

# ***ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ***

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



**ΘΕΜΑ:  
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

**Πτυχιακή Εργασία των Φοιτητών:** Γκότσης Χρήστος  
Κουστιάνης Ιωάννης

**Επιβλέπων Καθηγητής:** Κλεΐδης Κωνσταντίνος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή .....	5
1.1 Τι είναι η ενέργεια .....	5
1.2 Από πού προέρχεται η ενέργεια .....	6
1.3 Κατανοώντας τα ενεργειακά μεγέθη .....	6
2. Ιστορική ανασκόπηση των ενεργειακών εξελίξεων .....	8
2.1 Αρχαίοι χρόνοι .....	8
2.2 Μέχρι τον 17 <sup>ο</sup> αιώνα .....	9
2.3 18 <sup>ος</sup> αιώνας – Η πρώτη ατμομηχανή .....	10
2.4 19 <sup>ος</sup> αιώνας – Η βιομηχανική επανάσταση .....	10
2.5 20 <sup>ος</sup> αιώνας – Η μηχανή εσωτερικής καύσης .....	11
2.6 Ενεργειακή κρίση .....	12
2.7 Η ενέργεια στο μέλλον .....	12
2.7.1 Το ενεργειακό πρόβλημα στην Ελλάδα .....	12
2.7.2 Ασφάλεια εφοδιασμού .....	13
2.7.3 Προστασία περιβάλλοντος .....	13
2.7.4 Η αβεβαιότητα των νέων τεχνολογιών .....	14
3. Μορφές ενέργειας .....	15
3.1 Ορισμός της Μηχανικής Ενέργειας .....	15
3.2 Ορισμός της Κινητικής Ενέργειας .....	17
3.3 Ορισμός της Δυναμικής Ενέργειας .....	17
3.4 Ορισμός της Χημικής Ενέργειας .....	18
3.5 Ορισμός της Πυρηνικής Ενέργειας .....	18
3.6 Ορισμός της Θερμικής Ενέργειας .....	19
3.7 Ορισμός της Ηλεκτρικής Ενέργειας .....	20
4. Αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας – Δημιουργία περιβαλλοντικού προβλήματος .....	22

4.1 Ενέργεια και περιβάλλον .....	22
4.2 Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε οικογενειακό επίπεδο .....	23
4.3 Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε δημοτικό επίπεδο .....	25
4.4 Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε περιφερειακό επίπεδο .....	26
4.5 Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε παγκόσμιο επίπεδο .....	27
4.6 Αύξηση της συγκέντρωσης CO <sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα τα τελευταία 40 χρόνια .....	29
4.7 Πρωτόκολλο του Κιότο .....	29
5. Πηγές Ενέργειας .....	31
5.1 Μη ανανεώσιμες ενέργειες .....	32
5.1.1 Γαιάνθρακες .....	32
5.1.2 Πετρέλαιο .....	34
5.1.3 Φυσικό αέριο .....	36
5.1.4 Πυρηνική ενέργεια .....	37
5.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας .....	39
5.2.1 Αναγκαιότητα χρήσης ΑΠΕ .....	40
5.2.2 Μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) .....	41
5.2.2.1 Ηλιακή Ενέργεια .....	41
i) Παθητικά ηλιακά συστήματα .....	42
ii) Ενεργητικά ηλιακά συστήματα .....	42
iii) Φωτοβολταϊκά συστήματα .....	43
• Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα .....	46
Φως αντί για βενζίνη .....	47
5.2.2.2 Αιολική Ενέργεια .....	48
i) Αιολικά πάρκα .....	50
ii) Μειονεκτήματα αιολικής ενέργειας .....	50
iii) Η κατάσταση στην Ελλάδα .....	51
iv) Αέρας ανάπτυξης και αειφορίας .....	55
5.2.2.3 Γεωθερμική Ενέργεια .....	56

i) Η γεωθερμία στην Ελλάδα .....	58
ii) Η γεωθερμία στην Ήπειρο .....	59
iii) Η χρήση της γεωθερμίας παγκοσμίως.....	60
iv) Εφαρμογές της γεωθερμίας .....	61
v) Παραδείγματα εφαρμογών .....	62
vi) Φυσικά γεωθερμικά πεδία .....	64
5.2.2.4 Βιομάζα .....	66
5.2.2.5 Υδραυλική ενέργεια .....	69
5.2.2.6 Ενέργεια κυμάτων .....	71
5.2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ .....	76
6. Βιβλιογραφία .....	79

## 1. Εισαγωγή

### 1.1 Τι είναι ενέργεια



Η ενέργεια είναι σε τέτοιο βαθμό συνυφασμένη με την καθημερινή μας ζωή που μόνο η έλλειψή της καθιστά πρόδηλη την αναγκαιότητά της. Το σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων δεσμεύει, παράγει, καταναλώνει, μετατρέπει, αποθηκεύει και υποβαθμίζει τεράστια ποσά ενέργειας. Κάθε πολίτης των αναπτυγμένων κρατών καταναλώνει ημερησίως τόση ενέργεια όση παράγουν οι μύες 100 μεγαλόσωμων ανδρών ή 12 δυνατών αλόγων.

Η ενέργεια εμφανίζεται με πολλές μορφές. Κίνηση, θερμότητα, ενέργεια χημικών δεσμών ή ηλεκτρισμός. Ακόμη και η μάζα είναι μια μορφή ενέργειας. Η ενέργεια μπορεί να προέρχεται από διαφορετικές πηγές όπως ο άνεμος, ο άνθρακας, η ξυλεία ή τα τρόφιμα. Όλες οι πηγές ενέργειας έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό. Η χρήση τους μας δίνει τη δυνατότητα να θέσουμε αντικείμενα σε κίνηση, να μεταβάλουμε θερμοκρασίες, να παράγουμε ήχο και εικόνα. Με άλλα λόγια, μας δίνεται η δυνατότητα να παράγουμε έργο. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## 1.2 Από πού προέρχεται η ενέργεια;

Ο κύκλος της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας ξεκινά από τις αρχικές μορφές ενέργειας όπως ο άνθρακας, το αργό πετρέλαιο, ο άνεμος, το ηλιακό φως ή το φυσικό αέριο. Αυτές οι μορφές χαρακτηρίζονται ως πρωτογενή ενέργεια και βεβαίως, ελάχιστα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους καταναλωτές. Το επόμενο βήμα είναι η μετατροπή των πρωτογενών μορφών σε τελική ενέργεια όπως για παράδειγμα ηλεκτρισμός ή βενζίνη. Τέλος, κατάλληλος εξοπλισμός ή συσκευές όπως το αυτοκίνητο ή η τηλεόραση, μετατρέπουν την τελική ενέργεια σε χρήσιμη ενέργεια παρέχοντας ενεργειακές υπηρεσίες. Από την πρωτογενή έως την χρήσιμη ενέργεια, μεσολαβούν πολλά ενδιάμεσα στάδια ανάλογα με τη μορφή της ενέργειας. Εξόρυξη άνθρακα ή πετρελαίου, μεταφορά με αγωγούς, χρήση δεξαμενόπλοιων, καύση σε μεγάλους θερμικούς σταθμούς, δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και πολλά άλλα. Όλη αυτή η πολυσύνθετη αλυσίδα είναι γνωστή ως ενεργειακό σύστημα. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## 1.3 Κατανοώντας τα ενεργειακά μεγέθη

Για να μπορούμε να γνωρίζουμε το ακριβές ποσό της ενέργειας που μετασχηματίζεται από μια μορφή σε κάποια άλλη ή του έργου που παράγεται, χρειαζόμαστε μονάδες μέτρησης της ενέργειας.

Στο διεθνές σύστημα μετρικών μονάδων (S.I.), μονάδα μέτρησης της ενέργειας είναι το 1 Joule (Τζάουλ) και είναι το έργο που παράγεται όταν δύναμη 1 Newton κινεί ένα αντικείμενο σε απόσταση 1 μέτρου.

Για να εκτιμήσουμε το ρυθμό μεταβολής της ενέργειας ή το ρυθμό παραγωγής έργου μιας μηχανής, δηλαδή πόσο γρήγορα μια μηχανή κάνει ένα συγκεκριμένο έργο, χρησιμοποιούμε την ισχύ (P).

Ισχύ ονομάζουμε το μέγεθος που μας δηλώνει πόσο γρήγορα μετασχηματίζεται (ή χρησιμοποιείται) η ενέργεια. Μεγάλη ισχύς σημαίνει ότι μια ορισμένη ποσότητα ενέργειας μετασχηματίζεται (χρησιμοποιείται) σε μικρό χρόνο, ενώ μικρή ισχύς σημαίνει ότι χρειαζόμαστε πολύ χρόνο για να μετατρέψουμε (χρησιμοποιήσουμε) την ίδια ποσότητα ενέργειας.

Αν μια μηχανή ισχύος 1 KW λειτουργεί για μια ώρα καταναλώνει ενέργεια ίση με 1 κιλοβατώρα (1 KWh) ή 3.600.000 Joule, που είναι πλέον μονάδα έργου.

1kWh

Αντιστοιχεί στην ποσότητα ενέργειας που καταναλώνει οικιακός λαμπτήρας σε 24 ώρες.

1 MWh (1.000 kWh)

Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνει ηλεκτρική κουζίνα σε χίλιες ώρες λειτουργίας.

1 GWh (1.000. 000 kWh)

Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνουν ετησίως 450 κατοικίες στην κεντρική Ευρώπη.

1 TWh (1.000.000.000 kWh)

Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνουν οι βαλκανικές χώρες σε διάστημα 24 ωρών. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## 2. Ιστορική ανασκόπηση των ενεργειακών εξελίξεων

Η εξέλιξη της ανθρωπότητας είναι στενά συνδεδεμένη με τη χρήση ενέργειας. Δεν είναι τυχαίο ότι οι ονομασίες των ιστορικών περιόδων της ανθρωπότητας, λίθινη εποχή, εποχή του σιδήρου ή του χαλκού, προέκυψαν από τη δυνατότητα των ανθρώπων να διαχειρίζονται διαφορετικές μορφές ενέργειας. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

### 2.1 Αρχαίοι χρόνοι

Πιθανότατα πριν από 500.000 χρόνια ο άνθρωπος έμαθε να χειρίζεται τη φωτιά, ενώ τη λίθινη εποχή, περίπου 30.000 χρόνια πριν, ζωγραφιές σε σπήλαια αποδεικνύουν ότι ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τη φωτιά για μαγείρεμα αλλά και να θερμαίνει ή να φωτίζει τις σπηλιές όπου και κατοικούσε.



Μεγάλη αλλαγή προέκυψε κατά την περίοδο όπου ο άνθρωπος άφησε τη νομαδική ζωή, οργανώθηκε στους πρώτους μόνιμους οικισμούς και ανέπτυξε την αγροτική καλλιέργεια. Όμως, αγροτική καλλιέργεια είναι στην πράξη η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε τροφή.

Το 5000 π.Χ. στον Νείλο χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά η αιολική ενέργεια για την κίνηση των πλοίων, ενώ το 4000 π.Χ. μικροί νερόμυλοι στην Ελλάδα



χρησίμευαν για την άλεση δημητριακών αλλά και για παροχή πόσιμου νερού σε οικισμούς. Όσον αφορά τον άνθρακα, η χρήση του αναφέρεται ήδη από το 3000 π.Χ. στην Κίνα ενώ σημαντική χρήση του για μαγείρεμα γινότανε το 100 μ.Χ. στην Αγγλία.

Βεβαίως, σε όλη την αρχαϊκή περίοδο, την σημαντικότερη πηγή ενέργειας αποτελούσε η ανθρώπινη μυϊκή δύναμη καθώς και η χρήση ζώων. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## 2.2 Μέχρι τον 17ο αιώνα

Στα μέσα του 17ου αιώνα, ξεκίνησε εκτεταμένη εξόρυξη άνθρακα, ενώ το 1600 το εμπόριο άνθρακα με επίκεντρο την Αγγλία απέκτησε διεθνή διάσταση. Παρόλο που η εκτεταμένη χρήση άνθρακα στην Αγγλία πυροδότησε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, η αναγκαιότητα χρήσης της ξυλείας για παραγωγή κώκ αλλά και για την κατασκευή πολεμικών πλοίων κατέστησε αδύνατη την αποσύνδεση της



αγγλικής οικονομίας από τον άνθρακα. Η πρώτη ενεργειακή κρίση της παγκόσμιας ιστορίας ξεκίνησε το 1630 όταν το κώκ παραγόμενο από ξυλεία δεν επαρκούσε για να καλύψει τις ανάγκες των καταναλωτών. Κώκ με βάση τον άνθρακα δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην χύτευση σιδήρου επειδή η περιεκτικότητά του σε θείο και υγρασία είναι

πολύ υψηλή. Την περίοδο αυτή, τεράστιες δασικές εκτάσεις στην βόρεια Ευρώπη και ιδιαίτερα στην Αγγλία, μετατράπηκαν σε κώκ προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες σε ενέργεια. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

### 2.3 18ος αιώνας - Η πρώτη ατμομηχανή

Ο 18ος αιώνας σηματοδεύτηκε από την ανακάλυψη της πρώτης ατμομηχανής από τον Thomas Newcomen, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την άντληση νερού από τα υπόγεια ορυχεία εξόρυξης άνθρακα. Το 1765, ο James Watt βελτιώνει σημαντικά την ατμομηχανή, δίνοντας τη δυνατότητα χρήσης της όχι μόνον για άντληση νερού αλλά και για την κίνηση μηχανών. Το 1799 ο ιταλός εφευρέτης Alessandro Volta, ανακαλύπτει την πρώτη μπαταρία, δίνοντας τη δυνατότητα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε αδιάλειπτο χρόνο. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))



### 2.4 19ος αιώνας - Η βιομηχανική επανάσταση

Στις αρχές του 19ου αιώνα οι χρησιμοποιούμενες ατμομηχανές είχαν τη δυνατότητα να παρέχουν την ισχύ 200 περίπου ανδρών. Αρκούσε όμως να εξοπλίσει τις βιομηχανίες παραγωγής αγαθών και να οδηγήσει την οικονομία της Β.Δ. Ευρώπης στη Βιομηχανική Επανάσταση. Για πρώτη φορά στην παγκόσμια ιστορία η ενέργεια μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε κάθε χώρο, κάθε ώρα και σε οποιαδήποτε ποσότητα. Παράλληλα, η χρήση της ατμομηχανής επεκτείνεται και στα μέσα μεταφοράς, το 1804 στο σιδηρόδρομο και το 1807 στη ναυτιλία. Στα τέλη του 19ου αιώνα η ισχύς της ατμομηχανής ξεπερνούσε την ισχύ 6000 ανδρών. Το 1850 κατασκευάζεται το πρώτο υδροηλεκτρικό φράγμα παραγωγής ενέργειας ιδιοκτησίας του Thomas Alva Edison, παρέχοντας με ηλεκτρισμό τη Wall Street και τις εγκαταστάσεις της New York Times, ενώ το 1880 λειτουργεί η πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα. Η πρώτη εξόρυξη πετρελαίου λαμβάνει χώρα το 1859 στη Β.Αμερική αλλά εκείνη την εποχή η χρήση του



ήτανε φοβερά περιορισμένη, μέχρι την ανακάλυψη της μηχανής καύσης. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## 2.5 20ος αιώνας - Η μηχανή εσωτερικής καύσης

Η ανακάλυψη των κοιτασμάτων πετρελαίου οδήγησε τον τεχνικό κόσμο του 20ου αιώνα στην ανάγκη εφεύρεσης συστημάτων ικανών να αξιοποιήσουν το καινούργιο καύσιμο. Αρχικά ο Γάλλος μηχανικός Etienne Lenoir και στη συνέχεια ο Γερμανός Nikolaus August Otto κατασκευάζουν τις πρώτες μηχανές εσωτερικής καύσης. Το 1885 ο Γερμανός μηχανικός Benz προσαρμόζει τη μηχανή του Otto σε αμάξωμα, τοποθετεί τρεις τροχούς και δημιουργεί το πρώτο αυτοκινούμενο όχημα. Τον επόμενο χρόνο ο Γερμανός μηχανικός Daimler κατασκευάζει το πρώτο τετράτροχο αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης.



Το 1942 ο Ιταλός φυσικός Enrico Fermi σχεδιάζει και θέτει σε λειτουργία τον πρώτο πυρηνικό αντιδραστήρα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, ενώ το 1954 το πρώτο πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τίθεται σε λειτουργία στην τέως ΕΣΣΔ. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Ο 20ος αιώνας χαρακτηρίζεται από τρομακτική αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Προβλήματα όπως η προστασία του περιβάλλοντος και η εξάντληση των ενεργειακών πόρων δεν απασχολούσαν κανέναν. Τα πάντα όμως θα άλλαζαν σύντομα. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## 2.6 Ενεργειακή κρίση

Το πρόβλημα της ενέργειας είναι διεθνές, μεγάλο και θα συνεχίσει να υπάρχει ακόμα, διότι προέρχεται κυρίως από το πετρέλαιο και την μείωση των αποθεμάτων του, και φυσικά από την άλλη πλευρά από την συνεχή αύξηση της ζήτησής του. Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος είναι η αλματώδης αύξηση της τιμής, η οποία διπλασιάστηκε από το 2004 και δημιουργεί, εκτός της μόλυνσης του περιβάλλοντος, προβλήματα στις οικονομίες των κρατών και φυσικά των χρηστών ενέργειας από πετρέλαιο. Το πρόβλημα αυτό θα ενταθεί ακόμα περισσότερο από τους μεγάλους ρυθμούς ανάπτυξης και φυσικά του βιοτικού επιπέδου των μεγαλύτερων κρατών του κόσμου, δηλαδή της Κίνας και της Ινδίας. Φανταστείτε μόνο, εάν το 1% αυτού του πληθυσμού αποκτά κάθε χρόνο για πρώτη φορά αυτοκίνητο, κάτι που είναι πολύ δυνατόν να συμβεί, τί πρόσθετη ζήτηση θα επιφέρει. ([www.sieline.gr](http://www.sieline.gr))

## 2.7 Η ενέργεια στο μέλλον

### 2.7.1 Το ενεργειακό πρόβλημα στην Ελλάδα

Το ενεργειακό πρόβλημα στην Ελλάδα είναι μεγαλύτερο απ' ό τι στις υπόλοιπες χώρες τις Ε.Ε. διότι η Ελλάδα καλύπτει τις ενεργειακές της ανάγκες από εισαγωγές πετρελαίου σε μεγαλύτερο ποσοστό (3,5% του ΑΕΠ) από το μέσο όρο των Ευρωπαϊκών κρατών (1,5% του ΑΕΠ). Το γεγονός αυτό επιβαρύνει δυσμενώς το εμπορικό ισοζύγιο της χώρας, που αυτή την χρονιά η επιβάρυνση θα είναι μεγαλύτερη τόσο για την Εθνική Οικονομία όσο και για τους χρήστες πετρελαίου. Γι' αυτό η προσπάθεια είναι μία και επιβεβλημένη : Μείωση της εξάρτησης από πετρέλαιο και τα ορυκτά καύσιμα, όπου αυτή μπορεί να γίνει, χωρίς αυτό να είναι εις βάρος του βιοτικού μας επιπέδου. ([www.sieline.gr](http://www.sieline.gr))

### 2.7.2 Ασφάλεια εφοδιασμού

Η παγκόσμια οικονομία είναι στενά συνδεδεμένη με το πετρέλαιο. Αυτό θα ήταν πολύ λιγότερο σημαντικό αν τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου δεν ήταν συγκεντρωμένα σε λίγες μόνο χώρες. Η Μέση Ανατολή προμηθεύει σήμερα το 30% της παγκόσμιας αγοράς σε πετρέλαιο, ενώ διαθέτει περισσότερο από τα μισά αποθέματα. Παράλληλα, τα μισά από τα συνολικά αποθέματα φυσικού αερίου ανήκουν σε δύο μόνο χώρες, τη Ρωσία και το Ιράν. Σήμερα, το 50% των ενεργειακών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης καλύπτονται από εισαγωγές, ενώ περίπου 70% των αναγκών της αναμένεται να καλύπτονται επίσης με εισαγωγές το 2030, αν βεβαίως οι σημερινές τάσεις συνεχιστούν. Στα προηγούμενα τριάντα χρόνια, η τιμή του πετρελαίου τριπλασιάστηκε σε τέσσερις χρονικές περιόδους: το 1973, 1979, 1990 και το διάστημα 1999-2000. Οι αναταράξεις στην παγκόσμια οικονομία, ιδιαίτερα των αναπτυσσομένων χωρών, πιθανότατα δεν έχουν ακόμα ξεπεραστεί. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

### 2.7.3 Προστασία περιβάλλοντος

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της Παγκόσμιας Υπηρεσίας Ενέργειας, μέχρι και το 2020 η παγκόσμια πρωτογενή ενέργεια θα καλύπτεται σε ποσοστό 90% από τα ορυκτά καύσιμα. Η υπερθέρμανση του πλανήτη αλλά και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο δεν αφήνουν κανένα περιθώριο εφησυχασμού. Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έχουν ήδη ανεβάσει τη θερμοκρασία κατά 0,6 βαθμούς παγκοσμίως. Εάν δεν ληφθούν μέτρα, θα σημειωθεί αύξηση κατά 1,4 έως 5,8 βαθμούς έως τα τέλη του αιώνα. Όλες οι περιοχές του κόσμου - συμπεριλαμβανομένης της Ε.Ε. - θα αντιμετωπίσουν σοβαρές συνέπειες, τόσο για τις οικονομίες τους όσο και για τα οικοσυστήματά τους. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))



#### 2.7.4 Η αβεβαιότητα των νέων τεχνολογιών

Οι νέες τεχνολογίες στον ενεργειακό τομέα βασίζονται κυρίως στις καθαρές τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων και στην ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) σύντομα θα εμφανισθούν σε επιδεικτικό στάδιο. Αφενός όμως δεν έχουν λυθεί θέματα που σχετίζονται με την τεχνολογία αποθήκευσης του διοξειδίου του άνθρακα, όπως για παράδειγμα η πιθανή αύξηση του pH των ωκεανών από την έκχυση του CO<sub>2</sub> στα βάθη της θάλασσας. Επιπλέον, η λύση αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα σε εξαντλημένους ταμιευτήρες φυσικού αερίου ή πετρελαίου, παρουσιάζει σημαντική διακύμανση όσον αφορά το κόστος. Σε κάθε περίπτωση εκτιμάται ότι δεν θα είναι μικρότερο από 2 cents ανά kWh. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σαφώς μπορούν να συνεισφέρουν τόσο στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος. Όμως, εμφανίζουν σημαντικές τεχνολογικές αδυναμίες και απαιτούν τεράστιες επενδύσεις. Η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των εναλλακτικών μορφών ενέργειας παγκοσμίως, εκτός των υδροηλεκτρικών, από το 2% στο 4% απαιτεί τουλάχιστον 20 χρόνια και 90 δις δολάρια. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

### 3. ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ανάλογα με τον τρόπο που έχει αποκτηθεί, ανταλλαχθεί ή αποθηκευτεί, η ενέργεια κατατάσσεται σε διάφορα είδη:

- ✓ Μηχανική Ενέργεια
- ✓ Κινητική Ενέργεια
- ✓ Δυναμική Ενέργεια
- ✓ Χημική Ενέργεια
- ✓ Πυρηνική Ενέργεια
- ✓ Θερμική Ενέργεια
- ✓ Ηλεκτρική Ενέργεια

([www.el.science.wikia.com](http://www.el.science.wikia.com))

#### 3.1 Ορισμός της Μηχανικής ενέργειας

Λέγεται η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν κινείται ή έχει την τάση να κινηθεί.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η μηχανική ενέργεια δεν είναι απλώς ένα είδος ενέργειας από τα πολλά που υπάρχουν. Είναι η «ευγενέστερη», κατά κάποιο τρόπο, ή αλλιώς «ξεκάθαρη» μορφή ενέργειας.

Μιλώντας πιο συγκριμένα, η μηχανική ενέργεια είναι αυτή για την οποία ένα σώμα (ή ακριβέστερα, φυσικό σύστημα) είναι «ενημερωμένο» πριν του ασκηθεί η αντίστοιχη επίδραση.

Έτσι, π.χ. ένα σώμα αμέσως μόλις «τοποθετηθεί» σε κάποιο σημείο μέσα στο Βαρυτικό Πεδίο ενός πλανήτη «μπορεί να ακαριαία να πληροφορηθεί» για την ποσότητα της ενέργειας που απέκτησε και δεν θα περιμένει να ολοκληρωθεί η πτώση του για το «μάθει».

Αντίθετα όταν το σώμα κινείται τριβόμενο σε έναν «κακοτράχαλο» δρόμο «δεν μπορεί εκ των προτέρων να υπολογίσει» την ενέργεια που θα χάσει πριν ολοκληρώσει την κίνησή του.

Ένα φωτεινότερο παράδειγμα μπορούμε να πάρουμε από την οικονομία ενός κράτους που καταστρώνει τον ετήσιο προϋπολογισμό του.

Έτσι οι αξίες των φόρων που εισπράττει από τους εργαζόμενους και των μισθών που καταβάλλει στους δημόσιους υπάλληλους του είναι προβλέψιμες (μηχανική ενέργεια) από την αρχή (Ιανουάριος) του οικονομικού έτους.

Ενώ αντίθετα οι ποικίλες οικονομικές συνέπειες των απεργιών, σεισμών, πλημμυρών, πολέμων κ.α. είναι απρόβλεπτες (μη μηχανικές ενέργειες) και γίνονται καταμετρήσιμες, μόνον, στο τέλος (Δεκέμβριος) του οικονομικού έτους.  
([www.el.science.wikia.com](http://www.el.science.wikia.com))

#### Παραδείγματα

π.χ. η ενέργεια που έχει ένας άνθρωπος όταν τρέχει ή περπατάει.

π.χ. η ενέργεια που έχει ένα μήλο όταν κρέμεται από ένα δέντρο.



### 3.2 Ορισμός της Κινητικής ενέργειας

Είναι η ενέργεια που αναγκάζει άμεσα ένα σώμα να εκτελέσει το φαινόμενο της κίνησης (δηλ. με άλλα λόγια να κινηθεί)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Για την καλύτερη κατανόηση του ορισμού μπορούμε να παραλληλίσουμε την κινητική ενέργεια με την αξία των χρημάτων που υπάρχουν στο ταμείο ενός εμπορικού καταστήματος (δηλ με ότι αποκαλούμε οικονομικά «ρευστό»).

Αντίθετα η "δυναμική ενέργεια" αντιστοιχεί στην αξία των εμπορευμάτων που βρίσκονται στα ράφια. ([www.el.science.wikia.com](http://www.el.science.wikia.com))

Παραδείγματα

π.χ. η ενέργεια που έχει ένας άνθρωπος που τρέχει ή περπατάει.

### 3.3 Ορισμός της Δυναμικής ενέργειας

Είναι η ενέργεια που δίνει την δυνατότητα σε ένα σώμα (που ενδεχομένως προσωρινά παρεμποδίζεται και μένει ακίνητο) να κινηθεί μελλοντικά εφόσον αφηθεί ελεύθερο.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Για την καλύτερη κατανόηση του ορισμού μπορούμε να παραλληλίσουμε την δυναμική ενέργεια με την "αξία των εμπορευμάτων" που υπάρχουν στα ράφια ενός εμπορικού καταστήματος. ([www.el.science.wikia.com](http://www.el.science.wikia.com))

Παραδείγματα

π.χ. η ενέργεια που έχει ένας άνθρωπος που τρέχει ή περπατάει

π.χ. η ενέργεια που έχει ένα μήλο που κρέμεται από ένα δέντρο.

### 3.4 Ορισμός της Χημικής ενέργειας

Είναι η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους χημικούς δεσμούς που συγκρατούν τα άτομα και τα μόρια όλων των ουσιών. Όταν οι ουσίες αντιδρούν χημικά, η ενέργειά τους ή απελευθερώνεται ή απορροφάται ή μετατρέπεται σε άλλες μορφές. Για παράδειγμα όταν ανάβουμε ένα σπίρτο, η χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο σπίρτο, μετατρέπεται σε θερμική και φωτεινή ενέργεια, ενώ στα φυτά η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται για τη φωτοσύνθεση και αποθηκεύεται στα μόρια των παραγόμενων υδατανθράκων ως χημική ενέργεια. ([www.kpe-kastor.kas.sch.gr](http://www.kpe-kastor.kas.sch.gr))

### 3.5 Ορισμός της Πυρηνικής ενέργειας

Πυρηνική ενέργεια ή Ατομική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που απελευθερώνεται όταν μετασχηματίζονται ατομικοί πυρήνες. Είναι δηλαδή η δυναμική ενέργεια που είναι εγκλεισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνεται κατά τη σχάση ή σύντηξη των πυρήνων και εφόσον οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες (όπως συμβαίνει στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει ενεργειακές ανάγκες. ([www.planetearth.pblogs.gr](http://www.planetearth.pblogs.gr))

### 3.6 Ορισμός της Θερμικής ενέργειας

Η θερμική ενέργεια χαρακτηρίζει το σύνολο της κινητικής ενέργειας των σωματιδίων που συγκροτούν τα υλικά σώματα, καθώς αυτά κινούνται στο εσωτερικό τους με συνέπεια να αναπτύσσουν θερμοκρασία. Πρόκειται για εσωτερική ενέργεια ενός συστήματος που βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας.

Η θερμική ενέργεια είναι η μορφή ενέργειας που παράγεται από την τυχαία κίνηση των ατόμων και μορίων των ουσιών. Όσο πιο έντονη είναι η κίνηση αυτών, τόσο πιο θερμό γίνεται το σώμα. Η κίνηση αυτή για να μεταβληθεί απαιτεί την είσοδο εξωτερικής ενέργειας, η οποία μπορεί να έχει διάφορες μορφές, όπως μεγάλου μήκους κύματος ηλιακή ενέργεια. Εν προκειμένω με τον όρο θερμότητα εννοούμε ειδικά την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία, και ποτέ αντίστροφα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η κινητική ενέργεια των σωματιδίων του δεύτερου.

Συνεπώς θερμική ενέργεια διαθέτουν όλα τα σώματα είτε αυτά είναι ζεστά είτε είναι κρύα. Απλά το θερμό σώμα έχει περισσότερη θερμική ενέργεια η οποία και διαδίδεται με διάφορους τρόπους όπως είναι η θερμική ακτινοβολία. ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org).)

### 3.7 Ορισμός της Ηλεκτρικής ενέργειας

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα, που αναφέρεται στην κινητική ενέργεια των κινούμενων ηλεκτρονίων (ηλεκτρικό ρεύμα), λόγω της ύπαρξης διαφοράς δυναμικού στα άκρα ενός αγωγού.

Όταν γίνεται χρήση του ηλεκτρισμού η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε άλλη μορφή ενέργειας π.χ. σε κινητική ενέργεια όταν λειτουργεί ένας κινητήρας ή σε φως όταν ανάβει ένας λαμπτήρας.

Ο σύγχρονος κόσμος εξαρτά την επιβίωση και την ευημερία του από αυτό το είδος ενέργειας. Η πλειονότητα των συσκευών λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι κυριότεροι είναι η καύση διαφόρων ουσιών (λιγνίτης, πετρέλαιο, κάρβουνο), τα πυρηνικά εργοστάσια, τα ηλιακά πάρκα, τα υδροηλεκτρικά φράγματα και τα αιολικά πάρκα. Τα τελευταία 20 χρόνια γίνονται έντονες προσπάθειες αύξησης του ποσοστού ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.).

Το μεγάλο μειονέκτημα της ηλεκτρικής ενέργειας είναι η δύσκολη, σχεδόν αδύνατη μακροχρόνια αποθήκευσή της. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να καταναλώνεται ταυτόχρονα με την παραγωγή της ή να αποθηκεύεται αφού πρώτα μετατραπεί σε άλλες μορφές ενέργειας (π.χ. χημική, δυναμική κλπ.). Η ανάγκη άμεσης κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας έχει οδηγήσει στην κατασκευή ενός

παγκόσμιου πλέγματος ηλεκτρικών δικτύων, έτσι ώστε να μπορεί να μεταφέρεται εύκολα, από το σημείο παραγωγής της, στο σημείο κατανάλωσης.

Η συνολική ενέργεια διατηρείται. Η ενέργεια ούτε δημιουργείται ούτε εξαφανίζεται, μετατρέπεται όμως διαρκώς, σε κάθε αλλαγή στη φύση, από μια μορφή σε μια άλλη. Πολλές φορές προκαλούμε εμείς οι ίδιοι την μετατροπή της ενέργειας στη μορφή που μας είναι κάθε φορά χρήσιμη. Κάποιες μορφές ενέργειας μπορούμε να τις αξιοποιήσουμε εύκολα και αποτελεσματικά μετατρέποντας τις σε άλλες μορφές, ενώ κάποιες άλλες μορφές ενέργειας δεν μπορούμε να τις αξιοποιήσουμε. Οι μορφές ενέργειας που δεν μπορούμε να τις αξιοποιήσουμε ονομάζονται υποβαθμισμένες μορφές ενέργειας. Σε κάθε ενεργειακή μετατροπή ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται λόγω των τριβών σε θερμότητα, που δεν μπορεί να αξιοποιηθεί περαιτέρω. Σε κάθε λοιπόν ενεργειακή μετατροπή ένα μέρος της ενέργειας υποβαθμίζεται. Καθώς δεν μπορούμε σε κάθε ενεργειακή μετατροπή να αντιληφθούμε εύκολα τη μετατροπή μέρους της ενέργειας σε θερμότητα, έχουμε πολλές φορές την λανθασμένη αντίληψη ότι μέρος της ενέργειας χάνεται. ([www.el.science.wikia.com](http://www.el.science.wikia.com))

## 4. Αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας – Δημιουργία περιβαλλοντικού προβλήματος

### 4.1 Ενέργεια και περιβάλλον

Η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο, επιδρά αρνητικά τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία. Κατά την καύση του ξύλου, τα σωματίδια που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα επιδρούν αρνητικά στην ανθρώπινη υγεία. Το διοξείδιο του θείου που απελευθερώνεται κατά την ενεργειακή αξιοποίηση του άνθρακα ή του πετρελαίου δημιουργεί την όξινη βροχή. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά την καύση όλων των ορυκτών καυσίμων συνιστούν την κυριότερη αιτία υπερθέρμανσης του πλανήτη. Παράλληλα, η κατασκευή και λειτουργία υδροηλεκτρικών σταθμών είναι συνυφασμένη πολλές φορές με την μετακίνηση χιλιάδων ανθρώπων και την καταστροφή μεγάλης έκτασης δασών. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Η επίδραση των ενεργειακών δραστηριοτήτων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία είναι πολύπλευρη και πολύπλοκη. Όταν καίγεται ξυλεία σε ανοιχτή εστία καύσης μέσα στο σπίτι μου, υπάρχει ο κίνδυνος να εισπνεύσω ιπτάμενα σωματίδια και άλλες βλαβερές ουσίες, αλλά αυτό περιορίζεται στο οικογενειακό μου περιβάλλον. Η κίνηση αυτοκινήτων δημιουργεί το γνωστό "νέφος" το οποίο επιδρά αρνητικά σε όλους τους κατοίκους μιας πόλης. Στην περίπτωση αυτή η επίδραση αυξάνεται σε δημοτικό επίπεδο. Ιπτάμενα σωματίδια, διοξείδιο του θείου και του αζώτου μπορούν να έχουν αρνητική επίδραση ακόμη και εκατοντάδες χιλιόμετρα

από την εστία εκπομπής τους. Πρόκειται πλέον για επίδραση περιφερειακού επιπέδου. Τέλος το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η υπερθέρμανση του πλανήτη αφορά στο σύνολο των κατοίκων της γης και βεβαίως πρόκειται για επίδραση πλανητικού επιπέδου. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

#### 4.2 Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε οικογενειακό επίπεδο

Στις δυτικές κοινωνίες, η επιβάρυνση του οικογενειακού περιβάλλοντος διαβίωσης από ενεργειακές δραστηριότητες είναι αμελητέα. Το μαγείρεμα γίνεται κυρίως με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ή φυσικού αερίου και κατά συνέπεια η επιβάρυνση του περιβάλλοντος είναι ικανοποιητικά περιορισμένη. Όμως, σε παγκόσμιο επίπεδο, τα μισά σχεδόν νοικοκυριά βασίζονται στο ξύλο ή το κάρβουνο για να καλύψουν ανάγκες θέρμανσης ή προετοιμασίας του καθημερινού φαγητού. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας



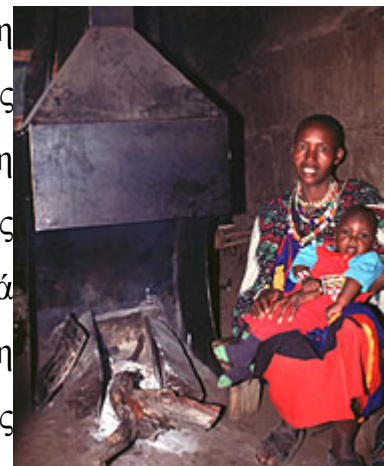
(ΠΟΥ), δύο εκατομμύρια γυναικόπαιδα πεθαίνουν κάθε χρόνο λόγω της συνεχούς έκθεσής τους σε εκπομπές επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον καθημερινής διαβίωσής τους. Είναι γνωστό ότι η καύση στερεών καυσίμων σε ανοιχτές εστίες ή απλές σόμπες, πέρα από την εξαιρετικά χαμηλή ενεργειακή απόδοση (5-18%), παράγει εξαιρετικά υψηλά επίπεδα επικίνδυνων για την υγεία. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές εκπομπών κατά την καύση ξύλου σε απλή σόμπα συγκριτικά με τα όρια εκπομπών που θέτει ο ΠΟΥ.

Ρυπαντής	Συγκεντρώσεις κατά την καύση 1kg ξύλου/ώρα [mg/m <sup>3</sup> ]	Ανώτατο επιτρεπόμενο όριο συγκέντρωσης [mg/m <sup>3</sup> ]
Διοξείδιο του άνθρακα	150	10
Σωματίδια	3,3	0,1
Βενζένιο	0,8	0,002
1,3 -Βουταδιένιο	0,15	0,0003
Φορμαλδεϋδη	0,7	0,1

Πηγή: WAE, UNDP

Παράλληλα με τις αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, η προμήθεια των στερεών καυσίμων στις περισσότερες χώρες του τρίτου κόσμου δεν είναι και η πλέον εύκολη υπόθεση. Για παράδειγμα, σε πολλές χώρες της νοτιοανατολικής Ασίας οι γυναίκες και τα παιδιά ξοδεύουν περισσότερο από 2 ή 3 ώρες την ημέρα για τη συλλογή ξυλείας. Και εδώ κρύβεται αυτό που διεθνώς





αποκαλείται "αναπτυξιακή παγίδα" (poverty trap). Σε πολλές χώρες του τρίτου κόσμου, οι άνθρωποι δαπανούν πολλές ώρες την ημέρα για την προμήθεια ενεργειακών πόρων ή πόσιμου νερού. Κατά συνέπεια, δεν τους μένει χρόνος ούτε για μόρφωση ούτε για παραγωγή αγαθών που θα τους παρείχαν τη δυνατότητα αύξησης των εισοδημάτων τους. Ο αναπτυξιακός ρόλος της ενέργειας για τις χώρες αυτές είναι περισσότερο από προφανής. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

#### 4.3 Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε δημοτικό επίπεδο

Οι περισσότεροι άνθρωποι είναι πλέον εξοικειωμένοι με την μόλυνση του περιβάλλοντος σε αστικές περιοχές. Ιδιαίτερα για τις μεγάλες πόλεις, για παράδειγμα στην Αθήνα ή στο Los Angeles, το γνωστό σε όλους "νέφος" επιβαρύνει τη ζωή των κατοίκων σε καθημερινό επίπεδο. Το νέφος δεν είναι τίποτε άλλο από ένα μίγμα σωματιδίων και αερίων που προέρχονται από τους κινητήρες των αυτοκινήτων. Επιπλέον, ενώ το όζον αποτελεί φυσικό συστατικό της ατμόσφαιρας στα ανώτερα στρώματα, είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Το όζον σχηματίζεται κατά την αντίδραση οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) με άκαυστα καύσιμα των αυτοκινήτων. Το όζον έχει αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, ιδιαίτερα στο αναπνευστικό, ενώ μακροχρόνια υπονομεύει ολόκληρο το ανοσοποιητικό σύστημα. Σε δημοτικό επίπεδο, σημαντική είναι επίσης η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τις διαδικασίες παραγωγής των ενεργειακών πόρων. Σε κάποιες περιοχές λειτουργούν ορυχεία άνθρακα, σε άλλες γίνεται εξόρυξη πετρελαίου ή φυσικού αερίου, αλλού κατασκευάζονται υδροηλεκτρικά φράγματα.



Η προμήθεια ενεργειακών πόρων είναι μια πολύ σκληρή και ταυτόχρονα επικίνδυνη εργασία. Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οργανισμό Εργασίας, 10 εκατομμύρια εργάτες παγκοσμίως εργάζονται στον τομέα εξόρυξης άνθρακα. Επιπλέον, σύμφωνα με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (WEA-UNDP), η παραγωγή και διανομή ενέργειας, ευθύνεται για το θάνατο 70.000 ανθρώπων ετησίως. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

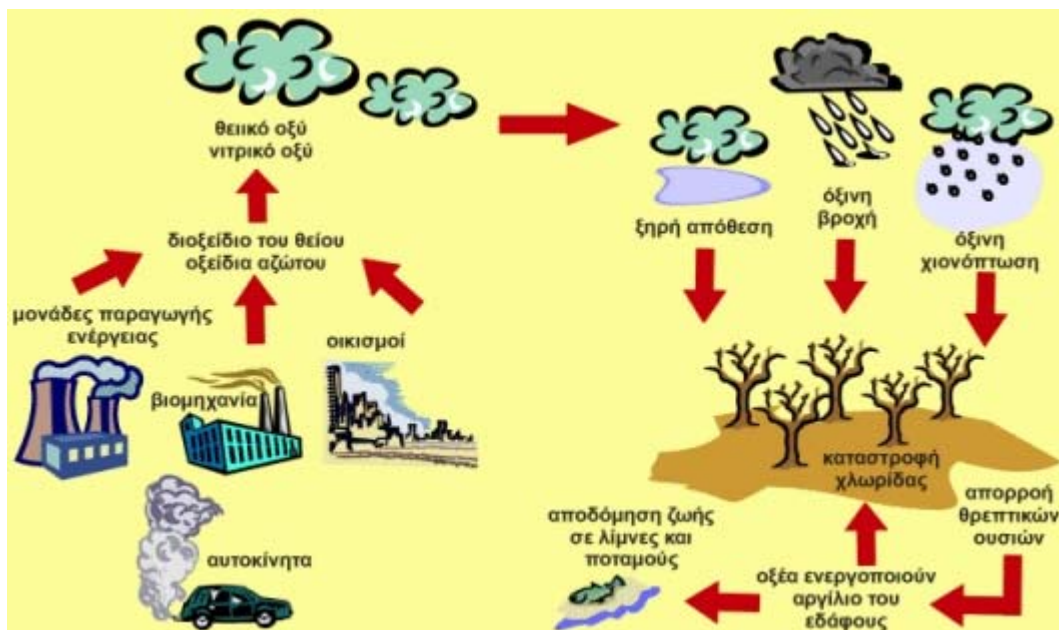
#### 4.4 Επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε περιφερειακό επίπεδο

Σε περιφερειακό επίπεδο, το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα που σχετίζεται με την παραγωγή ενέργειας αφορά στην όξινη βροχή. Η όξινη βροχή οφείλεται στις εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) και οξειδίων του αζώτου. Η όξινη βροχή επιδρά διαβρωτικά σε κάθε είδους κτιριακές εγκαταστάσεις καθώς επίσης και στα φυτά και δένδρα. Μακροπρόθεσμα, το συνολικό οικοσύστημα επηρεάζεται αρνητικά. Βεβαίως δεν έχουν μόνο τα ορυκτά καύσιμα



αρνητική επίδραση στο περιβάλλον. Για παράδειγμα, λόγω της κατασκευής μεγάλου υδροηλεκτρικού φράγματος στην Κίνα, δύο εκατομμύρια άνθρωποι πρέπει να μεταφερθούν σε άλλη περιοχή Η. Η κάθε είδους ενεργειακή εκμετάλλευση φυσικών πόρων την τελευταία τριακονταετία, ήταν υπεύθυνη για την μετακίνηση 40 με 60 εκατομμυρίων ανθρώπων σε παγκόσμιο επίπεδο. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

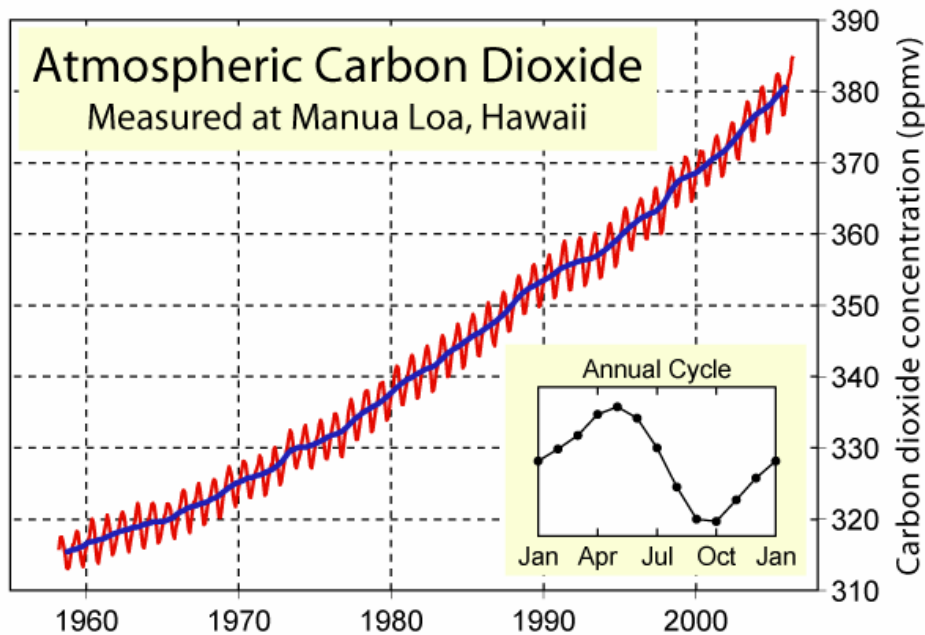
Διάγραμμα σχηματισμού όξινης βροχής



**4.5 Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε παγκόσμιο επίπεδο**

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον από την παραγωγή ενέργειας είναι άρρηκτα δεμένες με το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου. Φαινόμενο του θερμοκηπίου ονομάζεται η φυσική διαδικασία κατά την οποία οι ακτίνες του ηλίου παγιδεύονται και αντανακλώνται στη Γη με τη βοήθεια κάποιων συγκεκριμένων αερίων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), όζον ( $\text{O}_3$ ), χλωροφθοράνθρακες (CFS), μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ). Ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας περνά αναλλοίωτο στην ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και ακτινοβολείται σαν μεγάλου μήκους υπέρυθρη ακτινοβολία. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα, τη θερμαίνει και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Το φαινόμενο αυτό, που επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός

θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 "Φαινόμενο Θερμοκηπίου". Αποτελεί μια φυσική διεργασία που εξασφαλίζει στη Γη μια θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους γύρω στους 15°C. Όμως τα τελευταία χρόνια λέγοντας "Φαινόμενο Θερμοκηπίου" δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.). Οι τελευταίες έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας ("αέρια θερμοκηπίου") με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή. Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,5 με 0,6°C από το 1880, λόγω της έξαρσης του φαινομένου και μέχρι το έτος 2100, εάν δεν ληφθούν μέτρα, η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι από 1,5 έως 4,5°C. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))



#### **4.6 Αύξηση της συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα τα τελευταία 40 χρόνια**

Η ανθρωπογενής επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι σχετικά πρόσφατη και οφείλεται στις αυξημένες καύσεις άνθρακα και υδρογονανθράκων της βιομηχανικής και μεταβιομηχανικής κοινωνίας. Το γεγονός αυτό αποτελεί μια ανθρωπογενή διαταραχή, η οποία σύμφωνα με την κλασική λογική της αιτιοκρατίας θα επισύρει κάποιες αλλαγές στο κλίμα. Το σαφές αίτιο των αλλαγών αυτών, δηλαδή η ανθρωπογενής αύξηση των αερίων θερμοκηπίου, αποτελεί όμως ένα αδιευκρίνιστου ύψους ποσοστό των αιτίων που επηρεάζουν καθοριστικά τις όποιες κλιματικές αλλαγές. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

#### **4.7 Πρωτόκολλο του Κιότο**

Πρόκειται για ένα πρωτόκολλο της σύμβασης πλαισίου του ΟΗΕ για την Αλλαγή του Κλίματος (CCNUCC), το οποίο εγκρίθηκε τον Δεκέμβριο του 1997 και εκφράζει τη νέα στάση της διεθνούς κοινότητας απέναντι στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Βάσει του πρωτοκόλλου αυτού, πράγματι, οι βιομηχανικές χώρες έχουν δεσμευθεί να μειώσουν, στη διάρκεια της περιόδου 2008-2012, τις εκπομπές έξι αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, μονοξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, φθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο) τουλάχιστον κατά 5% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Στο πλαίσιο αυτό, τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεσμεύθηκαν να μειώσουν τις δικές τους εκπομπές κατά 8% τη συγκεκριμένη περίοδο.

Το πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει τρεις μηχανισμούς που στηρίζονται στην αγορά: την ανταλλαγή ποσοστώσεων εκπομπών αερίων μεταξύ των συμβαλλόμενων χωρών του πρωτοκόλλου, την από κοινού εφαρμογή μεταξύ των χωρών αυτών και το μηχανισμό για ίδια ανάπτυξη (με χώρες που δεν είναι συμβαλλόμενα μέρη του πρωτοκόλλου). ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Το 2003, οι συνολικές εκπομπές των έξι αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου στις χώρες της Ένωσης υπερέβαιναν κατά 1,7% τα επίπεδα του 1990.

Στις 31 Μαΐου 2002 η Ένωση και τα κράτη μέλη επικύρωσαν το πρωτόκολλο του Κιότο. Η επικύρωσή του και από τη Ρωσία το 2004 επέτρεψε να τεθεί σε ισχύ σε παγκόσμιο επίπεδο από τις 16 Φεβρουαρίου 2005 και να καταστεί δεσμευτικό για τα κράτη που το υπέγραψαν.

Το πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής. Τον Νοέμβριο του 2005, μια διάσκεψη των μερών της CCNUCC και του πρωτοκόλλου του Κιότο παρέσχε τη δυνατότητα να δοθεί νέα ώθηση στο πρωτόκολλο και να τεθούν οι βάσεις των μελλοντικών συζητήσεων σχετικά με το διεθνές πλαίσιο για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

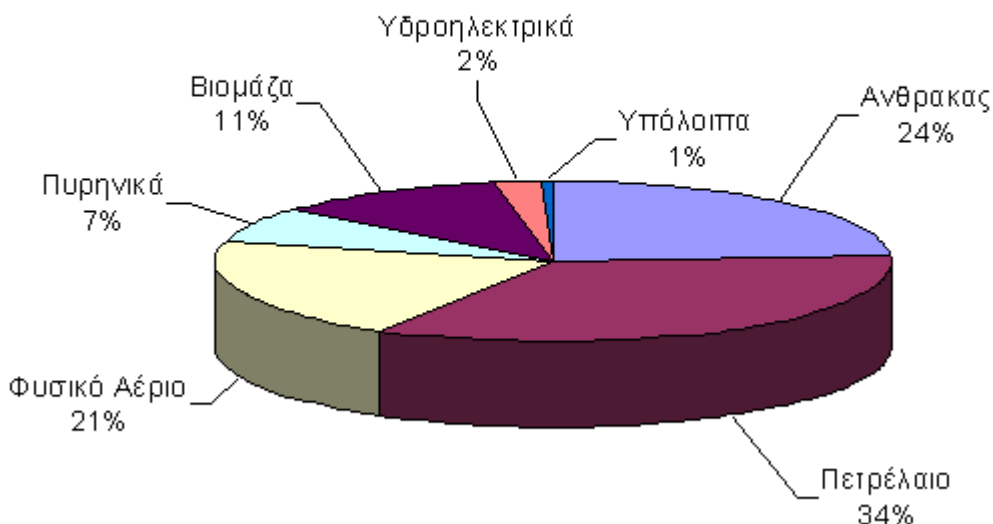
## 5. Πηγές ενέργειας

Ο συχνά χρησιμοποιούμενος όρος "Πηγές Ενέργειας" δεν ευσταθεί από επιστημονικής σκοπιάς διότι σύμφωνα με το νόμο διατήρησης της ενέργειας, η ενέργεια ούτε δημιουργείται αλλά ούτε και καταστρέφεται. Απλά αλλάζει μορφές. Γενικά όμως ο όρος Πηγές Ενέργειας περιγράφει τη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας χρήσης. Οι πηγές ενέργειας ταξινομούνται γενικά σε τρεις κατηγορίες:

- ✓ Μη ανανεώσιμες
- ✓ Ανανεώσιμες

Η σημερινή παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται σε 10 δις τόνους ισοδύναμου πετρελαίου με κυρίαρχες πηγές τα ορυκτά καύσιμα τα οποία καλύπτουν περισσότερο από το 80% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης.

Παγκόσμια Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας (2005)



Στην κατηγορία "υπόλοιπα" κυρίως η ηλιακή ενέργεια, η αιολική και η γεωθερμική. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που αντιστοιχεί στο πετρέλαιο

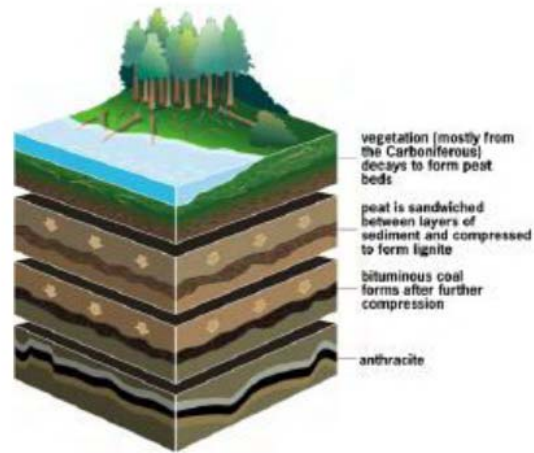
καταναλώνεται στις πάσης φύσεως μεταφορές, ενώ ο άνθρακας και το φυσικό αέριο στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## 5.1 Μη ανανεώσιμες ενέργειες

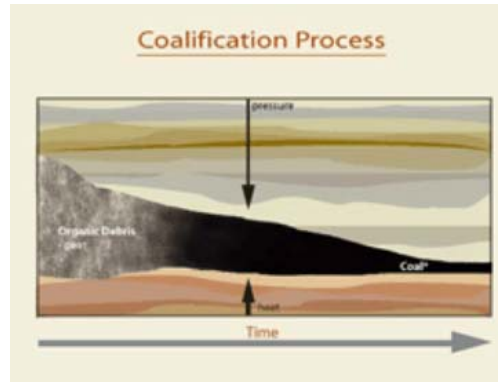
### 5.1.1 Γαιάνθρακες

#### *Δημιουργία γαιανθράκων*

Ο όρος "γαιάνθρακες" χαρακτηρίζει τα οργανικά ιζήματα που προήλθαν από φυτικά υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών ενανθράκωσης. Οι διεργασίες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Η μετατροπή των φυτών σε τύρφη και η μετάβαση από την τύρφη (αρχικό στάδιο ενανθράκωσης) στον ανθρακίτη (τελικό στάδιο ενανθράκωσης) είναι συνάρτηση της επίδρασης του χρόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης. Η μετατροπή της φυτικής ύλης σε άνθρακα ξεκίνησε πριν 400 περίπου εκατομμύρια χρόνια και βεβαίως συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Οι ειδικοί επιστήμονες εκτιμούν ότι απαιτείται στρώμα 2,5 μέτρων φυτικής ύλης για τη δημιουργία άνθρακα στρώματος 30 εκατοστών. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

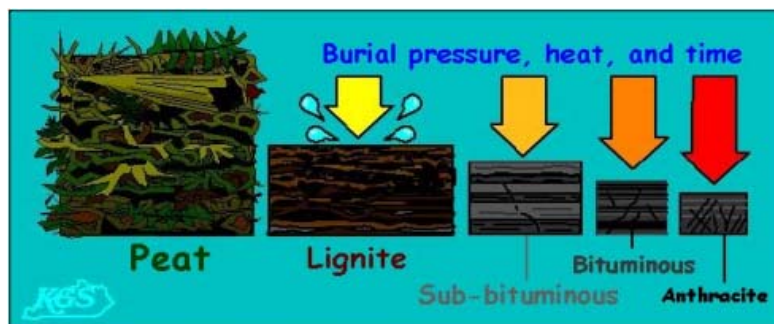






### Κατηγορίες γαιανθράκων

Η κατάταξη των γαιανθράκων καθορίζεται από την θερμογόνα δύναμή τους σε συνδυασμό με τη χημική ανάλυση της οργανικής ύλης. Γαιάνθρακες με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα και χαμηλή περιεκτικότητα σε υδρογόνο και οξυγόνο χαρακτηρίζονται ως υψηλής ποιότητας ενώ με τη μείωση της περιεκτικότητας σε άνθρακα μειώνεται και η ποιότητα των γαιανθράκων. Ανάλογα με τον βαθμό ενανθράκωσης οι γαιάνθρακες διακρίνονται σε τύρφη, λιγνίτες, υποπισσούχοι γαιάνθρακες, πισσούχοι γαιάνθρακες και ανθρακίτης.



Με την μετάβαση από την τύρφη στον ανθρακίτη αυξάνεται η θερμογόνος ικανότητα των ανθράκων και βεβαίως η ποιότητά τους ως πηγή ενέργειας.

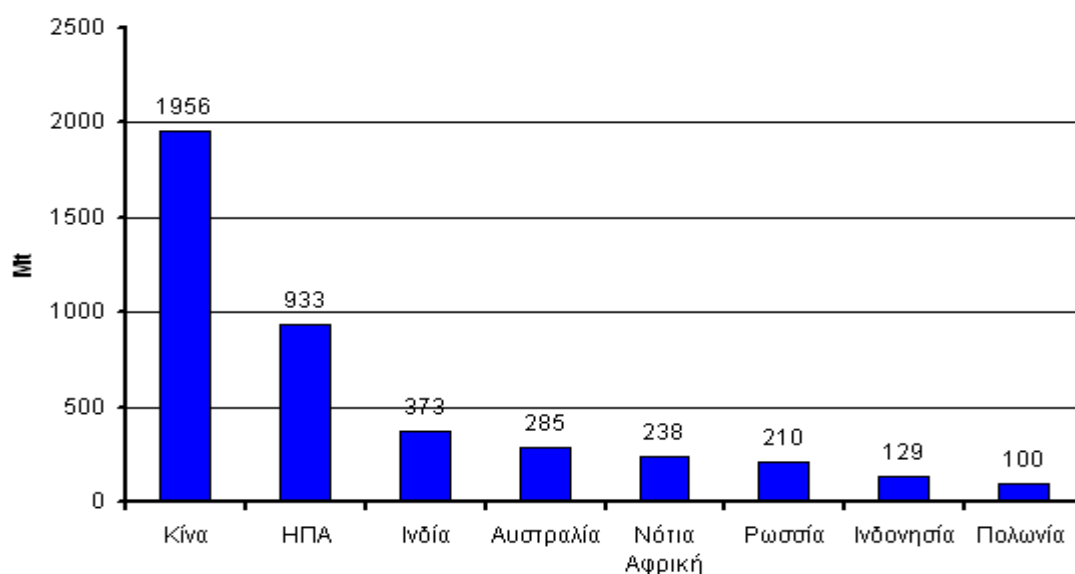
([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

### Αποθέματα και παραγωγή γαιανθράκων

Σχεδόν κάθε χώρα στον πλανήτη διαθέτει αποθέματα ανθράκων αλλά μόνο σε

70 χώρες η εξόρυξη άνθρακα αποτελεί εμπορική δραστηριότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τα σημερινά (2006) επίπεδα παραγωγής και κατανάλωσης, τα παγκόσμια αποθέματα άνθρακα επαρκούν για τα επόμενα 164 χρόνια. Σε αντιδιαστολή, τα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου επαρκούν για τα επόμενα 41 και 67 χρόνια αντίστοιχα. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Παραγωγή άνθρακα (2005)



Μεσοπρόθεσμα αναμένεται σημαντική αύξηση της κατανάλωσης άνθρακα στις αναπτυσσόμενες χώρες και ιδιαίτερα στην Κίνα και την Ινδία. Μέχρι το 2030, οι δύο αυτές χώρες θα καταναλώνουν τα 2/3 της παγκόσμιας αύξησης κατανάλωσης του άνθρακα. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

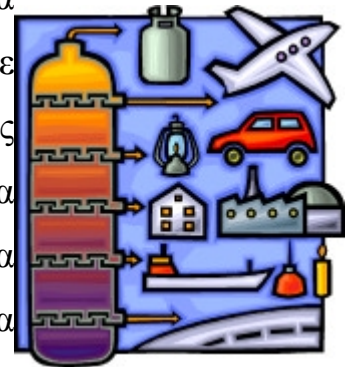
### 5.1.2 Πετρέλαιο

#### Δημιουργία

Το πετρέλαιο βρίσκεται στο υπέδαφος σε υγρή μορφή, μέσα σε κοιλάτητες, σχηματίστηκε εκεί από ζωικούς και φυτικούς μικροοργανισμούς, κυρίως

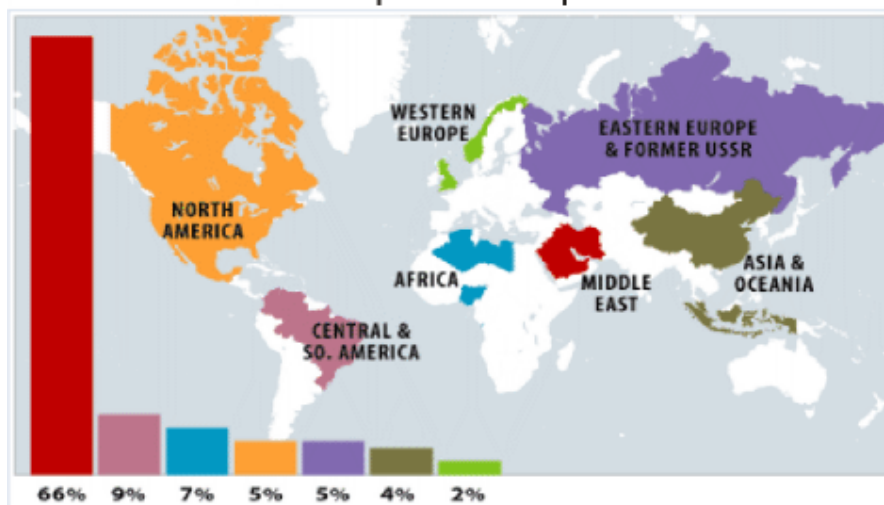
θαλάσσιους, οι οποίοι συγκεντρώθηκαν από τα θαλάσσια ρεύματα στο βάθος λεκανών, όπου και καταπλακώθηκαν λόγω επιχωματώσεων ή άλλων διαδικασιών. Εκεί, χωρίς την παρουσία αέρα, μετατράπηκαν σε πετρέλαιο κατά την διάρκεια χιλιάδων ετών. Η ενέργεια του πετρελαίου προέρχεται από την ενέργεια που είχαν συγκεντρώσει από τον ήλιο και την τροφή τους οι μικροοργανισμοί που το δημιούργησαν. Σήμερα αντλούμε το πετρέλαιο από τα υπόγεια κοιτάσματά του, ακόμα και αν αυτά βρίσκονται κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας. Τα κύρια συστατικά του είναι αλκάνια (παραφίνες), κυκλοεξάνια

(ναφθένια) και αρωματικοί υδρογονάνθρακες και σε μικρότερες ποσότητες οξυγονούχες, αζωτούχες και θειούχες ενώσεις. Το πετρέλαιο αποτελεί το σημαντικότερο ορυκτό για την παγκόσμια οικονομία, καθώς αποτελεί την κύρια πρωτογενή πηγή ενέργειας και την πρώτη ύλη από την οποία παράγεται ένας τεράστιος αριθμός προϊόντων (πλαστικά, φάρμακα, καλλυντικά, απορρυπαντικά, φιλμ. μαγνητοταινίες, εκρηκτικά κλπ.)



([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

### Αποθέματα Πετρελαίου



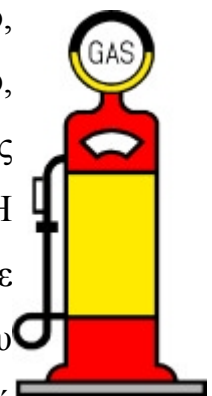
## Σημαντικότερες πετρελαιοπαραγωγικές χώρες (2006)

Χώρα	Mt	% παραγωγής
Σαουδική Αραβία	507	12,9
Ρωσία	477	12,1
ΗΠΑ	310	7,9
Ιράν	216	5,5
Κίνα	184	4,7
Μεξικό	183	4,6
Καναδάς	151	3,8
Βενεζουέλα	151	3,8
Κουβέιτ	139	3,5
Η.Αραβικά Εμιράτα	134	3,4

Πηγή: IEA

### 5.1.3 Φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο είναι μίγμα υδρογονανθράκων και αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και σε πολύ μικρότερη αναλογία από αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και πεντάνιο. Καθοριστικός παράγοντας για τη σύστασή του, αποτελεί η προέλευσή του και ιδιαίτερα εάν πρόκειται για αμιγώς κοιτάσμα φυσικού αερίου ή προκύπτει από κοιτάσματα πετρελαίου. Η εμπορική αξιοποίησή του ξεκίνησε περίπου το 1810 ως καύσιμο σε λάμπες φωτισμού ενώ μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου κατασκευάστηκαν τα πρώτα δίκτυα μεταφοράς και διανομής φυσικού



αερίου. Στα προτερήματά του ως πηγή ενέργειας περιλαμβάνονται η δυνατότητα μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις μέσω αγωγών και βεβαίως η συγκριτικά φιλική προς το περιβάλλον καύση του. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

*Σημαντικότερες χώρες παραγωγής φυσικού αερίου (2006)*

Χώρα	Mm <sup>3</sup>	% παραγωγής
Ρωσία	656.290	22,0
ΗΠΑ	524.368	17,6
Καναδάς	189.179	6,4
Ιράν	98.123	3,3
Νορβηγία	91.834	3,1
Αλγερία	88.785	3,0
Μ.Βρετανία	83.821	2,8
Ολλανδία	77.295	2,6
Ινδονησία	72.096	2,4
Τουρκμενιστάν	67.052	2,3

Πηγή: IEA

#### 5.1.4 Πυρηνική ενέργεια

Η ενέργεια που εκλύεται κατά τις πυρηνικές αντιδράσεις. Στην πράξη ο όρος πυρηνική ενέργεια χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει την ενέργεια που απελευθερώνεται σε τεράστιες ποσότητες κατά την πυρηνική σχάση, δηλαδή τη διάσπαση ατομικών πυρήνων προς ελαφρότερους, και κατά την πυρηνική σύντηξη, δηλαδή την ένωση πυρήνων για το σχηματισμό βαρύτερων. Μη ελεγχόμενες

πυρηνικές αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα κατά την έκρηξη της ατομικής βόμβας ή της βόμβας υδρογόνου. Ελεγχόμενες πυρηνικές αντιδράσεις χρησιμοποιούνται ως πρωτογενής ενεργειακή πηγή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας μέσω ειδικών κινητήρων. Έως το 1995 οι εφαρμογές των κινητήρων που χρησιμοποιούν πυρηνικά καύσιμα περιορίζονταν στη ναυσιπλοΐα (πολεμικά πλοία, υποβρύχια, παγοθραυστικά, εμπορικά πλοία - σε μικρή όμως κλίμακα), ενώ διεξάγονταν προσπάθειες και για την κατασκευή πυρηνικών πυραυλοκινητήρων. Ωστόσο, πολύ σπουδαιότερη για την παγκόσμια οικονομία είναι η χρήση της πυρηνικής ενέργειας ως πρωτογενούς ενεργειακής πηγής με τη βοήθεια ειδικών διατάξεων που ονομάζονται πυρηνικοί αντιδραστήρες. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))



*Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί πυρηνικής ενέργειας (2005) (Πηγή: IEA)*

Χώρα	TWh	% παραγωγής
ΗΠΑ	811	29,2
Γαλλία	452	16,3
Ιαπωνία	305	11,0
Γερμανία	163	5,9
Ρωσία	149	5,4
Ν.Κορέα	147	5,3
Καναδάς	92	3,3
Ουκρανία	89	3,2
Μ.Βρετανία	82	3,0
Σουηδία	72	2,6

## 5.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν οριστεί οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί έντονα στη χρήση των ορυκτών καυσίμων. Οι ΑΠΕ πρακτικά είναι ανεξάντλητες, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνον από την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που θα έχουν σαν σκοπό την δέσμευση του δυναμικού τους. Το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών εμφανίστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1974 και παγιώθηκε μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων την τελευταία δεκαετία. Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μια εγχώρια πηγή ενέργειας με ευνοϊκές προοπτικές συνεισφοράς στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο κλάδος που ευθύνεται κατά κύριο λόγο για τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο μόνος δυνατός τρόπος που διαφαίνεται για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να ανταποκριθεί στο φιλόδοξο στόχο που έθεσε το 1992 στη συνδιάσκεψη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, να περιορίσει δηλαδή, μέχρι το έτος 2000 τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα στα επίπεδα του 1993, είναι να επιταχύνει την ανάπτυξη των ΑΠΕ. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))



Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

- ο ήλιος - ηλιακή ενέργεια, με υποτομείς τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τη φωτοβολταϊκή μετατροπή,
- ο άνεμος - αιολική ενέργεια,
- η γεωθερμία - γεωθερμική ενέργεια: υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας,
- η βιομάζα: θερμική ή χημική ενέργεια με την παραγωγή βιοκαυσίμων, τη χρήση υπολειμμάτων δασικών εκμεταλλεύσεων και την αξιοποίηση βιομηχανικών αγροτικών (φυτικών και ζωικών) και αστικών αποβλήτων,
- οι υδατοπτώσεις - υδραυλική ενέργεια, με περιορισμό στα μικρά υδροηλεκτρικά, ισχύος κάτω των 10 MW,
- οι θάλασσες: ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκή ενέργεια και ενέργεια των ωκεανών από τη διαφορά θερμοκρασίας των νερών στην επιφάνεια και σε μεγάλο βάθος. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

### 5.2.1 Αναγκαιότητα χρήσης ΑΠΕ

Η αύξηση του πληθυσμού της γης, αλλά και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, έχουν οδηγήσει σε ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, με τη μεγαλύτερη αυξητική τάση να παρατηρείται στις αναπτυσσόμενες χώρες (Ινδία, Κίνα, κλπ). Οι συνεχώς αυξανόμενες καταναλωτικές ανάγκες έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των εγκατεστημένων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής που αξιοποιούν κυρίως ορυκτά καύσιμα με συμβατικές μεθόδους. Η εντατικοποίηση της χρήσης καυσίμων όπως το πετρέλαιο και ο άνθρακας οδήγησαν σε ιδιαίτερα μεγάλη περιβαλλοντική επιβάρυνση, καθώς οι τομείς της ηλεκτροπαραγωγής και των μεταφορών θεωρούνται οι πλέον επιβαρυντικοί για το περιβάλλον. Το γεγονός αυτό τονίστηκε και στα πλαίσια διεθνών συνδιασκέψεων όπως αυτές του Ρίο, του Κιότο και της Χάγης. Για το λόγο αυτό η διεθνής ερευνητική κοινότητα και η ενεργειακή βιομηχανία έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους αφενός σε σύγχρονες "καθαρές" τεχνολογίες παραγωγής με βελτιωμένη ενεργειακά και περιβαλλοντικά απόδοση,



όπως π.χ. οι "καθαρές" τεχνολογίες άνθρακα, και αφετέρου στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).

Οι ΑΠΕ αποτελούν τις πλέον περιβαλλοντικά καθαρές τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας και προς το παρόν η χρήση τους διαφαίνεται ότι έχει τη δυναμική να περιορίσει δραστικά τα αυξημένα περιβαλλοντικά προβλήματα. Αν και έχουν γίνει σημαντικά τεχνολογικά βήματα, η εφαρμογή των Α.Π.Ε βρίσκεται σε αρχικό ακόμη στάδιο. Η εκμετάλλευση του ήλιου, του ανέμου, του νερού, της γεωθερμίας και της βιομάζας, που αποτελούν πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον, μπορούν και πρέπει να γίνουν οικονομικά εκμεταλλεύσιμες ώστε να συμβάλλουν στην αιεφόρο ανάπτυξη, εφόσον είναι ανανεώσιμες και ρυπαίνουν ελάχιστα ή καθόλου.

Στη χώρα μας υπάρχει η δυνατότητα σημαντικής αξιοποίησης των ΑΠΕ, καθώς έχουμε σημαντική ηλιοφάνεια, υπάρχει το κατάλληλο αιολικό δυναμικό, ιδιαίτερα στα νησιά, αξιοποιήσιμο υδάτινο δυναμικό στις ορεινές περιοχές, σημαντικές ποσότητες βιομάζας σε όλη την επικράτεια που δεν αξιοποιούνται συστηματικά, και αρκετός αριθμός γεωθερμικών πεδίων των οποίων η ενεργειακή αξιοποίηση δεν είναι αντίστοιχη της δυναμικότητάς τους. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## **5.2.2 Μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ)**

### **5.2.2.1 Ηλιακή ενέργεια**

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας.

Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της.

Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org))

### **i) Παθητικά ηλιακά συστήματα**

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι δομικά στοιχεία του ίδιου του κτιρίου κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους που αξιοποιούν τους φυσικούς τρόπους μετάδοσης θερμότητας χωρίς να χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για να μεταφέρουν τη θερμότητα που συλλέγουν. Για την εφαρμογή των παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο θα πρέπει να έχει γίνει Βιοκλιματικός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός από τον αρχιτέκτονα μηχανικό. ([www.tmltd.gr](http://www.tmltd.gr))

### **ii) Ενεργητικά ηλιακά συστήματα**

Η καρδιά ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης. Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στη μαύρη, μεταλλική συνήθως, επίπεδη επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα, από γυαλί ή πλαστικό, που αφήνει τις ακτίνες του ήλιου να περάσουν, αλλά εμποδίζει την θερμότητα να ξεφύγει. Αν τοποθετήσουμε σωληνώσεις με νερό σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια, μπορούμε να της αποσπάσουμε την πολύτιμη, συγκεντρωμένη ενέργεια. Αυτή την ενέργεια τη μεταφέρουμε, με τη μορφή ζεστού νερού, σε μια μονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης (boiler), απ' όπου θα την πάρουμε όταν τη χρειαστούμε. ([www.tmltd.gr](http://www.tmltd.gr))

### iii) Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά (ή Φ/Β) συστήματα αποτελούν μια από τις εφαρμογές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, με τεράστιο ενδιαφέρον για την Ελλάδα. Εκμεταλλευόμενο το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (ή πλαίσια, ή όπως λέγονται συχνά στο εμπόριο, «κρύσταλλα») φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή «κυψελών», ή «κυττάρων»), μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή.

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

Στο εμπόριο διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ – τα οποία δεν είναι παρά πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο – σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 70-85 W, ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν και τα 200 W ή και παραπάνω.

Η κατασκευή μιας γεννήτριας κρυσταλλικού πυριτίου μπορεί να γίνει και από ερασιτέχνες, μετά από την προμήθεια των στοιχείων. Το κόστος είναι απίθανο να είναι χαμηλότερο από την αγορά έτοιμης γεννήτριας, καθώς η προμήθεια ποιοτικών στοιχείων είναι πολύ δύσκολη. Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάδμιο - Τελλούριο (CdTe) και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός. Σε αυτές τις κατασκευές, η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου, και έχει συνήθως τη μορφή λωρίδας πλάτους μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών εκατοστών. Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από 2 έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης: κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης («κομπιουτεράκι») και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές – οι αναστροφείς (inverters) - που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής κλπ.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (AC). ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org))



Φωτοβολταϊκά από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org))



Φωτοβολταϊκά από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org))

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που σχεδιάστηκαν τον 19ο αιώνα, δεν είχαν παρά 1-2% απόδοση, ενώ το 1954 τα εργαστήρια Bell Laboratories δημιούργησαν τα πρώτα Φ/Β στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6%. Στην πορεία του χρόνου όλο και αυξάνεται

ο βαθμός απόδοσης: η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών. Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%. ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org))

### ***Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα***

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου,
- Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι

μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου, όπως ήδη γίνεται στο Φράιμπουργκ της Γερμανίας.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 2700 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το



κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών. ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org))

### **Φως αντί για βενζίνη!**

Το ηλιακό αυτοκίνητο είναι ένα πειραματικό όχημα που χρησιμοποιεί ηλιακή ενέργεια και αναπτύσσει μέγιστη ταχύτητα 65 χιλιομέτρων την ώρα. Το αεροδυναμικό του αμάξωμα αποτελείται από ένα ελαφρύ «σάντουιτς» κυψελοειδούς αλουμινίου και ενός υλικού από ίνες άνθρακα. Διαθέτει περίπου 900 κιλά ηλιακά στοιχεία, σε συστοιχίες που βρίσκονται στην οροφή και στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου. Τα ηλιακά στοιχεία συγκεντρώνουν την φωτεινή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια, που τροφοδοτεί έναν ειδικού τύπου κινητήρα.

Σε συνθήκες μεγάλης ηλιοφάνειας, τα στοιχεία μπορούν να δώσουν ισχύ της τάξης του ενός κιλοβάτ - ή 1,3 ίππους. (Για να έχετε μέτρο σύγκρισης, αρκεί να σκεφτείτε ότι η μηχανή ενός συνηθισμένου βενζινοκίνητου αυτοκινήτου μπορεί να δώσει ισχύ μεγαλύτερη από 100 ίππους.) Τα ηλιακά αυτοκίνητα είναι ακόμα στη βρεφική τους ηλικία και ενέχεται να αποδειχτεί ότι δεν αποτελούν πρακτική λύση. Ωστόσο πολλές συσκευές χαμηλής ισχύος –από τα τηλέφωνα μέχρι τα κομπιουτεράκια- λειτουργούν ήδη αποτελεσματικά με ηλιακή ενέργεια. ([www.lgym-ag-parask.att.sch.gr](http://www.lgym-ag-parask.att.sch.gr))



### 5.2.2.2 Αιολική ενέργεια

Ο άνεμος είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μπορεί να αξιοποιηθεί στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι άνθρωποι έχουν ανακαλύψει την αιολική ενέργεια εδώ και χιλιάδες χρόνια. Οι ανεμόμυλοι έδιναν κάποτε κίνηση στις τεράστιες μυλόπετρες, που άλεθαν το σιτάρι μετατρέποντάς το σε αλεύρι. Μικρές αντλίες χρησιμοποιούσαν τη δύναμη του ανέμου για να ανεβάσουν το νερό από τα πηγάδια. Πριν 25 χρόνια περίπου οι πρώτες σύγχρονες ανεμογεννήτριες χρησιμοποιήθηκαν στις Η.Π.Α. Από τότε πολλές ακόμη έχουν μπει σε λειτουργία σε ολόκληρο τον κόσμο.



Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τους ανέμους εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Το πρώτο μεταφορικό μέσο χωρίς μυϊκή δύναμη ήταν τα ιστιοφόρα. Το επόμενο στάδιο εκμετάλλευσης ήταν οι ανεμόμυλοι. Οι αγρότες χρησιμοποιούν ανεμόμυλους για να αλέθουν το σιτάρι και για να αποστραγγίζουν ή να αρδεύουν τις καλλιέργειές τους. Με την ανάπτυξη νέων πηγών ενέργειας οι άνθρωποι σταμάτησαν να χρησιμοποιούν τους ανεμόμυλους. Αλλά με την ενεργειακή κρίση, οι μηχανικοί χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες και υλικά, αξιοποιούν και πάλι την ενέργεια των ανέμων, με νέα είδη ανεμόμυλων.

Για την εκμετάλλευση των ανέμων και παλιά και σήμερα, χρησιμοποιούνται ανεμόμυλοι. Οι ανεμόμυλοι όμως σήμερα δεν χρησιμοποιούνται για να αλέθουν σιτάρι ή να αρδεύουν καλλιεργήσιμες εκτάσεις, αλλά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όλοι οι ανεμόμυλοι έχουν έλικες με πτερύγια που κινούνται με τον άνεμο που φυσά. Η κατασκευή τους είναι τέτοια, ώστε το σύστημα των πτερυγίων να περιστρέφεται και να είναι πάντοτε



αντίθετο στη φορά του ανέμου. Η ταχύτητα του ανέμου είναι συνήθως μικρή και γι' αυτό είναι δύσκολο να αξιοποιηθεί όλη η ενέργεια που μεταφέρει ο άνεμος. Ακόμα και οι σημερινοί μοντέρνοι και τεράστιοι ανεμόμυλοι παράγουν ηλεκτρική ενέργεια αρκετή μόνο για λίγα σπίτια. Για να παραχθεί η ενέργεια που παράγεται σε έναν απλό σταθμό χρειάζονται περίπου 1.000 μεγάλοι ανεμόμυλοι. ([www.1gym-ag-parask.att.sch.gr](http://www.1gym-ag-parask.att.sch.gr))

Η αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια του ανέμου που προέρχεται από τη μετακίνηση αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. ([www.physics4u.gr](http://www.physics4u.gr))

### **i.Αιολικά πάρκα**

Η σημερινή τεχνολογία βασίζεται σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα 2 ή 3 πτερυγίων, με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ 200 – 400kW. Όταν εντοπιστεί μια ανεμώδης περιοχή – και εφόσον βέβαια έχουν προηγηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες – για την αξιοποίηση του αιολικού της δυναμικού τοποθετούνται μερικές δεκάδες ανεμογεννήτριες, οι οποίες απαρτίζουν ένα «αιολικό πάρκο».

Η εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί 1-3 μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο πύργος και τοποθετείται τμηματικά πάνω στα θεμέλια. Μετά ανυψώνεται η άτρακτος στην κορυφή του πύργου. Στη βάση του πύργου συναρμολογείται ο ρότορας ή δρομέας (οριζοντίου άξονα, πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα τα πτερύγια), ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος περιλαμβάνει το σύστημα μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια ο ρότορας ανυψώνεται και συνδέεται στην άτρακτο. Τέλος, γίνονται οι απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org))

### **ii.Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας**

Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς ή θανατώσεις πουλιών, κυρίως αποδημητικών γιατί τα ενδημικά «συνηθίζουν» την παρουσία των μηχανών και τις αποφεύγουν. Γι' αυτό καλύτερα να μην κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε δρόμους μετανάστευσης πουλιών. Σε κάθε περίπτωση, πριν τη δημιουργία ενός αιολικού πάρκου ή και οποιασδήποτε εγκατάστασης ΑΠΕ θα πρέπει να έχει προηγηθεί Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ). Πάντως η συχνότητα ατυχημάτων πουλιών σε αιολικά πάρκα είναι πολύ μικρότερη αυτής των ατυχημάτων με αυτοκίνητα. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας και την αυστηρότερη επιλογή του τόπου εγκατάστασης (π.χ. πλωτές πλατφόρμες σε ανοικτή θάλασσα) το παραπάνω πρόβλημα, αλλά και ο θόρυβος από τη λειτουργία των

μηχανών, έχουν σχεδόν λυθεί. Επιπλέον, για τη δημιουργία αιολικών πάρκων θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η επιβάρυνση που θα προκληθεί στην τοποθεσία, διότι για να χτιστεί η εγκατάσταση θα πρέπει να κοπούν δέντρα η γενικώς να καταστραφεί μέρος της γης στην οποία θα γίνει το εγχείρημα. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας και την αυστηρότερη επιλογή του τόπου εγκατάστασης (π.χ. πλωτές πλατφόρμες σε ανοικτή θάλασσα) το παραπάνω πρόβλημα, αλλά και ο θόρυβος από τη λειτουργία των μηχανών, έχουν σχεδόν λυθεί. ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org))

### **iii. Η κατάσταση στην Ελλάδα**

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών. Ως εκ τούτου, οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας.

Ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει σε ολόκληρη τη χώρα, ενώ στο γεγονός αυτό έχει συμβάλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ, η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί επενδύσεις στις Ήπιες μορφές ενέργειας.

Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών «νησίδων» (λόφοι, υψώματα κλπ. με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων. ([www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org))

Οι μηχανές με τις οποίες εκμεταλλευόμαστε το φαινόμενο αυτό, ονομάζονται ανεμογεννήτριες (Α/Γ). Διακρίνουμε δύο είδη: τις δίπτερες και τις τρίπτερες. Οι

τρίπτερες, με ρότορα μικρότερο των 10 μέτρων, έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού δυναμικού. Στις μηχανές μεγάλου μεγέθους επικρατούν οι δίπτερες, με κόστος κατασκευής και συντήρησης μικρότερο απ' αυτό των τρίπτρων αντίστοιχου μεγέθους. Η σύγχρονη τεχνολογία χρήσης της αιολικής ενέργειας ξεκίνησε με μικρές Α/Γ δυναμικότητας 20 ως 75 KW. Σήμερα χρησιμοποιούνται Α/Γ δυναμικότητας 200 ως 2.000 KW.

Ενδιαφέρον, για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού τους, έχουν οι περιοχές με ικανοποιητικές μέσες ταχύτητες ανέμου. Ένα πάρκο ανεμογεννητριών, το οποίο σε ταχύτητα 8m/sec αποδίδει 1600KW, σε ταχύτητα 4m/sec αποδίδει μόνο 200 KW. Σημαντικό ρόλο παίζει ο τόπος εγκατάστασης των ανεμογεννητριών. Η ύπαρξη ανωμαλιών του εδάφους, κτιρίων, δέντρων ή εμποδίων γενικά μπορεί να δημιουργήσει στροβιλισμούς και να μειώσει την αποδοτικότητα. Πριν την επιλογή της περιοχής απαιτείται μελέτη στατιστικών μετεωρολογικών δεδομένων για τις κατευθύνσεις των κυρίαρχων ανέμων για περίοδο ενός χρόνου. ([www.physics4u.gr](http://www.physics4u.gr))

Στα νησιά του Αιγαίου, στην Κρήτη και στην Αν. Στερεά Ελλάδα οι μέσες ταχύτητες ανέμου είναι 6 - 7 m/sec, με αποτέλεσμα το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό, γι' αυτό παρατηρείται πληθώρα έργων εκμετάλλευσης στις περιοχές αυτές.

Μετά την απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας, υποβλήθηκαν 350 αιτήσεις για άδεια αιολικών εγκαταστάσεων. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από τον άνεμο είναι σήμερα ελκυστική για πολλούς λόγους.

Κατά αρχήν πρόκειται για "καθαρή" ενέργεια. Η χρήση μιας τουρμπίνας 600KW, σε κανονικές συνθήκες, αποτρέπει την αποβολή 1200 τόνων CO<sub>2</sub> ετησίως, που θα αποβάλλονταν στο περιβάλλον αν χρησιμοποιείτο άλλη πηγή για παραγωγή

ηλεκτρικής ενέργειας, όπως π.χ. άνθρακας. Δεν έχει καμιά επιβάρυνση για το περιβάλλον και ο τρόπος παραγωγής έχει αδιαμφισβήτητη ασφάλεια.

Η αιολική ενέργεια είναι σήμερα η πιο φτηνή απ' όλες τις υπάρχουσες ήπιες μορφές και είναι ανεξάντλητη. Η παραγωγή ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια κατά τα 20 χρόνια λειτουργίας της ισοδυναμεί με την 80πλάσια ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κατασκευή, λειτουργία και καταστροφή της όταν αυτή κριθεί ανενεργή. ([www.physics4u.gr](http://www.physics4u.gr))

Το 1999 η αιολική ενέργεια κάλυψε το 10% των αναγκών για ηλεκτρισμό στη Δανία και το 2003 αναμένεται να καλύψει το 14%. Θεωρητικά, η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της Ευρώπης στο μέγιστο θα μπορούσε να καλύψει όλες τις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια. Στην Ευρώπη, στις αρχές του 1999, πάνω από 6600MW κάλυψαν τις ανάγκες 7 εκατομμυρίων ανθρώπων.

Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της. Είναι γνωστό ότι η κάλυψη του 15% των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας, που αντιστοιχεί σε 6,45 Twh, το 2001 μπορεί να επιτευχθεί οικονομικά με την ανάπτυξη των Αιολικών Πάρκων.

Σήμερα, ο σχετικός τομέας στη βιομηχανία προσφέρει 40.000 θέσεις εργασίας παγκοσμίως. Οι δημοσκοπήσεις σε ευρωπαϊκές χώρες, όπως Δανία, Γερμανία, Ολλανδία, Μ. Βρετανία έδειξαν ότι το 70% του πληθυσμού προτιμά την παραγωγή και χρήση αιολικής ενέργειας. Η Δανία κατέχει την πρώτη θέση στην παγκόσμια παραγωγή. Το παραγόμενο αιολικό δυναμικό στη Δανία το 1998 ήταν 1200 MW και το ίδιο έτος οι Δανοί κατασκευαστές κατείχαν το 50% της παγκόσμιας αγοράς σε ανεμογεννήτριες. ([www.physics4u.gr](http://www.physics4u.gr))

Ένα σημαντικό μειονέκτημα της αιολικής ενέργειας είναι ότι εξαρτάται άμεσα από την ύπαρξη ικανοποιητικών ταχυτήτων ανέμου. Τι γίνεται όμως όταν δεν φυσάει

άνεμος; Επειδή δεν υπάρχουν δυνατότητες για οικονομική αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας, επιβάλλεται να υπάρχει εφεδρεία συμβατικών σταθμών για το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος των ανεμογεννητριών. Για ηλεκτρικά συστήματα, όπως το σύστημα της Κρήτης, όπου οι αιχμές φορτίου καλύπτονται με αεροστρόβιλους ντίτζελ και με υψηλό κόστος παραγωγής, θα μπορούσε να εξεταστεί η περίπτωση συνδυασμού ανεμογεννητριών με αντλητικά υδροηλεκτρικά έργα.

Εδώ φαίνονται τα 2 είδη ανεμογεννητριών (δίπτερες, τρίπτερες).  
([www.physics4u.gr](http://www.physics4u.gr))



Τρίπτερες ανεμογεννήτριες με ρότορα μήκους μικρότερου των 10 μέτρων έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού ανέμου (ευρύ φάσμα ταχυτήτων ανέμου) και κόστος κατασκευής και συντήρησης μικρό καθώς τα προβλήματα αντοχής και δυναμικής καταπόνησης μηχανικών μερών είναι περιορισμένα στις μηχανές αυτής της κατηγορίας.

Στις μηχανές μεγάλου μεγέθους επικρατούν οι δίπτερες, με κόστος κατασκευής και συντήρησης σαφώς μικρότερο, από αυτό των τριπτερύγων αντιστοίχου μεγέθους.  
([www.physics4u.gr](http://www.physics4u.gr))

Η αιολική ενέργεια κερδίζει συνεχώς έμφαση στην θεωρία αλλά και φανατικούς επενδυτές στην πράξη. Στην Ισπανία και τη Δανία το 20% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από την αιολική. Στη Γερμανία το ίδιο ποσοστό ανέρχεται στο 10%, ενώ ειδικοί εκτιμούν πως θα ανέλθει στο 20-25%

περί το 2020. Αυτά είναι μόνο μερικά ενδεικτικά μεγέθη από τον τομέα της αιολικής ενέργειας.

Οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις, οι οικονομικές προοπτικές της αιολικής ενέργειας αλλά και γενικότερα το μέλλον των ανανεώσιμων πηγών βρίσκονται στο επίκεντρο αυτή την εβδομάδα στο Παγκόσμιο Συνέδριο Αιολικής Ενέργειας στη Βόννη (3-5 Ιουλίου). Πάνω από 500 επιστήμονες, πολιτικοί και εκπρόσωποι του επιχειρηματικού χώρου αναμένεται να δώσουν το «παρών», εστιάζοντας στις πράσινες ενεργειακές λύσεις. ([www.skai.gr](http://www.skai.gr))

#### **iv. Αέρας ανάπτυξης και αειφορίας**

Σύμφωνα με στοιχεία της Παγκόσμιας Οργάνωσης Αιολικής Ενέργειας (WWEA), τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια σταθερή αύξηση 20% στις ανεμογεννήτριες που τίθενται σε λειτουργία παγκοσμίως. Η Κίνα είναι η ηγέτιδα δύναμη. Το 2011 παρήγαγε πάνω από τις μισές ανεμογεννήτριες που διατέθηκαν στις αγορές, αφήνοντας πίσω ΗΠΑ και Γερμανία. Ωστόσο, η παραγωγή προορίζεται κυρίως για εξαγωγές, αφού μόνο το 3% των ενεργειακών απαιτήσεων της Κίνας καλύπτεται από την αιολική Ενέργεια.

Η αιολική ενέργεια συγκεντρώνει σειρά πλεονεκτημάτων. Είναι φιλική προς το περιβάλλον, γεγονός που την κάνει αγαπητή και στους οικολόγους. Επιπλέον είναι και συμφέρουσα. Ο Στέφαν Γκσένγκερ, διευθυντής της WWEA , επισημαίνει πως η τιμή της κιλοβατώρας αιολικής προέλευσης ανέρχεται στα 0,05 έως 0,09 €, γεγονός που την κάνει ιδιαίτερα δημοφιλή. Αντίθετα, η αντίστοιχη τιμή της κιλοβατώρας από εργοστάσια καύσης άνθρακα, υπολογίζεται στα 0,07 €, ενώ σύμφωνα με εκτιμήσεις της ΕΕ και του γερμανικού υπουργείου Περιβάλλοντος η τιμή αυτή είναι στην πραγματικότητα διπλάσια.

Τα τελευταία χρόνια οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα των ανεμογεννητριών είναι ραγδαίες, έχοντας ενισχύσει σημαντικά την απόδοσή τους. Ο ρυθμός ανάπτυξης offshore αιολικών πάρκων είναι ταχύτατος. Η εγκατάσταση και έναρξη της λειτουργίας τους είναι βέβαια ακριβότερη σε σχέση με τα συμβατικά ηλεκτροπαραγωγά εργοστάσια. Τα μακροπρόθεσμα κέρδη ωστόσο φαίνεται να κάνουν τη διαφορά.

Μια άλλη τάση που παρατηρείται διεθνώς, είναι η επένδυση σε μικρές ανεμογεννήτριες τοπικής ή οικιακής εμβέλειας. Αγρότες, μικροί δήμοι, μικρομεσαίες επιχειρήσεις αλλά και ιδιώτες προτιμούν ολοένα και περισσότερο την εναλλακτική αυτή ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών τους. Οι μικρές ανεμογεννήτριες είναι ιδιαίτερα ελκυστικές και σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες. Οι προβλέψεις για το μέλλον της αγοράς ανεμογεννητριών με μικρή εμβέλεια είναι ήδη θετικές. ([www.skai.gr](http://www.skai.gr))

### 5.2.2.3 Γεωθερμική ενέργεια

Ως γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης, μεταφέρεται στην επιφάνεια με αγωγή θερμότητας και με την είσοδο στο φλοιό της γης λειωμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της, και γίνεται



αντιληπτή με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Το γεωθερμικό δυναμικό κάθε περιοχής σχετίζεται με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της. Αποτελεί ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες.

([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))



Η κύρια κατάταξη των γεωθερμικών πεδίων γίνεται με βάση τη θερμοκρασία τους. Πεδία χαμηλής ή μέσης θερμοκρασίας (50 - 150°C) αξιοποιούνται στη μεταφορά θερμότητας σε οικισμούς, θερμοκήπια, αλλά και μικρές βιομηχανικές μονάδες. Πεδία υψηλής θερμοκρασίας (άνω των 150°C) είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι ιδιαίτερα οικονομικές και η λειτουργία τους έχει μικρή περιβαλλοντική επίδραση. Παράγουν μόνο το 1/6 του CO<sub>2</sub> από ό,τι θα παρήγαγε μια μονάδα ίσης δυναμικότητας που λειτουργεί με φυσικό αέριο, ενώ το κόστος της παραγόμενης ενέργειας κυμαίνεται περίπου μεταξύ \$0.015/kW και \$0.35/kW. Σε παγκόσμια κλίμακα η συνολική δυναμικότητα των γεωθερμικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής ξεπερνά τα 8000 MWe και η αντίστοιχη θερμική τα 4000 MWth. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Υπάρχουν δύο κύριες εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας.

- Η πρώτη βασίζεται στη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άλλες χρήσεις (θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων). Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από γεωθερμικά κιάζερ που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή με γεώτρηση στον φλοιό της γης σε περιοχές που η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης.

Η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες εδάφους ή υπόγειων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης.



Η χρήση γεωθερμικής ενέργειας παράγει παγκοσμίως 8.000 (MWe) ηλεκτρικού ρεύματος και 4.000 (MWt) θερμικής ενέργειας. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))



### **i) Η Γεωθερμία στην Ελλάδα**

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλο αριθμό επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων που είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη σχεδόν την επικράτεια, όπως στη Νίσυρο, την Ικαρία, τη Μήλο, τη Σαντορίνη, τη Λέσβο, τη Ν. Κεσσάνη Ξάνθης, τη Νιγρίτα Σερρών, τον Λαγκαδά Θεσ/κης και τα Ελαιοχώρια Χαλκιδικής.

Σήμερα, η κυριότερη ενεργειακή χρήση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι η θέρμανση θερμοκηπίων. Η συστηματικότερη αξιοποίηση της γεωθερμίας πρέπει να περιλαμβάνει και άλλες εφαρμογές όπως η τηλεθέρμανση, η θερμική αφαλάτωση του νερού και η παραγωγή ηλεκτρισμού. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Η συστηματική εκμετάλλευση των γεωθερμικών μπορεί να αποφέρει στη χώρα μας σημαντικά οφέλη:

- Εξοικονόμηση συναλλάγματος, με τη μείωση των εισαγωγών πετρελαίου,
- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων, κυρίως με την ελάττωση της κατανάλωσης των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη,

Καθαρότερο περιβάλλον, καθώς παράγονται πολύ μικρότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> και ελάχιστες έως μηδενικές οξειδίων του αζώτου και του θείου.

Παρόλα αυτά, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας συναντά αντιδράσεις σε τοπικό επίπεδο καθώς ενδέχεται να προκύψουν:

- Προβλήματα από την απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον της περιοχής ή δύσσομα αέρια (π.χ. υδρόθειο).

Αντιμετωπίζονται με την επανέγχυση των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα μέσω γεώτρησης και με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού δέσμευσης των παραγόμενων αερίων.

- Προβλήματα διάβρωσης και δημιουργίας αποθέσεων, κυρίως στις σωληνώσεις μεταφοράς των ρευστών.

Μπορεί να αντιμετωπιστούν τόσο με την προσθήκη στα γεωθερμικά ρευστά κατάλληλων χημικών διαλυτοποίησης των αλάτων όσο και με τη χρήση καταλληλότερων υλικών. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## ii) Η Γεωθερμία στην Ήπειρο

Δεν υπάρχει αυτή τη στιγμή ενεργειακή εκμετάλλευση γεωθερμικών ρευστών στην περιοχή. Όμως υπάρχει γεωθερμικό δυναμικό στην περιοχή της Κόνιτσας. Ειδικότερα υπάρχουν δύο πηγές ρευστού χαμηλής ενθαλπίας στην Κόνιτσα. Το δυναμικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παράδειγμα για παροχή θερμού σε ιχθυοτροφεία. Μέχρι σήμερα έχουν βρεθεί τα παρακάτω γεωθερμικά πεδία:

### A. Πηγές Καβασίλων:

Οι πηγές Καβασίλων κοντά στον ποταμό Σαραντάπορο αναλύθηκαν από το ΙΓΜΕ και τα αποτελέσματα δίνονται πιο κάτω.

Θερμοκρασία Αέρα 28,1°C

Θερμοκρασία Νερού 28,1°C

### B. Πηγές Αμάραντου:

Στα βόρεια της Κόνιτσας κοντά στο Χωριό Αμάραντος υπάρχουν θερμές πηγές. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στην οροσειρά της Πίνδου. Η θερμοκρασία του ατμού στην έξοδό του μετρήθηκε σε 32°C ενώ η θερμοκρασία στο σημείο εξόδου είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Γ. Περιοχή Συκιών:

Στην υπό έρευνα ευρύτερη περιοχή Συκιών Άρτας, (200 μέτρα νότια του χωριού Συκιές και περίπου 15Km νότια της Άρτας), πραγματοποιήθηκαν τέσσερις ερευνητικές και μία παραγωγική γεώτρηση βάθους 320 μέτρων. Τεστ παραγωγής, που έλαβε χώρα την 20η και 21η Οκτωβρίου 1998, έδειξε δυνατότητα άντλησης νερού, έως και 100 κυβικών μέτρων ανά ώρα, θερμοκρασίας 55°C περίπου. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κανονική γεωθερμική βαθμίδα είναι 3,3°C/100m, ενώ στην περιοχή ενδιαφέροντος η τιμή της υπολογίζεται στους 17°C / 100 m περίπου. Το γεωθερμικό αυτό πεδίο έχει έκταση 1 Km<sup>2</sup>, ενώ η έρευνα θα συνεχιστεί με στόχο τον εντοπισμό της ευρύτερης έκτασής του, που πιθανά να φτάνει κοντά στο πολεοδομικό συγκρότημα της Άρτας. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))



### iii) Η χρήση της Γεωθερμίας παγκοσμίως

Η πρώτη βιομηχανική εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έγινε στο Λαρνταρέλλο (Lardarello) της Ιταλίας, όπου από τα μέσα του περασμένου αιώνα χρησιμοποιήθηκε ο φυσικός ατμός για να εξατμίσει τα νερά που περιείχαν βορικό οξύ αλλά και να θερμάνει διάφορα κτήρια. Το 1904 έγινε στο ίδιο μέρος η πρώτη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από τη γεωθερμία (σήμερα παράγονται εκεί 2,5 δισ. kWh/έτος). Σπουδαία είναι η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας από την Ισλανδία, όπου καλύπτεται πολύ μεγάλο μέρος των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Κατά το 2005, 72 χώρες έχουν αναπτύξει γεωθερμικές εφαρμογές χαμηλής-μέσης θερμοκρασίας, κάτι που δηλώνει σημαντική πρόοδο σε σχέση με το 1995, όταν είχαν αναφερθεί εφαρμογές μόνο σε 28 χώρες. Η εγκατεστημένη θερμική ισχύς γεωθερμικών μονάδων μέσης και χαμηλής θερμοκρασίας ανήλθε το 2007 στα

28268 MWt, παρουσιάζοντας αύξηση 75% σε σχέση με το 2000, με μέση ετήσια αύξηση 12%. Αντίστοιχα, η χρήση ενέργειας αυξήθηκε κατά 43% σε σχέση με το 2000 και ανήλθε στα 273.372 TJ (75.940 GWh/έτος).

Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος με γεωθερμική ενέργεια το 2008 γινόταν σε 24 χώρες. Το 2007 η εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων παραγωγής ενέργειας στον κόσμο ανήλθε στα 9735 MWe, σημειώνοντας αύξηση περισσότερων από 800 MWe σε σχέση με το 2005. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

#### iv) Εφαρμογές της Γεωθερμίας

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν:

- ηλεκτροπαραγωγή ( $\theta > 90 \text{ }^\circ\text{C}$ ), (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με δυαδικό κύκλο)
- θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ για  $\theta > 60 \text{ }^\circ\text{C}$ , με αερόθερμα για  $\theta > 40 \text{ }^\circ\text{C}$ , με ενδοδαπέδιο σύστημα ( $\theta > 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ),
- ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για  $\theta > 60 \text{ }^\circ\text{C}$ , ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για  $\theta < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με τη θερμότητα ( $\theta > 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ), ή και για αντιπαγετική προστασία
- ιχθυοκαλλιέργειες ( $\theta > 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ) επειδή τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους
- βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ( $\theta > 60 \text{ }^\circ\text{C}$ ), ξήρανση αγροτικών προϊόντων, κλπ
- θερμά λουτρά για  $\theta = 25\text{-}40 \text{ }^\circ\text{C}$

Όλοι οι τύποι θεωρούνται ανανεώσιμοι εφόσον ο ρυθμός άντλησης της θερμότητας δεν υπερβαίνει το ρυθμό επαναφόρτισης της γεωθερμικής δεξαμενής από τη γη. Για την παραγωγή ηλεκτρισμού μπορεί να χρειαστούν αρκετές εκατοντάδες χρόνια για να επαναφορτιστεί μια γεωθερμική δεξαμενή η οποία έχει αδειάσει τελείως. Τα περιφερειακά συστήματα θέρμανσης μπορεί να πάρουν 100-200 χρόνια για να επαναφορτιστούν ενώ οι γεωθερμικές αντλίες μόνο 30 χρόνια.

Θα μπορούσε να πει κάποιος ότι η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι πραγματικά ανανεώσιμη, γιατί με την πάροδο του χρόνου το εσωτερικό της γης θα κρυώσει και η ραδιενεργή φθορά των στοιχείων που κρατούν το εσωτερικό της γης θερμό θα μειωθεί. Όμως, επειδή οι δεξαμενές γεωθερμίας είναι τεράστιες σε μέγεθος συγκριτικά με τις ανάγκες του ανθρώπου, η γεωθερμική ενέργεια είναι πρακτικά ανανεώσιμη. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος να μειωθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση. Τα σημερινά γεωθερμικά πεδία παράγουν μόνο το 1/6 CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με τις γεννήτριες ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με φυσικό αέριο, και καθόλου νιτρικά (NO<sub>x</sub>) και θειικά (SO<sub>x</sub>) αέρια.

Για κάθε 1.000 MW ηλεκτρικού ρεύματος που προέρχεται από γεωθερμικές πηγές εκπέμπονται 1 εκατομμύριο Kg λιγότερα τοξικά αέρια το χρόνο και 4 δισεκατομμύρια Kg λιγότερο CO<sub>2</sub>, ενώ οι ρύποι αυτοί θα ήταν πολύ περισσότεροι αν σαν πρώτη ύλη χρησιμοποιούνταν άνθρακας. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

#### ν) Παραδείγματα εφαρμογών

Το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Όρεγκον θερμαίνεται από το 1964 χρησιμοποιώντας άμεσα τη γεωθερμική ενέργεια. Τρεις γεωτρήσεις παρέχουν όλη τη θερμότητα που χρειάζονται 11 κτήρια εμβαδού 60.400 m<sup>2</sup>. Επίσης



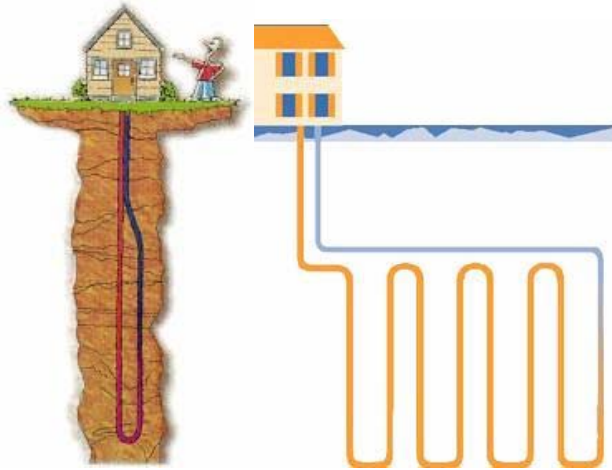
ένα μέρος του πανεπιστημίου χρησιμοποιεί ψύξη από γεωθερμικές πηγές. Ο μηχανισμός λειτουργεί όπως και στα ψυγεία και έχει δυνατότητα ψύξης 540 MW. Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του συστήματος είναι \$35.000 συμπεριλαμβανομένων της συντήρησης (μισθοί και ανταλλακτικά) και το κόστος άντλησης. Αν χρησιμοποιούνταν φυσικό αέριο το κόστος θα ήταν \$250.000 - \$300.000. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

ΙΣΛΑΝΔΙΑ - Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των περισσότερων σπιτιών στην Ισλανδία. Υπάρχουν περίπου 30 δημοτικά συστήματα θέρμανσης και 200 ιδιωτικά σε αγροτικές περιοχές που καλύπτουν το 86% της θέρμανσης στη χώρα.

Οι γεωθερμικές αντλίες είναι από τις πιο αποδοτικές ενεργητικές (σε αντίθεση με τις παθητικές) τεχνολογίες στον κόσμο για τη θέρμανση και ψύξη των σπιτιών, των σχολείων, των επιχειρήσεων και άλλων κτηρίων. Χρησιμοποιούν τη φυσική



θερμοκρασία της γης για τη θέρμανση το χειμώνα και την ψύξη το καλοκαίρι. Εκμεταλλεύονται το πλεονέκτημα ότι η θερμοκρασία του εδάφους δεν ποικίλει από εποχή σε εποχή όπως ο αέρας. Λειτουργεί όπως ένα ψυγείο. Το χειμώνα μεταφέρει τη φυσική θερμότητα της γης στο κτήριο με νερό που κυκλοφορεί σε κλειστούς πλαστικούς σωλήνες που εισάγονται στο έδαφος. Το καλοκαίρι μεταφέρει τη θερμότητα του κτηρίου στη γη ψύχοντας έτσι το σπίτι. Το ίδιο πλαστικό σύστημα χρησιμοποιείται το καλοκαίρι όπως και το χειμώνα. Απλά αλλάζει η κατεύθυνση κίνησης του νερού. Είναι πιο αποτελεσματικά από τα κλιματιστικά επειδή βασικά "μετακινούν" τη θερμότητα αντί να καταναλώνουν ενέργεια για να τη δημιουργήσουν. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))



### vi) Φυσικά Γεωθερμικά πεδία

Η ύπαρξη υψηλής γεωθερμικής βαθμίδας σε κάποια περιοχή δεν είναι η μοναδική συνθήκη-προϋπόθεση για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Η γεωθερμική ενέργεια είναι πρωτογενώς αποθηκευμένη μέσα στα πετρώματα, είναι διασκορπισμένη μέσα στη μάζα τους και πρέπει να συγκεντρωθεί και να μεταφερθεί στην επιφάνεια της γης προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το μεταλλικό νερό (σε υγρή ή αέρια φάση) που περιέχεται μέσα σε πορώδη πετρώματα ή σε συστήματα ρηγμάτων αποτελεί το μέσο που μεταφέρει τη θερμότητα από τα πετρώματα αυτά στην επιφάνεια της γης. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Έτσι, η παραγωγικότητα μιας θερμικής περιοχής προσδιορίζεται και συχνά καθορίζεται από την υδρολογία των γεωλογικών σχηματισμών. Δεν έχουν όμως όλες οι θερμικές περιοχές κατάλληλη υδρολογία που αποτελεί τη δεύτερη συνθήκη για την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου γεωθερμικού πεδίου. Κατά συνέπεια, ένα φυσικό γεωθερμικό πεδίο είναι συνδυασμός θερμών πετρωμάτων και ύπαρξης νερού που να κυκλοφορεί μέσα σ' αυτά.

Τα γεωθερμικά πεδία χωρίζονται σε δύο ομάδες: στα πεδία "υψηλής ενθαλπίας", όπου το ρευστό (άνω των 1500°C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή



ηλεκτρικής ενέργειας και/ή για θέρμανση, και στα πεδία "χαμηλής ενθαλπίας" όπου το ρευστό (κάτω των 150°C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για θέρμανση.

Στις ζώνες σεισμικών εστιών, υπάρχουν πεδία χαμηλής και υψηλής ενθαλπίας που σχετίζονται μεταξύ τους. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η Ισλανδία, που βρίσκεται πάνω στη μεσο-ωκεάνια ράχη του Ατλαντικού.

Το γεωθερμικό ρευστό έχει μετεωρική προέλευση, δηλαδή προέρχεται από τις κατακρημνίσεις. Το νερό από τις βροχές και τα χιόνια εισχωρεί στο έδαφος και σιγά-σιγά προχωρεί στο εσωτερικό της γης φτάνοντας σε βάθη μέχρι και 5km. Στην πορεία του θερμαίνεται λόγω της υψηλής θερμικής ροής και στη συνέχεια βρίσκεται διόδους μέσα από ρήγματα και ρωγμές και επιστρέφει στην επιφάνεια. Από αναλύσεις βασισμένες σε ραδιοϊσότοπα βρέθηκε ότι ο κύκλος του νερού σε ένα γεωθερμικό σύστημα διαρκεί περίπου 500 χρόνια. Η περιοχή τροφοδοσίας του συστήματος μπορεί να βρίσκεται πολύ κοντά στο πεδίο ή σε μεγάλη από αυτό απόσταση μέχρι και 200km, οπότε και η διαδρομή του ρευστού ποικίλλει ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες. Το νερό, λόγω της μεγάλης του θερμοχωρητικότητας, λειτουργεί και σαν "συμπυκνωτής" θερμότητας. Η μέση θερμοχωρητικότητα των πετρωμάτων που βρίσκονται στα πρώτα 10km από την επιφάνεια της γης είναι 85kJ/kg, ενώ του νερού στην ίδια μέση θερμοκρασία (1300°C) είναι 420kJ/kg, δηλαδή πενταπλάσια. Η θερμοχωρητικότητα του κορεσμένου ατμού στους 2360°C είναι 2.790kJ/kg δηλαδή τριακονταπλάσια αυτής των πετρωμάτων. Για να απορροφήσει το νερό αυτή τη θερμότητα, είτε πρέπει να έρθει σε επαφή με πολύ μεγάλες μάζες πετρωμάτων που βρίσκονται σε υψηλή θερμοκρασία είτε να διανύσει πολύ μεγάλη διαδρομή μέχρι να φτάσει στις γεωτρήσεις. Και στις δύο περιπτώσεις, οι μάζες των πετρωμάτων που συμμετέχουν στο σύστημα πρέπει να είναι πολύ μεγάλες, της τάξης των εκατοντάδων κυβικών χιλιομέτρων. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

#### 5.2.2.4 Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα χαρακτηρίζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί προσλαμβάνουν αυτή την ενέργεια με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα μετά την επεξεργασία και τη χρήση της, ενώ αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση. Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

#### Χαρακτηριστικά

Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια) είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται είναι το νερό και ο άνθρακας τα οποία βρίσκονται άφθονα στη φύση. Όπως έχει αναφερθεί η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μία σύντομη περίοδος για να αναπληρωθεί ότι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Για τις διάφορες τελικές χρήσεις της βιομάζας υιοθετούνται διαφορετικοί όροι, όπως "βιοισχύς" ο οποίος περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί των ορυκτών καυσίμων

(φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ή όπως "βιοκαύσιμα" ο οποίος αναφέρεται κυρίως στα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαιϊκά προϊόντα όπως βενζίνη ή ντίζελ. Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη, σαν μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και/ή υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κλπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Σαν συνέπεια το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει υψηλό. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

#### ✓ Πλεονεκτήματα

- 1) Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου αφού οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
- 2) Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου ( $\text{SO}_2$ ) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

- 3) Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.
- 4) Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, ) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.  
([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

✓ Μειονεκτήματα

- 1) Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- 2) Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.

Βάση των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.

- 3) Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

### 5.2.2.5 Υδραυλική ενέργεια



Το νερό στη φύση, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, έχει δυναμική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε κινητική όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) γίνεται δυνατή η εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπίνων παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή ταξινομείται σε υδροηλεκτρική ενέργεια μεγάλης και μικρής κλίμακας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια μικρής κλίμακας διαφέρει σημαντικά από αυτή της μεγάλης σε ότι αφορά τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα και γενικότερα στο άμεσο περιβάλλον. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Τα συστήματα μικρής κλίμακας τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια με αποτέλεσμα να έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 30 MW χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακας και θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές. Το γρήγορα κινούμενο νερό οδηγείται μέσα από τούνελ με σκοπό να θέσει σε λειτουργία τις τουρμπίνες παράγοντας έτσι μηχανική ενέργεια. Μια γεννήτρια μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Σε αντίθεση με το ότι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό δεν αχρηστεύεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς.

Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται με τον τρόπο αυτό, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 10% των ενεργειακών μας αναγκών. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

✓ Πλεονεκτήματα

- 1) Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας
- 2) Είναι μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά πλεονεκτήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος)

3) Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

✓ Μειονεκτήματα

1) Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής καθώς και η μεγάλη χρονική διάρκεια απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου

2) Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.). Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

### 5.2.2.6 Ενέργεια κυμάτων

#### Ιστορική αναδρομή

Για περισσότερους από δύο αιώνες οι εφευρέτες αναζητούσαν τρόπους για να εκμεταλλευτούν τη δύναμη από τα κύματα και όμως ακόμα δεν έχουμε μια ευρεία εφαρμογή της δυνατότητας παραγωγής ενέργειας από τα κύματα ως γεννήτριες. Μπορούμε να εξαγάγουμε τη δύναμη χρησιμοποιώντας διάφορους και ποικίλους τρόπους όπως π.χ. καταδυόμενες αίθουσες πίεσης. Ομοίως δεν υπάρχει κανένα αξιόπεραστο τεχνικό πρόβλημα. Ενώ υπάρχει μεγάλη δυσκολία σε ότι αφορά τη

μηχανική, η επιστήμη παραγωγής ενέργειας από τα κύματα έχει τις λύσεις για κάθε πτυχή της τεχνολογίας. Στη πραγματικότητα το μόνο μακροπρόθεσμο πρόβλημα είναι το κόστος που κάθε καταναλωτής είναι πρόθυμος να πληρώσει. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Η αγορά παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται στα \$800-δισεκατομμύρια ανά έτος (ΗΠΑ) και διαρκώς αυξάνεται. Έχει υπολογιστεί ότι υπάρχουν σήμερα 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι που στερούνται ακόμα την ηλεκτρική ενέργεια , ενώ και η παγκόσμια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες διπλασιάζει κάθε οκτώ έτη (World Watch Institute Μάιος 1997. Προκειμένου να ικανοποιηθεί αυτή η ζήτηση, εξαιτίας του γεγονότος ότι θα πρέπει να υπάρχει μείωση στη παραγωγή των πράσινων αερίων που χρησιμοποιούνται στα σπίτια , οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να αναπτυχθούν. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Η θάλασσα έχει θεωρηθεί από καιρό ως πηγή ενέργειας. κατά τον Μεσαίωνα (1200-1500) οι αγρότες παγίδευαν το θαλάσσιο νερό στις λίμνες μύλων, για να το χρησιμοποιήσουν στους υδρόμυλους δύναμης . Κατά τη διάρκεια των τελευταίων πενήντα ετών, οι μηχανικοί έχουν αρχίσει να εξετάζουν την παλιρροιακή δύναμη και τη δύναμη των κυμάτων σε μια μεγαλύτερη, βιομηχανική κλίμακα. Εντούτοις, μέχρι τα τελευταία έτη, ιδιαίτερα στην Ευρώπη, η δύναμη των κυμάτων και η παλιρροιακή δύναμη , θεωρήθηκαν αντικοινωνικές. Αν και μερικά πιλοτικά έργα έδειξαν ότι η ενέργεια θα μπορούσε να παραχθεί, κάποια άλλα επίσης έδειξαν ότι, ακόμα κι αν το κόστος για την παράγωγή της ενέργειας δεν εξεταστεί, υπάρχει ένα πραγματικό πρόβλημα, που αφορά την ικανότητα του εξοπλισμού να αντέξει το εξαιρετικά σκληρό θαλάσσιο περιβάλλον.



Πριν από είκοσι χρόνια η αντίστοιχη βιομηχανία παραγωγής ενέργειας από αέρα αντιμετώπιζε παρόμοια προβλήματα αλλά με την υποστήριξη των εκάστοτε κυβερνήσεων στους κατασκευαστές κατάφεραν να ανταγωνιστούν τη πράσινη δύναμη. Η ενεργειακή βιομηχανία κυμάτων είναι τώρα σε παρόμοιο στάδιο ανάπτυξης αλλά με τη δημόσια υποστήριξη και κάποια δημόσια χρήματα θα ξεπεραστούν οι όποιες αποτυχίες στον τρόπο παραγωγής, όπως γίνεται σε κάθε παρόμοια αναπτυξιακή τεχνική. Με την εισαγωγή νέων πηγών ενέργειας στην αγορά υπάρχει η προσδοκία ότι οι συνθήκες για την χρησιμοποίηση της δύναμης κυμάτων θα ωριμάσει έτσι ώστε να έχει σημαντική συμβολή στην κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Προς το τέλος της δεκαετίας του '90, έχει γίνει σαφές ότι η τεχνολογία έχει προωθηθεί σε σημείο όπου η αξιόπιστη και φτηνή ηλεκτρική ενέργεια από τους ωκεανούς γίνεται μια πραγματικότητα. Το Ηνωμένο Βασίλειο παρήγαγε την πρώτη ηλεκτρική ενέργεια από θαλάσσια και παλιρροϊκά κύματα με την οποία εφοδίασε τον εθνικό του δίκτυο το έτος 2000, αναγκάζοντας και άλλες χώρες να σκεφτούν σοβαρά να πράξουν κάτι ανάλογο. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

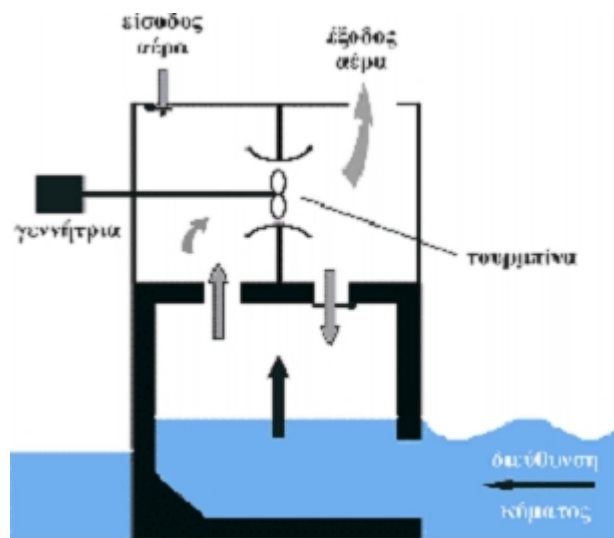
### Εισαγωγή

Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας (Σχήμα 1):

- α) από τα κύματα
- β) από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)
- γ) από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού

## Κύματα

Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα, όπως φαίνεται στο σχήμα . Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κλπ. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))



Σχήμα 1. Σχηματική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## Παλίρροιες

Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως

στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νέας Σκωτίας.

#### Θερμοκρασιακή διαφορά νερού

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5°C. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός από "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι το σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη απόδοση (40-70 KW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Στα μειονεκτήματα αναφέρεται το κόστος μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά. ([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

### 5.2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΑΠΕ:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους οι οποίοι με το πέρασμα του χρόνου εξαντλούνται...
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής ενώ παράλληλα μειώνονται οι απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας πιο ορθολογική χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ είναι εντάσεως εργασίας, δημιουργώντας πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση υποβαθμισμένων, οικονομικά και κοινωνικά, περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που

στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (πχ καλλιέργειες θερμοκηπίου με γεωθερμική ενέργεια).

- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους:

- Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος ώστε να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί.
- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλη παραγωγή απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.
- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.
- Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό.

Τα κύρια μειονεκτήματα είναι :

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.

Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.

- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίσταται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη και ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (πχ σε πλατφόρμες τη ανοικτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω από το νερό και έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

([www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr))

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Η εικόνα στο εξώφυλλο της εργασίας είναι από το <http://perivallonsos.blogspot.gr>
- [www.allaboutenergy.gr](http://www.allaboutenergy.gr)
- [www.el.science.wikia.com](http://www.el.science.wikia.com)
- [www.kpe-kastor.kas.sch.gr](http://www.kpe-kastor.kas.sch.gr)
- [www.planetearth.pblogs.gr](http://www.planetearth.pblogs.gr)
- [www.tmltd.gr](http://www.tmltd.gr)
- [www.1gym-ag-parask.att.sch.gr](http://www.1gym-ag-parask.att.sch.gr)
- [www.physics4u.gr](http://www.physics4u.gr)
- [www.skai.gr](http://www.skai.gr)
- [www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org)
- [www.sieline.gr](http://www.sieline.gr)