία που θα τους χρειαστούν στην κοινωνική και επαγγελματική τους ζωή (Osborne 2000, Καρύδας και Κουμαράς, 2002).

Στο πλαίσιο αυτό κινείται και η παρούσα εργασία η οποία έχει σκοπό μέσα από το σχεδιασμό διδακτικού υλικού να συνδέσει την έννοια της ενέργειας με θέματα περιβάλλοντος. Η έννοια της ενέργειας επιλέχθηκε γιατί είναι θεμελιώδης στις Φυσικές Επιστήμες ενώ η Ιστορία έχει δείξει και τον σπουδαίο ρόλο της στην εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού. Χρησιμοποιείται συνεχώς τόσο στην επιστημονική ορολογία όσο και σε ευρύτερα κοινωνικά θέματα όπως οι συμβατικές και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η εξοικονόμηση ενέργειας, οι επιπτώσεις από την κακή διαχείριση της ενέργειας κλπ.

Το διδακτικό υλικό έχει σχεδιαστεί με θεωρητικό πλαίσιο τον κοινωνικό εποικοδομητισμό και απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες της τρίτης τάξης του Γυμνασίου. Οι δραστηριότητες που προτείνονται έχουν σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψη τις ιδέες των παιδιών, αφορούν στη διδασκαλία της έννοιας της ενέργειας και στη σύνδεσή της με θέματα που σχετίζονται με το περιβάλλον και προτείνονται για διδασκαλία στο πλαίσιο του εβδομαδιαίου προγράμματος του σχολείου.

## Εισαγωγή

Η λέξη ‘ενέργεια’, γνωστή από την αρχαία ελληνική γλώσσα ως δράση-κίνηση, είχε χρησιμοποιηθεί και από τον Αριστοτέλη και με αυτή τη σημασία χρησιμοποιείται και στη σύγχρονη ελληνική γλώσσα. Ως έννοια της Φυσικής όμως χρησιμοποιήθηκε πολύ αργότερα, μόλις τον δέκατο ένατο αιώνα, χωρίς ποτέ να έχει διατυπωθεί κάποιος αυστηρός ορισμός της. Πολύ σύντομα η χρήση της επεκτάθηκε σε όλες τις Φυσικές Επιστήμες. Στη συνέχεια αποδείχτηκε ότι αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο των επιστημών αλλά και της εξέλιξης του ανθρώπινου πολιτισμού.

Με την είσοδο της μηχανής σημειώθηκε αλματώδης ανάπτυξη των Επιστημών και της Τεχνολογίας και γιγαντιαία αύξηση των αναγκών για ενέργεια και τεχνολογική τελειοποίηση. Αυτές οι ολοένα αυξανόμενες ανάγκες έφεραν και φέρνουν τεράστιο ανταγωνισμό ακόμα και πολέμους μεταξύ των κρατών. Όλα τα κράτη φρόντισαν να διδάσκουν στα παιδιά την επιστήμη αυστηρά τεχνοκρατικά, μέσα σε ένα αυστηρό, δασκαλοκεντρικό μαθησιακό περιβάλλον, με σκοπό να προετοιμάσουν νέους επιστήμονες όλο και πιο εξειδικευμένους στην έρευνα για την απόλυτη αξιοποίηση των φυσικών πόρων, την κατασκευή νέων υλικών, την εξέλιξη των συγκοινωνιών, των επικοινωνιών, κ.ά. χωρίς να δίνεται έμφαση στη σχέση επιστήμης και κοινωνίας.

Σήμερα προϊόντα υψηλής τεχνολογίας π.χ. ηλεκτρονικοί υπολογιστές, κινητή τηλεφωνία και όροι εξειδικευμένης επιστημονικής γνώσης π.χ. φαινόμενο του θερμοκηπίου, μαγνητική τομογραφία, έχουν εισχωρήσει στην καθημερινή πραγματικότητα εκατομμυρίων πολιτών. Η επιστημονική και η τεχνολογική ανάπτυξη που στηρίχθηκε και εξακολουθεί να στηρίζεται στην παραγωγή ενέργειας ενώ έλυσε πολλά από τα υπάρχοντα προβλήματα, σχετίζεται με καινούρια μεγάλα κοινωνικά προβλήματα που ανησυχούν τους πολίτες του κόσμου.

Επομένως διαγράφεται η ανάγκη αλλαγής προσανατολισμού στην εκπαίδευση των νέων γύρω από τις Φυσικές Επιστήμες. Ο νέος προσανατολισμός που κυριαρχεί πλέον περιγράφεται από τον γενικό όρο ‘Επιστημονικός και Τεχνολογικός Αλφαριθμητισμός’ (Scientific and Technological Literacy) και έχει σκοπό την απόκτηση των βασικών επιστημονικών και τεχνολογικών γνώσεων από τα παιδιά που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με θέματα

ευρύτερου κοινωνικού ενδιαφέροντος τα οποία θα αντιμετωπίσουν στην επαγγελματική και κοινωνική τους ζωή (Osborne 2000, Καρύδας & Κουμαράς, 2002).

Παράλληλα, στο χώρο της εκπαίδευσης έγιναν μεγάλες αλλαγές στην αντίληψη για τη διδασκαλία και τη μάθηση που ξεκίνησαν από το χώρο της Ψυχολογίας με αποτέλεσμα να αλλάξει η φιλοσοφία για την εκπαίδευση γύρω από τις Φυσικές Επιστήμες και να καθιερωθεί ένα νέο πλαίσιο, ο κοινωνικός εποικοδομητισμός (Driver & Oldham, 1986, Driver et al., 1994).

Σύμφωνα με το πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομητισμού γίνεται προσπάθεια στην εργασία αυτή να παρουσιαστεί ένα διδακτικό υλικό για την ενέργεια που απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες Γ' Γυμνασίου. Το υλικό κινείται στη φιλοσοφία του Επιστημονικού και Τεχνολογικού αλφαριθμητισμού και τείνει να συνδέσει την έννοια της ενέργειας με κοινωνικά θέματα που σχετίζονται με αυτή. Το διδακτικό υλικό αποτελείται από φύλλα εργασίας για τους μαθητές και τις μαθήτριες και συνοδεύεται και από βοηθητικό εγχειρίδιο για τον/την εκπαιδευτικό.

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

### Ο νέος προσανατολισμός στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών

#### 1.1 Ο Επιστημονικός και Τεχνολογικός αλφαριθμητισμός

Οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται από τις αρχές του εικοστού αιώνα στα παιδιά στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Μέχρι και μετά τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο στις δυο βαθμίδες της βασικής εκπαίδευσης υπήρχε και η αντίστοιχη φιλοσοφία της διδασκαλίας: α) προσανατολισμένη στην καθημερινή ζωή στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, β) προσανατολισμένη στην απόκτηση γενικής παιδείας για όλους τους μαθητές και μαθήτριες στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση και γ) προσανατολισμένη στην εξειδικευμένη ακαδημαϊκή γνώση για όσους μαθητές και μαθήτριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης επιθυμούσαν να ασχοληθούν μελλοντικά με το αντικείμενο αυτό (Matthews, 1994).

Στη δεκαετία του 1960 όταν άρχισε να παίρνει μεγάλες διαστάσεις ο οικονομικός, πολιτικός και επιστημονικός ανταγωνισμός μεταξύ των χωρών Ανατολής-Δύσης, οι χώρες άλλαξαν φιλοσοφία στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η φιλοσοφία αυτή είχε στόχο οι Φυσικές Επιστήμες να διδάσκονται στα παιδιά ακαδημαϊκά και αυστηρά τεχνοκρατικά με σκοπό την ανάδειξη νέων επιστημόνων όλο και πιο εξειδικευμένων που θα βοηθούσαν τη χώρα τους στην παγκόσμια πολιτική και οικονομική κυριαρχία. Παρόλο που πέρασαν σχεδόν πενήντα χρόνια από τότε η φιλοσοφία αυτή εξακολουθεί, ίσως όχι πάντα φανερά, να βρίσκεται πίσω από τη διδασκαλία των ΦΕ (Τσελφές, 2001).

Σύντομα, γύρω στα 1970 έγινε φανερή η ανάγκη αλλαγής προσανατολισμού στη διδασκαλία των ΦΕ στα σχολεία. Η αλλαγή αυτή σηματοδοτήθηκε μέσα από νέα εκπαιδευτικά προγράμματα που αναπτύχθηκαν αρχικά στον Καναδά και τις ΗΠΑ. Τα προγράμματα αυτά με γενικότερο τίτλο 'Επιστήμη-Κοινωνία-Τεχνολογία' (Science-Technology-Society, STS) απείχαν πολύ από την υπάρχουσα φιλοσοφία της διδασκαλίας της εξειδικευμένης ακαδημαϊκής γνώσης. Σύμφωνα με αυτή την αντίληψη η διδασκαλία των ΦΕ πρέπει να απευθύνεται σε όλους τους μαθητές και τις



μαθήτριες ανεξάρτητα από το επάγγελμα που θα ακολουθήσουν. Σκοπός είναι να αποκτήσουν την απαραίτητη γνώση από τις Φυσικές Επιστήμες ώστε να κατανοούν θέματα κοινωνικά και επαγγελματικά που είναι σχετικά με αυτές, να εκφράζουν άποψη γι' αυτά και να παίρνουν αποφάσεις (Harnes & Yager 1981).

Τα κύρια χαρακτηριστικά της STS εκπαίδευσης είναι η ενοποιημένη γνώση, η σύνδεση της επιστημονικής γνώσης με θέματα και προβλήματα της κοινωνίας, η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, η ενεργός συμμετοχή του εκπαιδευόμενου στη μαθησιακή διαδικασία και πεδίο μάθησης όχι μόνο ο χώρος του σχολείου αλλά και ο ευρύτερος χώρος έξω από αυτό (Yager, 1988, Yager, 1988a, Bybee 1984, Solomon & Aikenhead, 1994, Hurd, 1998, Παπαδημητρίου, 2000). Τα προγράμματα αυτά βρήκαν υποστήριξη όσον αφορά στο θεωρητικό υπόβαθρό τους αλλά δεν βρήκαν την αναμενόμενη ανταπόκριση στην πράξη γιατί δεν είχαν ωριμάσει οι συνθήκες που θα ευνοούσαν την εφαρμογή τους (Καρύδας & Κουμαράς, 2002).

Στα τέλη του εικοστού αιώνα, οι συνθήκες έχουν ωριμάσει. Οι κοινωνίες βαδίζουν πλέον προς την οικονομική και πολιτισμική παγκοσμιοποίηση, τα προϊόντα της υψηλής τεχνολογίας και οι εξειδικευμένες επιστημονικές γνώσεις μπαίνουν στην καθημερινή ζωή των πολιτών των αναπτυγμένων κυρίως χωρών και οι κυβερνητικοί, οι εκπαιδευτικοί και οι επιστημονικοί οργανισμοί θεωρούν ότι υπάρχει πλέον ουσιαστική ανάγκη η διδασκαλία των ΦΕ να προασανατολιστεί προς τον 'Επιστημονικό και Τεχνολογικό Αλφαριθμητισμό' (Scientific and Technological Literature), (Common Framework "Hereinafter" Canada, 1995, National Research Council USA, 1996, European Commission, 2000, Select Committee Great Britain, 2001).

Η νέα αυτή αντίληψη έχει σκοπό την απόκτηση των βασικών επιστημονικών και τεχνολογικών γνώσεων από τα παιδιά, που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην επίλυση προβλημάτων τα οποία σχετίζονται με θέματα ευρύτερου κοινωνικού ενδιαφέροντος και θα τα αντιμετωπίσουν στην επαγγελματική και κοινωνική τους ζωή (Osborne 2000, Καρύδας & Κουμαράς 2002).

Ο όρος 'επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός', μπορεί να συναντηθεί και ως 'Φυσικές Επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη' (Science For Citizenship), 'Φυσικές Επιστήμες για όλους', (Science For All), 'Δημόσια Κατανόηση της Επιστήμης' (Public Understanding of Science), 'Καλλιέργεια στην επιστήμη και την Τεχνολογία' (Scientific & Technological Culture), κ.ά., που δίνουν το στίγμα της νέας άποψης αλλά και το έντονο ενδιαφέρον γύρω από αυτή.

Πολλοί επιστήμονες έχουν διατυπώσει τις ερμηνευτικές προσεγγίσεις και τις οριοθετήσεις τους για τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό (Καρύδας και Κουμαράς 2003, Driver et al 1996, Matthews 1994, DeBoer 1997). Ενδεικτικά θα αναφερθεί η άποψη των J. Osborne και R. Millar (1998) οι οποίοι έγραψαν την αναφορά 'Beyond 2000' με θέμα τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό των Άγγλων μαθητών και μαθητριών.

Οι συγγραφείς του 'Beyond 2000' προτείνουν ότι ένα πρόγραμμα επιστημονικού αλφαριθμητισμού θα πρέπει να παρέχει επιστημονικές γνώσεις που σχετίζονται περισσότερο με θέματα που συναντώνται στην καθημερινή κοινωνική πραγματικότητα. Παράλληλα, θα πρέπει να καλλιεργεί εκείνες τις δεξιότητες που θα επιτρέπουν στους μαθητές και τις μαθήτριες να κατανοούν επιστημονικά θέματα και να εκφράζουν την άποψή τους γι' αυτά. Οι δεξιότητες αυτές περιλαμβάνουν την χρήση του λόγου, την επιχειρηματολογία, την παρατήρηση και την εξαγωγή συμπερασμάτων, δεξιότητες δηλαδή που συμβαδίζουν με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης. Φυσικά για να αναπτυχθούν αυτές οι δεξιότητες χρειάζεται το μαθησιακό περιβάλλον να ενθαρρύνει τα παιδιά να συμμετέχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία και να τους δίνει την ευκαιρία να διατυπώνουν τις απορίες τους και να χτίζουν τις προσωπικές απόψεις τους. Επίσης, να είναι φιλελεύθερο και να αφήνει τα παιδιά να εκφράζουν τη γνώμη τους για σύνθετα προβλήματα ανάλογα με τις προσωπικές αξίες τους και όχι σύμφωνα μόνο με την επιστημονική γνώση (Millar & Osborne 1998).

Η σύνδεση της διδασκαλίας των ΦΕ με κοινωνικά θέματα κρύβει κάποιες πρακτικές δυσκολίες αφού υπάρχει θέμα χρονικού περιορισμού, θέμα στόχων διδασκαλίας, θέμα κατανομής χρόνου στις επιστημονικές έννοιες και στα κοινωνικά θέματα με αποτέλεσμα αρκετοί επιστήμονες να έχουν εκφράσει τις επιφυλάξεις τους για το πρακτικό μέρος της διδασκαλίας, για τον τρόπο που μπορεί να γίνει η σύνδεση των δύο διαφορετικών πεδίων και για τα μαθησιακά αποτελέσματα που μπορεί να έχει (Davies 2004).

Ωστόσο, παρά τις δυσκολίες που φαίνεται να υπάρχουν, αρκετοί είναι οι επιστήμονες που προτείνουν ότι μέσα από ένα υβριδικό μοντέλο διδασκαλίας (Hybrid practice), με τα κατάλληλα διδακτικά εργαλεία, μπορεί να διδαχθεί και η επιστημονική γνώση και να δοθεί έμφαση σε κοινωνικά θέματα. Ο σχεδιασμός του υβριδικού μοντέλου διδασκαλίας θα πρέπει να είναι προϊόν συνεργασίας κυβερνητικών, επιστημονικών και μη κυβερνητικών κοινωνικών οργανώσεων (Miller, 2001, Shrum, 2000).

## 1.2 Διδασκαλία θεμάτων που αφορούν στο φυσικό περιβάλλον στο πλαίσιο του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού

Στα προγράμματα STS, που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα θέματα διδασκαλίας μπορούσαν να είναι σχετικά με κοινωνικά θέματα. Για όσα προγράμματα σχετίζονταν με θέματα περιβάλλοντος χρησιμοποιήθηκε ο όρος Science, Technology, Environment and Society, -STES-, (Zoller 1987). Σε ένα τέτοιο πρόγραμμα βασίζεται το εθνικό πλαίσιο του ευρύτερου αναλυτικού προγράμματος του Καναδά, Pan-Canadian Framework of Science Learning Outcomes (CMEC 1997).

Στο πλαίσιο του επιστημονικού αλφαριθμητισμού, η διδασκαλία των ΦΕ έχει τη δυνατότητα να διαπραγματευτεί μεγάλα σημερινά κοινωνικά θέματα και προβλήματα που συνδέονται με τις ΦΕ. Σήμερα που τα περιβαλλοντικά προβλήματα διαρκώς αυξάνονται σε όλον τον πλανήτη, το σχολείο μέσα από τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά να αποκτήσουν άποψη γι' αυτά μέσα από τις γνώσεις τους από τις ΦΕ. Ένα μεγάλο μέρος των θεμάτων αυτών σχετίζεται με το φυσικό περιβάλλον και αφορά στη διαχείριση των φυσικών πόρων, τη διαχείριση της ενέργειας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, την υποβάθμιση του περιβάλλοντος, κλπ. Το σχολείο μπορεί να ενημερώσει επιστημονικά τα παιδιά πάνω σε αυτά τα θέματα αλλά και να τα ευαισθητοποιήσει, ώστε να αναπτύξουν θετικές στάσεις σε σχέση με το περιβάλλον. Πολλοί υποστηρίζουν ότι η κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με αυτά τα θέματα αποτελεί προϋπόθεση για την ανάπτυξη των επιθυμητών τάσεων (Brody, 1994, Mason & Santi, 1998, Marinopoulos & Stauridou, 2002).

Ο J. Wellington (2003), υποστηρίζει ότι η διδασκαλία των ΦΕ για την εκπαίδευση του πολίτη ή ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός μπορεί να συνδεθεί με θέματα που αφορούν στο φυσικό περιβάλλον, προσφέροντας στα παιδιά: α) τις απαραίτητες επιστημονικές γνώσεις (knowledge), β) δεξιότητες, (skills) και γ) ενθάρρυνση στην ανάληψη δράσης (action), (KSA), (Wellington, 2003).

Ειδικά όσον αφορά στη διδασκαλία της ενέργειας, που αποτελεί το αντικείμενο αυτής της εργασίας, σύμφωνα με τα παραπάνω ο J. Wellington θεωρεί ότι:

- κάποιες από τις βασικές γνώσεις που μπορούν να διδαχθούν οι μαθητές και οι μαθήτριες (knowledge) είναι:

1. Οι κύριες πηγές ενέργειας δεν είναι παντοτινές αφού τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων εξαντλούνται
  2. Η χρήση των ορυκτών καυσίμων έχει αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον και τους οργανισμούς
- κάποιες από τις δεξιότητες που μπορούν να αποκτηθούν μέσω των ΦΕ (skills) είναι:
    1. η χρήση λόγου και επιχειρηματολογία
    2. η επικοινωνία
    3. η συλλογή και αξιολόγηση πληροφοριών
    4. η κριτική σκέψη
  - κάποιες δραστηριότητες που σχετίζονται με ανάληψη δράσης (action) είναι:
    1. η ενημέρωση οικογένειας
    2. η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας
    3. οι προτάσεις για τη διαχείριση απορριμμάτων

Αυτοί οι στόχοι σε κάποιο βαθμό ταυτίζονται με τους στόχους της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, (ΠΕ), (Environmental Education), όπως αυτοί διαμορφώθηκαν στις διεθνείς διασκέψεις της δεκαετίας του 1970 (Παπαδημητρίου, 1998). Βασικός στόχος της ΠΕ είναι να θέσει τις βάσεις για ενημέρωση και συμμετοχή του ατόμου στην προστασία του περιβάλλοντος και για την εισαγωγή της στα αναλυτικά προγράμματα προτάθηκε η σύνδεση των εκπαιδευτικών διαδικασιών με την πραγματικότητα και η διεπιστημονική προσέγγιση προβλημάτων (UNESCO 1978).

Τόσο το περιεχόμενο και η μεθοδολογία όσο και τα μέσα που χρησιμοποιεί η ΠΕ διαφοροποιούνται από αυτά των υπόλοιπων μαθημάτων εφόσον και η φιλοσοφία της ΠΕ είναι διαφορετική. Συγκεκριμένα, απαραίτητη κρίνεται η πρωτοβουλία και η συνεργασία των μαθητών και των μαθητριών σε συνδυασμό με το ρυθμιστικό και συντονιστικό ρόλο του εκπαιδευτικού στην αναζήτηση γνώσης μέσα από πραγματικές καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Παράλληλα, προωθείται η διαθεματικότητα, δηλαδή η προσέγγιση ενός θέματος μέσα από περισσότερα από ένα αυτοτελή μαθήματα, ώστε να εξασφαλίζεται η επεξεργασία του θέματος από πολλές

οπτικές γωνίες, η γνώση να αποτελεί ένα ενιαίο και συμπαγές σώμα, να παρέχεται ολοκληρωμένα και να συνδέεται με την πραγματικότητα (Ματσαγγούρας, 2002).

Για τη σύνδεση των επιστημονικών θεμάτων με θέματα από την καθημερινή πραγματικότητα προτείνονται νέες διδακτικές προσεγγίσεις και νέοι εναλλακτικοί, βιωματικοί τρόποι διδασκαλίας όπως η δραματοποίηση, η αντιπαράθεση, το παιχνίδι ρόλων, η μέθοδος project κλπ. Οι νέοι αυτοί τρόποι διδασκαλίας θεωρούνται κατάλληλοι γιατί καλλιεργούν παράλληλα γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες αλλά και στάσεις, προωθώντας ταυτόχρονα τη διαθεματικότητα (Φλογαίτη, 1993, Σέρογλου, 2002).

Η ΠΕ έχει ενταχθεί τα τελευταία χρόνια στα προγράμματα σπουδών πολλών χωρών μεταξύ των οποίων και η χώρα μας. Στην Ελλάδα ενώ έχει ενταχθεί στα προγράμματα σπουδών, δεν υπάρχει ως ξεχωριστό αντικείμενο μέσα στο ωρολόγιο πρόγραμμα του σχολείου. Η ένταξη της ΠΕ γίνεται υπό μορφή ερευνητικών δραστηριοτήτων σχετικών με το περιβάλλον, στις οποίες συνήθως χρησιμοποιείται η μεθοδολογία τύπου 'project' και πραγματοποιείται σε προαιρετική βάση και εκτός σχολικού ωραρίου. Ωστόσο, έχουν γίνει σημαντικά προγράμματα από εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς φορείς και ως προς το διδακτικό υλικό αλλά και ως προς την οργάνωσή του. Όμως, το γεγονός ότι πραγματοποιείται σε προαιρετική βάση και εκτός σχολικού ωραρίου αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για την οργάνωση όσο και για την αποτελεσματικότητα της ΠΕ. Γι' αυτό τελευταία η έρευνα στρέφεται γύρω από την εισαγωγή της ΠΕ μέσω κατάλληλων δραστηριοτήτων εντός των επιμέρους αντικειμένων του αναλυτικού προγράμματος με στόχο την αλλαγή της φιλοσοφίας της εκπαίδευσης, ώστε να επιτευχθούν καλύτερα οι στόχοι διαμόρφωσης στάσεων ζωής και συμπεριφοράς (Παπαδημητρίου, 1998).

Πολλοί ερευνητές θεωρούν πολύ θετική τη σύνδεση ΦΕ και ΠΕ αφού το πλαίσιο του επιστημονικού αλφαριθμητισμού μπορεί να αποτελέσει α) τη βάση σύνδεσης των ΦΕ με θέματα περιβάλλοντος και β) το πλαίσιο εισαγωγής πρακτικών διδασκαλίας στις ΦΕ που χρησιμοποιούνται στην ΠΕ (Gayford, 1996, Moore & Huber 2001, Wade, 1996), άλλοι διατηρούν κάποιες επιφυλάξεις ως προς την επίτευξη πολλών στόχων, τόσο από την πλευρά των ΦΕ όσο και από την πλευρά της ΠΕ (Gough, 2002).

Ο επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός, όπως έχει ήδη αναφερθεί, μπορεί να αποτελέσει το πλαίσιο εισαγωγής δραστηριοτήτων με περιβαλλοντικό περιεχόμενο στο υπάρχον σχολικό πρόγραμμα και εντός του σχολικού ωραρίου, ώστε



η ενασχόληση με περιβαλλοντικά θέματα να αποκτήσει καλύτερη οργάνωση και μην γίνεται σε προαιρετική βάση, τόσο από την πλευρά των μαθητών, όσο και από την πλευρά των εκπαιδευτικών. Παράλληλα, είναι μια ευκαιρία αναμόρφωσης των αναλυτικών προγραμμάτων, δημιουργίας ενός νέου μαθησιακού περιβάλλοντος, εισαγωγής νέων τρόπων διδασκαλίας διεπιστημονικού χαρακτήρα και κυρίως ουσιαστικής επιμόρφωσης και διαρκούς υποστήριξης των εκπαιδευτικών (Παπαδημητρίου, 2000)

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

### Ο Κοινωνικός Εποικοδομητισμός

#### 2.1 Η θεωρία του κοινωνικού εποικοδομητισμού

Τα τελευταία είκοσι και πλέον χρόνια έχει αναπτυχθεί μια νέα αντίληψη για τη διδασκαλία και τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες που στηρίζεται στη θεωρία του εποικοδομητισμού (constructivism) (Driver & Oldham, 1986, Driver et al. 1994). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή ουσιαστικό ρόλο στη μάθηση παίζουν οι προϋπάρχουσες ιδέες των παιδιών οι οποίες στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφονται και ως εναλλακτικές ιδέες, νοητικές αναπαραστάσεις, παρανοήσεις κλπ. Πρόκειται για τις αντιλήψεις που έχουν τα παιδιά για τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών οι οποίες έχουν διαμορφωθεί από τις εμπειρίες τους κατά την αλληλεπίδρασή τους με το κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον (Vygotsky, 1978). Στη διαμόρφωση των αντιλήψεων αυτών μπορεί να έχει συνεισφέρει και η διδασκαλία των εννοιών και των φαινομένων σε προηγούμενες σχολικές τάξεις.

Βασική αρχή της θεωρίας του κοινωνικού εποικοδομητισμού είναι ότι οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα λαμβάνονται υπόψη στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η μάθηση οικοδομείται σταδιακά μέσα από διαδοχικές γνωστικές συγκρούσεις πάνω στις ήδη υπάρχουσες ιδέες των παιδιών. Στόχος της διδασκαλίας είναι η εννοιολογική αλλαγή των ιδεών των μαθητών, ώστε να είναι συμβατές με την επιδιωκόμενη επιστημονική γνώση (Κολιόπουλος, 2000). Η διδασκαλία σύμφωνα με την εποικοδομητική αντίληψη αποτελείται από τις εξής φάσεις (Κόκκοτας, 2002):

1. τη φάση προσανατολισμού των μαθητών και των μαθητριών,
2. τη φάση ανάδειξης των ιδεών των παιδιών,
3. τη φάση αναδόμησης των αρχικών ιδεών, στην περίπτωση που υπάρχουν, μέσω γνωστικής σύγκρουσης
4. τη φάση εφαρμογής της νέας γνώσης
5. τη φάση ανασκόπησης της διαδικασίας σκέψης που τους οδήγησε στη νέα γνώση και συνειδητοποίηση της γνωστικής τους πορείας (μεταγνώση).

Για να επιτευχθεί η μάθηση με αυτή την εκπαιδευτική διαδικασία είναι απαραίτητη η ενεργός συμμετοχή των παιδιών. Αυτό προϋποθέτει ένα νέο μαθησιακό περιβάλλον όπου οι μαθητές και οι μαθήτριες παίζουν ενεργό ρόλο, κάτι που προωθείται ιδιαίτερα μέσα από την ομαδοσυνεργατική μάθηση (Cohen, 1994, Σταυρίδου, 2000). Η μάθηση επιτυγχάνεται με τον καλύτερο τρόπο όταν συντελείται στο πλαίσιο της κοινωνίας της ομάδας. Τα παιδιά δηλαδή μαθαίνουν καλύτερα όταν επικοινωνούν και συνεργάζονται μεταξύ τους κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Το περιβάλλον επομένως οφείλει να ενθαρρύνει τη συμμετοχή των παιδιών μέσα από το συνδυασμό ατομικών και ομαδικών δραστηριοτήτων.

Σκοπός των δραστηριοτήτων είναι να προωθήσουν την ανάπτυξη νοητικών και μαθησιακών δεξιοτήτων και να καλλιεργήσουν παράλληλα τη χρήση του λόγου, την επικοινωνία, την ανταλλαγή απόψεων, τη συνεργασία, την από κοινού συμμετοχή σε επίλυση προβλημάτων και τις σχέσεις θετικής αλληλεξάρτησης (positive interdependence) (Johnson, 1990). Με αυτό τον τρόπο μπορούν να τεθούν και να επιτευχθούν στόχοι γνωστικοί, ψυχοκινητικοί και συναισθηματικοί, που αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση για την ολόπλευρη ανάπτυξη και ωρίμανση των παιδιών.

Στο πλαίσιο του εποικοδομητισμού και της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας οι μαθητές και οι μαθήτριες δεν είναι απλά ακροατές και αναγνώστες, ακροάτριες και αναγνώστριες, αλλά συμμετέχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία: αναλύουν, σχεδιάζουν, προγραμματίζουν, προβλέπουν, επιχειρηματολογούν, δημιουργούν, συν-δημιουργούν, αποφασίζουν, συν-αποφασίζουν, συνομιλούν, συνεργάζονται, συμφωνούν, διαφωνούν, εκφράζουν συναισθήματα.

Παράλληλα αλλάζει και ο ρόλος του δασκάλου. Δεν είναι πια η αρχή και το τέλος της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ο διαχειριστής της γνώσης. Αποκτά υποστηρικτικό και συντονιστικό ρόλο που σύμφωνα με τους Κόκκοτα και Πήλιουρα, (2003), σε γενικές γραμμές περιγράφεται ως εξής:

1. να επιλέγει και να οργανώνει τις απαραίτητες πληροφορίες, οδηγίες για τα μαθησιακά έργα
2. να σχεδιάζει τις κατάλληλες μαθητοκεντρικές δραστηριότητες που θα εξυπηρετήσουν το σκοπό της διδασκαλίας
3. να συνθέτει και να ομαδοποιεί τις απόψεις των παιδιών
4. να συντονίζει και να επιβλέπει τη λειτουργία των ομάδων εργασίας των παιδιών
5. να ενθαρρύνει τη συμμετοχή όλων των παιδιών



6. να διευθύνει το διάλογο
7. να ενθαρρύνει τη χρήση επιστημονικών όρων από τα παιδιά
8. να σέβεται τις κοινωνικές, πολιτισμικές, φυλετικές διαφορές των παιδιών που μπορεί να παίζουν ρόλο στις απόψεις τους

Ο κοινωνικός εποικοδομητισμός σηματοδοτεί την αφετηρία για την αναμόρφωση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων και αποτελεί πλέον το πλαίσιο για πολλά προγράμματα σπουδών και για το νέο ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών (ΔΕΠΠΣ, 2003).

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### Οι αντιλήψεις των παιδιών για την ενέργεια

#### 3.1 Οι αντιλήψεις των παιδιών για την ενέργεια όπως παρουσιάζονται στη διεθνή βιβλιογραφία

Η ενέργεια είναι ένα αόρατο 'κάτι' που ταξιδεύει από σώμα σε σώμα και παίρνει πολλές μορφές...Αυτό το 'αφηρημένο' και 'μαγικό' χαρακτηριστικό της την κάνει και πολύ δύσκολη στην κατανόηση. Παράλληλα, το γεγονός ότι διδάσκεται στα παιδιά μέσα από πολλά αντικείμενα προκαλεί από μόνο του δυσκολίες αφού με διαφορετικό τρόπο προσεγγίζεται από τους καθηγητές της Φυσικής, με διαφορετικό από τους καθηγητές της Χημείας, της Βιολογίας κλπ. Αυτό αποδεικνύεται από την έρευνα του Warren, (1982), όπου διαπιστώθηκαν αντικρουόμενες απόψεις για την ενέργεια όχι μόνο ανάμεσα στους Φυσικούς, Χημικούς και Βιολόγους αλλά ακόμα και ανάμεσα στους ίδιους τους Φυσικούς.

Επίσης, η ενέργεια χρησιμοποιείται ευρύτερα στην καθημερινή ζωή, σε διάφορα έντυπα, σε συζητήσεις, στα μέσα μαζικής ενημέρωσης όχι με την πραγματική έννοια του όρου της Φυσικής αλλά σαν καύσιμο, γεγονός που από μόνο του προκαλεί παρανοήσεις (Duit 1984, Trumper 1998).

Πολλές είναι οι έρευνες που έχουν γίνει ανά τον κόσμο για τις νοητικές αναπαραστάσεις δηλαδή τις ιδέες των παιδιών για την ενέργεια. Για την ανάδειξη των ιδεών των παιδιών χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια (τεστ), με προβλήματα στα οποία έπρεπε τα παιδιά να ερμηνεύσουν φαινόμενα και να δώσουν απαντήσεις σχετικά με την ενέργεια. Στην έρευνα της Solomon, όπως περιγράφεται στο σχετικό άρθρο της βιβλιογραφίας (1985) χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις του τύπου:

- Τι είναι ενέργεια;
- Τι είδους σώματα έχουν ενέργεια;
- Πώς ένας άνθρωπος παίρνει ενέργεια;

- Μπορεί η ενέργεια να αποθηκευτεί;

Σε άλλες έρευνες χρησιμοποιήθηκαν παρόμοια ερωτήματα και τα συμπεράσματα που εξήχθησαν μπορούν να κατατάξουν τις ιδέες των παιδιών στις εξής μεγάλες κατηγορίες σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση της R. Driver, και των συνεργατών της (1998) οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω:

1. Η ενέργεια είναι κάτι που σχετίζεται αποκλειστικά με έμψυχα αντικείμενα
2. Η ενέργεια είναι ένας αιτιακός παράγοντας που είναι αποθηκευμένος σε κάποια αντικείμενα
3. Η ενέργεια είναι κάτι που συνδέεται με τη δύναμη και την κίνηση
4. Η ενέργεια είναι καύσιμο
5. Η ενέργεια είναι ένα ρευστό προϊόν

1. Η ενέργεια είναι κάτι που σχετίζεται αποκλειστικά με έμψυχα αντικείμενα

Σύμφωνα με την πρώτη αντίληψη η ενέργεια είναι αποκλειστικό χαρακτηριστικό των ζωντανών οργανισμών (Bliss & Ogborn 1985). Ωστόσο, αποκαλύφθηκαν διάφορες γνωστικές δομές πάνω σε αυτή την αντίληψη. Σε έρευνα των Watts & Gilbert, (1985) σημαντικό ποσοστό απαντήσεων των παιδιών, ακόμα και σε μεγαλύτερες ηλικίες μέχρι και σε νέους φοιτητές, συνδέει την ενέργεια αποκλειστικά με τον άνθρωπο, 'ανθρωποκεντρική ενέργεια'. Στην έρευνα της Solomon, (1983) παρατηρήθηκε ότι: για τα παιδιά η ενέργεια στον άνθρωπο λειτουργεί με δύο τρόπους, α) ως απαραίτητο συστατικό για τη ζωή και β) ως απαραίτητο συστατικό για την κίνηση (σαν καύσιμο). Κατά μια άλλη έρευνα, αυτή της Stead, (1980), η ενέργεια ταυτίζεται με τη σωματική δύναμη.

2. Η ενέργεια είναι ένας αιτιακός παράγοντας που είναι αποθηκευμένος σε κάποια αντικείμενα

Σύμφωνα με αυτή την αντίληψη η ενέργεια αποθηκεύεται σε ορισμένα αντικείμενα (αποθηκευτικό μοντέλο) και χρησιμοποιείται από άλλα (Watts & Gilbert 1985). Το ίδιο διαπίστωσε και ο Gayford, (1986) ενώ ο Ault κ.ά (1988) κατέληξαν στο εξής: 'Η

ενέργεια πηγάζει από κάποια σώματα και αυτά τα σώματα μπορούν να την καταναλώσουν, να την ξοδέψουν δηλαδή, και να προκαλέσουν αλλαγές.

### 3. Η ενέργεια είναι κάτι που συνδέεται με την κίνηση και τη δύναμη

Μια αντίληψη που φαίνεται να κυριαρχεί ανάμεσα στις αντιλήψεις των παιδιών για την ενέργεια είναι ότι, εκτός από τους ζωντανούς οργανισμούς, ενέργεια μπορούν να έχουν και όλα τα σώματα όταν κινούνται (Stead 1980). Με άλλα λόγια όταν δεν υπάρχει δραστηριότητα δεν υπάρχει ενέργεια (Bliss & Ogborn, 1985). Επίσης διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά δεν αναγνωρίζουν τη διαφορά ανάμεσα στις έννοιες δύναμη, ενέργεια, έργο, ισχύς και τις χρησιμοποιηθούν χωρίς καμιά διάκριση (Watts & Gilbert 1983, Ault 1980, Barbetta et al. 1984, Stead 1980, Driver & Warrington 1985).

### 4. Η ενέργεια είναι καύσιμο υλικό

Αυτή είναι ίσως η επικρατέστερη νοητική αναπαράσταση των παιδιών για την ενέργεια. Η ενέργεια είναι καύσιμο προϊόν αποθηκευμένο μέσα σε διάφορα σώματα. Αυτή η υλική υπόσταση της ενέργειας την κάνει πιο κατανοητή στα παιδιά αφού η αφηρημένη- νοητή- απροσδιόριστη υπόστασή της δεν γίνεται αντιληπτή εύκολα από αυτά. Με αυτό το σκεπτικό τα παιδιά πιστεύουν ότι η ενέργεια παράγεται, αποθηκεύεται, καταναλώνεται και κάποτε τελειώνει. Χρησιμοποιείται δηλαδή για την ενέργεια ο ίδιος συλλογισμός που χρησιμοποιείται και για τη χρήση των καυσίμων, οπότε η έκφραση 'έλλειψη ενέργειας' είναι ισοδύναμη με την έκφραση 'έλλειψη καυσίμων' (Solomon 1985, Duit 1984).

### 5. Η ενέργεια είναι προϊόν που ρέει

Εδώ επισημαίνεται ότι η ενέργεια μπορεί ξαφνικά να δημιουργείται ως υποπροϊόν κάποιας διεργασίας, να χρησιμοποιείται και μετά να 'χάνεται' ή να εξασθενεί η δράση της. Όταν η ενέργεια χρησιμοποιείται ρέει σαν υγρό από ένα σώμα σε ένα άλλο (Watts & Gilbert 1983, Duit 1984).

Τέλος από τον Schmid, (1982), μαθαίνουμε ότι πολλές φορές τα παιδιά μην μπορώντας να δώσουν κάποια άλλη γνωστή υλική υπόσταση στην ενέργεια, λένε ότι είναι «κάτι» - «quasi-material», δηλαδή κάποια αδιευκρίνιστη υλική ποσότητα. Αυτό βέβαια διαφέρει από τις επιστημονικές ιδέες, όπως άλλωστε και οι περισσότερες από τις παραπάνω αντιλήψεις.

Νεότερες έρευνες που έγιναν στη δεκαετία 1990 μέχρι σήμερα έχουν τα ίδια αποτελέσματα για τις ιδέες των παιδιών. Συγκεκριμένα ο R. Trumper, διεξήγαγε πρώτη έρευνα το 1990 σε μαθητές και μαθήτριες του Ισραήλ ηλικίας 14-16 χρόνων. Τα κύρια συμπεράσματα στα οποία κατέληξε για τις ιδέες των παιδιών ήταν ότι:

- η ενέργεια σχετίζεται με τους ανθρώπους (ανθρωποκεντρικό μοντέλο)
- η ενέργεια είναι ένας αιτιακός παράγοντας που προκαλεί μεταβολές (αποθηκευτικό μοντέλο)
- η ενέργεια είναι προϊόν κάποιων διαδικασιών

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι οι αντιλήψεις των παιδιών παρέμειναν αμετάβλητες και μετά τη διδασκαλία της έννοιας (Trumper 1990).

Το 1993 ο ίδιος ερευνητής επανέλαβε την έρευνα σε παιδιά όλων των ηλικιών (δημοτικού και γυμνασίου) και δεν διαπίστωσε διαφορετικές αντιλήψεις από αυτές που είχαν αναδειχθεί από την προηγούμενη έρευνα (Trumper 1993).

Η τρίτη έρευνα του Trumper πραγματοποιήθηκε το 1996 και αυτή τη φορά συμμετείχαν παιδιά ακόμα μεγαλύτερης ηλικίας, φοιτητές και φοιτήτριες του Φυσικού τμήματος με κατεύθυνση τη διδακτική που φυσικά είχαν ήδη διδαχθεί την έννοια της ενέργειας και των αρχών που συνδέονται με αυτή. Οι φοιτητές και οι φοιτήτριες ήταν μέλλοντες και μέλλουσες εκπαιδευτικοί και βρισκόνταν στο στάδιο προετοιμασίας για τη διδασκαλία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (pre-service training).

Και σε αυτή την έρευνα (Trumper 1998) οι ιδέες των φοιτητών/τριών αποδείχθηκαν πλήρως σύμφωνες με τις ιδέες των μαθητών, αφού:

- πιστεύουν ότι η ενέργεια σχετίζεται με τους ανθρώπους
- χρησιμοποιούν τις ίδιες εναλλακτικές ιδέες προκειμένου να ερμηνεύσουν φυσικά φαινόμενα που σχετίζονται με την ενέργεια και όχι τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις

- θεωρούν ότι η ενέργεια είναι μια συγκεκριμένη οντότητα (concrete entity) και όχι μια αφηρημένη έννοια
- δεν αντιλαμβάνονται την έννοια της υποβάθμισης της ενέργειας
- συγγέουν την ενέργεια με τη δύναμη.

Αντίστοιχη έρευνα για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την έννοια της ενέργειας είχε πραγματοποιηθεί από τους Kruger, Palacio και Summers σε Άγγλους και Αγγλίδες εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Από την έρευνα αυτή διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί είχαν αντίστοιχες απόψεις για την έννοια της ενέργειας με αυτές που διαπιστώθηκαν ότι είχαν και οι φοιτητές στην έρευνα του Trumper (1998).

Από τις παραπάνω έρευνες μπορεί κανείς να υποπτευθεί τι ιδέες έχουν τα παιδιά για τη διατήρηση της ενέργειας. Το γεγονός ότι δεν κατανοούν τις μετατροπές της ενέργειας και δεν αντιλαμβάνονται την υποβάθμισή της οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν κατανοούν και τη διατήρησή της. Ωστόσο, σε όλες τις έρευνες που πραγματοποιήθηκαν υπήρχαν εξειδικευμένα ερωτήματα που αφορούσαν στη χρήση της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας και άλλων αρχών που σχετίζονται με την ενέργεια. Όλες οι έρευνες κατέληξαν στο εξής συμπέρασμα: Τα παιδιά δεν αναφέρουν την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας (ΑΔΕ), σε καμιά από τις ερμηνείες που δίνουν στα διάφορα φαινόμενα όπως συμβαίνει και με άλλες έννοιες των Φυσικών Επιστημών (Duit 1984, Trumper 1993). Δεν θεωρούν απαραίτητη την ΑΔΕ στις φυσικές διεργασίες αφού πιστεύουν ότι η ενέργεια παράγεται, χρησιμοποιείται και διασκορπίζεται (Duit & Häussler 1983). Στο άκουσμα της διατήρησης της ενέργειας τα παιδιά αντιλαμβάνονται τη διατήρηση των φυσικών πόρων και των καυσίμων (Cart & Kirkwood 1988).

Στην έρευνα της Solomon όπως περιγράφεται στο άρθρο της 'Teaching the Conservation of Energy', (1985), αποκαλύπτεται ότι οι μαθητές: α) δεν αντιλαμβάνονται την ενέργεια ως συνεχή και μετρήσιμη ποσότητα και β) δεν αντιλαμβάνονται ότι διατηρείται ποσοτικά παρόλο που αλλάζει μορφές. Αντίθετα πιστεύουν ότι τα σώματα μπορούν να ξαναγεμίζουν ενέργεια όταν τους τελειώσει, όπως π.χ. γεμίζουν οι μπαταρίες. Στο ίδιο άρθρο επίσης αναφέρεται μια πιθανή εξήγηση για την άποψη αυτή. Τα παιδιά πιθανόν να παγιδεύονται από την αρνητική διατύπωση της ΑΔΕ «Η ενέργεια δεν δημιουργείται και δεν καταστρέφεται, αλλά



αλλάζει μορφές», δηλαδή να δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν το «δεν». Μάλιστα αναφέρεται στο άρθρο ότι στις περιπτώσεις π.χ. στη Γαλλία, όπου η διατήρηση της ενέργειας (ΑΔΕ) διατυπώθηκε θετικά, τα αποτελέσματα ήταν αρκετά θετικά (Solomon 1985).

Πιο πρόσφατα, οι C. Singh και D. Rosengrant σχεδίασαν ένα τεστ με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (multiple-choice test) πάνω στις έννοιες *ενέργεια* και *ορμή* και των αρχών που σχετίζονται με αυτές (*αρχή διατήρησης της ενέργειας*, *θεώρημα έργου ενέργειας*, *αρχή διατήρησης της ορμής* και *θεώρημα ώθησης-ορμής*) και το χρησιμοποίησαν σε έρευνα για να αναδειχθεί αν τα παιδιά τις χρησιμοποιούν στην επίλυση προβλημάτων.

Οι ερωτήσεις του τεστ δεν περιείχαν σύνθετους μαθηματικούς υπολογισμούς για να μην συνδυαστούν οι απαντήσεις των παιδιών με το μαθηματικό υπόβαθρό τους. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε συνεχώς από το 1998 μέχρι και το 2001 και συμμετείχε σε αυτή ένας πολύ μεγάλος αριθμός μαθητών και μαθητριών γυμνασίου. Τα πορίσματα της έρευνας δημοσιεύθηκαν στο περιοδικό *American Journal of Physics*, τον Ιούνιο του 2003 σε άρθρο με τίτλο: *Multiple-choice test of energy and momentum concepts*, (Singh & Rosengrant 2003).

Η μελέτη των απαντήσεων των παιδιών στα ερωτήματα που αφορούσαν την ενέργεια και την ΑΔΕ, όπως αναφέρει το παραπάνω άρθρο, έδειξε ότι τα παιδιά:

- δεν αντιλαμβάνονται τις μετατροπές ενέργειας
- θεωρούν ότι η ενέργεια χάνεται όταν υπάρχουν τριβές
- δεν αντιλαμβάνονται αν πρέπει να χρησιμοποιήσουν την ΑΔΕ στα προβλήματα που τους δίνονται
- δυσκολεύονται να εφαρμόσουν την ΑΔΕ ακόμα και όταν πιστεύουν ότι πρέπει να το κάνουν γιατί δεν ξέρουν 'γιατί'.

Αντίστοιχες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί και στον ελληνικό χώρο και καταλήγουν στα ίδια συμπεράσματα για τις ιδέες των παιδιών σχετικά με την έννοια της ενέργειας (Κολιόπουλος & Ψύλλος 1992, Κολιόπουλος & Ραβάνης 1998β)

Από τη σύγκριση των παραπάνω πηγών της βιβλιογραφίας μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι:

1. οι ιδέες των παιδιών για την ενέργεια και την χρήση των αρχών που σχετίζονται με αυτή παραμένουν αμετάβλητες τα τελευταία είκοσι χρόνια.
2. οι ιδέες των παιδιών παραμένουν οι ίδιες σε όλες τις ηλικίες, παρόλο που διδάσκονται την έννοια της ενέργειας σε διαφορετικές σχολικές βαθμίδες.

Ειδικότερα, όσον αφορά στις χημικές διεργασίες η διεθνής βιβλιογραφία καταλήγει στα εξής συμπεράσματα για τις ιδέες των παιδιών:

Οι μαθητές και οι μαθήτριες δυσκολεύονται να κατανοήσουν το φαινόμενο έκλυσης θερμότητας άρα και ενέργειας κατά τις εξώθερμες αντιδράσεις π.χ. στις καύσεις, στις οποίες είναι πιο εύκολο να αντιληφθούν την ύπαρξη και ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον από ότι σε άλλου είδους χημικές αντιδράσεις. Συγκεκριμένα, όπως αποκαλύπτεται από την έρευνα των De Vos και Verdonk, (1986), τα παιδιά αδυνατούν να εκτιμήσουν και να συγκρίνουν τα ποσά ενέργειας που συμμετέχουν στις καύσεις: α) την ενέργεια που χρειάζεται για να προκληθεί η καύση και β) την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την καύση. Σύμφωνα με τον Holman, (1986), αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι δεν κατανοούν την αποθήκευση ενέργειας μέσα σε χημικές ουσίες, την μετατροπή και την υποβάθμιση της ενέργειας.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που αφορά στις ιδέες των παιδιών για την ενέργεια τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής: Τα παιδιά αδυνατούν να αντιληφθούν ότι η ενέργεια μπορεί να υπάρχει σε διάφορα σώματα και όχι μόνο στους ζωντανούς οργανισμούς και ότι είναι οντότητα ανεξάρτητη από το σύστημα που την περικλείει. Επίσης αδυνατούν να κατανοήσουν ότι η ενέργεια δεν είναι καύσιμο υλικό και δεν καταναλώνεται όπως τα καύσιμα αλλά ποσοτικά διατηρείται παρόλο που μεταφέρεται από σώμα σε σώμα και αλλάζει μορφές.



## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

### Η διδασκαλία της έννοιας της ενέργειας στο ελληνικό Γυμνάσιο

#### 4.1 Το ΔΕΠΠΣ και τα ΑΠΣ για την ενέργεια

Ο εικοστός αιώνας υπήρξε καθοριστικός για την εξέλιξη των Επιστημών και της Τεχνολογίας και ειδικότερα για την εξέλιξη της Παιδαγωγικής Επιστήμης. Κατά τη διάρκειά του διαμορφώθηκαν νέες αντιλήψεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση και νέες μέθοδοι διδασκαλίας που εντάσσουν τη χρήση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι νέες αντιλήψεις έπαιξαν πρωταγωνιστικό ρόλο στην διαμόρφωση νέων εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Μέσα στο γενικότερο κλίμα ανανέωσης άρχισε η μελέτη για την αναθεώρηση και ανασυγκρότηση των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών (ΑΠ) με στόχο την ενσωμάτωση των νέων αντιλήψεων και τεχνολογιών σε πολλές χώρες.

Στην Ελλάδα το νέο\* Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) και τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (ΑΠΣ) Δημοτικού και Γυμνασίου ανακοινώθηκαν από το Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων το 2002 και δημοσιεύτηκαν στο υπ. αριθ. 203 φύλλο της 13<sup>ης</sup> Μαρτίου 2003 της Εφημερίδας της Κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας. Το ΔΕΠΠΣ έχει τη μορφή curriculum (Westphalen 1982) και υιοθετεί τις αρχές και τις αξίες για την εκπαίδευση του Ελληνικού κράτους όπως ακριβώς αναγράφονται στο Σύνταγμα της Ελλάδας. Οι αρχές αυτές που αποτελούν και τους γενικούς σκοπούς της εκπαίδευσης αφορούν *«στην παροχή γενικής παιδείας, την καλλιέργεια των δεξιοτήτων και των ενδιαφερόντων των παιδιών, την εξασφάλιση ίσων ευκαιριών για μάθηση σε όλα τα παιδιά (ανεξαρτήτως φύλου, καταγωγής, θρησκευματος) συμπεριλαμβανομένων και των παιδιών με ειδικές ανάγκες, την ενίσχυση της πολιτισμικής και γλωσσικής ταυτότητας στο πλαίσιο της πολυπολιτισμικής κοινωνίας, την ευαισθητοποίηση σε θέματα φυσικού περιβάλλοντος, την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών, τη φυσική, ψυχική και κοινωνική ανάπτυξη και την ευαισθητοποίηση σε θέματα ανθρωπίνων δικαιωμάτων, παγκόσμιας ειρήνης και την διασφάλιση της ανθρώπινης αξιοπρέπειας»*. (ΔΕΠΠΣ, 2003).

Οι γενικοί σκοποί της εκπαίδευσης και οι αναδυόμενες από αυτούς αξίες προωθούνται μέσα από τη δομή του ΔΕΠΠΣ που καθορίζεται από το όνομά του :

**Διαθεματικό και Ενιαίο.** Οι δυο αυτές λέξεις έχουν ιδιαίτερη σημασία καθώς σηματοδοτούν και τη φιλοσοφία του. Πρόκειται για δύο ευρύτερους ενοποιητικούς άξονες, τον οριζόντιο (διαθεματικό), και τον κάθετο (ενιαίο). Σε αυτούς τους άξονες στηρίζεται η προσπάθεια για **“εσωτερική συνοχή”** και **“ενιαία οριζόντια ανάπτυξη του περιεχομένου”**. Η προσπάθεια αυτή περιλαμβάνει κατάλληλη οργάνωση της διδακτέας ύλης κάθε γνωστικού αντικείμενου με τρόπο που να εξασφαλίζεται η ταυτόχρονη επεξεργασία θεμάτων από πολλές οπτικές γωνίες ώστε **η γνώση να παρέχεται ολιστικά και να συνδέεται άμεσα με την πραγματικότητα**. Αυτό γίνεται για να συνδεθούν οι παρεχόμενες γνώσεις από τα ανεξάρτητα και αυτοτελή γνωστικά αντικείμενα και να αποτελέσουν ένα συμπαγές σώμα γνώσεων, δεξιοτήτων και εμπειριών όπως ακριβώς συμβαίνει και κατά την ομαλή ανάπτυξη του ατόμου μέσα στην κοινωνία. Το πλαίσιο των προεκτάσεων και των συσχετίσεων μεταξύ των αυτοτελών μαθημάτων που καλείται και **διαθεματικότητα**, προωθείται μέσα από θεμελιώδεις έννοιες των επιστημών. Οι έννοιες αυτές μπορούν να αποτελέσουν βασικούς κρίκους οριζόντιας διασύνδεσης των μαθημάτων. Οι διαθεματικές έννοιες : α) είναι κοινές σε πολλά γνωστικά αντικείμενα της ίδιας τάξης, β) εμφανίζονται συχνά σε γνωστικά αντικείμενα διαφορετικών τάξεων και γ) συμβάλλουν στην προώθηση στάσεων και αξιών που συνδέονται άμεσα με τους βασικούς σκοπούς της σχολικής εκπαίδευσης. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

αλληλεπίδραση

άτομο-σύνολο

επικοινωνία

μεταβολή

ομοιότητα-διαφορά

πολιτισμός

σύστημα

χώρος-χρόνος

Η οριζόντια διασύνδεση γίνεται με τη χρήση των παραπάνω εννοιών στα γνωστικά αντικείμενα της ίδιας τάξης. Η κάθετη διασύνδεση γίνεται με την επαναλαμβανόμενη χρήση των εννοιών σε κάθε τάξη όπου η ύλη του γνωστικού περιεχομένου διατάσσεται σπειροειδώς.

Το αναλυτικό πρόγραμμα της Φυσικής (ΑΠΣ) εντάσσεται στο ΔΕΠΠΣ των φυσικών επιστημών. Οι γενικοί σκοποί του είναι ίδιοι με τους γενικούς σκοπούς που ήδη αναφέρθηκαν ενώ υπάρχουν και ειδικοί σκοποί που σχετίζονται με τη φύση των φυσικών επιστημών. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι σκοπός του προγράμματος είναι ο/η εκπαιδευτικός να βοηθήσει τα παιδιά να διακρίνουν την ανεπάρκεια των απόψεών τους για την ερμηνεία των φαινομένων, δηλαδή να αναδειχτούν οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών (Driver 1984, Osborne 1996), γεγονός που θα τα βοηθήσει να οικοδομήσουν τη νέα γνώση πάνω στις προηγούμενες εμπειρίες τους χρησιμοποιώντας τα επιστημονικά μοντέλα. Η φιλοσοφία επομένως του ΔΕΠΠΣ είναι σύμφωνη με το εποικοδομητικό πρότυπο, το οποίο θα πρέπει να καθορίζει και το μαθησιακό περιβάλλον. Ωστόσο, πορίσματα επιστημονικής έρευνας για τις ιδέες των παιδιών δεν λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό των προτεινόμενων δραστηριοτήτων και από ό,τι περιγράφεται παρακάτω το μαθησιακό περιβάλλον δεν πληροί τις παραπάνω προϋποθέσεις.

Όσον αφορά στην έννοια της ενέργειας παρατηρείται διαφορετική αντιμετώπιση στο Δημοτικό και στο Γυμνάσιο. Ενδεικτικά αναφέρεται παρακάτω ο τρόπος παρουσίασης της έννοιας 'ενέργεια' στο Δημοτικό σχολείο, χωρίς να γίνει αναλυτική περιγραφή.

Η έννοια της ενέργειας στο Δημοτικό Σχολείο εμφανίζεται ως μια ενιαία οντότητα που συμμετέχει σε όλες τις διαδικασίες στη φύση. Το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών για τις Ε' και ΣΤ' τάξεις του Δημοτικού Σχολείου περιλαμβάνει μια μεγάλη ενότητα γύρω από την έννοια της ενέργειας που περιέχει επιμέρους ενότητες:

1. θερμότητα
2. φως
3. ήχος
4. μετατροπές ενέργειας
5. πηγές ενέργειας
6. τροφικές αλυσίδες
7. μηχανική ενέργεια
8. η ενέργεια στα φυτά και στον άνθρωπο

όπου η έννοια της ενέργειας εξαπλώνεται και στα τρία αντικείμενα της Φυσικής, της Χημείας και της Βιολογίας με ενιαίο τρόπο.

Στο Γυμνάσιο όπου τα αντικείμενα πλέον διδάσκονται ξεχωριστά ή ίδια έννοια εμφανίζεται κατακερματισμένη στα γνωστικά αντικείμενα χωρίς να γίνεται καμιά σύνδεση. Αυτό έχει σημαντική επίπτωση στις ιδέες των παιδιών που, όπως θα αναφερθεί εκτενέστερα παρακάτω, νομίζουν ότι η ενέργεια έχει διαφορετική σημασία στη Φυσική, τη Χημεία και τη Βιολογία.

Ως προς τον τρόπο εισαγωγής της έννοιας, αρχικά η ενέργεια εμφανίζεται συνήθως μέσω μαθηματικών εξισώσεων σε διάφορα κεφάλαια ( άξονες γνωστικού περιεχομένου) της Φυσικής *μηχανική, θερμότητα, ηλεκτρισμός, ταλαντώσεις, πυρηνικά φαινόμενα*, χωρίς να υπάρχει κάποια ξεχωριστή ενότητα αφιερωμένη στο τι είναι ενέργεια, πού υπάρχει, ποιες μορφές της γνωρίζουμε, ποιες είναι οι πηγές ενέργειας, πώς μετασχηματίζεται, πώς εκλύεται στη φύση, στον άνθρωπο, κλπ., ώστε να γίνεται και η απαραίτητη σύνδεση ανάμεσα στα κεφάλαια.

Στη Χημεία εμφανίζεται έμμεσα, χωρίς να αναφέρεται η ίδια η λέξη 'ενέργεια' στην ενότητα *Χημική αντίδραση* ως θερμότητα, στην ενότητα *Οξυγόνο* ειδικά στην καύση και οξείδωση, στην ενότητα *Διοξειδίο του Άνθρακα* ειδικά στο ρόλο του διοξειδίου του άνθρακα α) στην πραγματοποίηση της φωτοσύνθεσης και β) στη διατήρηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Γης, στην ενότητα *Ατμοσφαιρική ρύπανση* μέσα από τα προϊόντα της καύσης και της οξείδωσης, καθώς έμμεσα πάλι και στη *Χημεία του Άνθρακα* στην ενότητα του πετρελαίου και των υδρογονανθράκων αλλά και των οργανικών ουσιών των τροφίμων.

Στη Βιολογία συνδέεται με τις λειτουργίες των οργανισμών στους άξονες γνωστικού περιεχομένου *Οργανισμοί στο περιβάλλον που ζουν-Λειτουργίες της ζωής* (θρέψη, αναπνοή, κίνηση, διατροφή, μεταβολισμός, ενεργειακές ανάγκες των οργανισμών και ειδικά του ανθρώπου κλπ.), καθώς και *Οργάνωση της ζωής-Βιολογικά συστήματα* (ισορροπία βιολογικών συστημάτων, σχέσεις μεταξύ των οργανισμών, οργάνωση και λειτουργίες του οικοσυστήματος, ο ρόλος της ενέργειας).

Μπορεί κανείς να συμπεράνει επομένως ότι η *ενέργεια* ως έννοια διδάσκεται μόνο στη Φυσική, με αυστηρά μαθηματικά, χωρίς να αναφέρεται ότι είναι το αίτιο και το αποτέλεσμα των χημικών και βιολογικών διεργασιών. Βέβαια, γίνεται κάποια προσπάθεια σύνδεσης μέσα από τις έννοιες διαθεματικής προσέγγισης.

Στους περισσότερους από τους παραπάνω άξονες γνωστικού περιεχομένου στο ΔΕΠΠΣ προσδιορίζονται και οι ενδεικτικές θεμελιώδεις έννοιες διαθεματικής προσέγγισης μέσα από τις οποίες το ζήτημα της ενέργειας μπορεί να προσεγγιστεί από πολλά αντικείμενα -*Σύστημα, αλληλεπίδραση, μεταβολή, πολιτισμός, επικοινωνία, μονάδα-σύνολο*-. (Στη Φυσική οι έννοιες αυτές εμφανίζονται αρκετά λιγότερες από ότι στη Χημεία και τη Βιολογία περιορίζοντας έμμεσα τη σύνδεσή της με άλλα επιστημονικά αντικείμενα). Ωστόσο, η σύνδεση αυτή προτείνεται μόνο μέσα από προαιρετικές δραστηριότητες που σημαίνει ότι επαφίεται στις επιπλέον γνώσεις και τη διάθεση των εκπαιδευτικών λειτουργών.

Ειδικότερα, σε επίπεδο ΑΠΣ και ιδιαίτερα στη Φυσική, ο τρόπος προσέγγισης της ενέργειας είναι μάλλον παραδοσιακός, γνωσιοκεντρικός, ενώ απουσιάζουν φανερά από τις προτεινόμενες δραστηριότητες οι δραστηριότητες με κοινωνικό περιεχόμενο. Οι επιμέρους στόχοι επιβεβαιώνουν τα παραπάνω όντας περισσότερο γνωστικοί, λιγότερο ψυχοκινητικοί και ακόμα λιγότερο συναισθηματικοί. Ειδικά στο κεφάλαιο 4 της Φυσικής της Β΄ Γυμνασίου: **‘Μορφές ενέργειας-Πηγές ενέργειας-ισχύς’** (έτσι είναι διατυπωμένοι οι άξονες γνωστικού περιεχομένου στο συγκεκριμένο πρόγραμμα σπουδών του Υπουργείου Παιδείας), ενώ οι γενικοί στόχοι είναι να συνδέουν τις μεταβολές που συμβαίνουν στη φύση με τη μεταφορά και το μετασχηματισμό ενέργειας οι επιμέρους στόχοι είναι σχεδόν μόνο γνωστικοί εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων π.χ.

- Να διατυπώνουν τον ορισμό του έργου
- Να υπολογίζουν το έργο δύναμης σε απλές περιπτώσεις
- Να διατυπώνουν τη σχέση μεταξύ έργου και μεταφερόμενης ενέργειας
- Να διατυπώνουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας
- Να δίνουν παραδείγματα από τα οποία να προκύπτει η αρχή διατήρησης της ενέργειας
- Να διατυπώνουν τον ορισμό της ισχύος, κλπ.

Επιπλέον στο ΔΕΠΠΣ αναφέρονται σαν διαθεματικές έννοιες για αυτή την ενότητα το Σύστημα, η Αλληλεπίδραση και η Μεταβολή ενώ απουσιάζουν κάποιες άλλες σημαντικές έννοιες που θα προωθούσαν τη συνεργασία των παιδιών (Επικοινωνία) και θα συνέδεαν την ενότητα με την καθημερινή ζωή, τα θέματα ευρύτερου ενδιαφέροντος όπως το περιβάλλον, κλπ. (Πολιτισμός). Φαίνεται

επομένως μια σοβαρή αναντιστοιχία ανάμεσα στην σε επίπεδο διακήρυξης φιλοσοφία του αναλυτικού προγράμματος και στη δομή και τις δραστηριότητες των επιμέρους ενοτήτων. Αυτό που χρειάζεται να προστεθεί στη διδασκαλία της ενέργειας στο Γυμνάσιο είναι μια πραγματικά εποικοδομητικού τύπου προσέγγιση της γνώσης. Δηλαδή, μια μαθητοκεντρικά σχεδιασμένη διδασκαλία σε ένα νέο μαθησιακό περιβάλλον που θα ενθαρρύνει τη συμμετοχή των παιδιών και θα λαμβάνει υπόψη τις νοητικές αναπαραστάσεις τους. Ειδικότερα, θα μπορούσε να υιοθετηθεί μια συνολική θεώρηση της έννοιας της ενέργειας σε όλα τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών, ώστε τα παιδιά να αντιληφθούν την οικουμενικότητα της έννοιας. Παράλληλα, θα ήταν καλό να προωθηθεί μια ευρύτερη σύνδεση της έννοιας με θέματα επιστημονικού και κοινωνικού περιεχομένου στα οποία μπορεί να συνυπάρχει η διδασκαλία για το περιβάλλον, ώστε να συνδεθεί η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.



## 4.2 Η αναγκαιότητα δημιουργίας νέου διδακτικού υλικού σε ένα νέο μαθησιακό περιβάλλον

Από τη δομή του ΔΕΠΠΣ, τα ΑΠΣ, τη φιλοσοφία του επιστημονικού αλφαριθμητισμού, αλλά κυρίως από τις ιδέες των παιδιών όπως παρουσιάζονται στη διεθνή βιβλιογραφία παρατηρούνται τα εξής:

Το ελληνικό ΔΕΠΠΣ παρέχει το πλαίσιο σύνδεσης των Φυσικών Επιστημών μεταξύ τους και ενθαρρύνει τη διεπιστημονική προσέγγιση των εννοιών των ΦΕ και ειδικότερα της ενέργειας σε επίπεδο προτάσεων. Παράλληλα, ενθαρρύνει και την σύνδεση της διδασκαλίας των ΦΕ με τη διδασκαλία κοινωνικών θεμάτων και θεμάτων που έχουν περιβαλλοντικό περιεχόμενο μέσα από τις διαθεματικές έννοιες που έχουν αναφερθεί στην ενότητα 3.1. Στο ΑΠΣ για το δημοτικό σχολείο όπως ήδη αναφέρθηκε, η ενέργεια αποτελεί τη βασική έννοια με βάση την οποία είναι οργανωμένη όλη η διδασκαλία των ΦΕ, ώστε να πραγματοποιείται η σύνδεση των ΦΕ. Τα παιδιά διδάσκονται για την ενέργεια και όλα τα φαινόμενα (φυσικά και χημικά) που συνδέονται με αυτή στο πλαίσιο ενός μαθήματος, ενώ μέσα από τους άξονες διασύνδεσης μπορούν κάποια θέματα να τα επεξεργαστούν και διαθεματικά. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και για τα ΑΠΣ για το Γυμνάσιο. Τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών του Γυμνασίου δεν λαμβάνουν υπόψη τις ιδέες των παιδιών στο σχεδιασμό των θεματικών εννοιών και δεν προσφέρουν το κατάλληλο μαθησιακό περιβάλλον ούτε το κατάλληλο υλικό για να επιτευχθεί η σύνδεση των Φυσικών επιστημών μεταξύ τους. Οι έννοιες των ΦΕ παρουσιάζονται τμηματικά σε κάθε αντικείμενο συχνά με διαφορετική σημασία. Επιπλέον η διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών έχει ακαδημαϊκό χαρακτήρα και δεν συνδέεται με θέματα ευρύτερου κοινωνικού ενδιαφέροντος. Ειδικότερα, τα θέματα που είναι σχετικά με το περιβάλλον προτείνονται μέσα από την θεματολογία της ΠΕ. Όμως η διδασκαλία της ΠΕ είναι προαιρετική και επαφίεται στην κατάρτιση και τη διάθεση των εκπαιδευτικών και τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Επομένως δεν εφαρμόζεται σε όλα τα σχολεία και σε όλους τους μαθητές και τις μαθήτριες.

Από την άλλη πλευρά οι ιδέες των παιδιών δείχνουν ότι τα παιδιά δεν κατανοούν την ενέργεια ως ενιαία οντότητα ίσως γιατί διδάσκονται γι' αυτή σε ξεχωριστά αντικείμενα με διαφορετικό τρόπο, με διαφορετικό νόημα και περιεχόμενο. Επίσης, φαίνεται ότι δεν χρησιμοποιούν τις γνώσεις τους από το σχολείο σε θέματα κοινωνικού ενδιαφέροντος με τα οποία έρχονται σε επαφή με αποτέλεσμα να είναι σε

σύγχυση και να επηρεάζονται από άλλες μη επιστημονικές απόψεις που ακούν στον κοινωνικό περίγυρό τους ή πληροφορούνται από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Η σχολική γνώση κινδυνεύει να θεωρηθεί αυστηρά επιστημονική και ακαδημαϊκή, χωρίς πρακτική εφαρμογή στην καθημερινή ζωή.

Ο επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές και τις μαθήτριες να συνδέσουν τις γνώσεις τους από το σχολείο με την καθημερινή ζωή. Μπορεί να τους/τις βοηθήσει να συνδέσουν την επιστημονική γνώση με ευρύτερα κοινωνικά θέματα, να έχουν άποψη πάνω σε αυτά και να χρησιμοποιούν την παρεχόμενη γνώση στην πράξη. Παράλληλα, θα ενισχυθούν δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη, η επιχειρηματολογία και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, ενώ θα ενισχυθεί παράλληλα και ο επιστημονικός τρόπος σκέψης (Millar & Osborne 1998).

Τέλος, οι ΦΕ μπορούν να συνδεθούν με την ΠΕ μέσα στο πλαίσιο του επιστημονικού αλφαριθμητισμού υιοθετώντας κάποιους από τους στόχους της και κάποιες από τις κάποιες από τις πρακτικές της με στόχο τη δημιουργία ενός νέου περιβάλλοντος μάθησης. Η έννοια της ενέργειας αποδεικνύεται ότι μπορεί να αποτελέσει τον κορμό για μια τέτοια σύνδεση ΦΕ και θεμάτων που αφορούν στο περιβάλλον αφού αποτελεί άκρως επιστημονικό αλλά και ευρύτατα κοινωνικό θέμα.

Από τη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών για την ενέργεια από την οποία διαπιστώνονται οι αδυναμίες των παιδιών να κατανοήσουν την έννοια, καθώς και τη μελέτη του ΔΕΠΠΣ και των ΑΠΣ για το Γυμνάσιο από την οποία φαίνεται η αδυναμία του προγράμματος να συνδέσει τη διδασκαλία της έννοιας της ενέργειας με μεγάλα περιβαλλοντικά θέματα, μπορεί κανείς να οδηγηθεί στο συμπέρασμα ότι είναι αναγκαία η δημιουργία ενός νέου διδακτικού υλικού σε ένα νέο μαθησιακό περιβάλλον στο πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομητισμού που θα συνδέει τη διδασκαλία της ενέργειας με θέματα περιβάλλοντος.



## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>

### Ο σχεδιασμός του διδακτικού υλικού σε νέο μαθησιακό περιβάλλον

#### 5.1 Οι αρχές σχεδιασμού του διδακτικού υλικού

Στην εργασία αυτή γίνεται προσπάθεια να παραχθεί ένα διδακτικό υλικό για την ενέργεια που να απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες Γυμνασίου και να πληροί τις εξής προϋποθέσεις:

1. να λαμβάνει υπόψη τις δυσκολίες των παιδιών σχετικά με την έννοια της ενέργειας
2. να θίγει θέματα ευρύτερου κοινωνικού ενδιαφέροντος που συνδέονται με την έννοια της ενέργειας
3. να δημιουργεί νέο μαθησιακό περιβάλλον μέσα από νέες στρατηγικές μάθησης σύμφωνα με το κοινωνικο-επικοινωνιακό πλαίσιο

Το διδακτικό υλικό έχει τη μορφή φυλλαδίων εργασίας που περιέχουν ατομικές αλλά και ομαδικές δραστηριότητες. Η φιλοσοφία σύμφωνα με την οποία δημιουργήθηκε στοχεύει στην οικοδόμηση ενιαίας αντίληψης για την έννοια της ενέργειας και σύνδεση των επιστημονικών γνώσεων με κοινωνικά θέματα που σχετίζονται με την έννοια της ενέργειας. Βασικό στόχο αποτελεί και η ανάπτυξη δεξιοτήτων χρήσης λόγου, κριτικής σκέψης, επικοινωνίας και συνεργασίας, επίλυσης προβλήματος.

Επίσης δίνεται έμφαση και στη διδασκαλία των μετατροπών ενέργειας και της διατήρησης της ενέργειας. Για τις διαδοχικές μετατροπές ενέργειας χρησιμοποιείται το μοντέλο της ενεργειακής αλυσίδας, όπως και στη διεθνή βιβλιογραφία (Devi et al. 1996, Brna & Burton 1997, Ametller & Pintó 1997, Κολιόπουλος 2000). Πρέπει να σημειωθεί ότι η ΑΔΕ πιθανόν να χρειαστεί να υποστεί κάποιους «διδασκικούς μετασχηματισμούς» για να είναι καλύτερα αντιληπτή ανάλογα με την ηλικία των παιδιών (Ραβάνης 1995). Τέτοια παραδείγματα μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης είναι η ιδέα της απώλειας της ενέργειας αντί της διατήρησής της και η θετική διατύπωση της ΑΔΕ. Στο φυλλάδιο εργασίας που αφορά στην ΑΔΕ θα χρησιμοποιηθεί ένας διδακτικός μετασχηματισμός (Solomon 1985, Κολιόπουλος

2000) σύμφωνα με τον οποίο η διατήρηση της ενέργειας διατυπώνεται θετικά και η ενέργεια αντιμετωπίζεται ως ποσότητα.

Οι επιμέρους στόχοι όπως θα παρουσιαστούν αναλυτικότερα παρακάτω είναι γνωστικοί, συναισθηματικοί και ψυχοκινητικοί ώστε να ευνοηθεί η πολύπλευρη ανάπτυξη των παιδιών. Για την καλύτερη επίτευξή τους έχουν επιλεγεί οι κατάλληλες στρατηγικές μάθησης που

- εγείρουν το ενδιαφέρον των παιδιών,
- αυξάνουν τη συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία,
- αναπτύσσουν την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ παιδιών

Σε γενικές γραμμές οι διδακτικές προσεγγίσεις που προτείνονται είναι το πείραμα, η συζήτηση, η συλλογή πληροφοριών, η επεξεργασία πληροφοριών από έντυπο υλικό και η κατασκευή χάρτη εννοιών. Η οργάνωση και η επιλογή των διδακτικών προσεγγίσεων θα συζητηθεί στις ενότητες 4.2 και 4.3 αντίστοιχα.

## 5.2 Η οργάνωση των διδακτικών προσεγγίσεων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι διδακτικές προσεγγίσεις που προτείνονται είναι σύμφωνες με το πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομητισμού. Κάποιες από αυτές προτείνονται να πραγματοποιηθούν μέσα και κάποιες έξω από την τάξη. Οι δραστηριότητες που προτείνονται να πραγματοποιηθούν μέσα στην τάξη είναι οι εξής:

- Πειραματικές δραστηριότητες
- Συλλογή πληροφοριών
- Επεξεργασία πληροφοριών από έντυπο υλικό
- Κατασκευή χάρτη εννοιών
- Επίλυση προβλημάτων

Οι δραστηριότητες που προτείνονται να πραγματοποιηθούν έξω από την τάξη:

- Συλλογή πληροφοριών

Κάποιες από τις παραπάνω δραστηριότητες είναι ατομικές και κάποιες ομαδικές. Στις ομαδικές δραστηριότητες καλό είναι τα παιδιά να δουλέψουν σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων. Στις πειραματικές δραστηριότητες ειδικότερα, συνηθίζεται οι ομάδες να αποτελούνται από δύο παιδιά, για να υπάρχει καλύτερη συνεργασία και περισσότερη συμμετοχή στο πείραμα.

Για τον χωρισμό των παιδιών σε ομάδες προτείνεται να μη ληφθεί υπόψη κάποιο ιδιαίτερο κριτήριο όπως οι επιδόσεις των παιδιών, το φύλο ή η εθνικότητά τους, αλλά οι ομάδες να είναι μικτές ως προς τα προαναφερθέντα κριτήρια έτσι ώστε να αναπτυχθούν τα οφέλη της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας. Τις ομάδες των δύο ατόμων μπορούν να τις αποτελέσουν τα δύο παιδιά που κάθονται στο ίδιο θρανίο, και τις ομάδες των τεσσάρων ατόμων τα παιδιά που κάθονται σε δύο διαδοχικά θρανία. Στη διάρκεια των μαθημάτων που αφορούν τη χρήση του παρόντος υλικού τα διαδοχικά θρανία στα οποία θα κάθονται τα παιδιά που ανήκουν στην ίδια ομάδα πρέπει να ενωθούν ώστε τα παιδιά να μπορούν να συνομιλούν και να συνεργάζονται για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων.

Τα φυλλάδια εργασίας είναι ατομικά και θα δοθούν σε κάθε παιδί για να γράψει τις παρατηρήσεις του με βάση τις ερωτήσεις που περιέχουν οι δραστηριότητες και τα συμπεράσματα στα οποία θα καταλήξει μετά από τη συζήτηση στην ομάδα του και

στην τάξη. Τα φύλλα εργασίας για τα παιδιά παρουσιάζονται στο Παράρτημα 2. Τα φυλλάδια εργασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον/την εκπαιδευτικό για την παρακολούθηση της μαθησιακής πορείας του κάθε παιδιού. Για τον/την εκπαιδευτικό διαμορφώθηκαν φύλλα οδηγιών για τη χρήση του διδακτικού υλικού και παρουσιάζονται στο Παράρτημα 1. Τέλος προτείνεται και ένα φύλλο αξιολόγησης με ερωτήσεις πάνω σε ό,τι διδάχθηκαν τα παιδιά μέσα από τα φύλλα εργασίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους εκπαιδευτικούς μετά το τέλος της διδασκαλίας της αντίστοιχης ενότητας.

### 5.3 Η επιλογή των διδακτικών προσεγγίσεων

Οι διδακτικές προσεγγίσεις, δηλαδή οι δραστηριότητες που προτείνονται στο διδακτικό υλικό είναι κατάλληλες για τη διδασκαλία κάθε ενότητας που περιλαμβάνουν τα φύλλα εργασίας. Οι δραστηριότητες αυτές είναι:

- Πειραματικές δραστηριότητες
- Συλλογή πληροφοριών
- Επεξεργασία πληροφοριών από έντυπο υλικό
- Κατασκευή χάρτη εννοιών
- Επίλυση προβλήματος

Οι δραστηριότητες αυτές επιλέχθηκαν για να εμπλέξουν ενεργά τα παιδιά στην εκπαιδευτική διαδικασία, να εγείρουν το ενδιαφέρον τους και να αναπτύξουν τη συνεργασία ανάμεσά τους.

- Πειραματικές δραστηριότητες

Ειδικότερα οι πειραματικές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται από τα παιδιά, χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία των ΦΕ όχι απλά για να γίνει καλύτερα κατανοητή η θεωρία, αλλά κυρίως για να αυξήσουν το ενδιαφέρον των παιδιών, να τα ενθαρρύνουν να συμμετέχουν ενεργά, να χρησιμοποιούν τις αισθήσεις τους και να πρωταγωνιστούν στην εκπαιδευτική διαδικασία (Κόκκοτας, 2002). Παράλληλα, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι πειραματικές δραστηριότητες συμβάλλουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως η χρήση συσκευών, η κατανόηση οδηγιών, η εκτέλεση μετρήσεων, η καταγραφή σημειώσεων και η εξαγωγή συμπερασμάτων (Κουμαράς, 2003). Στις περιπτώσεις που τα πειράματα γίνονται από μικρές ομάδες παιδιών, η πειραματική διαδικασία αναπτύσσει την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των παιδιών, την ανταλλαγή απόψεων, τον κοινό προγραμματισμό και προβληματισμό, τις σχέσεις ανάμεσά τους προσφέρει δηλαδή τα οφέλη της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας (Σταυρίδου, 2000).

- Συλλογή πληροφοριών

Η συλλογή πληροφοριών μέσα και έξω από το σχολείο είναι μια πρακτική που ακολουθείται πολύ συχνά στη διδασκαλία κοινωνικών θεμάτων, όπως θέματα που αφορούν το περιβάλλον, την υγεία, τις διαπροσωπικές σχέσεις κλπ. Τις πληροφορίες μπορούν τα παιδιά να τις πάρουν από έντυπο υλικό (εφημερίδες, περιοδικά), υλικό από ηλεκτρονικούς υπολογιστές (αρχεία ή διαδίκτυο), επίσκεψη σε κάποιο χώρο (εργοστάσιο) και συνέντευξη με κάποιον ειδικό.

Θεωρείται κατάλληλο διδακτικό εργαλείο γιατί ενεργοποιεί τα παιδιά να ερευνήσουν και άλλες σύγχρονες πηγές πληροφοριών εκτός του σχολείου, να τις αξιολογήσουν και να τις χρησιμοποιήσουν. Τα παιδιά από τις δραστηριότητες αυτές μαθαίνουν να αναζητούν πληροφορίες και να οργανώνουν το υλικό που βρίσκουν. Στις περιπτώσεις που απαιτείται επίσκεψη σε κάποιο χώρο ή συνομιλία με κάποιον/α ειδικό τα παιδιά προετοιμάζουν και οργανώνουν τις ερωτήσεις που θα του/της κάνουν, οπότε ασκούνται και στη χρήση του λόγου, γραπτού και προφορικού (Παπαδημητρίου, 1998, Φλογαΐτη & Βασάλα, 1999).

- Επεξεργασία πληροφοριών από έντυπο υλικό

Η επεξεργασία πληροφοριών από έντυπο υλικό αποτελεί ουσιαστικά τη συνέχεια της αναζήτησης πληροφοριών μόνο που αφορά έτοιμο υλικό που δίνεται στα παιδιά μέσα στο διδακτικό υλικό (φύλλα εργασίας). Σε αυτές τις περιπτώσεις οι πληροφορίες δίνονται μαζί με το διδακτικό υλικό με τη μορφή κειμένων, πινάκων, γραφημάτων και εικόνων. Τα παιδιά καλούνται να επεξεργαστούν το υλικό αυτό, να το διαβάσουν και να το χρησιμοποιήσουν για την εξαγωγή συμπερασμάτων, ή την κατασκευή κολλάζ αν είναι φωτογραφικό υλικό και να το παρουσιάσουν ανάλογα με τις οδηγίες που θα τους έχουν δοθεί.

- Κατασκευή χάρτη εννοιών

Ο χάρτης εννοιών είναι μια δραστηριότητα με την οποία τα παιδιά μαθαίνουν να οργανώνουν τη σκέψη τους γύρω από μια κεντρική έννοια, να την αναλύουν και να συνθέτουν νέες έννοιες που προέρχονται από αυτή. Πρόκειται για μια σχηματική και συνοπτική αναπαράσταση με έννοιες οργανωμένες με ιεραρχικό τρόπο οι οποίες συσχετίζονται μεταξύ τους και αποτελούν το περιεχόμενο της διδασκαλίας

(Ματσαγγούρας, 1998). Το μεγάλο πλεονέκτημα του χάρτη εννοιών είναι ότι γίνεται οπτική αναπαράσταση της σύνδεσης εννοιών, κάτι που συμβάλλει στην κατανόηση, την οργάνωση και την επεξεργασία των εννοιών (Novak, 1990). Ταυτόχρονα έχει μεταγνωστικό χαρακτήρα γιατί βοηθά τα παιδιά να καταλάβουν πώς μαθαίνουν (Βασιλοπούλου, 2001). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως εργαλείο αξιολόγησης της κατανόησης του θέματος από τα παιδιά καθώς το τι γράφουν τα παιδιά σε έναν χάρτη εννοιών αντιπροσωπεύει τι κατανοούν για το θέμα (Κόκκοτας, 2002).

Ο χάρτης εννοιών μπορεί να έχει πολλές μορφές η κάθε μια από τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανάλογα με την αρχική έννοια και τον τρόπο σύνδεσής της με τις υπόλοιπες: αραχνόγραμμα (spider concept map), ιεραρχικός χάρτης (hierarchy concept map), συστηματικός (system concept map) και διάγραμμα ροής (flowchart, flux-diagramm).

Ειδικότερα για τη διδασκαλία των μετατροπών ενέργειας από μια μορφή σε μια άλλη οι οποίες ακολουθούν γραμμική πορεία προτείνεται το μοντέλο της ενεργειακής αλυσίδας (Κολιόπουλος, 2000). Η χρήση του μοντέλου της ενεργειακής αλυσίδας θεωρείται κατάλληλη και στη διδασκαλία με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, αφού οι έρευνες δείχνουν ότι έτσι γίνονται κατανοητές οι μετατροπές ενέργειας από τα παιδιά (Devi et al. 1996, Brna & Burton, 1997). Η μορφή του χάρτη εννοιών που ενδείκνυται για τις μετατροπές ενέργειας είναι τα διαγράμματα ροής, γιατί αποτελούν απεικόνιση της ενεργειακής αλυσίδας και οργανώνουν τις πληροφορίες σε γραμμική βάση χωρίς εξωτερικές παρεμβολές (Amettler & Pintó, 2002).

Για τα ευρύτερα περιβαλλοντικά θέματα που μπορούν να σχετίζονται με την ενέργεια, π.χ. μορφές και πηγές ενέργειας, επιπτώσεις από τη σπατάλη ενέργειας, ρύπανση και υποβάθμιση φυσικού περιβάλλοντος χρησιμοποιείται το αραχνόγραμμα, συνήθως ημιδομημένο, δηλαδή με συμπληρωμένες κάποιες έννοιες για τη βοήθεια των παιδιών (Βασιλοπούλου, 2001).

- Επίλυση προβλήματος

Η επίλυση προβλήματος χρησιμοποιείται για να συσχετίσουν τα παιδιά τις γνώσεις τους από το μάθημα με εμπειρίες της καθημερινής ζωής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αρχή του μαθήματος για να συνδέσει τις ήδη υπάρχουσες εμπειρίες των παιδιών (από προηγούμενες τάξεις και από την καθημερινή ζωή) με το θέμα της διδασκαλίας. Τα προβλήματα που τίθενται για την ανάδειξη των ιδεών των παιδιών μπορεί να είναι



απλές ερωτήσεις, θέματα για συζήτηση, υποθετικά πειράματα για τα οποία ζητείται πρόβλεψη του αποτελέσματος (thought experiments), (Κόκκοτας,, 2002).

Η επίλυση προβλήματος ως διδακτικό εργαλείο χρησιμοποιείται και προς το τέλος του μαθήματος, στη φάση εφαρμογής των γνώσεων που απέκτησαν τα παιδιά από την διδακτική διαδικασία. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η ευκαιρία στα παιδιά να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους από το μάθημα στη λύση προβλημάτων που στο παρελθόν ήταν αδύνατη. Η εφαρμογή των γνώσεων είναι απαραίτητη προϋπόθεση της εκπαιδευτικής διαδικασίας γιατί τα παιδιά πρέπει να ανακαλύψουν τη χρησιμότητα των νέων γνώσεων για να αντιληφθούν τη σημαντικότητά τους και να εκτιμήσουν την αξία τους (Κόκκοτας, 2002). Μετά την επίλυση προβλήματος ο/η εκπαιδευτικός καλό είναι να συνοψίσει τα συμπεράσματα που εξάγονται από τα αποτελέσματα της διαδικασίας και την πορεία επίλυσης της άσκησης βοηθώντας τα παιδιά να μάθουν την γνωστική πορεία που ακολουθήθηκε.



## 5.4 Αναλυτική περιγραφή των διδακτικών προσεγγίσεων

### 1<sup>Η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΖΟΝΤΑΣ ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η πρώτη διδακτική ενότητα αφορά τη διδασκαλία των μορφών και των πηγών ενέργειας, και προτείνεται να διδαχθεί σε μία διδακτική ώρα. Οι δραστηριότητες που περιλαμβάνει αναπτύσσονται στο φύλλο εργασίας στο Παράρτημα 2. Πρόκειται για εισαγωγική ενότητα που τείνει να αναδείξει τις ιδέες των παιδιών για την ενέργεια και τις μορφές της. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι έννοιες με τις οποίες θα ασχοληθούν τα παιδιά είναι γνώριμες καθώς διδάσκονται για την ενέργεια, τις πηγές, τις μορφές και τη διατήρησή της στην έκτη τάξη του δημοτικού. Οι διεθνείς έρευνες για τις ιδέες των παιδιών για την ενέργεια όπως έχουν ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 3.2 δείχνουν ότι τα παιδιά έχουν πολλές και συγκεχυμένες απόψεις για την έννοια. Πιστεύουν ότι η ενέργεια υπάρχει μόνο σε έμψυχα αντικείμενα, ότι είναι είδος καυσίμου, ότι υπάρχει σε σώματα που κινούνται και σε όσα περικλείουν δύναμη, ότι είναι ένα ρευστό προϊόν που δημιουργείται από κάποιες διαδικασίες και ότι είναι 'κάτι', αόριστη οντότητα που υπάρχει στα σώματα και προκαλεί αλλαγές (Solomon, 1983, Duit, 1984 Bliss & Ogborn 1985, Watts & Gilbert 1985, Trumper, 1990).

Οι δραστηριότητες που προτείνονται είναι ομαδικού τύπου για να μπορούν τα παιδιά να συζητούν και να ανταλλάσσουν απόψεις.

#### 1<sup>η</sup> δραστηριότητα

Η πρώτη δραστηριότητα αφορά στις μορφές ενέργειας που περιγράφονται από κάποιες εικόνες από την καθημερινή ζωή των παιδιών. Βασικός στόχος είναι να αναδειχθούν οι αντιλήψεις των παιδιών για την ενέργεια καθώς ζητείται από αυτά να αναγνωρίσουν και να ονομάσουν τις διάφορες μορφές ενέργειας που συναντούν μέσα από τις καθημερινές εμπειρίες τους. Οι μορφές ενέργειας που απεικονίζονται στο φύλλο εργασίας, δίνονται στα παιδιά (κινητική, δυναμική λόγω θέσης, δυναμική λόγω παραμόρφωσης, χημική, θερμική) και ζητείται από αυτά να γράψουν ποια μορφή ενέργειας αντιστοιχεί σε κάθε εικόνα. Δραστηριότητες αντιστοίχισης εικόνας-μορφής ενέργειας έχουν χρησιμοποιηθεί από τους ερευνητές για να διαπιστωθούν οι

ιδέες των παιδιών (Duit, 1984, Carr & Kirkwood 1988, Trumper, 1998). Οι εικόνες αναπαριστούν όλες τις κατηγορίες ενέργειας που έχουν διδαχθεί τα παιδιά της τάξης στην οποία εφαρμόζεται το διδακτικό υλικό (ενέργεια στους ζωντανούς οργανισμούς, σώματα που κινούνται και δεν κινούνται και συσκευές), ώστε από τις απαντήσεις τους να αναδειχθούν οι αντιλήψεις τους για τις μορφές ενέργειας. Κατόπιν, ζητείται από τα παιδιά να συζητήσουν στις ομάδες τους πάνω στο ερώτημα 'πού υπάρχει ενέργεια'. Στη συνέχεια καλούνται να ανακοινώσουν τα συμπεράσματα των ομάδων τους σε όλη την τάξη και να τα συζητήσουν με τον/την εκπαιδευτικό προκειμένου ο/η εκπαιδευτικός να αποσαφηνίσει τα δύσκολα σημεία που προκαλούν σύγχυση στα παιδιά.

## **2<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Με τη δραστηριότητα αυτή γίνεται προσπάθεια να διακρίνουν τα παιδιά τις μορφές από τις πηγές ενέργειας. Αυτό κρίνεται απαραίτητο αφού σύμφωνα με τη βιβλιογραφία τα παιδιά θεωρούν ότι η ενέργεια είναι καύσιμο υλικό (Solomon, 1985, Duit, 1984). Ζητείται από τα παιδιά να ανταλλάξουν απόψεις, να προβληματιστούν και να καταγράψουν τα καύσιμα και τις άλλες πηγές ενέργειας που γνωρίζουν. Κατόπιν τους ζητείται να συμπληρώσουν έναν πίνακα με μορφές ενέργειας και τις πιθανές πηγές τους έτσι ώστε να συσχετίσουν τις μορφές ενέργειας με τις πηγές από τις οποίες μπορούν να παραχθούν.

## 2<sup>Η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

### Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΛΛΑΖΕΙ ΜΟΡΦΕΣ

Με αυτή τη διδακτική ενότητα γίνεται προσπάθεια να διδαχθεί η έννοια της μετατροπής και της μεταφοράς της ενέργειας. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία τα παιδιά θεωρούν ότι η ενέργεια αποτελεί χαρακτηριστικό συστατικό κάποιων σωμάτων. Αυτή η αντίληψη έχει ως συνέπεια να μην μπορούν να αντιληφθούν ότι η ενέργεια είναι μια οντότητα ανεξάρτητη από το σύστημα στο οποίο βρίσκεται, ότι μπορεί να αλλάζει μορφές και να μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο (Watts & Gilbert, 1985, Ault, 1988, Κολιόπουλος & Ραβάνης, 1998). Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που αφορούν στη μεταφορά ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο τα παιδιά θεωρούν ότι η ενέργεια ρέει όπως ένα ρευστό (Watts & Gilbert, 1983, Duit, 1984, Trumper, 1990). Για τη διδασκαλία των μετατροπών ενέργειας οι ερευνητές προτείνουν το μοντέλο της ενεργειακής αλυσίδας (Devi et al. 1996 Brna & Burton, 1997, Ametller & Pintó, 1997, Κολιόπουλος, 2000). Θεωρείται κατάλληλο γιατί εισάγει την μετατροπή ενέργειας σχηματικά μέσα από διαγράμματα ροής (flux-diagramms) κάτι που είναι κοντά στην αντίληψη των παιδιών για τη ροή της ενέργειας.

Η δεύτερη διδακτική ενότητα περιλαμβάνει δύο δραστηριότητες για τις οποίες έχουν διαμορφωθεί κατάλληλα φύλλα εργασίας και η εφαρμογή της προβλέπεται να ολοκληρωθεί σε μία διδακτική ώρα.

#### 1<sup>η</sup> δραστηριότητα

Βασικός στόχος της πρώτης δραστηριότητας είναι να κατανοήσουν τα παιδιά ότι κατά τη λειτουργία των συσκευών καθημερινής χρήσης πραγματοποιείται μετατροπή ενέργειας από μια μορφή σε μια άλλη και να αναγνωρίζουν τόσο την αρχική όσο και την τελική ή τελικές αν είναι περισσότερες μορφές ενέργειας.

Για το λόγο αυτό παρουσιάζονται κάποιες συσκευές γνωστές στα παιδιά που μετατρέπουν κάποια μορφή ενέργειας σε άλλη. Τα παιδιά πρέπει να συμπληρώσουν σε έναν πίνακα την αρχική μορφή ενέργειας που χρησιμοποιούν οι συσκευές και την τελική μορφή στην οποία τη μετατρέπουν. Επειδή η ενέργεια μπορεί να μετατρέπεται σε περισσότερες από μία μορφές δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να αναφέρουν περισσότερες από μια. Με τον τρόπο αυτό καλούνται να προβληματιστούν για την

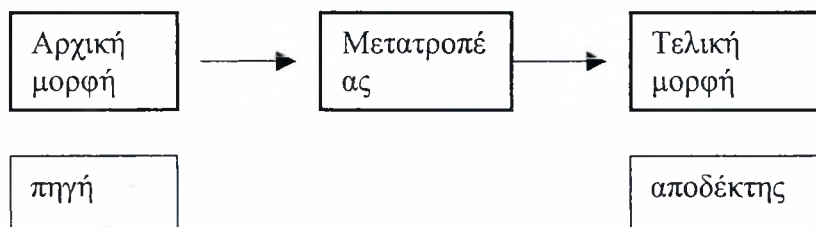
έννοια της μετατροπής της ενέργειας και να ανατρέξουν στις εμπειρίες τους για να απαντήσουν. Στη συνέχεια μέσα από συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων καλούνται να συνοψίσουν τις σκέψεις τους και να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Με τον τρόπο αυτό εισάγεται άτυπα η έννοια της ενεργειακής αλυσίδας και προετοιμάζονται τα παιδιά για την επόμενη δραστηριότητα που είναι η συμπλήρωση της ενεργειακής αλυσίδας.

## **2<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Αυτή η δραστηριότητα αφορά την ολοκληρωμένη συμπλήρωση της ενεργειακής αλυσίδας. Ειδικότερα με τη δραστηριότητα αυτή επιχειρείται α) να κατανοήσουν τα παιδιά την πορεία μετατροπής ενέργειας από την πηγή μέχρι τον αποδέκτη, β) να αντιληφθούν την έννοια της υποβάθμισης της ενέργειας και γ) να κατανοήσουν ότι το έργο, η θερμότητα και η ακτινοβολία αποτελούν μεταφορείς ενέργειας.

Το μοντέλο της ενεργειακής αλυσίδας κρίνεται κατάλληλο για να διδαχθούν τα παιδιά τις μετατροπές ενέργειας και τη μεταφορά της από ένα σώμα σε ένα άλλο (Devi et al. 1996, Bma & Burton 1997, Ametller & Pintó 1997, Κολιόπουλος, 2000). Παράλληλα είναι και ο ιδανικός τρόπος για να διακρίνουν τη διαφορά μεταξύ ενέργειας-έργου καθώς και ενέργειας-θερμότητας κάτι που είναι πολύ δύσκολο όπως έχει διαπιστωθεί από έρευνες των Watts & Gilbert (1985), Barbetta et al. (1984), και Singh & Rosengrant (2003).

Προκειμένου να κατανοήσουν τα παιδιά το μοντέλο της ενεργειακής αλυσίδας αρχικά τους δίνεται ένα παράδειγμα σχηματικής απεικόνισης μια περίπτωσης ενεργειακής αλυσίδας όπως ακριβώς απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 1).



Σχήμα 1. Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου της ενεργειακής αλυσίδας

Πρόκειται για ένα διάγραμμα ροής με τρία κουτάκια που συνδέονται μεταξύ τους με βέλη. Το πρώτο κουτάκι από αριστερά συμβολίζει την αρχική ενέργεια, το μεσαίο κουτάκι συμβολίζει κάποια συσκευή που χρησιμοποιεί την αρχική μορφή ενέργειας και τη μετατρέπουν σε ενέργεια κάποιας άλλης μορφής (μετατροπέας ενέργειας) και το τρίτο στη σειρά κουτάκι συμβολίζει την τελική μορφή. Μεταξύ τους υπάρχουν βέλη που δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η μετατροπή ενέργειας. Η ενέργεια όταν αλλάζει μορφή μπορεί να μεταφερθεί σε άλλο σώμα για να χρησιμοποιηθεί (αποδέκτης ενέργειας). Κάτω από τα κουτάκια υπάρχουν αντίστοιχα οι λέξεις που προσδιορίζουν την πηγή της ενέργειας και το σώμα στο οποίο τελικά μεταφέρεται η ενέργεια μετά τη μετατροπή της (αποδέκτης ενέργειας). Η μετατροπή αυτή μπορεί να γίνει με τέσσερις τρόπους:

- A) μηχανικό έργο
- B) ηλεκτρικό έργο, (ηλεκτρικό ρεύμα)
- Γ) θερμότητα
- Δ) φως ή γενικότερα ακτινοβολία

Επίσης, όταν η ενέργεια μεταφέρεται στο περιβάλλον μέσω θερμότητας και αυξάνει τη θερμοκρασία των σωμάτων αναφέρεται ότι μετατρέπεται σε **θερμική ενέργεια** ή πιο σωστά σε **εσωτερική ενέργεια**. Όταν όμως η ενέργεια καταλήγει να θερμαίνει τα σώματα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω και να μετατραπεί ξανά σε άλλη μορφή. Γι' αυτό λέγεται ότι όταν η ενέργεια μετατρέπεται σε εσωτερική ενέργεια υποβαθμίζεται. Έτσι γίνεται μια πρώτη νύξη για τη διατήρηση της ενέργειας χωρίς να

αναφερθεί ως όρος, και της υποβάθμισης της ενέργειας σε αντιδιαστολή με την αντίληψη των παιδιών ότι η ενέργεια χάνεται (Solomon, 1985, Carr & Kirkwood, 1988).

Στη συνέχεια τα παιδιά καλούνται να συμπληρώσουν την αρχική μορφή ενέργειας και την τελική στην οποία μετατρέπεται μέσω του μετατροπέα καθώς και τον τρόπο μεταφοράς ενέργειας : Α) **μηχανικό έργο** Β) **ηλεκτρικό έργο, (ηλεκτρικό ρεύμα)** Γ) **θερμότητα** Δ) **φως ή γενικότερα ακτινοβολία.**

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι δεν εισάγονται μαθηματικοί τύποι των παραπάνω εννοιών και δεν προβλέπονται μαθηματικοί υπολογισμοί γιατί η διδασκαλία της ενότητας είναι εισαγωγική.

Αφού συμπληρωθεί η ενεργειακή αλυσίδα τα παιδιά θα συζητήσουν και θα απαντήσουν σε ερωτήματα. Στο τέλος, στην συζήτηση στην τάξη ο/η εκπαιδευτικός θα δώσει τις απαραίτητες διευκρινίσεις και θα λύσει τυχόν απορίες των παιδιών.

### 3<sup>Η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

#### Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΙΝΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ



Σε αυτή τη διδακτική ενότητα εξετάζεται η ποσοτική υπόσταση της ενέργειας, στην οποία βασίζεται η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας. Είναι μια εξαιρετικά δύσκολη ενότητα γιατί οι ιδέες των παιδιών δείχνουν ότι δεν κατανοούν την αόριστη αλλά και ποσοτική υπόσταση της ενέργειας. Οι έρευνες που έχουν γίνει για τις ιδέες των παιδιών αποδεικνύουν ότι τα παιδιά αδυνατούν να αντιληφθούν ότι η ενέργεια έχει ποσοτική υπόσταση, ότι δηλαδή είναι μετρήσιμη ποσότητα, και ότι ως ποσότητα διατηρείται αμετάβλητη παρόλο που αλλάζει μορφές και πηγαινει από σώμα σε σώμα (Solomon, 1985, Trumper, 1990).

Αυτή η αντίληψη επηρεάζει τα παιδιά και ως προς την κατανόηση της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας. Στις περιπτώσεις που η ενέργεια μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο τα παιδιά θεωρούν ότι καταναλώνεται, κάποτε τελειώνει και τα σώματα ξαναγεμίζουν με ενέργεια όπως π.χ. οι μπαταρίες. Παράλληλα, τα παιδιά θεωρούν ότι η ενέργεια είναι καύσιμο υλικό, οπότε στο άκουσμα της διατήρησης της ενέργειας τα παιδιά αντιλαμβάνονται τη διατήρηση των φυσικών πόρων και



καυσίμων (Carr & Kirkwood, 1988). Επόμενο είναι να μην μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ΑΔΕ στα προβλήματα ούτε και στις εξηγήσεις που δίνουν για διάφορα φαινόμενα ακόμα και αν την έχουν διδαχθεί στο σχολείο (Duit, 1984, Trumper 1993, Singh & Rosengrant 2003). Ένας λόγος που μπορεί να προκαλεί σύγχυση στα παιδιά μπορεί να είναι και η αρνητική διατύπωσή της (Solomon, 1985).

Για την διδασκαλία της ΑΔΕ η διεθνής βιβλιογραφία προτείνει να χρησιμοποιείται ένας διδακτικός μετασχηματισμός. Σύμφωνα με το μετασχηματισμό αυτό η παραδοσιακή μορφή της ΑΔΕ (αρνητική διατύπωση), προτείνεται να μετασχηματιστεί και να αποκτήσει θετική διατύπωση. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση του μετασχηματισμού έχει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Solomon, 1985, Κολιόπουλος, 2000). Η ΑΔΕ με την θετική διατύπωση δίνεται στα παιδιά από το φύλλο εργασίας.

Η διδακτική ενότητα περιλαμβάνει δύο δραστηριότητες, μια ομαδική πειραματική δραστηριότητα και μια ατομική δραστηριότητα που αποτελεί επίλυση προβλήματος. Για τη διδασκαλία των δύο δραστηριοτήτων προτείνεται χρονική διάρκεια μίας διδακτικής ώρας.

### **1<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Η πρώτη δραστηριότητα επιλέχθηκε να είναι μια απλή πειραματική διαδικασία διαπίστωσης της ΑΔΕ που μπορεί να πραγματοποιηθεί σε κάθε τάξη χωρίς να χρειάζεται ειδικά υλικά.

Πρόκειται για την παρατήρηση της κίνησης μιας μπάλας που αφήνεται να πέσει ελεύθερα από συγκεκριμένο ύψος και την ενεργειακή εξήγηση του φαινομένου. Η παρατήρηση αφορά σε ποιο ύψος αναπηδά η μπάλα για πρώτη και για δεύτερη φορά. Επιπλέον η ενεργειακή ερμηνεία της κίνησης συσχετίζει γνώριμες στα παιδιά μορφές ενέργειας (κινητική και δυναμική λόγω θέσης) και προσφέρει τη δυνατότητα προβληματισμού τους για την ΑΔΕ μέσω των ερωτήσεων που ακολουθούν.

### **2<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Η δεύτερη δραστηριότητα περιλαμβάνει προβλήματα-ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν ατομικά από τα παιδιά.



Τα προβλήματα-ερωτήσεις που τίθενται προς απάντηση στα παιδιά, έχουν ως βασικό στόχο να αποκτήσουν τα παιδιά την ευχέρεια να ερμηνεύουν ενεργειακά θέματα της καθημερινής ζωής εφαρμόζοντας την ΑΔΕ. Από τη συζήτηση που θα ακολουθήσει στην τάξη θα διευκρινιστούν τα σημεία που δυσκόλεψαν τους μαθητές στην εφαρμογή της ΑΔΕ στα συγκεκριμένα προβλήματα, έτσι ώστε να κατανοήσουν τα παιδιά σε ποιες περιπτώσεις και γιατί ισχύει η ΑΔΕ.

#### **4<sup>Η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ**

##### **ΕΝΕΡΓΕΙΑ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Η φιλοσοφία του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού ενθαρρύνει, όπως έχει ήδη αναφερθεί τη διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών με έμφαση σε κοινωνικά θέματα ευρύτερου ενδιαφέροντος. Ειδικότερα τα θέματα που σχετίζονται με το περιβάλλον, όπως η ρύπανση, η διαχείριση ενέργειας, οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας κ.ά., αποτελούν αντικείμενο συζητήσεων και προβληματισμών τόσο στην επιστημονική κοινότητα όσο και στην κοινωνική ζωή. Ο επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός προσφέρει το πλαίσιο για τη διδασκαλία των θεμάτων αυτών μαζί με τις επιστημονικές έννοιες, μέσα από το μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Με αυτό τον τρόπο όλοι οι μαθητές και όλες οι μαθήτριες μπορούν να διδαχθούν θέματα που ως τώρα αποτελούν αντικείμενο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και διδάσκονται σε προαιρετική βάση και εκτός σχολικού ωραρίου.

Στην παρούσα διδακτική ενότητα που έχει τίτλο 'ενέργεια και περιβάλλον' γίνεται προσπάθεια να συνδεθούν οι επιστημονικές έννοιες 'ενέργεια', 'πηγές και μορφές ενέργειας' και 'διατήρηση ενέργειας' που έχουν διδαχθεί τα παιδιά στις προηγούμενες τρεις διδακτικές ενότητες με τις συνέπειες της χρήσης των πηγών ενέργειας στο περιβάλλον. Η διδασκαλία αυτής της διδακτικής ενότητας εξελίσσεται συνολικά σε 4-5 διδακτικές ώρες.

Ο πρώτος στόχος της ενότητας αυτής είναι τα παιδιά να κατανοήσουν τη σύνδεση των καυσίμων με την παραγωγή ενέργειας και των επιπτώσεων από τη χρήση τους στο περιβάλλον. Οι δραστηριότητες που υλοποιούν τον παραπάνω στόχο είναι οι δύο πρώτες. Η αναγκαιότητα για τη διαμόρφωση του πρώτου στόχου της διδακτικής

ενότητας προκύπτει από το γεγονός ότι τα παιδιά, σύμφωνα πάντα με τη διεθνή βιβλιογραφία, αδυνατούν να κατανοήσουν πώς και γιατί εκλύεται ενέργεια από τις εξώθερμες αντιδράσεις (DeVos & Verdonk, 1986). Ειδικότερα όσον αφορά στην καύση των ουσιών αδυνατούν να διανοηθούν γιατί εκλύεται θερμότητα άρα και ενέργεια. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι αδυνατούν να αντιληφθούν ότι υπάρχει ενέργεια αποθηκευμένη στις χημικές ουσίες που καίγονται (Holman, 1986). Μια άλλη διαπίστωση που προκύπτει από τα αποτελέσματα ερευνών είναι ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τη σύσταση των προϊόντων της καύσης των στερεών και υγρών καυσίμων. Ονομάζουν με τον γενικό όρο 'καυσαέρια' όλα τα αέρια, στερεά υπολείμματα και αιρούμενα σωματίδια που προκύπτουν από την καύση και ταυτίζουν τα 'καυσαέρια' με τη ρύπανση (Dove 1996, Χρηστίδου & Γραμμένος, 2000, Λοντρίδου & Παπαδημητρίου, 2002). Ακόμη προσδιορίζουν ως 'ρύπανση' τα σκουπίδια (πλαστικά κ.ά.) που υπάρχουν στους δρόμους και οι καπνοί που βγαίνουν από τα αυτοκίνητα (Ali, 1991), ή γενικά ό,τι κάνει κακό στο περιβάλλον (Fransis et al. 1993).

Αφού ενημερωθούν τα παιδιά για τα καύσιμα υλικά και τις επιπτώσεις της χρήσης τους στο περιβάλλον, οι υπόλοιπες δραστηριότητες (3<sup>η</sup> μέχρι και 6<sup>η</sup>) έχουν στόχο τα παιδιά να εντοπίσουν και τις υπόλοιπες πηγές ενέργειας -ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες- που χρησιμοποιούνται σήμερα στον πλανήτη και ιδιαίτερα στην Ελλάδα, να τις συσχετίσουν με τις τρέχουσες πολιτικές και οικονομικές εξελίξεις και να γνωρίσουν τις επιπτώσεις από τη χρήση τους στο περιβάλλον. Τέλος, στόχος της 7<sup>ης</sup> και τελευταίας δραστηριότητας είναι να προβληματιστούν τα παιδιά πάνω σε θέματα χρήσης της ενέργειας και εξοικονόμησής της.

## **1<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Η πρώτη δραστηριότητα έχει στόχο να κατανοήσουν τα παιδιά την παραγωγή ενέργειας από καύσιμα υλικά που χρησιμοποιούν στην καθημερινή ζωή. Το διδακτικό υλικό προτείνει πειραματικές δραστηριότητες μέτρησης της θερμότητας-ενέργειας που εκλύεται κατά την καύση βουτανίου, πετρελαίου, οινόπνευματος και κάρβουνου αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα τα παιδιά με τη βοήθεια πειραμάτων θα διαπιστώσουν ότι η απαιτούμενη θερμότητα για την άνοδο της θερμοκρασίας συγκεκριμένης ποσότητας νερού, κατά καθορισμένους βαθμούς Κελσίου, παρέχεται με διαφορετικό

ρυθμό από την καύση καθενός από τα προτεινόμενα καύσιμα. Με τη δραστηριότητα αυτή δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να κατανοήσουν αφενός ότι από την καύση των στερεών, υγρών και αερίων καυσίμων παράγεται ενέργεια (θερμότητα) και αφετέρου ότι η ωφέλιμη ενέργεια διαφοροποιείται ανάλογα με το διαθέσιμο καύσιμο υλικό. Η πειραματική δραστηριότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί στο σχολικό εργαστήριο από τα παιδιά με την επίβλεψη πάντα του/της εκπαιδευτικού. Οι ομάδες παιδιών, αν και πειραματική δραστηριότητα, προτείνεται να είναι τετραμελείς γιά να διευκολύνεται η επίβλεψη της πειραματικής διαδικασίας από τον/την εκπαιδευτικό.

Τα πειράματα αυτά στοχεύουν στην εξοικείωση των παιδιών με την πειραματική διαδικασία, την παρατήρηση, τη μέτρηση και την καταγραφή σημειώσεων και στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την έκλυση ενέργειας από την καύση καθώς και τη σύγκριση της θερμότητας που εκλύεται από τα διάφορα καύσιμα υλικά.

## **2<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Με την προηγούμενη δραστηριότητα τα παιδιά διαπίστωσαν την έκλυση θερμότητας από τις καύσεις στερεών και υγρών καυσίμων. Η έκλυση θερμότητας όμως συνοδεύεται και από την έκλυση αερίων και στερεών προϊόντων που αποτελούν τα λεγόμενα καυσαέρια.

Τα παιδιά δεν αναγνωρίζουν στα προϊόντα της καύσης τα διαφορετικά αέρια και τα αιωρούμενα σωματίδια αλλά, όπως έχει αποδειχθεί από τις έρευνες για τις ιδέες των παιδιών και έχει αναφερθεί προηγουμένως, τα ονομάζουν με ένα κοινό όνομα 'καυσαέρια'. Με τη δραστηριότητα αυτή γίνεται προσπάθεια, μέσα από την επεξεργασία έντυπου υλικού, να ενημερωθούν τα παιδιά για τα προϊόντα της καύσης και τα φαινόμενα που προκύπτουν από αυτά (ρύπανση, φαινόμενο θερμοκηπίου, φωτοχημικό νέφος), δηλαδή να συνδεθούν οι κύριες πηγές ενέργειας (ενέργεια από την καύση γνωστών καυσίμων) με τις συνέπειες από τη χρήση τους.

### **3<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Σε αυτές τις δραστηριότητες δίνεται στα παιδιά πληροφοριακό υλικό (διαγράμματα, σχήματα, άρθρα από εφημερίδες και περιοδικά) σχετικό με τη σχέση που έχει η χρήση των πηγών ενέργειας με την παγκόσμια οικονομία και τις τρέχουσες πολιτικές εξελίξεις. Οι μαθητές και οι μαθήτριες καλούνται να το μελετήσουν και στη συνέχεια να συζητήσουν, να σχολιάσουν και να καταλήξουν σε αντίστοιχα συμπεράσματα τα οποία θα ανακοινώσουν τους συμμαθητές και τους συμμαθήτριές τους.

### **4<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Σε αυτή τη δραστηριότητα τα παιδιά θα μελετήσουν το ένθετο πληροφοριακό υλικό, που είναι σχετικό με τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα, και θα καταγράψουν τις επιπτώσεις από τη χρήση τους στο περιβάλλον.

Στη συνέχεια σύμφωνα με τις σημειώσεις που θα έχουν κρατήσει από τη μελέτη του υλικού θα συμπληρώσουν έναν χάρτη εννοιών με τις πηγές ενέργειας και τις επιπτώσεις της χρήσης τους στο περιβάλλον. Η κατασκευή ή συμπλήρωση εννοιολογικού χάρτη αναφέρεται ως κατάλληλη δραστηριότητα σύνοψης, οργάνωσης και σύνδεσης των εννοιών στη διεθνή βιβλιογραφία (Novak, 1990, Βασιλοπούλου, 2001). Τα παιδιά καλούνται να συμπληρώσουν έναν εννοιολογικό χάρτη που τους δίνεται από το φύλλο εργασίας ώστε να συσχετίσουν την έννοια της ενέργειας με τις πηγές της, και να συνδέσουν τη χρήση των πηγών ενέργειας και τις συνέπειες της χρήση τους στο περιβάλλον.

Στη συνέχεια θα ανακοινώσουν στην τάξη τα συμπεράσματά τους και θα συζητήσουν με τον/την εκπαιδευτικό τις προοπτικές χρήσης των πηγών ενέργειας.

### **5<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Δίνονται στα παιδιά κάποια σκίτσα στα οποία απεικονίζονται κάποιες πηγές ενέργειας από τις οποίες μπορεί να κινηθεί ένα απλό όχημα. Τα σκίτσα προέρχονται

από ένα παιδικό βιβλίο και τα παιδιά θα τα βρουν αρκετά διασκεδαστικά. Τα παιδιά καλούνται να γράψουν ποια αρχική πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται σε κάθε σκίτσο.

Στη συνέχεια τους ζητείται να ανατρέξουν στο ένθετο υλικό αλλά και να αναζητήσουν εικόνες από σχολικά βιβλία που υπάρχουν στην τάξη και στη βιβλιοθήκη του σχολείου που να απεικονίζουν τον τρόπο χρήσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας (της ενέργειας από τον Ήλιο, τον άνεμο και την οργανική ύλη) άλλοτε και τώρα. Αφού τις παρατηρήσουν θα χρειαστεί να σχολιάσουν την εξέλιξη της χρήσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας από τα παλαιότερα χρόνια ως σήμερα.

## **6<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Αφού οι πηγές ενέργειας έχουν παρουσιαστεί, ο τρόπος χρήσης τους και οι συνέπειες από τη χρήση τους έχουν διαπιστωθεί από τα παιδιά, αυτό που χρειάζεται είναι μια σύνοψη των εννοιών που έχουν επεξεργαστεί στα φύλλα εργασίας και τις δραστηριότητες που έχουν προηγηθεί. Σε αυτή τη δραστηριότητα τα παιδιά καλούνται να ανατρέξουν στο ένθετο υλικό ώστε να βρουν πληροφορίες για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης όλων των πηγών ενέργειας. παράλληλα παροτρύνονται να αναζητήσουν περισσότερες πληροφορίες από έντυπο υλικό (εγκυκλοπαίδειες, εφημερίδες και περιοδικά) ή και από το διαδίκτυο σε ιστοσελίδες που δίνονται στα φύλλα εργασίας των παιδιών (Παράρτημα 2). Αφού συγκεντρώσουν τις πληροφορίες θα πρέπει να τις καταγράψουν σε έναν πίνακα και να σχολιάσουν τα ευρήματά τους στην τάξη.

## **7<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Αυτή η δραστηριότητα είναι και η τελευταία που προτείνει το υλικό. Στόχος της είναι να τα προβληματίσει πάνω στη χρήση της ενέργειας και να τα ευαισθητοποιήσει πάνω στην εξοικονόμηση της ενέργειας.

Στην τελευταία δραστηριότητα τα παιδιά αφού έχουν μελετήσει την έννοια της ενέργειας, τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται και τις επιπτώσεις από τη χρήση τους καλούνται να προβληματιστούν πάνω στους τρόπους καλύτερης διαχείρισης της

ενέργειας, να συζητήσουν στις ομάδες τους και να προτείνουν τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να υιοθετηθούν από τα ίδια τα παιδιά, τις οικογένειές τους και την τοπική κοινωνία. Τις προτάσεις αυτές μπορούν να τις ανακοινώσουν στους συμμαθητές τους και σε όλους τους μαθητές και τις μαθήτριες του σχολείου τους.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ali, M., (1991): How do English pupils understand pollution? *International Journal of Environmental education and Information*, 10(4), 203-220.

Amettler, P. and Pintó, R., (2002): 'Students' reading of innovative images of energy at secondary school level', *International Journal of Science Education*, vol.24, no 3, pp. 285-312.

Ault, C.R., Novak, J.D., Gowin, D.B. (1988): 'Constructing vee maps for clinical interviews on energy concepts', *Science Education* 72(4): 515-545.

Βασιλοπούλου, Μ., (2001): *Ο χάρτης εννοιών ως εργαλείο μάθησης*, Αθήνα.

Βασιλοπούλου, Μ.: Ο χάρτης εννοιών ως εργαλείο αξιολόγησης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Συνεδρίου ΠΙΕΚΠΕ, Αθήνα, 1999.

Barbetta, M.G., Loria, A., Mascellani, V. and Mischellini, M. (1984): 'An investigation on students' frameworks about motion and the concepts of force and energy', in Lijnse, P. (ed.), *The Many Faces of Teaching and Learning Mechanics in Secondary School and Early Tertiary Education, Proceedings of a Conference on Physics Education*, 20-25 August, Utrecht.

Biddulph, F., and Osborne, R., J., (1984): *Making Sense of Our World: An interactive Teaching approach* (Waikato: SERU, University of Waikato).

Bliss, J., and Ogborn, J. (1985) : 'Children's choices of uses of energy', *European Journal of Science Education* 7 (2): 195-203.

Brna, P. and Burton, M., (1997): 'Modelling students collaborating while learning about energy', *Journal of Computer Assisted Learning*, 13, pp.194-205.

Brody, M., (1994): 'Student science knowledge related to ecological crisis', *international Journal of Science Education* 16 (4), pp.421-435.

Bybee, R., (1984): Science Education and the science-technology-society theme. *Science Education*, 71, 667-683.

Γαρδέλη, Σ. (1989): Μεθοδολογική πρόταση για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, τεύχ.44/1989, σ.68-75.

Carr, M. D., and Kirkwood, V. M., (1988): 'Teaching and Learning about energy in New Zealand secondary school junior science classrooms', *Physics Education*, 23, 86-91.

Cohen, E., (1994): Restructuring the classroom: conditions for productive small groups, *Review of Educational Research* 64 (1), 1-35.

Council of Ministers of Education, Canada (1997): *Pan-Canadian Framework of Science Learning Outcomes*.

Davies, I., (2004): Science and citizenship education, *International Journal of Science Education*, Vol. 26, pp.1751-1763.

DeBoer, G., (2000): Scientific Literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science Education Reform, *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Devi, R., Tiberghien, A., Baker, M & Brna, P. (1996): 'Modelling students' construction of energy models in Physics', *Instructional Science*, 24, 4 pp. 259-293.

De Vos, W., and Verdonk, A.H., (1986): « A new road to reactions : teaching the heat effect of reactions », *Journal of Chemical Education* 63: 972-4.

- Dove, J., (1996): Student Teacher Understanding of the Greenhouse effect, Ozone Layer Depletion and Acid Rain. *Environmental Education Research*, 2(1), 89-100.
- Driver, R., and Oldham, V. (1986): *A constructivist approach to curriculum development in science*, *Studies in science Education* 13, 105-122.
- Driver, R. (1989): Changing Conceptions. Στο P. ADEY (ed). *Adolescent Development and School Science*, The Falmer Press.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., and Scott, P., (1994): Constructing Scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23 (7): 5-12.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, F., (1996): *'Young people's images of science'*, Open University Press, Buckingham.
- Driver, R., Squires, P., Rushworth, V., Wood-Robinson, (1998): (επιμέλεια Π.Κόκκοτας). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών*, Τυποθήτω, Αθήνα.
- Duit, R., (1984): "Learning the energy concept in school- empirical results from The Philippines and West Germany", *Physics Education*, vol. 19, 59-66.
- Duit, R., & Häussler, P., (1983): 'Some ideas for dealing with energy degradation in grades 5 to 10', paper presented at the GIREP Conference on Entropy in Schools, Balaton, Hungary.
- Francis, C., Boyes, E., Qualter, A and Stanisstreet, M., (1993): Ideas of Elementary Students about Reducing the 'greenhouse effect'. *Science Education*, 77 (4), 375-392.
- Gayford, C., (1986): Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology, *European Journal of Science Education* 8(4): 443-50.
- Gayford, C., (1996), Science education and environmental education: a synergistic relationship, *Science Education Newsletter*, 126, 1-3.

Gough, A., (2002): Mutualism: a different agenda for environmental and science education, *International Journal of Science Education*, 24(11), 1201-1215.

Harmes N. and Yager, R., (1981): *What Research says to the science teacher-Vol. 3*, Washington DC: National Science Teachers Association.

Hertz-Lazarowitz, R., Kirkus, V.,B., Miller, N. (1990) : *An overview of the Theoretical Anatomy of Cooperation in the Classroom*, Cambridge University Press.

Holman, J. (1986): "Teaching about energy-the chemical perspective", in Driver, R., & Millar, R., (eds), *Energy Matters*, Proceedings of an invited conference: teaching about energy within the secondary school curriculum, Center for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.

Hurd, P., (1998): Scientific Literacy: New minds for a Changing World, *Science Education*, 82(3), 407-416.

Johnson, D., W., and Johnson, R., T, Positive Interdependence (1990): Key to Effective Cooperation, *An overview of the Theoretical Anatomy of Cooperation in the Classroom*, Cambridge University Press.

Καρύδας, Π. και Κουμαράς, Π., (2002): 'Διεθνείς τάσεις στη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών στην προοπτική του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού', *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, τευχ.126, σελ 103-118.

Καρύδας, Π. και Κουμαράς, Π., (2003): 'Επιστημονικός και Τεχνολογικός Αλφαριθμητισμός: ιστορικές, κοινωνικές και σημασιολογικές προσεγγίσεις', *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών- Έρευνα και Πράξη*, τευχ.6, Ιούλ-Αυγ-Σεπτ 2003, σελ. 9-21

Κόκκοτας, Π., (2002): *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Μέρος II, Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης Εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.

Κόκκοτας, Π., & Πήλιουρας, Π., (2003): Η διδασκαλία των Φυσικών επιστημών σε ένα συνεργατικό Μαθησιακό περιβάλλον., *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Έρευνα και Πράξη*, Τεύχος. 4., Ιαν-Φεβρ-Μάρτ., 2003 σελ. 14-22.

Κολιόπουλος, Δ. & Ψύλλος, Δ., (1992): Οι ιδέες των μαθητών σχετικά με την έννοια της ενέργειας και η επίδρασή τους στο σχεδιασμό μιας εισαγωγικής διδασκαλίας στο Γυμνάσιο, στο: Α. Δημητρίου και συνεργάτες, *Ψυχολογικές έρευνες στην Ελλάδα. Ανάπτυξη, Μάθηση και Εκπαίδευση*, Θεσσαλονίκη: ΑΠ Θεσ/νίκης, σελ.79-90.

Κολιόπουλος, Δ. & Ραβάνης, Κ., (1998β): Η έννοια της ενέργειας στη σκέψη των μαθητών, ερευνητικά ευρήματα και σύγχρονες επιπτώσεις, *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, τεύχος. 100, σελ.69-77.

Κολιόπουλος, Δ., (2000): 'Σχεδιάζοντας ένα αναλυτικό πρόγραμμα για την ενέργεια: Μια εποικοδομητική προσέγγιση' στο: Π., Κόκκοτας, *«Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες. Σύγχρονοι Προβληματισμοί»*, Αθήνα: Τυποθήτω, σελ.339-364.

Κουμαράς, Π., (2003): Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής, 3<sup>η</sup> έκδοση, Εκδ. Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη 2003.

Kruger, C., Palacio, D., and Summers, M. (1992): Survey of English primary teachers' conceptions of force, energy and materials, *Science Education*, 76, pp.339-351.

Λοντρίδου, Π., και Παπαδημητρίου, Β., (2002): 'Αντιλήψεις μαθητών για την ατμοσφαιρική ρύπανση'. Στα πρακτικά του 1<sup>ου</sup> Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας, σελ. 464-470. Θεσσαλονίκη, 1-4 Μαρτίου 2002.

Ματσαγγούρας, Η., (1998): 'Στρατηγικές Διδασκαλίας', εκδ. Gutenberg, Αθήνα.

Ματσαγγούρας, Η., (2002): 'Η ενέλικτη ζώνη των καινοτομιών: Διαθεματικές δραστηριότητες και σχέδια εργασίας, στο 'Οδηγός σχεδίων εργασίας', ΥΠΕΠΘ-ΠΙ.

Marinopoulos, D., & Stauridou, H. (2002): 'The influence of a collaborative learning environment on primary students' conceptions about acid rain, *Journal of Biological Education* 37 (1), pp.18-25.

Mason, L. & Santi, M., (1998): 'Discussing the Greenhouse effect: children's collaborative discourse reasoning and conceptual change', *Environmental Education Research* 4 (1), pp.67-85.

Matthews, M., R., (1994): 'Science teaching: The role of History and Philosophy of Science', Routledge, New York.

Millar, R., and Osborne, J.F., (1998): *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.

Miller, C., (2001): Hybrid management: Boundary organizations, science policy and environmental governance in the climate regime, *Science technology and human values*, 26 (4), pp.478-500.

Misiti, Frank L., (1992): 'Energy makes the world go around', *Science Activities*, Summer92, vol. 29, Issue 2, p15, 5p.

Moore, C., & Huber, R., (2001): Support for EE from the National Science Education Standards and the Internet, *Journal of Environmental Education*, 32(3), 21-25.

Novak, J.D. (1990): Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools for science and mathematics education. *Instructional Science*, 19, 29-52.

National Science Education Standards, (1996): Observe, Interact, Change, Learn. Washington D.C.: National Academy Press.

Osborne, R., and Freyberg, P., (1985): Learning in Science, *The Implications of Children's Science* (Auckland: Heinemann).



Osborne, J., (2000): “Science for Citizenship”, in M. Monk & J. Osborne (eds): “Good Practice in Science Teaching: What research has to say”, Buckingham: Open University Press.

Παπαδημητρίου, Β., (1998): *Περιβαλλοντική εκπαίδευση και σχολείο, μια διαχρονική θεώρηση*, Εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα.

Παπαδημητρίου, Β., (2000): Κοινωνική διάσταση στις φυσικές Επιστήμες του σχολείου και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. *Περιοδικό*

Pan-Canadian Protocol for Collaboration on School Curriculum (1995): ‘Common Framework “Hereinafter”’.

Ραβάνης, Κ., (1995): Από τη γενική διδακτική στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Παιδαγωγική συνέχεια και επιστημολογική ασυνέχεια, στο: Η. Γ.

Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (1999). Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας. Ολική Προσέγγιση. Τόμος Α΄. Αθήνα.

Σολομωνίδου, Χ. (2001/2004, 3<sup>η</sup> εκδ.). *Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία: Υπολογιστές και μάθηση στην κοινωνία της γνώσης*. Θεσσαλονίκη: Κώδικας.

Σέρογλου, Φ., (2002): Φυσικές Επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη: Μια πρόταση για την προετοιμασία των δασκάλων. Πρακτικά του 1<sup>ου</sup> Συνεδρίου για τη Διδασκαλία των φυσικών Επιστημών στην κοινωνία της Πληροφορίας, 18-21 Απριλίου 2002, αιθ.Φιλοσοφικής Παν. Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, Αθήνα. Εκδ. Ε.ΔΙ.Φ.Ε, Αθήνα 2002.

Schmid, (1982): ‘Energy and its carriers’, *Physics Education*, **17**, 212-8.

Select Committee, (2000): Science and Society. Third report of the select committee on Science and Technology. House of Lords, London.

Shrum, W., (2000): Science and story in development: The emergence of non-governmental organization in agricultural research, *Social studies of science*, 30 (1), pp.95-124.

Singh, Ch., & Rosengrant, D., (2003): Multiple-choice test of energy and momentum concepts, *American Journal of Physics*, Vol.71 (6), pp.607-617, June 2003.

Simpson, M. (1984): Digestion-the long grind, Aberdeen College of Education, *Biology Newsletter* 43, May:12-16.

Solomon, J., (1983a): 'Messy, contradictory and obstinately persistent: a study of children's out of school ideas about energy', *School science Review* 65(231): 225-33.

Solomon, J., (1985): " Teaching the conservation of energy", *Physics Education*, 20, 165-170.

Solomon, J. & Aikenhead, G., (1994): *STS Education: International Perspectives in Reform*. N.Y. College teachers' Press.

Σολομωνίδου, Χ. (2001/2004, 3<sup>η</sup> εκδ.). *Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία: Υπολογιστές και μάθηση στην κοινωνία της γνώσης*. Θεσσαλονίκη: Κώδικας.

Σταυρίδου, Ε., (2000): Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Stead, B., (1980): Energy, LISP Working Paper 17, Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.

Trumper, R., (1990): Being Constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept-part one, *International Journal of Science education*, 12: 343-354.

Trumper, R., (1993): Childrens' energy concepts: A cross-age study, *International Journal of Science Education*, 15: 139-148.

Trumper, R., (1996): "Teaching about Energy through a spiral curriculum: Guiding Principles", *Journal of Curriculum and Supervision*, Fall 96, vol 12, Issue 1, pp 66, 10p.

Trumper, R., (1996): Survey of Israeli Physics Students' conceptions of energy in pre-service training for high school teachers, *Research in Science Education and Technology*, 14, pp.179-192.

Trumper, R., (1998): A longitudinal Study of Physics Students' Conceptions on Energy in Pre-Service training for High School Teachers, *Journal of science Education and Technology*, Vol. 7. No 4, pp. 311-318.

Τσελφές, Β., (2001): « 2000+: αλλαγή παραδείγματος στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών;». Στο « η διδασκαλία των φυσικών Επιστημών στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα: Προβλήματα και Προοπτικές», εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.

UNESCO (1978). Intergovernmental Conference on Environmental Education, Tbilisi. (USSR, 14-26 October 1977). Final Report.

Warren, J.,R. (1982): "The Nature of Energy", *European Journal of Science Education*, 4 295-7.

Vygotsky, L., (1997): Νους στην Κοινωνία. Η ανάπτυξη ανώτερων ψυχολογικών διαδικασιών. Βοσνιάδου Σ. (επιμ). Μπίμπου, Α., και Βοσνιάδου Σ. (μεταφρ.). Αθήνα: Gutenberg (πρωτότυπο 1978).

Warren, J.,R. (1982): 'Energy and its carriers: a critical analysis', *Physics Education*, 18, 209-212.

Watts, D.M. (1983) : 'Some alternative views of energy', *Physics Education*, 18, 213-217.

Watts, D.M. and Gilbert, J.K. (1985): *Appraising the understanding of science concepts: energy*, Department of Educational Studies, University of Surrey, Guilford.

Wellington, J., (2003): 'Science education for Citizenship and a Sustainable Future', Pastoral Care, September 2003, NAPCE, 2003, Published by Blackwell Publishing.

Westphalen K., (1982): Αναμόρφωση των αναλυτικών προγραμμάτων. Εισαγωγή στη μεταρρύθμιση του curriculum με βάση τις εμπειρίες του βαυαρικού μοντέλου . Στο βιβλίο 5 της σειράς *Παιδαγωγική και Εκπαίδευση* Π .Δ . ΞΩΧΕΛΛΗΣ – Ν. Π. ΤΕΡΖΗΣ – Α. Γ. ΚΑΨΑΛΗΣ . ΕΚΔ.ΟΙΚ.ΑΦΩΝ ΚΥΡΙΑΚΙΔΗ : ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 1982.

Φλογαίτη, Ε., (1993): *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*. Αθήνα, Ελληνικές Πανεπιστημιακές Εκδόσεις.

Φλογαίτη, Ε., και Βασάλα, Π., (1999): Το ενεργειακό ζήτημα, Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον, Εκδόσεις: Ελληνικά Γράμματα.

Χρηστίδου, Β. και Γραμμένος, Σ., (2000): «Οι αντιλήψεις μαθητών του Δημοτικού Σχολείου για τη ρύπανση της ατμόσφαιρας: εννοιολογικά εμπόδια και διδακτικές επιπτώσεις». Στα Πρακτικά του διεθνούς Συνεδρίου για την περιβαλλοντική εκπαίδευση στο πλαίσιο της εκπαίδευσης του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Προοπτικές και δυνατότητες. Σελ. 320-326. Λάρισα, 6-8 Οκτωβρίου 2000.

Yager, R., (1988): Defining enlarged boundaries for school science. *European Journal of Science Education*, 7(4), 345-352.

Yager, R., (1988a): A new focus for School Science: *STS, School Science: and Mathematics*, 88(3), 181-190.

- <http://www.pi-schools.gr/>
- <http://books.nap.edu/html/nses/pdf/index.html>
- <http://www.cmec.ca/science/framework/>
- <http://www.eea.eu.int>

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1**  
**ΦΥΛΛΑ ΟΔΗΓΙΩΝ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ**

## Οδηγίες προς τους εκπαιδευτικούς για τη χρήση του διδακτικού υλικού για τη διδασκαλία της ενέργειας στην Γ' Γυμνασίου

Αγαπητοί/ αγαπητές συνάδελφοι,

Το διδακτικό υλικό που κρατάτε στα χέρια σας αφορά στην εισαγωγική διδασκαλία της έννοιας της ενέργειας, των μορφών και των πηγών ενέργειας καθώς και τις συνέπειες της χρήσης της ενέργειας στο περιβάλλον και απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες Γ' Γυμνασίου, στο πλαίσιο του υπάρχοντος αναλυτικού προγράμματος. Οι δραστηριότητες που θα διαβάσετε είναι ατομικές και ομαδικές, γι' αυτό καλό θα είναι τα παιδιά να συνηθίσουν να δουλεύουν σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων (προτείνεται η κάθε ομάδα να απαρτίζεται από παιδιά που κάθονται σε δύο διαδοχικά θρανία) ή των δύο ατόμων όσον αφορά τις πειραματικές δραστηριότητες. Η εργασία σε ομάδες έχει αποδειχθεί από τη διεθνή βιβλιογραφία ότι συμβάλλει στη μάθηση και ταυτόχρονα αναπτύσσει τη συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ των παιδιών (Σταυρίδου, 2000).

Το διδακτικό υλικό έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τις σύγχρονες θεωρίες για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Από παιδαγωγική άποψη υιοθετείται το εποικοδομητικό πλαίσιο για τη διδασκαλία και τη μάθηση που ως κύριο χαρακτηριστικό του έχει αρχικά τη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών για τα θέματα που πρόκειται να διδαχθούν και στη συνέχεια τη διαμόρφωση διδακτικών πορειών με βάση τις δυσκολίες αυτές των παιδιών προκειμένου να οικοδομήσουν τη νέα γνώση (Driver & Oldham, 1986). Ταυτόχρονα αλλάζει και ο δικός σας ρόλος. Γίνεται ρόλος καθοδηγητή/τριας και οργανωτή/τριας της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην οποία πρωταγωνιστούν τα παιδιά. Παράλληλα η διδασκαλία είναι προσανατολισμένη στην αντίληψη του επιστημονικού και τεχνολογικού αλφαριθμητισμού (Καρύδας & Κουμαράς, 2003), που συνδέει τη διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών με κοινωνικά θέματα.

Οι δραστηριότητες που προτείνονται δεν απαιτούν υψηλή γνώση μαθηματικών γι' αυτό η συγκεκριμένη διδασκαλία δεν συνδέεται με το μαθηματικό υπόβαθρο των μαθητών και των μαθητριών.

Καλή επιτυχία στο έργο σας!



**Φύλλο οδηγιών για τον/την εκπαιδευτικό**  
**1<sup>Η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ**  
**ΑΝΑΓΝΩΡΙΖΟΝΤΑΣ ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Η πρώτη διδακτική ενότητα αποτελεί εισαγωγή για την έννοια της ενέργειας, τις μορφές και τις πηγές της. Στόχος της είναι να αναδειχθούν οι αντιλήψεις των παιδιών και να ανακαλέσουν στη μνήμη τους γνώσεις από προηγούμενες τάξεις (σημείωση: τα παιδιά έχουν διδαχθεί την έννοια της ενέργειας και φαινόμενα που σχετίζονται με αυτή στην έκτη τάξη του δημοτικού). Οι ιδέες των παιδιών όπως περιγράφονται στη διεθνή βιβλιογραφία δείχνουν ότι τα παιδιά έχουν πολλές και συγκεκριμένες απόψεις για την ενέργεια. Πιστεύουν ότι η ενέργεια υπάρχει μόνο σε έμψυχα αντικείμενα, ότι είναι είδος καυσίμου, ότι υπάρχει σε σώματα που κινούνται και σε όσα περικλείουν δύναμη, ότι είναι ένα ρευστό προϊόν που δημιουργείται από κάποιες διαδικασίες και ότι είναι 'κάτι', αόριστη οντότητα που υπάρχει στα σώματα και προκαλεί αλλαγές (Solomon, 1983, Duit, 1984, Bliss & Ogborn, 1985, Watts & Gilbert, 1985, Trumper, 1990).

Περιλαμβάνει δύο δραστηριότητες που τείνουν να αναδείξουν τις ιδέες των παιδιών για τις μορφές ενέργειας και διαφορές ανάμεσα στις μορφές ενέργειας και τις πηγές ενέργειας. Οι δραστηριότητες είναι ομαδικές για να αναπτωχθεί η συνεργασία και η ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των παιδιών. Με αυτό τον τρόπο αναπτύσσονται και η χρήση λόγου, ο σεβασμός στον συνομιλητή και οι δεξιότητες επικοινωνίας.

### **1<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Λαμβάνοντας υπόψη τις απόψεις των παιδιών από τη βιβλιογραφία για την ενέργεια σχεδιάστηκε η πρώτη δραστηριότητα με τους εξής στόχους

#### **Στόχοι:**

1. Να αναδειχθούν οι αντιλήψεις των παιδιών για την ενέργεια
2. Να συνδεθούν οι νέες γνώσεις με τις εμπειρίες των παιδιών
3. Να παρατηρούν, να αναγνωρίζουν και να ονομάζουν τα παιδιά τις διάφορες μορφές ενέργειας που συναντούν μέσα από τις καθημερινές εμπειρίες τους

Δώστε σε κάθε παιδί ένα φύλλο εργασίας της πρώτης ενότητας. Στα φύλλα εργασίας υπάρχουν κάποιες εικόνες με γνώριμες παραστάσεις της καθημερινής ζωής. Οι εικόνες αναπαριστούν κάποια ή κάποιες μορφές ενέργειας που τα παιδιά πρέπει να διακρίνουν σύμφωνα με τις προηγούμενες εμπειρίες τους. Αφήστε την κάθε ομάδα να το επεξεργαστεί, να συζητήσει και να καταλήξει στα συμπεράσματά της. Κάντε σαφές στους μαθητές και τις μαθήτριές σας πόση σημασία έχει η σωστή συνεργασία ανάμεσά τους όσο και ανάμεσα σε εσάς και τα παιδιά. Αφού ολοκληρωθεί η ομαδική συζήτηση και εξαγωγή συμπερασμάτων συζητήστε στην τάξη τα συμπεράσματα κάθε ομάδας και διευκρινίστε τυχόν απορίες και παρανοήσεις των παιδιών. Μην ξεχνάτε ότι πρέπει συνεχώς να ενθαρρύνετε τα παιδιά να συμμετέχουν στη συζήτηση, να ρωτούν τις απορίες τους και να εκφράζουν τις απόψεις τους.

## **2<sup>η</sup> δραστηριότητα**

Οι στόχοι της δραστηριότητας διαμορφώθηκαν σύμφωνα με τις ιδέες των παιδιών από τη διεθνή βιβλιογραφία.

### **Στόχοι:**

1. Να ονομάζουν τις διάφορες πηγές ενέργειας
2. Να διευκρινίσουν τη διαφορά μεταξύ ενέργειας και καυσίμων υλικών
3. Να διακρίνουν τη διαφορά μεταξύ μορφών και πηγών ενέργειας
4. Να ονομάζουν τις μορφές ενέργειας και τις πηγές από τις οποίες μπορούν να προέρχονται

Μια βασική παρανόηση των παιδιών σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία είναι ότι τα παιδιά θεωρούν ότι η ενέργεια είναι καύσιμο υλικό και ότι συγχέουν τις μορφές με τις πηγές ενέργειας. Σε αυτή τη δραστηριότητα καλούνται τα παιδιά να αναρωτηθούν για τη σχέση ενέργειας-καυσίμων και να προβληματιστούν για τις διαφορές μεταξύ μορφών και πηγών ενέργειας. Αφού καταλήξουν σε κάποια αποτελέσματα θα συμπληρώσουν έναν πίνακα στον οποίο διαχωρίζονται οι μορφές από τις πηγές ενέργειας και φαίνονται οι γνωστές στα παιδιά πηγές ενέργειας. Αν το θεωρείτε απαραίτητο μπορείτε να καθοδηγήσετε τα παιδιά μέσα από συζήτηση στην

αναγνώριση και άλλων πηγών ενέργειας που εκείνα δεν έχουν αναφέρει. Ο ρόλος σας είναι να διευθύνετε και να καθοδηγήσετε τη συζήτηση που θα διεξαχθεί μετά το τέλος των συζητήσεων στις ομάδες, ώστε να δώσετε τις απαραίτητες διευκρινίσεις.

## Φύλλο οδηγιών για τον/την εκπαιδευτικό

### 2<sup>η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

#### Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΛΛΑΖΕΙ ΜΟΡΦΕΣ

Στη δεύτερη ενότητα το διδακτικό υλικό προβλέπει τη διδασκαλία των μετατροπών ενέργειας και της μεταφοράς ενέργειας. Η διδασκαλία για την ενότητα αυτή μπορεί να ολοκληρωθεί σε μία διδακτική ώρα.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία τα παιδιά θεωρούν ότι η ενέργεια αποτελεί χαρακτηριστικό συστατικό κάποιων σωμάτων. Αυτή η αντίληψη έχει ως συνέπεια να μην μπορούν να αντιληφθούν ότι η ενέργεια είναι μια οντότητα ανεξάρτητη από το σύστημα στο οποίο βρίσκεται, ότι μπορεί να αλλάζει μορφές και να μεταφέρεται από σώμα σε σώμα (Watts & Gilbert, 1985, Ault, 1988, Κολιόπουλος & Ραβάνης, 1998). Ειδικότερα στις περιπτώσεις που αφορούν στη μεταφορά ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο τα παιδιά θεωρούν ότι η ενέργεια ρέει ως ρευστό (Watts & Gilbert, 1985, Duit, 1984, Trumper, 1990). Για τη διδασκαλία των μετατροπών ενέργειας οι ερευνητές προτείνουν το μοντέλο της ενεργειακής αλυσίδας (Devi et al. 1996, Brna & Burton, 1997, Ametller & Pintó, 1997, Κολιόπουλος, 2000). Θεωρείται κατάλληλο γιατί εισάγει την μετατροπή ενέργειας σχηματικά μέσα από διαγράμματα ροής (flux-diagramms) κάτι που είναι κοντά στην αντίληψη των παιδιών για τη ροή της ενέργειας.

### 1<sup>η</sup> δραστηριότητα

#### Στόχοι:

1. Να αναγνωρίζουν τις μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούν οι συγκεκριμένες συσκευές καθημερινής χρήσης

2. Να αναγνωρίζουν τις νέες μορφές ενέργειας στις οποίες μετατρέπονται οι αρχικές μορφές ενέργειας
3. Να κατανοήσουν ότι κατά τη λειτουργία των συσκευών καθημερινής χρήσης υπάρχει μετατροπή ενέργειας από μια μορφή σε άλλη

Με αυτή τη δραστηριότητα συνδέονται οι γνώσεις από το σχολείο με καταστάσεις γνώριμες από την καθημερινή ζωή. Τα παιδιά θα εργαστούν σε ομάδες για να ονομάσουν μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται από συσκευές καθημερινής χρήσης και μορφές ενέργειας στις οποίες τις μετατρέπουν κατά τη λειτουργία τους.

Δώστε στα παιδιά από ένα φύλλο εργασίας (ατομικό) και ζητήστε να το συμπληρώσουν μετά από συζήτηση στην ομάδα τους. Αφήστε τους χρόνο να συζητήσουν και να προβληματιστούν και αφού συμπληρώσουν τον πίνακα και απαντήσουν στις ερωτήσεις συντονίστε μια ολοκληρωμένη συζήτηση στην τάξη όπου θα ακούσετε τις απόψεις όλων των ομάδων και θα τονίσετε τα σημαντικά σημεία που θεωρείτε ότι πρέπει να διευκρινιστούν.

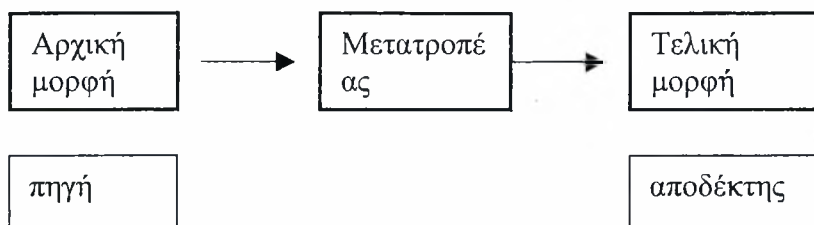
## 2<sup>η</sup> δραστηριότητα

### Στόχοι:

1. Να αντιληφθούν τα παιδιά ότι το μοντέλο της ενεργειακής αλυσίδας απεικονίζει την πορεία μετατροπής της ενέργειας
2. Να συμπληρώσουν τα διαγράμματα ροής που απεικονίζουν την ενεργειακή αλυσίδα
3. Να κατανοήσουν την πορεία μετατροπής ενέργειας από την πηγή μέχρι τον αποδέκτη με τη βοήθεια του μοντέλου της ενεργειακής αλυσίδας
4. Να αντιληφθούν την έννοια της υποβάθμισης της ενέργειας
5. Να διακρίνουν τη διαφορά ανάμεσα σε ενέργεια-θερμότητα και ενέργεια-έργο
6. Να κατανοήσουν ότι το έργο, η θερμότητα και η ακτινοβολία αποτελούν μεταφορείς ενέργειας

Αυτή η δραστηριότητα αφορά την ολοκληρωμένη συμπλήρωση της ενεργειακής αλυσίδας. Το μοντέλο της ενεργειακής αλυσίδας κρίνεται κατάλληλο για να διδαχθούν τα παιδιά τις μετατροπές ενέργειας και τη μεταφορά της από ένα σώμα σε ένα άλλο (Devi et al. 1996, Brna & Burton, 1997, Ametller & Pintó, 1997, Κολιόπουλος, 2000). Παράλληλα είναι και ο ιδανικός τρόπος για να διακρίνουν τη διαφορά μεταξύ ενέργειας-έργου καθώς και ενέργειας-θερμότητας κάτι που είναι πολύ δύσκολο όπως προκύπτει από τα συμπεράσματα ερευνών των Watts & Gilbert 1985, Barbetta et al. 1984, Singh & Rosengrant, 2003.

Δίνεται στα παιδιά μέσα από το φύλλο εργασίας ένα παράδειγμα στο οποίο απεικονίζεται σχηματικά το μοντέλο της ενεργειακής αλυσίδας όπως ακριβώς απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 1). Πρόκειται για ένα διάγραμμα ροής με τρία κουτάκια που συνδέονται μεταξύ τους με βέλη.



Σχήμα 1. Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου της ενεργειακής αλυσίδας

Το πρώτο κουτάκι από αριστερά συμβολίζει την αρχική ενέργεια, το μεσαίο κουτάκι συμβολίζει κάποια συσκευή που χρησιμοποιεί την αρχική μορφή ενέργειας και τη μετατρέπει σε ενέργεια κάποιας άλλης μορφής (μετατροπές ενέργειας) και το τρίτο στη σειρά κουτάκι συμβολίζει την τελική μορφή. Μεταξύ τους υπάρχουν βέλη που δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η μετατροπή ενέργειας. Η ενέργεια όταν αλλάζει μορφή μπορεί να μεταφερθεί σε άλλο σώμα για να χρησιμοποιηθεί (αποδέκτης ενέργειας). Κάτω από τα κουτάκια υπάρχουν αντίστοιχα οι λέξεις που προσδιορίζουν την πηγή της ενέργειας και το σώμα στο οποίο τελικά μεταφέρεται η ενέργεια μετά τη μετατροπή της (αποδέκτης ενέργειας). Η μετατροπή αυτή μπορεί να γίνει με τέσσερις τρόπους:

#### A) μηχανικό έργο

**Β) ηλεκτρικό έργο, (ηλεκτρικό ρεύμα)**

**Γ) θερμότητα**

**Δ) φως ή γενικότερα ακτινοβολία**

Κάντε ένα τέτοιο σχήμα στον πίνακα, (αν είναι δυνατό χρησιμοποιείστε διαφορετικά χρώματα για κάθε κουτάκι) και εξηγήστε στα παιδιά τι ακριβώς θέλετε να κάνουν.

Δώστε τους ένα παράδειγμα με πηγή, μετατροπέα και αποδέκτη και ζητείστε να σας πουν τι πρέπει να συμπληρώσετε σε κάθε κουτάκι και σε κάθε βέλος. Εξηγήστε τους με λόγια και παραδείγματα τη διαφορά μεταξύ των εκφράσεων: ‘η ενέργεια υπάρχει’, ‘η ενέργεια μετατρέπεται’, ‘η ενέργεια μεταφέρεται’.

Δώστε στα παιδιά να καταλάβουν ότι όταν η ενέργεια μεταφέρεται στο περιβάλλον μέσω θερμότητας και αυξάνει τη θερμοκρασία των σωμάτων λέμε ότι μετατρέπεται σε **θερμική ενέργεια** ή πιο σωστά σε **εσωτερική ενέργεια**. Συνδυάστε την αύξηση της θερμοκρασίας με την έννοια της απώλειας της ενέργειας που είναι γνώριμη στα παιδιά. Εξηγήστε τους ότι όταν η ενέργεια καταλήγει να θερμαίνει τα σώματα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω και να μετατραπεί ξανά σε άλλη μορφή. Γι’ αυτό λέμε ότι όταν η ενέργεια μετατρέπεται σε εσωτερική ενέργεια υποβαθμίζεται.

Στη συνέχεια και αφού απαντήσετε σε τυχόν ερωτήσεις των παιδιών αφήστε να εργαστούν στις ομάδες τους, απαντώντας σε όποια ερώτηση προκύψει στην πορεία και παρέχοντας όση βοήθεια χρειαστούν. Στο τέλος, αφού ολοκληρώσουν τα σχήματα και απαντήσουν στις ερωτήσεις, ζητείστε ένα παιδί από κάθε ομάδα να ζωγραφίσει στον πίνακα ένα από τα διαγράμματα ροής που έχουν σχεδιάσει. Συζητήστε, επίσης, με τα παιδιά το ρόλο του έργου και της θερμότητας στην ενεργειακή αλυσίδα.



**Φύλλο οδηγιών για τον/την εκπαιδευτικό**  
**3<sup>Η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ**  
**Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΙΝΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ**

Σε αυτή τη διδακτική ενότητα εξετάζεται η ποσοτική υπόσταση της ενέργειας, στην οποία βασίζεται η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας. Είναι μια εξαιρετικά δύσκολη ενότητα για τη διδασκαλία γιατί οι ιδέες των παιδιών δείχνουν ότι δεν κατανοούν την αόριστη αλλά και ποσοτική υπόσταση της ενέργειας. Οι έρευνες που έχουν γίνει για τις ιδέες των παιδιών αποδεικνύουν ότι τα παιδιά αδυνατούν να αντιληφθούν ότι η ενέργεια έχει ποσοτική υπόσταση, ότι δηλαδή είναι μετρήσιμη ποσότητα, και ότι ως ποσότητα διατηρείται αμετάβλητη παρόλο που αλλάζει μορφές και πηγαίνει από σώμα σε σώμα (Solomon, 1985, Trumper, 1990).

Αυτή η αντίληψη επηρεάζει τα παιδιά και ως προς την κατανόηση της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας. Στις περιπτώσεις που η ενέργεια μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο τα παιδιά θεωρούν ότι καταναλώνεται, κάποτε τελειώνει και τα σώματα ξαναγεμίζουν με ενέργεια όπως π.χ. οι μπαταρίες. Παράλληλα, τα παιδιά θεωρούν ότι η ενέργεια είναι καύσιμο υλικό, οπότε στο άκουσμα της διατήρησης της ενέργειας τα παιδιά αντιλαμβάνονται τη διατήρηση των φυσικών πόρων και καυσίμων (Carr & Kirkwood 1988). Επόμενο είναι να μην μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ΑΔΕ στα προβλήματα ούτε και στις εξηγήσεις που δίνουν για διάφορα φαινόμενα ακόμα και αν την έχουν διδαχθεί στο σχολείο (Duit, 1984, Trumper, 1993, Singh & Rosengrant 2003). Ένας λόγος που μπορεί να προκαλεί σύγχυση στα παιδιά μπορεί να είναι και η αρνητική διατύπωσή της (Solomon, 1985).

Για την διδασκαλία της ΑΔΕ η διεθνής βιβλιογραφία προτείνει να χρησιμοποιείται ένας διδακτικός μετασχηματισμός σύμφωνα με τον οποίο η παραδοσιακή μορφή της ΑΔΕ (αρνητική διατύπωση), προτείνεται να μετασχηματιστεί και να αποκτήσει θετική διατύπωση. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση του μετασχηματισμού έχει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Solomon, 1985, Κολιόπουλος, 2000). Η ΑΔΕ με την θετική διατύπωσή της δίνεται στα παιδιά από το φύλλο εργασίας.

Η διδακτική ενότητα περιλαμβάνει δύο δραστηριότητες, μια ομαδική πειραματική δραστηριότητα και μια ατομική δραστηριότητα που αποτελεί επίλυση προβλήματος. Από παιδαγωγική άποψη η πειραματική δραστηριότητα έχει τα θετικά στοιχεία του



πειράματος, δηλαδή εγείρει το ενδιαφέρον των παιδιών, τα εισάγει στον επιστημονικό τρόπο σκέψης, αναπτύσσει δεξιότητες προάγει τη συνεργασία μεταξύ των παιδιών (Κουμαράς, 2003).

Η επίλυση προβλήματος είναι είδος δραστηριότητας που προτείνεται συνήθως στο τέλος του μαθήματος για να χρησιμοποιηθεί η νέα γνώση από τα παιδιά (Κόκκοτας, 2002). Τα προβλήματα έχουν στόχο τα παιδιά να εφαρμόσουν την ΑΔΕ σε απλές ασκήσεις με θέματα από την καθημερινή ζωή, συνοψίζοντας τις γνώσεις που αποκτήθηκαν στο μάθημα. Για τη διδασκαλία των δύο δραστηριοτήτων προτείνεται χρονική διάρκεια μίας διδακτικής ώρας.

## **1<sup>η</sup> δραστηριότητα**

### **Στόχοι:**

1. Να αντιληφθούν τα παιδιά την ποσοτική υπόσταση της ενέργειας
2. Να πειραματιστούν και να προβληματιστούν σχετικά με την ποσοτική διατήρηση της ενέργειας
3. Να αποκτήσουν την ευχέρεια ερμηνείας κάποιων ενεργειακών μετατροπών με τη χρήση της ΑΔΕ.
4. Να προβλέπουν το αποτέλεσμα κάποιων ενεργειακών μετατροπών

Η δραστηριότητα επιλέχθηκε γιατί είναι μια απλή πειραματική διαδικασία που μπορεί να πραγματοποιηθεί σε κάθε τάξη χωρίς να χρειάζεται ειδικά υλικά ενώ παράλληλα αποτελεί μια εικόνα εξαιρετικά γνώριμη στα παιδιά.

Η δραστηριότητα προτείνεται να πραγματοποιηθεί από ομάδες των δύο ατόμων για να υπάρχει μεγαλύτερη συμμετοχή από όλα τα παιδιά στη διεξαγωγή του πειράματος. Πρόκειται για την παρατήρηση της κίνησης μιας μπάλας που αφήνεται να πέσει ελεύθερα από συγκεκριμένο ύψος και την ενεργειακή εξήγηση του φαινομένου. Τα παιδιά θα χρειαστούν μέτρο ή μεζούρα, μπάλες μικρές πλαστικές ή μπάλες του τέννις, αρκεί να είναι ίδιες μεταξύ τους. Βοηθήστε τα παιδιά να στήσουν το πείραμα και εξηγήστε τους τι πρέπει να κάνουν. Αφού μετρήσουν το αρχικό ύψος και αφήσουν τη μπάλα να πέσει πρέπει να μετρήσουν σε ποιο ύψος αναπηδά η μπάλα για πρώτη και για δεύτερη φορά. Τα παιδιά αφού παρατηρήσουν το φαινόμενο θα πρέπει να εξηγήσουν γιατί τελικά η μπάλα σταματάει. Οι ερωτήσεις που προτείνονται από το φύλλο εργασίας προτρέπουν τα παιδιά να χρησιμοποιήσουν την ΑΔΕ για να

εξηγήσουν το φαινόμενο. Αφού συζητήσουν μεταξύ τους τα παιδιά εσείς θα συντονίσετε την συζήτηση στην τάξη κατά την οποία μπορείτε να λύσετε τυχόν απορίες και να επισημάνετε τον τρόπο χρήσης της ΑΔΕ.

## 2<sup>η</sup> δραστηριότητα

### Στόχοι:

1. Να αντιληφθούν την ποσοτική υπόσταση της ενέργειας
2. Να χρησιμοποιούν την ΑΔΕ για να εξηγούν φαινόμενα που παρατηρούν στην καθημερινή ζωή
3. Να κατανοήσουν την εφαρμογή της ΑΔΕ

Η δεύτερη δραστηριότητα είναι ατομική οπότε το κάθε παιδί πρέπει να εργαστεί μόνο του. Η δραστηριότητα περιλαμβάνει ερωτήσεις-προβλήματα στις οποίες για να απαντήσουν τα παιδιά χρειάζεται να χρησιμοποιήσουν την ΑΔΕ. Η ΑΔΕ δίνεται στα παιδιά για να τη χρησιμοποιήσουν από το φύλλο εργασίας που θα τους δώσετε. Τα προβλήματα δεν περιέχουν δύσκολες αριθμητικές πράξεις αφού η διδασκαλία δεν σχετίζεται με τα μαθηματικά.

Αφού τα παιδιά δώσουν τις απαντήσεις θα ακολουθήσει συζήτηση στην τάξη κατά τη διάρκεια της οποίας καλείστε να βοηθήσετε τα παιδιά να λύσουν τις απορίες τους και να καθοδηγήσετε τη σκέψη τους ώστε να χρησιμοποιούν σωστά την ΑΔΕ και να μάθουν πότε πρέπει να τη χρησιμοποιούν.

Στην παρούσα διδακτική ενότητα γίνεται προσπάθεια να συνδεθούν οι επιστημονικές έννοιες ‘ενέργεια’, ‘πηγές και μορφές ενέργειας’ και διατήρηση ενέργειας’ που έχουν διδαχθεί τα παιδιά στις προηγούμενες ενότητες με τις συνέπειες της χρήσης των πηγών ενέργειας στο περιβάλλον. Η διδασκαλία αυτής της διδακτικής ενότητας προτείνεται να εξελιχθεί σε 4-5 διδακτικές ώρες. Πιο συγκεκριμένα, με τις προτεινόμενες δραστηριότητες (πειραματικές, δραστηριότητες επεξεργασίας πληροφοριών που δίνονται στα παιδιά, δραστηριότητες αντιστοίχισης και κατασκευής εννοιολογικού χάρτη) επιχειρείται:

A) Να διαπιστώσουν τα παιδιά ότι από την καύση καυσίμων υλικών που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή (στερεών, υγρών και αερίων) παράγεται ενέργεια με μορφή θερμότητας, η ποσότητα της οποίας διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του καυσίμου

B) Να συσχετίσουν τη χρήση των πηγών ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα με το οικονομικό επίπεδο των χωρών καθώς και τις τρέχουσες πολιτικές εξελίξεις με την κατοχή και χρήση των κύριων πηγών ενέργειας (ορυκτούς πόρους κλπ.)

Γ) Να συσχετίσουν τις πηγές ενέργειας με τις πιθανές επιπτώσεις της χρήσης τους στο περιβάλλον

Δ) Να καταγράψουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των διάφορων πηγών ενέργειας και τέλος, να προβληματιστούν πάνω στους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας και να προτείνουν πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας σε τοπικό και ατομικό επίπεδο.

Κάποιες από τις προτεινόμενες δραστηριότητες επιλέχθηκαν έπειτα από τη διαπίστωση ότι οι έρευνες για τις ιδέες των παιδιών έχουν δείξει ότι αυτά δεν αντιλαμβάνονται πώς από την καύση των καυσίμων υλών προκύπτει ενέργεια με τη μορφή θερμότητας (De Vos & Verdonk, 1986). Επίσης τα παιδιά δεν έχουν συγκεκριμένη άποψη για τη ρύπανση θεωρώντας ως ρύπανση ‘ό,τι κάνει κακό στο περιβάλλον’ (Fransis et al. 1993). Συνήθως ταυτίζουν με τη ρύπανση όλα ανεξαρτήτως τα αέρια που εκλύονται κατά την καύση ουσιών χωρίς να τα αναγνωρίζουν (Dove, 1996, Λοντρίδου & Παπαδημητρίου, 2002).

Προκειμένου να ενημερωθείτε καλύτερα για τις προτεινόμενες δραστηριότητες στη συνέχεια γίνεται αναλυτικότερη παρουσίαση της καθεμιάς από αυτές.

## 1<sup>η</sup> δραστηριότητα

### Στόχοι:

1. Να ασκηθούν τα παιδιά στην πειραματική διαδικασία
2. Να διαπιστώσουν ότι εκλύεται ενέργεια με τη μορφή θερμότητας από την καύση ορισμένων ουσιών
3. Να υπολογίσουν το ποσό της θερμότητας που εκλύεται σε κάθε περίπτωση

Η δραστηριότητα αυτή είναι πειραματική και η πραγματοποίησή της προτείνεται για να αντιληφθούν και να υπολογίσουν τα παιδιά τη θερμότητα που εκλύεται από την καύση ορισμένων καυσίμων (πετρελαίου, βουτανίου, οιοπνεύματος, κάρβουνου). Η πειραματική δραστηριότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί στο σχολικό εργαστήριο από τα παιδιά με την επίβλεψη πάντα με τη βοήθεια και την επίβλεψή σας. Οι ομάδες παιδιών, αν και πειραματική δραστηριότητα, προτείνεται να είναι τετραμελείς για να διευκολύνεται η επίβλεψη της πειραματικής διαδικασίας.

Τα υλικά που θα χρειαστούν για τη διεξαγωγή του πειράματος είναι συσκευές καύσης βουτανίου (camping gas), συσκευές καύσης πετρελαίου (βάση λάμπας πετρελαίου) και συσκευές καύσης οιοπνεύματος (βάση λάμπας που καίει φωτιστικό οινόπνευμα) και ένα κομμάτι κάρβουνο ξύλου του εμπορίου. Αν δεν υπάρχουν οι συσκευές αυτές στο σχολικό εργαστήριο μπορούν τα παιδιά να τις προμηθευτούν από το εμπόριο. Επίσης θα χρειαστούν ποτήρια ζέσης χωρητικότητας 100ml, θερμόμετρα, ορθοστάτες και πλέγματα αμιάντου που όλα υπάρχουν στο σχολικό εργαστήριο.

Τα παιδιά θα χρειαστούν μολύβια για την καταγραφή σημειώσεων και ρολόι ή χρονόμετρο για τη μέτρηση του χρόνου. Με την καθοδήγησή σας τα παιδιά θα πραγματοποιήσουν τέσσερα πειράματα καύσης διαφορετικών καυσίμων (βουτανίου, πετρελαίου, οιοπνεύματος, κάρβουνου).

Αρχικά θα γεμίσουν τα ποτήρια ζέσης με ποσότητα νερού βρύσης 100 ml. Θα μετρήσουν με το θερμόμετρο τη θερμοκρασία του νερού (θερμοκρασίας περίπου 22°C), θα την καταγράψουν στο φύλλο εργασίας της και θα τοποθετήσουν το ποτήρι ζέσης στη συσκευή καύσης που μόλις έχετε ανάψει τη φλόγα. Τότε θα ενεργοποιήσουν το χρονόμετρό τους. Θα θερμάνουν το νερό μέχρι να μεταβληθεί η

θερμοκρασία του κατά  $5^{\circ}\text{C}$  από την αρχική θερμοκρασία. Όταν η θερμοκρασία φθάσει στην επιθυμητή τιμή θα σταματήσουν το χρονόμετρο, θα καταγράψουν τη χρονική διάρκεια της θέρμανσης και θα υπολογίσουν μέσω της εξίσωσης του Νόμου της Θερμιδομετρίας ( $Q=m\cdot c\cdot\Delta\theta$ ) το ποσό θερμότητας που εκλύθηκε από την καύση. Η ίδια διαδικασία πρέπει να επαναληφθεί για όλα τα καύσιμα υλικά που έχουν στη διάθεσή τους.

Τα πειράματα αυτά στοχεύουν στην εξοικείωση των παιδιών με την πειραματική διαδικασία, την παρατήρηση, τη μέτρηση και την καταγραφή σημειώσεων και στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την έκλυση ενέργειας από την καύση καθώς και τη σύγκριση της θερμότητας που εκλύεται από τα διάφορα καύσιμα υλικά.

## 2<sup>η</sup> δραστηριότητα

### Στόχοι:

1. Να γνωρίσουν τα παιδιά τα προϊόντα της καύσης των στερών και υγρών καυσίμων
2. Να προβληματιστούν για τις επιπτώσεις της χρήσης των καυσίμων στο περιβάλλον
3. Να συσχετίσουν τα προϊόντα της καύσης με τα φαινόμενα ρύπανσης

Σε αυτή τη δραστηριότητα τα παιδιά θα μελετήσουν έντυπα με πληροφορίες για τα προϊόντα της καύσης και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον που δίνονται στα παιδιά μαζί με το διδακτικό υλικό. Δώστε τον απαραίτητο χρόνο στα παιδιά να διαβάσουν το υλικό και αφού συζητήσουν στις ομάδες τους και συμπληρώσουν τα φύλλα εργασίας, σχολιάστε μαζί τους τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν.

## 3<sup>η</sup> δραστηριότητα

### Στόχοι:

1. Να αντιληφθούν τα παιδιά τη σημασία της χρήσης της ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο
2. Να συγκρίνουν τη χρήση ενέργειας με το οικονομικό επίπεδο των χωρών

3. Να συσχετίσουν τις τρέχουσες πολιτικές εξελίξεις με την κατοχή και χρήση των κύριων πηγών ενέργειας

Το υλικό παρέχει στα παιδιά κάποια διαγράμματα, και έντυπο υλικό με πληροφορίες για τη διεθνή κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και την χρήση των πηγών ενέργειας. Αφήστε τα παιδιά να το μελετήσουν, να συζητήσουν στις ομάδες τους, και να καταλήξουν στα συμπεράσματά τους. Δώστε τους βοήθεια αν χρειαστούν κυρίως στην ερμηνεία των διαγραμμάτων. Στο τέλος συζητήστε στην τάξη τις παγκόσμιες προοπτικές για τη χρήση των καυσίμων και το ρόλο που παίζουν τα καύσιμα στο πολιτικό σκηνικό.

#### **4<sup>η</sup> δραστηριότητα**

##### **Στόχοι:**

1. Να γνωρίσουν τις επιπτώσεις από τη χρήση των πηγών ενέργειας στο περιβάλλον

Ο ρόλος σας σε αυτή τη δραστηριότητα είναι καθοδηγητικός και βοηθητικός. Τα παιδιά θα ανατρέξουν στο πληροφοριακό υλικό για να συγκεντρώσουν πληροφορίες για τη χρήση των πηγών ενέργειας και τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον. Βοηθήστε τα παιδιά στην κατανόηση των κειμένων, αν χρειαστεί.

Αφού τα παιδιά συζητήσουν στις ομάδες τους και καταγράψουν τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν, καθοδηγήστε τα να συμπληρώσουν έναν χάρτη εννοιών που υπάρχει στα φύλλα εργασίας, συζητήστε και σχολιάστε μαζί τους τις προοπτική χρήσης της κάθε πηγής ενέργειας στο μέλλον, ανάλογα με τις επιπτώσεις που έχει η χρήση της στο περιβάλλον.

#### **5<sup>η</sup> δραστηριότητα**

##### **Στόχοι:**

1. Να διαπιστώσουν ότι η λειτουργία κάποιων συσκευών μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας



2. Να συγκρίνουν τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας άλλοτε και τώρα

Τα παιδιά θα παρατηρήσουν κάποια σκίτσα στα οποία απεικονίζονται μηχανισμοί που χρησιμοποιούν διαφορετικές πηγές ενέργειας για να τη μετατρέψουν σε κινητική ώστε να κινηθεί ένα απλό όχημα.

Στη συνέχεια θα αναζητήσουν στα σχολικά βιβλία και στα βιβλία που πιθανόν να υπάρχουν στη σχολική βιβλιοθήκη κάποιες εικόνες που απεικονίζουν τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ενέργεια από τον Ήλιο, τον άνεμο και την οργανική ύλη) άλλοτε και τώρα. Αφού τις παρατηρήσουν καλούνται να καταγράψουν τα σχόλιά τους. Στο τέλος ακούστε τα σχόλια όλων των ομάδων και δώστε στα παιδιά την ευκαιρία να πουν τις απόψεις τους.

## 6<sup>η</sup> δραστηριότητα

### Στόχοι:

1. Να ασκηθούν τα παιδιά στην αναζήτηση πληροφοριών για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των πηγών ενέργειας
2. Να καταγράψουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα

Στη δραστηριότητα αυτή τα παιδιά καλούνται να ανατρέξουν στις πληροφορίες που τους δίνονται και επιπλέον να αναζητήσουν περισσότερες πληροφορίες για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των πηγών ενέργειας από εγκυκλοπαίδειες, εφημερίδες και περιοδικά καθώς και από το διαδίκτυο στην ιστοσελίδα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας- Κ.Α.Π.Ε. (<http://www.cress.ariadne-t.gr>) και στην ιστοσελίδα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (<http://www.eea.eu.int>)

Στη συνέχεια, αφού επεξεργαστούν τις πληροφορίες που έχουν συλλέξει, τους ζητείται να καταγράψουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πηγών.



## 7<sup>η</sup> δραστηριότητα

### Στόχοι:

1. Να προβληματιστούν τα παιδιά πάνω στα θέματα που αφορούν τη χρήση της ενέργειας και στους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας
2. Να προτείνουν πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας στους συμμαθητές τους και στις οικογένειές τους

Στην τελευταία αυτή δραστηριότητα τα παιδιά αφού έχουν μελετήσει την έννοια της ενέργειας, τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται και τις επιπτώσεις από τη χρήση τους καλούνται να προβληματιστούν πάνω στους τρόπους καλύτερης διαχείρισης της ενέργειας, να συζητήσουν στις ομάδες τους και να προτείνουν τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να υιοθετηθούν από τα ίδια τα παιδιά, τις οικογένειές τους και την τοπική κοινωνία. Καλό θα είναι να ενθαρρύνετε τα παιδιά να ανακοινώσουν τις προτάσεις τους και έξω από τη σχολική τάξη. Αν μπορείτε οργανώστε μια παρουσίαση στο σχολείο για να μπορέσουν να ανακοινώσουν τις προτάσεις τους στους συμμαθητές και τις συμμαθήτριές τους.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2**  
**ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΑΘΗΤΡΙΕΣ**

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 1<sup>η</sup> διδακτική ενότητα

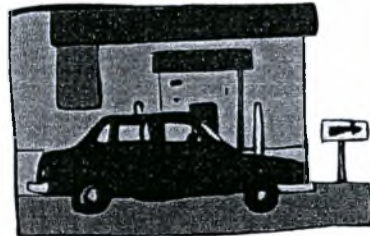
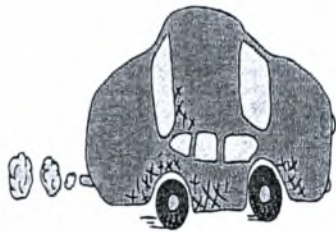
#### ΑΝΑΓΝΩΡΙΖΟΝΤΑΣ ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 1<sup>η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ):

ΥΛΙΚΑ: Μολύβι, γομολάστιχα

Σας δίνονται κάποιες εικόνες της καθημερινής ζωής και κάποιες μορφές ενέργειας που πιθανόν να περιγράφονται από τις εικόνες (κινητική, δυναμική λόγω θέσης, δυναμική λόγω παραμόρφωσης, ηλεκτρική, χημική, θερμική, φως, ήχος). Να γράψετε κάτω από κάθε εικόνα τη μορφή ενέργειας που νομίζετε ότι έχει (μπορεί να υπάρχουν και περισσότερες από μία):







## ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Αφού ολοκληρώσουν όλα τα μέλη της ομάδας σας την καταγραφή των μορφών ενέργειας που θεωρούν ότι υπάρχει σε κάθε σχήμα να συζητήσετε τα παρακάτω ερωτήματα, και να γράψετε τις απαντήσεις παρακάτω:

Η ενέργεια έχει σχέση μόνο με τους ζωντανούς οργανισμούς;.....

Η ενέργεια υπάρχει μόνο σε αντικείμενα που κινούνται;.....

Η ενέργεια έχει σχέση με τις συσκευές;.....

Πού νομίζετε τελικά ότι υπάρχει ενέργεια;.....  
.....

## 2<sup>Η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

ΥΛΙΚΑ: μολύβι ή στυλό

Συζητήστε στην ομάδα σας για τα είδη των καυσίμων που γνωρίζετε και καταγράψτε τα

.....  
.....

Συζητήστε ποιες πηγές ενέργειας γνωρίζετε και καταγράψτε τις

.....  
.....

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Συμπίπτουν κάποιες πηγές ενέργειας με τις μορφές ενέργειας που παρατηρήσατε στις εικόνες της προηγούμενης δραστηριότητας (δηλ. κινητική, δυναμική λόγω θέσης, δυναμική λόγω παραμόρφωσης, ηλεκτρική, θερμική, χημική, φως, ήχος);

.....  
.....  
.....

Νομίζετε ότι υπάρχει διαφορά ανάμεσα στη «μορφή ενέργειας» και στην «πηγή ενέργειας»; αν ναι, τι είναι αυτό ως προς το οποίο διαφέρουν;

.....  
.....

Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα με μορφές ενέργειας και τις πηγές τους όπως το παράδειγμα που ακολουθεί:

Πηγές ενέργειας	Μορφές ενέργειας
Καύση κάρβουνου-πετρελαίου-βενζίνης	Θερμική-Κινητική-ηλεκτρική
άνεμος	
Ραδιενεργά στοιχεία	



## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 2<sup>η</sup> διδακτική ενότητα

#### Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΛΛΑΖΕΙ ΜΟΡΦΕΣ

1<sup>η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ):

ΥΛΙΚΑ: μολύβι ή στυλό

Παιδιά, η ενέργεια, όπως είδατε και στο προηγούμενο φύλλο εργασίας, δεν είναι ιδιότητα κάποιων σωμάτων μόνο, υπάρχει σε όλα τα σώματα με κάποια ή κάποιες μορφές. Οι μορφές ενέργειας μπορούν να αλλάξουν, δηλαδή να εξακολουθεί να υπάρχει η ενέργεια αλλά σε άλλη μορφή. Οι συσκευές που χρησιμοποιούμε μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε άλλη άμεσα χρησιμοποιήσιμη.

Στον παρακάτω πίνακα υπάρχουν κάποιες συσκευές που χρησιμοποιούμε στη ζωή μας. Αφού συζητήστε στην ομάδα σας, σημειώστε στην πρώτη στήλη τη μορφή ενέργειας που χρειάζονται για να λειτουργήσουν και στη δεύτερη στήλη τη μορφή στην οποία τη μετατρέπουν με τη λειτουργία τους (μπορεί να είναι και περισσότερες από μία).

συσκευή	Μορφή ενέργειας που χρησιμοποιούν για να λειτουργήσουν	Μορφή ενέργειας στην οποία μετατρέπουν την αρχική μορφή ενέργειας (μπορεί να είναι περισσότερες από μία)
ατμομηχανή		
αυτοκίνητο		
Ηλιακός θερμοσίφωνα		
ηλεκτρικός θερμοσίφωνα		
ποδήλατο		
πλυντήριο		
ανεμόμυλος		

τηλεόραση		
νερόμυλος		
ανεμιστήρας		
λάμπα		

### ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συζητήστε στην τάξη με όλες τις ομάδες τις απαντήσεις που δώσατε. Σε ποιες περιπτώσεις συμφωνείτε και σε ποιες διαφωνείτε με τις απόψεις των άλλων ομάδων αν έχετε διαφορετικές απόψεις καταγράψτε τις αντίστοιχες περιπτώσεις

.....

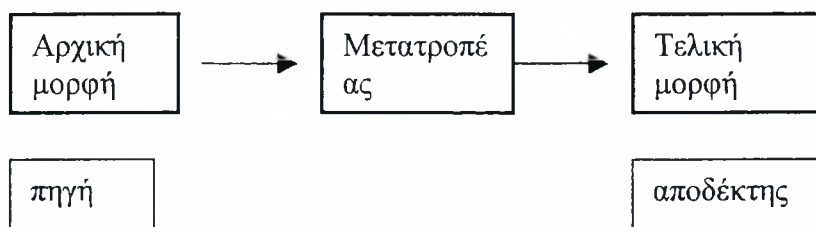
.....

.....

### 2<sup>η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ):

ΥΛΙΚΑ: μολύβι και γομολάστιχα

Στα σχήματα που ακολουθούν θα δείτε τρία κουτάκια σε μια σειρά που απεικονίζουν την 'ενεργειακή αλυσίδα'.



Το πρώτο κουτάκι από αριστερά συμβολίζει την αρχική ενέργεια, το μεσαίο κουτάκι συμβολίζει κάποια συσκευή που χρησιμοποιεί την αρχική μορφή ενέργειας και τη μετατρέπουν σε ενέργεια κάποιας άλλης μορφής (μετατροπέας ενέργειας) και το τρίτο στη σειρά κουτάκι συμβολίζει την τελική μορφή. Μεταξύ τους υπάρχουν βέλη που δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η μετατροπή ενέργειας. Η ενέργεια όταν αλλάζει μορφή μπορεί να μεταφερθεί σε άλλο σώμα για να χρησιμοποιηθεί (αποδέκτης ενέργειας). Κάτω από τα κουτάκια υπάρχουν αντίστοιχα οι λέξεις που προσδιορίζουν την πηγή της ενέργειας και το σώμα στο οποίο τελικά μεταφέρεται η ενέργεια μετά τη μετατροπή της (αποδέκτης ενέργειας). Η μετατροπή αυτή μπορεί να γίνει με τέσσερις τρόπους:

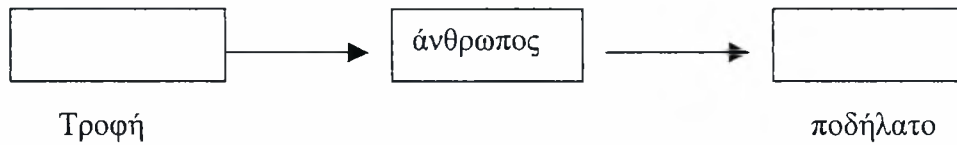
- A) **μηχανικό έργο**
- B) **ηλεκτρικό έργο, (ηλεκτρικό ρεύμα)**
- Γ) **θερμότητα**
- Δ) **φως ή γενικότερα ακτινοβολία**

Κάντε ένα τέτοιο σχήμα στον πίνακα, (αν είναι δυνατό χρησιμοποιήστε διαφορετικά χρώματα για κάθε κουτάκι) και εξηγήστε στα παιδιά τι ακριβώς θέλετε να κάνουν. Δώστε τους ένα παράδειγμα και ζητήστε να σας πουν τι πρέπει να συμπληρώσετε σε κάθε κουτάκι και σε κάθε βέλος. Εξηγήστε τους με λόγια και παραδείγματα τη διαφορά μεταξύ των εκφράσεων: ‘η ενέργεια υπάρχει’, ‘η ενέργεια μετατρέπεται’

Δώστε στα παιδιά να καταλάβουν ότι όταν η ενέργεια μεταφέρεται στο περιβάλλον μέσω θερμότητας και αυξάνει τη θερμοκρασία των σωμάτων λέμε ότι μετατρέπεται σε **θερμική ενέργεια** ή πιο σωστά σε **εσωτερική ενέργεια**. Όταν όμως η ενέργεια καταλήγει να θερμαίνει τα σώματα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω και να μετατραπεί ξανά σε άλλη μορφή. Γι’ αυτό λέμε ότι όταν η ενέργεια μετατρέπεται σε εσωτερική ενέργεια υποβαθμίζεται.

Να γράψετε πάνω από κάθε βέλος τον τρόπο μετατροπής ή μεταφοράς ενέργειας και την αρχική και τελική μορφή ενέργειας στο πρώτο και στο τελευταίο κουτάκι: δίνεται ένα παράδειγμα:





### ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Εξετάστε αν οι παραπάνω τελικές μορφές ενέργειας μπορούν να μετατραπούν σε νέες μορφές. Αν ναι, σε ποιες περιπτώσεις συμβαίνει αυτό;

.....  
.....

Νομίζετε ότι η εσωτερική ενέργεια που αυξάνει τη θερμοκρασία των σωμάτων μπορεί να αξιοποιηθεί επιπλέον; Αν ναι, πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε περίπτωση;

.....  
.....

Θεωρείτε ότι όταν η ενέργεια θερμαίνει τα σώματα συνδέεται με την έκφραση 'απώλεια ενέργειας';

.....  
.....

Τι νομίζετε ότι σημαίνει ο όρος 'υποβάθμιση ενέργειας';

.....  
.....

Σε ποιες από τις παραπάνω περιπτώσεις νομίζετε ότι η ενέργεια υποβαθμίζεται;

.....  
.....

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 3<sup>η</sup> διδακτική ενότητα

#### Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΙΝΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ

Παιδιά, σε αυτή τη διδακτική ενότητα την ενέργεια θα την αντιμετωπίσετε ως ποσότητα. Η ενέργεια είναι μια ποσότητα που ενώ αλλάζει μορφές και πηγαίνει από σώμα σε σώμα το τελικό ποσό της είναι το ίδιο με το αρχικό ακόμα και αν έχει ‘υποβαθμιστεί’ ως θερμική ενέργεια. Αυτή η πρόταση είναι μια έκφραση της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας και δίνεται για να σας βοηθήσει να σκαφείτε και να απαντήσετε στα ερωτήματα των παρακάτω δραστηριοτήτων. Για την πρώτη δραστηριότητα (πείραμα) θα δουλέψετε ανά δύο άτομα, δηλαδή εσείς που κάθεστε μαζί στο ίδιο θρανίο. Στη συνέχεια θα επιστρέψετε στην ομάδα που ήσαστε και στα προηγούμενα μαθήματα.

#### 1<sup>η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ):

##### ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΥΛΙΚΑ:** μολύβια, μέτρο ξύλινο ή μεζούρα, μπαλάκια πλαστικά ή μπαλάκια τένις (αν υπάρχουν), αρκεί να είναι ίδια για όλες τις ομάδες.

##### ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Πριν ξεκινήσετε το πείραμα σκεφτείτε την απάντηση στην εξής ερώτηση:

*Αν αφήσετε μια μπάλα από ύψος ενός μέτρου από το έδαφος να πέσει κάτω, που νομίζετε ότι θα φτάσει μετά την πρώτη αναπήδησή της;*

.....  
.....

Για να ελέγξετε την απάντηση που δώσατε στην παραπάνω ερώτηση αλλά και για να εξηγήσετε τι ακριβώς συμβαίνει κάντε το παρακάτω πείραμα:

A) Σταθείτε και τα δύο παιδιά κάθε ομάδας δίπλα σε έναν τοίχο της αίθουσας της τάξης σας και μετρήστε με το ξύλινο μέτρο ύψος ενός μέτρου. Σημειώστε μια μικρή γραμμή με ένα μολύβι το ύψος στον τοίχο

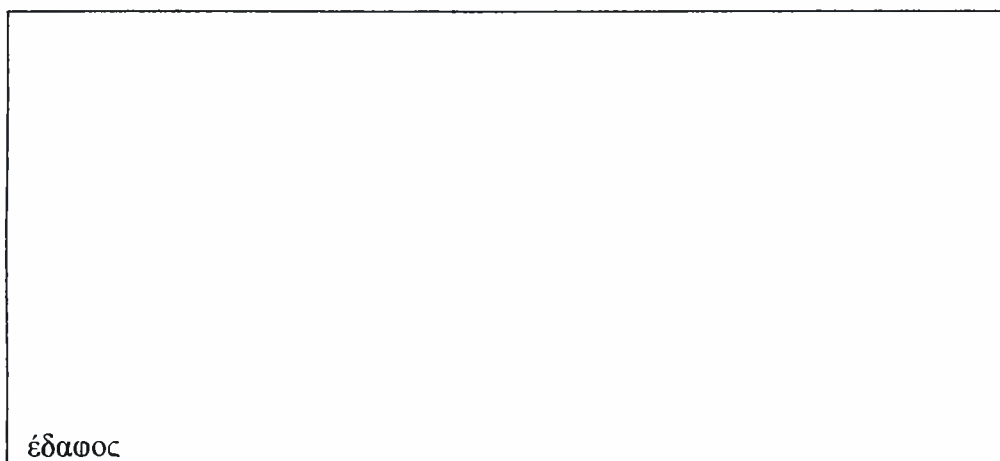
B) Από αυτό το ύψος το ένα παιδί θα αφήσει μια μικρή μπάλα να πέσει κατακόρυφα στο έδαφος, ενώ το άλλο θα κρατάει το μέτρο ακίνητο δίπλα στον τοίχο.

Γ) Αφού αναπηδήσει πρώτη φορά σημειώστε στον τοίχο με το μολύβι μια μικρή γραμμή που να δείχνει το ύψος στο οποίο έφθασε (κατά προσέγγιση).....

Δ) Η μπάλα αναπηδά για δεύτερη φορά και ανεβαίνει σε δεύτερο ύψος. Σημειώστε και αυτό κατά προσέγγιση.....

E) Αναπηδά πάνω από δύο φορές;.....

Z) Σχεδιάστε ένα πρόχειρο σχήμα στο παρακάτω πλαίσιο που να δείχνει το αρχικό ύψος από το οποίο αφέθηκε η μπάλα, το ύψος μετά την πρώτη αναπήδηση και το ύψος μετά τη δεύτερη αναπήδηση και το ύψος που βρίσκεται η μπάλα στο τέλος της κίνησής της.



Αφού ολοκληρώσετε το πείραμα συζητήστε τα παρακάτω ερωτήματα με το διπλανό ή τη διπλανή σας και σημειώστε τις απαντήσεις σας



## ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Τι μορφή ενέργειας είχε η μπάλα τη στιγμή που αφέθηκε ελεύθερη;

.....

Τι μορφή ενέργειας έχει τη στιγμή που φθάνει στο έδαφος; (πριν ακουμπήσει στο έδαφος).....

.....

Αν όταν αφήσαμε τη μπάλα ελεύθερη είχε ενέργεια ίση με 10J (Joule, μονάδα μέτρησης της ενέργειας) πόση ενέργεια νομίζετε ότι έχει τη στιγμή που φθάνει στο έδαφος; (μικρότερη, μεγαλύτερη, ή ίση με 10J )

.....

.....

Παρατηρήστε το σχήμα που έχετε σχεδιάσει και δείτε σε ποιο ύψος φθάνει μετά την πρώτη αναπήδηση. Είναι το ίδιο με το αρχικό ύψος από το οποίο αφέθηκε να πέσει;

.....

Δικαιολογήστε γιατί συμβαίνει αυτό

.....

.....

Όπως διαπιστώσατε η μπάλα τελικά σταματάει. Γιατί συμβαίνει αυτό;

.....

.....

Πόση ενέργεια έχει η μπάλα όταν τελικά σταματάει; (μικρότερη, μεγαλύτερη, ή ίση με 10J);

.....

.....

Αν απαντήσατε ότι έχει μικρότερη ενέργεια από 10J, τότε πού πήγε η ενέργειά της;

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.....

.....

.....

.....

.....

.....

### ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συμφωνείτε με την απάντηση που είχατε δώσει στο αρχικό ερώτημα πριν να κάνετε το πείραμα; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

Συζητήστε στην ομάδα σας και καταγράψτε τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε

.....

.....

.....

.....

Συζητήστε στην τάξη με τις άλλες ομάδες, και καταγράψτε τα συμπεράσματά σας

.....

.....

.....

.....

## 2<sup>Η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΑΤΟΜΙΚΗ):

ΥΛΙΚΑ: μολύβι, γομολάστιχα

Αυτή η δραστηριότητα περιλαμβάνει κάποια ερωτήματα στα οποία εφαρμόζεται η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας. Για να απαντήσετε χρειάζεται να συμβουλευθείτε την Αρχή Διατήρησης της ενέργειας που σας έχει δοθεί στην πρώτη σελίδα του φύλλου εργασίας.

Δουλέψτε ατομικά αυτή τη φορά και αφού απαντήσετε στις ερωτήσεις συζητήστε με τα παιδιά της ομάδας σας και συγκρίνετε τις απαντήσεις που έχετε δώσει. Ο καθηγητής ή καθηγήτριά σας θα σας βοηθήσει σε ό,τι χρειαστείτε και θα λύσει τυχόν απορίες σας. Μην ξεχνάτε ότι πρέπει να ρωτάτε ό,τι δεν καταλαβαίνετε!

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

1α). Μια μπαταρία δίνει ενέργεια σε ένα μίξερ. Η ενέργεια της μπαταρίας είναι 100j. Σε ποιες μορφές ενέργειας μετατρέπεται η ενέργεια στη συσκευή;

.....  
.....  
.....

1β). Πόση θα είναι η ωφέλιμη ενέργεια στο μίξερ;

- i) μικρότερη από 100j;
- ii) μεγαλύτερη από 100j;
- iii) ίση με 100j;

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

.....  
.....  
.....

2. Ένας ηλεκτρικός γερανός ανεβάζει ένα κιβώτιο στο δεύτερο όροφο μιας πολυκατοικίας. Ο γερανός ξοδεύει 580j. Πόση ενέργεια θα έχει το κιβώτιο όταν ακουμπήσει στη θέση αυτή;

.....  
.....

Αν αντί για το γερανό δύο άνθρωποι ανέβαζαν με τα χέρια τους το κιβώτιο στην ίδια θέση, πόσα j θα χρειαζόταν ο καθένας;

.....  
.....  
.....

Πόση ενέργεια θα είχε τότε το κιβώτιο; Δικαιολογήστε την απάντησή σας

.....  
.....

3. Θέλουμε να ζεστάνουμε νερό στους 50°C. Παίρνουμε δύο ίδια δοχεία και ρίχνουμε σ' αυτά την ίδια ακριβώς ποσότητα νερού. Βυθίζουμε και στα δυο δοχεία από ένα θερμόμετρο και τα βάζουμε : το πρώτο πάνω από ένα αναμμένο γκαζάκι, και το δεύτερο πάνω από δυο αναμμένα γκαζάκια. Τα τρία γκαζάκια είναι όμοια μεταξύ τους και καίνε ακριβώς με την ίδια ένταση. Επιλέξτε τη σωστή απάντηση:

α). Για να ζεσταθεί το νερό στο πρώτο δοχείο χρειάζεται λιγότερη ποσότητα υγραερίου από όση το δεύτερο

β). Για να ζεσταθεί το νερό στο πρώτο δοχείο χρειάζεται περισσότερη ποσότητα υγραερίου από όση το δεύτερο

γ). Για να ζεσταθεί το νερό στο πρώτο δοχείο χρειάζεται ακριβώς ίση ποσότητα με αυτή που χρειάζεται το δεύτερο.

Δικαιολογήστε την απάντησή σας

.....  
.....

### ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συζητήστε τις απαντήσεις που δώσατε σε κάθε ερώτηση με τα άλλα παιδιά της ομάδας σας.

Σας βοήθησε η ΑΔΕ να απαντήσετε;

.....  
.....

Συγκρίνετε τις απαντήσεις σας με τις άλλες ομάδες και συζητήστε από κοινού στην τάξη.

Καταγράψτε τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε μετά την ομαδική συζήτηση

.....

.....

.....

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 4<sup>η</sup> διδακτική ενότητα ΕΝΕΡΓΕΙΑ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

1<sup>η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΥΛΙΚΑ:

συσκευές καύσης βουτανίου (camping gas),

συσκευές καύσης πετρελαίου ( βάση λάμπας πετρελαίου)

συσκευές καύσης οινόπνευματος (βάση λάμπας που καίει φωτιστικό οινόπνευμα)

ένα κομμάτι κάρβουνο ξύλου του εμπορίου.

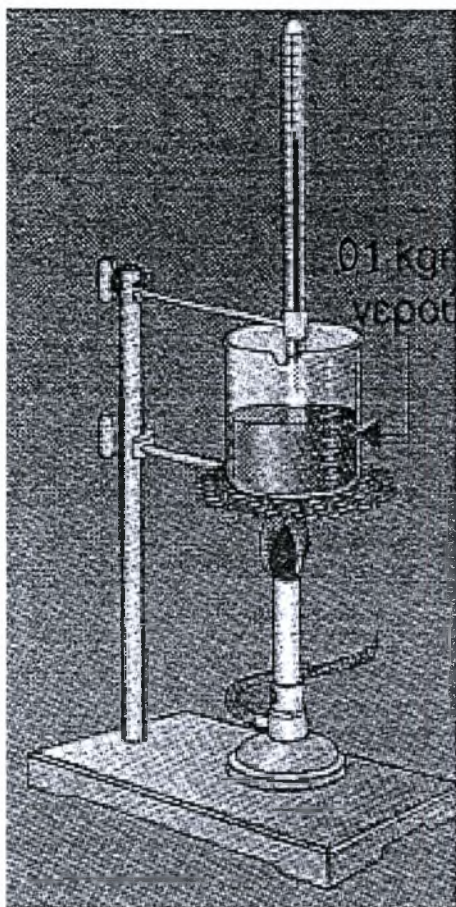
ποτήρια ζέσης χωρητικότητας 100ml,

θερμόμετρα,

ορθοστάτες και πλέγματα αμιάντου που όλα υπάρχουν στο σχολικό εργαστήριο.

μολύβια για την καταγραφή σημειώσεων

ρολόι ή χρονόμετρο για τη μέτρηση του χρόνου.



Σχήμα 2: Πειραματική διάταξη για τον υπολογισμό της θερμότητας που εκλύεται κατά την καύση (Πηγή: Φυσική Β' Γυμνασίου, Αντωνίου, Ν., Βαλαδάκης Α., κ.ά. ΟΕΔΒ)

## Α' ΠΕΙΡΑΜΑ

Με την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού πραγματοποιήστε το παρακάτω πείραμα. Φροντίστε και στις τρεις παραλλαγές του πειράματος η φλόγα από τη συσκευή θέρμανσης να είναι η ίδια.

1. Γεμίστε ένα ποτήρι ζέσης με 100gr ή ml νερού βρύσης
2. Τοποθετήστε το ποτήρι ζέσης σε τρίποδα, πάνω από το πλέγμα αμιάντου όπως δείχνει το παραπάνω σχήμα (σχήμα 2.) πάνω από το γκαζάκι (περιέχει βουτάνιο).



3. Στερεώστε το θερμόμετρο στον ορθοστάτη και βυθίστε το θερμόμετρο στο ποτήρι έτσι ώστε να μην ακουμπάει στον πυθμένα του ποτηριού η λεκάνη του υδραργύρου να είναι ολόκληρη βυθισμένη στο νερό. Μετρήστε τη θερμοκρασία του νερού.
4. Καταγράψτε τη.....
5. Ο/η εκπαιδευτικός θα ανάψει το γκαζάκι εκείνη τη στιγμή. Ενεργοποιείστε το χρονόμετρο του ρολογιού σας ή αν δεν έχετε χρονόμετρο καταγράψτε την ένδειξη του ρολογιού σας.....
6. Όταν το νερό θερμανθεί κατά 5°C σβήστε τη φωτιά και σταματήστε το χρονόμετρο. Καταγράψτε την ένδειξη του χρονομέτρου.....
7. Αν δεν έχετε χρονόμετρο και έχετε χρησιμοποιήσει το ρολόι σας καταγράψτε τη νέα ένδειξη του ρολογιού σας.....
8. Σημειώστε την ακριβή ένδειξη του θερμομέτρου.....
9. Υπολογίστε πόσος χρόνος χρειάστηκε για να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού κατά 5°C και σημειώστε τον.....
10. Γιατί άλλαξε η θερμοκρασία του νερού;
11. Χρησιμοποιήστε τον τύπο  $Q=m \cdot c \cdot \Delta\theta$  για να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύθηκε από την καύση του βουτανίου, δίνεται ότι  $m=$  μάζα του νερού που θερμάνθηκε,  $C$  ειδική θερμότητα του νερού = 4200J/kg.° C  
 $Q=$ .....

## B' ΠΕΙΡΑΜΑ

Στην ίδια πειραματική διάταξη χρησιμοποιείτε τώρα ως συσκευή θέρμανσης τη συσκευή καύσης πετρελαίου. Φροντίστε η φλόγα από τη συσκευή θέρμανσης να είναι ίδια με εκείνη του προηγούμενου πειράματος.

1. Καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία του νερού στο ποτήρι ζέσης.....

2. Ο/η εκπαιδευτικός θα ανάψει τη συσκευή καύσης πετρελαίου εκείνη τη στιγμή. Ενεργοποιείτε το χρονόμετρο του ρολογιού σας ή αν δεν έχετε χρονόμετρο καταγράψτε την ένδειξη του ρολογιού σας.....
3. Όταν το νερό θερμανθεί κατά 5°C σβήστε τη φωτιά και σταματήστε το χρονόμετρο. Καταγράψτε την ένδειξη του χρονομέτρου.....
4. Αν δεν έχετε χρονόμετρο και έχετε χρησιμοποιήσει το ρολόι σας καταγράψτε τη νέα ένδειξη του ρολογιού σας.....
5. Σημειώστε την ακριβή ένδειξη του θερμομέτρου.....
6. Υπολογίστε πόσος χρόνος χρειάστηκε για να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού κατά 5°C και σημειώστε τον.....
7. Γιατί άλλαξε η θερμοκρασία του νερού;
8. Χρησιμοποιήστε τον τύπο  $Q=m \cdot c \cdot \Delta\theta$  για να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύθηκε από την καύση του πετρελαίου, δίνεται ότι  $m$ = μάζα του νερού που θερμάνθηκε,  $C$  ειδική θερμότητα του νερού = 4200J/kg.° C  
 $Q$ =.....

## Γ' ΠΕΙΡΑΜΑ

Στην ίδια πειραματική διάταξη χρησιμοποιείτε τώρα ως συσκευή θέρμανσης τη συσκευή καύσης οιοπνεύματος. Φροντίστε η φλόγα από τη συσκευή θέρμανσης να είναι ίδια με εκείνη του προηγούμενου πειράματος.

1. Καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία του νερού στο ποτήρι ζέσης.....
2. Ο/η εκπαιδευτικός θα ανάψει τη φλόγα εκείνη τη στιγμή. Ενεργοποιείτε το χρονόμετρο του ρολογιού σας ή αν δεν έχετε χρονόμετρο καταγράψτε την ένδειξη του ρολογιού σας.....

3. Όταν το νερό θερμανθεί κατά  $5^{\circ}\text{C}$  σβήστε τη φωτιά και σταματήστε το χρονόμετρο. Καταγράψτε την ένδειξη του χρονομέτρου.....
4. Αν δεν έχετε χρονόμετρο και έχετε χρησιμοποιήσει το ρολόι σας καταγράψτε τη νέα ένδειξη του ρολογιού σας.....
5. Σημειώστε την ακριβή ένδειξη του θερμομέτρου.....
6. Υπολογίστε πόσος χρόνος χρειάστηκε για να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού κατά  $5^{\circ}\text{C}$  και σημειώστε τον.....
7. Γιατί άλλαξε η θερμοκρασία του νερού;
8. Χρησιμοποιήστε τον τύπο  $Q=m \cdot c \cdot \Delta\theta$  για να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύθηκε από την καύση του οινοπνεύματος, δίνεται ότι  $m$ = μάζα του νερού που θερμάνθηκε,  $C$  ειδική θερμότητα του νερού =  $4200\text{J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$   
 $Q$ =.....

## Δ' ΠΕΙΡΑΜΑ

Στην ίδια πειραματική διάταξη χρησιμοποιείτε τώρα ως συσκευή θέρμανσης τη συσκευή καύσης οινοπνεύματος. Φροντίστε η φλόγα από τη συσκευή θέρμανσης να είναι ίδια με εκείνη του προηγούμενου πειράματος.

1. Καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία του νερού στο ποτήρι ζέσης.....
2. Ο/η εκπαιδευτικός θα έχει ανάψει το κάρβουνο και θα το τοποθετήσει κάτω από τον τρίποδα. Ενεργοποιείτε το χρονόμετρο του ρολογιού σας ή αν δεν έχετε χρονόμετρο καταγράψτε την ένδειξη του ρολογιού σας.....

3. Όταν το νερό θερμανθεί κατά  $5^{\circ}\text{C}$  ο/η εκπαιδευτικός θα απομακρύνει το κάρβουνο και εσείς θα σταματήσετε το χρονόμετρο. Καταγράψτε την ένδειξη του χρονομέτρου.....
4. Αν δεν έχετε χρονόμετρο και έχετε χρησιμοποιήσει το ρολόι σας καταγράψτε τη νέα ένδειξη του ρολογιού σας.....
5. Σημειώστε την ακριβή ένδειξη του θερμομέτρου.....
6. Υπολογίστε πόσος χρόνος χρειάστηκε για να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού κατά  $5^{\circ}\text{C}$  και σημειώστε τον.....
7. Γιατί άλλαξε η θερμοκρασία του νερού;
8. Χρησιμοποιήστε τον τύπο  $Q=m \cdot c \cdot \Delta\theta$  για να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύθηκε από την καύση του κάρβουνου, δίνεται ότι  $m$ = μάζα του νερού που θερμάνθηκε,  $C$  ειδική θερμότητα του νερού =  $4200\text{J/kg.}^{\circ}\text{C}$   
 $Q$ =.....

#### ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Αφού τελειώσετε τα πειράματα συγκρίνετε το χρόνο που χρειάστηκε για να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού κατά  $5^{\circ}\text{C}$  στις τέσσερις διαφορετικές περιπτώσεις και καταγράψτε με ποιο καύσιμο υλικό θερμάνθηκε πιο γρήγορα.

.....  
 .....

Ποιο καύσιμο υλικό θα επιλέγατε για οικιακή χρήση;

.....  
 .....

Με ποιο κριτήριο επιλέξατε το υλικό που επιθυμείτε για οικιακή χρήση;

.....  
 .....

## ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συγκρίνετε τις απαντήσεις σας με αυτές που έχουν δώσει οι συμμαθητές και οι συμμαθήτριές σας και συζητήστε τις στην τάξη. Καταγράψτε τα συμπεράσματα από τη συζήτηση αυτή.

.....  
.....  
.....

## 2<sup>Η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ)

ΥΛΙΚΑ: μολύβια, μαρκαδόροι χρωματιστοί για υπογράμμιση, μπλοκ σημειώσεων

Το διδακτικό υλικό που έχετε στα χέρια σας περιλαμβάνει κάποια άρθρα από εφημερίδες και άλλο έντυπο υλικό με πληροφορίες για τα προϊόντα της καύσης και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με αυτά. Διαβάστε τα άρθρα και συζητήστε τα στην ομάδα σας.

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Ποιες ουσίες ονομάζουμε 'καυσαέρια';

.....  
.....  
.....

Ποιες ουσίες που βρίσκονται στα καυσαέρια είναι ρύποι;

.....  
.....  
.....

Με ποια ιδιαίτερα περιβαλλοντικά προβλήματα συνδέεται ξεχωριστά κάθε ρύπος;  
Καταγράψτε την ουσία και το πρόβλημα που προκαλεί στον πίνακα που ακολουθεί

ουσία	Περιβαλλοντικό πρόβλημα

Ποιες νομίζετε ότι είναι οι πηγές ενέργειας από τις οποίες προκύπτουν οι μεγαλύτερες ποσότητες ρύπων;

.....  
.....

Έχετε ακούσει αν έχουν διαπιστωθεί στην περιοχή σας κάποια από τα προβλήματα που προκαλούν οι αέριοι ρύποι; Αν ναι, καταγράψτε τους ρύπους και το πρόβλημα που δημιουργούν

.....  
.....

#### ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

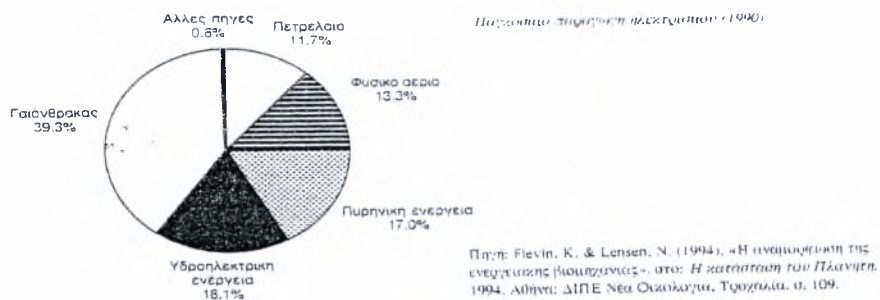
Συζητήστε στην τάξη τις απαντήσεις σας και καταγράψτε τα συμπεράσματά σας

.....  
.....  
.....

### 3<sup>Η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ)

ΥΛΙΚΑ: μολύβι ή στυλό, σημειωματάριο

Παρακάτω θα δείτε κάποια διαγράμματα που περιέχουν πληροφορίες για τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα σε όλη τη Γη, και στην χώρα μας ειδικότερα. Επίσης έχετε στα χέρια σας κάποια άρθρα από εφημερίδες που σχολιάζουν τη χρήση των καυσίμων και τη συνδέουν με τις παγκόσμιες εξελίξεις. Παρατηρήστε τα διαγράμματα, διαβάστε τα άρθρα, και συζητήστε τα στην ομάδα σας.



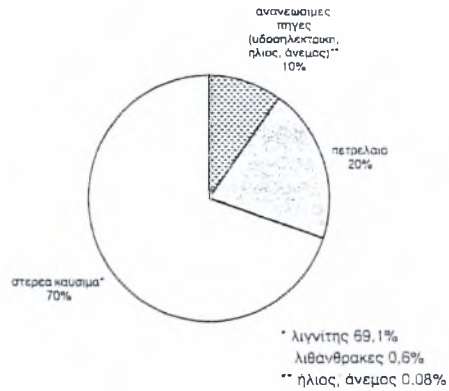
Παραγωγή ηλεκτρισμού από πυρηνική ενέργεια σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (1990)

Χώρες	% ηλεκτρισμός από πυρηνική ενέργεια
Μ. Βρετανία	19.7
Γαλλία	74.5
Βέλγιο	60.1
Γερμανία	33.1
Ολλανδία	4.9
Ισπανία	35.9

Πηγή: *Rayonnement et Radio Protection 1992*, Commission Européenne, DG XI, σ. 39.

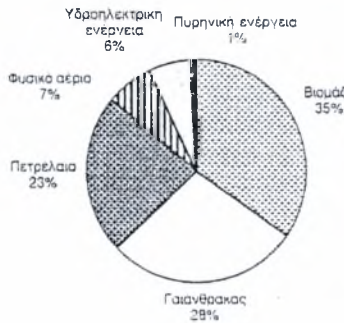


Όταν ο ηλεκτρισμός παράγεται σ' ένα θερμοηλεκτρικό σταθμό που καίει ορυκτά καύσιμα, μόνο το 35% περίπου της ενέργειας του καυσίμου μετατρέπεται τελικά σε ηλεκτρισμό. Το υπόλοιπο 65%, λόγω της χαμηλής απόδοσης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, αποβάλλεται στο περιβάλλον ως θερμότητα στο χώρο του σταθμού. Δηλαδή η κατανάλωση ενέργειας καυσίμου είναι περίπου 3 φορές μεγαλύτερη από την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουμε.

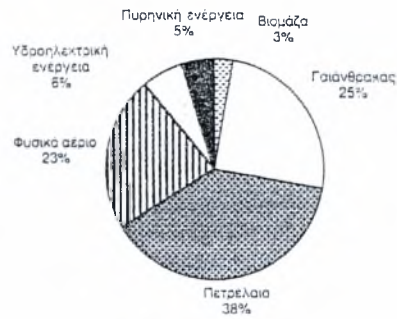


Συμμετοχή της πρωτογενούς ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή της Ελλάδας (ΔΕΗ, 1997)

Πηγές ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες



Πηγές ενέργειας στις βιομηχανικές χώρες



Πηγή: Rapport sur le développement dans le monde 1992. *Le développement et l'environnement*. Banque mondiale. Washington, σ. 121.



Κατανομή της παραδοσιακής χρήσης των ενεργειακών πηγών το 1987.

Πηγή: Seager, J. (1993). *Atlas de l'environnement dans le Monde*. Paris: Autrement, σ. 51.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Ποιες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερα ποσοστά στην Ελλάδα;

.....

Ποιες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερα ποσοστά στις αναπτυγμένες χώρες;

.....

Ποιες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται στις αναπτυσσόμενες χώρες;

.....

Πώς συνδέεται η χρήση των πηγών ενέργειας με την οικονομική ανάπτυξη των χωρών;

.....

.....

Σχετίζονται οι τρέχουσες διεθνείς εξελίξεις στις σχέσεις των χωρών με τη χρήση των πηγών ενέργειας;

.....

.....

.....

.....

.....

Ποιες πηγές ενέργειας θα μπορούσαμε να εκμεταλλευτούμε περισσότερο στην Ελλάδα;

.....

.....

#### 4<sup>Η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ)

ΥΛΙΚΑ: μολύβια, μαρκαδόροι, μπλοκ σημειώσεων

Να ανατρέξετε στο ένθετο υλικό (άρθρα, εικόνες, κείμενα, διαγράμματα) και να αναζητήσετε πληροφορίες για τις επιπτώσεις από τη χρήση των πηγών ενέργειας. Να το σχολιάσετε στην ομάδα σας. Καταγράψτε τα συμπεράσματά σας στον παρακάτω πίνακα

Πηγές ενέργειας	Επιπτώσεις στο περιβάλλον
Καύσιμα	
Ραδιενεργά κοιτάσματα	
ήλιος	
άνεμος	
Οργανική ύλη	
Θερμοπυρηνική ενέργεια	
γεωθερμία	

Με βάση τα στοιχεία που έχετε για τις επιπτώσεις της χρήσης των πηγών ενέργειας στο περιβάλλον συμπληρώστε τον παρακάτω εννοιολογικό χάρτη



συμβατικές

.....  
.....  
.....



.....  
.....  
.....  
.....

εναλλακτικές

.....  
.....  
.....



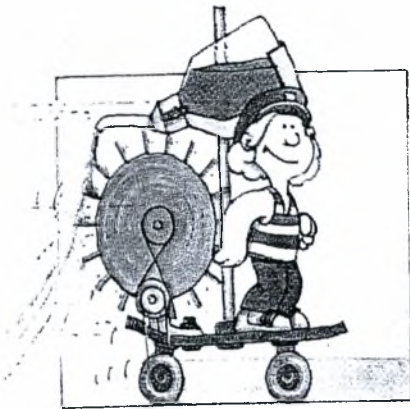
.....  
.....  
.....  
.....

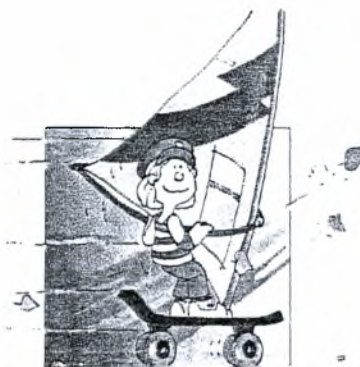
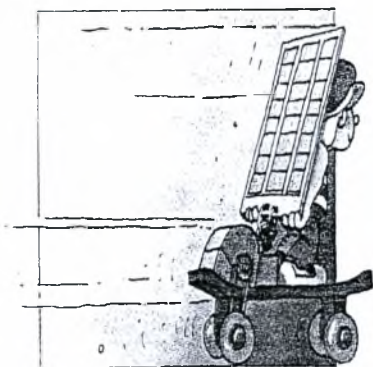
Επιπτώσεις  
στο  
περιβάλλον

## 5<sup>Η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ)

ΥΛΙΚΑ: μολύβι ή στυλό, γομολάστιχα

Στις φωτογραφίες που ακολουθούν θα δείτε τον 'Οδυσσέα' έναν εφευρετικό πιτσιρίκο που θέλει να εφαρμόσει ό,τι ξέρει για τις πηγές ενέργειας για να κινήσει το πατίνι του! Παρατηρήστε τις εικόνες και γράψτε κάτω ή δίπλα από κάθε εικόνα ποια πηγή ενέργειας χρησιμοποιεί κάθε φορά! Σημειώστε επίσης ποιες από τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιεί ο Οδυσσέας είναι ανανεώσιμες. (Τα σχήματα που ακολουθούν είναι από το βιβλίο των Samo Kušcer και Edo Podreka, απόδοση στα Ελληνικά: Ανδρέας Ιωάννου Κασσέτας, Εκδ. Σαββάλας, 1996, Αθήνα).





Στη συνέχεια αναζητήστε στα βιβλία που υπάρχουν στην τάξη σας και στη σχολική βιβλιοθήκη εικόνες που περιγράφουν τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας άλλοτε και τώρα. Σχολιάστε τις και συζητήστε αν υπάρχει διαφορά στη χρήση των πηγών αυτών από το παρελθόν ως σήμερα. Καταγράψτε τα συμπεράσματά σας

.....  
.....  
.....  
.....

#### 6<sup>Η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ)

Να αναζητήσετε πληροφορίες για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε έντυπο (βιβλία, εφημερίδες, περιοδικά) ή ηλεκτρονικό υλικό στη διεύθυνση [www.cress.ariadne.t.gr](http://www.cress.ariadne.t.gr), που είναι η ιστοσελίδα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και στην ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης [www.eea.eu.int](http://www.eea.eu.int). Να φέρετε τις πληροφορίες στο σχολείο, να διαβάσετε και το υλικό που σας δίνεται και αφού συζητήσετε στην ομάδα σας, να καταγράψτε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον παρακάτω πίνακα.

Πηγή ενέργειας	Πλεονεκτήματα χρήσης	Μειονεκτήματα χρήσης
Καύσιμα		
Ραδιενεργά στοιχεία		
Ήλιος		
νερό		
άνεμος		
γεωθερμία		
Βιομάζα/οργανική ύλη		



## 7<sup>Η</sup> ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (ΟΜΑΔΙΚΗ)

Παιδιά, αυτή η δραστηριότητα είναι και η τελευταία που προτείνει το υλικό. Αφού έχετε μελετήσει την έννοια της ενέργειας, τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται και τις επιπτώσεις από τη χρήση τους σκεφτείτε πώς μπορεί να γίνει καλύτερη διαχείριση της ενέργειας ώστε να μειωθεί το περιβαλλοντικό κόστος, Συζητήστε στις ομάδες σας και προτείνετε τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να υιοθετηθούν εσάς, τις οικογένειές σας και την τοπική κοινωνία. Τις προτάσεις σας μπορείτε να τις ανακοινώσετε και στους άλλους συμμαθητές και συμμαθήτριες του σχολείου σας σε μια ειδική εκδήλωση που μπορείτε να οργανώσετε με τους καθηγητές σας. Καλή επιτυχία!

**προτείνουμε**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3**  
**ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

Θέματα αξιολόγησης:

1. Που νομίζετε ότι υπάρχει ενέργεια; Να δώσετε παραδείγματα

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

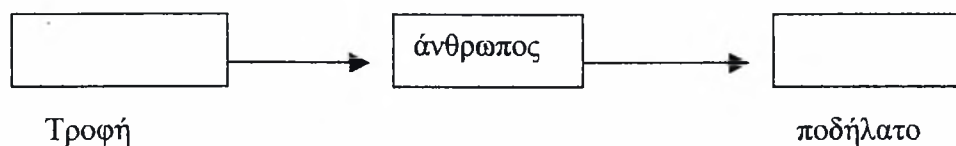
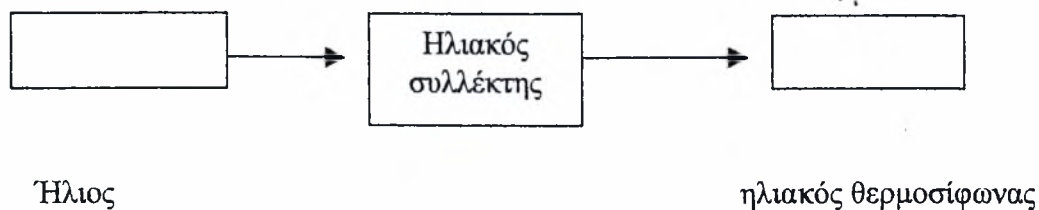
2. Ποιες μορφές ενέργειας γνωρίζετε; Να αναφέρετε και από δύο παραδείγματα για κάθε μορφή

.....  
.....  
.....  
.....

3. Σας δίνονται κάποιες συσκευές που λειτουργούν ως μετατροπείς ενέργειας. Να γράψετε στον παρακάτω πίνακα ποια μορφή ενέργειας χρησιμοποιούν και σε ποια μορφή τη μετατρέπουν.

Αρχική μορφή ενέργειας	συσκευή	Τελική μορφή ενέργειας
	ανεμιστήρας	
	αυτοκίνητο	
	λαμπτήρας	
	Ηλιακός θερμοσίφωνας	

4. Να συμπληρώσετε τα αντίστοιχα κουτάκια με τις μορφές ενέργειας και να γράψετε πάνω από τα βέλη τον τρόπο μεταφοράς ενέργειας



5. Ένας ηλεκτρικός γερανός ανεβάζει ένα κιβώτιο στο δεύτερο όροφο μιας πολυκατοικίας. Ο γερανός ξοδεύει 580j. Πόση ενέργεια θα έχει το κιβώτιο όταν ακουμπήσει στη θέση αυτή;

.....

.....

Αν αντί για το γερανό δύο άνθρωποι ανέβαζαν με τα χέρια τους το κιβώτιο στην ίδια θέση, πόσα j θα χρειαζόταν ο καθένας;

.....

.....

Πόση ενέργεια θα είχε τότε το κιβώτιο; Δικαιολογήστε την απάντησή σας

.....

.....

.....

6. Μια μπαταρία δίνει ενέργεια σε ένα μίξερ. Η ενέργεια της μπαταρίας είναι  $100\text{J}$ . Σε ποιες μορφές ενέργειας μετατρέπεται η ενέργεια στη συσκευή;

.....  
.....

Πόση θα είναι η ωφέλιμη ενέργεια στο μίξερ;

- Α) μικρότερη από  $100\text{J}$ ;
- Β) μεγαλύτερη από  $100\text{J}$ ;
- Γ) ίση με  $100\text{J}$

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

.....  
.....  
.....

Ισχύει στην περίπτωση αυτή η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας;

.....  
.....  
.....

Τι μας λέει η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας;

.....  
.....  
.....  
.....

7. Με τη χρήση ποιων πηγών ενέργειας σχετίζονται τα φαινόμενα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης;

.....  
.....  
.....

8. Να ονομάσετε τους κυριότερους ρύπους που προκύπτουν από την καύση των καυσίμων και να περιγράψετε τα προβλήματα που προκαλούν στο περιβάλλον

.....

.....

.....

.....

.....

9. Να περιγράψετε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης της πυρηνικής ενέργειας

.....

.....

.....

.....

.....

10. Να συμπληρώσετε έναν πίνακα που να περιέχει τις πηγές ενέργειας, και τις επιπτώσεις της χρήσης τους στο περιβάλλον (αν υπάρχουν).

Πηγή ενέργειας	Επιπτώσεις της χρήσης στο περιβάλλον

11. Να γράψετε τις πηγές ενέργειας που γνωρίζετε, καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης τους στον παρακάτω πίνακα

Πηγή ενέργειας	πλεονεκτήματα	μειονεκτήματα

12. Με ποια επιχειρήματα θα στηρίζατε την άποψη: Η σωστή διαχείριση ενέργειας ξεκινά από τη σωστή διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας στο σπίτι μας

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

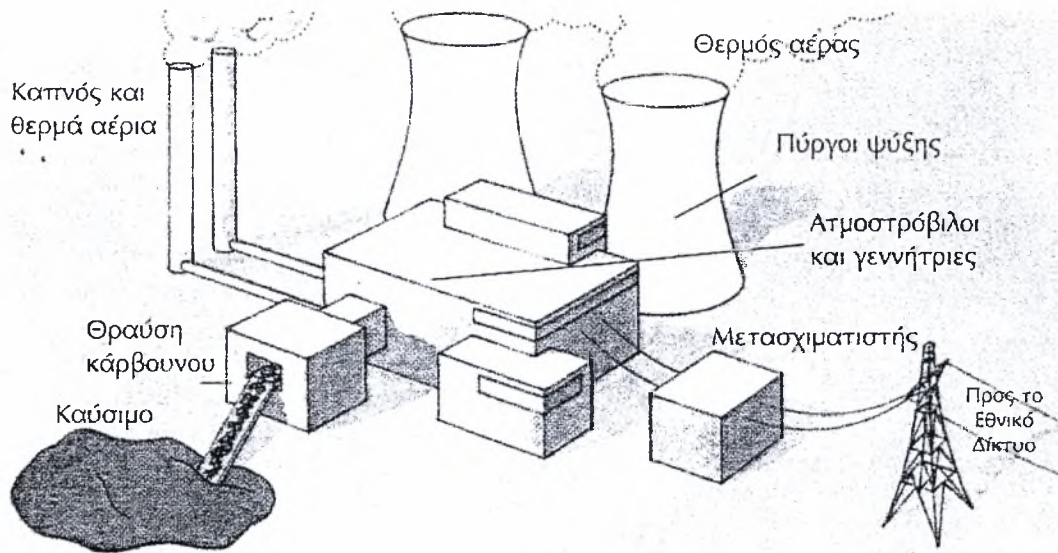
.....

.....

.....

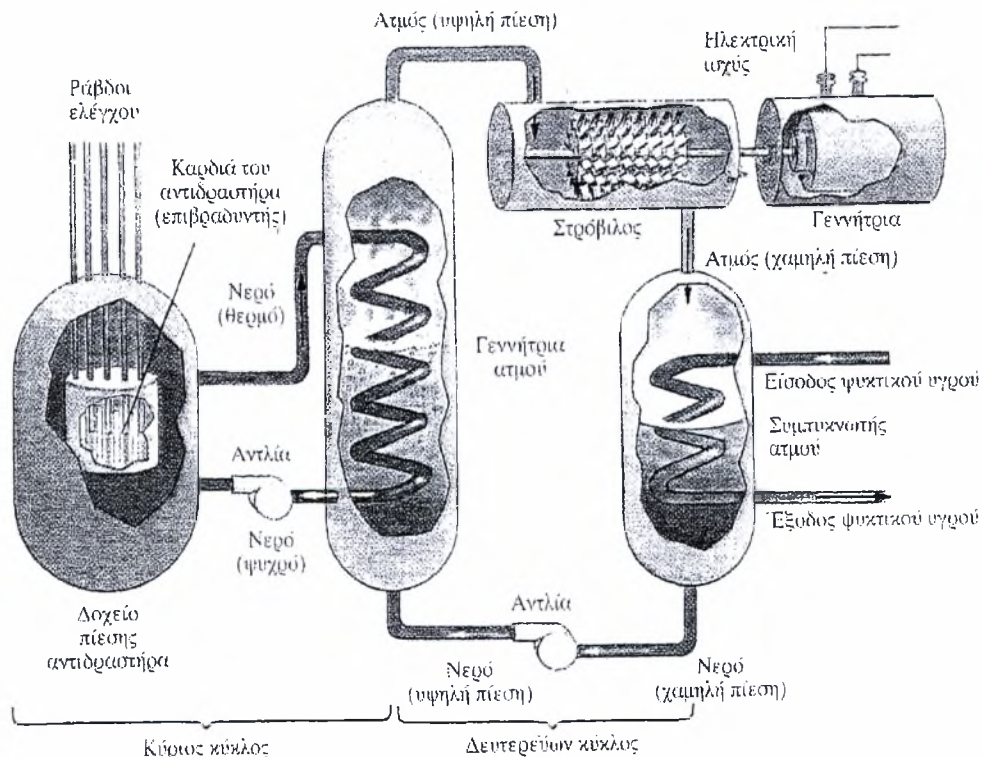
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4**  
**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΥΛΙΚΟ**





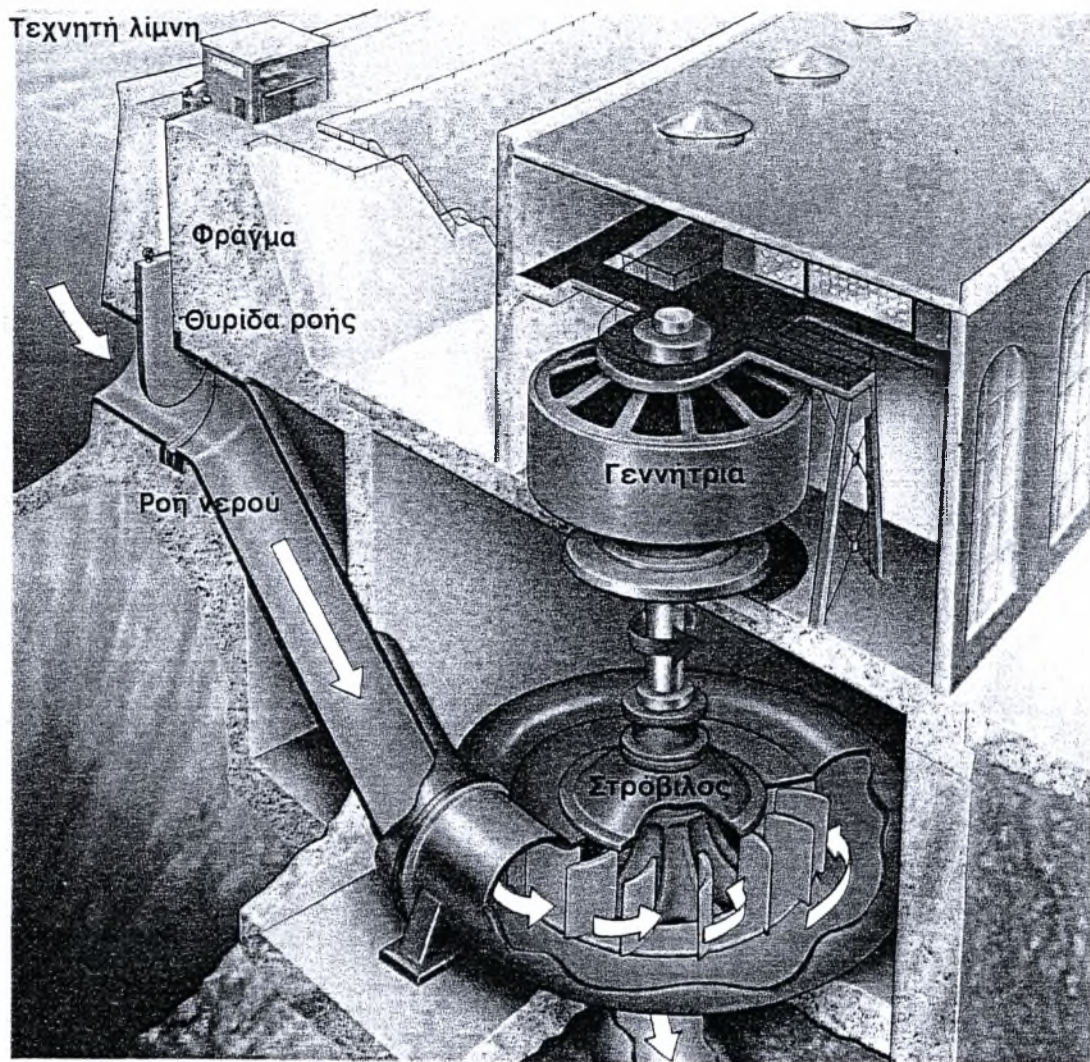
ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΝΟΣ ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

Πηγή: Φυσική Β' Τάξης 1<sup>ου</sup> κύκλου, ΤΕΕ, (Δρ. Θάνος, Δημ. Παπαχήστου Π. Δρ. Σκούντζος, Π), σελ190. ΟΕΔΒ



ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

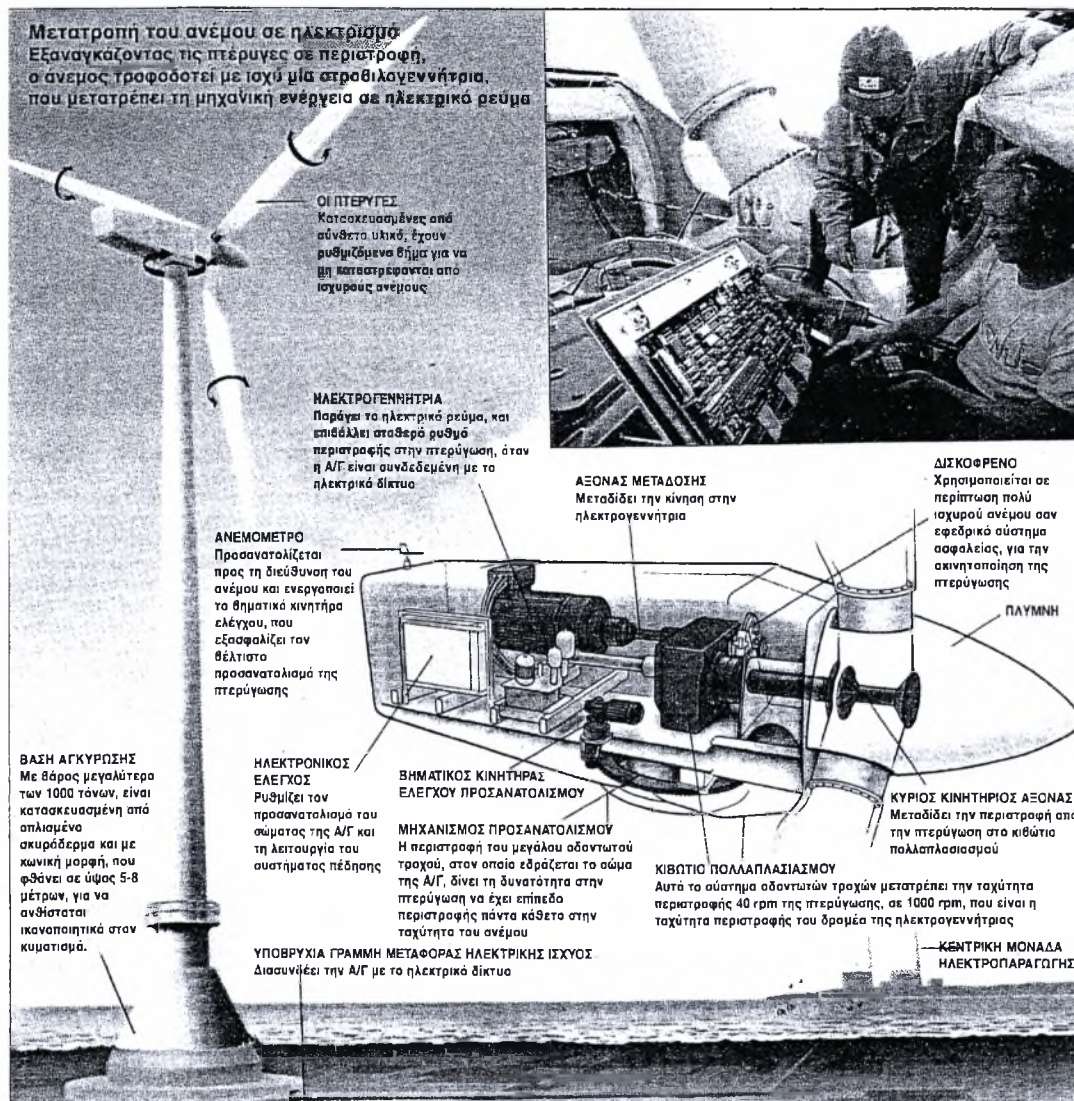
Πηγή: Πανεπιστημιακή Φυσική, Young, Η. Τόμος Β', σελ. 1278, ΕΚΔ. ΠΑΠΑΖΗΣΗ, 1994



## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

*Πηγή: Έγχρωμη θεματική Εγκυκλοπαίδεια 'Ο ΚΟΣΜΟΣ ΜΑΣ', Οι εφευρέσεις, Αγροτικές Συνεταιριστικές Εκδόσεις, σελ. 19*





**ΜΙΑ Α/Γ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ** Αυτή η Α/Γ ανοικτής θάλασσας εκτιμάται ότι θα παράγει πολύ μεγαλύτερη ισχύ από τις αντίστοιχες επίγειες. Το Θέαμα, αντάξιο των πιο θαθιών παραληρημάτων του Δον Κιχώτη, δεν είναι πρωτότυπα στα ανοικτά των Δονικών παραλίων, όπου λειτουργεί ήδη ένα αιολικό πάρκο με ένδεκα τέτοιες μηχανές.

Πηγή: *Περισκόπιο της Επιστήμης, Τεύχ. 206, Μάιος 1997, σελ. 59*



**Η** υψηλή τιμή του πετρελαίου έχει μια σειρά από επιπτώσεις, άλλες πραγματικές και άλλες πιθανές, στην παγκόσμια οικονομία και στις εμπόρους χώρες.

Κατ' αρχήν το ακριβό πετρέλαιο προκαλεί μια διεθνή αναδιανομή εισοδήματος από τις χώρες που εισάγουν πετρέλαιο προς αυτές που το εξάγουν, με κυριότερες ωφελιμένες τις χώρες του ΟΠΕΚ. Παράλληλα, οι πετρελασιούργοι χώρες έχουν υποσχεθεί ζανά, όπως και στο παρελθόν, μεγάλα ποσά "πετρο-δολαρίων", τα οποία "ανακυκλώνουν" στην παγκόσμια οικονομία με διάφορους τρόπους: Μέσω αυξημένων εξαγωγών, από τις ανεπτυγμένες χώρες, μείωσης των δημοσίων ελλειμμάτων και του χρέους τους, αύξησης των συναλλαγματικών διαθεσίμων τους και κυρίως μέσω επένδυσης στις "διεθνή κεφαλαιαγορές" (π.χ. σε αμερικανικά ομόλογα). Από την άλλη, τα ακριβά καύσιμα επιδρούν ανοδικά στον πληθωρισμό και πιωτικά στο ρυθμό ανάπτυξης (το "π" ακριβώς θα αυξηθεί, ποικίλει από χώρα σε χώρα ανάλογα με τις ιδιαιτερές συνθήκες της).

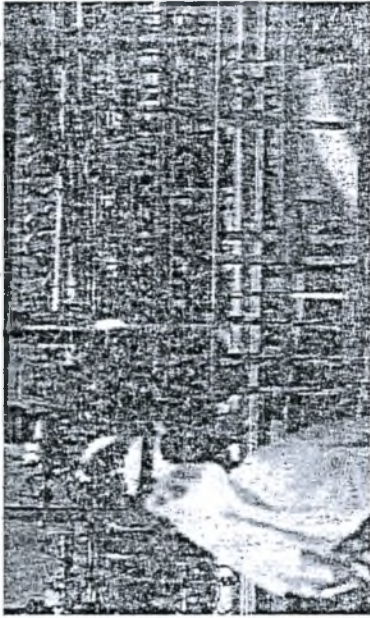
Μέχρι στιγμής η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη δεν έχει ορατά επιβραδυνθεί από το ακριβό πετρέλαιο, κυρίως επειδή η δύναμη της τιμής του "μαύρου χρυσού" οφείλεται στην ισχυρή ενεργειακή ζήτηση. Αν η πίεση

"Ο πολίτης και η οικονομία"

# Ποιες επιπτώσεις έχει το ακριβό πετρέλαιο

στις τιμές πόφει να προάρκται πρωτίτως από την πλευρά της ζήτησης, αλλά μεταποφεί στην πλευρά της ενεργειακής προσφοράς (όπως π.χ. συνέβη μετά το πετρελαϊκό εμπάργκο στη δεκαετία του '70 και θα μπορούσε τώρα να επαναληφθεί με μια επίθεση στο Ιράν ή με μια σοβαρή τρομοκρατική επίθεση σε πετρελαϊκές εγκαταστάσεις της Σαουδικής Αραβίας), τότε αναμένεται ότι ο ρυθμός ανάπτυξης της παγκόσμιας οικονομίας θα επιβραδυνθεί αισθητά.

Ηδη, πέρα από τις γεωπολιτικές αβεβαιότητες τύπου Ιράν, που ανησυχούν τις αγορές και προσθέτουν ένα ηρόδετο ριεμίσιμ ρίσκου στις τιμές του πετρελαίου, η πετρελαϊκή αγορά υφίσταται σήμερα τις συνέπειες μιας χρονιας έλλειψης επενδύσεων στον πετρελαϊκό τομέα (τουλάχιστον εδώ και δύο δεκαετίες), με αποτέλεσμα η παραγωγή ικανοποιητική να διατηρηθεί να έχει περιοριστεί σοβαρά. Νέες επενδύσεις έχουν ανακοινωθεί σε αρκετές χώρες αλλά θα χρειασθούν κάποια χρόνια για να ολοκληρωθούν και μέχρι τότε η αγορά πετρελαίου θα παραμείνει "οφική" και υπό πίεση, ουσιαστικά στο έλεος ενός απρόοπτου γεγονότος (πόλεμος, τρομοκρατική ενέργεια). Η πορομήν των τιμών σε υψηλά επίπεδα, εδώ και καιρό, αντανακλά ακριβώς την προσδο-



πληθωριστικούς λόγους. Από εκεί και πέρα, αν το ακριβό πετρέλαιο διαρκέσει για πολύ, άλλοι πιστεύουν ότι θα είναι είτε περιττό είτε αδύνατο για τη νομισματική πολιτική να αντισταθμίσει άμεσα τον πρωτογενή πληθωρισμό των καυσιών και αντίθετα πρέπει να εστιάσει στις δευτερογενείς πληθωριστικές συνέπειες (όπως μισθούς κλπ). Ελλο όμως, αντίθετα, επιμένουν ότι οι κεντρικές τράπεζες πρέπει να βασιστούν να αυξήσουν τα επιτόκια τους πριν εγκαθιδρύσουν πληθωριστικές προσδοκίες και πρακτικές σε όλο το εύρος της οικονομίας και των οικονομικών "πακτών".

Μέχρι στιγμής οι νομισματικές αρχές στις περισσότερες χώρες έχουν αποφύγει να προχωρήσουν σε επιθετική αύξηση των επιτοκίων, εν μέρει προσδοκώντας ότι οι τιμές των καυσιών θα υποχωρήσουν μεσοπρόθεσμα και εν μέρει βλέποντας ότι ο πληθωρισμός ακόμα παραμένει υπό έλεγχο. Συνεπώς δεν έχουν λόγο να ρυθκώσουν το "νιζήμιο" της ανάπτυξης μέσα από μια διαστική αύξηση των επιτοκίων. Άλλωστε, έρευνες γύρω από τα προηγούμενα πετρελαϊκά σοκ, στις δεκαετίες '70 και '80, έχουν δείξει ότι μεγάλη ζημία στην παραγωγική οικονομία είχε γίνει λόγω της ύφεσης που προκάλεσε το υπερβολικό νομισματικό "οφίημιο".

σχέση με το παρελθόν και αφ'ετέρου επειδή η παγκοσμιοποίηση, η απελευθέρωση των αγορών και ο ανταγωνισμός τιμών που αυτές έχουν φέρει διεθνώς, αυγύραται τις τιμές. Έτσι, οι πληθωριστικές προσδοκίες, παρά το ακριβό πετρέλαιο, παραμένουν ακόμα απρόσμενα χαμηλές. Μέχρι σήμερα οι περισσότερες ετλίρες ανά τον κόσμο έχουν διαπιστώσει ότι είναι δύσκολο να πετρώσουν την αύξηση τιμών των καυσιών στις τελικές τιμές των προϊόντων και υπηρεσιών τους, λόγω του έντονα ανταγωνιστικού περιβάλλοντος. Από την άλλη, καθώς σε πολλές χώρες υπάρχει σημαντική ανεργία και δυσκολία δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας, οι εργαζόμενοι έχουν μειωμένη διαπραγματευτι-

κή δύναμη, με συνέπεια τα συνδικάτα να δείχνουν συμβιβαστική διάθεση και να μην απαιτούν μεγάλες αυξήσεις μισθών λόγω του ακριβού πετρελαίου. Είναι χαρακτηριστικό ότι η αυτόματη σύμβαση των μισθών με την αύξηση του πληθωρισμού (αυτόματη τμηματική αναπροσαρμογή) σε λίγες χώρες ισχύει πια. Πώς όμως θα έπρεπε να αντιδράσει η νομισματική πολιτική των κεντρικών τραπεζών στη νέα έκρηξη τιμών του πετρελαίου; Οι ειδικοί δεν έχουν ακόμα καταλήξει σε μια ενιαία άποψη. Γενικά πάντως οι κεντρικές τραπεζές συμφωνούν ότι πρέπει να ανοίξουν τις βραχυπρόθεσμες διακημόσεις της τιμής των καυσιών και να μη βασιστούν να αυξήσουν τα επιτόκια για αντι-



Η μεγάλη αύξηση στην τιμή του πετρελαίου δεν φαίνεται να είναι ένα ευκαιριστικό φαινόμενο, αλλά «ήλθε για να μείνει» και καθιστά επαρκτική την ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών ενέργειας για τον 21ο αιώνα.



**Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε τη γεωπολιτική δυναμική του υδρογόνου και τη νέα εποχή που φέρνει μαζί του, θα πρέπει ίσως να τη χωρίσουμε σε τρεις εποχές. Στην πραγματικότητα βέβαια οι εποχές αυτές δεν αναμένεται να υπάρξουν ως πλήρως διακριτές χρονικές περιόδους και η μια αναμένεται να υπάρχει μέσα στην άλλη.**

Η πρώτη από τις εποχές αυτές θα μπορούσε ίσως να χαρακτηριστεί ως «Πρώτη εποχή του υδρογόνου». Η περίοδος αυτή έχει ήδη αρχίσει. Είναι η εποχή που το υδρογόνο εμφανίζεται ως όραμα, ως ο ορίζοντας του μέλλοντος, ως ο επίδοξος ανταγωνιστής του πετρελαίου, ο βασιλιάς του αεριωστού ενεργειακού τοπίου. Όμως ακόμη και ως όραμα, το υδρογόνο παίζει έναν πολύ σημαντικό γεωπολιτικό ρόλο, «αποφορτίζοντας» ουσιαστικά το πετρέλαιο. Τα κοιτάσματα πετρελαίου είναι απεριόριστα. Όσα νέα κοιτάσματα και αν ανακαλυφθούν και όσο κι αν ληφθούν οι μέθοδοι εξόρυξης ώστε να τασθούν οικονομικά εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα τα οποία σήμερα παραμένουν εκμετάλλευτα, εντούτοις το τέλος του πετρελαίου εντοπίζεται στις επόμενες δεκαετίες. Άρα, χρειάζεται η εμφάνιση ενός υποκατάστατου, το οποίο θα επιτρέψει τη διατήρηση. Σε περίπτωση που δεν εμφανιζόταν υδρογόνο, θα ήταν σχεδόν αναπόφευκτο να προκύψει μια μεγάλη ενεργειακή κρίση, πολύ πριν φθάσει το τέλος του πετρελαίου, πολύ χειρότερη από αυτές που υπήρξαν το 1973 και του 1979, οι οποίες προέκυ-

ψαν ως αποτέλεσμα διεθνών πολιτικών προβλημάτων και όχι εξαιτίας πραγματικής έλλειψης πετρελαίου. Και φυσικά, όταν μιλάμε για κρίση, δεν αναφερόμαστε στις σημερινές υψηλές πετρελαϊκές τιμές, αλλά σε κάτι πολύ χειρότερο!

Μεταξύ των άλλων μπορούμε, πολύ απλοϊκά, να πούμε ότι όσο το πετρέλαιο θα σπάνιζε, η τιμή του θα αύξανε, με αποτέλεσμα να αδρανοποιηθεί ως ενεργειακός παράγοντας, ακριβώς εξαιτίας της σπανιότητας και της επακόλουθης υψηλής αξίας του.

Με άλλα λόγια, σε περίπτωση που δεν προέκυπτε ένας follow-up ενεργειακός παράγοντας (έστω και δυνητικός) που θα αντικαθιστούσε το πετρέλαιο, δεν θα μπορούσε να επιτραπεί η πλήρης αξιοποίηση των πετρελαϊκών κοιτασμάτων. Αυτόν ακριβώς το ρόλο παίζει το «όραμα» του υδρογόνου μιας και «απελευθερώνει» το πετρέλαιο από το χαρακτηρισμό του ως αναντικατάστατο.

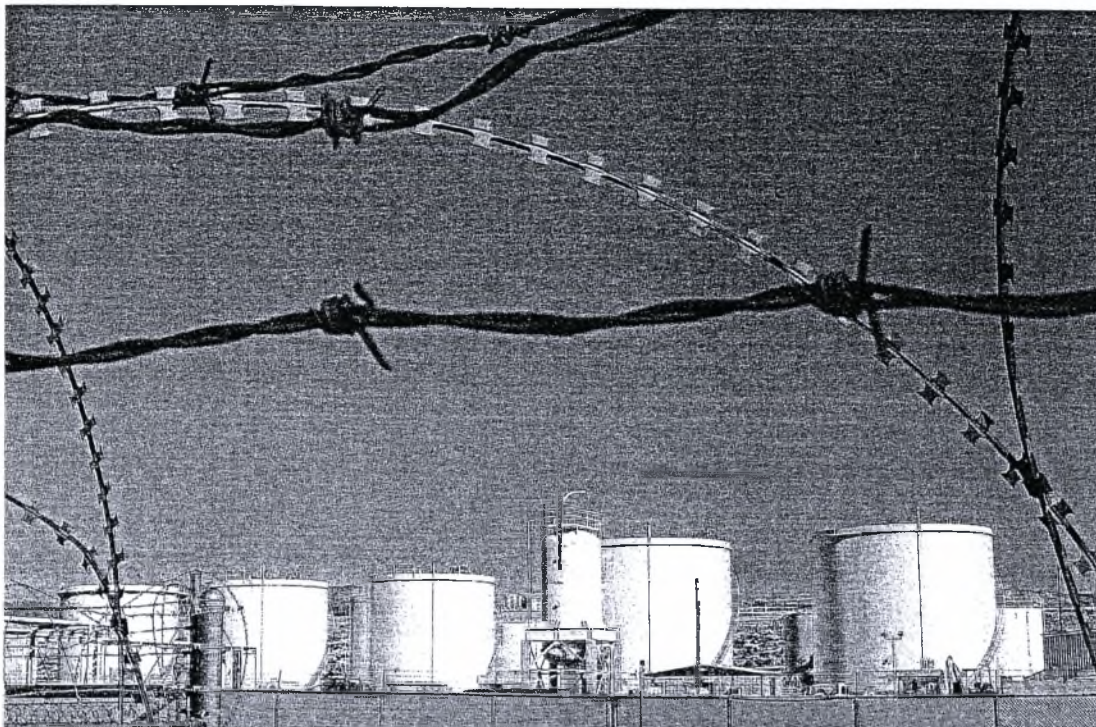
Δεδομένου λοιπόν ότι η εποχή του υδρογόνου αργά ή γρήγορα θα έρθει, το πετρέλαιο μπορεί να αξιοποιηθεί μέχρι την τελευταία του σταγόνα μέσα στις επόμενες δεκαετίες. Αξίζει να επισημανθεί

ότι, ακόμη και να υπάρξει υποκατάσταση του πετρελαίου από το υδρογόνο, αυτή θα είναι σταδιακή και θα αφήσει «ζωτικό χώρο» για τη χρήση του πετρελαίου σε «ειδικές εφαρμογές» - όπως, λόγω χάρη, σε αεροσκάφη - έτσι ώστε να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί «μέχρι τελευταίας σταγόνας», κάτι που δεν θα ήταν δυνατόν αν είχε τη σημερινή του εκτεταμένη χρήση.

Κατά συνέπεια, η αρχική γεωπολιτική επίδραση του υδρογόνου είναι ότι, στο στάδιο του «οράματος» για το μέλλον, «απελευθερώνει» το πετρέλαιο από το βάρος της αξίας του και επιτρέπει την πλήρη αξιοποίηση των πετρελαϊκών κοιτασμάτων. Υπό αυτή την έννοια το υδρογόνο αποτελεί συμπλήρωμα του πετρελαίου.

Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις προσδοκίες ότι το υδρογόνο θα εξαλείψει το πετρέλαιο στο άμεσο μέλλον και τις συνεπακόλουθες επιβαρύνσεις που αυτό προκαλεί στο φυσικό περιβάλλον. Αντιθέτως, το «όραμα του υδρογόνου» προωθεί τη διατήρηση της χρήσης του πετρελαίου και την πλήρη αξιοποίηση των πετρελαϊκών κοιτασμάτων.





### Μέση εποχή

Σε επόμενο στάδιο έχουμε την εποχή κατά την οποία το υδρογόνο θα έχει λάψει να αποτελεί όραμα. Θα έχουν αναπτυχθεί προηγμένοι κινητήρες fuel cells, οι οποίοι θα χρειάζονται υδρογόνο. Ωστόσο η υποκατάσταση των πετρελαιοκινητήρων και βενζινοκινητήρων, τόσο για οχήματα όσο και για άλλες χρήσεις, από κινητήρες υδρογόνου δεν αναμένεται να γίνει αυτόματα και ολοκληρωτικά. Το πιο πιθανό είναι ότι τα υδρογονοκίνητα οχήματα θα αυξάνονται σταδιακά ως ποσοστό στις πιο προηγμένες χώρες, ενώ τα πετρελαιοκίνητα θα μετακινήθούν προς τις λιγότερο αναπτυσσόμενες χώρες, με υψηλό βαθμό ανάπτυξης και χαμηλή οικολογική συνείδηση. Η σημαντικότερη από τις χώρες αυτές είναι φυσικά η Κίνα.

Και σε αυτό το στάδιο λοιπόν η πλανητική επιβάρυνση από το πετρέλαιο δεν είναι και τόσο πιθανό να μειωθεί. Απλώς θα μετακινηθεί από τις αναπτυγμένες χώρες στις χώρες που βρίσκονται στο στάδιο της εκβιομηχάνισης.

Επίσης δεν αναμένεται να αναπτυχθούν επαρκείς μεθοδολογίες για οικονομικά συμφέρουσα αποδέσμευση του υδρογόνου από το νερό, άρα το υδρογόνο που θα χρησιμοποιείται θα πρέπει να λαμβάνεται από κάποια άλλη πηγή. Ο σημαντικότερος υποψήφιος είναι το φυσικό αέριο...

Σε αυτό το στάδιο, η γεωπολιτική του υδρογόνου θα είναι η γεωπολιτική του φυσικού αερίου και οι σημαντικότερες χώρες στο διεθνές σύστημα θα είναι αυτές που θα διαθέτουν τα σημαντικότερα κοιτάσματα φυσικού αερίου.

### Υψιστή εποχή

Αυτή είναι η εποχή που περιγράψαμε στην αρχή. Το υδρογόνο θα παράγεται σε τεράστιες ποσότητες από συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας. Ενέργεια από τον ήλιο, τον άνεμο, τα κύματα, το γεωθερμικό δυναμικό ή τη βιομάζα θα καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες κτιρίων και βιομηχανικών εγκαταστάσεων και ταυτόχρονα θα επιτρέπει την οικονομικά και ενεργειακά συμφέρουσα δημιουργία υδρογόνου, το οποίο θα χρησιμοποιείται σε οχήματα. Ωστόσο η εποχή αυτή χάνεται στο απροσδιόστο μέλλον, εις βάρος των προσδοκιών των αισιόδοξων.

Αυτές οι τρεις εποχές του υδρογόνου, που πολύ γενικά περιγράψαμε, δεν θα είναι βέβαια πλήρως διακριτές μεταξύ τους ούτε θα ακολουθήσει η μια την άλλη στη σειρά, όπως έγινε εδώ χάριν εργασίας.

Στην πραγματικότητα, το πιο πιθανό είναι ότι η καθιέρωσή της θα βρίσκεται «χωνευμένη» μέσα στην άλλη. Σταδιακά το ποσοστό χρήσης πετρελαίου ως παράγοντα κάλυψης των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών θα μειώνεται και θα αυξάνεται αυτό του υδρογόνου που θα παράγεται από το φυσικό αέριο και από συστήματα παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας. Το μεγάλο ερώτημα είναι αν αυτή η διαδικασία θα είναι ομαλή και αν θα μπορέσει να αναπτυχθεί έγκαιρα ένας παγκόσμιος μηχανισμός παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, πριν εξαντληθεί το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο ή πριν οι ανελέητοι και μέρει παράλογοι οικονομικοί μηχανισμοί τινάξουν στο αέρα τις τιμές τους, εν όψει της επικείμενης εξάντλησής τους, και προκαλέσουν την επόμενη ενεργειακή κρίση, Μεγάλη Ενεργειακή Κρίση.

Πηγή: Περιοδικό «Στρατηγική», τευχ. 5, Φεβρ. 2006, ΕΚΑ. DEFENCEnet



# Ο ατμοσφαιρικός αέρας στην Ευρώπη — Τα βασικά θέματα

Όλοι έχουμε ανάγκη από αέρα καλής ποιότητας, και για λόγους υγείας και για λόγους περιβάλλοντος. Όμως, τα τελευταία χρόνια, πολλοί από εμάς διαβάσαμε οκτάστηλα στις εφημερίδες που απηχούν τις επικίνδυνες συνέπειες των ανθρωπογενών εκπομπών στην ατμόσφαιρα, όπως:

«Αύξηση του αριθμού των παιδιών που υποφέρουν από άσθμα»

«Διευρύνεται η τρύπα του όζοντος»

«Τα δάση αργοπεθαίνουν από την όξινη βροχή»

«Περισσότερες θύελλες και ξηρασίες μάς επιφυλάσσει το μέλλον».

Τα συγκεκριμένα μέτρα που ελήφθησαν ήδη σε διάφορα επίπεδα —διεθνές, ευρωπαϊκό, εθνικό και τοπικό— ήταν προς τη σωστή κατεύθυνση, απομένουν όμως ακόμη πολλά να γίνουν.

## Η αλλαγή του κλίματος

Ανεκάθεν το κλίμα της γης εμφάνιζε φυσικές διακυμάνσεις. Πρόσφατα όμως, σημειώθηκαν μεταβολές οι οποίες, κατά γενική παραδοχή, απορρέουν από ανθρώπινες δραστηριότητες. Η εν λόγω «πλανητική θέρμανση» οφείλεται στην εκπομπή αυξημένων ποσοτήτων από τα λεγόμενα αέρια θερμοκηπίου, που επηρεάζουν τα επίπεδα απορρόφησης και εκπομπής της ηλιακής ακτινοβολίας διαμέσου της ατμόσφαιρας της γης.

### Κύριες αιτίες:

- διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από τις ενεργειακές χρήσεις, τις μεταφορές, τις βιομηχανικές δραστηριότητες, την αποψίλωση των δασών
- μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) από την παραγωγή και χρήση ενέργειας, από ορισμένες γεωργικές πρακτικές, από χωματερές
- υποξείδιο που αζώτου (N<sub>2</sub>O) από τους αγρούς στους οποίους έχουν χρησιμοποιηθεί λιπάσματα, από την καύση βιομάζας, από την καύση ορυκτών καυσίμων





- χλωροφθοράνθρακες (CFC) από βιομηχανικές δραστηριότητες, ψυκτικές χρήσεις, αεροζόλ.

### Κυριότερες συνέπειες:

- άνοδος της θαλάσσιας στάθμης
- αύξηση των οριακών καιρικών φαινομένων όπως οι πλημμύρες, οι θύελλες και οι ανομβρίες.

### Η καταστροφή του όζοντος

---

Η στιβάδα του όζοντος, η οποία προστατεύει τη γη από την επιβλαβή υπεριώδη ακτινοβολία, γίνεται ολοένα και λεπτότερη τα τελευταία 25 χρόνια. Πάνω από την Ανταρκτική, η στιβάδα του όζοντος έχει υποστεί τέτοιας έκτασης καταστροφή, ώστε τελικά εμφανίστηκε μια τρύπα η οποία βαθμιαία επεκτείνεται.

### Κύριες αιτίες:

- χλωροφθοράνθρακες (CFC) και, σε μικρότερο βαθμό, υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC) από τις ψυκτικές χρήσεις, τη διόγκωση αφρού, τα αεροζόλ και τους διαλύτες
- μεθυλοβρωμίδιο από τον υποκαπνισμό εδάφους στη γεωργία και από την καύση βιομάζας.

### Κυριότερες συνέπειες:

- καρκίνος του δέρματος στον άνθρωπο
- βλάβες στα θαλάσσια οικοσυστήματα.

### Η οξίνιση

---

Οι οξινίζουσες ουσίες που εναποτίθενται στο έδαφος και στο νερό μπορεί να έχουν σοβαρές επιπτώσεις σε ορισμένα είδη φυτών και ζώων. Πολλές από τις ουσίες αυτές είναι προϊόν ανθρώπινων βιομηχανικών δραστηριοτήτων και μεταφέρονται με τον άνεμο χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά από την πηγή τους, προτού τελικά εναποτεθούν. Σήμερα, οι όξινες εναποθέσεις υπερβαίνουν κατά





πολύ τα επίπεδα ανοχής πολλών οικοσυστημάτων. Λόγου χάρη, γύρω στο 20 % των δασών και λιμνών στη Σκανδιναβία είναι νεκρά, ενώ ένα άλλο 30 % έχει υποστεί σοβαρές βλάβες, κυρίως λόγω της ρύπανσης που προέρχεται από άλλες χώρες.

### Κύριες αιτίες:

- διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ) και οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ) από την καύση ορυκτών καυσίμων·
- αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ) από τις γεωργικές δραστηριότητες.

### Κυριότερες συνέπειες:

- θάνατος φυτών και ψαριών, λόγω της αδυναμίας τους να επιβιώσουν σε περισσότερο όξινα περιβάλλοντα·
- βλάβη δομικών υλικών·
- ρύποι, όπως τα βαρέα μέταλλα και τα νιτρικά, διεισδύουν ευκολότερα στα υπόγεια ύδατα.

## Η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα στις πόλεις

Προβλήματα όπως η κλιματική θέρμανση, η καταστροφή του όζοντος και η οξίνιση είναι πολύ ανησυχητικά, ίσως όμως, μερικές φορές, να φαίνονται άσχετα με την καθημερινή ζωή μας. Αμεσότερο ενδιαφέρον για πολλούς εμπειρογνώμονες στο χώρο της υγείας, για πολλούς υπεύθυνους για τη χάραξη πολιτικής και για πολλούς πολίτες παρουσιάζει η σχέση μεταξύ της κακής ποιότητας του αέρα και της ανθρώπινης υγείας. Η ρύπανση του αέρα αποτελεί όντως πρόβλημα, ιδίως στις πόλεις όπου ζούμε.

Οι αστικές περιοχές είναι αυτές όπου συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο μέρος της βιομηχανίας και της τροχαίας κυκλοφορίας, και φιλοξενούν ποσοστά μέχρι και 80 % του πληθυσμού της Ευρώπης. Τα μέτρα που ελήφθησαν την τελευταία 30ετία για την αντιμετώπιση των πλέον κραυγαλέων περιπτώσεων ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τις βιομηχανίες, σε ευρωπαϊκές πόλεις, βελτίωσαν αισθητά την κατάσταση. Ωστόσο, λόγω της τεράστιας αύξησης

του αριθμού των κυκλοφορούντων αυτοκινήτων την ίδια χρονική περίοδο, η κακή ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, που είναι αποτέλεσμα των ατμοσφαιρικών εκπομπών των οχημάτων, εξακολουθεί να απειλεί σοβαρά την υγεία του ανθρώπου.

Πίνακας 1

## Ατμοσφαιρικοί ρύποι και υγεία

Ρύπος	Κύρια πηγή	Κυριότερες συνέπειες στην υγεία
Βενζόλιο	Αυτοκίνητα Χημική βιομηχανία	Προκαλεί καρκίνο Προσβάλλει το κεντρικό νευρικό σύστημα
Βαρέα μέταλλα (π.χ. αρσενικό, κάδμιο, μόλυβδος, υδράργυρος και νικέλιο)	Βιομηχανικές δραστηριότητες Παραγωγή ενέργειας Αυτοκίνητα	Προκαλούν καρκίνο Δημιουργούν προβλήματα στην πεπτική λειτουργία Προκαλούν βλάβες στο νευρικό σύστημα
Διοξείδιο του αζώτου	Αυτοκίνητα Άλλες δραστηριότητες όπου χρησιμοποιούνται καύσιμα	Προκαλεί ασθένειες του αναπνευστικού Προσβάλλει τους ιστούς των πνευμόνων
Οζόν	Μετουσίωση των οξειδίων του αζώτου και των πτητικών οργανικών ενώσεων που παράγονται από την οδική κυκλοφορία, με το φως της ημέρας	Δημιουργεί αναπνευστικά προβλήματα Βλάπτει τη λειτουργία των πνευμόνων Επιδεινώνει το άσθμα Ερεθίζει τα μάτια και τη μύτη Μειώνει την αντίσταση σε λοιμώξεις
Αιωρούμενα σωματίδια	Κατανάλωση καυσίμων — π.χ. ντίζελ και ξύλων Βιομηχανία Γεωργία — π.χ. όργωμα, εμπρησμός δασών για τη δημιουργία καλλιεργούμενων εκτάσεων Δευτερογενείς χημικές αντιδράσεις	Προκαλούν καρκίνο Δημιουργούν καρδιακά προβλήματα Προκαλούν αναπνευστικές νόσους Αυξάνουν τη βρεφική θνησιμότητα
Διοξείδιο του θείου	Κατανάλωση καυσίμων	Προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα

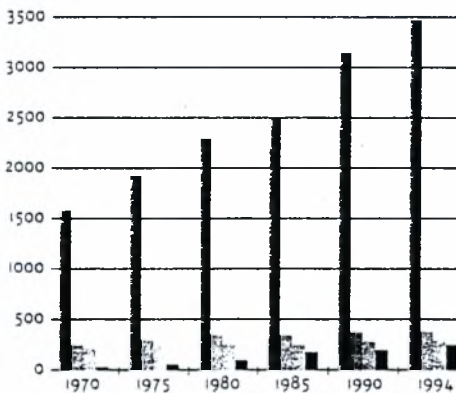
Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή: Καθαρός αέρας για τις πόλεις της Ευρώπης, 1997.

## Οι μεταφορές και η ατμοσφαιρική ρύπανση

Σήμερα ταξιδεύουμε συχνότερα και μακρύτερα με όλα τα μέσα μεταφοράς, ιδίως όμως με το ιδιωτικό αυτοκίνητο. Τα αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται για κάθε οκτώ, περίπου, στα δέκα χιλιόμετρα διαδρομής στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι μισές από όλες τις διαδρομές που γίνονται με αυτοκίνητο είναι μικρότερες των έξι χιλιομέτρων.

Σχήμα 1

Μεταφορά επιβατών (δισ. επιβατο-χιλιόμετρα) και κατανομή ανά τρόπο μεταφοράς (% όλων των διανυθέντων χιλιομέτρων), EU-15 1970-1994



- = Αυτοκίνητο
- = Λεωφορείο
- = Σιδηρόδρομος
- = Εναέρια μεταφορές

Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή: Eurostat.

Η αύξηση της κυκλοφορίας αυτοκινήτων οφείλεται σε σειρά παραγόντων:

- Προγραμματισμός των χρήσεων γης: ο προγραμματισμένος διαχωρισμός κατοικιών, τόπων εργασίας, εμπορικών κέντρων και κέντρων ψυχαγωγίας μας υποχρεώνει να μετακινούμαστε με αυτοκίνητο, αφού άλλα μέσα μεταφοράς δεν είναι διαθέσιμα ή προσφέρονται λιγότερο.
- Αύξηση του μεγέθους των πόλεων: με τον προγραμματισμό αυτόν, οι πόλεις επεκτάθηκαν. Πολλοί από εμάς ζούμε σε προάστια. Οι αποστάσεις που καλούμαστε εκ των πραγμάτων να καλύψουμε έχουν μεγαλώσει. Ένα καλό δίκτυο δημόσιων συγκοινωνιών που να καλύπτει το σύνολο των περιοχών αυτών κοστίζει πάρα πολύ.
- Οι επενδύσεις σε δρόμους, εντός και εκτός των πόλεων, υπήρξαν πολύ μεγαλύτερες απ' ό,τι στις δημόσιες μεταφορές.
- Το πραγματικό κόστος της μετακίνησης με αυτοκίνητο σε σχέση με το γενικό κόστος ζωής μειώθηκε και εξακολουθεί να μειώνεται, γεγονός που σημαίνει ότι μπορούμε να μετακινούμαστε συχνότερα και σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Αφού, κατά κανόνα, είμαστε πλουσιότεροι απ' ό,τι πριν από 25 χρόνια, πολλοί από εμάς είμαστε σε θέση να αγοράσουμε δεύτερο και τρίτο αυτοκίνητο.
- Η κουλτούρα του αυτοκινήτου. Μολονότι μετακινούμαστε περισσότερο με όλα τα μέσα μεταφοράς απ' ό,τι στο παρελθόν, η κατοχή και χρήση αυτοκινήτου αποτελεί εν πολλοίς θέμα γοήτρου.

Με την τεράστια αυτή αύξηση της κυκλοφορίας αυτοκινήτων δεν αποτελεί έκπληξη η συμφόρηση και η ρύπανση στις πόλεις που ζούμε. Ο κόσμος μετακινούνταν ταχύτερα σε αυτές την εποχή του αλόγου και της άμαξας απ' ό,τι σήμερα σε ώρα αιχμής — δεν είναι αυτό ακριβώς που εννοούσαμε όταν μιλούσαμε για ελευθερία και ταχύτητα μετακίνησης! Τέλος, μολονότι οι κινητήρες των αυτοκινήτων είναι τώρα «καθαρότεροι» απ' ό,τι παλαιότερα, το κέρδος που αποκομίσαμε από τη μείωση των εκπομπών ανά αυτοκίνητο το χάσαμε χρησιμοποιώντας περισσότερα αυτοκίνητα για να καλύψουμε περισσότερα χιλιόμετρα.

## Και τι κάνει για όλα αυτά η Ευρωπαϊκή Ένωση;

Η ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα είναι ένα πρόβλημα που αγγίζει τον καθένα από εμάς ξεχωριστά. Κατ' επέκταση, στον καθένα από εμάς αναλογεί και ένας ρόλος στην εξεύρεση των κατάλληλων λύσεων. Από πλευράς της, η Ευρωπαϊκή Ένωση δραστηριοποιείται σε πολλά επίπεδα.

### Σε διεθνές επίπεδο

---

Δυστυχώς ή ευτυχώς, η ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα δεν «αναγνωρίζει» εθνικά σύνορα. Έτσι, πολλές φορές, μπορεί να αντιμετωπιστεί καλύτερα σε διεθνές επίπεδο. Οι δράσεις της ΕΕ περιλαμβάνουν τα εξής.

#### Αλλαγή του κλίματος

Στη διεθνή περιβαλλοντική συνδιάσκεψη του Κιότο, τον Δεκέμβριο του 1997, συμφωνήθηκε ότι οι εκβιομηχανοποιημένες χώρες θα μειώσουν κατά 5,2% τα αέρια θερμοκηπίου που παράγουν. Η ΕΕ δεσμεύθηκε να μειώσει τις δικές της εκπομπές κατά 8%.

#### Καταστροφή του όζοντος

Οι στόχοι που έθεσε η ΕΕ το 1996 για την εξάλειψη των CFC επιτεύχθηκαν. Επόμενος στόχος, η κατά 35% μείωση των επιπέδων HCFC μέχρι το 2004, ακολουθούμενος από ολική απαγόρευσή τους μέχρι το 2030.

#### Οξίνιση

Συνολικά, η ΕΕ ανταποκρίθηκε στις απαιτήσεις των διεθνών πρωτοκόλλων όσον αφορά τις οξινίζουσες ουσίες στο πλαίσιο της συνθήκης των Ηνωμένων Εθνών για τη διαμεθοριακή ατμοσφαιρική ρύπανση σε μεγάλες αποστάσεις.

### Σε ευρωπαϊκό επίπεδο

---

Η μόνη δυνατότητα που η ΕΕ έχει σε διεθνές επίπεδο είναι να πείσει και να ενθαρρύνει άλλες χώρες στην ανάληψη δράσης. Αντίθετα, σε ευρωπαϊκό πλαίσιο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει το δικαίωμα να προτείνει νέες νομοθεσίες, οι οποίες πρέπει στη συνέχεια να ενσωματωθούν στις νομοθεσίες των κρατών μελών.







Μέσω των νομοθεσιών, έχει επιτευχθεί σημαντική πρόοδος στην αντιμετώπιση ρύπων όπως το διοξείδιο του θείου, ο μόλυβδος και οι CFC.

Ωστόσο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αντιλαμβάνεται ότι μόνο η νομοθεσία δεν αρκεί και, με τη βοήθεια μιας σειράς άλλων μέσων, συνδράμει τα κράτη μέλη στην προσπάθειά τους για βελτίωση της ποιότητας του αέρα μέσω της:

- σύναψης συμφωνιών με τη βιομηχανία·
- στήριξης της επιστημονικής έρευνας και της τεχνολογικής ανάπτυξης·
- υποβοήθησης του τομεακού και χωρικού σχεδιασμού·
- βελτίωσης της ποιότητας και της ποσότητας των περιβαλλοντικών δεδομένων·
- εξέτασης εναλλακτικών φορολογικών μέτρων για την προαγωγή της αειφόρου ανάπτυξης·
- προαγωγής ενημερωτικών και εκπαιδευτικών εκστρατειών του κοινού·
- προαγωγής της επαγγελματικής εκπαίδευσης και επιμόρφωσης·
- χρηματοδοτικής ενίσχυσης.

### Σε επίπεδο πόλεων

Η νέα οδηγία-πλαίσιο για τη διαχείριση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα στις πόλεις αποτελεί βασικό άξονα της στρατηγικής της ΕΚ για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Η οδηγία επιβάλλει στις πόλεις αυστηρές υποχρεώσεις παρακολούθησης για συγκεκριμένα είδη ρύπων, καθώς και την υποχρέωση εκπόνησης σχεδίων δράσης για τη βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση της κακής ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα. Μια σημαντική δυνατότητα που παρέχεται στις δημοτικές αρχές από την οδηγία-πλαίσιο είναι το δικαίωμα να επιβάλλουν «την αναστολή δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της κυκλοφορίας αυτοκινήτων, όταν υπάρχει κίνδυνος υπέρβασης των οριακών



τιμών». Η ενημέρωση αποτελεί μείζονα απαίτηση της οδηγίας-πλαίσου. Όταν σημειώνεται υπέρβαση των ορίων όσον αφορά την ποιότητα του αέρα, οι πόλεις έχουν την υποχρέωση να δημοσιοποιούν τα σχέδιά τους για τη βελτίωση της κατάστασης.

## Πλαίσιο I

### Μερικές υπό εξέλιξη δράσεις της ΕΕ για τη βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα

- Θέσπιση οδηγίας για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων όσον αφορά τον προγραμματισμό των χρήσεων γης.
- Θέσπιση νέας οδηγίας-πλαίσου για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και σχέδια για θέσπιση των λεγόμενων «θυγατρικών οδηγιών».
- Θέσπιση αυστηρότερων νομοθετικών διατάξεων για τις εκπομπές των οχημάτων, τη σύνθεση των καυσίμων και τον έλεγχο του θορύβου. Συμφωνία με τη βιομηχανία πετρελαίου και την αυτοκινητοβιομηχανία για το πρόγραμμα Auto-oil όσον αφορά τη μείωση των επιβλαβών εκπομπών.
- Προαγωγή των ορθών πρακτικών στις βιώσιμες μεταφορές. Λόγου χάρη, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υποστηρίζει το δίκτυο των πόλεων χωρίς αυτοκίνητα, το οποίο σήμερα περιλαμβάνει 60 μέλη — περιλαμβανομένων των πόλεων Άμστερνταμ, Βαρκελώνη, Κοπεγχάγη και Παλέρμο. Έχει συστήσει ομάδες εργασίας για τη διακίνηση εμπορευμάτων, τις δημόσιες μεταφορές, την από κοινού χρήση ιδιωτικών αυτοκινήτων, την πολιτική διοδίων, τη μετακίνηση προς και από τον τόπο εργασίας, τα μειωμένης ρύπανσης αστικά οχήματα, καθώς και για την ποδηλασία και το περπάτημα. Η ΕΚ υποστηρίζει επίσης την ELTIS —την ευρωπαϊκή υπηρεσία
- ενημέρωσης για τις τοπικές μετακινήσεις—, μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων για ορθές πρακτικές.
- Αξιολόγηση και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων των τομέων των διοδίων και της οδικής καθοδήγησης, σε ολόκληρη την ΕΕ.
- Προαγωγή της ποδηλασίας ως τρόπου μεταφοράς, λόγω χάρη μέσω του προγράμματος Ευρονέο, με το σχεδιαζόμενο διευρωπαϊκό δίκτυο αποκλειστικών διαδρόμων ποδηλασίας.

## Επιτεύγματα — Ελπίδες για το μέλλον

Μολονότι τα σχετικά με την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα ζητήματα εξακολουθούν να αποτελούν πηγή ανησυχιών, ιδίως στις πόλεις —λόγω της αυξημένης κυκλοφορίας αυτοκινήτων—, η γενική εικόνα δεν συντίθεται αποκλειστικά από μαύρες και μελαγχολικές πινελιές: υπάρχουν και επιτυχίες, των οποίων ο αριθμός μάλιστα αυξάνεται συνεχώς.

Συμμετέχοντας στη διεθνή προσπάθεια για τη μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου, η ΕΕ υιοθέτησε, το 1996, μια στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τα νέα

επιβατηγά αυτοκίνητα. Στο πλαίσιο της στρατηγικής αυτής, η Επιτροπή κατέληξε σε μια αυτοδεσμευτική συμφωνία με τους ευρωπαϊούς κατασκευαστές αυτοκινήτων, όπου η βιομηχανία ανέλαβε την υποχρέωση να μειώσει κατά 25 % την επόμενη δεκαετία, τις μέσες εκπομπές CO<sub>2</sub> από τα νέα επιβατηγά αυτοκίνητα· επίκεινται δε περαιτέρω συμφωνίες με τους εισαγωγείς. Σε σχέση με τις συμφωνίες αυτές, η ΕΚ πρότεινε ένα σύστημα ενημέρωσης για την εξοικονόμηση καυσίμων, το οποίο θα διαβιβάζει αντικειμενικές πληροφορίες στους καταναλωτές σχετικά με την κατανάλωση καυσίμων των επιβατηγών αυτοκινήτων.

Σε σύγκριση με τα μέγιστα επίπεδα που έχουν καταγραφεί, η ετήσια παραγωγή ουσιών που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος έχει μειωθεί σε ποσοστό μεταξύ 80 και 90 %.

Οι εκπομπές διοξειδίου του θείου στην Ευρώπη μειώθηκαν κατά 50 % μεταξύ του 1980 και του 1995.

Τα νέα συστήματα δημόσιων μεταφορών σε αρκετές πόλεις της Ευρώπης προσέλκυαν μεγαλύτερο ποσοστό επιβατών, μέσω των υψηλής ποιότητας υπηρεσιών που προσφέρουν, σε συνδυασμό με μέτρα για την αποθάρρυνση της χρήσης των αυτοκινήτων.

Πολλές πόλεις απαγόρευσαν στο κέντρο τους τα αυτοκίνητα, και έγιναν έτσι ασφαλέστεροι, καθαρότεροι και πιο ευχάριστοι τόποι διαμονής, εργασίας, εμπορικών δραστηριοτήτων και αναψυχής.

Ενώ, πολλές φορές, οι υπεύθυνοι σχεδιασμού και οι πολιτικοί εξακολουθούν να στοχεύουν στην εξυπηρέτηση των αναγκών του αυτοκινήτου, ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι συνειδητοποιούν ότι το ποδήλατο αποτελεί ένα αληθινά εναλλακτικό μέσο μεταφοράς στην πόλη. Παραδείγματα νέων αστικών δικτύων αποκλειστικών διαδρόμων ποδηλασίας υπάρχουν τώρα από τον Βόλο στην Ελλάδα μέχρι το Δουβλίνο στην Ιρλανδία.



## Τι μπορεί να κάνει ο καθένας μας;

Ορισμένες από τις λύσεις στα προβλήματα που αφορούν την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα σχετίζονται με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών. Από μόνη της, όμως, η τεχνολογία δεν αρκεί. Οφείλουμε, όλοι μας, να εξετάσουμε τις εναλλακτικές λύσεις που έχουμε για τον τρόπο με τον οποίο προγραμματίζουμε, ταξιδεύουμε και ζούμε. Ο καθένας μας μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο!

### Ως πολίτης

---

1. Σκεφθείτε το σοβαρά προτού χρησιμοποιήσετε το αυτοκίνητό σας για μια μετακίνηση. Εξετάστε τα πλεονεκτήματα που σας προσφέρουν άλλοι τρόποι μεταφοράς. Λόγου χάρι:
  - αυξημένη ασφάλεια
  - λιγότερη κυκλοφοριακή συμφόρηση
  - καλύτερη υγεία
  - εξοικονόμηση χρόνου
  - εξοικονόμηση χρημάτων.
2. Εάν, παρ' όλα αυτά, επιμένετε στη λύση του αυτοκινήτου, πώς σας φαίνεται η ιδέα τού να μοιραστείτε ένα αυτοκίνητο με κάποιον άλλο; Πολλοί εργοδότες υιοθέτησαν συστήματα από κοινού χρήσης των αυτοκινήτων. Μην ξεχνάτε επίσης τη συντήρηση του αυτοκινήτου σας — η καλή κατάσταση της μηχανής, των ελαστικών και των φίλτρων σημαίνει μειωμένες εκπομπές και εξοικονόμηση χρημάτων!
3. Αγοράζετε «πράσινα»: π.χ., όταν θα αγοράσετε το επόμενο αυτοκίνητό σας, επωφεληθείτε από το ευρωπαϊκό σύστημα απονομής σημάτων «διοξειδίου του άνθρακα και αυτοκίνητα» (θα τεθεί σε εφαρμογή το 2001) για να αγοράσετε ένα λιγότερο ρυπογόνο όχημα.
4. Καταστήστε έκδηλη στις τοπικές αρχές την υποστήριξή σας για μέτρα βελτίωσης των δημόσιων μεταφορών, των συνθηκών κυκλοφορίας των ποδηλάτων και των πεζών. Μεταδώστε τη δική σας εμπειρία από τα όσα σχετικά έχετε δει σε άλλα μέρη που επισκεφθήκατε.

## Ως εργοδότης

Η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι εχθρός των οικονομικών δραστηριοτήτων, και υπολογίζεται ότι κοστίζει 120 δισ. ευρώ (ή 2% του ευρωπαϊκού ΑΕγχΠ) κάθε χρόνο στην Ευρώπη. Είναι σίγουρο ότι η επιχείρησή σας δεν ευνοείται από την πυκνή κυκλοφορία στους δρόμους. Ως εργοδότης, θα μπορούσατε να επιλέξετε μέτρα από ένα ευρύ φάσμα επιλογών:

1. Επιδιώξτε συνεργασία με άλλες τοπικές εταιρείες για τη μεταφορά πρώτων υλών και τελικών προϊόντων, μειώνοντας, κατ' αυτόν τον τρόπο, τόσο το κόστος όσο και την περιβαλλοντική επιβάρυνση.
2. Προωθήστε «πρόγραμμα καθημερινών δρομολογίων» σε συνεργασία με τις τοπικές αρχές ή με άλλες επιχειρήσεις, προκειμένου να ενθαρρύνετε το προσωπικό της επιχείρησής σας στη χρήση εναλλακτικών μέσων μεταφοράς για τη μετάβαση στην εργασία, και όχι του αυτοκινήτου. Λόγου χάρη, ενθαρρύνετε τους υπαλλήλους της επιχείρησής σας να πηγαίνουν μαζί στον τόπο εργασίας, ενθαρρύνετε την από κοινού χρήση των αυτοκινήτων, προσφέρετε κάρτες πολλαπλών διαδρομών με τα δημόσια μέσα μεταφοράς, εγκαινιάστε δρομολόγια (μίνι) λεωφορείων από και προς κεντρικά σημεία, βελτιώστε την ποδηλατική υποδομή στην επιχείρησή σας.
3. Επανεξετάστε την πολιτική της επιχείρησής σας όσον αφορά τα αυτοκίνητα της εταιρείας — είναι όντως τόσα πολλά τα άτομα που χρειάζονται αυτοκίνητο της εταιρείας;

## Ως τοπική αρχή

Στο ίδιο αναπτυξιακό σχήμα —συγκέντρωση κατοικιών, βιομηχανίας και οδικής κυκλοφορίας— που συμβάλλει στην επιβάρυνση του αέρα στις πόλεις, ενυπάρχει η δυνατότητα αντιμετώπισης των εν λόγω προβλημάτων κατά τρόπο ολοκληρωμένο και αποδοτικό. Εξάλλου, στην εποχή της παγκοσμιοποίησης, μια πόλη με εύκολες προσβάσεις, με ευχάριστο και υγιεινό περιβάλλον, είναι ελκυστική τόσο για τους εξωθεν επενδυτές όσο και για τους ίδιους τους κατοίκους της. Καλό θα είναι να ληφθούν υπόψη τα εξής:





1. Στον πολεοδομικό σχεδιασμό σας, μεριμνήστε ώστε να μην είναι αναγκαίο για τον κόσμο να μετακινείται σε τόσο μεγάλες αποστάσεις ή τόσο συχνά. Συγκεντρώστε τις νέες δραστηριότητες μέσα στην πόλη, και όχι στις παρυφές της, όπως επίσης και γύρω από δημόσιους συγκοινωνιακούς κόμβους — σιδηροδρομικούς σταθμούς, σταθμούς μετρό, στάσεις τραμ και λεωφορείων. Συνδυάστε διαφορετικές λειτουργίες — κατοικία, εργασία, εμπορικές δραστηριότητες και αναψυχή.
2. Περιορίστε την πρόσβαση των αυτοκινήτων και τη στάθμευση σε ορισμένες περιοχές.
3. Συνεργασθείτε με τις τοπικές επιχειρήσεις ώστε να τις βοηθήσετε στην καθιέρωση δρομολογίων προς και από τον τόπο εργασίας και στην εξεύρεση εναλλακτικών τρόπων διακίνησης εμπορευμάτων.
4. Επενδύστε στις δημόσιες μεταφορές ούτως ώστε να εξασφαλίσετε ότι είναι καλής ποιότητας, συχνές, αξιόπιστες, τακτικές, ασφαλείς και καθαρές, δίχως να είναι ακριβές. Δημιουργήστε κόμβους μετεπιβίβασης, όπου οι επιβάτες θα αλλάζουν, εύκολα και γρήγορα, μέσο μεταφοράς (λόγου χάρη, αυτοκίνητο/τραμ, τραμ/λεωφορείο). Ευνοήστε τα δημόσια μέσα μεταφοράς μέσω λεωφορειοδρόμων αποκλειστικής χρήσης, προτεραιότητα στους φωτεινούς σηματοδότες και πρόσβαση σε περιοχές με περιορισμούς στην κυκλοφορία των αυτοκινήτων.
5. Εξασφαλίστε την ασφαλή κυκλοφορία, στην πόλη, των πεζών και ποδηλατών. Δημιουργήστε ζώνες χωρίς αυτοκίνητα, χαράξτε ασφαλείς διαβάσεις πεζών, δημιουργήστε διαδρόμους ποδηλασίας και κατασκευάστε εγκαταστάσεις στάθμευσης ποδηλάτων.
6. Προχωρήστε σε εκστρατείες ενημέρωσης για να ενθαρρύνετε τους πολίτες και τις επιχειρήσεις να περιορίσουν τη χρήση των αυτοκινήτων.
7. Ανταλλάξτε απόψεις με άλλες πόλεις της Ευρώπης — πολλές από αυτές αντιμετωπίζουν ή έχουν αντιμετωπίσει ανάλογα προβλήματα. Ίσως να μην χρειάζεται να εφεύρετε εξ αρχής τον τροχό.



## Περαιτέρω πληροφορίες και έντυπο παραγγελίας

Η Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος αποτελεί το βραχίονα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής επί θεμάτων περιβάλλοντος, προστασίας των πολιτών και πυρηνικής ασφάλειας. Οι μονάδες που είναι κατ' εξοχήν υπεύθυνες για τα ζητήματα που αναφέρονται στο παρόν φυλλάδιο είναι:

Μονάδα D.3 Ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, αστικό περιβάλλον, θόρυβος, μεταφορές, ενέργεια

Μονάδα A.2 Αλλαγή του κλίματος

Η ΓΔ Περιβάλλοντος προβαίνει στη δημοσίευση τακτικών εκθέσεων, καθώς και σε άλλες δημοσιεύσεις, που καλύπτουν ολόκληρο το φάσμα των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις δράσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, συμπληρώστε και αποστείλετε, ταχυδρομικώς ή με φαξ, το συνημμένο έντυπο στην εξής διεύθυνση:

European Commission  
Directorate General Environment  
Unit XI.5 Information and communication  
Rue de la Loi/Wetstraat 200  
B-1049 Bruxelles  
Φαξ (32-2) 299 61 98  
E-mail: [envinfo@cec.eu.int](mailto:envinfo@cec.eu.int)

## Πληροφορίες για το περιβάλλον στην Ευρώπη υπάρχουν επίσης και στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<http://europa.eu.int/comm/dgs/environment>

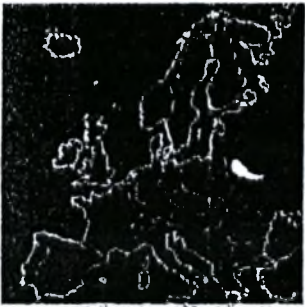
## Άλλες χρήσιμες πηγές πληροφοριών:

Ευρωπαϊκός Οργανισμός  
Περιβάλλοντος  
European Environment Agency  
Kongens Nytorv 6  
DK-1050 Copenhagen K  
Φαξ (+45) 33 36 71 99  
[eea@eea.eu.int](mailto:eea@eea.eu.int)  
<http://www.eea.eu.int>

**Eurostat Datashop**  
13 Chaussée d'Etterbeek  
B-1049 Bruxelles  
Φαξ (32-2) 295 01 25  
[datashop.brussels@eurostat.cec.be](mailto:datashop.brussels@eurostat.cec.be)  
<http://europa.eu.int/eurostat.html>



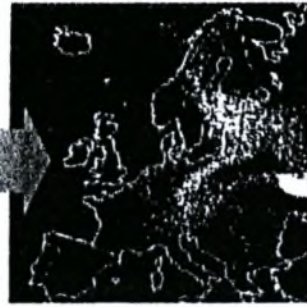
26 Απριλίου 1986



28 Απριλίου 1986



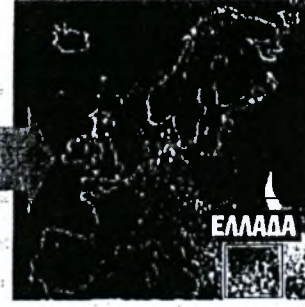
30 Απριλίου 1986



2 Μαΐου 1986



4 Μαΐου 1986



6 Μαΐου 1986



**Πώς έφτασε το ραδιενεργό νέφος και στην Ελλάδα** – για πρώτη φορά στις 4 Μαΐου του 1986. Σε όσες περιοχές έτυχε να εκδηλωθούν τοπικές βροχές εκείνη την περίοδο οι συγκεντρώσεις ραδιενεργών στοιχείων ως και σήμερα παραμένουν υψηλές, αφού η βροχή παρέσυρε τα στοιχεία αυτά στο έδαφος

# Τσερνόμπιλ: ο εφιάλτης ζει και

## 20 χρόνια μετά η ραδιενέργεια δηλώνει παρούσα στη χώρα μας

Η «σκιά» του δυστυχήματος στο Τσερνόμπιλ πέφτει ακόμα – είκοσι χρόνια μετά – πάνω από την Ελλάδα όπως δείχνουν οι μετρήσεις των επιστημόνων. Τα ραδιενεργά στοιχεία – και ιδιαίτερα του καϊσίου – στο έδαφος, στα υπόγεια νερά, στο χώμα, στα φυτά, στα ζώα παραμένουν, σε ορισμένες περιοχές της χώρας, στα ίδια επίπεδα με εκείνα του 1986.

ΡΕΠΟΡΤΑΖ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΑΝΩΛΑΣ  
xmanol@do1net.gr

**Α**πό το Καρπενήσι έως την Καρδίτσα, την Κατερίνη, το Κιλκίς και από τη Θεσσαλονίκη έως τη Χαλκίδα και τη Φλώρινα οι συγκεντρώσεις του ραδιενεργού καϊσίου φτάνουν ακόμα τα 65 Κιλομπεκερέλ ανά τετραγωνικό μέτρο εδάφους, όταν το όριο επικινδυνότητας, σύμφωνα με τους επιστήμονες, δεν ξεπερνά τα 5 Κιλομπεκερέλ.

**«Κανείς δεν γνωρίζει για πόσα χρόνια θα μας βασανίζει η ραδιενέργεια»**

Βεβαίως, ακόμα και σε τέτοια επίπεδα, οι τιμές αυτές δεν συγκρίνονται με τις αντίστοιχες που καταγράφηκαν τα προηγούμενα χρόνια στη Βόρεια Ρωσία και τη Βόρεια Ευρώπη. Το 1986, λίγες ημέρες ύστερα από το πυρηνικό δυστύχημα στο Τσερνόμπιλ, οι επιστήμονες είχαν μετρήσει και στη χώρα μας υψηλές συγκεντρώσεις αντιμονίου, ζιρκονίου, δημητρίου και μαγνητίου – πρόκειται για πολύ επικίνδυνα στοιχεία. Ωστόσο, στις μετρήσεις που έγιναν το '96, η Ελλάδα βρέθηκε σχεδόν «καθαρή» σε όλα – με την εξαίρεση του καϊσίου.

Οι μεγαλύτερες ποσότητες καϊσίου εντοπίζονται στη Δυτική Μακεδονία και τη Βόρεια Θεσσαλία ενώ «λευκές» είναι οι Κυκλάδες, η Κρήτη, η Αττική και το μεγαλύτερο τμήμα της Πελοποννήσου. Υψηλές συγκεντρώσεις ραδιενεργών στοιχείων εντοπίστηκαν και στη θάλασσα. Οι πλέον πρόσφατες μετρήσεις έδειξαν ότι στα νερά των Δαρδανελλίων η συγκέντρωση καϊσίου είναι 6 φορές υψηλότερη από αυτήν του Αιγαίου, η οποία με τη σειρά της είναι 7 φορές υψηλότερη από αυτή του Ιονίου Πελάγους.

του «ραδιενεργού νέφους» της Ελλάδας, που δημοσιεύουν σήμερα «ΤΑ ΝΕΑ».

**Οι μετρήσεις.** Η ερευνητική ομάδα που τον επιμελήθηκε, με επικεφαλής τον καθηγητή κ. Σίμο Σημόπουλο, διευθυντή του τμήμα Πυρηνικής Τεχνολογίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, εδώ και είκοσι χρόνια ασχολείται συνεχώς με τις επιπτώσεις του Τσερνόμπιλ στην Ελλάδα. «Λίγες μόνο εβδομάδες μετά το δυστύχημα, ένα απόγευμα, πήρα μόνος μου το αυτοκίνητο και γύρισα όλη την Ελλάδα», θυμάται ο ίδιος. «Ανά 10 χιλιόμετρα σταματούσα. Έσοβα λίγο και μάζευα χώμα. Το Τμήμα μας στο Πολυτεχνείο, είναι το μοναδικό στην Ευρώπη που διαθέτει τόσο μεγάλο αριθμό δειγμάτων από χώματα. Μετρήσαμε τη ραδιενέργεια σε όλο το μήκος και το πλάτος της ελληνικής επικράτειας. Συνολικά 1.246 δείγματα εδάφους από εκείνη την εποχή εξακολουθούν μέχρι σήμερα να βρίσκονται ταξινομημένα στο υπόγειο του εργαστηρίου του Τομέα Πυρηνικής Τεχνολογίας».



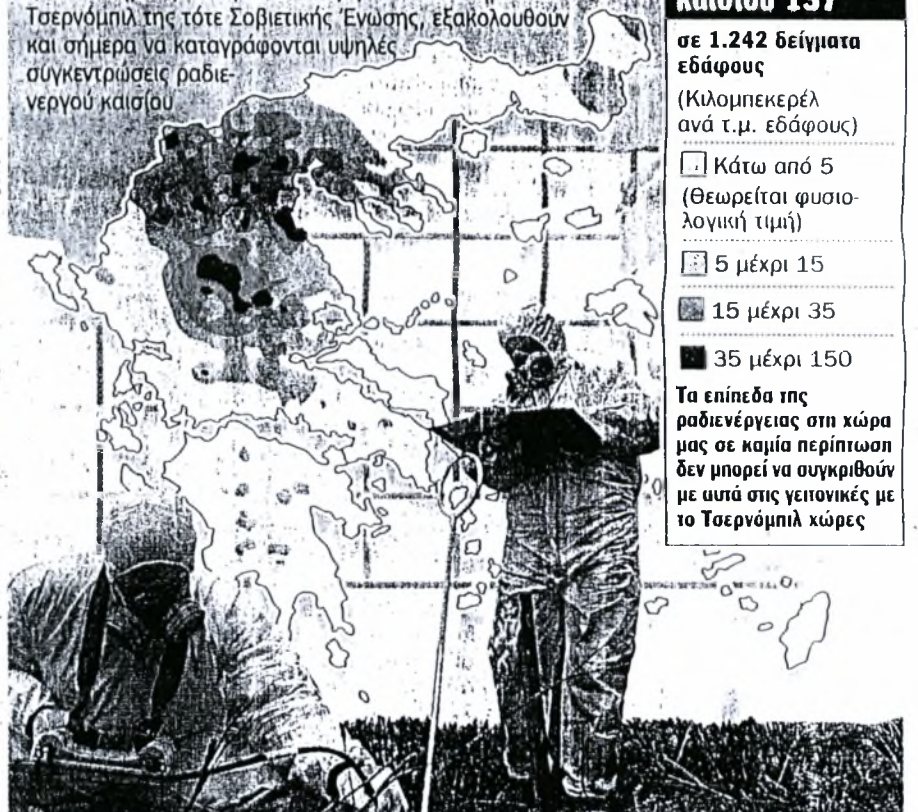
Δημοσίευμα του Independent για τις «σκιές» Τσερνόμπιλ

Οι ερευνητές συνέκριναν τις αρχικές καταγραφές με νεώτερες – έως και σήμερα άλλωστε γίνονται συνεχώς μετρήσεις. Το συμπέρασμα είναι ότι ελάχιστα έχει αλλάξει η κατάσταση τα τελευταία 20 χρόνια.

**Αλλα 15 χρόνια αγωνίας.** «Κανείς δεν γνωρίζει για πόσα χρόνια ακόμα θα μας βασανίζει η ραδιενέργεια. Δεν έχουμε εμπειρία. Τώρα την μαθαίνουμε. Ένα από τα άγνωστα σε μας στοιχεία είναι η χρονική διάρκεια των επιπτώσεων», λέει ο κ. Σημόπουλος. «Τα ραδιενεργά κατάλοιπα έχουν συγκεκριμένο χρόνο ζωής», αναφέρει από τη δική του πλευρά ο αντιπρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών κ. Στέφανος Τσιτομενάς. «Το ραδιενεργό καϊσίο – από το οποίο μολύνθηκε κυρίως η ελληνική επικράτεια, αμέσως μετά το δυστύχημα του Τσερνόμπιλ – έχει διάρκεια ζωής τα 35 έτη. Έχουν περάσει μόλις τα 20...». Σημειώνεται ότι άλλοι επιστήμονες μιλούν για διάρκεια ζωής του καϊσίου από 80 χρόνια.

### Το καϊσίο του Τσερνόμπιλ εξακολουθεί να ταλαιπωρεί την Ελλάδα

20 ολόκληρα χρόνια μετά το πυρηνικό δυστύχημα στο Τσερνόμπιλ της τότε Σοβιετικής Ένωσης, εξακολουθούν και σήμερα να καταγράφονται υψηλές συγκεντρώσεις ραδιενεργού καϊσίου



**Συγκεντρώσεις καϊσίου 137**

σε 1.242 δείγματα εδάφους (Κιλομπεκερέλ ανά τ.μ. εδάφους)

- Κάτω από 5 (Θεωρείται φυσιολογική τιμή)
- 5 μέχρι 15
- 15 μέχρι 35
- 35 μέχρι 150

Τα επίπεδα της ραδιενέργειας στη χώρα μας σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να συγκριθούν με αυτά στις γειτονικές με το Τσερνόμπιλ χώρες

Πηγή: Εργαστήριο Πυρηνικής Τεχνολογίας ΕΜΠ, δευτερεύων καθηγητής Σίμος Σημόπουλος, τακτοεικαστής Ε. Χίννης, Μ. Αναγνωστάκης, Διευθυντής Ν. Πετρόπουλος

### Επικίνδυνο και ύπουλο το καϊσίο

**Τ**ο καϊσίο είναι εξαιρετικά επικίνδυνο ραδιενεργό στοιχείο. Προσλαμβάνεται μέσω της τροφής – τόσο από λαχανικά όσο και από κρέατα ζώων που καταναλώσαν ραδιενεργά χόρτα. Όπως λένε οι επιστήμονες, τα φαινόμενα της επίδρασης της ακτινοβολίας μικρών

δόσεων καϊσίου στον άνθρωπο χαρακτηρίζονται «στοχαστικά». Δηλαδή οι «αίχμηλες» δόσεις δεν έχουν άμεσα διακριτές επιπτώσεις και αυτό ακριβώς είναι ένα από τα ύπουλα χαρακτηριστικά του. Όσο οι απορροφώμενες ραδιενεργές δόσεις μικραίνουν

τόσο η ασάφεια για τις επιπτώσεις τους μεγαλώνει – και αντίστροφα. Πάντως το καϊσίο μπορεί να προκαλέσει καρκίνο στο γαστροεντερικό σύστημα, ο οποίος μπορεί να εκδηλωθεί ακόμα και 30 χρόνια μετά την έκθεση του ανθρώπου στη ραδιενέργεια.



ΤΙ ΕΓΙΝΕ ΣΤΙΣ 26 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 1986

# Σε λίγες ημέρες το νέφος έφθασε στα Βαλκάνια

Τα μεσάνυχτα της 25ης Απριλίου 1986, τεχνικοί του πυρηνικού σταθμού «Βλαντίμιρ Ίλιτς Λένιν», στο Τσερνόμπιλ της Ουκρανίας, αποπειράθηκαν να κάνουν ένα πείραμα για να ελέγξουν τα συστήματα ασφαλείας.

Στις 1.20 το πρωί της 26ης Απριλίου αλυσιδωτή αντίδραση στον αντιδραστήρα της τέταρτης μονάδας προκάλεσε διαδοχικές εκρήξεις, οι οποίες τίναξαν στον αέρα το κά-

λυμμα του αντιδραστήρα. Τεράστιες ποσότητες ραδιενεργού υλικού εκλύθηκαν στην ατμόσφαιρα. Το ραδιενεργό νέφος κινήθηκε δυτικά και σε δυο μέρες έφτασε στη Γερμανία, τη Σουηδία και την Πολωνία, ενώ 4 μέρες αργότερα βρισκόταν στη Γαλλία και τη Βρετανία, φέρνοντας ραδιενεργό βροχή. Έδαφος, νερό, τρόφιμα, φυτά και ζώα μολύνθηκαν. Λίγες μέρες

αργότερα ένα τρίτο σύννεφο μετέφερε τη ραδιενέργεια στα Βαλκάνια και τη Βόρειο Ελλάδα. Στη χώρα μας έκπληκτοι οι πολίτες, μόλις στις 29 Απριλίου, παρακολουθούσαν από τα - δύο εκείνη την εποχή - κανάλια της τηλεόρασης την είδηση για το πυρηνικό ατύχημα. Ήταν Μεγάλη Τετάρτη και ετοιμάζονταν για τον εορτασμό του Πάσχα. Οι

εβδομάδες που ακολούθησαν ήταν εφιαλτικές. Κάποιοι κατηγορούσαν τον «Δημόκριτο» για ολιγωρία αφού «άφησε τους καταναλωτές να αγοράζουν λαχανικά για το Πάσχα παρά το γεγονός ότι μπορεί να είχαν προσβληθεί από ραδιενέργεια». Αρκετοί σταμάτησαν να τρώνε λαχανικά, ενώ η υστερία είχε φτάσει σε τέτοιο σημείο που κάτοικοι της Βόρειας Ελλάδας μετανάστευσαν προσωρινά στην Αθήνα.



Το πρωτοσέλιδο θέμα των «ΝΕΩΝ» της Μεγάλης Τετάρτης, 30ής Απριλίου 1986, για το πυρηνικό δυστύχημα

## στην Ελλάδα

ΔΥΣΟΙΩΝΕΣ ΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ

### «Από τώρα θα αρχίσουν οι επιπτώσεις»

«Είναι σίγουρο ότι το δυστύχημα του Τσερνόμπιλ προκάλεσε χιλιάδες θανάτους», αναφέρει ο καθηγητής κ. Σιμόπουλος. «Στην Ελλάδα, έως τώρα τουλάχιστον υπήρξαμε πιο τυχεροί. Το είδος της ραδιενέργειας που έφτασε στην Ελλάδα αποτελεί την αιτία εκδήλωσης ραγδαία εξελισσόμενου καρκίνου στο γαστρεντερικό σύστημα. Κάτοικοι της Ρωσίας και της Ουκρανίας πέθαναν από λευχαιμία και θυρεοειδί, που εκδηλώνεται μέσα σε διάστημα ελαχίστων ετών από την έκθεση σε ραδιενέργεια. Για να εκδηλωθεί καρκίνος στο γαστρεντερικό σύστημα από ραδιενέργεια, όμως, χρειάζονται περίπου 20 χρόνια. Εάν επαληθευτούν αυτές οι δυσοίωνες θεωρίες, κάτι για το οποίο δεν είμαι σί-

γουρος, από τώρα και μετά θα αρχίσουμε να μετράμε θύματα από το Τσερνόμπιλ».

**Τα θύματα.** Ευρωπαϊκές ιατρικές επιθεωρήσεις, διαφορετικές μεταξύ τους, έχουν αναφέρει στο παρελθόν πάντως ότι ο αριθμός των θυμάτων του Τσερνόμπιλ στην Ελλάδα ίσως να φτάνει τους 1.500. Τόσες ήταν μέσα στη δεκαετία 1986 - 1996

οι καταγεγραμμένες ανεξήγητες περιπτώσεις καρκίνου - που δεν δικαιολογούνταν από το «ιστορικό» του ασθενή. Σ' αυτά θα πρέπει να προστεθούν και οι 2.500 τεχνικές διακοπές κύσισης που έγιναν στην Ελλάδα κατά το διάστημα αμέσως μετά την καταστροφή, για προληπτικούς λόγους, σύμφωνα με τη Διεθνή Επιθεώρηση Μολυσματικών Ασθενειών (1986-87).

Όλοι οι επιστήμονες συμφωνούν πάντως ότι λόγω της συγκάλυψης των πραγματικών στοιχείων από τις αρχές της τότε Σοβιετικής Ένωσης, κανείς ποτέ δεν θα μάθει τις πραγματικές διαστάσεις της κατα-

στροφής. Όμως ακόμα και οι πιο συντηρητικές εκτιμήσεις είναι τρομακτικές. Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του ουκρανικού υπουργείου Υγείας, περίπου 33.000 άνθρωποι έχουν χάσει μέχρι τώρα τη ζωή τους εξαιτίας των συνεπειών του Τσερνόμπιλ και 400.000 άνθρωποι αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους. Στις περιοχές που μολύνθηκαν ζούσαν 17.223.700 άνθρωποι. Η καταστροφή του Τσερνόμπιλ έχει επιφέρει μία μαζική αύξηση των καρκίνων, κυρίως του θυρεοειδούς, στις χώρες που επλήγησαν περισσότερο.

**Τα παιδιά.** Στη Λευκορωσία, το ποσοστό προσβολής από καρκίνο του θυρεοειδούς εκατονταπλασιάστηκε μέσα σε δέκα χρόνια. Δύο εκατομμύρια παιδιά στην Ουκρανία - το ένα έκτο του παιδικού πληθυσμού - και 500.000 στη Λευκορωσία και στη Ρωσία εξακολουθούν να ζουν σε περιοχές αυξημένης ραδιενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Καρκίνου του Θυρεοειδούς εκτιμά ότι χιλιάδες παιδιά που έχουν εκτεθεί στη ραδιενέργεια θα αναπτύξουν καρκίνο του θυρεοειδούς στα επόμενα 30 χρόνια. Στη Λευκορωσία, οι ανωμαλίες των οστών και των μυών έχουν αυξηθεί κατά 62%, οι διαταραχές του νευρικού συστήματος και των αισθητηρίων οργάνων κατά 43%, και του πεπτικού συστήματος κατά 23%.

Η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Καρκίνου του Θυρεοειδούς εκτιμά ότι χιλιάδες παιδιά που έχουν εκτεθεί στη ραδιενέργεια θα αναπτύξουν καρκίνο του θυρεοειδούς στα επόμενα 30 χρόνια



## Ο Όλυμπος έσωσε την Ήπειρο!

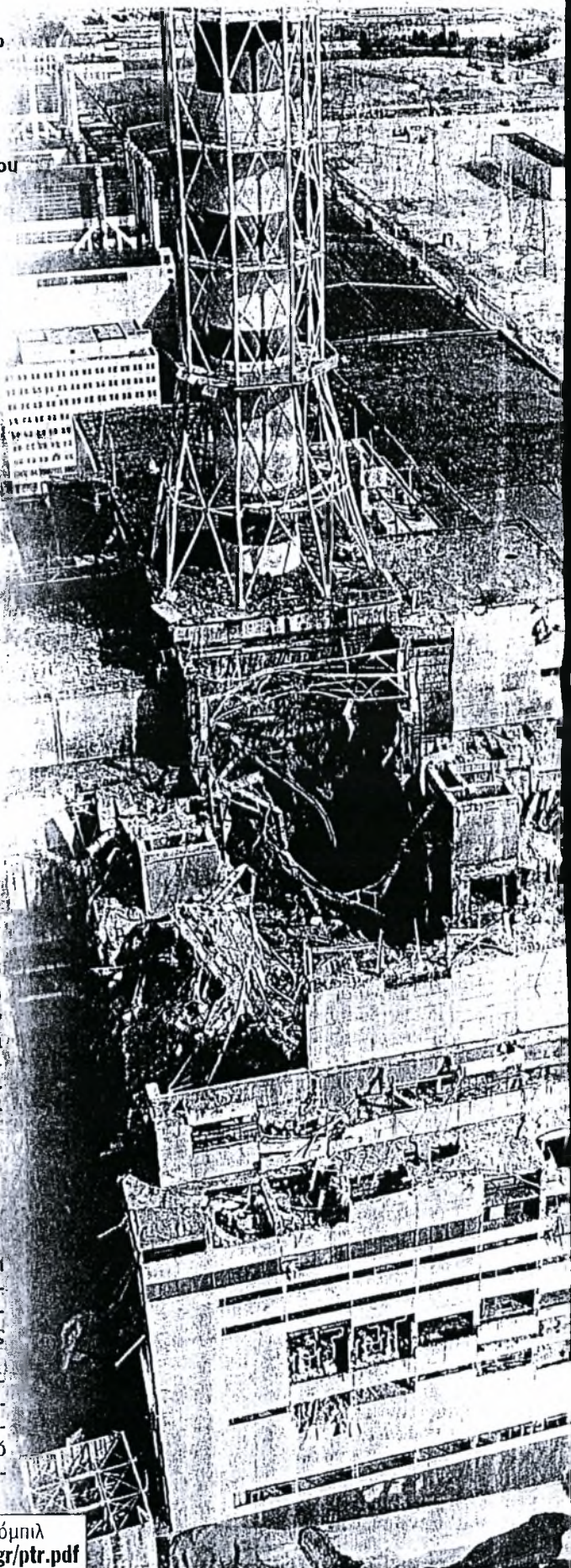
Στα μεγάλα δάση της ανατολικής πλευράς του Ολύμπου Γάλλοι ερευνητές είχαν μετρήσει το 2002 τις συγκεντρώσεις καισίου. Τα ευρήματα ήταν εξαιρετικά ανησυχητικά: Βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις στα ανώτερα στρώματα του εδάφους, σε βακτήρια του δάσους, στη μικροπανίδα και στη μικροκλωρίδα. Το ίδιο παρατηρήθηκε σε είδη φρούτων, όπως τα άγρια βατόμουρα και οι άγριες φράουλες που βρίσκονται σε αφθονία στην περιοχή. Το συμπέρασμα ήταν «η μόλυνση μειώνεται αργά ή παρμένει σταθερή ιδίως στα πολυετή είδη κλωρίδας».

Ο κ. Σιμόπουλος διευκρινίζει ότι ο Όλυμπος έπαιξε καταλυτικό ρόλο στην κατανομή της ραδιενέργειας. «Το 1986, από το Τσερνόμπιλ, ξεκίνησαν τρία διαδοχικά ραδιενεργά νέφη. Το ένα κατευθύνθηκε προς τη Σκανδιναβία, το δεύτερο προς την Κεντρι-

λευταίο κυμάνθηκε σε ύψος χαμηλότερο του Ολύμπου και έτσι το βουνό λειτούργησε ως «φυσικό σύνορο». Η Ήπειρος εμφανίζεται στους χάρτες «καθαρή» από ραδιενέργεια. Αντίθετα η Θεσσαλία, η Κεντρική Μακεδονία και τμήμα της Στερεάς Ελλάδας παρουσιάζουν υψηλές συγκεντρώσεις».

Το Φίχι είναι ένα μικρό χωριό στον Νομό Αργολίδας. Λίγες μόλις ημέρες αφού το ραδιενεργό νέφος ήρθε στην Ελλάδα, μια τοπική βροχή ξέσπασε πάνω από το χωριό και στην περιοχή περιμετρικά του. Τα ραδιενεργά στοιχεία έπεσαν στο έδαφος. Αυτό το μικρό χωριό παρουσίασε - και εξακολουθεί να παρουσιάζει έως σήμερα - υψηλές τιμές καισίου.

Δείτε το ιστορικό του δυστυχήματος στο Τσερνόμπιλ από τη μελέτη του ΕΜΠ στο <http://www.tanea.gr/ptr.pdf>





**Β**ιοαιθανόλη, βιομάζα, γεωθερμική ενέργεια, θερμοπυρηνική ενέργεια είναι λέξεις που γίνονται όλο και πιο άγνωστες. Τα επόμενα χρόνια όμως είναι πολύ πιθανό να γίνουν μέρος της καθημερινότητάς μας, αφού θα είναι συνηθισμένες με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η δραματική αύξηση της τιμής του πετρελαίου αναγκάζει από τώρα πολιτικούς και επιστήμονες να στρέψουν την προσοχή τους σε εναλ-

λακτικές προτάσεις παραγωγής ενέργειας. Το "κλειδί" της όλης προσπάθειας βρίσκεται στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Στα Εργαστήρια του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας καθηγητές μαζί με φοιτητές και άλλους επιστημονικούς συνεργάτες μελετούν τρόπους απεξάρτησης της ζωής μας από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

■ Ρεπορτάζ: ΦΩΤΗΣ ΣΙΑΝΟΣ

Βιοαιθανόλη, θερμοπυρηνική και γεωθερμική ενέργεια θα υποκαταστήσουν το πετρέλαιο

## “Στο μικροσκόπιο” εναλλακτικές μορφές ενέργειας από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Η απειλή στρατιωτικής επίθεσης των ΗΠΑ στο Ιράν εκτίναξε την τιμή ενός βαρελιού πετρελαίου στα 70 δολάρια προκαλώντας ρίγος ανησυχίας στην ανθρωπότητα. Για πόσο καιρό ακόμη οι κοινωνίες θα εξαρτώνται από τα γεωπολιτικά και γεωοικονομικά παιχνίδια των ισχυρών; Με δεδομένο πως η παγκόσμια οικονομία θα αναπτύσσεται τα επόμενα χρόνια, οπότε η ενέργεια συνιστά αναγκαίο συστατικό για την πρόοδό τους, ποιες άλλες μέθοδοι υπάρχουν ή διαφαίνονται στο μέλλον για να απεξαρτηθούμε από το πετρέλαιο;



Οι καθηγητές Ν. Ανδρίτσος, Τ. Σταματέλλος, Π. Τσιακάρης, Ν. Βλάχος

Ενδεικτικά της ενεργειακής χειραγώγησης της χώρας μας είναι τα εξής στοιχεία: Η Ελλάδα κάθε χρόνο εισάγει σχεδόν 20 εκατομμύρια μετρικούς τόνους αργού πετρελαίου προς διύλιση. Συγκεκριμένα τα Ελληνικά Πετρέλαια εισάγουν 14 έως 14,5 εκατομμύρια τόνους αργού πετρελαίου που πηγαίνει κατά 50% από τη Ρωσία, 25% από το Ιράν και το υπόλοιπο 25% από το Κουβέιτ, τη Σαουδική Αραβία τη Λιβύη και τα Εμιράτα. Η Μότορ Οйл διυλίζει περίπου πέντε εκατομμύρια τόνους αργού πετρελαίου. Το 85% αυτού του πετρελαίου προέρχεται από τη Σαουδική Αραβία. Επίσης η Ελλάδα εισάγει ετησίως 2,6-2,7 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα φυσικό αέριο, εκ των οποίων τα 2,2 δισεκατομμύρια κ.μ. προέρχονται από τη Ρωσία και τα 400.000, 500.000 κ.μ. από την Αλγερία, διά θαλάσσια. Η Ως σύνολο οι 25 χώρες - μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης καλύπτουν περίπου το 27% των ενεργειακών τους αναγκών με φυσικό αέριο που εισάγουν από τη Ρωσία, τη Νόρβηγία και τη Βόρειο Αφρική, καλύπτουν το 37% των ενεργειακών αναγκών από το πετρέλαιο, το 18% με στερεά καύσιμα, το 15% με πυρηνική ενέργεια και περίπου το 6% με ανανεώσιμες ενέργειες όπως ο άνεμος και ο ήλιος. Μέχρι το 2030 αναμένεται να έχει αυξηθεί η εξάρτηση από την πυρηνική ενέργεια και το φυσικό αέριο. Σε παγκόσμιο επίπεδο καθημερινά καταναλώνονται 80.100.000 βαρέλια πετρελαίου, ενώ στην Ελλάδα 435.000 βαρέλια. Η κερδοσκοπία γνωρίζει χρυσές εποχές, αφού το 2002 ένα βαρέλι πετρελαίου κόστιζε 20 δολάρια, ενώ τώρα 70 δολάρια.

### Η βιοαιθανόλη

Στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

διεξάγονται διάφορες προσπάθειες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιώντας το φυσικό περιβάλλον μέσω της βιοαιθανόλης, η οποία ουσιαστικά είναι γνωστή εδώ και δύο χιλιάδες χρόνια.

Στο Εργαστήριο Εναλλακτικών Συστημάτων Μετατροπής Ενέργειας ο Επίκουρος Καθηγητής κ. Παναγιώτης Τσιακάρης επιχειρεί να παράγει βιοαιθανόλη από τα ενεργειακά φυτά, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως ο ίδιος εξηγεί, “οι κύριες πηγές βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς είναι τα αγροτικά και δασικά υπολείμματα. Βέβαια για τη μεγάλη κλίμακα παραγωγή βιοκαυσίμων θα χρειαστούν και άλλες πηγές πρώτης ύλης. Αυτές είναι οι ενεργειακές καλλιέργειες, όπως τα σακχαρότευτλα, ο γλυκός σόρος, το σακχαρόκαλαμο, το καλαμπόκι, το σιτάρι, ο ευκάλυπτος και άλλα φυτά και δένδρα. Η βιομάζα με κατάλληλες βιοχημικές και βιολογικές μεθόδους είναι δυνατό να μετατραπεί σε στερεό, υγρό και αερίο καύσιμο. Η πλέον υποσχόμενη διεργασία μετατροπής της βιομάζας σε καύσιμο είναι η μετατροπή της σε αιθανόλη. Για παράδειγμα από ένα στρέμμα τεύτλων είναι δυνατό να παραχθεί ένας περίπου τόνος βιοαιθανόλης. Προκειμένου η βιοαιθανόλη να οδηγηθεί σε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, πρέπει να αναπτυχθούν διάφορες τεχνολογίες όπως η Κυψέλη Καυσίμου”.

Ο ίδιος προσθέτει πως “στα πλαίσια των πόλων καινοτομίας, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται τελευταία στην Περιφέρεια Θεσσαλίας στην παραγωγή και στην αξιοποίηση των βιοκαυσίμων, η μαζική παραγωγή και χρήση τους των οποίων αναμένεται να επιφέρει σημαντικά οφέλη στο τρίτο και τέταρτο δεκαετησίον της δεκαετίας”.

περιβάλλον, παρά το γεγονός ότι το κόστος παραγωγής τους είναι ακόμα σχετικά υψηλό (περίπου 0.35-0.45 €/λίτρο). Παράλληλα, το γεγονός ότι: α) τόσο η βιοαιθανόλη όσο και το βιοντίζελ δεν είναι τοξικά, β) η αποθήκευση και η μεταφορά τους είναι το ίδιο εύκολη με αυτή των ορυκτών καυσίμων και γ) οι εκπομπές αερίων ρύπων από τα καύσιμους είναι πολύ χαμηλότερες, καθιστά τα συγκεκριμένα καύσιμα ιδιαίτερα ελκυστικά και φιλικά προς το περιβάλλον. Το Εργαστήριο δραστηριοποιείται ερευνητικά: α) στην τεχνολογία υδρογόνου με έμφαση στην ανάπτυξη καταλυτών για την παραγωγή υδρογόνου από βιοκαύσιμα και β) στο σχεδιασμό και ανάπτυξη κυψελών καυσίμων (fuel cells) που να λειτουργούν με απευθείας τροφοδοσία βιοκαυσίμων, με έμφαση στην ανάπτυξη και βελτιστοποίηση των υλικών από τα οποία αποτελούνται οι συγκεκριμένες διατάξεις. Οι κυψελίδες καυσίμου είναι προηγμένα συστήματα που μετατρέπουν απευθείας τη χημική ενέργεια του καυσίμου σε ηλεκτρική με υπερδιπλάσιες αποδόσεις από αυτές των μηχανών εσωτερικής και εξωτερικής καύσης”.

### Θερμοπυρηνική ενέργεια

Σε διεθνές πρόγραμμα που στόχο έχει την κατασκευή αντιδραστήρα θερμοπυρηνικής σύντηξης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρονικό ορίζοντα το 2015, συμμετέχει το Εργαστήριο Μηχανικής Ρευστών, Αντλιών και Στροβιλομηχανών. Σε μια εποχή, όπου οι χώρες αναζητούν νέες πηγές ενέργειας απεξαρτημένες, μάλιστα ξανά στην πυρηνική, ώστε να απεξαρτηθούν από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, στην Ευρώπη έχει ξεκινήσει προσπάθεια δημιουργίας αντιδραστήρα θερμοπυρηνικής

σύντηξης, ο οποίος θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Επισημαίνεται πως η οχάση πυρηνών οδηγεί σε πυρηνική βόμβα.

Ο αντιδραστήρας προγραμματίζεται να λειτουργήσει για πρώτη φορά το 2015 στη Γαλλία με ορίζοντα ζωής 35 χρόνια. Σε παγκόσμιο επίπεδο κάτι τέτοιο δεν έχει επιτευχθεί, ενώ προς το παρόν έχουν κατασκευαστεί κάποιες μικρές μηχανές.

Στο εγχείρημα αυτό συμμετέχει και η Ελλάδα μέσω δύο ερευνητικών ιδρυμάτων και έξι πανεπιστημίων. Μεταξύ αυτών είναι και το τοπικό Ακαδημαϊκό Ίδρυμα Θεσσαλίας διά του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας που εδώ και πέντε χρόνια διοργανώνει συνεχώς “οχάση φυσικής και τεχνολογίας σύντηξης”.

Πριν μερικές ημέρες το εργαστήριο φιλοξένησε τη λειτουργία σχολείου όπου Έλληνες και ξένοι επιστήμονες συγκεντρώθηκαν και διατύπωσαν τις απόψεις τους για την πορεία του προγράμματος.

Ο Καθηγητής και υπεύθυνος του Εργαστηρίου κ. Νίκος Βλάχος είπε πως ένας τέτοιος αντιδραστήρας είναι πιο ασφαλής από τους υπόλοιπους αντιδραστήρες πυρηνικής ενέργειας. Επίσης τα ραδιενεργά υλικά που παράγει, θα είναι άχρηστα μετά από 100 χρόνια, ενώ αυτή η ενέργεια είναι φιλική προς το περιβάλλον. Επίσης η Ελλάδα ωφελείται σε επίπεδο γνώσεων και εμπειριών, ενώ εκπαιδεύονται και οι μελλοντικοί επιστήμονες.

### Γεωθερμική ενέργεια

Ο Επίκουρος Καθηγητής κ. Ν. Ανδρίτσος τονίζει πως “με τους σημερινούς ρυθμούς κατανάλωσης, τα αποδεδειγμένα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων θα εξαντληθούν σε κάποια στιγμή στο ότι και τόσο μακρινό μέλλον, ενώ συγχρόνως αποτελούν την κυρίαρχη πηγή των αερίων του θερμο-

κλίτου. Η γεωθερμική ενέργεια είναι μία σημαντική εναλλακτική, ήπια και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με πολλές εφαρμογές σε περισσότερες από 100 χώρες στον κόσμο. Το γεωθερμικό δυναμικό της χώρας μας είναι ιδιαίτερα σημαντικό τόσο αναφορικά με την ύπαρξη ρευστών (θερμών νερών και ατμού) με θερμοκρασία μεγαλύτερη από 150AC, κατάλληλων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και νερών μέσης και χαμηλής, κατάλληλων για πολλές άμεσες εφαρμογές. Στο χώρο της Θεσσαλίας, αν και δεν έχει γίνει συστηματική διερεύνηση, έχουν εντοιστεί κάποιες περιοχές με γεωθερμικό ενδιαφέρον κοντά στην πόλη της Λάρισας με νερά θερμοκρασίας 25-35AC. Στο γεωθερμικό δυναμικό όμως μπορεί να προστεθεί και μια άλλη μορφή γεωθερμικής ενέργειας, η αβαθής γεωθερμική ενέργεια, η οποία αφορά στη χρήση της θερμότητας του υπεδάφους, των πετρωμάτων και των υπόγειων ή των επιφανειακών νερών που έχουν θερμοκρασία μικρότερη από 25AC και μπορούν να αξιοποιηθούν με τη χρήση των αντλιών θερμότητας. Η αξιοποίηση της θερμότητας του υπεδάφους γίνεται με την τοποθέτηση κατάλληλων συστημάτων πλαστικών αγωγών στο οποίο κυκλοφορεί νερό και ψυκτικό. Το σύστημα σωληνώσεων μπορεί να τοποθετηθεί είτε οριζόντια (σε βάθος 1-2 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους), ή κατακόρυφα, σε κατάλληλες γεωτρήσεις που συνήθως δεν ξεπερνούν τα 100 μέτρα.

Η γεωθερμική ενέργεια παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών μορφών ενέργειας, όπως είναι οι μικρές ή μηδενικές εκπομπές αερίων εκπομπών, η ανάπτυξη απομακρυσμένων περιοχών, η συνεισφορά στην απεξάρτηση από το συμβατικό καύσιμα. Επιπλέον, η αβαθής γεωθερμική ενέργεια

μπορεί να αξιοποιηθεί σε ολόκληρη τη χώρα προσφέροντας μείωση 30-70% στο κόστος θέρμανσης και κλιματισμού. Παρόλο το πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό της χώρας μας, ο βαθμός αξιοποίησης των γεωθερμικών νερών είναι ιδιαίτερα χαμηλός. Η κυριότερη αξιοποίησή τους σήμερα, εκτός από τη χρήση τους για λουτροθεραπευτικούς σκοπούς είναι η θέρμανση θερμοκηπίων (περίπου 200 στρέμματα), οι υδροκαλιέργειες, η ξήρανση ντομάτας. Επίσης τελευταία πληθαίνουν οι εφαρμογές γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (παράδειγμα το νέο Δημαρχείο Ηυλαίας Θεσσαλονίκης)”.

### Συμπαράγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού

“Η ολοένα αυξανόμενη ένταξη του φυσικού αερίου στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, αλλάζει πολλά πράγματα στην ελληνική ενεργειακή σκηνή. Μεταξύ αυτών, επηρεάζει τις συνθήκες και τις επιλογές των τελικών καταναλωτών, από απλά νοικοκυριά μέχρι βιομηχανίες, για τις οποίες τα οφέλη, αν τα εκμεταλλευτούν, είναι ιδιαίτερα σημαντικά. Ένα σημαντικό στοιχείο μέσα στο πλαίσιο εφαρμογών και δυνατοτήτων του φυσικού αερίου, είναι η ευρεία εφαρμογή της συμπαραγωγής, δηλαδή της συνδυασμένης παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από θερμικούς κινητήρες” τονίζει ο Καθηγητής κ. Τάσος Σταματέλλος.

Και συνεχίζει λέγοντας τα εξής: “Το επίπεδο τεχνολογικής εξέλιξης είναι τέτοιο, ώστε σήμερα κατασκευάζονται και λειτουργούν με αξιοπιστία ποικίλα συστήματα συμπαραγωγής με υψηλό συνολικό βαθμό απόδοσης (75%-85% βαθμός εκμετάλλευσης), με ηλεκτρική ισχύ από μερικά κιλοβάτ, μέχρι εκατοντάδες μεγαβάτ. Ο βέλτιστος σχεδιασμός συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας για τη Βιομηχανία είναι ένα πεδίο στο οποίο δραστηριοποιείται το Εργαστήριο Θερμοδυναμικής και Θερμικών Μηχανών εδώ και μερικά χρόνια. Μία από τις τέχουσες δραστηριότητες είναι η μελέτη βελτισμών και επεκτάσεων σε υπάρχοντα σταθμό συμπαραγωγής του Εργοστασίου της ΒΙΟΚΑΙ ΠΕΤ-ΕΞΑΛΚΟ στη Λάρισα με βάση 2 δεκαεξάκυλινδρους κινητήρες φυσικού αερίου τύπου Cummins QSV81G, ισχύος 1.7 μεγαβάτ έκαστος”.



Το υψηλό κόστος αποτρέπει τους πολίτες από ενεργειακές επιλογές φιλικές προς το περιβάλλον και καθλώνει την αξιοποίηση μορφών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική, μόλις στο 2%

# Μέτρα του... αέρα για την πράσινη ενέργεια

## Κανένα κίνητρο για εγκατάσταση οικιακών εναλλακτικών πηγών ενέργειας

Φοροπαλλαγές... μηδέν παρέχει το ελληνικό κράτος σε όσους επιλέγουν να χρησιμοποιούν εναλλακτικές μορφές ενέργειας, με αποτέλεσμα να παραμένει ακριβή υπόθεση η εγκατάσταση και χρήση τέτοιων συστημάτων. Το υψηλό κόστος αποτρέπει τους πολίτες από ενεργειακές επιλογές φιλικές προς το περιβάλλον και καθλώνει την αξιοποίηση μορφών ενέργειας όπως η ηλιακή και η αιολική μόλις στο 2%.

ΡΕΠΟΡΤΑΖ  
ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΑΝΩΛΑΣ  
ΜΑΝΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΑΚΗΣ

«Σε όλες τις χώρες της Ευρώπης, με εξαίρεση την Ελλάδα, δίδονται συνεχώς κίνητρα για τη χρήση αυτών των μορφών ενέργειας», αναφέρει ο σύμβουλος του Συνδέσμου Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, πρώην επικεφαλής του Ελληνικού Γραφείου της Greenpeace, κ. Στέλιος Ψωμάς. «Απαλλάσσονται φορολογικά όλα αυτά τα συστήματα, παρέχονται με την κάλυψη του κράτους δάνεια από τις τράπεζες με πολλές και άτοκες δόσεις για την απόκτησή τους και μηχανικοί, υπάλληλοι του Δημοσίου, παρέχουν δωρεάν τις υπηρεσίες τους για την εγκατάστασή τους. Σε πόλεις της Γερμανίας, οι πολίτες που χρησιμοποιούν τέτοια συστήματα απαλλάσσονται ακόμα και από την υποχρέωση καταβολής των δημοτικών τελών».

Ενδεικτικό στοιχείο της αρνητικής στάσης της κυβέρνησης της Ελλάδας στο θέμα των εναλλακτικών πηγών ενέργειας είναι και η τιμή στην οποία αγοράζει η κρατική ΔΕΗ τον επιπλέον ηλεκτρισμό που μπορεί να παράξει ένας ιδιώτης που χρησιμοποιεί φωτοβολταϊκά συστήματα: μόλις 0,06 έως 0,08 ευρώ ανά κιλοβατώρα. Πρόκειται για τιμή εξαιρετικά χαμηλή, όταν συγκριθεί με την τιμή που δίνουν άλλες χώρες για τον ηλεκτρισμό που παράγεται μέσω ηλιακής ενέργειας. Η Γερμανία δίνει 0,6 ευρώ ανά κιλοβατώρα. Η Γαλλία, η Ολλανδία και το Βέλγιο 0,5, η Ελλάδα, η Ιταλία και η Μεγάλη Βρετανία 0,45. «Δεν υπάρχει καμία διαφορά για αυτήν τη χαμηλή τιμή της Ελλάδας», αναφέρει ο υπεύθυνος εναλλακτικών μορφών ενέργειας της Greenpeace, κ. Δημήτρης Ιμπραήμ. «Όσες φορές τους έχουμε ρωτήσει, ο ένας δι-

### Οικολογικό, αυτόνομο, ενεργειακά σπίτι


Το φωτοβολταϊκό σύστημα μετατρέπει την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό. Το συνολικό κόστος εγκατάστασης (μιαζί με τις συσκευές γκαζιού) προσεγγίζει τα 11.000 ευρώ

**ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ**



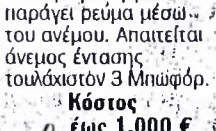
Παράγουν απευθείας από τον ήλιο συνεχές ρεύμα, από 12 έως 48 V, που φορτίζει μπαταρίες αντίστοιχης τάσης. Κόστος έως 2.000 €

**ΡΥΘΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ**



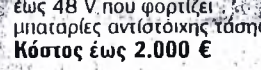
Απαραίτητη συσκευή για τη μακροχρόνια χρήση της μπαταρίας και τη σωστή λειτουργία της. Κόστος έως 150 €

**ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ**



Η ανεμογεννήτρια παράγει ρεύμα μέσω του ανέμου. Απαιτείται άνεμος έντασης τουλάχιστον 3 Μπώφορ. Κόστος έως 1.000 €

**ΣΥΣΠΡΕΥΤΕΣ**



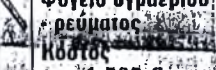
Αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τις ανεμογεννήτριες. Αυτόνομα συστήματος έως 5 ημέρες. Κόστος έως 1.500 €

**ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ**




Συνδέεται στην μπαταρία και μετατρέπει το ρεύμα σε οικιακό. Κόστος έως 1.200 €

**Ψυγείο υγραερίου ρεύματος**



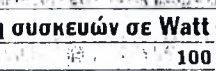
Κόστος έως 1.500 €

**Κουζίνα υγραερίου**



Κόστος έως 1.700 €

**Θέρμανση (μποϊλερ)**



Κόστος έως 1.200 €

**Υλικά εγκατάστασης και αυτοματισμοί: 300 - 600 €**

**ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ:** Δεν απαιτείται.

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ:** Με ένα τέτοιο σύστημα λειτουργούν:

- φωτισμός από 12 έως 320 V συνολικά
- μία τηλεόραση έως 24 ιντσών • βίντεο
- κομπιούτερ • ηχοσύστημα • απορροφητήρας • ηλεκτρική σκούπα • διάφορα ηλεκτρικά εργαλεία • ανεμιστήρες
- φορτιστές μπαταριών • μικρές ηλεκτρονικές συσκευές κ.ά.

**Αρκεί η συνολική ισχύς των συσκευών που λειτουργούν ταυτόχρονα να μην υπερβαίνει τα 2 KW (κιλοβάτ)**

**Κατανάλωση συσκευών σε Watt**

Κασετόφωνο	100
Καυστήρας πετρελαίου	250
Κλιματιστικό	1.500
Κουζίνα	6.000
Λαμπτήρας πυράκτωσης	75
Λαμπτήρας φθορισμού	20
Μάτι κουζίνας	500
Πλυντήριο πιάτων	1.000
Πλυντήριο ρούχων	3.500
Ραδιόφωνο	70
Σίδερο	1.000
Τηλεόραση	200
Υπολογιστής	60
Φούρνος μικροκυμάτων	1.500
Ψυγείο	350

ευθυντής της ΔΕΗ μάς παραπέμπει στον άλλον. Εάν αυτό δεν είναι αδιαφορία, τότε τι είναι», αναρωτιέται.

Στη χώρα μας η πιο απλή και διαδεδομένη εναλλακτική μορφή ενέργειας παραμένει - την τελευταία 20ετία - ο ήλιος. Ποσοστό μεγαλύτερο του 30% των νοικοκυριών διαθέτει ηλιακό θερμοσίφωνα παράγει ζεστό νερό 60 ως 70 βαθμούς Κελσίου, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης χώρων. Μπορεί να εξοικονομήσει από 30% έως 80% της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει ένας αντίστοιχος ηλεκτρικός. Ένα μέσο σύστημα για μια τετραμελής ο-

ικογένεια κοστίζει γύρω στα 11.000 ευρώ και η μέση απόδοσή του είναι 1.500 κιλοβατώρες τον χρόνο, με διάρκεια ζωής τα 20 χρόνια.

Σε αντίθεση με τους ηλιακούς θερμοσίφωνα, τα φωτοβολταϊκά εξακολουθούν να παραμένουν εξαιρετικά... αντιδημοφιλή. Ο μηχανικός κ. Παναγιώτης Σιγάλας, ο οποίος διατηρεί εταιρεία στην Αθήνα που ειδικεύεται στην μελέτη και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, δι- λώνει στα «NEA» ότι η εφαρμογή των φωτοβολταϊκών από ιδιώτες σε σπίτια δεν είναι διαδεδομένη. «Αυτό συμβαίνει επειδή η Πολιτεία δεν έχει δώσει κίνητρα και το κόστος είναι πολύ υψηλό».

Και όμως εγγυώνται μηδενική ρύπανση, αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (φθάνει τα 30 χρόνια), απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες και ελάχιστη συντήρηση, όπως τουλάχιστον επισημαίνει ο Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών. Το κόστος εγκατάστασης του πιο απλού από αυτά τα συστήματα προσεγγίζει τα 10.000 ευρώ. Αν προστεθεί η αξία των συσκευών που δεν μπορούν να λειτουργήσουν ταυτόχρονα στο φωτοβολταϊκό σύστημα και λειτουργούν με γκαζί, τότε το συνολικό κόστος μπορεί να ξεπεράσει τα 11.000 ευρώ.

Τα περισσότερα κτίρια είναι κατάλληλα για να εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά. Χρειάζεται ωστόσο να υπάρχει αρκετός ελεύθερος χώρος. Απαιτείται περίπου 1 τ.μ. για κάθε 100 Watt που παράγονται. Ένα μέσο φωτοβολταϊκό σύστημα, για να καλύψει τις ανάγκες μιας τριμελούς οικογένειας, χρειάζεται να παράξει 2 KWatt. Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ποσοστό 5%-17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Σε δύσβατες περιοχές. Τα συγκεκριμένα συστήματα έγιναν γνωστά, εξαιτίας του ότι μπορούν να τοποθετηθούν σε δύσβατες περιοχές, όπου το δίκτυο της ΔΕΗ είναι οικονομικά ασύμφορο να φθάσει. Ωστόσο μπορούν να τοποθετηθούν ακόμα και σε ένα διαμέρι-

### Οικονομία 30% έως 38%

Μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να προσφέρει στους πολίτες και η εγκατάσταση γεωθερμικών συστημάτων. Πρόκειται για ένα σύστημα το οποίο εκμεταλλεύεται τη θερμοκρασία του υπεδάφους που είναι σταθερή, στους 18-20 βαθμούς Κελσίου. Με την τοποθέτηση ειδικών αντλιών κάτω από το σπίτι οι καταναλωτές - αναφέρουν οι ειδικοί - μπορούν να εκμεταλλευθούν τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας και έτσι να θερμάνουν χώρους τον χειμώνα ή να τους ψύξουν το καλοκαίρι.

Για παράδειγμα, το καλοκαίρι το σύστημα του κλιματισμού από τη γη έχει τη δυνατότητα να «αντλεί» τη θερμότητα από το σπίτι και να την κατευθύνει προς τη γη και όχι προς το εξωτερικό περιβάλλον του σπιτιού. Όσο για την ενέργεια που εξοικονομείται με μια τέτοια εγκατάσταση, οι επιστήμονες υπολογίζουν ότι είναι της τάξεως του 30%-38%. Το κόστος της εγκατάστασης για μια μονοκατοικία 120 τ.μ. αγγίζει περίπου τα 17.000 ευρώ.

**Ένα μέσο σύστημα για μια τετραμελή οικογένεια κοστίζει γύρω στα 11.000 ευρώ**

**TANEA** Δείτε πρόσφατη μελέτη για την αγορά φωτοβολταϊκών στην Ευρώπη και την Ελλάδα στο <http://www.tanea.gr/docs/pvmarket06.pdf>





