

2008

# ΕΝΕΡΓΕΙΑ και ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Πρόγραμμα ΙΔΕΚΕ:  
Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη

Άγγελος Αγγελόπουλος



Αθήνα 2009

## **ΕΝΕΡΓΕΙΑ και ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**Άγγελος Αγγελόπουλος**  
**Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Φυσικής ΕΚΠΑ**  
**Πρόεδρος της ΕΕΦ**

**Σημειώσεις για την 4<sup>η</sup> ενότητα του προγράμματος του ΙΔΕΚΕ**  
**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ και ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

## Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο αντιλαμβάνεται κανείς ότι η ανθρωπότητα αντιμετωπίζει δύο σοβαρά προβλήματα, την ενεργειακή επάρκεια και την μόλυνση του περιβάλλοντος με δραματικές επιπτώσεις αν δεν ληφθούν σύντομα δραστικά μέτρα από την παγκόσμια κοινότητα.

Το πρόβλημα της ενεργειακής επάρκειας φαίνεται από τις αγωνιώδεις προσπάθειες, των ανεπτυγμένων κυρίως χωρών, να εξασφαλίσουν πρόσβαση στις ενεργειακές πηγές προκειμένου να διατηρήσουν σε ανεκτά επίπεδα το πολιτισμικό και το οικονομικό τους επίπεδο. Το πρόβλημα βέβαια επηρεάζει και τις μικρές χώρες, οι οποίες κλυδωνίζονται οικονομικά από τις συχνές αυξήσεις των τιμών των καυσίμων στα οποία βασίζονται, απλά αυτές δεν έχουν τα μέσα επηρεασμού των εξελίξεων στον βαθμό που τα διαθέτουν οι μεγάλες και ισχυρές χώρες.

Σήμερα, όπως θα φανεί και από τα στοιχεία που παρατίθενται στα επόμενα κεφάλαια, η ζωή μας εξαρτάται πλήρως από την διατιθέμενη ενέργεια, το μεγαλύτερο ποσοστό της οποίας, σε παγκόσμιο επίπεδο, λαμβάνεται από τα ορυκτά καύσιμα. Τα ορυκτά καύσιμα όμως δεν υπάρχουν σε απεριόριστες ποσότητες και οι καταναλισκόμενες ποσότητες δεν αναπληρώνονται. Το αποτέλεσμα, όχι στο πολύ μακρινό μέλλον, θα είναι η εξάντληση των αποθεμάτων που υπάρχουν. Είναι επομένως ανάγκη να οδηγηθούμε στην χρήση και άλλων μεθόδων παραγωγής ενέργειας, που θα μπορέσουν να αναπληρώσουν τα ορυκτά καύσιμα. Η διαδικασία αυτή απαιτεί έντονη επιστημονική έρευνα, σχεδιασμό με μεγάλο βάθος χρόνου και συνεργασία μεταξύ των παραγωγών και των καταναλωτών έτσι ώστε όλοι οι άνθρωποι να έχουν πρόσβαση στην ενέργεια και σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο ζωής.

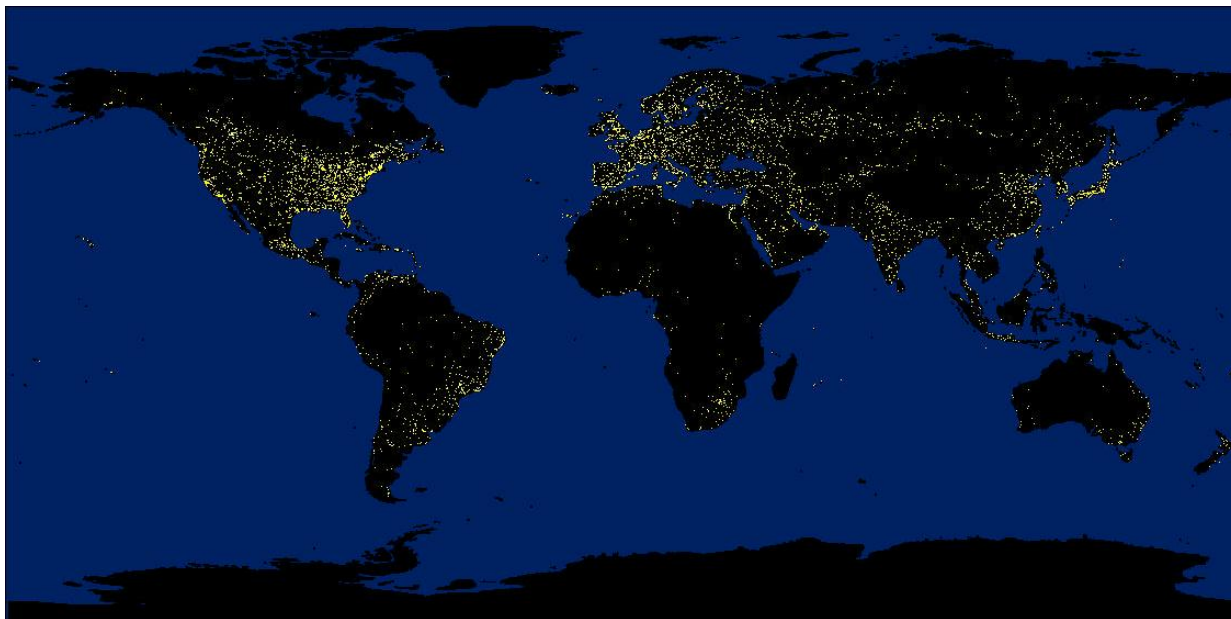
Το πρόβλημα της μόλυνσης του περιβάλλοντος, κυρίως εξαιτίας της χρήσης των καυσίμων, έχει οδηγήσει σε μία σημαντική σε ταχύτητα και μέγεθος κλιματική αλλαγή, η οποία αν συνεχισθεί χωρίς να ληφθούν δραστικά μέτρα από τις ρυπαίνουσες χώρες μπορεί να αποβεί καταστρεπτική για την ζωή στην Γη, τουλάχιστον όπως την γνωρίζουμε. Ήδη για την αντιμετώπιση της κατάστασης και την θέσπιση μέτρων περιορισμού της ρύπανσης έχουν διενεργηθεί διεθνή συνέδρια υπό την εποπτεία του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, όπως το γνωστό συνέδριο του Κγγοτο στο οποίο αποφασίστηκαν τα πρώτα μέτρα που θα έπρεπε να ληφθούν. Δυστυχώς όμως οι οικονομικές παράμετροι δεν αφήνουν μεγάλες ρυπαίνουσες χώρες, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες, μια ανεπτυγμένη κοινωνία, και η Κίνα, μία ταχέως αναπτυσσόμενη κοινωνία, να ενταχθούν στο σύστημα περιορισμού της ρύπανσης με αποτέλεσμα να μη είναι ορατά τα οφέλη από τα προτεινόμενα μέτρα.

Τα παραπάνω προβλήματα επιτείνονται από το γεγονός ότι η αύξηση του πληθυσμού της Γης και η επιδιωκόμενη άνοδος του βιοτικού επιπέδου πολλών χωρών, που σήμερα είναι πολύ μικροί καταναλωτές ενέργειας, οδηγούν σε αύξηση της ενεργειακής ζήτησης και επομένως και της ρύπανσης.

Στα επόμενα θα εξετάσουμε όλες τις παραμέτρους του ενεργειακού προβλήματος και της περιβαλλοντικής ρύπανσης και θα αναφερθούμε στην σημερινή κατάσταση καθώς και στις προβλέψεις για το άμεσο μέλλον.

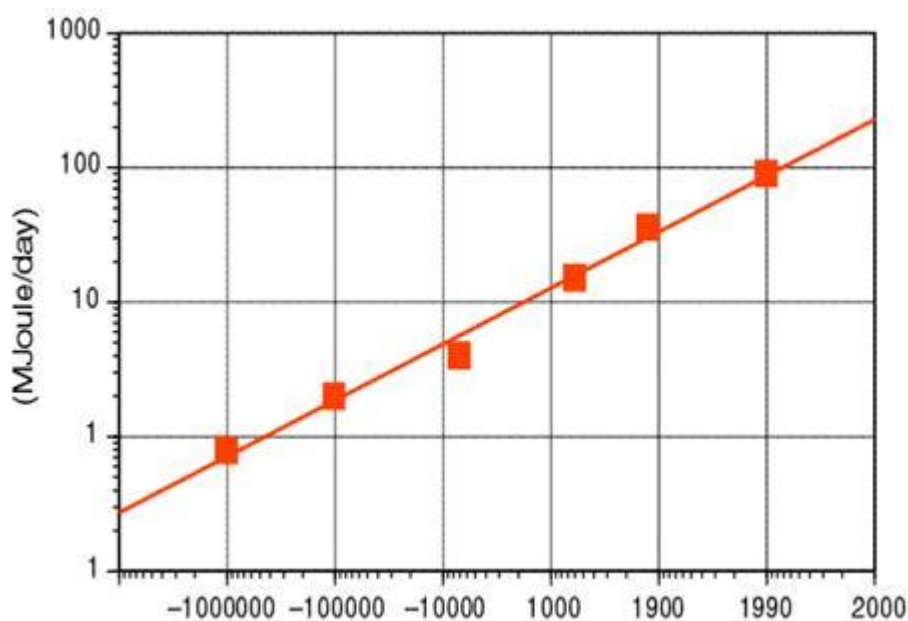
## Ενέργεια και Πολιτισμός

Η ζωή πάνω στην Γη δημιουργήθηκε, υπάρχει και εξελίσσεται χάρις στην ενέργεια, την ενέργεια που μας δίνει ο Ήλιος. Τα φυτά χρειάζονται νερό και φωτεινή ενέργεια προκειμένου να αναπτυχθούν. Και τα δύο υπάρχουν χάρις στον Ήλιο. Τα φυτοφάγα ζώα υπάρχουν γιατί υπάρχουν τα φυτά που αποτελούν την τροφή τους. Τα σαρκοφάγα ζώα υπάρχουν γιατί υπάρχουν τα φυτοφάγα και ο άνθρωπος γιατί υπάρχουν όλα τα προηγούμενα. Αν σπάσει, για οποιαδήποτε λόγο, η αλυσίδα αυτή η ζωή πάνω στην Γη θα πάψει να υπάρχει. Από τότε που ενεφανίσθει η ζωή πάνω στην Γη και ο άνθρωπος ξεχώρισε ως το πλέον νοήμον όν και άρχισε να εξελίσσεται πολλά άλλαξαν, κυρίως εξαιτίας της επινοητικότητας του. Για να διευκολύνει την ζωή του άρχισε να χρησιμοποιεί μεθόδους που του έδιναν περισσότερη ενέργεια. Έτσι άρχισε να χρησιμοποιεί τα ζώα



Σχήμα 1. Τα φώτα του Κόσμου.(EarthTrends 2001 World Resources Institute)

προκειμένου να μεταφέρει διάφορα αντικείμενα με μικρότερη δική του προσπάθεια, να χρησιμοποιεί την φωτιά για να ζεσταθεί, να κατασκευάζει διάφορα πράγματα για διευκόλυνση της καθημερινής του ζωής κλπ. Με την πάροδο του χρόνου και την αποκτούμενη εμπειρία και την ανάπτυξη της επιστήμης έφτασε στην βιομηχανική εποχή και την σημερινή εποχή με όλες τις θαυμαστές τεχνολογικές επιτεύξεις που όλοι βιώνουμε. Σήμερα η ενέργεια χρειάζεται για την παραγωγή της τροφής μας, την κατανάλωση της, τις μετακινήσεις μας, την διασκέδαση μας και την συνέχιση της διαδικασίας της τεχνολογικής μας ανάπτυξης. Είναι προφανές ότι η εξέλιξη του ανθρώπου βασίζεται στην δυνατότητα του να χρησιμοποιεί τις διαθέσιμες ενεργειακές πηγές προς όφελός του. Έτσι ενώ στην αρχή βασιζόταν για την τροφή του σε ότι η φύση του έδινε και στις δικές του δυνάμεις σιγά σιγά άρχισε να χρησιμοποιεί την δύναμη των ζώων, κατασκεύασε εργαλεία και μέσα μεταφοράς που εκμεταλευόντουσαν τις δυνάμεις των φυσικών φαινομένων μέχρι που έφτασε στην βιομηχανική εποχή και την σημερινή τεχνολογία. Σήμερα οι δυνατότητες χρήσης διαφόρων ενεργειακών πηγών έχουν διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την ζωή των ανθρώπων, έχουν δώσει καλύτερη ποιότητα ζωής, αλλά ταυτόχρονα έχουν δημιουργήσει και σημαντικά προβλήματα, προβλήματα που μπορεί να απειλήσουν και αυτή ακόμα την ύπαρξη της ζωής στον πλανήτη μας, τουλάχιστον με τον τρόπο που την γνωρίζουμε σήμερα. Θα πρέπει να σημειωθεί, επί πλέον, ότι ένα από τα σημαντικά προβλήματα της κατάστασης που έχει σήμερα διαμορφωθεί είναι ότι η πρόσβαση στην ενέργεια είναι πάρα πολύ άνιση. Το γεγονός αυτό φαίνεται στο σχήμα 1 που δείχνει από την πυκνότητα των φωτεινών σημείων ότι η μεγάλη πυκνότητα συνδέεται βασικά με τις βιομηχανικά αναπτυγμένες και πικνοκατοικημένες, τις πλούσιες χώρες, ενώ οι φτωχές χώρες με τις μικρές υποδομές και την μικρή ανάπτυξη εμφανίζονται με μικρή πυκνότητα φωτεινών σημείων. Η ποσότητα της καταναλισκόμενης ενέργειας θεωρείται επομένως ως ένα μέτρο του πολιτισμικού επιπέδου μιας χώρας.



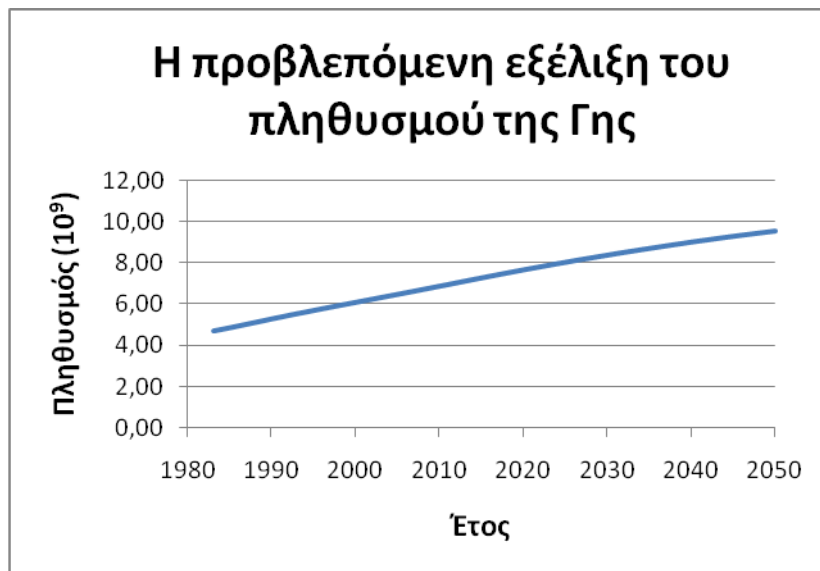
Σχήμα 2. Η εξέλιξη της κατά κεφαλή κατανάλωσης ενέργειας (R.A Knief 1992)

Στο σχήμα 2 φαίνεται η κατά τον R.A. Knief ιστορική εξέλιξη της κατά κεφαλή κατανάλωσης ενέργειας από πριν ένα εκατομμύριο χρόνια μέχρι σήμερα. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα στο χρονικό αυτό διάστημα η μέση κατά κεφαλή κατανάλωση ενέργειας έχει αυξηθεί περίπου 100 φορές, για τους λόγους που προηγουμένα εξηγήσαμε.

Είναι επομένως φανερό ότι η ανθρωπότητα από μία κοινωνία «μηδενικής ενέργειας», δηλαδή βασισμένης μόνο σε αυτά που η φύση μας δίνει, αναπτύχθηκε με την πάροδο των αιώνων μέσα από διάφορες διαδικασίες με συνεχώς και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας. Ήδη έχουν επισημανθεί τα προβλήματα της επάρκειας ενέργειας και της ανισοκατανομής. Μία σημαντική παράμετρος του προβλήματος είναι ο πληθυσμός της Γης, δηλαδή ο αριθμός των ανθρώπων που χρησιμοποιούν ενέργεια. Στο διάγραμμα του σχήματος 3 φαίνεται πως αυξήθηκε ο πληθυσμός της Γης τα τελευταία χίλια περίπου χρόνια. Είναι φανερό ότι μία σημαντική αλλαγή στον ρυθμό αύξησης του πληθυσμού επέρχεται μετά το 1800, με την είσοδο μας στην αποκαλούμενη βιομηχανική εποχή, η οποία γίνεται πολύ εντονότερη μετά το 1950 (πληθυσμός  $\sim 2,5 \times 10^9$ ) φτάνοντας περίπου τα  $6,5 \times 10^9$

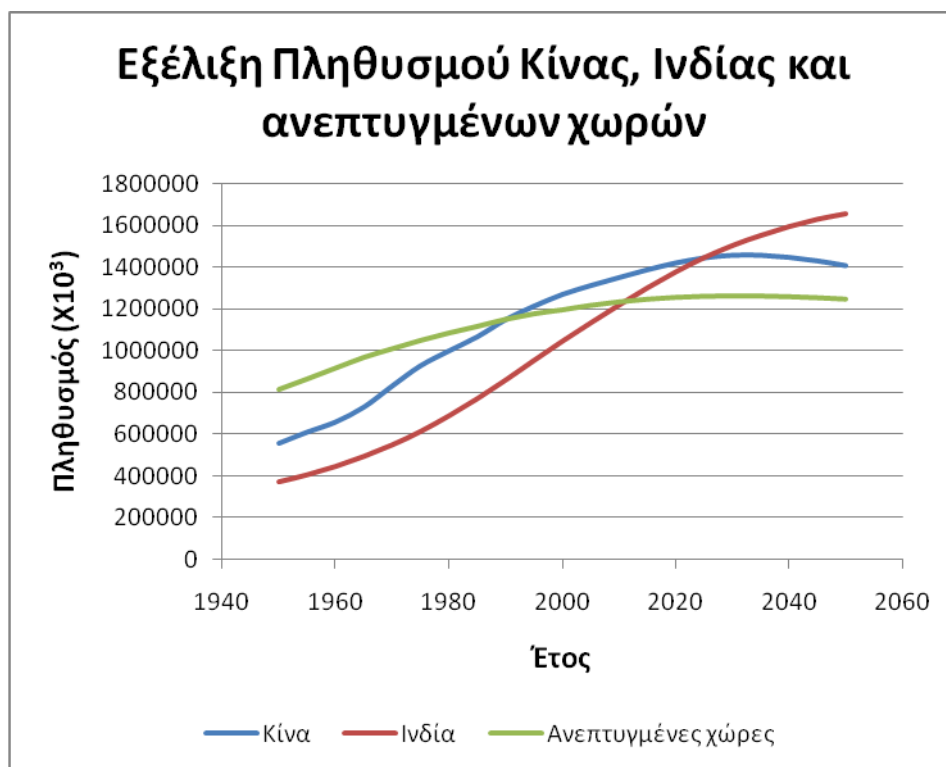
Σχήμα 3: Εξέλιξη του πληθυσμού της Γης κατά την τελευταία χιλιετία





Σχήμα 4. Εξέλιξη του πληθυσμού της Γης από το 1980-2050

σήμερα και με πρόβλεψη να ανέλθει στα  $9,5 \times 10^9$  το 2050 (σχήμα 4). Είναι φανερό ότι η προσφορά ενέργειας θα πρέπει όχι μόνο να καλύψει την ζήτηση από την προσθήκη  $3,0 \times 10^9$  νέων κατοίκων του πλανήτη μας τα επόμενα 40 χρόνια, αλλά και μετά, και να καλύψει τις μεγάλες ανισότητες που υπάρχουν σήμερα.



Σχήμα 5. Προβλεπόμενη εξέλιξη πληθυσμού τριών ενδεικτικών κατηγοριών χωρών.

Χαρακτηριστικό είναι επίσης ότι, σύμφωνα με τις προβλέψεις των διεθνών οργανισμών, η πληθυσμιακή αύξηση δεν είναι η ίδια για όλες τις χώρες αλλά παρατηρούνται έντονες διαφοροποιήσεις που συνδέονται με την παρούσα πολιτιστική κατάσταση τους. Στο σχήμα 5 δίνονται συγκριτικά οι καμπύλες αύξησης του πληθυσμού για τρεις χαρακτηριστικές περιπτώσεις χωρών ή ομάδες χωρών. Είναι φανερό ότι οι λεγόμενες «ανεπτυγμένες χώρες» θα παρουσιάσουν μικρή αύξηση σε σύγκριση με χώρες όπως η Ινδία, που θα υπερκεράσει την Κίνα μέχρι το 2050, ενώ η Κίνα λόγω του συστήματος ελέγχου γεννήσεων θα παρουσιάσει μια πληθυσμιακή σταθερότητα αν όχι και μείωση. Η παρατήρηση αυτή δείχνει προς τα που θα σχεδιαστεί να υπάρξει ροή ενέργειας τα επόμενα χρόνια. Το γεγονός αυτό, όπως θα δούμε, δημιουργεί ένα πρόσθετο περιβαλλοντικό πρόβλημα που θα πρέπει επίσης να αντιμετωπιστεί έγκαιρα για να μη συμβεί αυτό που όλοι απεύχονται, δηλαδή η περιβαλλοντική καταστροφή του πλανήτη μας.

## Ενέργεια και Πηγές Ενέργειας

### Η ενέργεια ως φυσικό μέγεθος

Στα προηγούμενα αναφερθήκαμε στην «Ενέργεια» ως μία έννοια που έχει, και θα αναλυθεί στην συνέχεια, μεγάλες επιπτώσεις στην καθημερινή μας ζωή και την ζωή του πλανήτη μας. Είναι όμως αναγκαίο να περιγράψουμε τα φυσικά μεγέθη και να τα κατανοήσουμε προκειμένου να αποκτήσουμε μια πλήρη εικόνα της έννοιας με την οποία θα ασχοληθούμε.

Όλα τα φυσικά μεγέθη χαρακτηρίζονται από την αριθμητική τους τιμή και την μονάδα μέτρησης τους. Κάποια μεγέθη θεωρούνται βασικά γιατί είναι αυθύρρακτα και δεν ορίζονται με χρήση άλλων φυσικών μεγεθών. Τα μεγέθη αυτά και οι μονάδες μέτρησης, όπως χρησιμοποιούνται σήμερα, αποτελούν το Διεθνές Σύστημα Μονάδων, SI, και δίνονται στον πίνακα 1 του παραρτήματος.

Κάθε υλικό σώμα βρίσκεται σε μία θέση  $x$  στον χώρο σε μία δεδομένη χρονική στιγμή  $t$ . Εάν το σώμα αλλάζει θέσεις με την πάροδο του χρόνου τότε λέμε ότι έχει ταχύτητα. Η ταχύτητα είναι ένα παράγωγο μέγεθος γιατί ορίζεται από τα δύο βασικά μεγέθη της θέσης και του χρόνου. Η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι  $[m/s]$ . Κάθε σώμα ευρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας ή σταθερής ταχύτητας. Προκειμένου να μεταβληθεί η ταχύτητα ενός σώματος πρέπει να αποκτήσει επιτάχυνση  $\gamma$  υπό την επίδραση μιας δύναμης  $F$ . Η επιτάχυνση ορίζεται ως η μεταβολή της ταχύτητας σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, που μετράται σε  $[m/s]/[s]=[m/s^2]$ .

Ο Νεύτων διατύπωσε τον νόμο που λέει ότι η μεταβολή της κινητικής κατάστασης ενός σώματος εξαρτάται από την δύναμη  $F$  που ασκείται σε αυτό και που είναι ανάλογη της μάζας του και της επιτάχυνσης,  $F=mg$ . Η μονάδα μέτρησης της δύναμης είναι  $[Kg m/s^2]$  και ονομάζεται Newton ή συμβολικά Nt.

Όταν ένα σώμα μετακινείται υπό την επίδραση μιας δύναμης  $F$  κατά μία απόσταση  $S$  λέμε ότι παράγει έργο  $W=FS$ . Η μονάδα μέτρησης του έργου, όπως προκύπτει από τις μονάδες των μεγεθών από τα οποία ορίζεται, είναι  $[Nt m]=[Kg m^2 /s^2]$  και ονομάζεται Joule. Σε ότι αφορά τις ενεργειακές μονάδες στην πράξη χρησιμοποιούνται και διάφορες μονάδες που δεν ανήκουν στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων αλλά είναι καταλληλότερες για να εκφράσουν τις ενεργειακές ποσότητες της παραγωγής και της κατανάλωσης.

Ενέργεια είναι η δυνατότητα παραγωγής έργου και μετράται επίσης σε Joule. Ουσιαστικά υπάρχουν δύο μορφές ενέργειας, η Δυναμική και η Κινητική ενέργεια. Δυναμική ενέργεια είναι εκείνη που διαθέτει ένα σώμα εξαιτίας της θέσης του και μπορεί να εκδηλωθεί όταν υπάρξουν οι κατάλληλες συνθήκες. Η κινητική ενέργεια ενυπάρχει στην κίνηση των σωμάτων. Στο σχήμα 6 δίνονται διάφορες μορφές ενέργειας και σε ποιά γενική κατηγορία ανήκουν, σε ότι αφορά την φυσική τους υπόσταση.

Ένα χρήσιμο μέγεθος είναι ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται η καταναλώνεται η ενέργεια. Το μέγεθος αυτό ονομάζεται Ισχύς  $P$  και ορίζεται από την σχέση  $P=\Delta E/\Delta t$ . Η συνηθέστερη μονάδα μέτρησης της ισχύος, που ανήκει στο Διεθνές σύστημα Μονάδων, είναι το Watt που ορίζεται ως  $1W=1Joule/1s$ . Σε διάφορες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και μονάδες που δεν ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο σύστημα. Π.χ πολλές φορές για την μέτρηση της ισχύος μηχανών χρησιμοποιείται η μονάδα Ίππος (horsepower) που αντιστοιχεί σε περίπου 746W

Στην συνέχεια θα εξετάσουμε τις πηγές ενέργειας ανάλογα με την προέλευση τους.

Οι πηγές ενέργειας κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις Ανανεώσιμες και τις Μη Ανανεώσιμες, ανάλογα με το αν, σε ότι αφορά την διαθέσιμότητα τους, είναι χρονικά διαρκείς ως προερχόμενες από μη εξαντλούμενα φυσικά αποθέματα η σχηματίστηκαν κάποτε από φυσικές διεργασίες και η χρήση τους θα οδηγήσει στην εξάντληση τους. Ανάλογα με την προέλευση της ενέργειας διακρίνουμε τις εξής μορφές:

### Ηλιακή ενέργεια

Η Ηλιακή ενέργεια είναι εκείνη που παράγεται στον Ήλιο, φτάνει στην Γη υπό μορφή ακτινοβολίας και δημιουργεί διάφορα φαινόμενα που συνήθως τα χαρακτηρίζουμε ως διαφορετικές μορφές ενέργειας. Η Ηλιακή ενέργεια είναι εκείνη που επέτρεψε την δημιουργία της ζωής πάνω στην Γη και την συντήρηση της μέχρι σήμερα. Χωρίς τον Ήλιο δεν νοείται ύπαρξη ζωής. Οι αναφερόμενες μορφές ενέργειας ανήκουν στην κατηγορία των ανανεώσιμων πηγών, δεδομένου ότι υπάρχουν εξαιτίας του Ήλιου και θα υπάρχουν εφόσον υπάρχει αυτός.

Στην ανώτερη επιφάνεια της ατμόσφαιρας της Γης προσπίπτει από τον Ήλιο ποσότητα ηλιακής ενέργειας υπό την μορφή ακτινοβολιών ίση προς  $174 \times 10^{15}W$ . Από την ποσότητα αυτή ένα 30% ανακλάται πίσω στο διάστημα και το υπόλοιπο πέφτει στην

Γη και απορροφάται από τα διάφορα γήινα στοιχεία, δηλαδή την ατμόσφαιρα, τα σύννεφα, την θάλασσα και την ξηρά. Η απορρόφηση αυτή μεταβάλλει την θερμοκρασία τους και είναι η αιτία της δημιουργίας των διαφόρων μετεωρολογικών φαινομένων, της βροχής, των ανέμων και των κινήσεων των υδάτινων μαζών. Τα φαινόμενα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας. Εκτιμάται ότι η συνολική ενέργεια που απορροφάται από την Γη είναι περίπου  $3.850.000 \times 10^{18}$  Joules κάθε χρόνο. Η συνολική ενέργεια που απορροφάται από τα φυτά για την διαδικασία της φωτοσύνθεσης και την δημιουργία βιομάζας ανέρχεται σε  $3.000 \times 10^{18}$  Joules τον χρόνο. Η βιομάζα είναι μιά άλλη μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Χάρην συγκρίσεως να σημειώσουμε ότι η παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας είναι  $\sim 487 \times 10^{18}$  Joules από τα οποία τα  $\sim 56,7 \times 10^{18}$  Joules χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι η ετησίως προσπίπτουσα στη Γη ηλιακή ενέργεια φτάνει για την ικανοποίηση των ανθρωπίνων σήμερα αναγκών για περίπου 7.900 χρόνια. Θα μπορούσαμε επομένως να καλύψουμε πλήρως τις ενεργειακές μας ανάγκες μόνο από ότι μας δίνει ο Ήλιος. Αυτό όμως δεν είναι δυνατόν για διάφορους πρακτικούς και τεχνικούς λόγους. Π.χ κάθε περιοχή έχει ηλιοφάνεια ένα πόνο χρονικό διάστημα κάθε μέρα, ανάλογα με την εποχή, και αν δεν υπάρχει συννεφιά. Επί πλέον, αν θεωρήσουμε ότι οι εγκαταστάσεις συλλογής της ηλιακής ενέργειας θα είναι κυρίως στην ξηρά, και αν αφαιρέσουμε τις μη χρησιμοποιήσιμες περιοχές, π.χ τις περιοχές που καλλιεργούνται για τροφή, τα δάση κλπ το ποσοστό που μένει για χρήση είναι αρκετά μικρότερο. Τέλος θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι και η απόδοση των απαραίτητων μετετροπέων ενέργειας, π.χ  $\sim 20\%$  για τα φωτοβολταϊκά. Και βέβαια για την κάλυψη των χρονικών διαστημάτων που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια θα πρέπει να αναπτυχθούν οι κατάλληλοι συσσωρευτές ενέργειας. Παρόλα αυτά η Ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται είτε άμεσα είτε έμμεσα με τις εξής μορφές (τοποθετώντας την βιομάζα σε χωριστή κατηγορία):

**Άμεση ηλιακή ενέργεια.** Είναι η ενέργεια που φτάνει στην Γη από τον Ήλιο και που μπορεί άμεσα να χρησιμοποιηθεί για τις ενεργειακές ανάγκες μας. Είναι η ενέργεια, χρήση της οποίας γίνεται και στην φωτοσύνθεση που είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των φυτών, και χρησιμοποιείται στους ηλιακούς θερμοσίφωνες, τα φωτοβολταϊκά και σε άλλες εφαρμογές. Χρησιμοποιείται για άμεση παραγωγή ενέργειας, π.χ ζέσταμα του νερού, η την μέσω κατάλληλων μετατροπέων παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, π.χ στα φωτοβολταϊκά.

**Αιολική ενέργεια.** Είναι η ενέργεια που υπάρχει στον άνεμο, που είναι όμως δημιούργημα της άμεσης Ηλιακής ενέργειας. Ως μορφή ενέργειας χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο από παλαιωτάτων χρόνων για να κινήσει τα ιστιοφόρα σκάφη, ανεμόμυλους κλπ.

**Υδροδυναμική ενέργεια.** Είναι επίσης μορφή ενέργειας που υπάρχει χάρις στην άμεση Ηλιακή ενέργεια που είναι υπεύθυνη για τα υδρολογικά φαινόμενα στην Γή, την βροχή, την κίνηση των υδάτινων μαζών στις θάλασσες και τα ποτάμια και γενικά φαινόμενα που μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για άντληση ενέργειας. Συνήθως χρησιμοποιείται στα μέρη εκείνα που υπάρχει ορμητική ροή νερών, όπως ποτάμια η καταρράκτες, σε κατασκευή τεχνητών φραγμάτων η με χρήση των παλιροϊκών κινήσεων της θάλασσας, όπου η κίνηση αυτή έχει ένταση στην μετακίνηση των υδάτων, η ακόμη και στην εκμετάλλευση της, σχεδόν αέναης κίνησης των θαλασσίων υδάτων.



Σχήμα 6. Οι μορφές ενέργειας

## Ορυκτά καύσιμα

Είναι πηγές ενέργειας σε στερεά, υγρή ή αέρια μορφή που βρίσκονται στο υπέδαφος και που σχηματίστηκαν μετά από μακροχρόνιες γεωλογικές και χημικές διαδικασίες από οργανικές ύλες, όπως κορμούς δένδρων, πλαγκτόν κλπ, που ετάφησαν εξαιτίας γεωλογικών φαινομένων πριν από εκατομύρια χρόνια. Υπό την άποψη αυτή η πρωταρχική ύλη που στην συνέχεια μετετράπη σε μια μορφή ορυκτού καυσίμου δημιουργήθηκε και αυτή εξαιτίας της Ηλιακής ενέργειας. Η εμπεριεχόμενη ενέργεια είναι χημικής μορφής που μετατρέπεται σε άλλη μορφή κατάλληλη για εκμετάλλευση διά της καύσεως. Τα ορυκτά καύσιμα ανήκουν στις Μη Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διότι οι υπάρχουσες ποσότητες σχηματίστηκαν κατά την διάρκεια εκατομμυρίων ετών και οι καταναλισκόμενες ποσότητες δεν αναπληρούνται. Τα ορυκτά καύσιμα υπάρχουν σε ένα μεγάλο φάσμα μορφών και ποιοτήτων όπως το μεθάνιο, με μικρό λόγο άνθρακα:υδρογόνο, το φυσικό αέριο με μεγαλύτερες τιμές του λόγου άνθρακα/υδρογόνο, το υγρές μορφής πετρέλαιο μέχρι τις στερεές και πλούσιες σε άνθρακα μορφές όπως ο ανθρακίτης κλπ. Η ενέργεια που εμπεριέχεται με χημική μορφή στα ορυκτά καύσιμα αποδίδεται με βάση την αντίδραση καύσης του άνθρακα:



Στην παραπάνω αντίδραση να σημειωθεί η παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα, ενός από τα κατ' εξοχή αέρια του θερμοκηπίου. Από την παραπάνω χημική αντίδραση μπορεί κανείς να υπολογίσει ότι η καύση ενός κιλού άνθρακα καταναλώνει 2,7 κιλά οξυγόνου και παράγει 3,7 κιλά CO<sub>2</sub>. Στην πραγματικότητα όμως τα ορυκτά καύσιμα και τα εξ' αυτών λαμβανόμενα προϊόντα δεν είναι παρά διαφόρων τύπων υδρογονάνθρακες με διάφορες προσμίξεις που θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη στην διαδικασία της καύσης. Τα ορυκτά καύσιμα διακρίνονται στις εξής γενικές κατηγορίες:

**Άνθρακας.** Είναι η στερεά μορφή των ορυκτών καυσίμων. Υπάρχουν σε διάφορα βάθη στο υπέδαφος και είναι διαφόρων ποιότητων σε ότι αφορά την ενέργεια που μπορούν να δώσουν. Είναι το καύσιμο στο οποίο βασίστηκε η βιομηχανική εποχή. Ο άνθρακας βρίσκεται σε διάφορες ποικιλίες και διάφορες ποιότητες στην φύση ως ορυκτό είτε παρασκευάζεται και τεχνητά με διάφορες τεχνικές. Ο ορυκτός άνθρακας, ή γαιάνθρακας, συναντάται σε εκτεταμένες περιοχές σε όλο τον κόσμο, σαν αποτέλεσμα της αργής απανθράκωσης φυτικών υλών με απουσία αέρα και υπό μεγάλες πιέσεις και θερμοκρασίες που συνέβη κατά την διάρκεια εκατομμυρίων ετών. Όσο μεγαλύτερη είναι η χρονική διάρκεια της διαδικασίας απανθράκωσης τόσο καλύτερης ποιότητας είναι και ο παραγόμενος άνθρακας, με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άνθρακα. Με βάση τα δεδομένα αυτά έχουμε τις ακόλουθες κατηγορίες ορυκτού άνθρακα:

**Ανθρακίτης.** Είναι ο παλαιότερος άνθρακας με περιεκτικότητα περίπου 90% σε άνθρακα. Είναι υλικό στερεό, μαύρου χρώματος, σκληρό και γυαλιστερό. Αποτελεί την καλύτερη ποικιλία ορυκτού άνθρακα που καίγεται εύκολα και έχει μεγάλη θερμαντική ισχύ. Χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας.

**Λιθάνθρακας.** Είναι μικρότερης ηλικίας από τον Ανθρακίτη με περιεκτικότητα σε άνθρακα περίπου 75%, και γιαυτό κατώτερης ποιότητας. Χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας ενώ σε ένα μικρό ποσοστό χρησιμοποιείται για την παραγωγή μετά από απόσταξη, το κοκ, της λιθανθρακόπισσας και του φωταερίου.

**Λιγνίτης.** Είναι άνθρακας ακόμη μικρότερης ηλικίας από τον λιθάνθρακα με περιεκτικότητα περίπου 65%, και επομένως χαμηλής ποιότητας και απόδοσης. Είναι η μοναδική μορφή ορυκτού άνθρακα που βρίσκεται στην Ελλάδα και χρησιμοποιείται ως ένα από τα βασικά καύσιμα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

**Τύρφη.** Είναι η πλέον χαμηλή ποιότητα ορυκτού άνθρακα, πολύ μικρής ηλικίας με περιεκτικότητα περίπου 55% σε άνθρακα.

**Κοκ ή Οπτάνθρακας.** Δεν είναι ορυκτός άνθρακας αλλά προϊόν της ξηρής απόσταξης λιθανθράκων. Καίγεται εύκολα στον αέρα και έχει πολύ καλή θερμαντική απόδοση, και ως εκ τούτου χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμο.

**Πετρέλαιο.** Είναι η υγρή μορφή των ορυκτών καυσίμων. Βρίσκεται σε διάφορα βάθη στο υπέδαφος ή κάτω από την θάλασσα. Σήμερα αποτελεί, σε παγκόσμια κλίμακα το πλέον διαδεδομένο και πολυχρησιμοποιούμενο καύσιμο. Το πετρέλαιο, που ονομάζεται και Αργό Πετρέλαιο (crude oil) είναι υγρές μορφής μείγμα διαφόρων τύπων υδρογονανθράκων, σε ποσοστό μέχρι και 97%, και άλλων οργανικών προσμίξεων. Η ακριβής σύνθεση εξαρτάται και ποικίλλει από κοιτάσμα σε κοιτάσμα με μία μέση σύνθεση που δίνεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Μέση ποσοστιαία σύνθεση κατά βάρος του πετρελαίου.

Χημικό στοιχείο	Ποσοστιαία (%) κατά βάρος σύνθεση
Άνθρακας	83-87

<b>Υδρογόνο</b>	<b>1—14</b>
<b>Άζωτο</b>	<b>0,1-2</b>
<b>Οξυγόνο</b>	<b>0,1-1,5</b>
<b>Θείο</b>	<b>0,5-6</b>
<b>Μέταλλα</b>	<b>&lt;1000ppm</b>

Στο πετρέλαιο περιέχονται σε διάφορα ποσοστά διάφοροι τύποι υδρογονανθράκων που ενδεικτικά φαίνονται στον πίνακα 2.

**Πίνακας 2. Περιεκτικότητα κατά βάρος υδρογονανθράκων στο πετρέλαιο.**

<b>Τύπος Υδρογονάνθρακα</b>	<b>Ποσοστιαία κατά βάρος περιεκτικότητα</b>
<b>Παραφίνες</b>	<b>15-60</b>
<b>Ναφθένια</b>	<b>30-60</b>
<b>Αρωματικοί</b>	<b>3-30</b>
<b>Ασφαλτικοί</b>	<b>Υπόλοιπο</b>

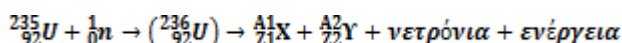
Το πετρέλαιο στα κοιτάσματα όπου ανευρίσκεται συνήθως συνυπάρχει με το Φυσικό Αέριο, το οποίο υπέρκειται του κοιτάματος ως ελαφρότερο υλικό, και με θαλασσινό νερό, που ως βαρύτερο μέσο βρίσκεται κάτω από το κοιτάσμα. Σε ορισμένες περιπτώσεις το πετρέλαιο βρίσκεται σε ημιστέρη μορφή αναμειγμένη με άμμο, που συνήθως ονομάζεται Άσφαλτος. Το πετρέλαιο που λαμβάνεται από τα πετρελαιοφόρα κοιτάσματα υφίσταται επεξεργασία στα διυλιστήρια από τα οποία προκύπτουν διάφοροι τύποι καυσίμων, όπως πετρέλαιο θέρμανσης, βενζίνη, πετρέλαιο κίνησης κλπ, και διάφορα άλλα είδη πετροχημικών προϊόντων, όπως π.χ πλαστικά και άλλα χρησιμότερα για την ζωή μας υλικά. Στην αγορά το πετρέλαιο ταξινομείται με βάση την προέλευση του, την πυκνότητά του και την περιεκτικότητά του σε Θείο. Τα μικρής πυκνότητας πετρελαιοειδή ονομάζονται και Ελαφρά ενώ τα μεγαλύτερης πυκνότητας Βαρέα. Ο τόπος παραγωγής συναρτάται άμεσα και με το κόστος γιατί αυτός ο παράγων καθορίζει σημαντικά το κόστος του. Σήμερα η μεταφορά του πετρελαίου γίνεται είτε με επίγειους ή υποθαλάσσιους αγωγούς και ειδικά πλοία, τα γνωστά πετρελαιοφόρα.

**Φυσικό αέριο.** Είναι η αέριος μορφή των ορυκτών καυσίμων, βρίσκεται σε διάφορα βάθη και αποτελεί, σε σχέση με τις προηγούμενες δύο μορφές, καλύτερης ποιότητας καύσιμο με μικρότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Σήμερα χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο και τείνει να αντικαταστήσει σε σημαντικό βαθμό τα δύο προηγούμενα. Το Φυσικό Αέριο είναι μείγμα διαφόρων ενώσεων, κυρίως Μεθανίου, Αιθανίου, Προπανίου και βαρύτερων υδρογονανθράκων με προσμίξεις διοξειδίου του άνθρακα, αζώτου και άλλων αερίων ενώσεων. Ευρίσκεται στα πετρελαιοφόρα κοιτάσματα, στα ανθρακοφόρα κοιτάσματα (ως μεθάνιο) ή σε ανεξάρτητα κοιτάσματα φυσικού αερίου. Η χρήση του Φυσικού αερίου ως καυσίμου προϋποθέτει την απομάκρυνση των διαφόρων προσμιξεων, εκτός του μεθανίου, με αποτέλεσμα την παραγωγή ως δευτερογενών προϊόντων των βαρύτερων υδρογονανθράκων. Η συνήθης μονάδα μέτρησης των ποσοτήτων φυσικού αερίου είναι το κυβικό μέτρο σε θερμοκρασία μηδέν βαθμών Κελσίου και πίεση μίας ατμοσφαιράς. Η θερμαντική ικανότητα του Φυσικού αερίου εξαρτάται από την σύνθεση του αλλά κατά μέσο όρο ποσότητα ενός κυβικού μέτρου παράγει περί τα 39 MJoules ή 10,8 kWh ενέργειας. Παλαιότερα το φυσικό αέριο που εκλύετο από τις πετρελαιοπηγές δεν εχρησιμοποιείτο και εκλύετο ελεύθερο στην ατμόσφαιρα. Ο κύριος λόγος ήταν ότι δεν μπορούσε να μεταφερθεί μακριά από τον τόπο παραγωγής. Σήμερα όμως μεταφέρεται από την παραγωγή στην κατανάλωση είτε μέσω αγωγών υπό μεγάλη πίεση είτε υγροποιούμενο με ειδικής κατασκευής πλοία και στον τόπο της κατανάλωσης αποθηκεύεται σε ειδικές εγκαταστάσεις. Σε ότι αφορά την αποθήκευση του Φυσικού αερίου ένας άλλος τρόπος είναι η αποθήκευση του υπό μεγάλη πίεση σε φυσικές δεξαμενές, όπως π.χ σε ορυχεία.

## Πυρηνική ενέργεια

Με τον όρο Πυρηνική Ενέργεια εννοούμε την ενέργεια που βρίσκεται αποθηκευμένη στους πυρήνες των ατόμων. Υπάρχουν δύο μηχανισμοί αντιδράσεων με τις οποίες μπορούμε να πάρουμε την ενέργεια αυτή και να την χρησιμοποιήσουμε σε διάφορες εφαρμογές.

**Σχάση.** Ο μηχανισμός της Σχάσης συνίσταται από την απορρόφηση ενός νετρονίου από ένα βαρύ πυρήνα, π.χ το Ουράνιο, με αποτέλεσμα την προσωρινή δημιουργία ενός ασταθούς βαρύ πυρήνα και την εν συνεχεία διάσπαση αυτού σε δύο μικρότερους πυρήνες με ταυτόχρονη εκπομπή νετρονίων όπως φαίνεται στο παράδειγμα



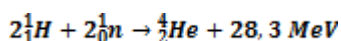
όπου το άθροισμα των ατομικών αριθμών A1 και A2 των πυρήνων X και Y και των παραγόμενων νετρονίων ισούται με το 236. Οι από την σχάση παραγόμενοι πυρήνες, που είναι ραδιενεργοί, έχουν παρατηρηθεί να έχουν μαζικούς αριθμούς μεταξύ 75-160 ενώ μεγαλύτερη πιθανότητα παραγωγής έχουν οι πυρήνες με μαζικό αριθμό 92-144. Η συνολική ενέργεια που εκλύεται σε μία αντίδραση σχάσης είναι περίπου 200 MeV και εκφράζεται ως κινητική ενέργεια των προϊόντων της αντίδρασης όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 3

**Πίνακας 3. Ενεργειακό ισοζύγιο σχάσης για το U-235**

Προϊόντα σχάσης	MeV
Κινητική ενέργεια πυρήνων σχάσης	166
Νετρόνια	5
Ακτίνες γ (άμεσα παραγόμενες)	7
Ακτίνες γ από τα προϊόντα σχάσης	7
Ακτινοβολία β	5
Νετρίνα	10
<b>Σύνολο</b>	<b>200</b>

Δεδομένου ότι τα νετρίνα δεν αντιδρούν, ουσιαστικά, με την ύλη μόνο τα 190 MeV είναι η χρήσιμη ενέργεια. Η ενέργεια αυτή ανά σχάση αντιστοιχεί σε  $3,04 \times 10^{-11}\text{J}$ . Μερικοί απλοί υπολογισμοί δείχνουν ότι για μία μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 3GW απαιτείται μάζα καυσίμου  ${}^{235}\text{U}$  ίση προς 4Kg/ημέρα, ποσότητα κατά πολύ μικρότερη, εκατομύρια φορές, από την μάζα των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ίδιας ποσότητας ενέργειας. Εάν το καύσιμο δεν είναι το  ${}^{235}\text{U}$  τότε τα αριθμητικά δεδομένα θα είναι διαφορετικά. Θα πρέπει όμως στην όλη συζήτηση να ληφθούν υπόψη δύο σημαντικοί παράγοντες. Ο ένας παράγων είναι η παραγωγή υψηλής τοξικότητας ραδιενεργών αποβλήτων και ο άλλος η πιθανότητα ατυχήματος, όπως π.χ αυτό του Chernobyl. Οι παράγοντες αυτοί πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη σε οποιοδήποτε σχεδιασμό εγκατάστασης πυρηνικών αντιδραστήρων ισχύος.

**Σύντηξη.** Η σύντηξη είναι μία αντίδραση κατά την οποία δύο ελαφρείς πυρήνες ενώνονται προς παραγωγή ενός βαρύτερου πυρήνα με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας. Ο μηχανισμός αυτός είναι ο υπεύθυνος για την παραγωγή ενέργειας στον Ήλιο. Ένα παράδειγμα σύντηξης, π.χ, είναι η αντίδραση



Από τις δυνατόν να χρησιμοποιηθούν αντιδράσεις σύντηξης δεν είναι όλες κατάλληλες για χρήση για διάφορους λόγους, όπως είναι η διαθεσιμότητα του καυσίμου, η ταχύτητα της αντίδρασης, η δυνατότητα ελέγχου του φαινομένου κλπ. Για τον λόγο αυτό στην πράξη έχουν επιλεγεί δύο τύποι αντιδράσεων, οι αντιδράσεις σύντηξης Δευτερίου ( ${}^2\text{H}$ ) με Δευτέριο και οι αντιδράσεις σύντηξης Τριτίου ( ${}^3\text{H}$ ), που είναι τεχνητό ισότοπο, με το σπάνιο ισότοπο του Ηλίου  ${}^3\text{He}$ . Στις αντιδράσεις αυτές είναι προφανές ότι η απλή ανάμειξη των συστατικών πυρήνων δεν οδηγεί αυτόματα σε αντιδράσεις σύντηξης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στις ισχυρές απωστικές δυνάμεις μεταξύ των θετικά φορτισμένων πυρήνων που πρόκειται να συντηχθούν. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να υπερνικηθεί αν ο ένας η και οι δύο αρχικοί πυρήνες αποκτήσουν μεγάλες ταχύτητες ώστε να εξουδετερωθεί η απωστική μεταξύ τους δύναμη. Η απόκτηση μεγάλης κινητικής ενέργειας είναι δυνατόν να επιτευχθεί στο **πλάσμα**, που δεν είναι παρά

Από κάθε σχάση παίρνουμε περίπου 200 MeV ενέργειας. Με μερικούς απλούς υπολογισμούς και μετατροπές μονάδων βρίσκουμε ότι από 1gr  ${}^{235}\text{U}$  παίρνουμε ενέργεια που αντιστοιχεί σε 22,8 MWh ή  $77,9 \times 10^6$  Btu ή 13,4 barrels πετρελαίου.

ιονισμένο σε μεγάλο βαθμό αέριο. Δίνοντας αρκετή ενέργεια στο πλάσμα η θερμοκρασία του ανέρχεται σε εκατομμύρια βαθμούς παρέχοντας έτσι την δυνατότητα στους πυρήνες του Δευτερίου, π.χ. να συντηχθούν. Η μέθοδος παραγωγής ενέργειας από την σύντηξη θεωρείται ως εκείνη που θα λύσει, σε μεγάλο βαθμό, το ενεργειακό πρόβλημα, όταν όμως καταστεί τεχνικά εφικτό. Τα προβλήματα που υπάρχουν αυτή την στιγμή είναι αφενός μεν το πρόβλημα της διατήρησης του πλάσματος στο κενό, με την χρήση κατάλληλων μαγνητικών πεδίων, αλλά και η κατασκευή υλικών κατάλληλων για τις υψηλότερες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται. Οι προσπάθειες για την επίλυση των προβλημάτων που έχουν ξεκινήσει εδώ και πολλά χρόνια έχουν οδηγήσει σε μία διεθνή συνεργασία για μια συντονισμένη δράση και επίτευξη του επιθυμητού στόχου σε ένα σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα.

## Γεωθερμία

Γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που βρίσκεται στο υπέδαφος της Γης και δεν οφείλεται στη ενέργεια που η Γη προσλαμβάνει από τον Ήλιο. Η γεωθερμική ενέργεια παράγεται στον πυρήνα της Γης από πυρηνικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα εκεί. Η μέση γεωθερμική ροή ενέργειας στην επιφάνεια της Γης είναι  $\sim 0,057 \text{ W/m}^2$ . Αν ληφθεί υπόψη ότι η συνολική επιφάνεια της Γης είναι  $5,2 \times 10^{14} \text{ m}^2$  τότε η συνολική γεωθερμική ισχύς είναι  $\sim 28 \text{ TW}$ , εκ των οποίων μόνο τα  $9 \text{ TW}$  εκλύονται στην ξηρά. Είναι δε λογικό ότι όσο από την επιφάνεια της Γης πηγαίνουμε προς τον πυρήνα της η θερμοκρασία θα αυξάνει.

Κατά μέσο όρο η θερμοκρασία του υπεδάφους της Γης αυξάνεται περίπου  $3-4 \text{ }^\circ\text{C}$  κάθε  $100$  μέτρα. Η μεταβολή αυτή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι η υγρασία, το είδος των πετρωμάτων, την ειδική θερμότητα τους, την γειννίαση με περιοχές μάγματος ή άλλες περιοχές που είναι αποθήκες θερμών υδάτων. Εάν η μεταβολή της θερμότητας με το βάθος είναι μεγαλύτερη του μέσου όρου έχει σαν αποτέλεσμα την ευκολότερη χρησιμοποίηση τους λόγω των μικρότερου βάθους φρεατίων που θα πρέπει να γίνουν. Με την μέση βαθμίδα θερμοκρασίας σε ένα βάθος περίπου  $600$  μέτρα η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ  $18$  έως  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ , θερμοκρασία αρκετή για να προσφέρει ψύξη το καλοκαίρι και θέρμανση τον χειμώνα δίνοντας μια σταθερή θερμοκρασία καθόλη την διάρκεια του έτους. Όπου η θερμική βαθμίδα είναι υψηλότερη μπορεί οι θερμοκρασίες να φτάσουν και πάνω από τους  $300 \text{ }^\circ\text{C}$ , δίνοντας την δυνατότητα ηλεκτροπαραγωγής.

Στις διαδικασίες άντλησης της θερμότητας από τα γεωθερμικά πεδία υπάρχουν διάφορα προβλήματα εξαιτίας των διαβρωτικών για τον εξοπλισμό ιδιοτήτων των υγρών που παρέχει το πεδίο αλλά και της έκλυσης διαφόρων αερίων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου και του θείου, αν και σε ποσοστά του  $55$  αυτών που εκλύονται από τις εγκαταστάσεις εξαγωγής των ορυκτών καυσίμων. Μία μέθοδος ελαχιστοποίησης των εκπεμπόμενων αερίων ρύπων είναι η επανεισαγωγή τους στο έδαφος.

Τα γεωθερμικά πεδία μπορεί να παρέχουν ενέργεια για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Μπορεί όμως να παρουσιάσουν σε κάποια στιγμή μείωση της απόδοσης τους η οποία όμως συνήθως επανέρχεται αν το πεδίο αφεθεί σε ηρεμία για ένα χρονικό διάστημα.

Η ύπαρξη γεωθερμικών πηγών είναι γνωστή από την αρχαιότητα και οι δυνατότητες τους χρησιμοποιήθηκαν για την λειτουργία λουτρών και θέρμανσης. Μόλις όμως τον εικοστό αιώνα άρχισαν να χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρισμού.

## Βιοκαύσιμα

Ιστορικά τα βιοκαύσιμα ήταν η πρώτη πηγή ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε για φωτισμό και θέρμανση από τον άνθρωπο. Το ξύλο και ο ξυλάνθρακας ακόμη αποτελούν καύσιμη ύλη για θέρμανση καθώς και διάφορα έλαια

Σήμερα ως βιοκαύσιμα ορίζονται τα στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα που παράγονται από πρόσφατα νεκρά βιολογικά υλικά, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα που επίσης προέρχονται από νεκρά, αλλά προ μεγάλου χρόνου, βιοϊλικά. Αν και κάθε βιολογική πηγή άνθρακα μπορεί να χρησιμεύσει για παραγωγή βιοκαυσίμων η πλέον συνηθέστερη πηγή είναι τα διά της φωτοσυνθέσεως παραγόμενα φυτά. Υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές παραγωγής βιοκαυσίμων. Η πρώτη συνίσταται στην καλλιέργεια φυτών πλουσίων σε σάκχαρο, όπως π.χ. το σακχαροκάλαμο, και μετά την διά αποστάξεως παραγωγή Αιθυλικής Αλκοόλης (Αιθανόλης). Η δεύτερη μέθοδος είναι η καλλιέργεια φυτών πλουσίων σε φυτικά έλαια τα οποία μετά από κατάλληλη επεξεργασία δίνουν ως καύσιμο το βιοντήζελ. Ο όρος βιοντήζελ μπήκε στην ορολογία των καυσίμων εδώ και μια εικοσαετία περίπου ως ένα υποκατάστατο του πετρελαίου ντήζελ. Σιγά σιγά το βιοντήζελ γίνεται αποδεκτό και η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει με οδηγία της τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του καυσίμου αυτού που μπορεί να διατίθεται στις χώρες μέλη της.

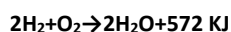
Μιά άλλη κατηγορία βιολογικής προέλευσης καυσίμων είναι τα πάσης φύσεως βιολογικά απόβλητα, όπως είναι τα κατάλοιπα της περιποίησης των κήπων, τα υπολείματα της επεξεργασίας ξύλου, τα απόβλητα των ζώων κλπ που είναι γνωστά ως Βιομάζα. Η βιομάζα μπορεί να αποτελέσει την πρώτη ύλη για παραγωγή βιοκαυσίμων, συνεισφέροντας στο πρόβλημα της διαχείρισης αποβλήτων, αν και από μόνη της δεν είναι επαρκής λύση στην αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών.

Τα βιοκαύσιμα έχουν πλεονεκτήματα, όπως π.χ. η απεξάρτηση σε κάποιο βαθμό από τα ορυκτά καύσιμα και η πλεονεκτικότερη θέση τους σε ότι αφορά την εκπομπή Διοξειδίου του Άνθρακα, αφού η συνεισφορά τους είναι σχεδόν ισοδύναμη με εκείνη την

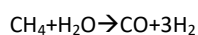
ποσότητα που τα ίδια απορροφούν προκειμένου να αναπτυχθούν σαν ζωντανοί οργανισμοί. Κατηγορούνται όμως ότι η ανάγκη εξασφάλισης μεγάλων ποσοτήτων βιοκαυσίμων απαιτεί την καλλιέργεια μεγάλων εκτάσεων Γης με αποτέλεσμα την αποψίλωση των δασών και την μείωση των για τρόφιμα καλλιεργούμενων αγροτικών εκτάσεων. Η παρατηρούμενη πρόσφατα αύξηση της τιμής των σιτηρών αποδίδεται από πολλούς στην μείωση των εδαφών που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια τους. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει τα πλεονεκτήματα των βιοκαυσίμων ως πηγών ενέργειας να μελετηθούν σε σχέση με τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν και να γίνει μια λελογισμένη χρήση.

## Υδρογόνο

Το υδρογόνο είναι το αφθονότερο στοιχείο που υπάρχει στην φύση. Η χρησιμοποίησή του ως καυσίμου βασίζεται στο γεγονός ότι κατά την καύση του, δηλαδή την ένωσή του με το Οξυγόνο παράγει σημαντική ποσότητα ενέργειας, σύμφωνα με την χημική αντίδραση:

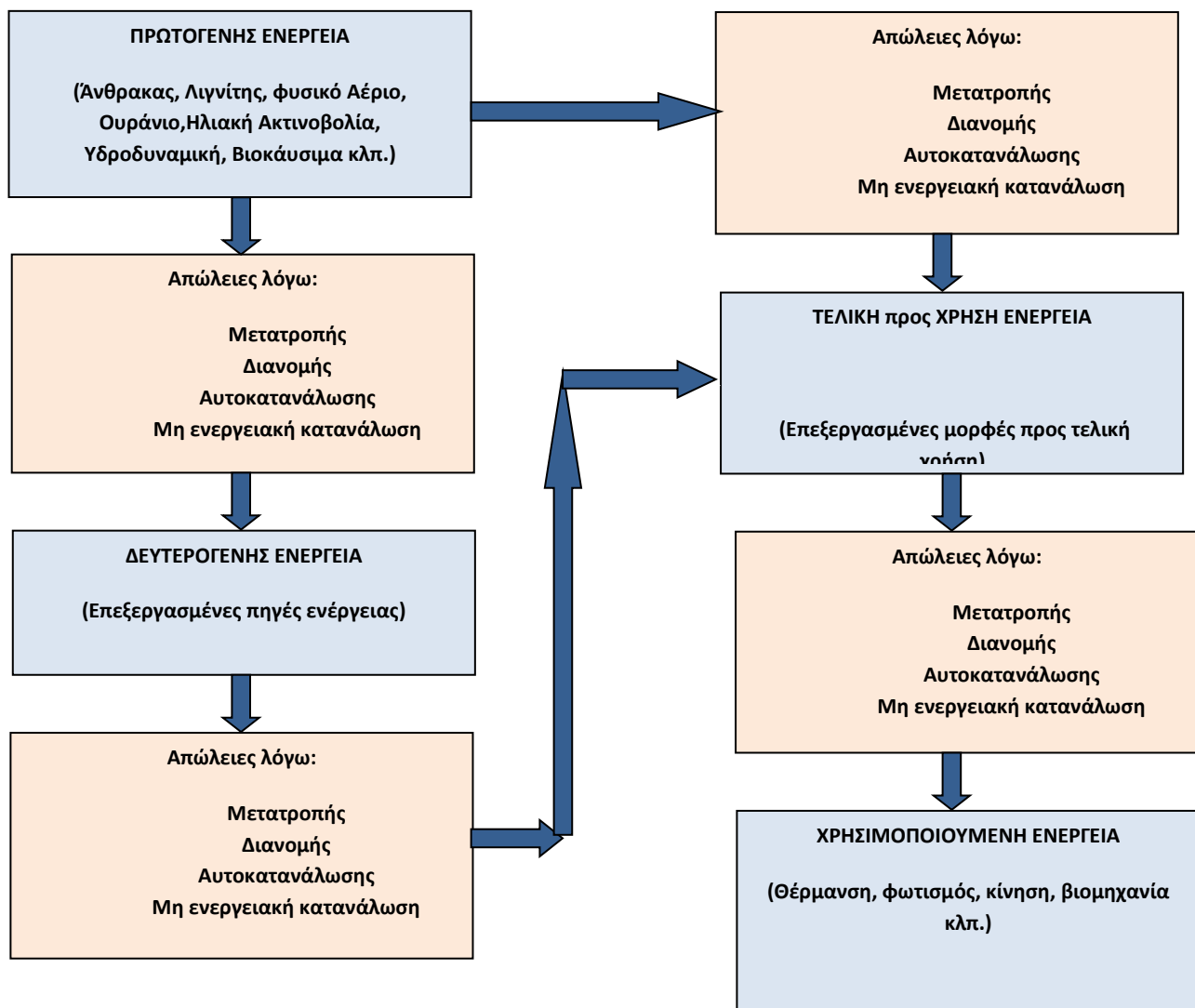


Στην φύση όμως το ελεύθερο Υδρογόνο είναι σπάνιο στοιχείο, αφού συνήθως βρίσκεται ενωμένο με άλλα στοιχεία, σχηματίζοντας το μόριο του νερού ή άλλες ενώσεις. Επομένως εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλες ποσότητες, όπως εκείνες που απαιτούνται για την παραγωγή ενέργειας θα πρέπει να το παρασκευάσει ακριβώς από τις διάφορες ενώσεις του. Το πρόβλημα που υπάρχει είναι η εξασφάλιση των απαιτούμενων ποσοτήτων υδρογόνου. Η παρασκευή υδρογόνου μπορεί να γίνει βασικά με δύο τρόπους, είτε την λήψη του από το μεθάνιο μέσω της αντίδρασης



που λαμβάνει χώρα σε υψηλή θερμοκρασία ή με την ηλεκτρόλυση του νερού χρησιμοποιώντας ηλεκτρική ενέργεια από άλλες πηγές, όπως την αιολική ή την ηλιακή. Με την ηλεκτρόλυση παράγεται αέριο Υδρογόνο και αέριο Οξυγόνο. Στην συνέχεια το παραγόμενο υδρογόνο μπορεί να καεί, με την βοήθεια και του παραγόμενου οξυγόνου για να δώσει την απαραίτητη ενέργεια για την λειτουργία μιας μηχανής. Να σημειωθεί όμως ότι με την πρώτη μέθοδο παράγεται μονοξείδιο του άνθρακα το οποίο εκλυόμενο στην ατμόσφαιρα θα μετατραπεί σε διοξείδιο με τις γνωστές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Οι προηγούμενα αναφερθείσες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται άμεσα είτε έμμεσα μέσα από μία διαδικασία μετατροπής της ενέργειας από μία μορφή σε μία άλλη, αναλόγως του επιδιωκόμενου σκοπού, και κατά την διάρκεια της οποίας λαμβάνουν χώρα διάφορες απώλειες, που καθορίζονται από τους αντίστοιχους για κάθε περίπτωση συντελεστές απόδοσης. Σχηματικά η αλυσίδα των ενεργειακών μετατροπών δίνεται στο σχήμα 7.



Σχήμα 7. Η αλυσίδα των ενεργειακών μετατροπών

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονίσουμε ότι μεταξύ των διαφόρων καυσίμων που χρησιμοποιούν την κάυση, δηλαδή την ένωση τους με το Οξυγόνο, προκειμένου να παράγουν θερμότητα, ως αποτέλεσμα μιας εξωθερμικής αντίδρασης, το τελικό αποτέλεσμα δεν είναι το ίδιο. Το θερμικό περιεχόμενο των διαφόρων καυσίμων εξαρτάται από το είδος του καυσίμου και την ποιότητα του. Στον πίνακα 4 δίνονται τα θερμικά περιεχόμενα μερικών από τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα καύσιμα.

Στα καύσιμα που αναφέρονται στον πίνακα όλα βασίζονται στην καύση του άνθρακα που εμπεριέχεται σε αυτά εκτός του Υδρογόνου. Είναι φανερό από τα στοιχεία του πίνακα ότι το Υδρογόνο έχει κατά πολύ μεγαλύτερο θερμικό περιεχόμενο από τα υπόλοιπα καύσιμα ενώ παρουσιάζει και το πλεονέκτημα ότι είναι το μόνο από αυτά που δεν παράγει αέρια του θερμοκηπίου, τα οποία ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή. Για τον λόγο αυτό θεωρείται και ως το απόλυτα καθαρό καύσιμο.

Πίνακας 4. Θερμικό περιεχόμενο διαφόρων καυσίμων

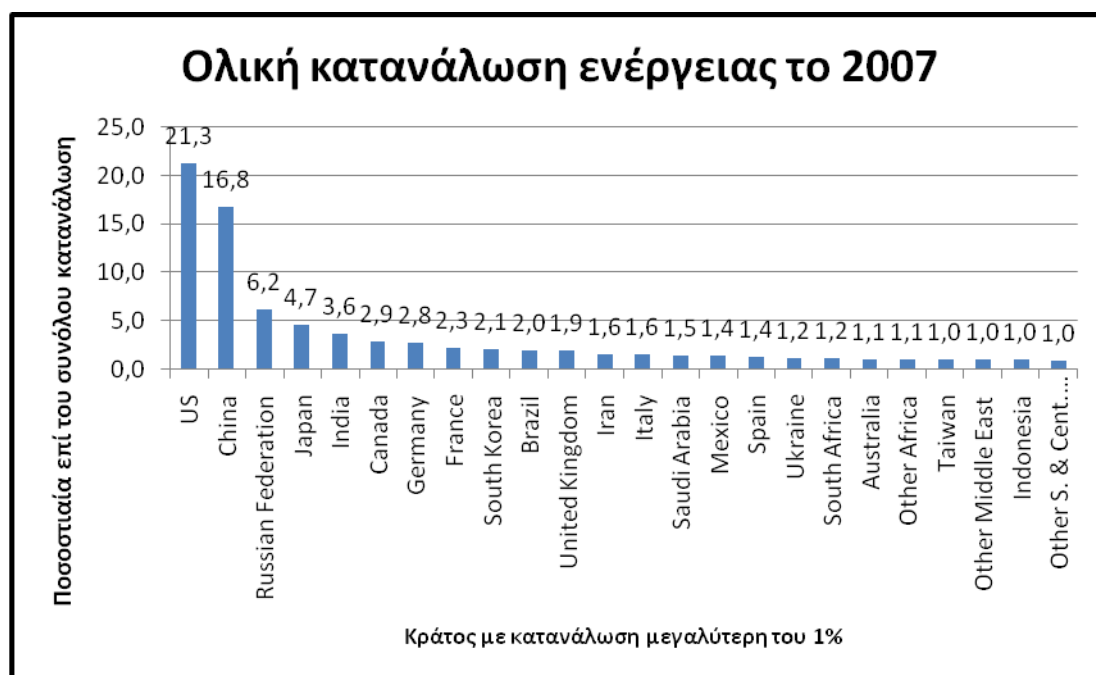
Καύσιμο	MJ/Kg	Mcal/Kg	Btu/Kg
Υδρογόνο	141,9	33,9	34.805,00
Βενζίνη	47,0	11,3	44.650,00
Πετρέλαιο	45,0	10,7	42.750,00
Αιθανόλη	29,8	7,1	28.310,00
Προπάνιο	49,9	11,9	47.405,00

<b>Βουτάνιο</b>	<b>49,2</b>	<b>11,8</b>	<b>46.740,00</b>
<b>Ξύλο</b>	<b>15,0</b>	<b>3,6</b>	<b>14.250,0- 25.650,0</b>
<b>Άνθρακας</b>	<b>15-27</b>	<b>4,4-7,8</b>	<b>14.250,00</b>
<b>Φυσικό αέριο</b>	<b>54,0</b>	<b>13,0</b>	<b>51.300,00</b>

## Παραγωγή ενέργειας

Στα προηγούμενα μελετήσαμε τις υπάρχουσες πηγές ενέργειας και εξηγήσαμε τα βασικά χαρακτηριστικά τους που σχετίζονται με τον τρόπο που αποδίδουν την εμπειροχόμενη σε αυτές ενέργεια, το θερμικό τους περιεχόμενο και γενικότερα τις φυσικές τους ιδιότητες. Στην συνέχεια θα μελετήσουμε την παραγωγή των καυσίμων που περιγράψαμε στα πλαίσια της γεωγραφικής τους κατανομής και των γεωπολιτικών τους εξαρτήσεων.

Το έτος 2007 σε παγκόσμιο επίπεδο χρησιμοποιήθηκε ενέργεια ίση προς 11.099,3 mtoe (1 mtoe=10<sup>6</sup> τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου), ποσότητα αυξημένη κατά 2,4% από εκείνη που καταναλώθηκε το 2006.



Σχήμα 8. Η ποσοστιαία ολική κατανάλωση ενέργειας το 2007

Από την συνολική ενέργεια που καταναλώθηκε το 2007, όπως προκύπτει και από το σχήμα 8, τα μεγαλύτερα ποσοστά, σε σχέση με την παγκόσμια κατανάλωση, καταναλώθηκαν από δύο κράτη, τις ΗΠΑ με ποσοστό 21,3% και την Κίνα με ποσοστό 16,8%. Οι ΗΠΑ κατέχουν, με μεγάλη διαφορά την θέση της μεγαλύτερης καταναλώτριας στον κόσμο χώρας. Δεδομένου δε ότι το πετρέλαιο είναι από τα βασικότερα καύσιμα και των δύο αυτών χωρών είναι επόμενο ότι οι χώρες αυτές είναι και οι μεγαλύτεροι ρυπαντές με αέρια του θερμοκηπίου. Η εικόνα αυτή όμως μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα αν δεν συνυπολογίσει κανείς και τον πληθυσμό κάθε χώρας, δηλαδή τους κατοίκους της που είναι με τον ένα ή τον άλλο τρόπο και οι τελικοί χρήστες της καταναλισκόμενης ενέργειας. Οι ΗΠΑ έχουν κατανάλωση 7,9 toe/κεφαλή σε αντίθεση με την Κίνα που με περίπου τετραπλάσιο πληθυσμό έχει κατανάλωση μόνο 1,4 toe/κεφαλή. Η διαφορά αυτή δείχνει και τις μελλοντικές τάσεις, σε ενεργειακές ανάγκες και ρύπανση, όταν η Κίνα, και άλλες χώρες που είναι μικροί καταναλωτές, αρχίσουν να καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια προκειμένου να φτάσουν τα επίπεδα όχι των ΗΠΑ αλλά την μέση τιμή των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης που βρίσκεται κοντά στο 4 toe/κεφαλή. Όπως προκύπτει από το σχήμα 8 το 49% της παγκόσμιας καταναλισκόμενης ενέργειας καταναλώνεται από μόνο 4 κράτη, που δείχνει τις μεγάλες ανισότητες και που δεν οφείλονται μόνο στις πληθυσμιακές διαφορές.

Η συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια προέρχεται από διάφορες πηγές που αναλυτικά θα εξετάσουμε στην συνέχεια.

## Πετρέλαιο

Το πετρέλαιο σήμερα είναι το περισσότερο χρησιμοποιούμενο, διεθνώς, καύσιμο και, μαζί με τον άνθρακα, είναι το καύσιμο που περισσότερο ευθύνεται για τις μεγάλες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και επομένως τις επιπτώσεις που έχουν στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή.

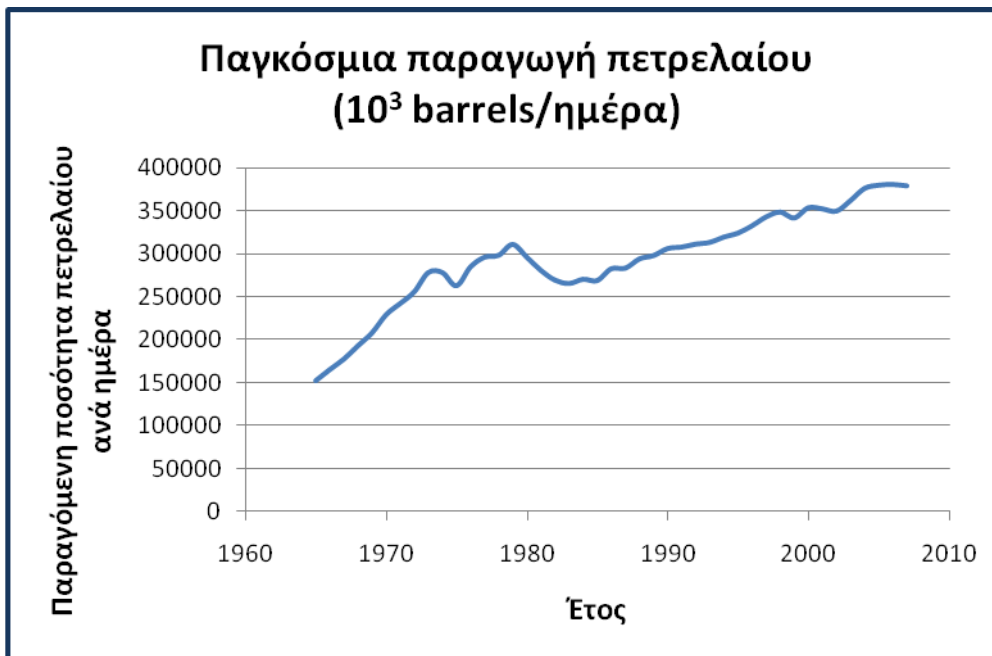
Μία πρώτη παρατήρηση, όπως προκύπτει από τον πίνακα 5, είναι ότι οι πηγές πετρελαίου έχουν μια πολύ άνιση γεωγραφική κατανομή, γεγονός που ερμηνεύει και πολλές από τις διεθνείς εντάσεις και οικονομικές αναταράξεις που παρατηρούνται στις μέρες μας.

**Πίνακας 5. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί, εξαγωγείς,καταναλωτές και εισαγωγείς πετρελαίου το 2006 (οι ποσότητες δίνονται σε εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως)**

Παραγωγοί	Ολική παραγωγή	Εξαγωγείς	Εξαγόμενες ποσότητες	Καταναλωτές	Ολική κατανάλωση	Εισαγωγείς	Εισαγόμενες ποσότητες
1. Σαουδική Αραβία	10.72	1. Σαουδική Αραβία	8.65	1. ΗΠΑ	20.59	1. ΗΠΑ	12.22
2. Ρωσία	9.67	2. Ρωσία	6.57	2. Κίνα	7.27	2. Ιαπωνία	5.10
3. ΗΠΑ	8.37	3. Νορβηγία	2.54	3. Ιαπωνία	5.22	3. Κίνα	3.44
4. Ιράν	4.12	4. Ιράν	2.52	4. Ρωσία	3.10	4. Γερμανία	2.48
5. Μεξικό	3.71	5. Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	2.52	5. Γερμανία	2.63	5. Νότια Κορέα	2.15
6. Κίνα	3.84	6. Βενεζουέλα	2.20	6. Ινδία	2.53	6. Γαλλία	1.89
7. Καναδάς	3.23	7. Κουβέιτ	2.15	7. Καναδάς	2.22	7. Ινδία	1.69
8. Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	2.94	8. Νιγηρία	2.15	8. Βραζιλία	2.12	8. Ιταλία	1.56
9. Βενεζουέλα	2.81	9. Αλγερία	1.85	9. Νότια Κορέα	2.12	9. Ισπανία	1.56
10. Νορβηγία	2.79	10. Μεξικό	1.68	10. Σαουδική Αραβία	2.07	10. Ταϊβάν	0.94
11. Κουβέιτ	2.67	11. Λιβύη	1.52	11. Μεξικό	2.03		
12. Νιγηρία	2.44	12. Ιράκ	1.43	12. Γαλλία	1.97		
13. Βραζιλία	2.16	13. Αγκόλα	1.36	13. Ηνωμένο Βασίλειο	1.82		
14. Ιράκ	2.01	14. Καζακστάν	1.11	14. Ιταλία	1.71		

Το 2007 η παγκόσμια ημερήσια παραγωγή πετρελαίου ανήλθε στα 379033 x 10<sup>3</sup> βαρέλια ημερησίως, με μεγαλύτερους παραγωγούς την Σαουδική Αραβία, την Ρωσία και τις ΗΠΑ, όπως φαίνεται στον πίνακα 5. Η χρονική εξέλιξη της παγκόσμιας

παραγωγής πετρελαίου από το 1965 έως το 2007 φαίνεται στο σχήμα 9. Από το 1965 με ημερήσια παραγωγή  $151.788 \times 10^3$  βαρέλια πετρελαίου φτάσαμε στο 2007 η παραγωγή να έχει ανέλθει στα  $379.033 \times 10^3$  βαρέλια ημερησίως, δηλαδή μιά αύξηση της τάξης του 149% σε 42 χρόνια. Δηλαδή αύξηση περίπου 3,56% τον χρόνο. Στον πίνακα 5 φαίνονται επίσης οι μεγαλύτεροι 14 παραγωγή πετρελαίου σε όλο τον κόσμο, παρά τις σημαντικές μεταξύ τους διαφοροποιήσεις. Όλοι οι υπόλοιποι παραγωγοί παράγουν σημαντικά μικρότερες ποσότητες. Μία σημαντική παρατήρηση από τα δεδομένα του πίνακα 5 είναι ότι οι ΗΠΑ ενώ είναι από τους μεγαλύτερους παραγωγούς απουσιάζει από τον κατάλογο των μεγάλων εξαγωγέων και εμφανίζεται πάλι στην πρώτη θέση των καταναλωτών και των εισαγωγέων πετρελαίου, εισάγοντας περίπου όσο πετρέλαιο παράγει.

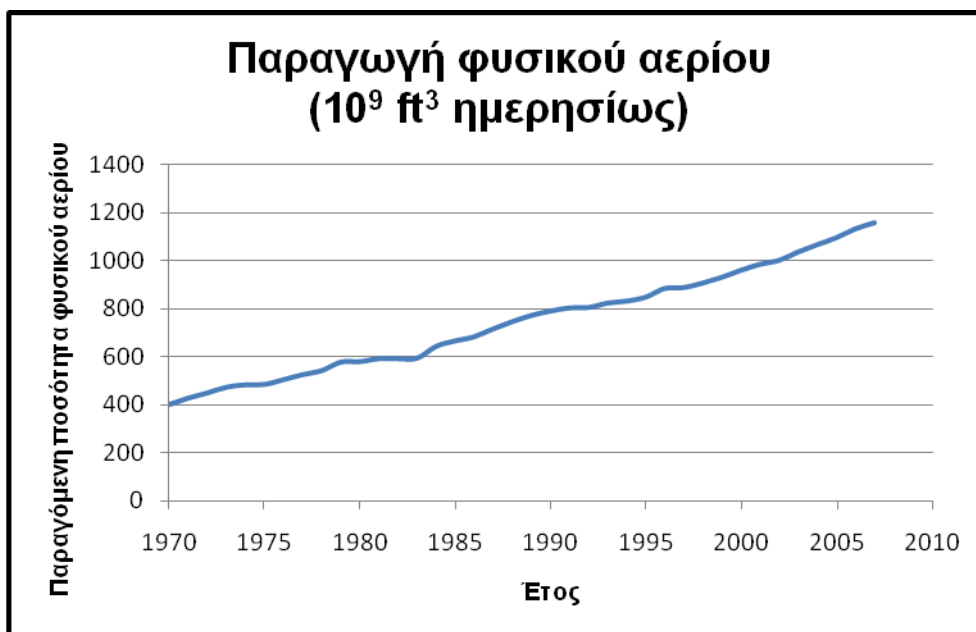


Σχήμα 9. Χρονική εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου

Το έτος 2007 η παραγωγή πετρελαίου μειώθηκε σε σχέση με το προηγούμενο έτος, οριακά, κατά 0,2% ή 130.000 βαρέλια ημερησίως. Η μείωση αυτή ήταν ουσιαστικά η πρώτη από το έτος 2002. Η μεγαλύτερη μείωση προήλθε από την Σαουδική Αραβία. Η κάλυψη του ενεργειακού ελλείματος προήλθε από αύξηση της παραγωγής πετρελαίου του Ιράκ και της Αγκόλας, από τις χώρες του ΟΠΕΚ, αλλά και τις πετρελαιοπαραγωγούς χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, που δεν ανήκουν στον ΟΠΕΚ, αλλά και την επίσης αύξηση προσφοράς του Φυσικού Αερίου. Παρόλα αυτά από τα δεδομένα του έτους 2008 δείχνουν αύξηση του μεριδίου του πετρελαίου στην κατανάλωση, αν και με μικρότερους ρυθμούς από τα άλλα ορυκτά καύσιμα. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται από την οικονομική πίεση που εκδηλώθηκε το 2008 και την αύξηση των αναγκών των πετρελαιοπαραγωγών κρατών και των αναπτυσσόμενων οικονομιών, όπως η Κίνα και η Ινδία.

## Φυσικό αέριο

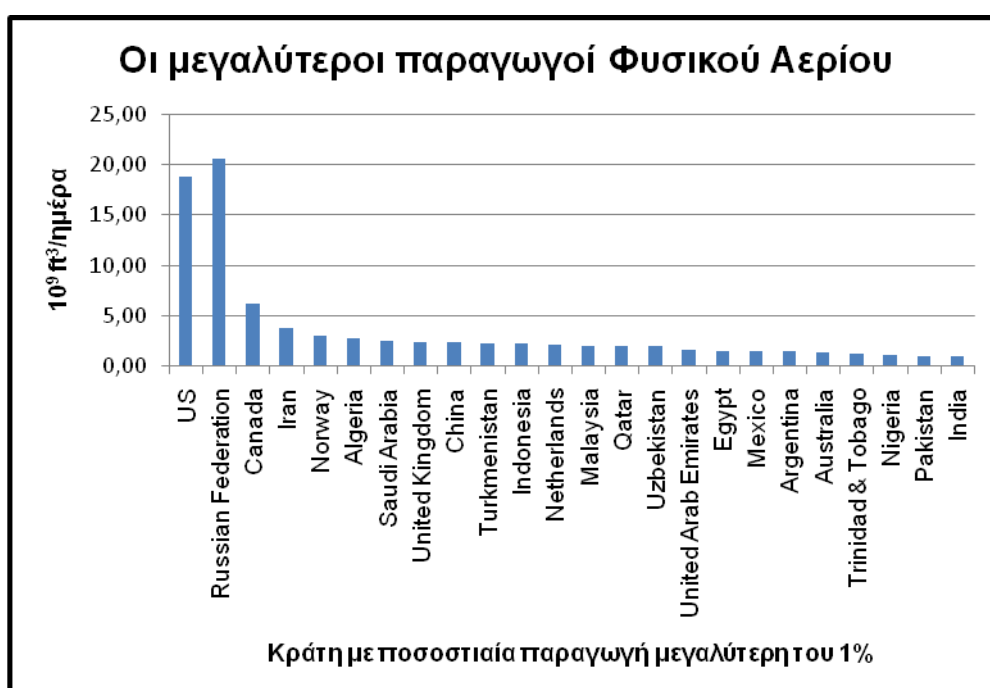
Το φυσικό αέριο είναι ένα καύσιμο που μπήκε ουσιαστικά στην αγορά από το 1970 και άρχισε σιγά σιγά να ανταγωνίζεται το πετρέλαιο εξαιτίας του ότι είναι, ως καύσιμο, καλύτερης ποιότητας και με μεγαλύτερη θερμαντική ικανότητα από το πετρέλαιο (πίνακας 4) καί επίσης εξαιτίας του γεγονότος ότι έχει χαμηλότερη τιμή.



Σχήμα 10. Χρονική εξέλιξη της παραγωγής Φυσικού Αερίου

Η παραγωγή φυσικού αερίου το 1970 ήταν περίπου 400x10<sup>9</sup> κυβικά πόδια ημερησίως και το 2007 έφτασε τα 1.157x10<sup>9</sup> κυβικά πόδια ημερησίως, δηλαδή μιά αύξηση 189% στα 37 χρόνια η περίπου 5% τον χρόνο (σχήμα 10).

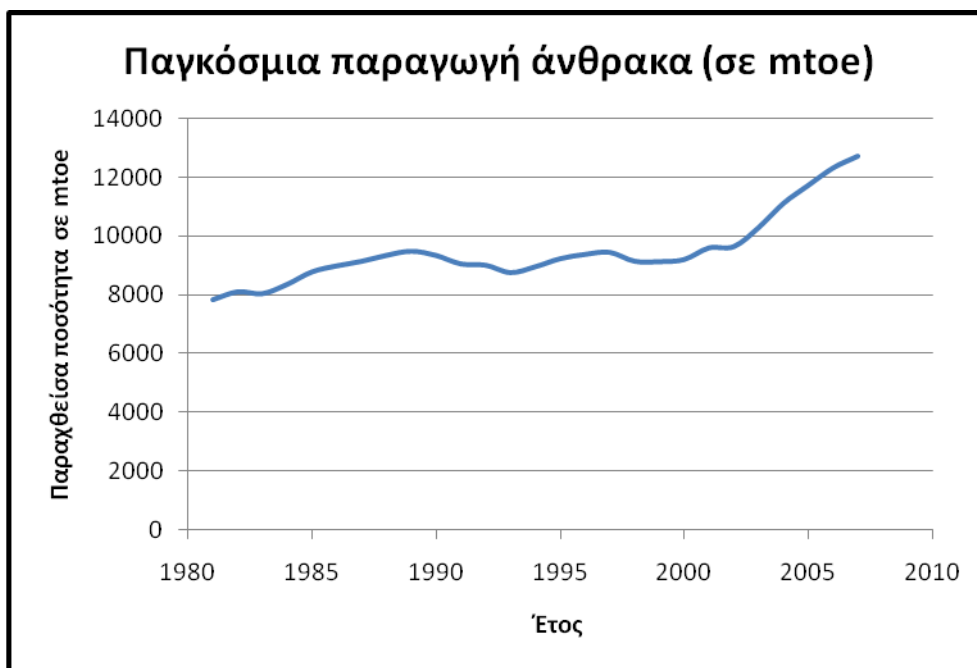
Στο σχήμα 11 φαίνονται οι μεγαλύτεροι παραγωγοί φυσικού αερίου, με παραγωγή πάνω από το 1% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής. Είναι εμφανές ότι ο μεγαλύτερος παραγωγός είναι η Ρωσσία ενώ δεύτερη σε ποσότητα παραγωγής είναι οι ΗΠΑ με το 39% της παγκόσμιας παραγωγής να παράγεται από τις δύο αυτές χώρες. Οι άλλες χώρες συμμετέχουν με σημαντικά μικρότερα ποσοστά. Όπως και προηγούμενα έχει σημειωθεί η μεταφορά του Φυσικού αερίου γίνεται είτε μέσω αγωγών είτε σε υγροποιημένη μορφή με ειδικά διασκευασμένα σκάφη και την εν συνεχεία αποθήκευση του σε επίσης ειδικές εγκαταστάσεις. Η μεταφορά μέσω αγωγών παρουσιάζει αφενός μόν κατασκευαστικές δυσκολίες, που καθορίζονται από την διαμόρφωση των εδαφών από τα οποία πρόκειται να διέλθει ο αγωγός, αφετέρου δε από την υφιστάμενη πολιτική κατάσταση στις χώρες διέλευσης. Η δεύτερη αυτή παράμετρος είναι πολύ σημαντική και μπορεί να εκτιμηθεί αν θυμηθεί κανείς την διακοπή τροφοδοσίας των χωρών της Δυτικής Ευρώπης τον Ιανουάριο του 2009 από την Ρωσσία εξαιτίας των προβλημάτων της Ρωσσίας με την Ουκρανία. Είναι φανερό ότι παρόμοια προβλήματα μπορεί να υπάρξουν και με τους αγωγούς του πετρελαίου. Επειδή καταστάσεις όπως αυτή που περιγράφηκε μπορεί να υπάρξουν θεωρείται ότι η καλή ενεργειακή πολιτική μιας χώρας είναι εκείνη που έχει πολλές και διαφορετικές πηγές τροφοδοσίας ώστε να μη είναι σημαντικά εξαρτώμενη από μία πηγή μόνο.



### Σχήμα 11. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί φυσικού αερίου

## Άνθρακας

Το τρίτο ορυκτής προέλευσης καύσιμο που χρησιμοποιείται ευρύτατα παγκοσμίως είναι ο άνθρακας. Η εκτεταμένη χρήση του άνθρακα ξεκίνησε στα τέλη του 1800 και ήταν το καύσιμο που μας εισήγαγε στην βιομηχανική εποχή. Στο σχήμα 12 δίνεται η χρονική εικόνα της παραγωγής άνθρακα σε παγκόσμιο επίπεδο, σε εκατομύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (mtoe), από το 1980 μέχρι σήμερα. Από τα στοιχεία του σχήματος φαίνεται ότι μέχρι το 2003 η παγκόσμια παραγωγή άνθρακα ήταν σταθερή, περίπου στα 9.000 mtoe. Από το 2003 και μετά όμως παρατηρείται μία σταθερή αύξηση μέχρι σήμερα που η παραγωγή ανέρχεται σε 13.000 mtoe. Όπως ήδη έχει αναφερθεί και προηγουμένα ο άνθρακας είναι η πλέον ρυπογόνος μορφή των ορυκτών καυσίμων. Οι απαιτητικές ανάγκες μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου έχουν οδηγήσει πολλούς καταναλωτές στην μείωση ή την κατάργηση χρήσης του άνθρακα ως καυσίμου με αντικατάσταση του από άλλες μορφές λιγότερο ρυπογόνων καυσίμων. Το γεγονός όμως ότι ευρίσκεται σε αφθονία, είναι ευκολότερα εκμεταλλεύσιμο και έχει μικρότερη τιμή το καθιστούν ελκυστικό, τουλάχιστον για τις χώρες που διαθέτουν μεγάλα κοιτάσματα. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της ρύπανσης γίνονται προσπάθειες εξεύρεσης τεχνικών μείωσης των ποσοτήτων των εκπεμπόμενων ρύπων ώστε να καταστεί πάλι ελκυστικό.



Σχήμα 12. Η χρονική εξέλιξη της παραγωγής άνθρακα παγκοσμίως

## Πυρηνική ενέργεια

Σήμερα σε όλο τον κόσμο λειτουργούν 443 πυρηνικοί αντιδραστήρες ισχύος, εγκαταστημένοι σε 32 χώρες, για παραγωγή

Χώρα	%	Χώρα	%
Γαλλία	76,8	Αρμενία	43,5
Λιθουανία	64,4	Σλοβενία	41,6
Σλοβακία	54,3	Ελβετία	40,0
Βέλγιο	54,0	Ουγγαρία	36,8
Ουκρανία	48,1	Νότια Κορέα	35,3
Σουηδία	46,1	Βουλγαρία	32,1

Πίνακας 6. Ποσοστιαία παραγωγή πυρηνικής ενέργειας

ενέργειας με συνολική παραγωγή 369,552 GW ηλεκτρικής ενέργειας. Υπό κατασκευή βρίσκονται 26 νέες μονάδες σε 12 χώρες με συνολική ισχύ 20,858 GW. Περισσότερες λεπτομέρειες δίνονται στον πίνακα 7.

Από το σύνολο των χωρών που χρησιμοποιούν πυρηνικούς αντιδραστήρες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περίπου 12 παράγουν πάνω από το 30% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας τους με πρωταθλήτρια την Γαλλία που παράγει το 76,8% από πυρηνικούς αντιδραστήρες και μόνο το υπόλοιπο 23,2% από άλλες πηγές. Πληροφορίες για τις χώρες αυτές και τα ποσοστά πυρηνικής ενέργειας που παράγουν σε σχέση με την συνολική τους παραγόμενη ενέργεια δίνονται στον πίνακα 6.

Οι αντιδραστήρες που λειτουργούν είναι διαφόρων τύπων και διαφόρων ηλικιών, στην πλειοψηφία τους πάνω των δέκα ετών. Ο παλαιότερος αντιδραστήρας ηλικίας 42 ετών ευρίσκεται και λειτουργεί στην Μεγάλη Βρετανία. Αν ληφθεί υπόψη ότι ο μέσος όρος ζωής των πυρηνικών αντιδραστήρων θεωρείται ότι είναι τα τριάντα χρόνια είναι προφανές το πρόβλημα που θα προκύψει εάν σημαντικός αριθμός από αυτούς σταματήσει στο πολύ ορατό μέλλον να λειτουργεί.

**Πίνακας 7. Κατάλογος χωρών που χρησιμοποιούν Πυρηνική Ενέργεια**

Χώρα	Αντιδραστήρες σε λειτουργία		Αντιδραστήρες υπό κατασκευή	
	Αρ. Μονάδων	Συνολική ισχύς MW(e)	Αρ. Μονάδων	Συνολική ισχύς MW(e)
Αργεντινή	2	935	1	692
Αρμενία	1	376		
Βέλγιο	7	5801		
Βραζιλία	2	1901		
Βουλγαρία	4	2722	1	953
Καναδάς	18	12599		
Κίνα	9	6572	3	3000
Κίνα-Ταιβάν	6	4904	2	2600
Τσεχία	6	3368		
Φιλανδία	4	2676	1	1600
Γαλλία	59	63363		
Γερμανία	17	20339		
Ουγγαρία	4	1755		
Ινδία	15	3040	8	3602
Ιράν			1	915
Ιαπωνία	56	47839	1	866
Κορέα	20	16810		
Λιθουανία	1	1185		
Μεξικό	2	1310		
Ολλανδία	1	449		
Πακιστάν	2	425	1	300
Ρουμανία	1	655	1	655
Ρωσία	31	21743	4	3775
Νότιος Αφρική	2	1800		
Σλοβακία	6	2442		
Σλοβενία	1	656		
Ισπανία	9	7588		
Σουηδία	10	8910		
Ελβετία	5	3220		
Ηνωμένο Βασίλειο	23	11852		
Ουκρανία	15	13107	2	1900
ΗΠΑ	104	99210		
<b>Παγκόσμιο Σύνολο</b>	<b>443</b>	<b>369552</b>	<b>26</b>	<b>20858</b>

## Ανανεώσιμες πηγές

Όπως και προηγούμενα έχει περιγραφεί με τον όρο «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» αναφερόμαστε σε εκείνες τις πηγές που η κατανάλωση τους δεν οδηγεί σε μείωση και μελλοντική εξάντλησή τους. Ουσιαστικά οι Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν ως αρχή τον Ήλιο. Η εκπεμπόμενη από τον Ήλιο ακτινοβολία φτάνουν στην Γη και απορροφούνται από την ατμόσφαιρα της, την ξηρά και την θάλασσα δημιουργούν διάφορα φαινόμενα τα οποία ο άνθρωπος μπορεί άμεσα ή έμμεσα να τα χρησιμοποιήσει για παραγωγή ενέργειας και να καλύψει τις ανάγκες του. Με την έννοια αυτή η άμεση, θερμαντική, χρήση της ηλιακής ενέργειας, η αιολική ενέργεια, η υδροδυναμική ενέργεια αλλά και η ενέργεια που μπορεί να λάβει κανείς από την χρήση βιοκαυσίμων ανήκουν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Τα προβλήματα εκπομπής ρύπων του θερμοκηπίου από την χρήση των ορυκτών καυσίμων, με συνεπακόλουθα τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής, και η προβλεπόμενη αργά η γρήγορα εξάντληση τους έχουν ωθήσει τα κράτη και τους διαμορφωτές του παγκόσμιου ενεργειακού συστήματος στην εντονότερη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ως μίας βασικής συνιστώσας του συστήματος.

Προς το παρόν όμως και σε παγκόσμιο επίπεδο οι κάθε είδους ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό της συνολικής και σε παγκόσμιο επίπεδο καταναλισκόμενης ενέργειας. Τα περισσότερα κράτη, κυρίως εκείνα με ανεπτυγμένες οικονομίες όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση και Οι ΗΠΑ καταβάλουν ιδιαίτερες προσπάθειες για αύξηση της συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών στο ενεργειακό τους ισοζύγιο με αντίστοιχη μείωση των ρυπογόνων ορυκτών καυσίμων. Στον πίνακα 8 φαίνεται π.χ το ποσοστό συμμετοχής κάθε μέλους κράτους με ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια και ποιά είναι η επίδοση κάθε κράτους στην επίτευξη του στόχου κάλυψης από ανανεώσιμες πηγές του 20% της ενέργειας τους μέχρι το 2020.

Παρά το γεγονός ότι τα ποσοστά χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παραμένουν παγκοσμίως σε χαμηλά ποσοστά οι σχετικές με αυτές επενδύσεις και εγκαταστάσεις αυξάνονται ταχύτατα. Από το έτος 2000 μέχρι το 2007 οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ διπλασιάστηκαν. Η προσπάθεια αυτή είναι συνεχής και τα αποτελέσματα αναμένονται να μεταβληθούν θεαματικά τα επόμενα χρόνια, κάτω και από την πίεση περιορισμού των αερίων του θερμοκηπίου και των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Π.χ στις Ηνωμένες πολιτείες της Αμερικής η συνολική από ανανεώσιμες πηγές ενέργεια ανέρχεται στο 9% της συνολικά παραγόμενης η σε 110 GW εγκαταστημένης ισχύος. Από αυτή όμως μόνο τα 33 GW είναι από άλλες πηγές εκτός της υδροδυναμικής, δηλαδή ενέργειας που λαμβάνεται από την χρήση φραγμάτων.

	<u>Κράτος ΕΕ</u>	<u>2005 %</u>	<u>2020 Στόχος</u>	<u>% Υπόλοιπο</u>
1	Ηνωμένο Βασίλειο	1.3%	15%	13.7%
2	Δανία	17%	30%	13%
3	Ιρλανδία	3.1%	16%	12.9%
4	Γαλλία	10.3%	23%	12.7%
5	Γερμανία	5.8%	18%	12.2%
6	Ιταλία	5.2%	17%	11.8%
7	Κάτω Χώρες	2.4%	14%	11.6%
	<b>ΕΕ</b>	<b>8.5%</b>	<b>20%</b>	<b>11.5%</b>
8	Ισπανία	8.7%	20%	11.3%
9	Ελλάδα	6.9%	18%	11.1%
10	Βέλγιο	2.2%	13%	10.8%
11	Αυστρία	23.3%	34%	10.7%
12	Πορτογαλλία	20.5%	31%	10.5%
13	Κύπρος	2.9%	13%	10.1%
14	Λουξεμβούργο	0.9%	11%	10.1%
15	Μάλτα	0%	10%	10%
16	Φινλανδία	28.5%	38%	9.5%
17	Σουηδία	39.8%	49%	9.2%
18	Σλοβενία	16%	25%	9%
19	Ουγγαρία	4.3%	13%	8.7%
20	Λιθουανία	15%	23%	8%
21	Πολωνία	7.2%	15%	7.8%
22	Σλοβακία	6.7%	14%	7.3%
23	Λετονία	34.9%	42%	7.1%
24	Εσθονία	18%	25%	7%

25	Τσεχία	6.1%	13%	6.9%
26	Βουλγαρία	9.4%	16%	6.6%
27	Ρουμανία	17.8%	24%	6.2%

Πίνακας 8. Ο στόχος του 20% ενεργειακής κάλυψης από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ

Επίσης στις ΗΠΑ οι εγκαταστάσεις Αιολικής ενέργειας αυξήθηκαν κατά 45% και οι εγκαταστάσεις Φωτοβολταϊκών κατά 40% από το 2006.

Σε παγκόσμιο επίπεδο η παραγωγή Αιολικής ενέργειας τετραπλασιάστηκε από το 2000 μέχρι το 2007 ενώ στις ΗΠΑ στο ίδιο διάστημα αυξήθηκε κατά 6,5 φορές. Σημαντικά επίσης αυξήθηκε η χρήση των βιοκαυσίμων, της αιθανόλης και του βιοντίζελ, έχοντας αυξηθεί στο διάστημα από το 2000 μέχρι το 2007 τέσσερις φορές η αιθανόλη και περίπου 225 φορές το βιοντίζελ.

Τα παραπάνω ενδεικτικά μεγέθη υποδεικνύουν την τάση που υπάρχει σε διεθνές επίπεδο και για τις ανεπτυγμένες χώρες για την στο μέτρο του δυνατού απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Ας εξετάσουμε όμως τις διάφορες τεχνολογίες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χωριστά.

### Ηλιακή ενέργεια

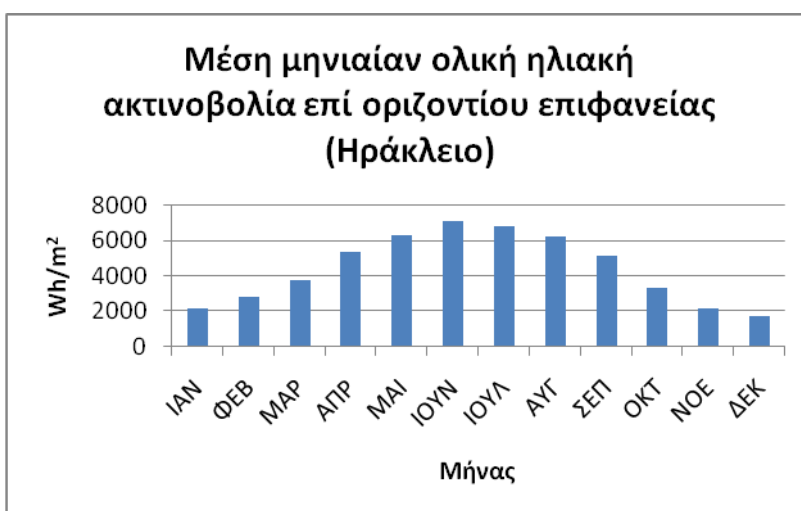
Η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται σήμερα με δύο βασικά τρόπους για παραγωγή ενέργειας. Ο ένας είναι η εκμετάλλευση της άμεσης ηλιακής ενέργειας για θέρμανση του νερού, κυρίως σε κατοικίες, η η μετατροπή της σε ηλεκτρική με την χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Σε ότι αφορά την χρήση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση σε παγκόσμιο επίπεδο είναι εγκαταστημένοι περισσότεροι από 50 εκατομύρια ηλιακοί συλλέκτες με συνολική θερμική ισχύ 106 GW.

Η χρήση των φωτοβολταϊκών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σε σύνδεση με τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη τεχνολογία με εγκαταστημένη ισχύ περί τα 95 GW το έτος 2007.

Μία άλλη τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι η χρήση πολλών κατόπτρων τα οποία ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία σε ένα σημείο που ευρίσκεται στην κορυφή ενός πύργου όπου η θερμοκρασία αυξάνεται σε μεγέθη τέτοια που μπορεί να θερμάνει νερό για παραγωγή ατμού ή άλλες χρήσεις.



Σχήμα 13. Σύστημα κατόπτρων με κεντρικό πύργο συλλογής στην έρημο Mojave στην Καλιφόρνια



Σχήμα 14. Μεταβολή της μέσης ηλιακής ακτινοβολίας ανά μήνα (Ηράκλειο Κρήτης)

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ηλιακή ενέργεια που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε δεν είναι σταθερή και μεταβάλλεται τόσο ημερησίως όσο και με τον μήνα στην διάρκεια ενός έτους και είναι επίσης ανάλογη του γεωγραφικού πλάτους αλλά και του προσανατολισμού του χώρου. Στο σχήμα 14 φαίνεται, π.χ η μέση μηνιαία μεταβολή της ολικής ηλιακής ενέργειας στο Ηράκλειο της Κρήτης. Επίσης η ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται και από τις καιρικές συνθήκες, αφού η ύπαρξη νεφώσεων δεν επιτρέπει την διείσδυση της μέχρι τους ηλιακούς συλλέκτες.

## Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη μορφή ενέργειας με την εκμετάλλευση της κίνησης των υδάτων των ποταμών η με την κατασκευή τεχνητών φραγμάτων. Άλλες μέθοδοι, όπως είναι η εκμετάλλευση των παλιρροϊκών ρευμάτων η των κυμάτων της θάλασσας είναι τεχνολογίες υπό ανάπτυξη και θα αναπτυχθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Η ορμητική κίνηση υδατινών μαζών, είτε ποταμών είτε τεχνητών ισχυρών ρευμάτων από φράγματα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τεθούν σε κίνηση γενήτριες ηλεκτροπαραγωγής. Το 2005 σε παγκόσμιο επίπεδο η υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας ανερχόταν στο 19% και αποτελούσε περισσότερο από το 63% όλων των χρησιμοποιούμενων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Είναι προφανές ότι τα ακριβή μεγέθη σε ότι αφορά την από υδροηλεκτρικά παραγόμενη ενέργεια εξαρτάται από τις εκάστοτε διαθέσιμες ποσότητες νερού, που με την σειρά τους εξαρτώνται από τις καιρικές και κλιματικές συνθήκες. Τα υδροηλεκτρικά φράγματα, αλλά και όλα τα φράγματα που εξυπηρετούν και άλλους σκοπούς, ανήκουν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εφόσον τα φαινόμενα που προκαλούν την συγκέντρωση και την κίνηση του νερού θα υπάρχουν εφόσον υπάρχει ο ήλιος, αλλά έχουν διάφορες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Τα φράγματα καταστρέφουν μεγάλες περιοχές οι οποίες καταλαμβάνονται από νερά, και επιβραδύνουν την ροή του νερού στα ποτάμια που συνδέονται με αυτά. Έτσι αλλοιώνεται το οικοσύστημα που είχε αναπτυχθεί πριν την επέμβαση του ανθρώπου. Ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι μεταβάλλεται η θερμοκρασία των υδάτων, από την σχετικά ομοιογενή θερμοκρασία του νερού του ποταμού πριν την κατασκευή του φράγματος, με επιπτώσεις και πάλι στο οικοσύστημα.

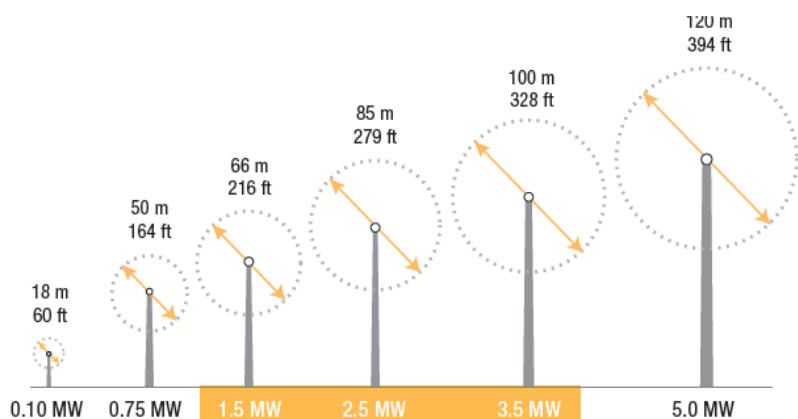


Σχήμα 15. Το φράγμα του Λάδωνα.

## Αιολική ενέργεια

Οι εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας αποτελεί επίσης μιά ταχέως αναπτυσσόμενη ενεργειακή τεχνολογία με την εγκαταστημένη, το 2007, ισχύ σε παγκόσμιο επίπεδο να φτάνει τα 95GW με τάσεις αυξητικές για τα επόμενα χρόνια.

Σήμερα τεχνολογικά έχουν αναπτυχθεί συστήματα ανεμογεννητριών με δύο η τρεις πτέρυγες και η απόδοση των οποίων σε ισχύ εξαρτάται από το μέγεθος τους, τυπικά μεγέθη των οποίων δίνονται στο σχήμα 17.



Σχήμα 16. Αιολικό πάρκο.

Σχήμα 17. Τυπικά μεγέθη ανεμογεννητριών και παραγόμενης ισχύος.

Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί αιολικής ενέργειας φαίνονται στον πίνακα 18.

Κράτος	Παραγωγή σε GWh	Κράτος	Παραγωγή σε GWh	Κράτος	Παραγωγή σε GWh
ΗΠΑ	26.589	Δανία	8.252	Ιαπωνία	3.679
Ηνωμένο Βασίλειο	5.151	Γερμανία	54.137	Κίνα	6.833
Ισπανία	30.784	Ιταλία	5.571	Ινδία	16.566
Βραζιλία	623	Αίγυπτος	604	Αυστραλία	2.147

## Σχήμα 18. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί αιολικής ενέργειας

### Βιοκαύσιμα

Όπως είδαμε και προηγούμενα με τους όρους βιομάζα και βιοκάυσιμο εννοούμε κάθε βιολογικής προέλευσης υλικό, από βιολογικά απόβλητα μέχρι επεξεργασμένα βιολογικά προϊόντα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας. Το 2004 σε παγκόσμιο επίπεδο 10% της πρωτογενούς παραγωγής ενέργειας παρήχθη από βιοκαύσιμα. Στον παγκόσμιο όμως χάρτη η κατανομή ως προς την χρήση βιοκαυσίμων είναι εξαιρετικά διαφοροποιημένη μεταξύ των διαφόρων κρατών. Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες και τρόποι χρήσης των βιοκαυσίμων. Γενικά όμως η τάση είναι να χρησιμοποιηθούν περισσότερο τα λεγόμενα βιοκαύσιμα, όπως η βιοαιθανόλη, το βιοντήζελ κλπ. Ο λόγος για αυτό είναι

- ότι συνεισφέρουν στην μείωση των καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όπως απαιτεί το πρωτόκολλο του Κυότο,
- δίνουν μεγαλύτερη ανεξαρτησία από εισαγωγές των συνήθων ορυκτών καυσίμων σε μία χώρα συνεισφέροντας στην μεγαλύτερη διαφοροποίηση πηγών ενέργειας και
- στην ανάπτυξη μιάς ακόμη προσοδοφόρου αγοράς για τους παραγωγούς βιοκαυσίμων.

Προς το παρόν τα βασικά βιοκαύσιμα είναι η βιοαιθανόλη και το βιοντήζελ, που χρησιμοποιούνται είτε ως καθαρά προϊόντα είτε αναμειγμένα με καύσιμα που παράγονται από τα ορυκτά καύσιμα..

Το 2005 χρησιμοποιήθηκαν, σε παγκόσμιο επίπεδο περί τα 37 δισεκατομύρια λίτρα βιοκαυσίμων, που είναι μόνο το 2% της κατανάλωσης καυσίμων για τον τομέα των μεταφορών. Τα κράτη όμως σχεδιάζουν την ανάπτυξη του τομέα παραγωγής βιοκαυσίμων. Έτσι η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει σαν στόχο την κάλυψη μέχρι το 2010 ποσοστού 5,75% από βιοκαύσιμα. Στις ΗΠΑ ο σχεδιασμός προβλέπει την κάλυψη από βιοαιθανόλη ποσοστού 30% μέχρι το 2030 ενώ η Ιαπωνία έχει βάλει σαν στόχο μέχρι το 2020 να χρησιμοποιεί μείγμα πετρελαίου με 10% βιοαιθανόλη.

Η χρήση όμως της βιομάζας για μαζική παραγωγή βιοκαυσίμων παρουσιάζει πολλά προβλήματα, περιβαλλοντικά και κοινωνικά. Υπάρχει π.χ συζήτηση για το γεγονός ότι πράγματι τα βιοκαύσιμα θα παρ'άγουν πρακτικά όσο διοξείδιο απορροφούν για να αναπτυχθούν τα φυτά που αποτελούν την πρώτη ύλη. Αυτό όμως δεν είναι απόλυτα ακριβές γιατί η ανάπτυξη των καλλιεργειών για βιοκαύσιμα θα γίνει σε βάρος άλλων φυτών τα οποία απορροφούν διοξείδιο χωρίς να το παράγουν αργότερα. Άρα θα μειωθεί, συνολικά η δυνατότητα απορρόφησης διοξειδίου. Εκτός τούτου όμως η παραγωγή βιοκαυσίμων προκειμένου να αναπληρώσει τα ορυκτά καύσιμα σε κάποιο σημαντικό βαθμό θα απαιτήσει καλλιεργήσιμες εκτάσεις που τώρα καλλιεργούνται για παραγωγή τροφίμων. Το αποτέλεσμα θα είναι η αύξηση των τιμών των γεωργικών προϊόντων με επακόλουθο την ανάπτυξη κοινωνικής φύσεως προβλημάτων.

### Γεωθερμία

Σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο παράγονται μόνο περί τα 9GW ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικές εγκαταστάσεις. Ο μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής με 2,54 GW εγκαταστημένη ισχύ. Εκτός όμως από την χρήση γεωθερμικών πεδίων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπου απαιτούνται υψηλές θερμοκρασίες για πατραγωγή ατμού, τα χαμηλότερης θερμοκρασίας πεδία μπορεί να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση η για την διατήρηση μιας σταθερής θερμοκρασίας σε χώρους κατοικίας η γραφείων.

### Υδρογόνο

Προηγούμενα περιγράψαμε την αρχή πάνω στην οποία βασίζεται η χρησιμοποίηση του Υδρογόνου ως καυσίμου. Είδαμε ότι χρειαζόμαστε ενέργεια και ότι η παραγωγή διοξειδίου, όταν παράγεται από το μεθάνιο, δεν λύνει το πρόβλημα το περιβαλλοντικό πρόβλημα. Το πρόβλημα επομένως ανάγεται στην εξεύρεση τρόπου παραγωγής υδρογόνου με μικρό κόστος που να δικαιολογεί την χρήση του ως εναλλακτικού καυσίμου και χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για να γίνει αντιληπτό το πρόβλημα ας δούμε μερικά στοιχεία που αφορούν στην παραγωγή και χρήση υδρογόνου. Η παραγωγή ενός κυβικού μέτρου υδρογόνου με ηλεκτρόλυση χρειάζεται ενέργεια 4-5 kWh. Αν η τιμή της 1kWh είναι 0.07 ευρώ/kWh τότε για την παραγωγή του ενός κυβικού μέτρου απαιτούνται ~0,30 ευρώ, τιμή πολύ υψηλότερη του μεθανίου. Το ένα κυβικό μέτρο υδρογόνου περιέχει 89,89 gr με θερμαντική ισχύ 28.660 kcal/Kg και επομένως θα παράγει ενέργεια 2.576 kcal ενώ η αντίστοιχη ενέργεια από το μεθάνιο είναι 8.250 kcal. Συγκρίνοντας επίσης την ενέργεια που χρειαζόμαστε για να παράγουμε 1 κυβικό μέτρο υδρογόνου με εκίνη που θα πάρουμε από την καύση του βλέπουμε ότι για να το παράγουμε χρειαζόμαστε 1,5 φορές την ενέργεια που μας δίνει. Άρα μια λύση για την παραγωγή υδρογόνου είναι να παράγεται όταν υπάρχει διαθέσιμη ενέργεια και να αποθηκεύεται για μετέπειτα χρήση. Απ'ό τις λύσεις που έχουν προταθεί είναι να χρησιμοποιηθεί πυρηνική ενέργεια για τον σκοπό αυτό. Αλλά και η αποθήκευση του Υδρογόνου έχει προβλήματα. Η αποθήκευση μεγάλης ποσότητας σε μικρό όγκο σημαίνει συμπίεση με πίεση μερικών εκατοντάδων ατμοσφαιρών η υγροποίηση του σε θερμοκρασίες -250 °C. Εκτός των τεχνικών αυτών απαιτήσεων υπάρχουν και σοβαρά προβλήματα ασφάλειας λόγω του εύφλεκτου χαρακτήρα του υδρογόνου που σημαίνει μεγαλύτερο κόστος για την ασφαλή μεταφορά και αποθήκευση του. Τα προβλήματα όμως αυτά, που αφορούν την παραγωγή, διανομή και αποθήκευση του υδρογόνου χρειάζονται την ανάπτυξη και άλλων κατάλληλων τεχνολογιών προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως αντικαταστάτης των καυσίμων στον τομέα των μεταφορών. Φαίνεται ότι η πλέον υποσχόμενη τεχνολογία είναι η κατασκευή

«κυψελών υδρογόνου» , ένα ηλεκτροχημικό σύστημα που μετατρέπει την χημική ενέργεια σε ηλεκτρική, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής όσο και στον τομέα των μεταφορών. Οι κυψέλες καυσίμων είναι γνωστές εδώ και 160 χρόνια περίπου και η πρώτες παραγωγικές εφαρμογές έγιναν στις δεκαετίες του 1960 και 1970, όταν χρησιμοποιήθηκαν στα διαστημικά προγράμματα, αλλά μόνο πρόσφατα άρχισαν έρευνες για την κατασκευή εμπορικά εκμεταλεύσιμων συστημάτων. Έχουν κατασκευαστεί, δοκιμαστικά αυτοκίνητα μηδενικής εκπομπής ρύπων, αλλά το κόστος τους είναι μεγάλο για εμπορική εκμετάλευση.

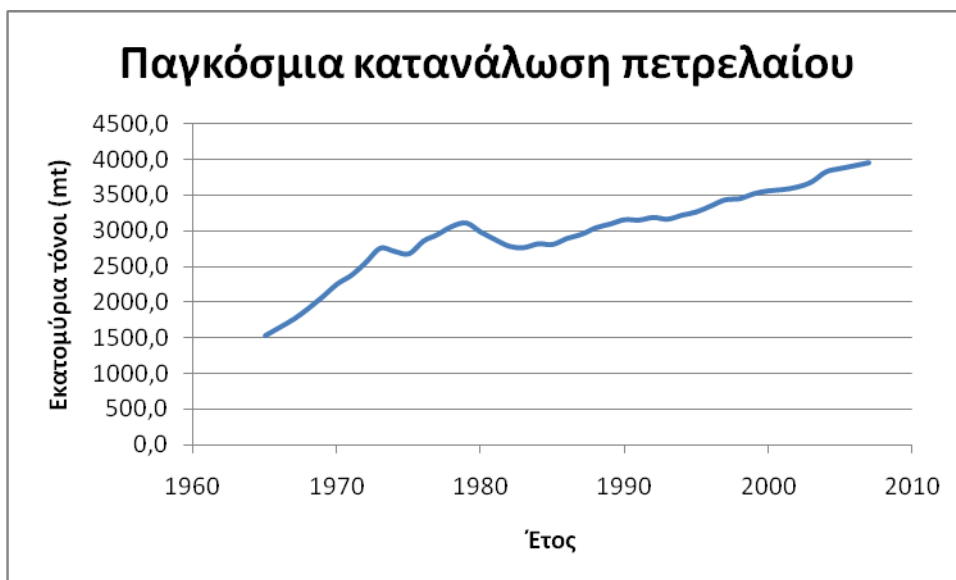
## Κατανάλωση ενέργειας

Στα προηγούμενα είδαμε που παράγεται πρωτογενώς η ενέργεια και ποιές ποσότητες παράγονται. Η ενέργεια όμως χρειάζεται για τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες και επομένως αν όλες οι χώρες δεν είναι παραγωγοί πρωτογενούς ενέργειας όλες οι χώρες την χρειάζονται για την ανάπτυξη τους και την διατήρηση του πολιτιστικού τους επιπέδου.

<b>Εισαγωγές και εξαγωγές πετρελαίου το 2007</b> (σε εκατομύρια τόνους)				
	<b>Εισαγωγές αργού πετρελαίου</b>	<b>Εισαγωγές προϊόντων</b>	<b>Εξαγωγές αργού πετρελαίου</b>	<b>Εξαγωγές προϊόντων</b>
ΗΠΑ	501,6	170,3	6,1	63,0
Καναδάς	48,8	17,9	93,6	27,7
Μεξικό	0,5	21,1	91,0	7,1
Νότια & Κεντρική Αμερική	42,2	37,0	115,2	60,2
Ευρώπη	542,2	146,5	29,1	80,8
Πρώην Σοβιετική Ένωση	0,1	6,3	316,7	94,4
Μέση Ανατολή	5,8	9,9	859,5	115,7
Βόρειος Αφρική	8,9	8,5	135,5	29,4
Δυτική Αφρική	3,4	11,2	234,3	5,9
Ανατολική και Νότιος Αφρική	25,6	8,4	19,2	1,1
Αυστραλία	27,3	13,5	15,4	11,2
Κίνα	163,2	39,9	3,6	15,6
Ιαπωνία	205,1	43,7	0,0	11,5
Σιγκαπούρη	51,2	62,2	0,8	68,1
Υπόλοιπη Ασία του Ειρηνικού	357,9	120,5	44,1	96,0
Απροσδιόριστες	-	-	19,5	29,5
<b>Παγκόσμιο Σύνολο</b>	<b>1983,6</b>	<b>717,0</b>	<b>1983,6</b>	<b>717,0</b>

**Πίνακας 9. Μεγάλοι εισαγωγείς και εξαγωγείς πετρελαίου**

Στον πίνακα 9 φαίνονται μερικοί από τους μεγαλύτερους εισαγωγείς και εξαγωγείς πετρελαίου στον κόσμο. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο Μεγαλύτερος εισαγωγέας πετρελαίου και προϊόντων του είναι οι ΗΠΑ, που ακολουθείται από την Ευρώπη, που είναι όμως συνασπισμός κρατών με μεγάλες διαφοροποιήσεις μεταξύ τους. Αντίθετα οι μεγαλύτεροι εξαγωγείς είναι τα κράτη της Μέσης Ανατολής, η Αφρική και τα κράτη της πρώην Σοβιετικής Ένωσης.



**Σχήμα 19. Η κατανάλωση πετρελαίου από το 1965 έως σήμερα.**

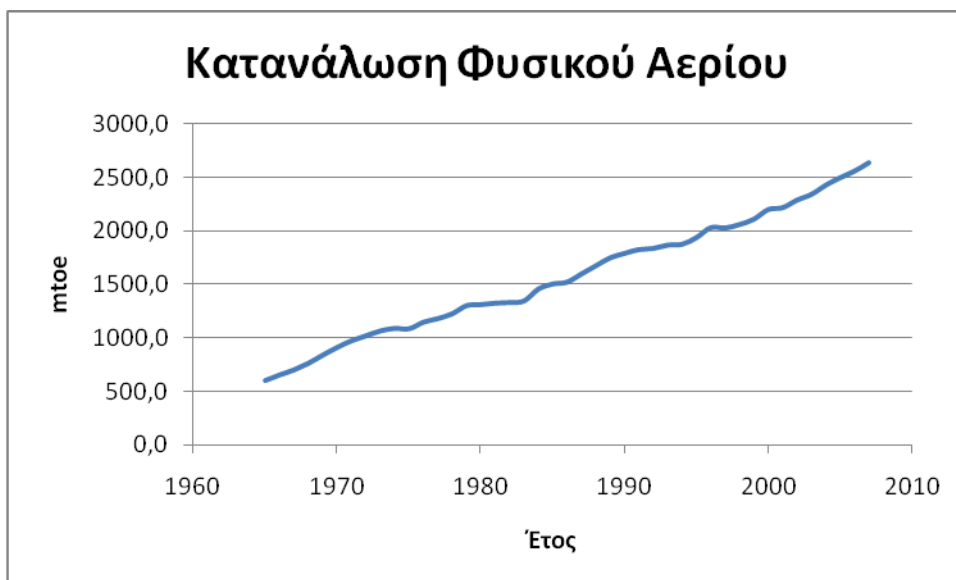
Στο διάγραμμα 19 που δείχνει πως με τον χρόνο, από το 1965 μέχρι το 2008, μεταβάλλεται η κατανάλωση πετρελαίου σε παγκόσμιο επίπεδο φαίνεται ότι υπάρχει μία σχεδόν σταθερή αύξηση, με κάποιες μεγαλύτερες μεταβολές την δεκαετία του 1970. Και η τάση αυτή προβλέπεται να συνεχισθεί, σύμφωνα με τα επικρατέστερα σενάρια, μέχρι το 2030 και μετά.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος 20 η τιμή του πετρελαίου μετά από μερικές έντονες διακυμάνσεις μέχρι το 1880 περίπου παρέμεινε σε σταθερά, σχεδόν, επίπεδα για πολλά χρόνια, μέχρι το 1970. Έκτοτε και με ετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση ακολουθεί μέχρι και σήμερα μία περίοδος εντόνων μεταβολών της τιμής του πετρελαίου. Πρόσφατα, το καλοκαίρι του 2008 η τιμή του πετρελαίου ξεπέρασε τα 100 \$/βαρέλι, πλησιάζοντας και την τιμή των 150 \$, που ακολουθήθηκε από μία ραγδαία πτώση με την εκδήλωση των παγκόσμιων οικονομικών προβλημάτων.



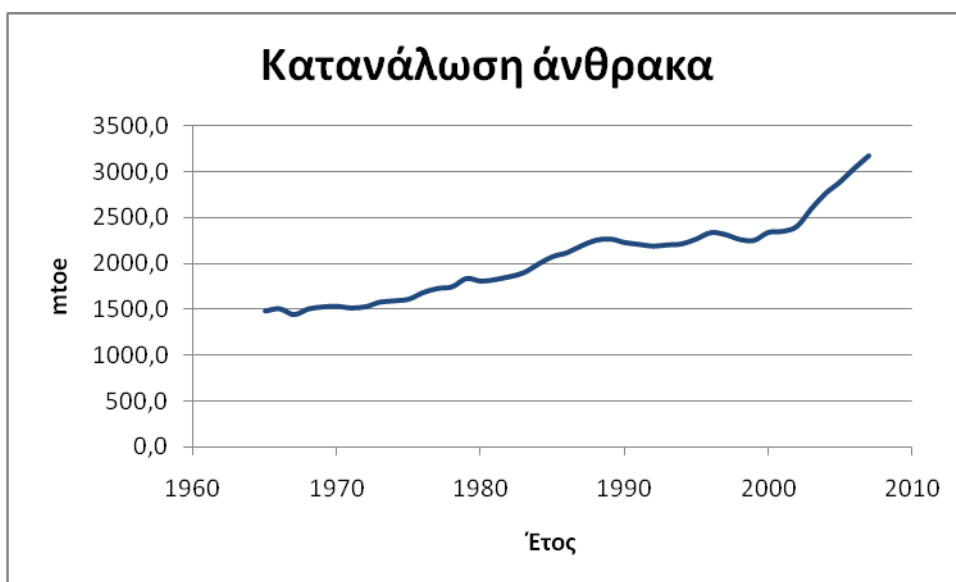
**Σχήμα 20. Η εξέλιξη της τιμής του πετρελαίου από το 1850 σε τιμές του 2007.**

Οι μεγάλες ανατιμήσεις στις τιμές του πετρελαίου και η παρατηρούμενη αστάθεια τους δημιούργησε πολύ μεγάλα προβλήματα στις οικονομίες πολλών κρατών, εξαιτίας της μεγάλης εξάρτησης τους από αυτό.



**Σχήμα 21. Η χρονική εξέλιξη, από το 1965, της κατανάλωσης Φυσικού αερίου.**

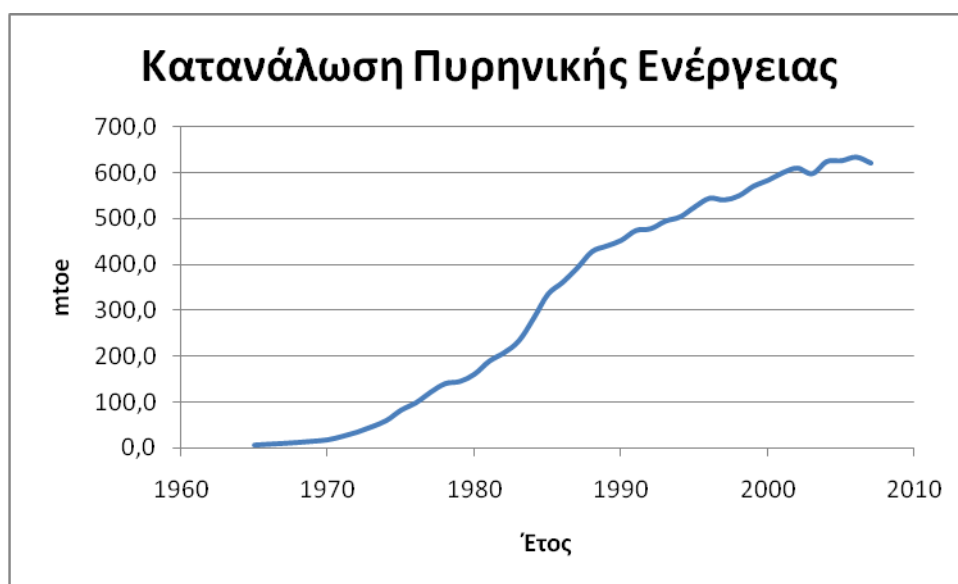
Την ίδια περίοδο, από το 1965, σταθερή παρουσιάζεται, σε παγκόσμιο επίπεδο, με μεγάλες όμως διαφοροποιήσεις μεταξύ των διαφόρων κρατών, η αύξηση της κατανάλωσης Φυσικού αερίου. Αυτό οφείλεται στην κατασκευή των κατάλληλων αγωγών που διευκολύνουν την μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων αερίου από τις παραγωγούς χώρες στην κατανάλωση, αλλά και στην χαμηλότερη τιμή του σε σχέση με το πετρέλαιο. Σήμερα ένας από τους μεγαλύτερους προμηθευτές φυσικού αερίου είναι η Ρωσία η οποία επίσης είναι από τις μεγαλύτερες προμηθεύτριες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν στο τέλος του 2008 και τις αρχές του 2009 με την διακοπή τροφοδοσίας της Ευρώπης με Ρωσικό αέριο εξαιτίας της διαφοράς της Ρωσίας με την Ουκρανία, από όπου παίρνουν οι αγωγή τροφοδοσίας της ευρώπης ανέδειξαν επίσης το πρόβλημα της εξάρτησης από μία πηγή αλλά και το πρόβλημα της ασφάλειας των αγωγών. Στα πλαίσια αυτά οι αγωγοί που πρόκειται να διέλθουν βάσει συμφωνιών από το Ελληνικό έδαφος αποτελούν μία καλή στρατηγική κίνηση της χώρας μας. Επίσης από ότι δείχνουν τα σενάρια η αύξηση αυτή της χρήσης Φυσικού αερίου θα συνεχίσει και τις επόμενες δεκαετίες.



**Σχήμα 22. Η χρονολογική εξέλιξη της κατανάλωσης άνθρακα από το 1965 μέχρι και σήμερα.**

Το τρίτο ορυκτό καύσιμο, ο άνθρακας, που είναι και το πλέον επιβαρυντικό από πλευράς ρύπων, φαίνεται επίσης να έχει αύξουσα κατανάλωση από το 1965 με μία μάλιστα επιτάχυνση μετά το 2000. Ο λόγος είναι ότι αποτελεί ένα καύσιμο με χαμηλή τιμή, άφθονο σε πολλά μέρη της Γης και με μεγάλα αποθέματα. Αν οι εκπομπές ρύπων του θερμοκηπίου απαιτούν να σταματήσει η χρήση του φαίνεται ότι οι έντονες οικονομικές αστάθειες λόγω των τιμών του πετρελαίου οδήγησαν στην επαναχρησιμοποίηση του. Το πρόβλημα της ρύπανσης, κυρίως εξαιτίας των κανόνων που θεσπίστηκαν στο Κυότο, καταβάλλεται προσπάθεια να αντιμετωπισθεί με εφαρμογή νέων τεχνολογιών που περιλαμβάνουν μέχρι και την συγκέντρωση του εκπεμπόμενου διοξειδίου

του άνθρακα και την αποθήκευση του σε υπόγειες δεξαμενές, η την χημική του επεξεργασία. Οι μέθοδοι αυτές όμως είναι ακόμη στο στάδιο της μελέτης και δεν προβλέπεται άμεση εφαρμογή.



Σχήμα 23. Χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης Πυρηνικής ενέργειας.

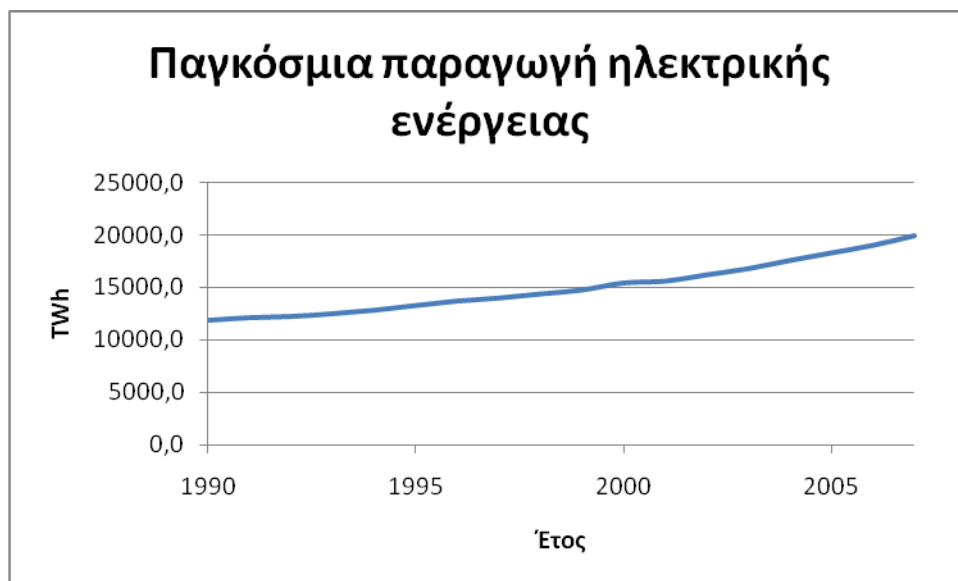
Είδαμε προηγούμενα ότι παγκοσμίως είναι εγκαταστημένοι 443 πυρηνικοί με συνολική ισχύ 369.552 MW ηλεκτρικής ενέργειας ενώ 26 ακόμη αντιδραστήρες είναι υπό κατασκευή που θα προσθέσουν στο σύστημα άλλα 20.858 MW. Όπως φαίνεται στο σχήμα 23 η ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας ισοδυναμεί με περίπου 600 εκατομύρια τόνους πετρελαίου. Δεδομένων των προβλημάτων της μη γενικότερης αποδοχής του κόσμου στην Πυρηνική ενέργεια, την παλαιότητα πολλών από τους πυρηνικούς σταθμούς και το πρόβλημα των ραδιενεργών αποβλήτων, μπορεί κανείς να αντιληφθεί το μέγεθος του προβλήματος που θα δημιουργηθεί εάν οι πυρηνικοί αυτοί αντιδραστήρες σε σύντομο χρονικό διάστημα σταματήσουν να λειτουργούν χωρίς να αντικατασταθούν.



Σχήμα 24. Χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης, σε παγκόσμιο επίπεδο, της υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Όπως και προηγούμενα έχει αναφερθεί η υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας από φράγματα είναι σήμερα η περισσότερο χρησιμοποιούμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που φτάνει τα 700 εκατομύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου σε παγκόσμιο επίπεδο, ποσοστό μεγαλύτερο της συμμετοχής της Πυρηνικής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Όπως φαίνεται από το σχήμα 24 από το 1965 μέχρι σήμερα η συνεισφορά της υδροηλεκτρικής ενέργειας βαίνει συνεχώς και σταθερά αυξανόμενη. Είναι ελκυστική μέθοδος ηλεκτροπαραγωγής, χωρίς παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου, αλλά με προβλήματα ως προς την επάρκεια της που εξαρτάται από τα αποθέματα νερού στους ταμιευτήρες, που εξαρτώνται με την σειρά τους από τον καιρό, και την

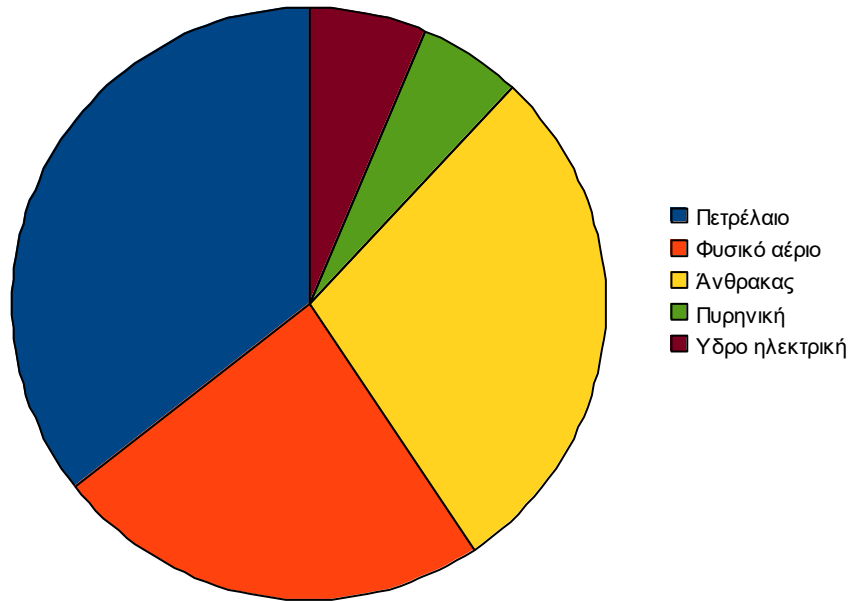
περιβαλλοντική καταστροφή που επιφέρουν τα φράγματα σε μεγάλες εκτάσεις γης που κατακλύζονται από νερά με επιπτώσεις στα οικοσυστήματα.



**Σχήμα 25. Η χρονική εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας,**

Μεγάλο ποσοστό των καυσίμων που παράγονται καταναλώνονται για την παραγωγή ηλεκτρισμού, από τον οποίο ο σημερινός άνθρωπος εξαρτάται άμεσα για πάρα πολλές πτυχές της καθημερινής του ζωής. Η ποσότητες της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, όπως φαίνεται και στο σχήμα 25, από το 1990 μέχρι και σήμερα αυξάνονται συνεχώς με μία μάλιστα επιτάχυνση τα τελευταία χρόνια. Σε παγκόσμιο επίπεδο σήμερα παράγεται ηλεκτρική ενέργεια 20.000 TWh. Και όπως έχει τονιστεί και προηγούμενα η άνοδος του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων πολλών χωρών, που είναι σήμερα πολύ μικροί καταναλωτές, μαζί με την αναμενόμενη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού θα οδηγήσουν τα επόμενα χρόνια σε πολύ μεγαλύτερες αυξήσεις. Ειδικότερα σε ότι αφορά την ηλεκτρική ενέργεια μία λύση στην επάρκεια της, πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε στην Ελλάδα κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, είναι η διασύνδεση των ηλεκτρικών δικτύων διαφόρων γειτονικών χωρών οι οποίες προσφέρουν η μία στην άλλη τα περισεύματα ενέργειας που έχουν όταν μιά χώρα τα χρειάζεται.

## Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο το 2007



Σχήμα 26. Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανά είδος καυσίμου.

Συνολικά και σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως δείχνει το σχήμα 26, τα ορυκτά καύσιμα έχουν την μεγαλύτερη συμμετοχή στην παγκοσμίως καταναλισκόμενη ενέργεια, και ακολουθούν η υδροηλεκτρική και η πυρηνική. Η συμμετοχή των υπόλοιπων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ακόμη πολύ μικρή στο παγκόσμιο σύνολο.

Τομείς χρήσης της ενέργειας	1971	2005	2030
Παραγωγή Ηλεκτρισμού	12%	7%	6%
Μεταφορές	33%	49%	52%
Βιομηχανία	31%	27%	24%
Οικιακές, εμπορικές, αγροτικές	24%	17	18%

Πίνακας 10. Ποσοστά χρήσης της ενέργειας ανά τομέα δραστηριοτήτων.

Τέλος σημαντικό είναι να κατανοήσουμε το που ξοδεύουμε την ενέργεια που παίρνουμε. Όπως φαίνεται στον πίνακα 10 το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας καταναλίσκεται σε ποσοστό 76%, αθροιστικά, από τον τομέα των μεταφορών και την βιομηχανία με μικρότερα ποσοστά για τις άλλες χρήσεις. Και η εικόνα αυτή, σύμφωνα με τις προβλέψεις των με την ενέργεια ασχολούμενων διεθνών οργανισμών, δε πρόκειται να μεταβληθεί σημαντικά μέχρι το έτος 2030.

## Επισκόπηση του 2008

Δεδομένης της σπουδαιότητας της ενέργειας διεθνείς και εθνικοί οργανισμοί παρακολουθούν συνεχώς την παραγωγή ενέργειας, τις πηγές από τις οποίες παράγεται, τον τρόπο που καταναλώνεται, τις ποσότητες των εκπεμπόμενων ρύπων καθώς και την διακίνηση μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών. Παράλληλα από την μελέτη των δεδομένων καταρτίζονται σενάρια για τις εξελίξεις των σχετικών μεγεθών στο μέλλον τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην σχεδίαση από τους αρμοδίους φορείς, σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, των κατάλληλων πολιτικών.

Σύμφωνα με την ενεργειακή επισκόπηση του 2008 της Διεθνούς Επιτροπής για την Ενέργεια (International Energy Agency) για τις τάσεις που προέκυψαν από τα μέχρι το έτος 2008 δεδομένα προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- Η διεθνής οικονομική κρίση που εκδηλώθηκε το 2008, οι υψηλές τιμές που για σημαντικό χρονικό διάστημα εκδηλώθηκαν το 2008 και οι ενεργειακές πολιτικές που ακολούθησαν κυρίως οι μεγάλοι παραγωγοί και καταναλωτές άφησαν τα αποτυπώματά τους. Σε γενικές γραμμές φαίνεται ότι η ενεργειακή κατανάλωση θα συνεχίσει να αυξάνεται, μέχρι το 2030 αλλά με μικρότερους ρυθμούς από ότι προέβλεπαν προηγούμενα σενάρια. Η κυριαρχία των ορυκτών καυσίμων θα συνεχίσει να υπάρχει έναντι των άλλων ενεργειακών πηγών.
- Οι αναπτυσσόμενες οικονομίες θα συνεχίσουν να αυξάνουν το μερίδιό τους στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση. Άμεσο αποτέλεσμα της αύξησης αυτής θα είναι και η αύξηση της συνεισφοράς τους στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.
- Με βάση τα σενάρια που μελετώνται και με την υπόθεση ότι οι ακολουθούμενες από τα κράτη ενεργειακές πολιτικές δεν θα αλλάξουν σε σημαντικό βαθμό προκύπτει ότι οι ενεργειακές ανάγκες σε παγκόσμιο επίπεδο θα ανέλθουν μέχρι το 2030 κατά 45% των αναγκών του 2006, γεγονός που ισοδυναμεί με μία μέση αύξηση του 1,6% κάθε χρόνο. Η κάλυψη των ενεργειακών αυτών αναγκών θα προέλθει κατά 80% περίπου από ορυκτά καύσιμα ενώ η συμμετοχή του άνθρακα θα είναι αυξανόμενη με μαγαλύτερους ρυθμούς από ότι τα άλλα καύσιμα. Τα ποσοστά συμμετοχής του Φυσικού Αερίου θα αυξηθούν μόνο οριακά. Η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα αυξηθεί ταχύτερα από κάθε άλλο καύσιμο και αναμένεται μετά το 2010 να ξεπεράσει το ποσοστό συμμετοχής του Φυσικού Αερίου στην συνολική κατανάλωση για παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Στα ποσοστά αύξησης που αναφέραμε προηγούμενα την μερίδα του λέοντος θα έχουν η Κίνα και η Ινδία στις οποίες θα αντιστοιχεί πάνω από το 50% της αναμενόμενης αύξησης. Σημαντικό μερίδιο στην αύξηση με μερίδιο περίπου 11% της παγκόσμιας αύξησης θα έχουν και οι χώρες της Μέσης Ανατολής, που θα καταστούν έτσι σε σημαντικό ενεργειακό καταναλωτή. Το 87% της συνολικής αναμενόμενης αύξησης θα πάει στις χώρες που δεν ανήκουν στον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΑΣΑ η OECD)
- Τα τρία τέταρτα περίπου της αναμενόμενης, πάντοτε σε παγκόσμιο επίπεδο, αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης θα προέλθει από τον τομέα των μεταφορών. Παρά το γεγονός της συνεχούς βελτίωσης των κινητήρων και των καυσίμων η αύξηση του παγκόσμιου στόλου αυτοκινήτων από 650 εκατομμύρια αυτοκίνητα το 2005 σε 1,4 δισεκατομμύρια το 2020 θα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της χρήσης του πετρελαίου στον τομέα των μεταφορών. Δεν αναμένεται να υπάρξει σημαντική αλλαγή από τα μεταφορικά μέσα που χρησιμοποιούν τα παραδοσιακά καύσιμα σε άλλες τεχνολογίες, αν και η εισαγωγή των υβριδικών αυτοκινήτων μπορεί μόνο να μειώσει τον ρυθμό της αναμενόμενης αύξησης της ζήτησης πετρελαίου τα επόμενα χρόνια.
- Η παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου αναμένεται να αυξηθεί από τα 82 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα το 2007 στα περίπου 104 εκατομμύρια το 2030. Το μεγαλύτερο ποσοστό της αύξησης αυτής αναμένεται να προέλθει από τις χώρες του ΟΠΕΚ που από το 44% της συμμετοχής τους το 2007 θα φτάσουν στο 51% το 2030. Ο μεγαλύτερος παραγωγός θα παραμείνει η σαουδική Αραβία αυξάνοντας την παραγωγή της από 10,2 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα στα 15,6 εκατομμύρια βαρέλια. Αντίθετα η παραγωγή των χωρών που δεν ανήκουν στον ΟΠΕΚ είναι ήδη στο μέγιστο της δυνατότητας τους και τις επόμενες δεκαετίες αναμένεται μείωση της παραγωγής τους. Η αύξηση στην ζήτηση πετρελαίου μπορεί να μετριαστεί από την αλλαγή πολιτικής σε ότι αφορά την μεγαλύτερη χρήση βιοκαυσίμων, όπως ήδη γίνεται στις ΗΠΑ και την ΕΕ.
- Η οικονομική ανάπτυξη, που παραμένει η βασική αιτία ζήτησης πετρελαίου, εξηγεί την μεγαλύτερη ζήτηση από τις χώρες που δεν ανήκουν στον ΟΟΣΑ.
- Η φυσιολογική μείωση της παραγωγής από τα υπάρχοντα πετρελαιοφόρα κοιτάσματα με την πάροδο το χρόνου οδηγούν στην ανάγκη επενδύσεων για την αναπλήρωση των κενών που θα προκύψουν, είτε με την ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων είτε με άλλες τεχνολογίες.

- Η αύξηση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων θα έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που εάν δεν υπάρξουν πολιτικές μείωσης τους αναμένεται να διπλασιαστούν μέχρι το τέλος του τρέχοντος αιώνας με προβλεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας κατά 6 °C.
- Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> εξαιτίας της ενεργειακής βιομηχανίας αναμένεται, αν δεν υπάρξουν δραστικές αλλαγές, να αυξηθούν μέχρι το 2030 κατά 45%, φθάνοντας από 28x10<sup>9</sup> τόνους το 2006 τους 41 x10<sup>9</sup> τόνους. Συνολικά οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένων και των μη ενεργειακών εκπομπών, αναμένεται να φτάσουν τους 60 x10<sup>9</sup> τόνους ισοδυνάμου διοξειδίου του άνθρακα από 44 x10<sup>9</sup> τόνους που ήσαν το 2005, δηλαδή μια αύξηση κατά 35% περίπου.
- Τα τρία τέταρτα της αναμενόμενης αύξησης των εκπομπών θα προέλθει από την Κίνα, την Ινδία και την Μέση Ανατολή, άμεσο αποτέλεσμα της αυξημένης συμμετοχής τους στην αύξηση κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων. Το 97% της αναμενόμενης αύξησης θα προέλθει από τις χώρες που δεν ανήκουν στον ΟΑΣΑ, για τους λόγους που και προηγούμενα αναφέραμε. Το μεγαλύτερο δε ποσοστό των αυξήσεων αυτών θα προέλθει από τις πόλεις ως αποτέλεσμα της έντονης αστικοποίησης στις προαναφερθείσες περιοχές.
- Το 70% των ρύπων θα προέλθουν από τον τομέα των μεταφορών και της ηλεκτροπαραγωγής..
- Τα τρία τέταρτα της αναμενόμενης αύξησης της ηλεκτροπαραγωγής μέχρι το 2020 και περισσότερο από το μισό μέχρι το 2030 θα προέλθει από ήδη λειτουργούντα εργοστάσια. Αυτό σημαίνει ότι ακόμη και αν κατασκευαστούν νέα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής χωρίς εκπομπές CO<sub>2</sub> αυτό δεν θα δώσει παρά μία μικρή μόνο μείωση, κατά 25%, από την παραπάνω πρόβλεψη για τις εκπομπές μέχρι το 2020. Απαιτούνται επομένως ισχυρές δράσεις για την αντιμετώπιση του ρυθμού αύξησης αερίων του θερμοκηπίου που προβλέπει το σενάριο. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να ληφθούν μέτρα τουλάχιστον σταθεροποίησης των εκπομπών και αλλαγής γενικώτερα του ενεργειακού συστήματος.

Από τα προηγούμενα προκύπτει μία μάλλον ζοφερή κατάσταση για το μέλλον, εάν τα κράτην δεν σχεδιάσουν εγκαίρως τις απαραίτητες πολιτικές και προχωρήσουν στην λήψη δραστικών μέτρων μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου, διατηρώντας όμως τα επίπεδα ανάπτυξης των αναπτυσσόμενων χωρών από τις οποίες όπως προηγούμενα περιγράφηκε θα προέλθει το πρόβλημα.

## Ενεργειακά αποθέματα

Στά προηγούμενα είδαμε ότι οι πηγες ενέργειας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τις Ανανεώσιμες και τις Μη Ανανεώσιμες πηγές. Όπως και από το όνομα της κατηγορίας προκύπτει οι Ανανεώσιμες πηγές είναι εκείνες η χρήση των οποίων δεν οδηγεί σε μείωση των δυνατοτήτων τους να παράγουν ενέργεια. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι παράγουν ενέργεια με ένα σταθερό ρυθμό. Η ενέργεια που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές εξαρτάται από τις φυσικές και κλιματικές συνθήκες αλλά όχι από την χρήση που τους κάνει ο άνθρωπος. Π.χ. η ηλιακή ενέργεια θα υπάρχει εφόσον υπάρχει ο ήλιος.

Η δυνατότητα παραγωγής βιοκαυσίμων υπάρχει εξαιτίας της δυνατότητας των φυτών να αναπτύσσονται με το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης. Με τη σειρά της και η φωτοσύνθεση θα γίνεται όσο υπάρχει ο ήλιος και όσο υπάρχουν φυτά. Ο άνεμος και η βροχή, που και αυτά είναι αποτελέσματα της ηλιακής ενέργειας, μας δίνουν την Αιολική και την Υδροδυναμική ενέργεια. Γνωρίζουμε όμως ότι κάθε τόπος στην Γή έχει ηλιοφάνεια μόνο ένα μέρος της ημέρας και όταν οι καιρικές συνθήκες, δηλαδή τά σύννεφα, το επιτρέπουν. Επομένως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι βασίζονται σε φαινόμενα που θα υπάρχουν και επομένως είναι ανεξάντλητες. Ο τρόπος χρήσης είναι μιά διαφορετική παράμετρος που εξαρτάται από τις τεχνολογικές δυνατότητες που έχουμε προκειμένου να τις εκμεταλλευτούμε με το καλύτερο και πλέον αποδοτικό τρόπο. Τα ίδια ισχύουν και για το Υδρογόνο η την Γεωθερμία ως πηγών ενέργειας.

Η κατάσταση όμως διαφέρει για τα ορυκτά καύσιμα και την πυρηνική ενέργεια. Τα πρώτα, δηλαδή το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας δημιουργήθηκαν με φυσικοχημικές διαδικασίες που διήρκεσαν πολλά εκατομμύρια έτη. Οι καταναλισκόμενες ποσότητες δεν αναπληρούνται και επομένως η χρήση τους σταδιακά θα οδηγήσει στην εξάντληση των αποθεμάτων που υπάρχουν. Για την πυρηνική ενέργεια από σχάση χρειαζόμαστε ποσότητα σχάσιμου υλικού π.χ. Ουρανίου 235 ή άλλων, ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία. Τα χημικά αυτά στοιχεία όμως που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα στους πυρηνικούς αντιδραστήρες σχάσης επίσης δημιουργήθηκαν ως αποτέλεσμα διαδικασιών που κράτησαν δισεκατομμύρια χρόνια, από την αρχή της δημιουργίας του σύμπαντος μέχρι την εποχή που η Γη απετέλεσε ένα ανεξάρτητο ουράνιο σώμα στο πλανητικό σύστημα του ήλιου. Προφανώς σήμερα στην γη δεν υπάρχουν συνθήκες δημιουργίας στοιχείων τα οποία για οποιονδήποτε λόγο καταστρέφονται. Επομένως τα πυρηνικά καύσιμα που απαιτούνται στις διαδικασίες σχάσης των ανατιδραστήρων παραγωγής ενέργειας μεταστοιχειώνονται, σαν αποτέλεσμα των πυρηνικών αντιδράσεων, και δεν υπάρχει δυνατότητα αναπλήρωσής τους.

Για τους λόγους αυτούς τα καύσιμα αυτά που τα αποθέματά τους βαίνουν συνεχώς μειούμενα με ρυθμούς που εξαρτώνται από την χρήση τα ονομάζουμε μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Όπως στα προηγούμενα κεφάλαια έχουμε αναφέρει τα ορυκτά καύσιμα αποτελούν τα πλέον διαδεδομένα καύσιμα στην εποχή μας και θα τα αποτελούν για πολλές δεκαετίες ακόμα. Σημαντικό μερίδιο στο ενεργειακό ισοζύγιο έχει και η Πυρηνική ενέργεια. Είναι επομένως κρίσιμη παράμετρος τα ενεργειακά προβλήματα ο προσδιορισμός των αποθεμάτων που υπάρχουν σε παγκόσμιο αλλά και τοπικό επίπεδο, για τις μη ανανεώσιμες πηγές. Ο προσδιορισμός των αποθεμάτων μαζί με τον προσδιορισμό της χρήσης τους, που ήδη μελετήσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, θα μας δώσει μία εκτίμηση του χρόνου εξάντλησης των μη ανανεώσιμων πηγών. Ο χρονικός αυτός προσδιορισμός είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος για τον ενεργειακό σχεδιασμό των αρμοδίων διεθνών και εθνικών φορέων και της εν γένει πολιτικής που θα πρέπει να αναπτυχθούν.

Οι διεθνείς οργανισμοί που ασχολούνται με την ενέργεια συλλέγουν συνεχώς πληροφορίες για την εξόρυξη, διακίνηση και κατανάλωση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ώστε να είναι σε θέση να καθορίσουν τα χρονικά περιθώρια που αυτά θα είναι διαθέσιμα. Έτσι, π.χ. η Ευρωπαϊκή Ένωση στην ιστοσελίδα της για τα σχετικά με την ενέργεια θέματα δίνει πληροφορίες για την ανά κάθε στιγμή κατανάλωση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το ύψος των αποθεμάτων και την, με βάση την τρέχουσα κατανάλωση, διάρκεια ζωής των αντίστοιχων καυσίμων. Οι πληροφορίες αυτές για τις τέσσερις μη ανανεώσιμες πηγές καυσίμων δίνονται στον πίνακα 27.

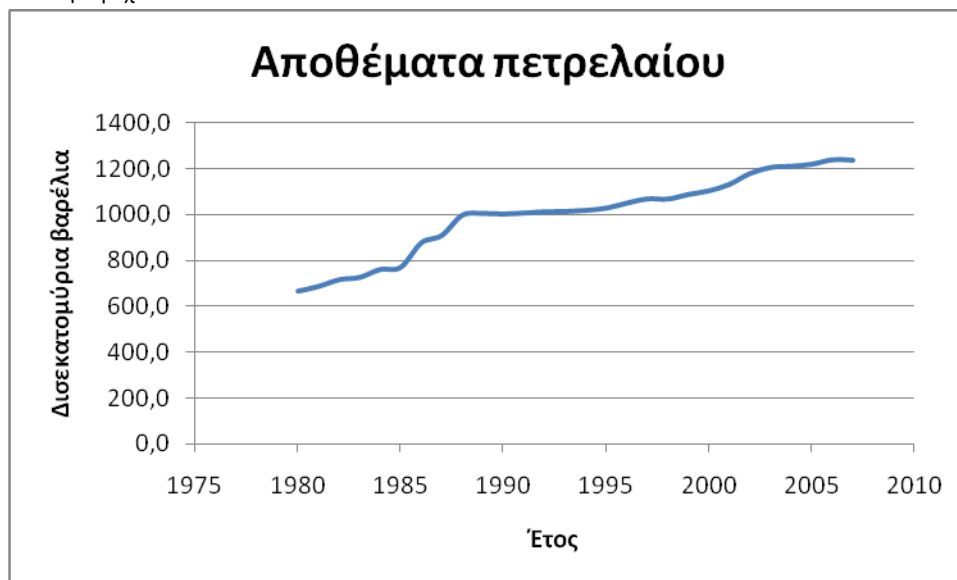
<b>ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (σε κυβικά μέτρα)</b> Συνολικά αποθέματα την 1 <sup>η</sup> Ιανουαρίου 2008 <b>177.358.076.558.404</b> Παγκόσμια χρήση ανά δευτερόλεπτο <b>92.653</b> Εκτίμηση ημερομηνίας εξάντλησης : <b>2068</b>	<b>ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ (σε βαρέλια)</b> Συνολικά αποθέματα την 1 <sup>η</sup> Ιανουαρίου 2008 <b>1.237.875.464.626</b> Παγκόσμια χρήση ανά δευτερόλεπτο <b>986</b> Εκτίμηση ημερομηνίας εξάντλησης : <b>2047</b>
<b>ΑΝΘΡΑΚΑΣ (σε τόνους)</b> Συνολικά αποθέματα την 1 <sup>η</sup> Ιανουαρίου 2008 <b>847.488.000.000</b>	<b>ΟΥΡΑΝΙΟ (σε τόνους U-235)</b> Συνολικά αποθέματα την 1 <sup>η</sup> Ιανουαρίου 2008 <b>18.230</b>

Παγκόσμια χρήση ανά δευτερόλεπτο <b>203</b>	Παγκόσμια χρήση ανά δευτερόλεπτο <b>0,0000042222017</b>
Εκτίμηση ημερομηνίας εξάντλησης : <b>2140</b>	Εκτίμηση ημερομηνίας εξάντλησης : <b>2144</b>

**Σχήμα 27. Αποθέματα και έτος εξάντλησης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.**

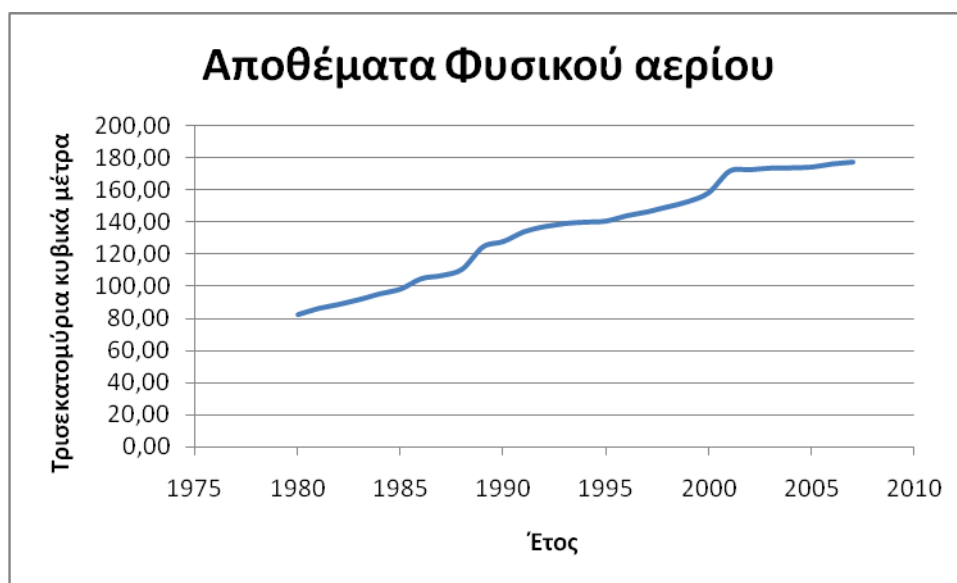
Ειδικότερα ανά είδος καυσίμου η εικόνα περιγράφεται παρακάτω.

Σε ότι αφορά το πετρέλαιο, σχήμα 28, φαίνεται ότι χρονικά και παρά την εντατική παραγωγή πετρελαίου τα αποθέματα βαίνουν ελαφρά αυξανόμενα. Αυτό οφείλεται στην ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων. Γενικά όμως η εξέλιξη θα είναι η εξάντληση των αποθεμάτων μέσα στην τρέχουσα εκατονταετία.



**Σχήμα 28. Χρονική εξέλιξη των αποθεμάτων πετρελαίου από το 1980.**

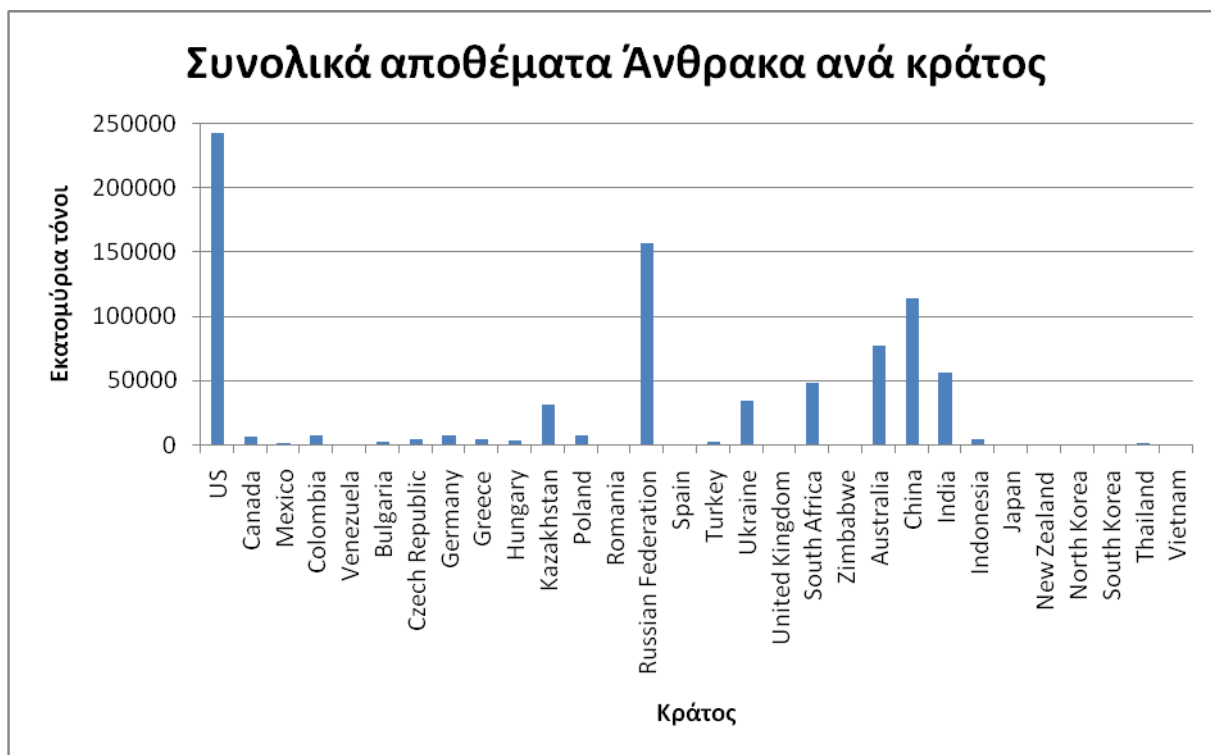
Θα πρέπει να σημειωθεί ότι εκτός της ανακάλυψης νέων κοιτασμάτων υπάρχουν και κοιτάσματα που είναι μεν γνωστά, αλλά η εξόρυξη τους με τις τρέχουσες τιμές της αγοράς είναι μη συμφέρουσα. Θα καταστεί συμφέρουσα όταν οι τιμές οδηγηθούν σε υψηλά επίπεδα για οποιοδήποτε λόγο.



**Σχήμα 29. Χρονική εξέλιξη των αποθεμάτων φυσικού αερίου από το 1980**

Παρόμοια εικόνα με εκείνη του πετρελαίου παρουσιάζει και το Φυσικό αέριο, τα αποθέματα του οποίου αυξάνονται λόγω της ανακάλυψης νέων κοιτασμάτων. Η συνεχώς όμως εντεινόμενη χρήση του, επειδή είναι φτηνότερο και περιβαλλοντικά καλύτερο από τα υπόλοιπα ορυκτα καύσιμα, θα οδηγήσει σύμφωνα με τις εκτιμήσεις στην εξάντληση του μέσα στην τρέχουσα εκατονταετία.

Το τρίτο από τα ορυκτά καύσιμα, ο άνθρακας, φαίνεται να έχει, σε παγκόσμιο επίπεδο, ένα χρόνο ζωής μεγαλύτερο κατά 100 περίπου χρόνια από των άλλων δύο ορυκτών καυσίμων. Από το σχήμα 30 φαίνεται ότι στο σύνολο των καρτών που διαθέτουν κοιτάσματα άνθρακα, οποιασδήποτε μορφής, οι μεγάλοι πρωταθλητές είναι οι ΗΠΑ ακολουθούμενες από την Ρωσία και την Κίνα με τις υπόλοιπες χώρες να συμμετέχουν με πολύ μικρότερα ποσοστά.



**Σχήμα 30. Αποθέματα άνθρακα ανά κράτος.**

Τέλος απομένει το τελευταίο καύσιμο που ανήκει στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το Ουράνιο και ιδιαίτερα το  $U^{235}$ , που αποτελεί το σχάσιμο στοιχείο στους συνήθεις πυρηνικούς αντιδραστήρες ισχύος. Όπως φαίνεται από τα δεδομένα του πίνακα 27 με την τρέχουσα εικόνα των λειτουργούντων και υπό κατασκευή πυρηνικών αντιδραστήρων το  $U^{235}$  θα εξαντληθεί μέχρι το έτος 2144. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι ήδη έ4χουν αναπτυχθεί νέες τεχνολογίες πυρηνικών αντιδραστήρων που δεν απαιτούν το Ουράνιο-235 για την λειτουργία τους, ούτε καν Ουράνιο, οι οποίοι παρουσιάζουν και πλεονεκτήματα σε σχέση με τους κλασσικής τεχνολογίας αντιδραστήρες, σε ότι αφορά την παραγωγή πυρηνικών αποβλήτων και την επικινδυνότητα που απορρέει από την λειτουργία τους. Τα θέματα αυτά θα εξετασθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Σε ότι αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η διαθεσιμότητα τους δεν εξαρτάται από την κατανάλωση τους, με την έννοια ότι συνδέονται άμεσα με φυσικές διαδικασίες στην Γη και την ενέργεια που η Γη λαμβάνει από τον Ήλιο. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι είναι πάντοτε διαθέσιμες και στις επιθυμητές ποσότητες. Π.χ τα υδροδυναμικά φράγματα δίνουν ενέργεια εφόσον έχουν νερό. Το νερό όμως εξαρτάται από τις βροχοπτώσεις και επομένως σε μια εκτεταμένη περίοδο ξηρασίας το νερό στους ταμιευτήρες θα μειωθεί καθιστώντας το όλο σύστημα ανενεργό ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το πρόβλημα όμως θα αποκατασταθεί όταν γεμίσουν πάλι οι ταμιευτήρες. Για τα βιοκαύσιμα χρειάζεται να καλλιεργηθούν φυτά. Εάν όμως κάποια στιγμή η παραγωγή παρουσιάσει πρόβλημα τότε αυτό θα έχει επιπτώσεις στην διαθεσιμότητα των βιοκαυσίμων. Σε κάθε περίπτωση όμως τα προβλήματα που παρουσιάζονται δεν είναι μη αναστρέψιμα και δεν οδηγούν στην εξάντληση των πρώτων υλών όπως συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα και την πυρηνική ενέργεια.

# Η ενέργεια και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον

## Το ενεργειακό ισοζύγιο του Ήλιου

Στα προηγούμενα αναφερθήκαμε αρκετές φορές στις επιδράσεις των τρόπων παραγωγής ενέργειας στο κλίμα και τις αλλαγές που έχουν επέλθει ή προβλέπεται να επέλθουν.

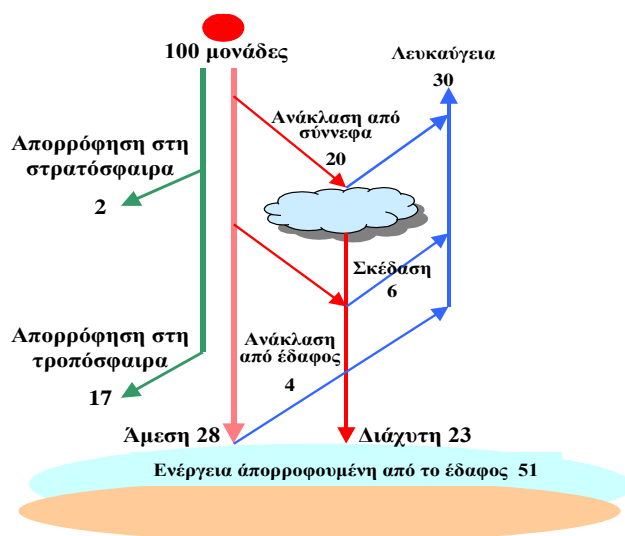
Όλοι γνωρίζουμε και ενημερωνόμαστε για τον καιρό στην περιοχή που ζούμε ή σε άλλες περιοχές, ακόμα και πολύ μακριά, όταν επικρατούν ακραίες συνθήκες που προκαλούν γενικότερο ενδιαφέρον. Ο καιρός είναι η κατάσταση της ατμόσφαιρας ως προς τη θερμοκρασία, την υγρασία, την κίνηση και τη νέφωσή της. Τα καιρικά φαινόμενα συμβαίνουν στην Υδρόσφαιρα και την Τροπόσφαιρα και οφείλονται στις διαφορές μεταξύ των διαφόρων παραμέτρων που περιγράφουν τον καιρό μεταξύ διαφόρων περιοχών. Οι διαφορές αυτές προκαλούνται από τον διαφορετικό τρόπο που απορροφάται η ενέργεια, στην ατμόσφαιρα, την ξηρά και τη θάλασσα, που φτάνει στη Γη από τον Ήλιο.

Ο καιρός διαφέρει από τόπο σε τόπο και μεταβάλλεται χρονικά. Σαν όρος αναφέρεται στην τρέχουσα κατάσταση της ατμόσφαιρας. Αν όμως ο καιρός είναι κάτι το ευμετάβλητο σε μέσες τιμές των παραμέτρων που περιγράφουν τον καιρό, ο μέσος καιρός, σε μια μεγάλη χρονική περίοδο εμφανίζει μια σταθερότητα. Υπό την έννοια αυτή ο μέσος καιρός ονομάζεται κλίμα.

Σε μεγάλο βαθμό οι ατμοσφαιρικές μεταβολές είναι εκείνες που καθορίζουν τις καιρικές καταστάσεις και κατά συνέπεια το κλίμα. Η ατμόσφαιρα της Γης είναι ένα αέριο κέλυφος που περιβάλλει τη Γη και που συγκρατείται από τη βαρύτητα της Γης. Ο αέρας περιέχει 78,08% κ.β Άζωτο, 20,95% κ.β Οξυγόνο, 0,93% κ.β Αργό, 0,038% κ.β Διοξείδιο του άνθρακα και μικρότερες ποσότητες άλλων αερίων. Στην ατμόσφαιρα περιέχεται επίσης, σε μεταβλητές ποσότητες, κατά μέσο όρο υδρατμοί 1%κ.β.

Η ατμόσφαιρα της Γης παίζει σημαντικότατο ρόλο στην ύπαρξη ζωής επί της Γης γιατί απορροφά την επικίνδυνη υπεριώδη ακτινοβολία του Ήλιου, (στρώμα όζοντος) κρατά θερμή την επιφάνεια της Γης συγκρατώντας μέρος της από τη Γη εκπεμπόμενης ακτινοβολίας (φαινόμενο του θερμοκηπίου) και εξομαλύνοντας τις θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ ημέρας και νύχτας. Η ζωή στη Γη αναπτύχθηκε με βάση τα παραπάνω περιγραφέντα φαινόμενα. Είναι διαπιστωμένο ότι στην πάροδο των αιώνων οι κλιματικές συνθήκες μεταβλήθηκαν πολλές φορές. Πάντοτε όμως οι αλλαγές ήσαν αργές και έδιναν χρόνο στους ζωντανούς οργανισμούς να προσαρμοστούν στις μεταβαλλόμενες συνθήκες.

Για να κατανοήσει κανείς τους λόγους για τους οποίους κάποιες πηγές ενέργειας προκαλούν αλλαγές στο κλίμα αρκεί να μελετήσει το σχήμα 13 το οποίο δείχνει το, υπό κανονικές συνθήκες, ισοζύγιο της ενέργειας που από τον Ήλιο προσπίπτει στη Γη και εκπέμπεται από αυτή. Όπως φαίνεται στο σχήμα στο έδαφος φτάνει περίπου το 51% της Ηλιακής ακτινοβολίας, το 19% περίπου απορροφάται στην στρατόσφαιρα και την τροπόσφαιρα ενώ το 30% επανεκπέμπεται ανακλώμενο στα νέφη (~ 20%) και την ξηρά (~ 10%).



### Σχήμα 31. Σχηματική αναπαράσταση του ενεργειακού ισοζυγίου του Ηλίου

Σύμφωνα με τα παραπάνω η προσπίπτουσα από τον Ήλιο ακτινοβολία θερμαίνει την ατμόσφαιρα και την ξηρά η θάλασσα. Από την άλλη πλευρά όμως υπάρχουν μηχανισμοί που προξενούν πτώση της θερμοκρασίας της Γης. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι κυρίως η θερμική εκπομπή ακτινοβολίας, περίπου 10 μm μήκους κύματος, που ανέρχεται στα 390 w/m<sup>2</sup>, όταν η μέση προσπίπτουσα ισχύς είναι 343 w/m<sup>2</sup>. Αυτό σημαίνει ότι η Γη γρήγορα θα εψύχεται αν δεν υπήρχε το φαινόμενο του θερμοκηπίου που συγκρατεί μέρος (~90%) της κατ' αυτό τον τρόπο εκπεμπόμενης ακτινοβολίας. Ο έτερος μηχανισμός είναι από την εξάτμιση των υδάτων των ωκεανών. Η λανθάνουσα θερμότητα που εμπεριέχεται στους υδρατμούς αποδίδεται στην ατμόσφαιρα όταν οι υδρατμοί συμπυκνώνονται όταν δημιουργείται βροχή. Κατά μέσο όρο περί τα 78 w/m<sup>2</sup> χάνονται λόγω εξάτμισης. Η ατμόσφαιρα με τη σειρά της ψύχεται με εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας στο διάστημα.

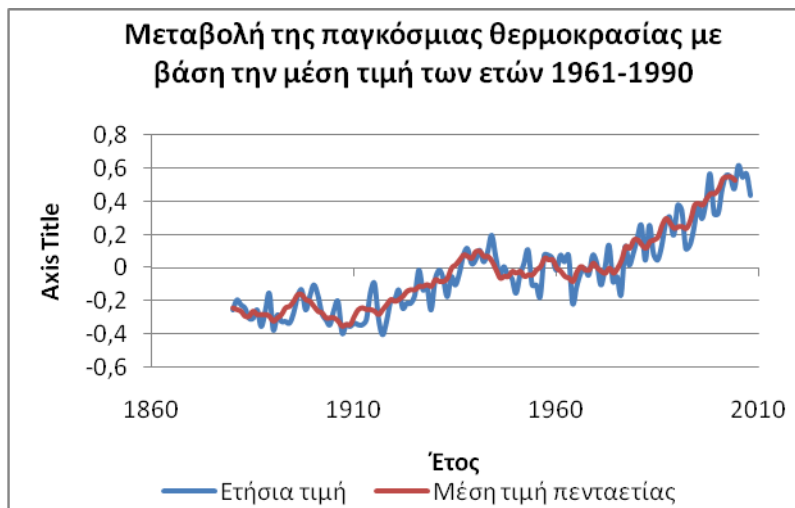
## Τα αέρια του θερμοκηπίου και η κλιματική αλλαγή

Όπως αναφέραμε, διάφορα αέρια, τα ονομαζόμενα αέρια του θερμοκηπίου, συγκρατούν την από την Γη εκπεμπόμενη θερμότητα και διατηρούν ικανοποιητικές συνθήκες για την ζωή πάνω σαυτή. Να σημειωθεί ότι χωρίς τα αέρια του θερμοκηπίου η θερμοκρασία της Γης θα ήταν περίπου -18 °C. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι αέρια τα μόρια των οποίων αποτελούνται από τρία ή περισσότερα άτομα και τα οποία απορροφούν την υπέρυθη ακτινοβολία και όχι την ορατή. Τα κυριότερα αέρια είναι οι υδρατμοί, το διοξείδιο του ανθρακα , το μεθάνιο και τα οξείδια του Αζώτου.

Οι υδρατμοί (H<sub>2</sub>O) είναι το πλέον σημαντικό αέριο που η συνεισφορά του αυξάνει κατά 30 °C Σπερίπου την θερμοκρασία της γης. Το αμέσως επόμενο σε σπουδαιότητα αέριο είναι το διοξείδιο του ανθρακα, στο οποίο πολλές φορές έχουμε ήδη αναφερθεί. Εκτιμάται ότι ο χρόνος ζωής του ( CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα είναι μεταξύ 5-100 χρόνια. Το επόμενο αέριο είναι το Μεθάνιο (CH<sub>4</sub>). Παίζει σημαντικό ρόλο στην χημεία της ατμόσφαιρας και το κλίμα. Έχει χρόνο ζωής περί τα 10 χρόνια και συμμετέχει στη ρύθμιση του όζοντος (O<sub>3</sub>) στην τροπόσφαιρα και στον στρατοσφαιρικό κύκλο του ύδατος. Τα τελευταία 200 χρόνια το τροποσφαιρικό μεθάνιο έχει περίπου διπλασιαστεί. Το οξείδιο του Αζώτου (N<sub>2</sub>O) επηρεάζεται από τις ποσότητες που εκπέμπονται από τους ωκεανούς και τις ανταλλαγές μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Τουλάχιστον το 1/3 όλων των εκπομπών N<sub>2</sub>O στην ατμόσφαιρα προέρχεται από τους ωκεανούς. Ολιγότερο σημαντικά αέρια είναι το τροποσφαιρικό O<sub>3</sub> και διάφορες φθοριούχες ενώσεις.

Συνολικά, αν η θερμότητα της Γης εξαρτάτο μόνο από τα αέρια του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία της Γης θα ήταν πολύ υψηλότερη, περίπου 67 °C. Αυτό όμως δε συμβαίνει γιατί το νερό, κυρίως από τις τροπικές θάλασσες, εξατμίζεται απορροφώντας θερμότητα, λανθάνουσα θερμότητα, ώστε η θερμοκρασία της Γης να είναι χαμηλότερη, στα επίπεδα που καθιστούν δυνατή τη ζωή. Είναι επομένως κατανοητό ότι η ανθρώπινη επέμβαση στη φύση, δηλαδή η μεταβολή, και μάλιστα με γρήγορους ρυθμούς, των παραμέτρων που ρυθμίζουν το κλίμα θα δημιουργεί αλλαγές μη συμβατές με τη ζωή, όπως τουλάχιστον τη γνωρίζουμε σήμερα. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι από τα πλέον σημαντικά στη διατήρηση της ισορροπίας στον πλανήτη μας.

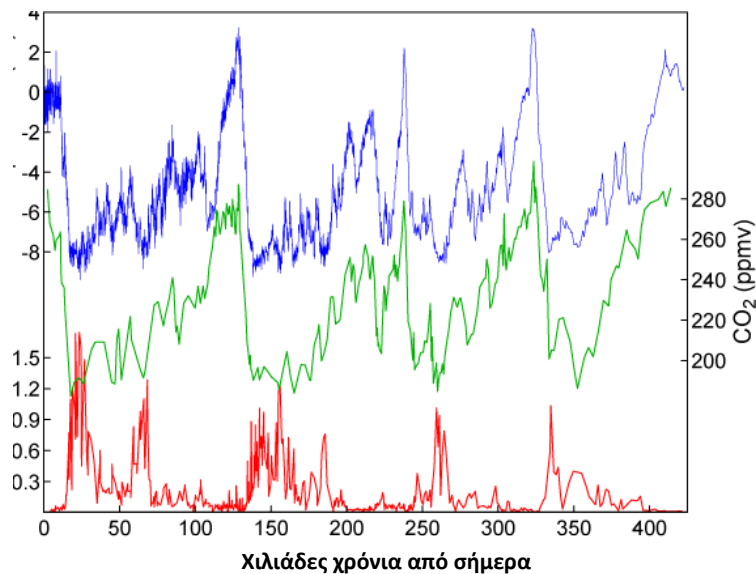
Το ερώτημα που τίθεται τώρα είναι αν η κλιματική αλλαγή για την οποία μιλάμε σήμερα είναι μια καινούργια κατάσταση ή έχει συμβεί και στο παρελθόν. Τα τελευταία 150 χρόνια οι επιστήμονες παρακολουθούν με όργανα τις καιρικές παραμέτρους και έτσι μεταξύ των άλλων έχουμε καταγραφή της θερμοκρασίας που δείχνει πως μετεβλήθη η θερμοκρασία στο χρονικό αυτό διάστημα.



Σχήμα 32. Μεταβολή θερμοκρασίας από ενόργανες μετρήσεις την περίοδο 1880-2008

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 14 με την είσοδο της ανθρωπότητας στην λεγόμενη βιομηχανική εποχή, που άρχισε η εντατική χρησιμοποίηση των ορυκτών καυσίμων υπάρχει μία συστηματική, σε μέσες τιμές, αύξηση της θερμοκρασίας της Γης. Η αύξηση αυτή κατέστη ταχύτερη μετά το 1960.

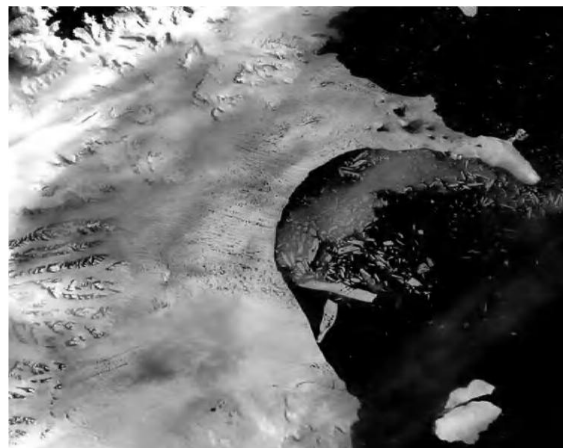
Η επιστήμη όμως έχει αναπτύξει μεθόδους με τις οποίες μπορεί να μελετήσει τις κλιματικές συνθήκες για πολύ μεγαλύτερες χρονικές περιόδους της ιστορίας της Γης, πολλές χιλιάδες χρόνια πριν από σήμερα. Οι μέθοδοι αυτές βασίζονται στη μελέτη παλαιών πάγων, των δακτυλίων των δέντρων, τα ιζήματα, των κοραλιών και πετρωμάτων από τα οποία μπορεί κανείς να συμπεράνει τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν στο παρελθόν. Η παλαιοκλιματολογία, όπως ονομάζεται ο κλάδος της επιστήμης που μελετά το κλίμα του παρελθόντος, έχει δείξει ότι στο παρελθόν υπήρξαν περίοδοι ψύξης και περίοδοι θέρμανσης του πλανήτη μας.



Σχήμα 33. Η θερμοκρασία, η συγκέντρωση CO<sub>2</sub> και σκόνης από το καρότο του Vostok

Στο σχήμα 15 φαίνονται τα αποτελέσματα από μετρήσεις σε δείγματα πάγων, από διάφορα βάθη και άρα διάφορες χρονικές περιόδους, της περιοχής Vostok της Ρωσίας σχετικά με την θερμοκρασία, την συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα και της σκόνης για μία περίοδο 450.000 έτων στο παρελθόν από σήμερα. Από το διάγραμμα είναι φανερή η συσχέτιση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα με την θερμοκρασία, αφού οι δύο αυτές καμπύλες συμβαδίζουν. Το σχήμα δείχνει επίσης ότι κλιματικές αλλαγές συνέβησαν και στο παρελθόν αρκετές φορές. Οι μεταβολές αυτές όμως σφειλονταν σε φυσικά αίτια και όχι σε ανθρωπογενείς παράγοντες. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα τελευταία 600 εκατομύρια χρόνια το διοξείδιο του άνθρακα κυμάνθηκε από τιμές μικρότερες των 200 ppm μέχρι και τιμές μεγαλύτερες των 5000 ppm εξαιτίας γεωλογικών φαινομένων και μεγάλης κλίμακας βιοφυσικών μεταβολών.

Στην προβιομηχανική εποχή η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> ήταν περί τα 280 ppm και σήμερα, εξαιτίας της εντατικής χρήσης των ορυκτών καυσίμων έφτασε να είναι το 2005 379 ppm. Η μεταβολή αυτή είναι μια πολύ μεγάλη μεταβολή για το χρονικό διάστημα στο οποίο συνέβη. Συνολικά σήμερα τα επίπεδα συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα είναι τα υψηλότερα στα τελευταία 750.000 χρόνια. Από τις μετρήσεις που συστηματικά διενεργούνται πλέον από τους αρμόδιους φορείς και τους παγκόσμιους οργανισμούς φαίνεται η αύξηση να είναι περί τα 2-3 ppm/χρόνο. Αν διατηρηθεί αυτός ο ρυθμός μέχρι το 2100 εκτιμάται ότι η συγκέντρωση θα ξεπεράσει τα 600 ppm. Δεδομένου δε ότι εκτός του διοξειδίου υπάρχει και αύξηση του μεθανίου και άλλων αερίων του θερμοκηπίου αναμένεται η θερμοκρασία να αυξηθεί μέχρι και 5,6 °C πάνω από την σημερινή μέση θερμοκρασία της γης.



**Σχήμα 34. Φωτογραφία που δείχνει την αποκόλληση τμήματος παγόβουνου στην ανταρκτική ηλικίας 12000 ετών.**

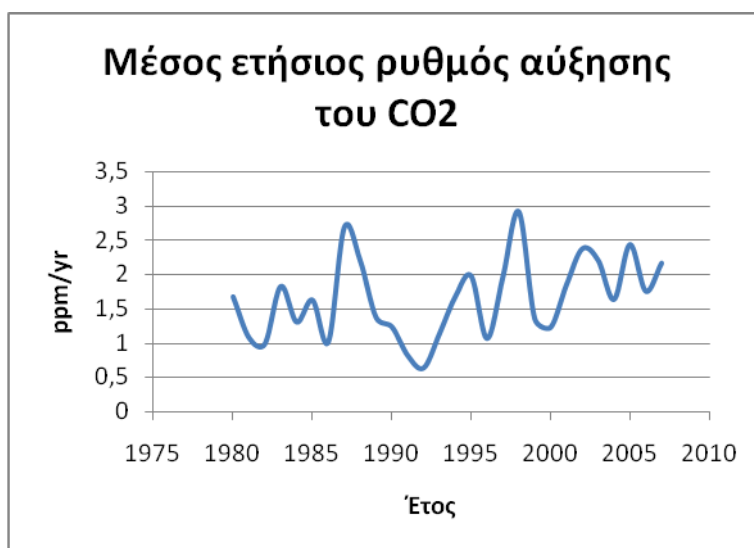
Η αύξηση επομένως των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου έχει σαν αποτέλεσμα την κατακράτηση μεγαλύτερων από το φυσιολογικό ποσοτήτων θερμότητας με κίνδυνο να αποσυντονιστεί το σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας στην Γη με αποτέλεσμα την κλιματική αλλαγή και μιά δυσμενή σειρά επιπτώσεων στο οικοσύστημα.

## Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

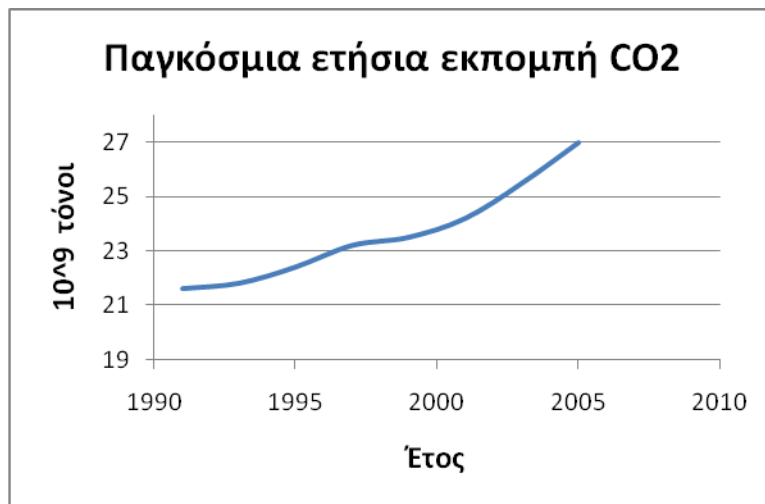
Σήμερα έχει γίνει πλέον κοινά αποδεκτό ότι η χρήση των ορυκτών καυσίμων και η έκλυση μεγάλων ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα έχει ήδη οδηγήσει σε ορατά αποτελέσματα τα οποία θα επιδεινωθούν αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

Σύμφωνα με τον IPCC η σε παγκόσμιο επίπεδο αύξηση της θερμοκρασίας έχει επιταχυνθεί από το 1990 με τα εξής αποτελέσματα.

- Αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά 0,3 -0,6 °C. Τα αποτελέσματα της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας εκτός του συνολικά θερμότερου κλίματος θα οδηγήσουν σε αύξηση της στάθμης των θαλασσών (κατά 10-25 cm), μείωση του πάγου και του χιονιού (τα τελευταία 50 χρόνια οι πάγοι έγιναν λεπτότεροι κατά 40%), αλλαγή του χαρτη βροχόπτωσης σε διάφορες περιοχές και περισσότερα ακραία καιρικά φαινόμενα με αποτέλεσμα προβλήματα στην γεωργία και άρα την ομαλή τροφοδοσία σε τρόφιμα και άλλα γεωργικά προϊόντα..
- Οι κλιματικές αλλαγές θα επηρεάσουν τα φυσικά οικοσυστήματα, κυρίως εξαιτίας της θέρμανσης. Η Άνοιξη έρχεται νωρίτερα και διάφορα ζώα και φυτά μεταναστεύουν σε πιο κρύες περιοχές.



**Σχήμα 35. Μέσος ετήσιος, παγκοσμίως, ρυθμός μεταβολής του CO<sub>2</sub>**



Σχήμα 36. Ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> παγκοσμίως σε δισεκατομμύρια τόρους.

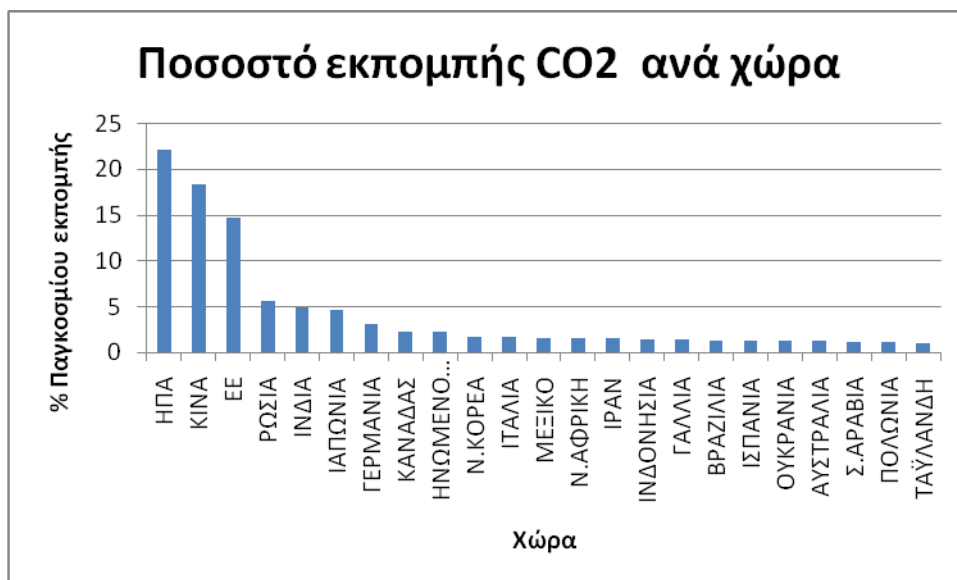
- Η αύξηση της στάθμης των θαλασσών θα έχει σαν αποτέλεσμα την κατάκλυση από θάλασσα πολλών παράκτιων περιοχών και εξαφάνιση από τον χάρτη ολόκληρων νησιών, όπως π.χ. η Βενετία.
- Η μείωση των παράκτιων περιοχών και εξαφάνιση νησιωτικών περιοχών θα έχει σαν αποτέλεσμα την μετακίνηση πληθυσμών προς τα ενδότερα, απώλεια καλλιεργήσιμων εδαφών και επομένως δημιουργία οικονομικής φύσεως προβλημάτων.
- Οι ανθρωπογενείς εκπομπές τως αερίων του θερμοκηπίου από το 1970 μέχρι το 2004β έχουν αυξηθεί κατά 70%.

Όπως και προηγούμενα αναφέραμε τέτοιες μεταβολές συνέβησαν και στο παρελθόν εξαιτίας φυσικών φαινομένων. Οι ανθρωπογενείς όμως επιδράσεις έχουν οδηγήσει σε ρυθμούς αύξησης πολύ ταχύτερους.

Εάν αντιπαραθέσει κανείς τις καμπύλες αύξησης του πληθυσμού, της συκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα και των θερμοκρασιακών μεταβολών θα διαπιστώσει ότι και τα τρία αυτά μεγέθη συσχετίζονται. Προφανώς η συσχέτιση οφείλεται στο γεγονός ότι η αύξηση του πληθυσμού της Γης και η άνοδος του πολιτισμικού επιπέδου συνεπάγεται μεγαλύτερη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και άρα αύξηση της θερμοκρασίας.

Είναι προφανές ότι τα αναμενόμενα αποτελέσματα μπορεί να είναι πολύ καταστροφικά. Θα πρέπει επομένως να ληφθούν μέτρα για μείωση των ανθρωπογενών επιδράσεων. Το ερωτήμα είναι με ποιόν τρόπο μπορεί να επέλθει μείωση της χρήσης των κυρίως υπεύθυνων για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ορυκτών καυσίμων. Είδαμε ότι σημαντικό μέρος των εκπεμπομένων CO<sub>2</sub> οφείλεται στον τομέα των μεταφορών. Στον τομέα αυτό εκτιμάται ότι θα οφείλεται και η κατά περίπου 90% αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στο μέλλον. Και το σημαντικότερο ποσοστό θα οφείλεται στις οδικές μεταφορές λόγω της χαμηλής απόδοσης των μηχανών των αυτοκινήτων, που παρόλη την προσπάθεια βελτίωσης των κινητήρων δεν προβλέπονται θεαματικές βελτιώσεις ικανές να ανατρέψουν την ροή των πραγμάτων. Επομένως η μείωση της χρήσης πετρελαίου στις μεταφορές και η βελτίωση των αποδόσεων των κινητήρων είναι μία επιτακτική ανάγκη και ένα από τα βασικά μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν για να αντιμετωπισθεί το γενικότερο πρόβλημα.

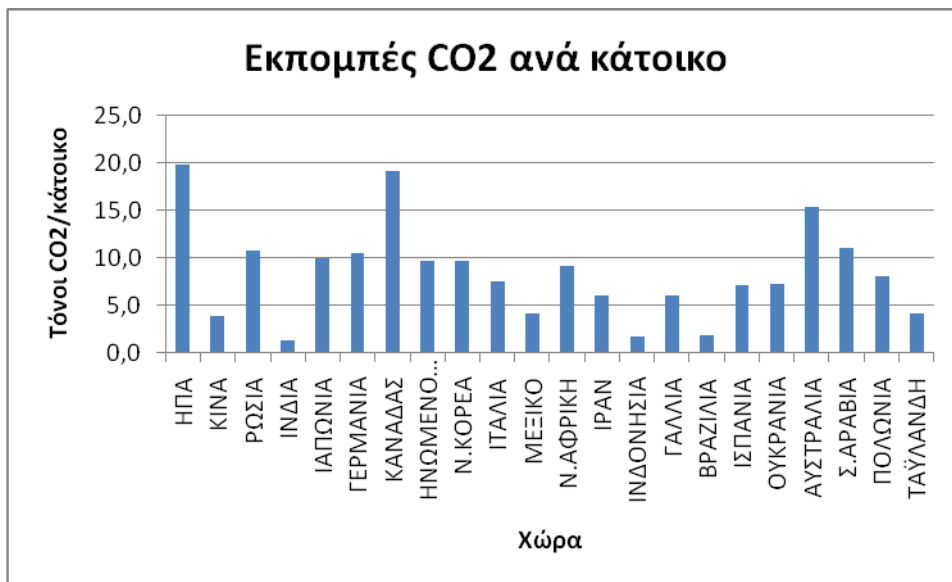
Στο σημείο αυτό ενδιαφέρον έχει να δεί κανείς πώς κατανέμονται οι εκπομπές του CO<sub>2</sub> μεταξύ των 211 κρατών που σήμερα υπάρχουν στον πλανήτη μας.



**Σχήμα 37. Ποσοστά εκπομπής των κρατών που εκπέμπουν περισσότερο από το 1% της συνολικής παγκόσμιας εκπομπής CO<sub>2</sub>**

Το συνολικό ποσό του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται στην ατμόσφαιρα ετησίως ανέρχεται περίπου σε  $27,2 \times 10^9$  τόνους. Στο ποσό αυτό η συνεισφορά των ΗΠΑ είναι το 22,2% με την αμέσως επόμενη Κίνα να εκπέμπει το 18,4%. Στον πίνακα 18 φαίνονται μόνο οι χώρες που εκπέμπουν ποσοστά μεγαλύτερα του 1% της παγκόσμιας εκπομπής. Ο αριθμός των χωρών αυτών είναι μόλις 23, με την Ευρωπαϊκή Ένωση των 15 να λαμβάνεται ως ένα κράτος. Εξ' αυτών μόνο τρία κράτη, οι ΗΠΑ, η Κίνα και η ΕΕ παράγουν το 55,3% της παγκόσμιας παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα. Τα δε 23 κράτη που περιλαμβάνονται στο σχήμα 18 παράγουν το 97% της παγκόσμιας παραγωγής CO<sub>2</sub>. Στο ίδιο σχήμα η Γαλλία φαίνεται ότι έχει πολύ μικρή συνεισφορά εξαιτίας του γεγονότος ότι παράγει το 75% της ηλεκτρικής ενέργειας που χρειάζεται από Πυρηνικούς Αντιδραστήρες Ισχύος. Είναι φανερό ότι η κατανομή εντός της ίδιας της ΕΕ είναι έντονα διαφοροποιημένη μεταξύ των διαφόρων κρατών μελών.

Η εικόνα όμως που δίνεται από το σχήμα 18 μπορεί να είναι παραπλανητική γιατί δίνει μεν την ετήσια ποσότητα του εκλυόμενου CO<sub>2</sub> αλλά δεν φαίνεται πόσοι άνθρωποι συμμετέχουν στην παραγωγή, έμμεσα η άμεσα. Η εικόνα είναι διαφορετική αν υπολογίσουμε την κατά κεφαλή παραγωγή CO<sub>2</sub> στις παραπάνω χώρες. Το αποτέλεσμα φαίνεται στο σχήμα 19. Από το σχήμα αυτό φαίνεται ότι ο μεγαλύτερος παραγωγός αερίων του θερμοκηπίου είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, συνοδευόμενες από τον Καναδά και την Αυστραλία. Η Κίνα που στην συνολική παραγωγή έρχεται δεύτερη στην κατά κεφαλή παραγωγή ευρίσκεται πολύ χαμηλά με μόνο 3,8 τόνους/κάτοικο. Τι ίδιο συμβαίνει και με την δεύτερη πολυπληθέστερη χώρα στον κόσμο, την Ινδία, που συνεισφέρει μόνο με 1,2 τόνους /κάτοικο. Τα δεδομένα αυτά εξηγούν, μαζί και με εκείνα των υπόλοιπων μικρών παραγωγών CO<sub>2</sub>, γιατί στο άμεσο μέλλον αναμένεται μεγάλη αύξηση της ζήτησης ενέργειας στις χώρες αυτές καθώς επίσης και τις πολιτικές διαφοροποιήσεις μεγάλων παραγωγών, όπως οι ΗΠΑ, και μικρών παραγωγών, όπως η Κίνα στις διεθνείς προσπάθειες για μια συνολική μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.



Σχήμα 38. Οι κατά κεφαλή εκπομπές CO2

## Η Διεθνής κοινότητα και το περιβάλλον

Η αναγνώριση του κυοφορούμενου περιβαλλοντικού προβλήματος και της επερχόμενης κλιματικής αλλαγής από όλα τα κράτη του κόσμου οδήγησε σε μία σειρά μέτρων και πρωτοκόλλων με στόχο την σταδιακή μείωση και εξάλειψη των παραγόντων που θεωρούνται υπεύθυνοι. Θα πρέπει από την αρχή να σημειωθεί ότι όλες οι διακρατικές συμφωνίες που έχουν συναφθεί έχουν προβλήματα ως προς την εφαρμογή τους εξ αιτίας των οικονομικών επιπτώσεων που συνεπάγονται.

Στα πλαίσια του ενδιαφέροντος της διεθνούς κοινότητας για το περιβάλλον το 1987, με αφορμή το πρόβλημα του όζοντος, συνεκλήθη διεθνής διάσκεψις με συμμετοχή 191 κρατών στο Μόντρεαλ του Καναδά. Τα κράτη αυτά συμφώνησαν και υπέγραψαν το γνωστό ως Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ που ετέθη σε ισχύ το 1989 με αντικείμενο την λήψη μέτρων για την προστασία του όζοντος. Η ύπαρξη του στρώματος του όζοντος είναι πολύ σημαντικό για την προστασία της Γης από την υπερϊώδη ηλιακή ακτινοβολία. Στο πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, το οποίο έκτοτε έχει αναθεωρηθεί προβλέπονται μέτρα και χρονοδιαγράμματα για την ολική απαγόρευση της χρήσης διαφόρων τύπων αλογονούχων υδρογονανθράκων στους οποίους αποδίδεται η καταστροφή του όζοντος. Το πρωτόκολλο προβλέπει την κατά διαστήματα αναθεώρηση του ώστε να λαμβάνονται υπόψη και να εντάσσονται σε αυτά οι νέες επιστημονικές ανακαλύψεις. Η τελευταία αναθεώρηση έγινε στο Μόντρεαλ το 2007. Η εφαρμογή του πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ θεωρείται ότι είναι μία επιτυχής προσπάθεια δεδομένου ότι οι εκπομπές αλογονούχων υδρογονανθράκων από 1,2 εκατομμύρια τόνους το 1983 μειώθηκαν το 2004 σε μόνο 70.000 τόνους. Το πρωτόκολλο αυτό θεωρήθηκε και ως ένα μοντέλο για την πραγματοποίησκα άλλων διεθνών συμφωνιών για το περιβάλλον.

Στη συνέχεια μόλις έγινε αντιληπτό ότι οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή, τα Ηνωμένα Έθνη πήραν την πρωτοβουλία για την υπογραφή ενός πρωτοκόλλου που να καθορίζει τους κανόνες και τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν από τα διάφορα κράτη με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος. Το 1997 στο Κυότο της Ιαπωνίας υπογράφηκε σχέδιο του γνωστού πλέον ως 'Πρωτόκολλο του Κυότο' και το ποίο απετέλεσε το τελικό προϊόν μακροχρόνιων διαπραγματεύσεων μεταξύ των κρατών μελών του ΟΗΕ. Το τελικό κείμενο υπογράφηκε το 1992. Το πρωτόκολλο του Κυότο προβλέπει την μείωση σε ορισμένα όρια μέχρι το 2012 έξι βασικών αερίων του θερμοκηπίου. Σε αντίθεση όμως με το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ το Πρωτόκολλο του Κυότο δεν υπογράφηκε από χώρες που είναι μεγάλοι εκπομπείς αερίων του θερμοκηπίου, όπως π.χ. οι ΗΠΑ που είναι η μεγαλύτερη κατά κεφαλή εκπομπός αερίων, η Κίνα και η Ινδία από τις αναπτυσσόμενες χώρες και με τον μεγαλύτερο πληθυσμό. Το πρωτόκολλο του Κυότο ήταν απόρροια της συνδιάσκεψης του 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο όπου υπό την αιγίδα των Ηνωμένων Εθνών υπογράφηκε από τα περισσότερα κράτη η συνθήκη για την κλιματική αλλαγή.

Στο πρωτόκολλο του Κυότο προβλέπεται η μείωση, σε παγκόσμιο επίπεδο, των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2012 κατά 5,2% σε σχέση με τις εκπομπές του 1990. Η συμφωνία αφορά το διοξείδιο του ανθρακα, το μεθάνιο, τα οξειδία του αζώτου και τρεις ενώσεις του φθορίου. Οι μειώσεις σε εθνικό επίπεδο διαφέρουν μεταξύ των διαφόρων κρατών, όπως π.χ. 8% για τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 7% για τις ΗΠΑ, 6% για την Ιαπωνία και Καναδά, 0% για την Ρωσία ενώ δίνει δικαίωμα αύξησης κατά 8% στην Αυστραλία και 10% στην Ιρλανδία. Επίσης το πρωτόκολλο του Κυότο προβλέπει μεθόδους μετρήσεων των εκπεμπομένων ρύπων, την προσπάθεια ενσωμάτωσης μη ρυπαινοσών τεχνολογιών, κυρίως από τις αναπτυσσόμενες χώρες και άλλα μέτρα. Εξ αιτίας όμως των αντιδράσεων από διάφορα κράτη και παρά την υπογραφή της συνθήκης τον Μάρτιο του 1998

προεβλέφθει η μή έναρξη της ισχύος του πριν επικυρωθεί από 55 τουλάχιστον κράτη, συμπεριλαμβανομένων και των βιομηχανικά αναπτυγμένων χωρών που παράγουν το 55% του CO<sub>2</sub> με τα δεδομένα του 1990. Οι ΗΠΑ και η Αυστραλία δήλωσαν εξ αρχής ότι δεν θα επικυρώσουν την συνθήκη. Δεδομένου δε ότι οι δύο αυτές χώρες ευθύνονται για την εκπομπή του 20% των ρύπων θα έπρεπε όλες οι άλλες αναπτυγμένες χώρες να επικυρώσουν την συνθήκη προκειμένου να τεθεί σε ισχύ. Τελικά το 2004 η Ρωσία επικύρωσε το πρωτόκολλο το οποίο και τέθηκε σε ισχύ τον Φεβρουάριο του 2005. Μέχρι τον Δεκέμβριο του 2007 είχαν επικυρώσει την συνθήκη 175 χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Αυστραλίας.

Το 2001 στην Βόννη έγινε διάσκεψη στην οποία συμμετείχαν 178 κράτη όπου συμφώνησαν να γίνουν κάποιες αλλαγές στο πρωτόκολλο του Κυότο με στόχο να το κάνουν πιο αποδοτικό και ευέλικτο. Ουσιαστικά η συνδιάσκεψη αυτή ήταν το εφαλτήριο για να τεθεί σε ισχύ το πρωτόκολλο το 2005. Από τις σημαντικότερες αλλαγές που έγιναν στην Βόννη ήταν η δημιουργία ειδικών ταμείων για την ενίσχυση της εισαγωγής νέων «πράσινων» τεχνολογιών, υιοθετήθηκαν νέοι τρόποι μείωσης των ρύπων, εισήχθη η έννοια της εμπορίας των ρύπων και ελήφθη πρόνοια για την επιβολή ποινών στις χώρες που δεν κάνουν ότι χρειάζεται για την μείωση των ρύπων. Στην συνδιάσκεψη της Βοννης έγινε επίσης καθαρή η απόφαση των ΗΠΑ να μην επικυρώσουν το πρωτόκολλο του Κυότο.

Τον Σεπτέμβριο του 2002 έγινε στο Γιοχάνεσμπουργκ η παγκόσμια συνδιάσκεψη για την αειφόρο ανάπτυξη. Τα θέματα της συνδιάσκεψης περιελάμβανον πλειάδα θεμάτων, από την διαχείριση της φτώχειας στον πλανήτη μας μέχρι την κλιματική αλλαγή. Τα χαρακτηριστικά της συνδιάσκεψης αυτής ήταν η απουσία, ουσιαστικά, των ΗΠΑ. Υπήρξε η ελπίδα ότι κατά την συνδιάσκεψη αυτή θα δινόταν μία ώθηση για την εφαρμογή του πρωτοκόλλου του Κυότο. Η Ε.Ε. μάλιστα αναθιέρωσε την υποχρέωση της για μείωση κατά 5,2% μέχρι το 2012 σε 15% για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Σε γενικές γραμμές όμως θεωρείται ότι η συνδιάσκεψη του Γιοχάνεσμπουργκ απέτυχε.

Τον Νοέμβριο του 2002 συνήλθε στο Δελχί των Ινδιών συνδιάσκεψη 185 κρατών όπου υπεγράφη πρωτόκολλο που εισάγει διαφοροποιήσεις μεταξύ των κρατών στην προσπάθειά τους να αντιμετωπίσουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής ειδικότερα σε ότι αφορά τα αναπτυσσόμενα σε σχέση με τα αναπτυγμένα εξ αυτών.

Τέλος τον Δεκέμβριο του 2007 τα Ηνωμένα Έθνη πραγματοποίησαν διάσκεψη στο Μπαλί όπου έλαβαν μέρος περί τα 180 κράτη, συνοδευόμενα από μεγάλο αριθμό παρατηρητών από διακρατικούς και μη κυβερνητικούς οργανισμούς. Σκοπός της συνδιάσκεψης ήταν η έναρξη διαπραγματεύσεων για μία νέα συνθήκη για την κλιματική αλλαγή που θα αντικαταστήσει την συνθήκη του Κυότο που λήγει το 2012. Από την αρχή δηλώθηκε ότι στόχος είναι η έναρξη διαπραγματεύσεων και όχι η άμεση επιτευξη συμφωνίας. Με έντονες συζητήσεις και προτάσεις, όπως π.χ. για μείωση κατά 25-40% από τα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2020, για ενίσχυση των επενδύσεων στις πράσινες τεχνολογίες κ.α., η συνδιάσκεψη του Μπαλί συνάντησε την αντίδραση των ΗΠΑ. Στο τέλος όμως και μετά τις έντονες φραστικές τοποθετήσεις εναντίον των ΗΠΑ από πάρα πολλούς συνέδρους επήλθε μεταστροφή τους με την υπογραφή, τελικά, της συνθήκης του Μπαλί.

Από το παραπάνω εκτειθέμενο με συντομία ιστορικό των διεθνών διασκέψεων και την ψήφιση και επικύρωση από τα διάφορα κράτη των διαφόρων συνθηκών είναι εμφανές ότι τα οικονομικά μεγέθη παίζουν σημαντικό ρόλο στις οποιοσδήποτε εξελίξεις με αποτέλεσμα την επιβράδυνση των αποφάσεων και την επακόλουθη διαδικασία λήψης των απαραίτητων για την εφαρμογή των συνθηκών μέτρων.

## Όξινη βροχή

Η όξινη βροχή είναι ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα που παρουσιάζεται σε διάφορες χώρες με επιπτώσεις στο υδάτινο δυναμικό, τα φυτά και τα ζώα που διαβιούν σε αυτά.

Με τον όρο "όξινη βροχή" συνήθως αναφερόμαστε σε εναποθέσεις υλικών, σε υγρή ή στερεά μορφή που περιέχουν αυξημένα ποσοστά νιτρικών και θειικών οξέων. Οι ουσίες που οδηγούν στην δημιουργία όξινης βροχής εκλύονται τόσο από φυσικά αίτια, όπως π.χ. ηφαιστειακά, όσο και από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως είναι οι εκπομπές Διοξειδίου του Θείου (SO<sub>2</sub>) ή οξείδια του Αζώτου (NO<sub>x</sub>), από την καύση των ορυκτών καυσίμων. Στις ΗΠΑ, π.χ, τα δύο τρίτα των εκπομπών SO<sub>2</sub> και το ένα τέταρτο των NO<sub>x</sub> προέρχονται από την χρήση ορυκτών καυσίμων. Τα αέρια αυτά στην ατμόσφαιρα αντιδρούν με το νερό, το οξυγόνο και άλλες ουσίες σχηματίζοντας διάφορα οξέα. Ο σχηματισμός των οξέων δεν γίνεται αποκλειστικά στον τόπο που εκλύονται τα διάφορα οξείδια αλλά μπορεί να μεταφέρονται με τον άνεμο εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά μέχρις ότου συμβεί η δημιουργία των όξινων ρύπων.

Τα οξέα που δημιουργούνται κατά τον τρόπο που περιγράψαμε προηγούμενα εναποτίθενται στο έδαφος μέσω της βροχής, της ομίχλης ή του χιονιού. Εάν οι συνθήκες δεν ευνοούν την υγρή εναπόθεση τότε αυτό γίνεται με την πρόσμιξη των οξέων στην σκόνη και τον καπνό που με την σειρά τους πέφτουν στο έδαφος. Και στις δύο περιπτώσεις επηρεάζονται οι ζωντανοί οργανισμοί, τα φυτά ή ζώα, που διαβιούν στις περιοχές που δέχονται τις όξινες εναποθέσεις.

## Ιπτάμενη Τέφρα

Η χρήση του άνθρακα ως καυσίμου εκτός του ότι παράγει διοξείδιο του άνθρακα παράγει και ένα ακόμα τύπο ρύπου που δημιουργεί περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα προβλήματα αυτά συνδέονται με τα κατάλοιπα που δημιουργούνται κατά την εξόρυξη στα ανθρακωρυχεία καθώς και τα απόβλητα της καύσης που συσσωρεύονται ή εκπέμπονται από τις καμινάδες με μορφή ιπτάμενης τέφρας.

Ο άνθρακας εκτός του στοιχείου του άνθρακα περιέχει και διάφορες άλλες ουσίες επικίνδυνες για την υγεία και το περιβάλλον. Μεταξύ αυτών είναι τα ραδιενεργά στοιχεία Ουράνιο και Θόριο, Αλουμίνιο, Σίδηρος, Θείο κλπ. Κατά την καύση του παράγονται διάφορα οξείδια των στοιχείων αυτών που είναι είτε αέρια θερμοκηπίου είτε κατηγορούνται για καρκινογένεσεις. Ειδικότερα το Ουράνιο και το Θόριο που είναι ραδιενεργά επιβαρύνουν την συνολική δόση που παίρνει ο άνθρωπος από τις ραδιενεργές ακτινοβολίες. Επομένως, η απόρριψη αυτών των καταλοίπων δημιουργεί σοβαρούς περιβαλλοντικούς κινδύνους.

Η απόρριψη αυτών των καταλοίπων γίνεται είτε στα σημεία παραγωγής του άνθρακα, όπου συγκεντρώνονται οι ποσότητες άνθρακα που δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και που στην συνέχεια διασπείρονται στο ευρύτερο περιβάλλον με τον αέρα ή με το νερό, είτε μέσω των καυσαερίων της καύσης, την ιπτάμενη τέφρα. Για να αντιληφθεί κανείς το μέγεθος του προβλήματος αρκεί να υπολογίσει τις εκπεμπόμενες ποσότητες ρύπων. Π.χ μία τυπική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής με άνθρακα ισχύος 1GW καταναλώνει ετησίως περί τα 4 εκατομμύρια τόνους άνθρακα. Αν η περιεκτικότητα του άνθρακα σε Ουράνιο και Θόριο είναι περίπου 1,3 ppm και 3,2ppm αντίστοιχα τότε παράγονται 5,2 τόνοι Ουρανίου και 12,8 τόνοι Θορίου που διασπείρονται στο περιβάλλον. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της NCRP (Εθνική Επιτροπή για την Προστασία από τις Ακτινοβολίες των ΗΠΑ) η επιβάρυνση στον πληθυσμό από ένα τέτοιο εργοστάσιο είναι 490 rem/χρόνο, όταν από ένα αντίστοιχο πυρηνικό σταθμό είναι μόνομ 4,8 rem/χρόνο. Εκτός όμως των αερίων του θερμοκηπίου και της ραδιενέργειας που παράγεται από την χρήση του άνθρακα σημαντική είναι η συνεισφορά του στην συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων, που δημιουργού διάφορα προβλήματα υγείας, πνευμονολογικά ή άλλα.

## Ραδιενεργά απόβλητα

Η είσοδος της ανθρωπότητας στην πυρηνική εποχή, που σηματοδοτείται από την ρίψη των πυρηνικών βομβών το 1945 στο Ναγκασάκι και την Χιροσίμα, δημιούργησε δραστηριότητες, για ειρηνικές αλλά και στρατιωτικές εφαρμογές, που είχαν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση ενός νέου τύπου αποβλήτων, των καλούμενων πυρηνικών.

Σήμερα πυρηνικά απόβλητα παράγονται από κάθε μορφής βιομηχανική χρήση που παρασκευάζει ή επεξεργάζεται πυρηνικά υλικά αλλά και από την χρήση αυτών σε διάφορες εφαρμογές είτε αυτές είναι ειρηνικές, όπως οι ιατρικές εφαρμογές και οι αντιδραστήρες παραγωγής ενέργειας, είτε στρατιωτικές, όπως είναι τα πυρηνικά όπλα ή άλλες στρατιωτικές εφαρμογές.

Τα με τους παραπάνω τρόπους παραγόμενα πυρηνικά απόβλητα δημιουργούν ένα σοβαρό και διεθνούς επιπέδου πρόβλημα στην διαχείρισή τους και την αποτελεσματική τους φύλαξη ώστε να αποφευχθούν διαρροές που θα μολύνουν το περιβάλλον, με επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων, ή θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για άλλους σκοπούς, όπως είναι π.χ τρομοκρατικές ενέργειες.

Η ιστορία ουσιαστικά άρχισε με το πρόγραμμα Μανχάταν στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής κατά την διάρκεια του 2<sup>ου</sup> Παγκοσμίου Πολέμου που οδήγησε στην κατασκευή των δύο βομβών που προηγουμένα αναφέραμε και που άρχισε μία περίοδο έντονου ανταγωνισμού στο πεδίο των πυρηνικών εξοπλισμών μεταξύ των τότε δύο υπερδυνάμεων, ΗΠΑ και Σοβιετικής Ένωσης. Για την επιτυχία του προγράμματος στις ΗΠΑ αναπτύχθηκε μεγάλος αριθμός πυρηνικών εγκαταστάσεων και ερευνητικών εργαστηρίων τα οποία συγκέντρωσαν μεγάλο όγκο πυρηνικών αποβλήτων κατά την διάρκεια της λειτουργίας τους. Χαρακτηριστικά αναφέρεται, π.χ, ότι στο Χάνφορντ της πολιτείας Ουάσιγκτον υπήρχαν εννέα πυρηνικοί αντιδραστήρες για παραγωγή πλουτωνίου, πέντε συγκροτήματα ανακύκλωσης πυρηνικών υλικών και περί τα 200 δοχεία αποθήκευσης πυρηνικών αποβλήτων, όγκου περίπου 200.000 m<sup>3</sup>, υψηλής ραδιοτοξικότητας.

Το συνολικό αποτέλεσμα του πυρηνικού ανταγωνισμού μεταξύ των δύο τότε υπερδυνάμεων, την εποχή του ψυχρού πολέμου, οδήγησε στην κατασκευή πλήθους πυρηνικών όπλων, χιλιάδων τόνων ραδιενεργών αποβλήτων, εκατοντάδες υπόγειες δεξαμενές αποθήκευσης των υψηλής ραδιοτοξικότητας αποβλήτων, όπως είναι το πλουτώνιο και άλλα επικίνδυνα υλικά προϊόντα ή παραπροϊόντα της πυρηνικής βιομηχανίας.

Από την άλλη πλευρά η τότε Σοβιετική Ένωση έχει κατηγορηθεί ότι μυστικά απέριψε μεγάλες ποσότητες ραδιενεργών αποβλήτων στην θάλασσα ή ακόμα και ποτάμια ή λίμνες. Πολλά από αυτά έγιναν γνωστά μόνο μετά την κατάρρευση του Σοβιετικού καθεστώτος. Αναφέρεται, π.χ, ότι στην θάλασσα Μπάρεντς έχουν ταφεί περί τα 18 πυρηνικά υποβρύχια και παγοθραυστικά σκάφη ενώ έχουν απορριφθεί μη επεξεργασμένα πυρηνικά απόβλητα στην θάλασσα της Ιαπωνίας. Ένα από τα

τελευταία επεισόδια στην αλυσίδα αυτή ήταν η βύθιση του τεράστιου πυρηνικού υποβρυχίου κούρσκ στην θάλασσα του Μπάρεντς το έτος 2000. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι αν και αναφερόμαστε στις δύο πρώην πυρηνικές υπερδυνάμεις, λόγω της δεσπόζουσας θέσης τους στην παγκόσμια πυρηνική σκηνή, η συμπεριφορά μικρότερων πυρηνικών δυνάμεων, όπως η Γαλλία και το Ηνωμένο Βασίλειο για παράδειγμα, δεν υπήρξε διαφορετική ως προς την επιβάρυνση του περιβάλλοντος με πυρηνικά απόβλητα.

Από φυσικής πλευράς δύο είναι οι πυρηνικές αντιδράσεις από τις οποίες από τις οποίες μπορούμε να αντλήσουμε τεράστιες ποσότητες ενέργειας, για ειρηνικούς και στρατιωτικούς σκοπούς, και να παρασκευάσουμε ραδιενεργά υλικά, ως χρήσιμα προϊόντα ή απόβλητα παραπροϊόντα. Το ένα φαινόμενο είναι η σχάση πυρήνων, κυρίως Ουρανίου-235 και Πλουτωνίου-239, και το άλλο είναι η σύντηξη ελαφρών στοιχείων, όπως το υδρογόνο σε μία διαδικασία παρόμοια με εκείνη που παράγει ενέργεια στον Ήλιο.

Στους πυρηνικούς αντιδραστήρες σχάσης, όπως είναι εκείνοι που χρησιμοποιούνται σήμερα για παραγωγή ενέργειας ή στην σαρτιωτική πυρηνική βιομηχανία, η διαδικασία πρέπει να είναι απολύτως ελεγχόμενη και να μη αφήνει περιθώρια για να καταστεί το σύστημα ανεξέλεγκτο, είτε από τεχνική βλάβη είτε από ανθρώπινο λάθος. Ο απόλυτος όμως έλεγχος, έχουμε ήδη μάθει, ότι δεν είναι εφικτός και γιαυτό είχαμε πλήθος ατυχημάτων με μικρές ή μεγάλες επιπτώσεις στο σχετικά σύντομο διάστημα ζωής της πυρηνικής βιομηχανίας, περίπου 60 ετών σήμερα, με κορυφαία τα ατυχήματα στο Three Miles Island των ΗΠΑ και το ατύχημα του Chernobyl. Προς το παρόν η άλλη τεχνολογία, των αντιδραστήρων σύντηξης, δεν είναι ακόμα εφαρμόσιμη και ευρίσκεται σε μία κατάσταση έντονης ερευνητικής δραστηριότητας προκειμένου να καταστεί υλοποιήσιμη στις αμέσως επόμενες δεκαετίες.

Κατά την σχάση βαρέων πυρήνων, όπως είναι το Ουράνιο-235 ή το πλουτώνιο-239, στους πυρηνικούς αντιδραστήρες η τις πυρηνικές βόμβες παράγονται ένα μεγάλο πλήθος ραδιοϊσοτόπων τα οποία δεν υπάρχουν στην φύση και γιαυτό ονομάζονται τεχνητά και η εξαυτών προκύπτουσα ραδιενέργεια ονομάζεται τεχνητή Ραδιενέργεια. Στην Φύση όμως υπάρχουν πλήθος ραδιοϊσοτόπων είτε από τότε που η Γη δημιουργήθηκε είτε παράγονται συνεχώς εξαιτίας αντιδράσεων της κοσμικής ακτινοβολίας με στοιχεία που υπάρχουν στον πλανήτη μας. Η ραδιενέργεια που συνδέεται με αυτά τα φυσιολογικώς υπάρχοντα ραδιοϊσότοπα ονομάζεται Φυσική Ραδιενέργεια. Φυσικά Ραδιενεργά ισότοπα υπάρχουν πρακτικά σε κάθε υλικό της Γης, στην ξηρά την θάλασσα και τον αέρα, σε μεγαλύτερες ή μικρότερες ποσότητες. Ραδιενεργά υλικά υπάρχουν π.χ σε ιαματικά νερά, σε διάφορα πετρώματα, όπως είναι ο γρανίτης, εκλύονται από τα έγκατα της Γης μέσω των σχισμών του εδάφους. Ακόμα και στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν ραδιενεργά ισότοπα, όπως το Κάλιο-40 που είναι ένα φυσικό στοιχείο με χρόνο ημιζωής  $\sim 1,28 \times 10^9$  χρόνια. Το στοιχείο αυτό αποτελεί ένα πολύ μικρό ποσοστό του φυσικού Καλίου, το 0,0118%. Ένα άνθρωπος βάρους 70kg περιέχει στο σώμα περίπου 130gr Καλίου εκ των οποίων τα 0,0157g είναι το ραδιενεργό Κάλιο-40.

Ο άνθρωπος επομένως δέχεται ακτινοβολία από τα φυσικά ραδιενεργά ισότοπα και επιπρόσθετα από τα τεχνητά ραδιοϊσότοπα. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι μπορεί να δέχεται αυξημένη φυσική ραδιενέργεια εξαιτίας της επεξεργασίας φυσικών υλικών που περιέχουν φυσικά ραδιενεργά ισότοπα και τα οποία μετεφέρθησαν είτε ως προϊόντα είτε ως απόβλητα σε άλλες περιοχές από εκείνες στις οποίες υπήρχαν. Μια τέτοια περίπτωση είναι η περίπτωση του άνθρακα που χρησιμοποιείται στα θερμικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας και το οποίο περιέχει διάφορα φυσικά ραδιενεργά ισότοπα. Ο άνθρακας αφού εξορυχθεί μεταφέρεται στο εργοστάσιο όπου θα χρησιμοποιηθεί και τα υπολείματα της καύσης του συγκεντρώνονται σε υπαίθριους χώρους από όπου μπορούν να μεταφερθούν μέσω του ανέμου ή των υδάτων μακριά από τον τόπο αποθήκευσή τους.

Εκτιμάται ότι η στην θάλασσα συσσωρευμένη ραδιενέργεια είναι  $\sim 10^{22}$ Bq ενώ από τα απόβλητα εξόρυξης και επεξεργασίας πετρωμάτων στις διάφορες περιοχές της γης έχουν επίσης συσσωρευθεί μερί τα  $10^{15}$ Bq. Ενδιαφέρον έχει να αναφερθεί ότι στο Oklo της Γκαμπόν της Δυτικής Αφρικής βρέθηκαν τα υπολείματα ενός φυσικού πυρηνικού αντιδραστήρα που λειτουργούσε μερικά δισεκατομμύρια χρόνια πριν παράγοντας όλα τα προϊόντα της σχάσης και τα οποία δεν έχουν μετακινηθεί περισσότερο από μερικές δεκάδες μέτρα μακρύτερα από τον τόπο παραγωγής τους, παρά τις δυσμενέστερες συνθήκες που επικράτησαν σε όλη την διάρκεια ζωής του φυσικού αυτού αντιδραστήρα μέχρι σήμερα.

Ήδη αναφέραμε ότι η πυρηνική βιομηχανία με τις διάφορες χρήσεις της πρόσθεσε ραδιενεργεια στην ήδη υπάρχουσα φυσική. Οι μεγαλύτερες όμως ποσότητες προέρχονται από τους πυρηνικούς αντιδραστήρες και τα πυρηνικά όπλα, είτε τις βόμβες του Ναγκασάκι και της Χιροσίμα είτε από τις υπόγειες, υποθαλάσσιες ή εναέριες δοκιμές πυρηνικών όπλων κατά την διάρκεια του ψυχρού πολέμου.

**Πίνακας 11. Τα συνηθέστερα προϊόντα της σχάσης στους πυρηνικούς αντιδραστήρες**

Ισότοπα μικρού χρόνου ημιζωής		Ισότοπα ενδιάμεσου χρόνου ημιζωής		Μακρόβια ισότοπα	
Στρόντιο 89	$T_{1/2}=54d$	Τρίτιο ( $H^3$ )	$T_{1/2}=12y$	Τεχνητίο 99	$T_{1/2}=2 \times 10^6y$

Ρουθένιο 103	$T_{1/2}=40d$	Ρουθένιο 106	$T_{1/2}=1y$	Πλουτώνιο 240	$T_{1/2}=6500y$
Ιώδιο 131	$T_{1/2}=8d$	Προμήθιο 147	$T_{1/2}=2,3y$	Ιώδιο 129	$T_{1/2}=1,7 \times 10^7y$
Βάριο 140	$T_{1/2}=13d$	Κιούριο 224	$T_{1/2}=17,4y$	Αμερίκιο 243	$T_{1/2}=7300y$
Ζιρκόνιο 95	$T_{1/2}=65d$	Κρυπτό 85	$T_{1/2}=10y$	Πλουτώνιο 239	$T_{1/2}=24000$
Ρόδιο 103	$T_{1/2}=57 \text{ min}$	Καίσιο 137	$T_{1/2}=30y$		
Ξένον 133	$T_{1/2}=8d$	Πλουτώνιο 238	$T_{1/2}=85,3y$		
Λανθάνιο 140	$T_{1/2}=40hr$	Στρόντιο 90	$T_{1/2}=29y$		
Νιόβιο 95	$T_{1/2}=39d$	Αμερίκιο 241	$T_{1/2}=440y$		
Ρόδιο 106	$T_{1/2}=30sec$				
Τελλούριο 134	$T_{1/2}=42min$				

Το σύνθετος καύσιμο ενός πυρηνικού αντιδραστήρα είναι το Φυσικό Ουράνιο (0.7%  $U^{235}$ , 99,3%  $U^{238}$ ) εμπλουτισμένο με επί πλέον ποσότητες  $U^{235}$ . Τα συνήθη καύσιμα των αντιδραστήρων έχουν περιεκτικότητα σε  $U^{235}$  3-5% ενώ σε ειδικούς αντιδραστήρες η πυρηνικά όπλα ο εμπλουτισμός μπορεί να φτάσει και το 90%. Το μέρος του φυσικού Ουρανίου που απομένει μετά την αφαίρεση  $U^{235}$  ονομάζεται απεμπλουτισμένο Ουράνιο. Επομένως και μόνο από την επεξεργασία των καυσίμων ενός πυρηνικού αντιδραστήρα προκύπτουν ραδιενεργά απόβλητα. Κατά την χρήση των καυσίμων, από τις αντιδράσεις σχάσης, παράγονται περί τα 200 ραδιοϊσότοπα τα οποία εν μέρει διαχωρίζονται και χρησιμοποιούνται σε διάφορες ειρηνικές εφαρμογές, στην ιατρική και την βιομηχανία, ενώ τα υπόλοιπα χρήζουν ασφαλούς αποθήκευσης. Ένας πυρηνικός αντιδραστήρας ισχύος 1000 MW παράγει συνολικά 27 τόνους αποβλήτων υψηλής ραδιοτοξικότητας, 310 τόνους ενδιάμεσης ραδιοτοξικότητας και 460 τόνους χαμηλής ραδιοτοξικότητας. Σε παγκόσμιο επίπεδο εκτιμάται ότι μόνο από την βιομηχανία ειρηνικών εφαρμογών τα τελευταία 50 χρόνια έχουν συσσωρευθεί περίπου  $10^{21}Bq$  με ετήσιο ρυθμό περίπου  $10^{20}Bq/y$

Τα πυρηνικά απόβλητα διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, αν και διάφορα κράτη εξαιρούν η προσθέτουν κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής:

**Low Level Wastes (LLW, χαμηλού επιπέδου απόβλητα.)** Τα απόβλητα αυτής της κατηγορίας συνήθως προέρχονται από την βιομηχανία και τα νοσοκομεία που χρησιμοποιούν ραδιοϊσότοπα αλλά περιλαμβάνουν και απόβλητα από την επεξεργασία των πυρηνικών καυσίμων. Συνήθως είναι εργαλεία, ρούχα, γάντια, φίλτρα και άλλα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν σε εργασίες που χρησιμοποιήθηκαν ραδιενεργά ισότοπα μικρού χρόνου ημιζωής. Εάν η ενεργότητα τους, δηλαδή ο ρυθμός διάσπασης τους είναι πολύ υψηλότερος της ραδιενέργειας περιβάλλοντος τότε απαιτείται η κατάλληλη θωράκιση τόσο κατά την επεξεργασία τους όσο και την μεταφορά τους. Για να ελαττωθεί ο όγκος τους συνήθως συμπιέζονται η αποτεφρώνονται και στην συνέχεια μπορεί να θαφτούν σε αβαθείς λάκκους.

**Intermediate Level Wastes (ILW, ενδιάμεσου επιπέδου απόβλητα.)** Τα απόβλητα αυτής της κατηγορίας περιέχουν απόβλητα με υψηλότερη ραδιενέργεια από ότι της προηγούμενης κατηγορίας. Συνήθως χρειάζονται θωράκιση και προκειμένου να αποθηκευτούν τοποθετούνται σε δοχεία από τσιμέντο ή ασφάλτο. Η κατηγορία αυτή ραδιενεργών αποβλήτων υπάρχει στην νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά όχι των ΗΠΑ.

**High Level Wastes (HLW, υψηλού επιπέδου απόβλητα.)** Τα απόβλητα της κατηγορίας αυτής προέρχονται κυρίως από τα χρησιμοποιημένα καύσιμα αλλά και υψηλής ενεργότητας τμήματα ή εξαρτήματα των πυρηνικών αντιδραστήρων. Έχουν υψηλή ραδιενέργεια και μερικές φορές είναι και αυξημένης θερμοκρασίας. Τα απόβλητα αυτού του είδους μετά ειδική επεξεργασία για αποβολή των υγρών που πιθανά περιέχουν και σμίκρυνση του όγκου τους τοποθετούνται σε θωρακισμένα δοχεία και φυλάσσονται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους, συνήθως μέσα σε εγκαταλειμμένα ορυχεία. Γενικά όμως η ασφαλής και μακροχρόνια αποθήκευση τους παρουσιάζει προβλήματα και γιαυτό εξετάζονται διάφορες εναλλακτικές λύσεις, όπως η απόρριψη τους σε ειδικά δοχεία στα βάθη των ωκεανών ή ακόμη και η απενεργοποίηση τους με ειδικές τεχνικές ακτινοβόλησης. Σε παγκόσμιο επίπεδο τα απόβλητα αυτής της κατηγορίας φτάνουν τους 12.000 τόνους κάθε χρόνο.

**Transuranic Wastes (TRUW, υπερούρανια απόβλητα.)** Η κατηγορία αυτή αποβλήτων υπάρχει στην νομοθεσία των ΗΠΑ και περιλαμβάνει απόβλητα που περιέχουν υπερούρανια ισότοπα ανεξαρτήτως προέλευσης και με χρόνους ημιζωής μεγαλύτερους

των 20 χρόνων που εκπέμπουν σωμάτια α. Στις ΗΠΑ το είδος αυτό των αποβλήτων παράγεται κυρίως από την στρατιωτική βιομηχανία και ως προς την διαχείριση τους απαιτείται μεγαλύτερη προσοχή από ότι τα αντίστοιχα απόβλητα χαμηλού η ενδιάμεσου επιπέδου.

Σε ότι αφορά την γενικότερη διαχείριση των πυρηνικών αποβλήτων τα κράτη εφαρμόζουν νομοθεσίες που βασίζονται σε οδηγίες της Διεθνούς Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας. Οι βασικοί κανόνες της ΔΟΑΕ είναι ότι τα μέτρα που εφαρμόζονται από κάθε κράτος θα πρέπει:

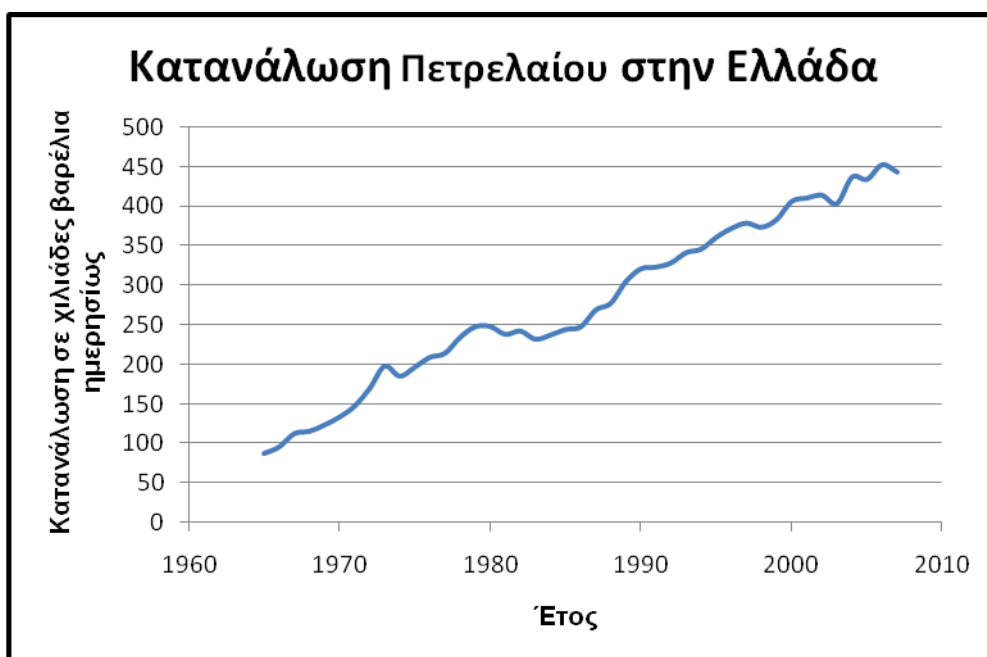
- Να εξασφαλίζουν στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό την ασφάλεια των ανθρώπων,
- Να εξασφαλίζουν στο μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό την ασφάλεια του περιβάλλοντος,
- Να εξασφαλίζουν την μη επιβάρυνση με οποιονδήποτε τρόπο τις εκτός των συνόρων του κράτους γειτονικές περιοχές
- Να εξασφαλίζουν την μη επιβάρυνση των επόμενων γενεών.

Οι βασικές αυτές αρχές υποστηρίζονται με σειρά τεχνικών οδηγιών, νομικών διατάξεων, διαδικασιών ελέγχου και γενικά ότι είναι απαραίτητο για την ασφαλή και αποδοτική διαχείριση του προβλήματος των πυρηνικών αποβλήτων.

## Τα δεδομένα για την Ελλάδα

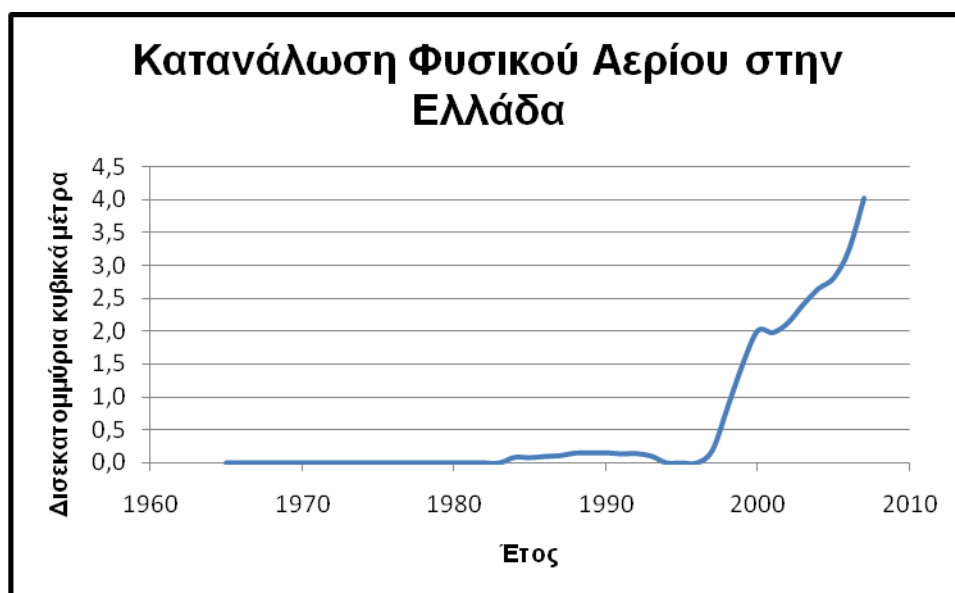
Στα προηγούμενα αναφερθήκαμε κατά κανόνα στα παγκόσμια δεδομένα με αναφορές σε οριακές περιπτώσεις καρατών σε ότι αφορά την ενέργεια που καταναλώνουν, τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούν, τις επιδόσεις τους στην μόλυνση του περιβάλλοντος, ιδίως των αερίων του θερμοκηπίου και γενικά σε όλο το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα. Σκόπιμο επομένως είναι να κάνουμε μια ιδιαίτερη αναφορά στα ελληνικά δεδομένα.

Από ενεργειακής πλευράς η Ελλάδα, με στοιχεία του 2006, διαθέτει αποθέματα πετρελαίου περίπου 7 εκατομμυρίων βαρελιών, με ημερήσια παραγωγή περί τα 6.400 βαρέλια την ημέρα. Δεν διαθέτει φυσικό αέριο. Διαθέτει όμως άνθρακα, Λιγνίτη, τα αποθέματα του οποίου εκτιμώνται σε 4.299 εκατομμύρια τόνους (short tons). Με τα δεδομένα αυτά η Ελλάδα εξαρτάται πρακτικά πλήρως από εισαγωγές ορυκτών καυσίμων, πετρελαίου και φυσικού αερίου, εκτός του άνθρακα. Ως προς τον Λιγνίτη η παραγωγή της Ελλάδος, στην Ευρώπη, είναι δεύτερη, μετά την Γερμανία, με παραγωγή περίπου 80 εκατομμύρια τόνους ετησίως.



Σχήμα 39. Η χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης πετρελαίου στην Ελλάδα

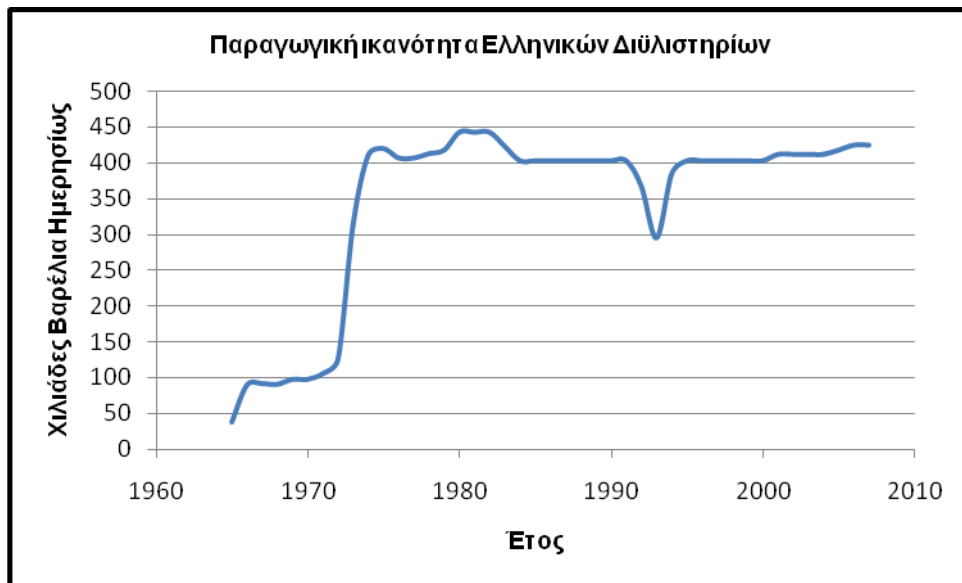
Από το 1965 μέχρι σήμερα η κατανάλωση πετρελαίου, όπως φαίνεται και στο σχήμα 13, είναι σταθερά αναοδική φθάνοντας από τα περίπου 100 χιλιάδες βαρέλια ημερησία κατανάλωση στα 450 χιλιάδες σε σαράντα χρόνια. Από εγχώριες ενεργειακές πηγές



#### Σχήμα 40. Χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης φυσικού αερίου στην Ελλάδα

πετρελαίου η συνεισφορά στην συνολική κατανάλωση του στην Ελλάδα δεν υπερβαίνει το 1,5%, δηλαδή μια πρακτικά αμελητέα ποσότητα.

Το φυσικό αέριο δεν υπήρχε στην Ελληνική αγορά πριν το 1995. Έκτοτε όμως η χρήση του άρχισε να αυξάνεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Στην αρχή αντικατέστησε το φωταέριο, που στην Αθήνα ήταν ένα αρκετά χρησιμοποιούμενο καύσιμο για πολλές δεκαετίες και υπήρχε ένα έτοιμο δίκτυο διανομής, ενώ σταδιακά άρχισε να αντικαθιστά λιγνιτικές μονάδες της ΔΕΗ και τα λίγα τελευταία χρόνια εισήχθη και ως καύσιμο στα μεταφορικά μέσα, σε λεωφορεία και ταξί. Η χρήση του φυσικού αερίου πλεονεκτεί έναντι των άλλων καυσίμων ως προς το ότι έχει μεγαλύτερη θερμαντική ικανότητα, μικρότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και είναι σχετικά φθηνότερο καύσιμο.



Σχήμα 41. Χρονική εξέλιξη της παραγωγικής ικανότητας των ελληνικών διύλιστηρίων

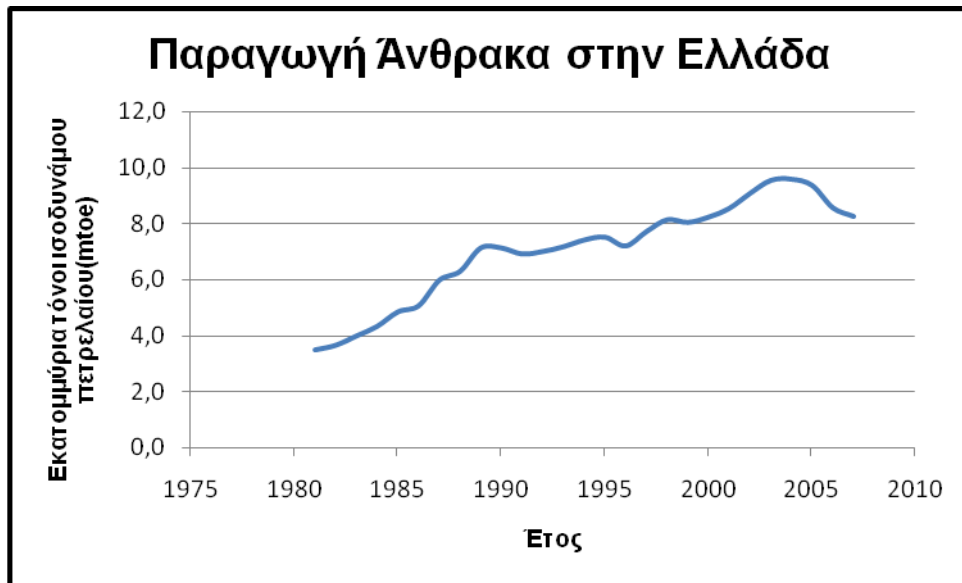
Στην Ελλάδα, σε ότι αφορά το πετρέλαιο, εισάγεται αργό πετρέλαιο το οποίο υφίσταται επεξεργασία στα διάφορα ελληνικά διύλιστήρια από όπου και διανέμονται στην αγορά τα διάφορα καύσιμα που παράγονται. Προς το παρόν ο κύριος τρόπος μεταφοράς του αργού πετρελαίου από τις χώρες που προμηθεύουν την Ελλάδα γίνεται με πετρελαιοφόρα σκάφη. Τα τελευταία χρόνια όμως η Ελλάδα έχει υπογράψει συμφωνίες για κατασκευή στο έδαφός της και σύνδεση με διεθνή δίκτυα αγωγών, τόσο πετρελαίου όσο και Φυσικού αερίου. Οι αγωγοί αυτοί θα καταστήσουν την Ελλάδα κόμβο διακομιδής ορυκτών καυσίμων από την Ρωσία και διάφορες Ασιατικές χώρες προς την Ευρώπη με, αναμενόμενο, σημαντικό όφελος για την προμήθεια της χώρας μας σε καύσιμα αλλά και άλλα οικονομικά οφέλη. Στο σχήμα 16 φαίνεται η χρονική μεταβολή της παραγωγικότητας των 4 Ελληνικών διύλιστηρίων που από το 1975 και μετά, παρακτικά, έχουν σταθερή παραγωγικότητα με επεξεργασία ~400.000 βαρέλια ημερησίως. Τα 4 Ελληνικά διύλιστήρια είναι τα ακόλουθα:

- Ελληνικά διύλιστήρια Ασπροπύργου (Ελληνικά Πετρέλαια)
- Διύλιστήρια Θεσσαλονίκης (ΕΚΟ, Ελληνικά πετρέλαια)
- Διύλιστήρια Ελευσίνας (ΠΕΤΡΟΛΑ Ελλάς)
- Διύλιστήρια Κορίνθου (Motor Oil)

Σε ότι αφορά το Φυσικό αέριο η εισαγωγή του στην Ελλάδα γίνεται σήμερα με δύο τρόπους. Ο ένας είναι με εισαγωγή αερίου από την Ρωσία μέσω αγωγών με σημείο εισόδου στα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Από το σημείο παραλαβής το αέριο μεταφέρεται στην κατανάλωση μέσω ενός κεντρικού αγωγού, μήκους 512 χιλιομέτρων, από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα μέχρι την Αττική και διαφόρων κλάδων, συνολικού μήκους 440 χιλιομέτρων, που το μεταφέρουν στους καταναλωτές της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης καθώς και στους καταναλωτές της Αττικής. Ο άλλος τρόπος είναι η προμήθεια σε υγροποιημένη μορφή (LNG), κυρίως από την Αλγερία, με ειδικά σκάφη μεταφοράς. Το υγροποιημένο αέριο αποθηκεύεται στην Ρεβυθούσα από όπου και διανέμεται στους καταναλωτές.

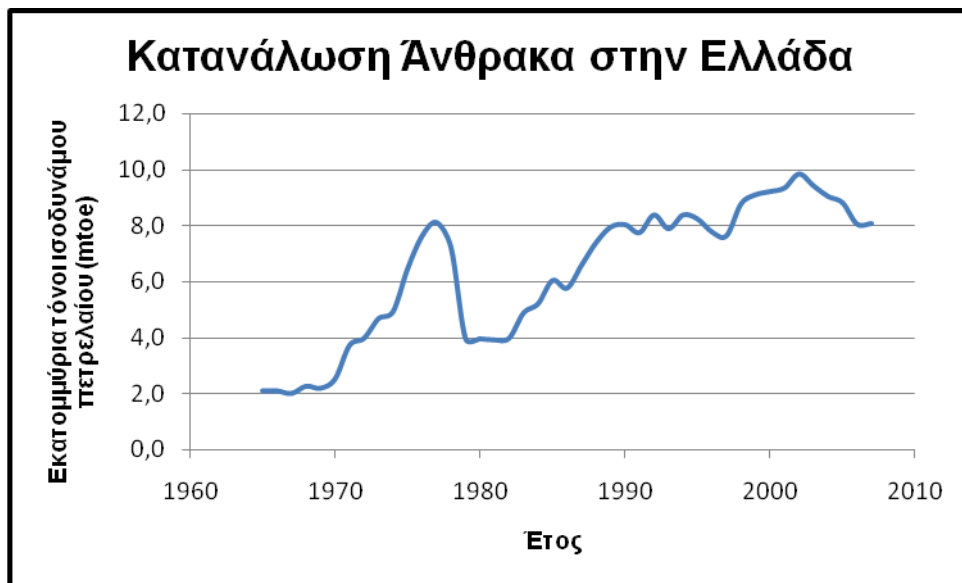
Στην Ελλάδα υπάρχουν σημαντικά κοιτάσματα Λιγνίτη τα οποία χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία των με Λιγνίτη λειτουργούντων Ατμοηλεκτρικών Ηλεκτροπαραγωγικών Σταθμών (ΑΗΣ). Ο Λιγνίτης είναι χαμηλής ποιότητας καύσιμο με μεγάλες εκπομπές τόσο διοξειδίου του άνθρακα όσο και άλλων ρύπων. Δεν είναι τυχαίο ότι το 45% περίπου των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα οφείλεται στην χρήση του Λιγνίτη. Στο σχήμα 17 φαίνεται χρονικά από το 1980 μέχρι σήμερα η παραγωγή Λιγνίτη στην

Ελλάδα, σε εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Είναι φανερό στο διάγραμμα η μείωση της παραγωγής άνθρακα μετά το 2004.



Σχήμα 42. Χρονική εξέλιξη της παραγωγής άνθρακα στην Ελλάδα

Στο σχήμα 18 φαίνεται η κατανάλωση λιγνίτη στην Ελλάδα από το 1965, που πρακτικά συμπίπτει με την παραγωγή του προηγούμενου διαγράμματος για το ίδιο χρονικό διάστημα, που σημαίνει ότι εξολοκλήρου η παραγωγή καταναλώνεται στην χώρα μας για τις ανάγκες της Δημοσίας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού.



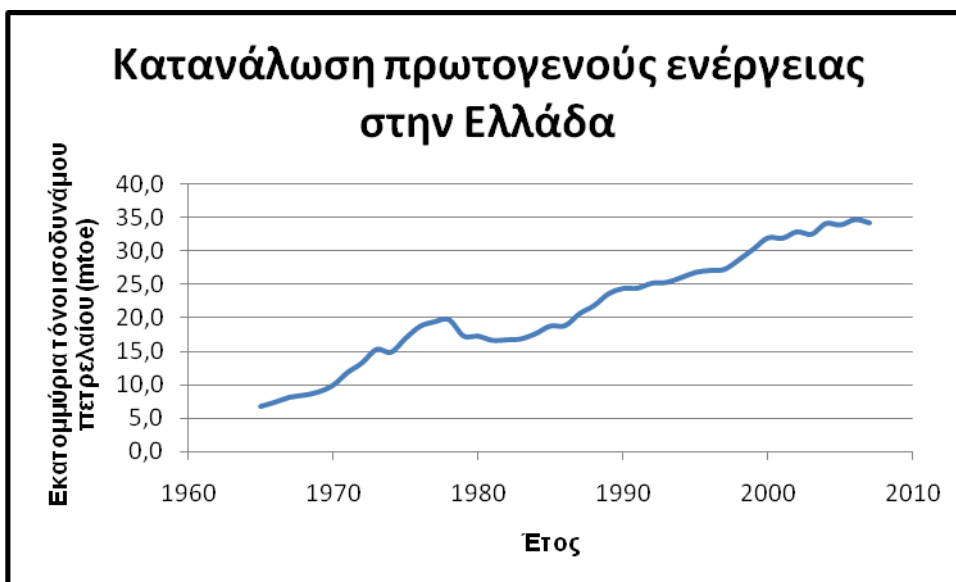
Σχήμα 43. Χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης άνθρακα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα οι ανάγκες ηλεκτροπαραγωγής καλύπτονται, συνήθως συμπληρωματικά, από τα υπάρχοντα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Όπως φαίνεται στο σχήμα 44 η συνεισφορά των υδροηλεκτρικών εργοστασίων ηλεκτροπαραγωγής είναι σχετικά μικρή εξαρτώμενη από τις ποσότητες ύδατος στους ταμειωτήρες που με την σειρά τους είναι συνάρτηση της ποσότητας των βροχοπτώσεων. Οι ανάγκες ομαλής τροφοδοσίας της χώρας μας σε ηλεκτρικό ρεύμα καθιστούν τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια σημαντικό παράγοντα προσφοράς ενέργειας σε περιόδους αιχμής, όπως είναι π.χ οι θερινοί μήνες, γεγονός που δεν επιτρέπει την άσκοπη χρήση τους σε περιόδους που οι ανάγκες δεν το απαιτούν.



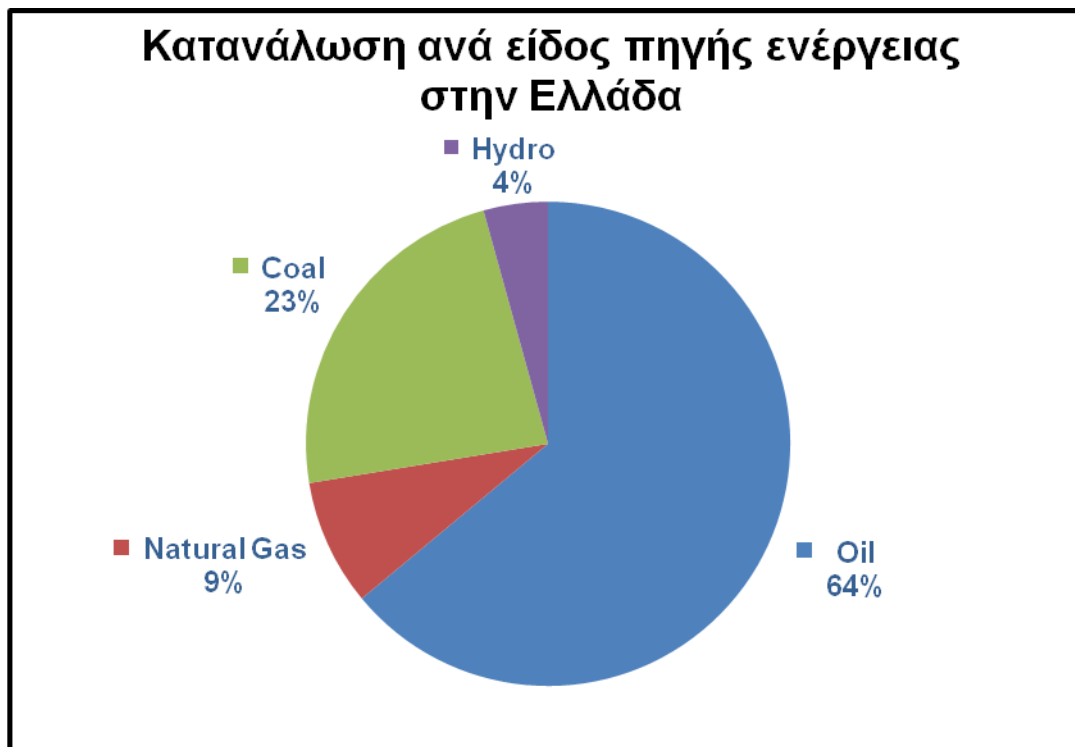
Σχήμα 44. Χρονική εξέλιξη της Υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

Στο σχήμα 45 φαίνεται διαχρονικά ότι η πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση στην Ελλάδα αυξάνει συνεχώς στην περίοδο από το 1965 μέχρι σήμερα, με μιά αύξηση κατά περίπου 30 mtoe.



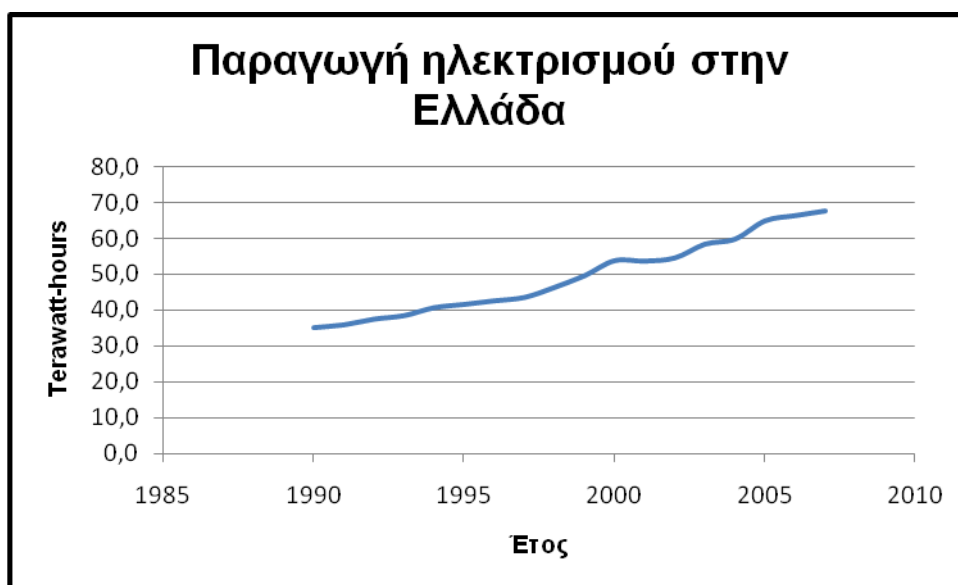
Σχήμα 45. Χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα. Δεν συμπεριλαμβάνονται οι μη εμπορεύσιμες πηγές.

Από την συνολικά παραγόμενη στην Ελλάδα ενέργεια το μεγαλύτερο ποσοστό παράγεται με χρήση του πετρελαίου, που φτάνει το 64%, ενώ 23% παράγεται από λιγνιτικές μονάδες, 9% από φυσικό αέριο και 4% από υδροηλεκτρικές μονάδες, όπως φαίνεται και στο σχήμα 46. Η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ακόμη μικρή, περίπου 5% επί της συνολικής πρωτογενούς ενέργειας, αν και καταβάλλεται προσπάθεια να φτάσει η συμμετοχή τους στον στόχο του 20% που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση η ακόμη και το 30% που είναι ο εθνικός στόχος. Η πιό σημαντική αλλαγή στο μείγμα καυσίμων παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας από το 1995 μέχρι και σήμερα ήταν η στροφή από τον λιγνίτη στο φυσικό αέριο, ενώ παρατηρήθηκε και μιά αύξηση της συμμετοχής του πετρελαίου.



Σχήμα 46. Η συμμετοχή των διαφόρων πηγών ενέργειας στην Ελληνική κατανάλωση (2006)

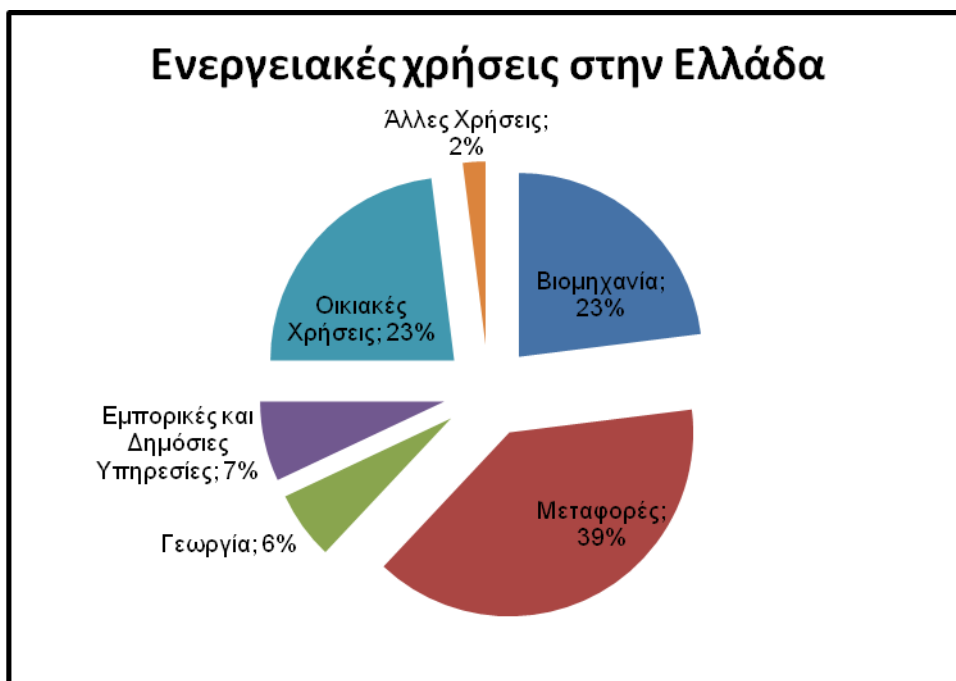
Σημαντική ποσότητα ενεργειακών πηγών καταναλώνεται για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Στο σχήμα 21 φαίνεται πως εξελίχθηκε η παραγωγή ηλεκτρισμού στην Ελλάδα από το 1990 έως το 2007. Φαίνεται ότι υπάρχει μία αύξηση από 35 TWhr στις 67,8 TWhr σε ένα διάστημα 17 ετών. Αυτό σημαίνει μία ετήσια αύξηση περίπου 1,929 TWhr/χρόνο και συνολική αύξηση της τάξης του 94% για όλο το εν λόγω χρονικό διάστημα. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε 444.000 τόνους πετρελαίου επι πλέον κάθε χρόνο. Η παραγωγή ηλεκτρισμού στην Ελλάδα γίνεται με χρήση Λιγνίτη, που είναι κακής ποιότητας άνθρακας με μεγάλες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, υδροδυναμικής ενέργειας και πετρελαίου. Σιγά σιγά όμως η ΔΕΗ προχωρά στην μεγαλύτερη συμμετοχή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως είναι η Ηλιακή με την χρήση φωτοβολταϊκών, η αιολική και άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με στόχο την μείωση, στο μέτρο του δυνατού, του ρυπογόνου λιγνίτη και του πετρελαίου. Ήδη στην περιοχή της Μεγαλόπολης κατασκευάζεται μονάδα Φωτοβολταϊκών που θα αντικαταστήσει την μονάδα Λιγνίτη που λειτουργεί σήμερα.



Σχήμα 47. Χρονική εξέλιξη της παραγωγής ηλεκτρισμού στην Ελλάδα.

Σε ότι αφορά το πως χρησιμοποιείται η ενέργεια στην Ελλάδα από το σχήμα 22 είναι φανερό ότι οι μεταφορές, δηλαδή η κίνηση κάθε είδους μεταφορικού μέσου, απορροφά το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας έχοντας το 39% της συνολικής παραγόμενης στην

χώρα μας ενέργειας. Είναι επίσης φανερό ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της ενέργειας προέρχεται αποκλειστικά από το πετρέλαιο με μικρά μόνο ποσοστά τα τελευταία χρόνια και από Φυσικό Αέριο.



Σχήμα 48. Ποσοστά συμμετοχής στην κατανάλωση των διαφόρων τομέων της Ελληνικής οικονομίας.

Οι βιομηχανικές χρήσεις και οι οικιακές έχουν περίπου τα ίδια ποσοστά, από 23% η κάθε μία, ενώ πολύ μικρότερα ποσοστά συμμετοχής έχουν οι διάφορες άλλες ενεργειακές ή όχι χρήσεις. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει το προς το που θα πρέπει να κατευθυνθούν οι προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των εκπεμπόμενων περιβαλλοντικών ρύπων.

Στην Ελλάδα η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού έχει ακόμη το αποκλειστικό προνόμιο παραγωγής και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Να σημειωθεί ότι και η εκμετάλευση των κοιτασμάτων λιγνίτη είναι επίσης στην αποκλειστική δικαιοδοσία της ΔΕΗ. Το καθεστώς αυτό πρόκειται να αλλάξει και νέες ιδιωτικές εταιρείες να εισέλθουν στον χώρο της ενέργειας. Στα πλαίσια αυτά η ΔΕΗ ίδρυσε την θυγατρική της εταιρεία ΔΕΗ Ανανεώσιμες με στόχο την ανάπτυξη της εκμετάλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στους στόχους της εταιρείας αυτής είναι κυρίως η ανάπτυξη μονάδων ηλεκτροπαραγωγής από τον άνεμο, τον ήλιο, το νερό και την γεωθερμία αλλά και άλλων ανανεώσιμων πηγών με στόχο την σταδιακή απεξάρτηση από τα ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα.

Εγκατεστημένη Ισχύς Αιολικών Πάρκων σε MW:	
1. Α/Π ΧΩΡΑΣ ΚΥΘΝΟΥ: 0.2	15. Α/Π ΞΗΡΟΛΙΜΝΗΣ ΚΡΗΤΗΣ III: 3.0
2. Α/Π ΚΟΥΚΟΥΒΑΓΙΑΣ ΚΥΘΝΟΥ: 0.5	16. Α/Π ΜΟΝΗΣ ΤΟΠΛΟΥ (ΚΡΗΤΗ): 5.1
3. Α/Π ΒΙΓΛΑΣ ΛΗΜΝΟΥ: 0.7	17. Α/Π ΜΟΝΗΣ ΤΟΠΛΟΥ (ΚΡΗΤΗ): 1.5
4. Α/Π ΒΟΥΝΑΡΟΥ ΛΗΜΝΟΥ: 0.4	18. Α/Π ΚΩ-ΛΕΡΟΥ: 4.2
5. Α/Π ΛΕΣΒΟΥ: 1.8	19. Α/Π ΑΝΔΡΟΥ: 1.6
6. Α/Π ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΥ ΣΑΜΟΥ: 0.9	20. Α/Π ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ: 0.2
7. Α/Π ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ ΣΑΜΟΥ: 2.0	21. Α/Π ΜΑΡΜΑΡΙΟΥ: 5.1
8. Α/Π ΙΚΑΡΙΑΣ: 0.4	22. Α/Π ΑΓ. ΜΑΡΙΝΑ ΛΑΥΡΙΟΥ: 0.5
9. Α/Π ΜΕΛΑΝΙΟΥΣ ΧΙΟΥ: 2.5	23. Α/Π ΑΣΠΟΙ ΣΚΥΡΟΥ: 0.1
10. Α/Π ΠΟΤΑΜΙΑΣ ΧΙΟΥ: 1.0	
11. Α/Π ΨΑΡΩΝ: 2.0	<b>Αιολικά Πάρκα υπό ή κοντά σε Κατασκευή σε MW:</b>
12. Α/Π ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗ ΚΑΡΠΑΘΟΥ: 0.3	1. Α/Π ΒΟΙΩΤΙΑΣ: 18.6
13. Α/Π ΞΗΡΟΛΙΜΝΗΣ ΚΡΗΤΗΣ I: 4.8	2. Α/Π ΣΚΑΛΟΧΩΡΙΟΥ ΛΕΣΒΟΥ: 1.3
14. Α/Π ΞΗΡΟΛΙΜΝΗΣ ΚΡΗΤΗΣ II: 5.4	3. Α/Π ΚΑΜΑΡΩΝ ΠΑΡΟΥ: 1.5
	4. Α/Π ΚΑΤΤΑΒΙΑΣ ΡΟΔΟΥ: 2.6
	5. Α/Π ΤΡΑΓΟΥΔΙΣΤΗ ΣΙΦΝΟΥ: 0.6

Πίνακας 12. Εγκαταστάσεις Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα

<b>Εγκατεστημένη Ισχύς Μικρών Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΜΥΗΣ) σε MW:</b>	10. ΓΙΤΑΝΗ (Ηγουμενίτσα): 2.1
1. ΛΟΥΡΟΣ (Πρέβεζα): 10.3	11. ΒΟΡΕΙΝΟ (Αριδαία): 2.1
2. ΓΚΙΩΝΑ (Αμφίσσα): 8.4	<b>Έργα υπό Κατασκευή σε MW:</b>
3. ΣΤΡΑΤΟΣ II (Αγρίνιο): 6.3	1. ΠΑΠΑΔΙΑ (Φλώρινα): 0.5
4. ΜΑΚΡΟΧΩΡΙ (Βέροια): 10.8	2. ΙΛΑΡΙΟΝΑΣ (Κοζάνη): 3.9
5. ΓΛΑΥΚΟΣ (Πάτρα): 3.6	3. ΜΕΣΟΧΩΡΑ(Τρίκαλα): 1.6
6. ΒΕΡΜΙΟ (Βέροια): 1.5	4. ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑ (Βέροια): 0.9
7. ΑΓΥΙΑ (Χανιά): 0.3	5. ΣΜΟΚΟΒΟ (Καρδίτσα): 10.0
8. ΑΛΜΥΡΟΣ (Χανιά): 0.3	6. ΙΚΑΡΙΑ: 6.2
9. ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΕΡΡΩΝ: 0.7	7. ΕΛΕΟΥΣΑ (Θεσσαλονίκη): 3.3
	8. ΑΛΑΤΟΠΕΤΡΑ (Γρεβενά): 2.3

**Πίνακας 13. Εγκαταστάσεις μικρών υδροηλεκτρικών έργων στην Ελλάδα.**

<b>Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτοβολταϊκών Πάρκων (Φ/Β):</b>
1. ΚΥΘΝΟΣ: 100 kW
2. ΓΑΥΔΟΣ: 20 kW
3. ΑΡΚΙΟΙ: 25 kW
4. ΣΙΦΝΟΣ: 60 kW
5. ΑΝΤΙΚΗΘΥΡΑ: 25 kW
<b>Φωτοβολταϊκά Πάρκα (Φ/Β) υπό ή κοντά σε Κατασκευή σε MW:</b>
1. ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ: 50

**Πίνακας 14. Εγκαταστάσεις Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα.**

Σε ότι αφορά εγκαταστάσεις γεωθερμίας στο παρελθόν λειτούργησε μία στην **Μήλο**. Η μονάδα αυτή όμως για τεχνικούς λόγους σταμάτησε να λειτουργεί μετά από λίγα χρόνια. Μετά το 2000 ξαναάρχισαν προσπάθειες εκμετάλλευσης διαφόρων γεωθερμικών πεδίων που βρίσκονται στον Ελληνικό χώρο. Στα πλαίσια αυτά υπό ανάπτυξη βρίσκεται η κατασκευή μιας Γεωθερμικής μονάδας στην **Λέσβο** ενώ πρόσφατα, το 2007, η ΔΕΗ Ανανεώσιμες υπέγραψε συμφωνία για την ανάπτυξη άλλης μονάδας στο γεωθερμικό πεδίο του νησιωτικού συμπλέγματος **Μήλου – Κιμώλου – Πολυαίγου**. Προς το παρόν πάντως στην Ελλάδα δεν λειτουργεί καμιά γεωθερμική μονάδα ενταγμένη στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής της χώρας.

**Πίνακας 15. Η Γεωθερμία στην Ελλάδα.**

Να σημειωθεί ότι στις παραπάνω περιγραφόμενες εγκαταστάσεις δεν περιλαμβάνονται αιολικές η ηλιακές μονάδες που έχουν εγκαταστήσει ιδιώτες για οικιακή η αγροτική χρήση και που δεν συνδέονται με το σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Για την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων, βασικά μικρών παραγωγών, έχουν εδώ και μερικά χρόνια αρχίσει διαδικασίες υποβολής προτάσεων για έγκριση και αδειοδότηση από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, χωρίς όμως μέχρι τώρα να έχουν υλοποιηθεί τέτοιες μονάδες με ένταξή τους στο δίκτυο διανομής.

Είναι προφανές ότι η Ελλάδα δεν θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστη από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιεί, και ιδίως του λιγνίτη.

Σε ότι αφορά τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κυότο, που έχει συνυπογράψει η χώρα μας, θα μπορούσαμε έως το 2008-2012 να είχαμε άυξηση των εκπομπών κατά 25% ως προς το έτος βάσης, που είναι το 1990. Το έτος 2003 όμως οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην χώρα μας ανήλθαν σε 138 εκατομύρια τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα, δηλαδή ποσοστό αύξησης 23% από το έτος βάσης. Το μεγαλύτερο ποσοστό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχεται από τον ενεργειακό τομέα (80% κατά το 2002). Με βάση την υπόθεση ότι δεν θα υπάρξει σημαντική μεταβολή στα δεδομένα η Ελληνική κυβέρνηση προβλέπει ότι μέχρι το 2010 οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα ανέλθουν στο 36% των τιμών του έτους βάσης και ως εκ τούτου η ανάγκη τήρησης των δεσμευσεων από το πρωτόκολλο του Κυότο οδηγεί σε λήψη μέτρων για περιορισμό των εκπομπών στα προβλεπόμενα πλαίσια του 25%.

Ειδικότερα για το διοξείδιο του άνθρακα το 92% των εκπομπών του προερχόταν (δεδομένα του 2002) από τον τομέα παραγωγής, των μεταφορών και την χρήση ενέργειας. Οι μεγαλύτερη συνεισφορά στις εκπομπές διοξειδίου οφείλεται στο πετρέλαιο (55% το έτος 2003) και μετά στον λιγνίτη (40%). Δεδομένου δε ότι ο λιγνίτης ως καύσιμο χρησιμοποιείται αποκλειστικά από την ΔΕΗ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σημαίνει ότι η ΔΕΗ είναι ο μεγαλύτερος εκπομπός ρύπων στην χώρα μας. Να σημειωθεί ότι με την αύξηση της χρήσης φυσικού αερίου και μείωση του λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή αναμένεται να υπάρξουν κάποιες μειώσεις στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Να σημειωθεί επίσης ότι η Ελλάδα έχει τις μεγαλύτερες κατά κεφαλή εκπομπές από όλες τις χώρες του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας της Νότιας Ευρώπης.

Σε ότι αφορά τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου σημειώθηκε επίσης αύξηση (δεδομένα του 2002) στις εκπομπές φθοριωμένων υδρογονανθράκων. Στο γεγονός αυτό συμβάλει η κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση ψυκτικών και κλιματιστικών συσκευών που αυξήθηκαν κυρίως στον οικιακό τομέα και τα αυτοκίνητα.

Επίσης οι εκπομπές μεθανίου από τον ενεργειακό τομέα, είτε διαφυγούσες εκπομπές από ανθρακωρυχεία είτε από την παραγωγή και χρήση υγρών καυσίμων, αποτελούν το 19% των συνολικών εκπομπών μεθανίου και αυξήθηκαν κατά 48% το 2002 σε σχέση με το έτος βάσης του 1990.

Για την αντιμετώπιση όλων αυτών των προβλημάτων η Ελληνική κυβέρνηση υπέγραψε το πρωτόκολλο του Κυότο και επικύρωσε το πρωτόκολλο του 2002 και ανέθεσε στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Δημοσίων Έργων την παρακολούθηση των εκπομπών και την αποστολή των σχετικών εκθέσεων στα Ηνωμένα Έθνη.

Ένα άλλο πρόβλημα που συνδέεται με την καύση του λιγνίτη στους θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής είναι και οι εκπομπές διοξειδίου του Θείου. Οι εκπομπές διοξειδίου του θείου καταβάλλεται προσπάθεια να ελεγχθούν με την χρήση συστημάτων αποθείωσης και γενικά καταβάλλεται προσπάθεια εκσυγχρονισμού των υφιστάμενων λιγνιτικών μονάδων. Το πρόβλημα προφανώς μειώνεται με την αντικατάσταση λιγνιτικών μονάδων με φυσικό αέριο.

Σε γενικές γραμμές η Ελλάδα αρχίζει να παίρνει μέτρα, που υπαγορεύονται από τις υποχρεώσεις που επιβάλλουν οι διεθνείς συνθήκες που έχει υπογράψει, προς την κατεύθυνση των μειώσεων των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και την αλλαγή του μείγματος ενεργειακών πηγών που χρησιμοποιεί με μεγαλύτερη συμμετοχή του φυσικού αερίου και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

## Επάρκεια ενέργειας, προβλήματα και λύσεις

Από τα προηγούμενα είδαμε ότι δύο είναι τα κύρια προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, η επάρκεια των ενεργειακών πηγών, δεδομένου ότι κάποιες από τις πλέον χρησιμοποιούμενες σήμερα τείνουν να εκλείψουν σε κάποιο βάθος χρόνου, καθώς και η μείωση της χρήσης εκείνων των πηγών που παράγουν ρύπους η/και μείωση των ρύπων που εκπέμπουν και που οδηγούν σε αλλαγή των κλιματικών συνθηκών με δραματικά αποτελέσματα για την ζωή επί της Γης. Λαμβανομένου δε υπόψη και του γεγονότος ότι η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας μεταξύ των διαφόρων χωρών του κόσμου είναι εξαιρετικά άνιση και άρα θα προκύψει ανάγκη αύξησης των απαιτούμενων ποσοτήτων ενέργεια όχι μόνο από την αναμενόμενη αύξηση του πληθυσμού αλλά και από την άνοδο του πολιτιστικού επιπέδου των υπανάπτυκτων χωρών είναι φανερό ότι τα προβλήματα θα γίνουν μεγαλύτερα. Οι λύσεις δεν μπορεί να προέλθουν παρά μέσα από την επιστημονική έρευνα και την τεχνολογική ανάπτυξη προκειμένου να αναπτυχθούν νέες ενεργειακές τεχνολογίες, να βελτιωθούν ήδη υπάρχουσες και να μειωθούν οι εκπεμπόμενοι ρύποι. Ως προς την τελευταία δράση εκτός από αυτά που η επιστήμη μπορεί να μας δώσει σημαντική μείωση των ρύπων μπορεί να προέλθει και από τον καθένα από εμάς με την αναθεώρηση του τρόπου ζωής μας και την προσαρμογή μας σε ένα πιο οικολογικό τρόπο διαβίωσης. Οι τρόποι με τους οποίους μπορεί ο κάθε άνθρωπος να συνεισφέρει στην μείωση των ρύπων θα αναπτυχθεί στο επόμενο κεφάλαιο. Στα παρακάτω θα αναφερθούμε, περισσότερο δειγματοληπτικά παρά συστηματικά, σε διάφορες επιστημονικές και τεχνολογικές προσπάθειες για αντιμετώπιση των προβλημάτων.

### Εκμετάλλευση παλλιροϊκών και θαλασσίων κυμάτων και ρευμάτων

Οι βαρυτικές δυνάμεις μεταξύ της Γης, του Ηλίου και της Σελήνης έχουν σαν αποτέλεσμα την περιοδική ανύψωση των υδάτων των θαλασσών με αποτέλεσμα την δημιουργία των αποκαλούμενων Παλλιροϊκών κυμάτων. Η μεγαλύτερη έλξη ασκείται από την Σελήνη που είναι διπλάσια σε μέγεθος από ότι η αντίστοιχη του Ηλίου που είναι πολύ μακρύτερα. Εξαιτίας αυτού η περιοδική κίνηση των παλλιροϊκών κυμάτων πρακτικά συμβαδίζει με την κίνηση της Σελήνης γύρω από την Γη. Το πλάτος των κυμάτων στον ανοικτό ωκεανό είναι πολύ μικρό, μόλις μερικά εκατοστά του μέτρου στο κεντρικό σημείο του κύματος που εκτείνεται σε αποστάσεις εκατοντάδων χιλιομέτρων. Όταν όμως τα κύματα αυτά δημιουργούνται σε στενά μέρη πλησίον της ξηράς τότε μπορεί το πλάτος να αυξηθεί δραματικά φέροντας τεράστιες μάζες νερού στις ακτές η αποσύροντας αυτές από μεγάλες επίσης περιοχές. Τα μεγαλύτερα παλλιροϊκά κύματα στον κόσμο δημιουργούνται στον Καναδά, στην ακτή Fundy, και έχουν πλάτος περί τα 17 μέτρα. Το πλάτος του κύματος εξαρτάται από την σχετική θέση των τριών ουρανίων σωμάτων που συμμετέχουν στην δημιουργία του. Τα υψηλότερου πλάτους κύματα δημιουργούνται όταν τα τρία ουράνια σώματα είναι ευθυγραμμισμένα ενώ τα χαμηλότερα όταν βρίσκονται σε γωνίες 90



Σχήμα 49. Μονάδα ενέργειας από παλλιροϊκά κύματα στην La Rance στην Γαλλία

μοιρών μεταξύ τους. Εφόσον το νερό του παλλιροϊκού κύματος κινείται μεταφέρει ενέργεια, δυναμική και κινητική. Η δυναμική ενέργεια είναι εκείνη που αποκτά η υδάτινη μάζα όταν ανυψώνεται υπό την επίδραση της έλξης της Σελήνης και του Ηλίου. Η κινητική είναι η ενέργεια που έχει η υδάτινη μάζα από την κίνηση της.

Είναι επομένως λογικό ο άνθρωπος να σκεφθεί την δυνατότητα εκμετάλλευσης της ενέργειας των παλλιροϊκών κυμάτων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τέτοιες προσπάθειες έχουν γίνει αλλά δεν έχουν ακόμη αναπτυχθεί σημαντικά. Υπάρχουν δύο τύποι μονάδων παραγωγής ισχύος από παλλιροϊκά κύματα. Ο πρώτος τύπος είναι εκείνος που εντός του μετακινούμενου ύδατος τοποθετούνται περυσίνια, κατά τρόπο ανάλογο αυτών που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση του ανέμου. Ο τύπος αυτός είναι ο πλέον δημοφιλής εξαιτίας του χαμηλότερου κόστους και του ότι δεν προκαλεί το περιβάλλον, όπως ο επόμενος τύπος των φραγμάτων. Ο τύπος των φραγμάτων χρησιμοποιεί την δυναμική ενέργεια που αποκτούν τα παλλιροϊκά κύματα από την διαφορά ύψους μεταξύ των υψηλών και χαμηλών κυμάτων του κύκλου της παλλίροιας. Τα φράγματα αυτά είναι πρακτικά σαν τα φράγματα των ταμιευτήρων αλλά δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις περιπτώσεις, παρουσιάζουν περιβαλλοντικά προβλήματα και έχουν μεγάλο κατασκευαστικό κόστος. Επί πλέον τα φράγματα αυτού του είδους δεν λειτουργούν συνεχώς αφού θα πρέπει κατά τον ένα κύκλο της παλλίροιας να γεμίζουν με νερό. Γενικά όμως η πρόοδος της τεχνολογίας στην κατασκευή γεννητριών φαίνεται ότι σύντομα μπορεί να επιτρέψει την μεγαλύτερη ανάπτυξη της χρήσης παλλιροϊκών ενεργειακών σταθμών. Τέτοια συστήματα μπορούν να τοποθετηθούν εκεί που το παλλιροϊκό φαινόμενο είναι έντονο η όπου τα ύδατα εισέρχονται από την ανοικτή θάλασσα σε μικρής διατομής διόδους, όπως είναι, π.χ, τα Στενά του Γιβραλτάρ και του Βοσπόρου.

### Νέες Τεχνολογίες Πυρηνικής ενέργειας από σχάση

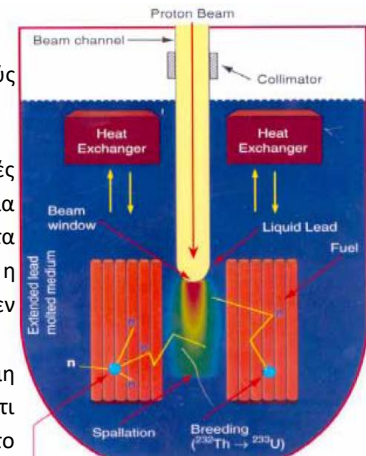
Η πυρηνική ενέργεια συνεισφέρει σήμερα περί το 15% της συνολικής ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο και μεγαλύτερα ποσοστά για ωρισμένες χώρες, όπως π.χ η Γαλλία που έχει το ~75%. Γενικά όμως η Πυρηνική ενέργεια δεν έχει την αποδοχή του κόσμου εξαιτίας των μεγάλων κινδύνων που παρουσιάζει σε πιθανά ατυχήματα, όπως εκείνων που συνέβησαν στο Three Miles Island και

το Chernobyl, την μεγάλη παραγωγή ραδιενεργών αποβλήτων και επίσης των δυνατοτήτων που προσφέρουν για κατασκευή πυρηνικών όπλων. Η επιστήμη όμως προσφέρει εναλλακτικές λύσεις οι οποίες ενώ διατηρούν τα πλεονεκτήματα των πυρηνικών σταθμών παραγωγής ενέργειας δεν έχουν τα περισσότερα από τα μειονεκτήματά τους.

Μιά τέτοια λύση παρουσιάστηκε το 1994 από τον Carlo Rubbia, βραβείο Nobel του 1984, με την πρόταση του για τον επονομαζόμενο «Ενισχυτή Ενέργειας». Ο Ενισχυτής ενέργειας είναι ουσιαστικά ένας πυρηνικός αντιδραστήρας που χρησιμοποιεί το στοιχείο Θόριο σαν καύσιμο και ένα επιταχυντή πρωτονίων, ενέργειας ~1GeV, προκειμένου να δημιουργήσει τον κατάλληλο αριθμό νετρονίων για τις αντιδράσεις σχάσης που χρειάζονται για την παραγωγή ενέργειας. Τα πρωτόνια του επιταχυντή αφήνονται να πέσουν σε ένα στόχο Μολύβδου, Θορίου ή Ουρανίου και να προκαλέσουν θραύσεις των πυρήνων του στόχου με αποτέλεσμα, μεταξύ των άλλων, παραγωγή νετρονίων. Μέσα στο σύστημα του αντιδραστήρα ευρίσκονται στοιχεία Θορίου τα οποία με απορρόφηση νετρονίων μετατρέπονται σε στοιχεία Ουρανίου-233, που είναι σχάσιμο και δεν υπάρχει στην φύση. Άλλα νετρόνια που παράγονται στο σύστημα από τις διάφορες αντιδράσεις των αρχικών πρωτονίων προκαλούν σχάση του Ουρανίου-23 με αποτέλεσμα την παραγωγή ενέργειας, όπως κατά την διαδικασία σχάσης του Ουρανίου-235 από θερμικά νετρόνια. Το όλο σύστημα του αντιδραστήρα ευρίσκεται εντός δοχείου που περιέχει υγρό μολύβι, όταν ο αντιδραστήρας ευρίσκεται σε λειτουργία. Σε περίπτωση διακοπής της λειτουργίας για οποιοδήποτε λόγο ο επιταχυντής παύει να προμηθεύει πρωτόνια, η παραγωγή νετρονίων σταματάει και μόλις το σύστημα κρυώσει όλα τα εμπιερχόμενα ραδιενεργά στοιχεία παγιδεύονται από το στερεοποιούμενο μολύβι, αποτρέποντας την διαφυγή τους στο περιβάλλον. Να σημειωθεί ότι μετά την θέση σε λειτουργία του συστήματος η λειτουργία του επιταχυντή τροφοδοτείται με το ρεύμα που παράγεται από το σύστημα, καταναλώνοντας έτσι ένα ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας και διοχετεύοντας το υπόλοιπο στην κατανάλωση.

Ένα τέτοιο σύστημα παρουσιάζει διάφορα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τους κλασικούς αντιδραστήρες σχάσης, όπως :

- Ο αντιδραστήρας είναι σε υποκρίσιμη κατάσταση, δηλαδή η αλυσιδωτές αντιδράσεις δεν μπορούν να ξεφύγουν από τον έλεγχο, αφού η όλη διαδικασία διατηρείται από τα πρωτόνια που προσφέρει ο επιταχυντής στο σύστημα και τα οποία παράγουν τον αναγκαίο αριθμό νετρονίων. Άρα σε ένα τέτοιο σύστημα η τήξη της καρδιάς του αντιδραστήρα, όπως έγινε στο Chernobyl το 1986, δεν μπορεί να συμβεί.
- Αν και στον «Ενισχυτή Ενέργειας» θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μη εμπλουτισμένο ή και απεμπλουτισμένο Ουράνιο ή επιλογή του Θορίου έγινε γιατί το στοιχείο αυτό ευρίσκεται άφθονο στην φύση, πολύ περισσότερο από το Ουράνιο. Υπάρχει αρκετό Θόριο για να εξασφαλίσει παραγωγή ενέργειας για χιλιάδες χρόνια, με τις τρέχουσες ποσότητες κατανάλωσης. Επί πλέον δεν απαιτούνται δαπανηρές διαδικασίες διαχωρισμού ισωτόπων και γενικά προσφέρεται για μεγαλύτερη ανεξαρτησία ως προς την προμήθεια του.
- Από την χρήση του Θορίου ως καυσίμου δεν παράγεται παρά ελάχιστο Πλουτώνιο και έτσι δεν θα είναι δυνατή η κατασκευή πυρηνικών όπλων. Επί πλέον κάθε στοιχείο που παράγεται στον αντιδραστήρα αυτό και είναι σχάσιμο αποτελεί καύσιμο. Τούτο είναι δυνατόν γιατί τα παραγόμενα νετρόνια από τις θραύσεις που συμβαίνουν στον στόχο έχουν ένα φάσμα ενεργειών από θερμικά νετρόνια μέχρι πολλά MeV έτσι ώστε να μπορούν να υποστούν σχάση και στοιχεία που χρειάζονται μεγαλύτερες ενέργειες νετρονίων.
- Από την όλη διαδικασία θα παράγονται λιγότερα μεγάλου χρόνου ζωής ραδιενεργά ισότοπα με αποτέλεσμα την μείωση του μέσου χρόνου ζωής των αποβλήτων. Υπολογίζεται ότι σε 500 χρόνια η ραδιενέργεια των αποβλήτων θα πέσει στα επίπεδα ραδιενέργειας της απομένουσας τέφρας από την καύση του άνθρακα.
- Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για την απενεργοποίηση ήδη υπαρχόντων ραδιενεργών αποβλήτων αφού το φάσμα ενεργειών των νετρονίων είναι τέτοιο που επιτρέπει να συμβούν πυρηνικές αντιδράσεις που σταδιακά θα οδηγήσουν ραδιενεργά ισότοπα σε σταθερά.
- Από τεχνικής πλευρά, και μετά την πειραματική επιβεβαίωση της προτασης του Rubbia σε τρία πειράματα από το 1994, δεν χρειάζεται ανάπτυξη νέων τεχνολογιών. Υπάρχουν όμως μερικά τεχνικά προβλήματα που θα πρέπει να επιλυθούν για την κατασκευή μιας μονάδας παραγωγής ενέργειας. Ένα τέτοιο πρόβλημα, π.χ, είναι ότι δεν έχει μέχρι τώρα κατασκευαστεί επιταχυντής πρωτονίων που να παρέχει μεγάλη ισχύ, >12 M.
- Το σύστημα του Ενισχυτή Ενέργειας, όπως ήδη έχει τονιστεί, είναι ασφαλές και δεν συνεισφέρει στην διάδοση των πυρηνικών όπλων. Ως εκ τούτου προσφέρεται για χρήση σε αναπτυσσόμενες χώρες αφού δεν υπάρχει ο κίνδυνος αφαίρεσης υλικών κατάλληλων για κατασκευή πυρηνικών όπλων.



Σχήμα 50. Σχηματική αναπαράσταση Ενισχυτή Ενέργειας.

- Ένα τέτοιο σύστημα προσφέρεται επίσης για την παραγωγή ενέργειας που χρειάζεται για άλλες ενεργοβόρες δραστηριότητες, όπως π.χ είναι η παραγωγή υδρογόνου για να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, ή την αφαλάτωση του νερού για τις περιοχές που έχουν πρόβλημα επάρκειας ύδατος.
- Το σύστημα προσφέρεται για μικρές εγκαταστάσεις, ιδίως όταν εγκατασταθεί σε περιοχές που δεν συνδέονται με ένα μεγαλύτερο δίκτυο ηλεκτροδότησης.

Σύμφωνα επομένως με τα όσα συνοπτικά αναφέρθηκαν παραπάνω για τον Ενισχυτή Ενέργειας πρόκειται για μια προταση η οποία μπορεί να επαναφέρει την πυρηνική ενέργεια στο ενεργειακό προσκήνιο και να την κάνει αποδεκτή από τον κόσμο, αφού δεν έχει τα μεγάλα μειονεκτήματα των κλασικών αντιδραστήρων και παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα όπως είναι η προστασία του περιβάλλοντος από την κλιματική αλλαγή και η ασφάλεια.

### Τεχνολογίες εκμετάλλευσης της Ηλιακής ενέργειας

Στα προηγούμενα αναφερθήκαμε στις δυνατότητες και τις τεχνολογίες εκμετάλλευσης της Ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού. Είδαμε επίσης ότι οι συνηθέστερες τεχνολογίες είναι οι ηλιακοί συλλέκτες για άμεση θέρμανση του νερού (ηλιακοί θερμοσίφωνες), καλύπτοντας κυρίως οικιακές ανάγκες, τα φωτοβολταϊκά για παραγωγή ηλεκτρισμού που διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο διανομής και τα συστήματα συλλεκτών που με διάφορες τεχνικές συγκεντρώνουν την ηλιακή ενέργεια σε ένα συγκεκριμένο σημείο δίνοντά έτσι την δυνατότητα ανάπτυξης μεγάλων θερμοκρασιών και την διαυτών δημιουργία ατμού που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε ένα ατμοηλεκτρικό στρόβιλο. Το πρόβλημα στα συστήματα αυτά είναι ότι ταν δεν υπάρχει ηλιοφάνεια τότε σταματάει και η παραγωγή ενέργειας.

Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας κατά τις ηλιοφανείς περιόδους σε ένα κατάλληλο σύστημα και η εκμετάλλευση του στην συνέχεια. Μία τέτοια λύση προτάθηκε στην Ιταλία με το Πρόγραμμα Αρχιμήδης όπου με την συγκέντρωση της ηλιακής ενέργειας από παραβολικά κάτοπτρα η θερμότητα αποθηκεύεται σε υψηλές θερμοκρασίες, ~ 600 °C, σε ειδικά ανόργανα άλατα (60%NaNO<sub>3</sub> , 40% KNO<sub>3</sub>). Σε ένα τέτοιο σύστημα χρησιμοποιείται ένα προΥπάρχον σύστημα ηλεκτροπαραγωγής με ορυκτά καύσιμα, όπου όμως αντικαθίσταται το σύστημα δημιουργίας ατμού που θα κινήσει τον ατμοστρόβιλο από ένα σύστημα που περιλαμβάνει τα ηλιακά κάτοπτρα συγκέντρωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, από τα οποία διέρχονται σωλήνες που περιέχουν το άλας που θα λειώσει με την υψηλή θερμοκρασία που αναπτύσσεται, τα δοχεία που συγκεντρώνουν το λειωμένο και σε υψηλή θερμοκρασία άλας, και το σύστημα εναλλάκτη θερμότητας που δημιουργείται ο ατμός που στην συνέχεια διοχετεύεται στον ατμοστρόβιλο. Το πρόγραμμα αυτό ήταν πρόταση του Carlo Rubbia και υλοποιείται από τους Ιταλικούς οργανισμούς ENEA και ENEL στο Priolo Gargalli στην Σικελία. Είναι διπλό σύστημα που θα μπορεί να λειτουργεί με Φυσικό αέριο, όπως σχεδιάστηκε, αλλά και με την ηλιακή ενέργεια εξοικονομώντας έτσι χρήματα από την συνεχή κατανάλωση φυσικού αερίου και μηδενίζοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όταν δεν λειτουργεί με φυσικό αέριο. Η εγκατάσταση καταλαμβάνει 40 στρέμματα και δίνει την δυνατότητα αποθήκευσης περίπου 100 MWh θερμικής ενέργειας, δίνοντας μια αυτονομία λειτουργίας περίπου 8 ωρών χωρίς ηλιοφάνεια, αν το σύστημα λειτουργεί με ισχύ 4,7MW ηλεκτρικής ενέργειας. Να σημειωθεί ότι το άλας που χρησιμοποιείται ακόμη και σε περίπτωση διαφυγής στο περιβάλλον λόγω κάποιας βλάβης δεν θα έχει επιπτώσεις αφού δεν είναι παρά ένα ήδη χρησιμοποιούμενο λίπασμα.

Μία απρόμοια αλλά σε διαφορετική βάση λύση είναι αυτή που εγκαθίσταται στις ΗΠΑ από την εταιρεία ηλεκτροπαραγωγής PG&C. Το σύστημα αυτό αντί ανόργανων αλάτων χρησιμοποιεί νερό το οποίο με την ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε ατμό ο οποίος αποθηκεύεται σε θερμοκρασία 300 °C και σε πίεση 70 ατμοσφαιρών. Με τον τρόπο αυτό αποθήκευσης της θερμικής ενέργειας χρησιμοποιείται για την λειτουργία του ατμοστρόβιλου απευθείας ο υπερθερμος ατμός χωρίς ενδιάμεσο σύστημα εναλλάκτη θερμότητας και υπολογίζεται ότι χωρίς ηλιοφάνεια μέχρι 20 περίπου ώρες το σύστημα θα μπορεί να παράγει ενέργεια.

Τα παραπάνω δύο παραδείγματα δείχνουν ότι υπάρχουν και εναλλακτικές λύσεις εκτός των φωτοβολταϊκών με μεγαλύτερη διάρκεια λειτουργίας σε περίπτωση μη ηλιοφάνειας και συμπληρωματικά αν τα συστήματα αυτά εγκαθίστανται μαζί με άλλα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής που χρησιμοποιούν ατμοστρόβιλους.

## Εξοικονόμηση ενέργειας

Από όσα προηγούμενα αναπτύχθηκαν σήμερα υπάρχει σοβαρό πρόβλημα ενεργειακής επάρκειας και ταυτόχρονα πρόβλημα ρύπανσης του περιβάλλοντος, η οποία αν συνεχιστεί με τους ίδιους ρυθμούς θα οδηγήσει σε ανεπανόρθωτες κλιματικές αλλαγές με οτιδήποτε αυτό συνεπάγεται. Είναι επομένως αναγκαίο όχι μόνο οι Διεθνείς Οργανισμοί, οι Κυβερνήσεις των κρατών και οι Τοπικές αρχές να συστήσουν και λάβουν μέτρα αλλά και ο κάθε ένας κάτοικος αυτής της Γης να συνειδητοποιήσει το μέγεθος του προβλήματος και να κάνει τρόπο ζωής διάφορα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και αποφυγής ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Στην Ελλάδα χρήσιμες πληροφορίες και υποδείξεις μπορεί να βρεί κανείς στην ιστοσελίδα [http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi\\_tools.htm](http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_tools.htm) του Υπουργείου Ανάπτυξης αλλά και την ιστοσελίδα [www.dei.gr](http://www.dei.gr) της Δημοσίας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού.

Με το θέμα της εξοικονόμησης ενεργείας οι προαναφερθέντες για την Ελλάδα αλλά και διάφοροι άλλοι, τόσο στην Ελλάδα όσο και το εξωτερικό, οργανισμοί ενημερώνουν τους πολίτες των χωρών τους για το ποιά μέτρα μπορούν να λάβουν προκειμένου να ελαττώσουν τον ενεργειακό φόρτο που προκαλούν οι δραστηριότητές τους. Οι διάφορες συμβουλές που παρέχονται είναι περισσότερο εύληπτες και αποδεκτές από τα νέα παιδιά και τους μαθητές, που άλλωστε θα ζήσουν με τους κινδύνους της ενεργειακής έλλειψης και της εν δυνάμει περιβαλλοντικής καταστροφής, και γιαυτό γίνονται ιδιαίτερες προσπάθειες ενημέρωσης τους.

Στους πίνακες 16 και 17 δίνεται η ισχύς για διάφορες συνήθεις οικιακές συσκευές, από την ιστοσελίδα της ΔΕΗ, από τις οποίες μπορεί εύκολα κανείς να υπολογίσει την ενέργεια που καταναλώνει από την χρήση τους και από αυτή να υπολογίσει, χρησιμοποιώντας συντελεστές μετατροπής που δίνονται στο παράρτημα Α του παρόντος βιβλίου, την ποσότητα καυσίμου που χρειάζεται για να παραχθεί και του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται.

**Πίνακας 16. Αντιστοιχία ισχύος λαμπτήρων φθορισμού και κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεως**

ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ ΚΟΙΝΟΣ
5 W	25 W
7 W	40 W
11 W	60 W
15 W	75 W
20 W	100 W
23 W	120 W

**Πίνακας 17. Η Ισχύς (ενδεικτικά) διαφόρων οικιακών συσκευών)**

ΣΥΣΚΕΥΗ	ΙΣΧΥΣ (Watt)
Ηλεκτρικό θερμαντικό σώμα	2000
Αερόθερμο	2000
Κλιματιστικό (θέρμανση 9000 Btu)	1000
Ανεμιστήρας οροφής	150
Ανεμιστήρας δαπέδου	60
Μεγάλο μάτι	2000
Μεσαίο μάτι	1500
Μεσαίο μάτι	1500
Φούρνος απλός	2700
Φούρνος απλός	2700
Φούρνος μικροκυμάτων	800

Φούρνος μικροκυμάτων	360
Θερμοσίφωνα 10 Λίτρων	2000
Θερμοσίφωνα 80 Λίτρων	4000
Ηλιακός Θερμοσίφωνα	0
Πλυντήριο ρούχων	2800
Πλυντήριο πιάτων	3200
Ηλεκτρικό σίδερο	1000
Ηλεκτρική σκούπα	1000
Φριτέζα	1600
Καφετιέρα	900
Μίξερ	180
Τηλεόραση (έγχρωμη)	41
Αναμονή τηλεόρασης	8
Βίντεο	33
Αναμονή βίντεο	8
Στερεοφωνικό	30
Αναμονή στερεοφωνικού	8
Η/Υ (PC)	250
Αυτόματος τηλεφωνητής	3
Αποκωδικοποιητής συνδρομικής τηλεόρασης	15

Σαν παράδειγμα ας δούμε την κατανάλωση ενέργειας που προκαλεί η θέση σε αναμονή ηλεκτρικών συσκευών, που όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα είναι 8 W. Άρα αν έχουμε μια τηλεόραση σε κατάσταση αναμονής για 24 ώρες θα έχουμε συνολική κατανάλωση μόνο εξ αυτού του λόγου κατανάλωση ενέργειας 0,192 kWh. Αν λοιπόν υποθέσει κανείς ότι μία συσκευή μένει σε κατάσταση αναμονής για 10 μήνες και ότι έχουμε ένα εκατομύριο τέτοιες συσκευές θα βρούμε ότι χρειάζονται για την παραγωγή της αναγκαίας ενέργειας περί τα 34.600 βαρέλια πετρέλαιο. Συγκρίνετε τον αριθμό αυτό με τα 6.400 βαρέλια που είναι η ημερήσια παραγωγή Ελληνικού πετρελαίου. Το παράδειγμα απλά δείχνει ότι μικρές καταναλώσεις που στον καθένα από εμάς φαίνονται αμελητέες πολλαπλασιαζόμενες επί τον πληθυσμό και για μεγάλα χρονικά διαστήματα οδηγούν σε καταναλώσεις πολύ μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας και την αντίστοιχη εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Δηλαδή θα πρέπει ο καθένας μας να συνεισφέρει την μικρή οικονομία που μπορεί να κάνει στην συνολική προσπάθεια.

Επομένως ο καθένας θα πρέπει να εντοπίσει τις πηγές σπατάλης ενέργειας η αναποτελεσματικής χρήσης της. Η συνετή χρήση των συσκευών που απαιτούν ενέργεια και η αλλαγή συνηθειών που σπαταλούν ενέργεια είναι πολλαπλό κέρδος γιατί πληρώνουμε λιγότερο, εξοικονομούμε ενεργειακούς πόρους και συμβάλλουμε στην μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Μερικά παραδείγματα του τι μπορούμε να κάνουμε είναι π.χ:

- Οι μικρές συσκευές γενικά καταναλώνουν λιγότερο ρεύμα από τις μεγάλες, γι' αυτό όποτε μπορείτε, προτιμήστε τις.
- Μην αφήνετε αναμμένη την τηλεόραση, την καφετιέρα, το σίδερο κ.λ.π., όταν δεν τα χρειάζεστε.
- Κλείνετε την τηλεόραση, το βίντεο και το στερεοφωνικό από το διακόπτη της συσκευής και όχι από το τηλεκοντρόλ, γιατί έτσι οι συσκευές αυτές μένουν σε λειτουργία αναμονής (stand-by) και συνεχίζουν να καταναλώνουν ρεύμα. Ο Διεθνής οργανισμός ενέργειας εκτιμά ότι σε παγκόσμιο επίπεδο από την αναμονή και μόνο των ηλεκτρικών συσκευών σπαταλάται περί το 5-15% της οικιακής κατανάλωσης.
- Είναι αποδεδειγμένο ότι τα ρούχα καθαρίζουν εξίσου καλά στους 60 °C όσο και στους 90 °C και με τα νέα προγράμματα και καθαριστικά ακόμα και στους 40 °C. Προτιμήστε λοιπόν τη λειτουργία σε χαμηλότερη θερμοκρασία.
- Για να έχετε το ζεστό νερό που χρειάζεστε εγκαταστήσετε και χρησιμοποιείτε ηλιακούς θερμοσίφωνες.

- Γενικά επιλέξατε συσκευές χαμηλής κατανάλωσης. Χρησιμοποιείτε τις ηλεκτρικές συσκευές κατά τρόπο που να μη σπαταλάτε ενέργεια. Π.χ να μη κρατάτε χωρίς λόγο ανοιχτή την πόρτα του ψυγείου, να μη ανοίγετε συχνά και χωρίς λόγο την πόρτα του ηλεκτρικού σας φούρνου, κλπ.
- Όπου είναι δυνατόν χρησιμοποιήστε μικροσυσκευές, καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια.
- Εάν χρησιμοποιείτε κλιματιστικά ρυθμίστε την θερμοκρασία στους ~26 °C, θα αισθανέστε περισσότερο άνετα.
- Όταν χρησιμοποιείτε κλιματισμό ή θέρμανση να έχετε κλειστά τα παράθυρα και τις πόρτες ώστε να μη επηρεάζεται η θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων από την εξωτερική.
- Γενικά φροντίστε να έχετε ικανοποιητική μόνωση στο χώρο εργασίας και κατοικίας σας για να αποφεύγονται οι απώλειες θερμότητας.

Στα πλαίσια αυτά το Πανεπιστήμιο Αθηνών, έχει κυκλοφορήσει ένα κείμενο με τίτλο «**40 τρόποι για να σώσεις τον πλανήτη**» τα βασικότερα σημεία του οποίου είναι τα ακόλουθα:

1. Αποφεύγετε τις συσκευασίες μιας χρήσης
2. Χρησιμοποιήστε επαναφορτιζόμενες μπαταρίες
3. Αντικαταστήστε τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως με τους νέας τεχνολογίας λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης.
4. Προτιμήστε ανεμιστήρες οροφής αντί των ενεργοβόρων κλιματιστικών.
5. Χρησιμοποιήστε στα ψώνια σας πάνινες τσάντες αντί πλαστικών.
6. Ανακυκλώστε το λάδι μηχανής του αυτοκινήτου σας. Δώστε το στο συνεργείο και μη το ρίχνετε στην αποχέτευση.
7. Να αγοράζετε αναψυκτικά σε επιστρεφόμενα γυάλινα μπουκάλια και όχι σε πλαστικά.
8. Άν χρειάζεστε είδη ξυλείας ζητάτε πιστοποιητικά που να βεβαιώνουν ότι δεν προέρχονται από αρχέγονα δάση.
9. Χρησιμοποιήστε απορρυπαντικά που δεν περιέχουν φωσφορικά άλατα.
10. Προτιμήστε τα καταστήματα που προωθούν συγκεκριμένα προγράμματα ανακύκλωσης.
11. Τοποθετήστε ηλιακό θερμοσίφωνα.
12. Χρησιμοποιείτε εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης: λεωφορεία, τρένα, μετρό, τράμ, τρόλεϊ, ποδήλατα ή περπάτημα.
13. Υποστηρίξτε τις τοπικές αγορές αγροτικών προϊόντων.
14. Χρησιμοποιείτε μη λευκασμένα φίλτρα καφέ.
15. Πειραματιστείτε με τα χορτοφαγικά γεύματα, κατά προτίμηση βιολογικής προέλευσης.
16. Μειώστε τα απορρίμματα προτού ακόμη αγοράσετε τα προϊόντα, προτιμώντας αυτά με μικρή και φιλική προς το περιβάλλον συσκευασία.
17. Προτιμήστε τα οικονομικά «πράσινα» ψυγεία.
18. Εάν σχεδιάζετε ένα καινούργιο σπίτι, συμπεριλάβετε στα κατασκευαστικά σχέδια συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας.
19. Αναζητήστε το λογότυπο της ανακύκλωσης στα προϊόντα που αγοράζετε.
20. Μαζέψτε το νερό της βροχής σε κουβάδες και χρησιμοποιήστε το για πότισμα των φυτών σας.
21. Μην αγοράζετε προϊόντα που προέρχονται από ζώα φυτά που κινδυνεύουν από εξαφάνιση.
22. Τα βράδια του χειμώνα κλείνετε τα πατζούρια και τις κουρτίνες για να κρατήσετε την ζέση στον χώρο σας.
23. Χρησιμοποιήστε επαναχρησιμοποιούμενα δοχεία για την αποθήκευση τροφών στο ψυγείο σας αντί να τις καλύπτετε με αλουμινόχαρτο.
24. Η ποδηλασία βοηθάει στη διατήρηση καλής φυσικής κατάστασης, συμβάλλει στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και επιβραδύνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
25. Φυτέψτε ένα δένδρο.
26. Ανακυκλώστε τις εφημερίδες και τα περιοδικά.
27. Επιλέξτε όπου είναι δυνατόν υδροχρώματα και όχι λαδομπογιές.
28. Αποφύγετε τα χημικά εντομοκτόνα. Χρησιμοποιείτε λεβάντα για την καταπολέμηση του σκώρου.
29. Μη ξεχνάτε να σβήνετε τα φώτα όταν δεν σας χρειάζονται.
30. Αντί για κλιματιστικές συσκευές αξιοποιήστε τις δυνατότητες φυσικού δροσισμού.
31. Προτιμάτε χαρτιά που δεν έχουν προηγουμένως υποστεί λεύκανση με χλώριο
32. Προτιμάτε να αγοράζετε πιστοποιημένα βιολογικά προϊόντα.
33. Μην αφήνετε άσκοπα τις εστίες της ηλεκτρικής κουζίνας ανοιχτές.
34. Μην αφήνετε την τηλεόραση, το στερεοφωνικό ή άλλες ηλεκτρικές συσκευές σε κατάσταση αναμονής. Θα εκπλαγείτε αν μάθετε πόση ενέργεια καταναλώνουν στην κατάσταση αυτή.
35. Μην αγοράζετε ψάρια πολύ μικρού μεγέθους. Δώστε μια ευκαιρία στην φύση να αναπαραχθεί.
36. Φροντίστε για την συντήρηση του λέβητα-καυστήρα στο σπίτι σας δυό φορές τον χρόνο. Εξοικονομήστε ενέργεια και χρήματα.
37. Μειώστε, όσο αυτό είναι δυνατό, την κατανάλωση χαρτιού και υλικών.
38. Προτιμήστε το ντούς από το μπάνιο στην μπανιέρα.
39. Αν ασχολείστε με την καλλιέργεια της γης αποφύγετε την χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου.
40. Αποφύγετε όλα τα προϊόντα που περιέχουν χλώριο ή τα παράγωγα του.

Στον παραπάνω κατάλογο των σαράντα υποδείξεων για εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των ρύπων θα μπορούσε κανείς να προσθέσει και πολλούς άλλους. Π.χ

- Το να συντηρεί κανείς το αυτοκίνητο του προκειμένου να έχει την λιγότερη κατανάλωση καυσίμου, όπως προβλέπεται από τον κατασκευαστή. Η σωστή πίεση των ελαστικών και οι καλές συνήθειες οδήγησης οδηγούν σε μεγάλη μείωση κατανάλωσης καυσίμων.
- Να αποφεύγετε την άσκοπη η υπερβολική χρήση διακοσμητικού φωτισμού.
- Να χρησιμοποιείται τους ειδικούς κάδους συλλογής αποβλήτων για ανακύκλωση και αν δεν υπάρχουν ζητείστε από τις αρμόδιες αρχές να τοποθετήσουν τέτοιους στην γειτονιά σας.

Η συμμόρφωση με κανόνες σαν αυτούς που διατυπώθηκαν παραπάνω πρέπει να είναι αποτέλεσμα όχι εξαναγκασμού αλλά συνειδητοποιημένης εφαρμογής γιατί πραγματικά αναγνωρίζουμε τα προβλήματα και θέλουμε να συνεισφέρουμε στην επίλυση τους. Εφαρμόζουμε τους κανόνες χωρίς να καθορίζουμε την στάση μας με το εάν και οι γύρω μας το κάνουν. Αν δεν το κάνουν σύντομα θα συνηθιστούν ότι πρέπει και αυτοί να συμμετάσχουν προς όφελος όλων. Άλλωστε η εφαρμογή των κανόνων αυτών δεν αλλάζει τα χαρακτηριστικά της καθημερινότητας μας, απλά μας βοηθάει να απαλλαγούμε από περιττές συνήθειες που τον καθένα μας τον επιβαρύνουν οικονομικά και σε όλους μας έχουν επιπτώσεις σε ότι αφορά την ενεργειακή επάρκεια και την διατήρηση του περιβάλλοντος. Είναι προφανές ότι οι μεγαλύτερης ηλικίας άνθρωποι θα έχουν μεγαλύτερη δυσκολία να υπαχθούν σε κανόνες διαφορετικούς από όσους είχαν συνηθίσει για το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους. Οι νέοι όμως, τα παιδιά μας, θα πρέπει να εκπαιδευτούν στην τήρηση των απλών αυτών κανόνων, γιατί άλλωστε αυτά θα ζήσουν με τον κίνδυνο των κλιματικών αλλαγών και της ενεργειακής έλλειψης, αν και το πρόβλημα δεν το δημιούργησαν αυτά αλλά η αλόγιστη ανάπτυξη του πρόσφατου παρελθόντος.

## Παραρτήματα

### Α. Πίνακες μονάδων και φυσικών σταθερών

Πίνακας 18.Βασικές μονάδες Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (SI)

Βασικές μονάδες μέτρησης του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (SI)		
Βασικό μέγεθος	Όνομα	Σύμβολο
Μήκος	meter	m
Μάζα	kilogram	kg
Χρόνος	second	s
Ηλεκτρικό ρεύμα	ampere	A
Θερμοκρασία	kelvin	K
Ποσότητα ύλης	mole	mol
Φωτεινή ένταση	candela	cd

Πίνακας 19.Ορισμοί διαφόρων μονάδων ενέργειας και ισχύος

<p><b>Ορισμοί μονάδων Ενέργειας και Ισχύος</b></p> <p><b>British thermal unit (Btu):</b> Μονάδα ενέργειας που ισοδυναμεί προς 1.055 joules η 252 cal. Αντιστοιχεί στην ενέργεια που χρειάζεται για να αυξηθεί η θερμοκρασία 1lb νερού κατά ένα βαθμό Φαρενάϊτ.</p> <p><b>calorie (θερμίδα,cal; ονομάζεται και μικρή θερμίδα):</b>Είναι μονάδα ενέργειας που επίσης χρησιμοποιείται συνήθως για την μέτρηση του ενεργειακού περιεχομένου των τροφών και ισούται προς 4,187 joules η 0,003969 Btu. Είναι η ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται για να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός γραμμαρίου νερού κατά ένα βαθμό Κελσίου.</p> <p><b>Μεγάλη calorie (Cal, kcal; Calorie):</b> Είναι μονάδα ενέργειας που ισούται προς χίλιες μικρές θερμίδες και χρησιμοποιείται συχνά για την μέτρηση του ενεργειακού περιεχομένου των τροφών.Ισοδυναμεί με 4.187 Joules η 3,969 Btu και είναι η ενέργεια που χρειάζεται για να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός κιλού νερού κατά ένα βαθμό της κλίμακας Κελσίου.</p> <p><b>Joule:</b>Είναι η μονάδα ενέργειας του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων που ισούται προς 0,2388 calories η 0,0009481 Btu.</p> <p><b>Kilowatt-hour (kWh):</b>Μονάδα ενέργειας που ισούται προς 3.413 Btu η 3.600000 joules. Είναι η μονάδα ενέργειας που ισοδυναμεί με την σταθερή επί μία ώρα παραγωγή η κατανάλωση ενέργειας με ρυθμό 1 kW.</p> <p><b>Therm :</b>Είναι μονάδα ενέργειας που προσδιορίζει το ενεργειακό περιεχόμενο του φυσικού αερίου και ισούται προς 100.000 Btu.</p> <p><b>Horsepower (Ιπποδύναμη, hp):</b> Είναι μονάδα ισχύος που ισούται προς 550 ft*lb/sec η 746 W.</p> <p>Kilowatt (kW): Μονάδα ισχύος ίση προς 1.000 watts.</p> <p><b>Watt (W):</b> Μονάδα ισχύος που ισούται με την παραγωγή η κατανάλωση ενέργειας ενός Joule ανά δευτερόλεπτο.</p>
--

Πίνακας 20.Χρήσιμες ενεργειακές μονάδες

<u>Ονομασία μονάδας</u>	<u>Σύμβολο</u>	<u>Joules</u>	<u>Ισοδυναμεί με</u>
Κιλοβατώρα	KWh	3.600.000	3413 Btu
θερμίδα	cal	4,186	
Μεγάλη θερμίδα	Kcal	4.186	1000 cal
Βρετανική θερμική μονάδα	Btu	1.055	252 cal
Ηλεκτροβόλτ	eV	$1,60 \cdot 10^{-19}$	
Quintillion	Q	$1,055 \cdot 10^{21}$	$10^{18}$ Btu
Quadrillion	quad	$1,055 \cdot 10^{18}$	$10^{15}$ Btu

Πίνακας Συστήματος

<u>Παράγων</u>	<u>Όνομα</u>	<u>Σύμβολο</u>	<u>Παράγων</u>	<u>Όνομα</u>	<u>Σύμβολο</u>
$10^{24}$	yotta	Y	$10^{-1}$	deci	d
$10^{21}$	zetta	Z	$10^{-2}$	centi	c
$10^{18}$	exa	E	$10^{-3}$	milli	m
$10^{15}$	peta	P	$10^{-6}$	micro	μ
$10^{12}$	tera	T	$10^{-9}$	nano	n
$10^9$	giga	G	$10^{-12}$	pico	p
$10^6$	mega	M	$10^{-15}$	femto	f
$10^3$	kilo	k	$10^{-18}$	atto	a
$10^2$	hecto	h	$10^{-21}$	zepto	z
$10^1$	deka	da	$10^{-24}$	yocto	y

21.Προθέματα Μονάδων SI

Πίνακας 22.Πίνακας μετατροπής μονάδων όγκου

Πολλαπλασιάστε επί τον συντελεστή για να μετατρέψετε απο την μονάδα της πρώτης στήλης σε μονάδα της οριζόντιας γραμμής	US γαλλόνι	UK γαλλόνι	Βαρέλι	Κυβικά πόδια	Λίτρα	Κυβικά μέτρα
US γαλλόνι (gal)	1	0,8327	0,02381	0,1337	3,785	0,0038
UK γαλλόνι (gal)	1,201	1	0,02859	0,1605	4,546	0,0045
Βαρέλι (bbl)	42,0	34,97	1	5,615	159,0	0,159
Κυβικά πόδια (ft <sup>3</sup> )	7,48	6,229	0,1781	1	28,3	0,0283
Λίτρα (l)	0,2642	0,220	0,0063	0,0353	1	0,001
Κυβικά μέτρα (m <sup>3</sup> )	264,2	220,0	6,289	35,3147	1000,0	1

Πίνακας 23.Συντελεστές μετατροπής μονάδων μάζας.

Πολλαπλασιάστε επί τον συντελεστή για να μετατρέψετε απο την μονάδα της πρώτης στήλης σε μονάδα της οριζόντιας γραμμής	Kg	t	lt	st	lb
Χιλιόγραμμα (Kg)	1	0,001	9,84x10 <sup>-4</sup>	1,102x10 <sup>-3</sup>	2,2046
Tonne (t)	1000	1	0,984	1,1023	2204,6
Long ton (lt)	1016	1,016	1	1,120	2240,0
Short ton (st)	907,2	0,9072	0,893	1	2000,0
Pound (lb)	0.454	4,54x10 <sup>-4</sup>	4,46x10 <sup>-4</sup>	5,0x10 <sup>-4</sup>	1

Πίνακας 24.Συντελεστές μετατροπής μονάδων Ενέργειας και Ισχύος.

Μετατροπές Ενέργειας						
	British Thermal Unit	Foot-pounds	Joules	calories	Kilo-calories	Kilowatt-hours
1 British Thermal Unit	1	777.9	1055	252.0	0.252	2.93x10 <sup>-4</sup>
1 Foot-pound	0.001285	1	1.356	0.3238	3.238x10 <sup>-4</sup>	3.766x10 <sup>-7</sup>
1 joule	9.481x10 <sup>-4</sup>	0.7376	1	0.2388	2.388x10 <sup>-4</sup>	2.778x10 <sup>-7</sup>
1 calorie	0.003969	3.088	4.187	1	0.001	1.163x10 <sup>-6</sup>
1 kilocalorie	3.969	3088	4187	1000	1	0.001163
1 kilowatt hour	3413	2.655x10 <sup>6</sup>	3.6x10 <sup>6</sup>	8.598x10 <sup>5</sup>	859.8	1

<i>Μετατροπές Ισχύος</i>					
	Foot-Pounds per second	Horse-power	calories per second	Kilo-watts	Watts
1 foot-pound per second	1	0.001818	0.3238	0.001356	1.356
1 horsepower	550	1	178.1	0.746	746
1 Calorie per second	3.088	0.005615	1	0.004187	4.187
1 kilowatt	737.6	1.341	238.8	1	1000
1 watt	0.7376	0.001341	0.2388	0.001	1

Πίνακας 25. Μέσο ενεργειακό περιεχόμενο διαφόρων καυσίμων

<i>Συντελεστές μετατροπής του μέσου ενεργειακού περιεχομένου διαφόρων καυσίμων</i>	
1 kWh ηλεκτρικής ενέργειας	3413 Btu
1 cubic foot φυσικού αερίου	1.008 to 1,034 Btu
1 therm φυσικού αερίου	100.000 Btu
1 gallon αργού πετρελαίου	138.095 Btu
1 barrel αργού πετρελαίου	5.800.000 Btu
1 gallon γκαζολίνης	125.000 Btu
1 gallon αιθανόλης	84.400 Btu
1 gallon μεθανόλης	62.800 Btu
1 gallon E-10 η gasohol (10% αιθανόλη, 90% γκαζολίνη)	120.900 Btu
1 gallon of E-85 (85% αιθανόλη, 15% γκαζολίνη)	90.500 Btu
1 gallon κηροζίνης	135.000 Btu
1 gallon ντίζελ	138.690 Btu
1 gallon υγροποιημένου πετρελαϊκού αερίου (LPG η EN-589)	95.475 Btu
1 ton άνθρακα	16.200.000 to 26.000.000 Btu
1 ton ξύλου	9.000,000 to 17.000,000 Btu

Πίνακας 26. Πίνακας μετατροπών διαφόρων μονάδων μέτρησης.

<i>Μετατροπές μονάδων μέτρησης</i>
1 short ton (ton) = 2.000 pounds = 6,65 barrels (crude oil)
1 metric ton (tonn) = 2.200 pounds
1 barrel (bbl) = 42 gallons = 5,615 cubic feet = 159,0 liters
1 therm = 10 <sup>5</sup> Btu = 100.000 Btu
1 thousand Btu (MBtu) = 1.000 Btu
1 million Btu (MMBtu) = 1.000.000 Btu
1 quad = 1 quadrillion Btu = 10 <sup>15</sup> Btu = 1.000.000.000 MMBtu
1 kilowatt-hour (kWh) = 1.000 watt-hours
1 megawatt-hour (MWh) = 1.000 kWh or 1.000,000 watt-hours
1 gigawatt-hour (GWh) = 1.000 MWh or 1.000.000.000 watt-hours
1 standard cord of wood = 8 feet x 4 feet x 4 feet = 128 cubic feet = ~4.000 pounds
1 face cord of wood = 8 feet x 4 feet x 16 inches = 42.7 cubic feet = ~ 1.333 pounds

Πίνακας 27. Μέση ενεργειακή κατανάλωση συνήθων οικιακών συσκευών.

<i>Μέση ενεργειακή κατανάλωση συνήθων οικιακών συσκευών</i>	
Συσκευή	Ετήσια κατανάλωση σε kWh για κάθε συσκευή
Κεντρικός κλιματισμός	2,667
Κλιματισμός ενός δωματίου	738
Βραστήρας νερού	2,671
Ψυγείο	1,155
Καταψύκτης	1,204
Ηλεκτρική κουζίνα	458
Πλυντήριο πιάτων	299
Πλυντήριο ρούχων	99
Στεγνωτήριο ρούχων	875

Πίνακας 28. Περιεκτικότητα σε άνθρακα διαφόρων καυσίμων

<i>Περιεκτικότητα σε άνθρακα διαφόρων καυσίμων</i>	
Κάσιμο	Τόνοι C/10 <sup>9</sup> BTU
Άνθρακας	25.61
Φυσικό αέριο	14.47
Πετρέλαιο	19.95
LPG	17.02

## B. Ο Πληθυσμός των διαφόρων χωρών του Κόσμου το 2008

Σειρά	Κράτος	Πληθυσμός	% του Παγκόσμιου Πληθυσμού
1	Κίνα	1.335.962.132	19.84%
2	Ινδία	1.144.090.000	16.94%
3	ΗΠΑ	305.757.000	4.53%
4	Ινδονησία	229.373.990	3.41%
5	Βραζιλία	190.653.000	2.8%
6	Πακιστάν	165.560.000	2.46%
7	Μπαγκλαντές	158.665.000	2.36%
8	Νιγηρία	148.093.000	2.2%
9	Ρωσία	141.862.032	2.11%
10	Ιαπωνία	127.704.000	1.9%
11	Μεξικό	106.682.500	1.58%
12	Φιλιππίνες	90.457.200	1.34%
13	Βιετνάμ	87.375.000	1.3%
14	Γερμανία	82.062.200	1.22%
15	Αιθιοπία	79.221.000	1.18%
16	Αίγυπτος	75.845.000	1.13%
17	Τουρκία	71.517.100	1.06%
18	Ιράν	70.495.782	1.05%
19	Γαλλία	65.073.482	0.97%
20	Ταϊλάνδη	63.038.247	0.94%

21	Κονγκό	62.636.000	0.93%
22	Ηνωμένο Βασίλειο	61.612.300	0.92%
23	Ιταλία	60.090.400	0.89%
24	Μιανμάρ	48.798.000	0.72%
25	Νότιος Κορέα	48.224.000	0.72%
26	Νότιος Αφρική	47.850.700	0.71%
27	Ουκρανία	46.191.022	0.69%
28	Ισπανία	45.853.000	0.68%
29	Κολομβία	44.760.630	0.66%
30	Τανζανία	40.454.000	0.6%
31	Αργεντινή	39.745.613	0.61%
32	Σουδάν	38.560.000	0.57%
33	Πολωνία	38.130.300	0.57%
34	Κένυα	37.538.000	0.56%
35	Αλγερία	33.858.000	0.5%
36	Καναδάς	33.545.000	0.5%
37	Μαρόκο	31.343.359	0.47%
38	Ουγκάντα	30.884.000	0.46%
39	Ιράκ	28.993.000	0.43%
40	Περου	28.750.770	0.43%
41	Νεπάλ	28.196.000	0.42%
42	Βενεζουέλα	28.068.389	0.42%
43	Μαλαισία	27.757.000	0.41%

44	Ουζμπεκιστάν	27.372.000	0.41%
45	Αφγανιστάν	27.145.000	0.4%
46	Σαουδική Αραβία	24.735.000	0.37%
47	Βόρειος Κορέα	23.790.000	0.35%
48	Γκάνα	23.478.000	0.35%
49	Ταϊβάν	23.027.672	0.34%
50	Υεμένη	22.389.000	0.33%
51	Αυστραλία	21.576.319	0.32%
52	Ρουμανία	21.496.700	0.32%
53	Mozambique	21.397.000	0.32%
54	Syria	19.929.000	0.3%
55	Madagascar	19.683.000	0.29%
56	Sri Lanka	19.299.000	0.29%
57	Côte d'Ivoire	19.262.000	0.29%
58	Cameroon	18.549.000	0.28%
59	Angola	17.024.000	0.25%
60	Chile	16.864.000	0.25%
61	Netherlands	16.494.300	0.24%
62	Kazakhstan	15.571.506	0.23%
63	Burkina Faso	14.784.000	0.22%
64	Niger	14.226.000	0.21%
65	Malawi	13.925.000	0.21%
66	Ecuador	13.867.761	0.21%

67	Cambodia	13.388.910	0.2%
68	Guatemala	13.354.000	0.2%
69	Zimbabwe	13.349.000	0.2%
70	Senegal	12.379.000	0.18%
71	Mali	12.337.000	0.18%
72	Zambia	11.922.000	0.18%
73	Cuba	11.268.000	0.17%
74	Greece	11.262.500	0.17%
75	Chad	10.781.000	0.16%
76	Belgium	10.741.000	0.16%
77	Portugal	10.631.800	0.16%
78	Czech Republic	10.474.600	0.16%
79	Tunisia	10.327.800	0.15%
80	Hungary	10.029.900	0.15%
81	Serbia <sup>[8]</sup>	9.858.000	0.15%
82	Dominican Republic	9.760.000	0.14%
83	Rwanda	9.725.000	0.14%
84	Belarus	9.690.000	0.14%
85	Haiti	9.598.000	0.14%
86	Bolivia	9.525.000	0.14%
87	Guinea	9.370.000	0.14%
88	Sweden	9.259.000	0.14%
89	Benin	9.033.000	0.13%

90	Somalia	8.699.000	0.13%
91	Burundi	8.508.000	0.13%
92	Azerbaijan	8.629.900	0.13%
93	Austria	8.356.700	0.12%
94	Switzerland	7.667.700	0.11%
95	Bulgaria	7.602.100	0.11%
96	Israel	7.356.100 <sup>[9]</sup>	0.11%
97	Honduras	7.106.000	0.11%
98	El Salvador	6.857.000	0.1%
99	Tajikistan	6.736.000	0.1%
100	Togo	6.585.000	0.098%
101	Papua New Guinea	6.331.000	0.094%
102	Libya	6.160.000	0.091%
103	Paraguay	6.127.000	0.091%
104	Jordan	5.924.000	0.088%
105	Sierra Leone	5.866.000	0.087%
106	Laos	5.859.000	0.087%
107	Nicaragua	5.603.000	0.083%
108	Denmark	5.519.300	0.08%
109	Slovakia	5.411.100	0.08%
110	Finland	5.328.954	0.079%
111	Kyrgyzstan	5.317.000	0.079%
112	Turkmenistan	4.965.000	0.074%

113	Eritrea	4.851.000	0.072%
114	Singapore	4.839.400	0.072%
115	Norway	4.806.200	0.071%
116	Ireland	4.517.800	0.07%
117	Croatia	4.432.000	0.07%
118	Costa Rica	4.468.000	0.066%
119	Georgia	4.382.100	0.065%
120	United Arab Emirates	4.380.000	0.065%
121	Central African Republic	4.343.000	0.065%
122	New Zealand	4.297.537	0.064%
123	Lebanon	4.099.000	0.061%
124	<i>Puerto Rico</i>	3.991.000	0.059%
125	Bosnia and Herzegovina	3.935.000	0.058%
126	Moldova	3.572.700 <sup>[13]</sup>	0.056%
127	Republic of the Congo	3.768.000	0.056%
128	<i>Palestine</i>	3.761.646	0.056%
129	Liberia	3.750.000	0.056%
130	Lithuania	3.350.400	0.05%
131	Panama	3.343.000	0.05%
132	Uruguay	3.340.000	0.05%
133	Armenia	3.230.100	0.045%
134	Albania	3.170.000	0.047%
135	Mauritania	3.124.000	0.046%

136	Kuwait	2.851.000	0.042%
137	Jamaica	2.714.000	0.04%
138	Mongolia	2.629.000	0.039%
139	Oman	2.595.000	0.039%
140	Latvia	2.261.100	0.034%
141	Namibia	2.074.000	0.031%
142	FYROM	2.048.900	0.03%
143	Slovenia	2.040.725	0.031%
144	Lesotho	2.008.000	0.03%
145	Botswana	1.882.000	0.028%
146	Gambia	1.709.000	0.025%
147	Guinea-Bissau	1.695.000	0.025%
148	Estonia	1.340.300	0.02%
149	Trinidad and Tobago	1.333.000	0.02%
150	Gabon	1.331.000	0.02%
151	Mauritius	1.262.000	0.019%
152	East Timor	1.155.000	0.017%
153	Swaziland	1.141.000	0.017%
154	Qatar	841.000	0.012%
155	Fiji	837.271	0.012%
156	Djibouti	833.000	0.012%
157	Cyprus	801.600	0.012%
158	Bahrain	753.000	0.011%

159	Guyana	738.000	0.011%
160	Bhutan	658.000	0.01%
161	Comoros	637.500 <sup>[16]</sup>	0.009%
162	Montenegro	620.000	0.009%
163	Cape Verde	530.000	0.008%
164	Equatorial Guinea <sup>[17]</sup>	507.000	0.008%
165	Solomon Islands	506.992	0.007%
166	Luxembourg	491.700	0.007%
167	<i>Western Sahara</i>	480.000	0.007%
168	Suriname	458.000	0.007%
169	Malta	412.600	0.006%
170	Brunei	390.000	0.006%
171	Bahamas	331.000	0.005%
172	Iceland	320.500	0.005%
173	Maldives	306.000	0.005%
174	Barbados	294.000	0.004%
175	Belize	288.000	0.004%
176	Vanuatu	226.000	0.003%
177	<i>Netherlands Antilles</i>	192.000	0.003%
178	Samoa	188.359	0.003%
179	<i>Guam</i>	173.000	0.003%
180	Saint Lucia	165.000	0.002%
181	São Tomé and Príncipe	158.000	0.002%

182	Saint Vincent and the Grenadines	120.000	0.002%
183	<i>U.S. Virgin Islands</i>	111.000	0.002%
184	Federated States of Micronesia	111.000	0.002%
185	Grenada	106.000	0.002%
186	<i>Aruba</i>	104.000	0.002%
187	Tonga	100.000	0.001%
188	Kiribati	95.000	0.001%
189	<i>Jersey</i>	89.300	0.001%
190	Seychelles	87.000	0.001%
191	Antigua and Barbuda	85.000	0.001%
192	<i>Northern Mariana Islands</i>	84.000	0.001%
193	Andorra	83.137	0.001%
194	<i>Isle of Man</i>	80.058	0.001%
195	Dominica	67.000	0.001%
196	<i>American Samoa</i>	67.000	0.001%
197	<i>Bermuda</i>	65.000	0.001%
198	<i>Guernsey</i>	61.811	0.001%
199	Marshall Islands	59.000	0.001%
200	<i>Greenland</i>	58.000	0.001%
201	Saint Kitts and Nevis	50.000	0.001%
202	<i>Faroe Islands</i>	48.731	0.001%
203	<i>Cayman Islands</i>	47.000	0.001%
204	Liechtenstein	35.700	0.0005%

205	Monaco	33.000	0.0005%
206	San Marino	30.800	0.0005%
207	<i>Gibraltar</i>	29.257	0.0004%
208	<i>Turks and Caicos Islands</i>	26.000	0.0004%
209	<i>British Virgin Islands</i>	23.000	0.0003%
210	<i>Cook Islands</i>	20.200 <sup>[18]</sup>	0.0002%
211	Palau	20.000	0.0003%
212	<i>Anguilla</i>	13.000	0.0002%
213	Tuvalu	11.000	0.0002%
214	Nauru	10.000	0.0001%
215	<i>Saint Helena</i>	6.600 <sup>[19]</sup>	0.0001%
216	<i>Montserrat</i>	5.900	0.0001%
217	<i>Falkland Islands</i>	3.000	0.00005%
218	<i>Niue</i>	1.600	0.00003%
219	<i>Tokelau</i>	1.400	0.00003%
220	Vatican City	800	0.00002%
221	<i>Pitcairn Islands</i>	50	0.000001%

## Γ. Αποθέματα πετρελαίου

	1987	1997	2006		2007		
	10 <sup>9</sup> barrels	10 <sup>9</sup> barrels	10 <sup>9</sup> barrels	10 <sup>9</sup> tonnes	10 <sup>9</sup> barrels	%	R/P ratio
US	35,4	30,5	29,4	3,6	29,4	2,4%	11,7
Canada	11,7	10,7	27,7	4,2	27,7	2,2%	22,9
Mexico	54,1	47,8	12,8	1,7	12,2	1,0%	9,6
Total North America	101,2	89,0	70,0	9,5	69,3	5,6%	13,9
Argentina	2,2	2,6	2,6	0,4	2,6	0,2%	10,2
Brazil	2,6	7,1	12,2	1,7	12,6	1,0%	18,9
Colombia	1,9	2,6	1,5	0,2	1,5	0,1%	7,4
Ecuador	1,6	3,7	4,5	0,6	4,3	0,3%	22,5
Peru	0,5	0,8	1,1	0,1	1,1	0,1%	26,4
Trinidad & Tobago	0,6	0,7	0,8	0,1	0,8	0,1%	14,1
Venezuela	58,1	74,9	87,0	12,5	87,0	7,0%	91,3
Other S. & Cent. America	0,6	1,1	1,3	0,2	1,3	0,1%	25,2
Total S. & Cent. America	68,1	93,4	111,0	15,9	111,2	9,0%	45,9
Azerbaijan	n/a	n/a	7,0	1,0	7,0	0,6%	22,1
Denmark	0,4	0,9	1,2	0,1	1,1	0,1%	9,8
Italy	0,7	0,8	0,8	0,1	0,8	0,1%	17,6
Kazakhstan	n/a	n/a	39,8	5,3	39,8	3,2%	73,2
Norway	6,6	12,0	8,5	1,0	8,2	0,7%	8,8
Romania	1,3	0,9	0,5	0,1	0,5	♦	12,4
Russian Federation	n/a	n/a	79,3	10,9	79,4	6,4%	21,8
Turkmenistan	n/a	n/a	0,6	0,1	0,6	♦	8,3
United Kingdom	5,2	5,2	3,6	0,5	3,6	0,3%	6,0
Uzbekistan	n/a	n/a	0,6	0,1	0,6	♦	14,3
Other Europe & Eurasia	61,7	68,0	2,2	0,3	2,1	0,2%	12,8
Total Europe & Eurasia	75,8	88,0	144,1	19,4	143,7	11,6%	22,1
Iran	92,9	92,6	138,4	19,0	138,4	11,2%	86,2
Iraq	100,0	112,5	115,0	15,5	115,0	9,3%	*
Kuwait	94,5	96,5	101,5	14,0	101,5	8,2%	*
Oman	4,1	5,4	5,6	0,8	5,6	0,5%	21,3
Qatar	4,5	12,5	27,9	3,6	27,4	2,2%	62,8
Saudi Arabia	169,6	261,5	264,3	36,3	264,2	21,3%	69,5
Syria	1,7	2,3	3,0	0,3	2,5	0,2%	17,4
United Arab Emirates	98,1	97,8	97,8	13,0	97,8	7,9%	91,9
Yemen	1,1	1,8	2,8	0,4	2,8	0,2%	22,7
Other Middle East	0,1	0,2	0,1	^	0,1	♦	10,9
Total Middle East	566,6	683,2	756,3	102,9	755,3	61,0%	82,2
Algeria	8,6	11,2	12,3	1,5	12,3	1,0%	16,8
Angola	2,0	3,9	9,0	1,2	9,0	0,7%	14,4
Chad	-	-	0,9	0,1	0,9	0,1%	17,2
Rep. of Congo (Brazzaville)	0,7	1,6	1,9	0,3	1,9	0,2%	23,9
Egypt	4,7	3,7	3,7	0,5	4,1	0,3%	15,7
Equatorial Guinea	-	0,6	1,8	0,2	1,8	0,1%	13,2
Gabon	1,0	2,7	2,0	0,3	2,0	0,2%	23,8

Libya	22,8	29,5	41,5	5,4	41,5	3,3%	61,5
Nigeria	16,0	20,8	36,2	4,9	36,2	2,9%	42,1
Sudan	0,3	0,3	6,6	0,9	6,6	0,5%	39,7
Tunisia	1,7	0,3	0,6	0,1	0,6	♦	16,7
Other Africa	1,0	0,7	0,6	0,1	0,6	0,1%	10,2
<b>Total Africa</b>	<b>58,7</b>	<b>75,3</b>	<b>117,1</b>	<b>15,6</b>	<b>117,5</b>	<b>9,5%</b>	<b>31,2</b>
Australia	3,2	4,0	4,2	0,4	4,2	0,3%	20,3
Brunei	1,6	1,1	1,2	0,2	1,2	0,1%	16,9
China	17,4	17,0	15,6	2,1	15,5	1,3%	11,3
India	4,4	5,6	5,7	0,7	5,5	0,4%	18,7
Indonesia	9,0	4,9	4,4	0,6	4,4	0,4%	12,4
Malaysia	3,3	5,0	5,4	0,7	5,4	0,4%	19,4
Thailand	0,1	0,3	0,5	0,1	0,5	♦	4,1
Vietnam	^	1,2	3,3	0,5	3,4	0,3%	27,5
Other Asia Pacific	0,8	1,2	0,9	0,1	0,9	0,1%	11,0
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>39,8</b>	<b>40,4</b>	<b>41,0</b>	<b>5,4</b>	<b>40,8</b>	<b>3,3%</b>	<b>14,2</b>
<b>TOTAL WORLD</b>	<b>910,2</b>	<b>1069,3</b>	<b>1239,5</b>	<b>168,6</b>	<b>1237,9</b>	<b>100,0%</b>	<b>41,6</b>
of which: European Union	9,0	8,8	6,9	0,9	6,8	0,5%	7,8
OECD	119,1	113,4	89,5	11,9	88,3	7,1%	12,6
OPEC	676,0	818,7	935,3	127,6	934,7	75,5%	72,7
OPEC 10	574,0	702,3	811,2	110,8	810,7	65,5%	70,9
Non-OPEC £	174,7	184,1	176,2	23,6	175,0	14,1%	14,3
Former Soviet Union	59,5	66,5	128,0	17,4	128,1	10,4%	27,4
Canadian Oil Sands	n/a	n/a	152,2	24,7	152,2		
Proved reserves and oil sands	n/a	n/a	1391,7	193,4	1390,1		

Πηγή: Survey of Energy Resources 2007. World Energy Council.

## Δ. Αποθέματα Φυσικού Αερίου

	1987	1997	2006	2007		
	10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup>	%	R/P
US	5.30	4.74	5.98	5.98	3.4%	10.9
Canada	2.69	1.81	1.62	1.63	0.9%	8.9
Mexico	2.12	1.80	0.39	0.37	0.2%	8.0
Total North America	10.11	8.34	7.99	7.98	4.5%	10.3
Argentina	0.69	0.68	0.45	0.44	0.2%	9.8
Bolivia	0.14	0.12	0.74	0.74	0.4%	54.7
Brazil	0.11	0.23	0.35	0.36	0.2%	32.3
Colombia	0.10	0.20	0.12	0.13	0.1%	16.2
Peru	0.34	0.20	0.33	0.36	0.2%	*
Trinidad & Tobago	0.30	0.52	0.48	0.48	0.3%	12.3
Venezuela	2.84	4.12	5.10	5.15	2.9%	*
Other S. & Cent. America	0.15	0.15	0.07	0.07	□	21.0
Total S. & Cent. America	4.67	6.21	7.64	7.73	4.4%	51.2
Azerbaijan	n/a	0.84	1.26	1.28	0.7%	*
Denmark	0.07	0.11	0.12	0.12	0.1%	12.6
Germany	0.38	0.26	0.16	0.14	0.1%	9.6
Italy	0.30	0.27	0.09	0.09	0.1%	10.0
Kazakhstan	n/a	1.87	1.90	1.90	1.1%	69.8
Netherlands	1.77	1.79	1.32	1.25	0.7%	19.4
Norway	2.29	3.65	2.89	2.96	1.7%	33.0
Poland	0.16	0.16	0.11	0.11	0.1%	26.4
Romania	0.20	0.37	0.63	0.63	0.4%	54.4
Russian Federation	n/a	45.17	44.60	44.65	25.2%	73.5
Turkmenistan	n/a	2.71	2.67	2.67	1.5%	39.6
Ukraine	n/a	0.98	1.03	1.03	0.6%	54.0
United Kingdom	0.64	0.77	0.41	0.41	0.2%	5.7
Uzbekistan	n/a	1.63	1.74	1.74	1.0%	29.8
Other Europe & Eurasia	39.25	0.45	0.44	0.43	0.2%	39.4
Total Europe & Eurasia	45.06	61.02	59.37	59.41	33.5%	55.2
Bahrain	0.20	0.14	0.09	0.09	□	7.4
Iran	13.92	23.00	27.58	27.80	15.7%	*
Iraq	1.00	3.19	3.17	3.17	1.8%	*
Kuwait	1.21	1.49	1.78	1.78	1.0%	*
Oman	0.27	0.54	0.69	0.69	0.4%	28.6
Qatar	4.44	8.50	25.64	25.60	14.4%	*
Saudi Arabia	4.19	5.88	7.07	7.17	4.0%	94.4
Syria	0.13	0.24	0.29	0.29	0.2%	54.7
United Arab Emirates	5.68	6.06	6.11	6.09	3.4%	*
Yemen	0.11	0.48	0.49	0.49	0.3%	-
Other Middle East	^	^	0.05	0.05	□	18.5
Total Middle East	31.18	49.53	72.95	73.21	41.3%	*
Algeria	3.16	4.08	4.50	4.52	2.5%	54.4
Egypt	0.31	0.93	2.05	2.06	1.2%	44.3
Libya	0.73	1.31	1.49	1.50	0.8%	98.4

Nigeria	2.41	3.48	5.22	5.30	3.0%	*
Other Africa	0.79	0.82	1.20	1.21	0.7%	*
<b>Total Africa</b>	<b>7.39</b>	<b>10.62</b>	<b>14.46</b>	<b>14.58</b>	<b>8.2%</b>	<b>76.6</b>
Australia	1.07	1.48	2.49	2.51	1.4%	62.8
Bangladesh	0.35	0.30	0.39	0.39	0.2%	24.0
Brunei	0.33	0.39	0.33	0.34	0.2%	28.0
China	0.89	1.16	1.68	1.88	1.1%	27.2
India	0.55	0.69	1.08	1.06	0.6%	35.0
Indonesia	2.37	2.15	2.63	3.00	1.7%	45.0
Malaysia	1.49	2.46	2.48	2.48	1.4%	40.9
Myanmar	0.27	0.28	0.54	0.60	0.3%	40.8
Pakistan	0.63	0.60	0.85	0.85	0.5%	27.6
Papua New Guinea	0.09	0.43	0.44	0.44	0.2%	*
Thailand	0.18	0.21	0.33	0.33	0.2%	12.7
Vietnam	^	0.17	0.22	0.22	0.1%	28.5
Other Asia Pacific	0.23	0.41	0.37	0.37	0.2%	21.9
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>8.45</b>	<b>10.73</b>	<b>13.82</b>	<b>14.46</b>	<b>8.2%</b>	<b>36.9</b>
<b>TOTAL WORLD</b>	<b>106.86</b>	<b>146.46</b>	<b>176.22</b>	<b>177.36</b>	<b>100.0%</b>	<b>60.3</b>
of which: European Union	3.75	3.85	2.94	2.84	1.6%	14.8
OECD	17.19	17.05	15.79	15.77	8.9%	14.4
Former Soviet Union	38.90	53.44	53.46	53.53	30.2%	67.7

Πηγή: Survey of Energy Resources 2007. World Energy Council.

## Ε. Αποθέματα Άνθρακα

2007

Εκατομύρια τόνοι	Άνθρακίτης και ασφαλτώδης	Λιγνίτης και υποασφαλτώδης	Σύνολο	%	R/P
<b>US</b>	<b>112261</b>	<b>130460</b>	242721	<b>28,6%</b>	<b>234</b>
<b>Canada</b>	<b>3471</b>	<b>3107</b>	6578	<b>0,8%</b>	<b>95</b>
<b>Mexico</b>	<b>860</b>	<b>351</b>	1211	<b>0,1%</b>	<b>99</b>
Total North America	116592	133918	250510	29,6%	224
<b>Brazil</b>	-	<b>7068</b>	7068	<b>0,8%</b>	*
Colombia	6578	381	6959	0,8%	97
Venezuela	479	-	479	0,1%	60
Other S. & Cent. America	172	1598	1770	0,2%	*
Total S. & Cent. America	7229	9047	16276	1,9%	188
Bulgaria	5	1991	1996	0,2%	66
Czech Republic	1673	2828	4501	0,5%	72
Germany	152	6556	6708	0,8%	33
Greece	-	3900	3900	0,5%	62
Hungary	199	3103	3302	0,4%	336
Kazakhstan	28170	3130	31300	3,7%	332
Poland	6012	1490	7502	0,9%	51
Romania	12	410	422	<0,05%	12
Russian Federation	49088	107922	157010	18,5%	500
Spain	200	330	530	0,1%	29
Turkey	-	1814	1814	0,2%	24
Ukraine	15351	18522	33873	4,0%	444
United Kingdom	155	-	155	<0,05%	9
Other Europe & Eurasia	1025	18208	19233	2,3%	278
Total Europe & Eurasia	102042	170204	272246	32,1%	224
South Africa	48000	-	48000	5,7%	178
Zimbabwe	502	-	502	0,1%	237
Other Africa	929	174	1103	0,1%	*
Middle East	1386	-	1386	0,2%	*
Total Middle East & Africa	50817	174	50991	6,0%	186
Australia	37100	39500	76600	9,0%	194
China	62200	52300	114500	13,5%	45
India	52240	4258	56498	6,7%	118
Indonesia	1721	2607	4328	0,5%	25
Japan	355	-	355	<0,05%	249
New Zealand	33	538	571	0,1%	124
North Korea	300	300	600	0,1%	20
Pakistan	1	1981	1982	0,2%	*
South Korea	-	135	135	<0,05%	47
Thailand	-	1354	1354	0,2%	74
Vietnam	150	-	150	w	4
Other Asia Pacific	115	276	391	w	29
Total Asia Pacific	154216	103249	257465	30,4%	70
<b>TOTAL WORLD</b>	<b>430896</b>	<b>416592</b>	<b>847488</b>	<b>100,0%</b>	<b>133</b>

of which: European Union	8427	21143	29570	3,5%	50
OECD	162490	194420	356910	42,1%	168
Former Soviet Union	93609	132386	225995	26,7%	463
Other EMEs	174797	89786	264583	31,2%	70

Πηγή: Survey of Energy Resources 2007. World Energy Council.

## Z. Παραγωγή Άνθρακα

Παραγωγή άνθρακα (σε εκατομύρια τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου)

Κράτος	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>US</b>	<b>590,3</b>	<b>570,1</b>	<b>553,6</b>	<b>572,4</b>	<b>580,2</b>	<b>595,1</b>	<b>587,2</b>
Canada	37,6	34,9	32,2	34,7	35,6	34,5	36,9
Mexico	5,3	5,3	4,6	4,7	5,2	5,5	5,9
<b>Total North America</b>	<b>633,2</b>	<b>610,2</b>	<b>590,4</b>	<b>611,8</b>	<b>620,9</b>	<b>635,2</b>	<b>629,9</b>
<b>Brazil</b>	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>	<b>1,8</b>	<b>2,0</b>	<b>2,4</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>
Colombia	28,5	25,7	32,5	34,9	39,4	43,7	46,6
Venezuela	5,6	5,9	5,1	5,9	5,3	5,4	5,9
Other S. & Cent. America	0,5	0,4	0,5	0,2	0,3	0,8	0,6
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>36,8</b>	<b>33,9</b>	<b>39,9</b>	<b>43,0</b>	<b>47,3</b>	<b>52,2</b>	<b>55,3</b>
<b>Bulgaria</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,6</b>	<b>4,5</b>	<b>4,4</b>	<b>4,6</b>	<b>5,1</b>
Czech Republic	25,4	24,3	24,2	23,5	23,5	23,7	23,6
France	1,5	1,1	1,3	0,4	0,2	0,2	0,1
Germany	54,1	55,0	54,1	54,7	53,2	50,3	51,5
Greece	8,5	9,1	9,5	9,6	9,4	8,6	8,2
Hungary	2,9	2,7	2,8	2,4	2,0	2,1	2,0
Kazakhstan	40,7	37,8	43,3	44,4	44,2	49,1	48,3
Poland	71,7	71,3	71,4	70,5	68,7	67,0	62,3
Romania	7,1	6,6	7,0	6,7	6,6	7,3	7,4
Russian Federation	122,6	117,3	127,1	131,7	139,2	145,1	148,2
Spain	7,6	7,2	6,8	6,7	6,4	6,2	6,0
Turkey	14,2	11,5	10,5	10,5	12,8	13,4	15,8
Ukraine	43,5	42,8	41,7	42,2	40,9	41,7	39,6
United Kingdom	19,4	18,2	17,2	15,3	12,5	11,3	10,4
Other Europe & Eurasia	14,4	15,3	15,8	15,6	14,7	15,6	16,9
<b>Total Europe &amp; Eurasia</b>	<b>438,2</b>	<b>424,6</b>	<b>437,2</b>	<b>438,7</b>	<b>438,7</b>	<b>446,1</b>	<b>445,4</b>
<b>Total Middle East</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>South Africa</b>	<b>126,1</b>	<b>124,1</b>	<b>134,1</b>	<b>137,2</b>	<b>137,7</b>	<b>144,7</b>	<b>151,8</b>
Zimbabwe	2,9	2,5	1,8	2,4	1,9	1,4	1,4
Other Africa	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1
<b>Total Africa</b>	<b>130,2</b>	<b>128,0</b>	<b>137,1</b>	<b>140,9</b>	<b>140,7</b>	<b>147,1</b>	<b>154,2</b>
<b>Australia</b>	<b>179,9</b>	<b>184,5</b>	<b>190,1</b>	<b>198,8</b>	<b>206,5</b>	<b>211,0</b>	<b>215,4</b>
China	697,6	733,7	868,4	1012,1	1119,8	1205,1	1289,6
India	133,6	138,5	144,4	155,7	162,1	170,2	181,0
Indonesia	56,5	63,6	69,5	79,4	93,9	111,4	107,5
Japan	1,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8
New Zealand	2,4	2,7	3,2	3,2	3,2	3,5	2,8
Pakistan	1,5	1,6	1,5	1,5	1,6	1,7	1,6
South Korea	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3
Thailand	5,6	5,7	5,3	5,6	5,8	5,3	5,1
Vietnam	7,5	9,2	10,8	14,7	18,3	21,8	23,1
Other Asia Pacific	19,7	19,0	19,6	20,8	22,1	21,4	22,1
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>1107,8</b>	<b>1160,7</b>	<b>1315,0</b>	<b>1494,0</b>	<b>1635,2</b>	<b>1753,4</b>	<b>1850,2</b>
<b>TOTAL WORLD</b>	<b>2346,7</b>	<b>2357,8</b>	<b>2520,2</b>	<b>2729,0</b>	<b>2883,5</b>	<b>3034,5</b>	<b>3135,6</b>

## Η. Παραγωγή Πετρελαίου

Παραγωγή πετρελαίου (σε εκατομύρια τόνους)

Κράτος	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
US	349,2	346,8	338,4	329,2	313,3	310,2	311,5
Canada	126,1	135,0	142,6	147,6	144,9	153,4	158,9
Mexico	176,6	178,4	188,8	190,7	187,1	183,1	173,0
<b>Total North America</b>	<b>651,8</b>	<b>660,2</b>	<b>669,8</b>	<b>667,4</b>	<b>645,3</b>	<b>646,7</b>	<b>643,4</b>
Argentina	41,5	40,9	40,2	37,8	36,2	35,8	34,9
Brazil	66,3	74,4	77,0	76,5	84,6	89,2	90,4
Colombia	31,0	29,7	27,9	27,3	27,3	27,5	27,6
Ecuador	21,2	20,4	21,7	27,3	27,6	27,7	26,5
Peru	4,8	4,8	4,5	4,4	5,0	5,1	5,1
Trinidad & Tobago	6,5	7,5	7,9	7,3	8,3	8,3	7,3
Venezuela	161,6	148,8	131,4	150,0	151,0	144,2	133,9
Other S. & Cent. America	6,9	7,8	7,8	7,3	7,2	7,1	7,1
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>339,9</b>	<b>334,2</b>	<b>318,3</b>	<b>337,9</b>	<b>347,1</b>	<b>345,0</b>	<b>332,7</b>
Azerbaijan	15,0	15,4	15,5	15,6	22,4	32,5	42,8
Denmark	17,0	18,1	17,9	19,1	18,4	16,7	15,2
Italy	4,1	5,5	5,6	5,5	6,1	5,8	5,9
Kazakhstan	40,1	48,2	52,4	60,6	62,6	66,1	68,7
Norway	162,0	157,3	153,0	149,9	138,2	128,7	118,8
Romania	6,2	6,1	5,9	5,7	5,4	5,0	5,0
Russian Federation	348,1	379,6	421,4	458,8	470,0	480,5	491,3
Turkmenistan	8,0	9,0	10,0	9,6	9,5	9,2	9,8
United Kingdom	116,7	115,9	106,1	95,4	84,7	76,6	76,8
Uzbekistan	7,2	7,2	7,1	6,6	5,4	5,4	4,9
Other Europe & Eurasia	22,2	23,6	24,0	23,4	22,0	21,7	21,6
<b>Total Europe &amp; Eurasia</b>	<b>746,6</b>	<b>786,0</b>	<b>818,9</b>	<b>850,1</b>	<b>844,8</b>	<b>848,1</b>	<b>860,8</b>
Iran	186,5	172,7	203,7	209,7	210,1	211,3	212,1
Iraq	123,9	104,0	66,1	100,0	90,0	98,1	105,3
Kuwait	105,8	98,2	114,8	122,3	129,3	132,4	129,6
Oman	47,5	44,5	40,7	37,5	38,9	37,2	35,5
Qatar	35,7	35,2	40,8	46,0	47,3	50,9	53,6
Saudi Arabia	440,6	425,3	485,1	506,0	526,8	514,3	493,1
Syria	28,9	27,2	26,2	24,7	22,4	20,9	19,6
United Arab Emirates	118,2	108,4	122,2	124,7	129,0	139,0	135,9
Yemen	21,5	21,5	21,1	19,9	19,6	17,9	15,8
Other Middle East	2,2	2,2	2,2	2,2	1,6	1,4	1,4
<b>Total Middle East</b>	<b>1110,8</b>	<b>1039,4</b>	<b>1123,0</b>	<b>1193,1</b>	<b>1215,0</b>	<b>1223,5</b>	<b>1201,9</b>
Algeria	65,8	70,9	79,0	83,6	86,4	86,2	86,1
Angola	36,6	44,6	42,5	48,2	61,2	69,7	84,1
Cameroon	4,1	3,6	3,4	4,5	4,2	4,4	4,2
Chad	-	-	1,2	8,8	9,1	8,0	7,5
Republic of Congo (Brazzaville)	12,1	11,9	11,1	11,2	12,7	13,5	11,5
Egypt	37,3	37,0	36,8	35,4	33,9	33,7	34,1
Equatorial Guinea	8,8	10,1	12,0	17,1	18,5	17,7	18,0
Gabon	15,0	14,7	12,0	11,8	11,7	11,7	11,5
Libya	67,1	64,6	69,8	76,6	82,1	85,6	86,0

Nigeria	110,8	102,3	110,3	121,9	125,4	120,0	114,2
Sudan	10,7	11,9	13,1	14,9	15,0	16,3	22,5
Tunisia	3,4	3,5	3,2	3,4	3,4	3,3	4,6
Other Africa	2,5	3,0	3,5	3,6	3,5	3,4	4,2
<b>Total Africa</b>	<b>374,1</b>	<b>378,1</b>	<b>397,8</b>	<b>440,9</b>	<b>467,1</b>	<b>473,4</b>	<b>488,5</b>
Australia	31,8	31,5	26,6	24,8	24,5	23,4	23,8
Brunei	9,9	10,2	10,5	10,3	10,1	10,8	9,5
China	164,8	166,9	169,6	174,1	180,8	183,7	186,7
India	36,0	37,0	36,9	37,8	36,0	37,0	37,3
Indonesia	68,0	63,0	57,7	55,2	53,0	49,9	47,4
Malaysia	32,9	34,5	35,6	36,5	33,9	33,8	34,2
Thailand	7,5	8,2	9,6	9,1	10,8	11,8	12,7
Vietnam	17,1	17,3	17,7	20,8	19,4	17,8	16,5
Other Asia							
Pacific	9,1	9,0	9,1	8,7	9,2	9,5	10,7
<b>Total Asia</b>							
<b>Pacific</b>	<b>377,1</b>	<b>377,5</b>	<b>373,3</b>	<b>377,2</b>	<b>377,7</b>	<b>377,6</b>	<b>378,7</b>
<b>TOTAL</b>							
<b>WORLD</b>	<b>3600,3</b>	<b>3575,3</b>	<b>3701,1</b>	<b>3866,7</b>	<b>3897,0</b>	<b>3914,3</b>	<b>3905,9</b>

## Θ. Παραγωγή Φυσικού Αερίου

Παραγωγή Φυσικού Αερίου σε δισεκατομύρια κυβικά μέτρα

Κράτος	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>US</b>	<b>555,5</b>	<b>536,0</b>	<b>540,8</b>	<b>526,4</b>	<b>511,1</b>	<b>523,2</b>	545,9
<b>Canada</b>	<b>186,5</b>	<b>187,9</b>	<b>184,7</b>	<b>183,7</b>	<b>187,4</b>	<b>188,4</b>	183,7
<b>Mexico</b>	<b>34,9</b>	<b>35,4</b>	<b>36,2</b>	<b>37,7</b>	<b>38,9</b>	<b>42,8</b>	46,2
Total North America	776,8	759,2	761,7	747,9	737,4	754,4	775,8
<b>Argentina</b>	<b>37,1</b>	<b>36,1</b>	<b>41,0</b>	<b>44,9</b>	<b>45,6</b>	<b>46,1</b>	44,8
<b>Bolivia</b>	<b>4,7</b>	<b>4,9</b>	<b>6,4</b>	<b>9,8</b>	<b>11,9</b>	<b>12,7</b>	13,5
<b>Brazil</b>	<b>7,6</b>	<b>9,2</b>	<b>10,0</b>	<b>11,0</b>	<b>11,0</b>	<b>11,3</b>	11,3
<b>Colombia</b>	<b>6,1</b>	<b>6,2</b>	<b>6,1</b>	<b>6,4</b>	<b>6,8</b>	<b>7,3</b>	7,7
<b>Trinidad &amp; Tobago</b>	<b>15,2</b>	<b>17,3</b>	<b>24,7</b>	<b>27,3</b>	<b>30,3</b>	<b>36,4</b>	39,0
<b>Venezuela</b>	<b>29,6</b>	<b>28,4</b>	<b>25,2</b>	<b>28,4</b>	<b>28,1</b>	<b>27,9</b>	28,5
<b>Other S. &amp; Cent. America</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,4</b>	<b>3,9</b>	<b>4,8</b>	<b>5,3</b>	6,1
Total S. & Cent. America	104,0	105,8	116,9	131,7	138,6	147,2	150,8
<b>Azerbaijan</b>	<b>5,2</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,7</b>	<b>5,3</b>	<b>6,3</b>	10,3
<b>Denmark</b>	<b>8,4</b>	<b>8,4</b>	<b>8,0</b>	<b>9,4</b>	<b>10,4</b>	<b>10,4</b>	9,2
<b>Germany</b>	<b>17,0</b>	<b>17,0</b>	<b>17,7</b>	<b>16,4</b>	<b>15,8</b>	<b>15,6</b>	14,3
<b>Italy</b>	<b>14,0</b>	<b>13,4</b>	<b>12,7</b>	<b>11,9</b>	<b>11,1</b>	<b>10,1</b>	8,9
<b>Kazakhstan</b>	<b>10,8</b>	<b>10,6</b>	<b>12,9</b>	<b>20,6</b>	<b>23,3</b>	<b>24,6</b>	27,3
<b>Netherlands</b>	<b>61,9</b>	<b>59,9</b>	<b>58,4</b>	<b>68,8</b>	<b>62,9</b>	<b>65,3</b>	64,5
<b>Norway</b>	<b>53,9</b>	<b>65,5</b>	<b>73,1</b>	<b>78,5</b>	<b>85,0</b>	<b>87,6</b>	89,7
<b>Poland</b>	<b>3,9</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,4</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>	4,3
<b>Romania</b>	<b>13,6</b>	<b>13,2</b>	<b>13,0</b>	<b>12,8</b>	<b>12,4</b>	<b>11,9</b>	11,6
<b>Russian Federation</b>	<b>542,4</b>	<b>555,4</b>	<b>578,6</b>	<b>591,0</b>	<b>598,0</b>	<b>612,1</b>	607,4
<b>Turkmenistan</b>	<b>47,9</b>	<b>49,9</b>	<b>55,1</b>	<b>54,4</b>	<b>58,8</b>	<b>62,2</b>	67,4
<b>Ukraine</b>	<b>17,1</b>	<b>17,4</b>	<b>18,0</b>	<b>19,1</b>	<b>19,4</b>	<b>19,1</b>	19,0
<b>United Kingdom</b>	<b>105,8</b>	<b>103,6</b>	<b>102,9</b>	<b>96,4</b>	<b>88,2</b>	<b>80,0</b>	72,4
<b>Uzbekistan</b>	<b>53,6</b>	<b>53,5</b>	<b>53,6</b>	<b>55,8</b>	<b>55,0</b>	<b>55,4</b>	58,5
<b>Other Europe &amp; Eurasia</b>	<b>11,0</b>	<b>11,3</b>	<b>10,7</b>	<b>11,2</b>	<b>10,8</b>	<b>11,5</b>	11,0
Total Europe & Eurasia	966,4	987,9	1023,6	1055,2	1060,6	1076,3	1075,7
<b>Bahrain</b>	<b>9,1</b>	<b>9,5</b>	<b>9,6</b>	<b>9,8</b>	<b>10,7</b>	<b>11,1</b>	11,5
<b>Iran</b>	<b>66,0</b>	<b>75,0</b>	<b>81,5</b>	<b>91,8</b>	<b>100,9</b>	<b>108,6</b>	111,9
<b>Kuwait</b>	<b>8,5</b>	<b>8,0</b>	<b>9,1</b>	<b>11,0</b>	<b>12,3</b>	<b>12,9</b>	12,6
<b>Oman</b>	<b>14,0</b>	<b>15,0</b>	<b>16,5</b>	<b>18,5</b>	<b>19,8</b>	<b>23,7</b>	24,1
<b>Qatar</b>	<b>27,0</b>	<b>29,5</b>	<b>31,4</b>	<b>39,2</b>	<b>45,8</b>	<b>50,7</b>	59,8
<b>Saudi Arabia</b>	<b>53,7</b>	<b>56,7</b>	<b>60,1</b>	<b>65,7</b>	<b>71,2</b>	<b>73,5</b>	75,9
<b>Syria</b>	<b>4,1</b>	<b>5,0</b>	<b>5,2</b>	<b>5,3</b>	<b>5,4</b>	<b>5,5</b>	5,3
<b>United Arab Emirates</b>	<b>39,4</b>	<b>43,4</b>	<b>44,8</b>	<b>46,3</b>	<b>47,0</b>	<b>47,4</b>	49,2
<b>Other Middle East</b>	<b>3,0</b>	<b>2,6</b>	<b>1,8</b>	<b>3,3</b>	<b>4,4</b>	<b>5,6</b>	5,5
Total Middle East	224,8	244,7	259,9	290,7	317,5	339,0	355,8
<b>Algeria</b>	<b>78,2</b>	<b>80,4</b>	<b>82,8</b>	<b>82,0</b>	<b>88,2</b>	<b>84,5</b>	83,0
<b>Egypt</b>	<b>21,5</b>	<b>22,7</b>	<b>25,0</b>	<b>26,9</b>	<b>34,6</b>	<b>44,7</b>	46,5
<b>Libya</b>	<b>5,6</b>	<b>5,6</b>	<b>5,8</b>	<b>6,2</b>	<b>11,3</b>	<b>14,8</b>	15,2
<b>Nigeria</b>	<b>14,9</b>	<b>14,2</b>	<b>19,2</b>	<b>22,8</b>	<b>22,4</b>	<b>28,4</b>	35,0
<b>Other Africa</b>	<b>6,7</b>	<b>7,4</b>	<b>7,1</b>	<b>7,9</b>	<b>9,0</b>	<b>9,2</b>	10,7
Total Africa	126,9	130,3	139,9	145,8	165,6	181,6	190,4

Australia	32,5	32,6	33,2	35,3	37,1	38,9	40,0
Bangladesh	10,7	11,4	12,3	13,2	14,5	15,3	16,3
Brunei	11,4	11,5	12,4	12,2	12,0	12,6	12,3
China	30,3	32,7	35,0	41,5	49,3	58,6	69,3
India	26,4	27,6	29,5	29,2	29,6	29,3	30,2
Indonesia	64,5	70,6	72,7	72,8	68,7	69,3	66,7
Malaysia	46,9	48,3	51,8	53,9	59,9	60,2	60,5
Myanmar	7,2	8,4	9,6	10,2	13,0	13,4	14,7
New Zealand	5,9	5,6	4,3	3,8	3,5	3,6	4,0
Pakistan	23,4	22,9	25,2	27,4	30,2	30,5	30,8
Thailand	19,6	20,5	21,8	22,4	23,7	24,4	25,9
Vietnam	2,0	2,4	2,4	4,2	6,9	7,0	7,7
Other Asia							
Pacific	3,8	5,4	6,6	6,4	7,2	10,7	13,1
Total Asia							
Pacific	284,7	300,0	316,8	332,5	355,8	373,7	391,5

<b>TOTAL</b>							
<b>WORLD</b>	<b>2483,8</b>	<b>2527,9</b>	<b>2618,8</b>	<b>2703,7</b>	<b>2775,5</b>	<b>2872,2</b>	<b>2940,0</b>

## I. Κατανάλωση Πετρελαίου

Κατανάλωση πετρελαίου σε εκατομύρια τόνους

Κράτος	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
US	896,1	897,4	912,3	948,7	951,4	943,8	943,1
Canada	90,5	92,2	95,9	100,6	100,3	99,6	102,3
Mexico	85,0	81,5	83,7	85,2	87,7	86,8	89,2
<b>Total North America</b>	<b>1071,6</b>	<b>1071,1</b>	<b>1091,8</b>	<b>1134,6</b>	<b>1139,4</b>	<b>1130,2</b>	<b>1134,7</b>
Argentina	19,1	17,1	17,6	18,7	20,1	21,0	23,5
Brazil	92,9	91,6	87,8	88,4	90,1	91,2	96,5
Chile	10,6	10,6	10,6	10,9	11,9	12,3	16,0
Colombia	11,1	10,0	10,0	10,1	10,1	10,6	10,3
Ecuador	5,9	5,9	6,2	6,3	7,5	7,8	8,1
Peru	7,0	6,9	6,5	7,1	7,8	6,4	6,6
Venezuela	24,8	27,0	22,0	24,2	25,8	26,3	26,8
Other S. & Cent. America	59,4	59,5	61,2	62,1	62,6	64,2	64,1
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>230,8</b>	<b>228,6</b>	<b>221,9</b>	<b>227,9</b>	<b>236,0</b>	<b>239,9</b>	<b>252,0</b>
Austria	12,8	13,0	14,1	13,8	14,2	14,2	13,5
Azerbaijan	4,0	3,7	4,3	4,6	5,3	4,9	4,5
Belarus	7,3	7,1	7,4	7,5	6,9	6,8	7,0
Belgium & Luxembourg	32,2	33,5	36,4	38,4	39,9	41,1	41,2
Bulgaria	4,0	4,5	5,2	4,7	4,9	5,4	5,4
Czech Republic	8,4	8,1	8,7	9,5	9,9	9,8	9,9
Denmark	9,8	9,6	9,2	9,1	9,2	9,3	9,3
Finland	10,5	10,9	11,4	10,6	11,0	10,6	10,6
France	95,5	92,9	93,1	94,0	93,1	92,9	91,3
Germany	131,6	127,4	125,1	124,0	122,4	123,6	112,5
Greece	20,1	20,2	19,6	21,4	21,2	22,1	21,6
Hungary	6,7	6,4	6,3	6,5	7,5	7,8	7,6
Iceland	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
Republic of Ireland	9,0	8,8	8,5	8,9	9,4	9,3	9,4
Italy	92,8	92,9	92,1	89,6	86,7	86,7	83,3
Kazakhstan	8,9	9,3	8,8	9,0	10,0	11,0	10,6
Lithuania	2,7	2,5	2,4	2,6	2,8	2,8	2,9
Netherlands	43,7	43,8	44,1	46,2	49,6	49,0	48,5
Norway	9,7	9,4	9,9	9,6	9,7	10,0	10,1
Poland	19,2	19,4	19,9	21,1	21,9	23,3	24,3
Portugal	15,8	16,2	15,2	15,4	16,0	14,4	14,4
Romania	10,6	10,6	9,4	10,9	10,5	10,3	10,8
Russian Federation	122,3	123,5	123,4	123,3	121,9	127,1	125,9
Slovakia	3,2	3,5	3,3	3,2	3,8	3,4	3,8
Spain	72,7	73,8	75,5	77,6	78,8	78,1	78,7
Sweden	15,2	15,2	15,9	15,3	15,1	16,6	16,8
Switzerland	13,1	12,4	12,1	12,0	12,2	12,6	11,3
Turkey	29,9	30,6	31,2	32,0	30,0	30,7	31,1
Turkmenistan	3,7	3,8	4,2	4,2	4,4	4,5	4,7
Ukraine	12,7	13,1	13,5	13,9	13,9	15,0	15,3
United Kingdom	78,4	78,0	79,0	81,7	83,0	82,3	78,2
Uzbekistan	6,5	6,3	7,2	6,5	5,5	5,6	5,8
Other Europe & Eurasia	20,6	21,9	23,8	24,5	26,2	26,9	27,7
<b>Total Europe &amp; Eurasia</b>	<b>934,3</b>	<b>933,4</b>	<b>941,2</b>	<b>952,5</b>	<b>957,8</b>	<b>969,0</b>	<b>949,4</b>
Iran	62,6	67,1	71,0	73,7	74,8	76,7	77,0

Kuwait	10,5	11,4	12,2	13,7	15,6	14,0	14,0
Qatar	1,8	2,5	2,2	2,3	2,8	3,4	4,1
Saudi Arabia	71,9	72,7	77,7	83,7	87,2	92,6	99,3
United Arab Emirates	14,6	15,9	16,3	17,4	18,3	20,5	22,0
Other Middle East	68,8	68,9	68,9	70,6	72,8	74,0	77,0
<b>Total Middle East</b>	<b>230,2</b>	<b>238,4</b>	<b>248,2</b>	<b>261,4</b>	<b>271,5</b>	<b>281,2</b>	<b>293,5</b>
Algeria	8,8	9,7	10,1	10,6	11,0	11,5	12,0
Egypt	26,1	25,2	25,9	26,8	29,8	28,7	30,6
South Africa	23,0	23,6	24,2	24,8	24,8	25,3	25,8
Other Africa	58,3	58,9	59,8	61,8	64,3	66,7	69,8
<b>Total Africa</b>	<b>116,2</b>	<b>117,5</b>	<b>120,1</b>	<b>124,1</b>	<b>129,9</b>	<b>132,1</b>	<b>138,2</b>
Australia	38,1	38,0	38,3	38,8	39,8	41,4	42,2
Bangladesh	3,9	3,9	4,0	4,0	4,6	4,8	5,0
China	227,9	247,4	271,7	318,9	327,8	353,3	368,0
China Hong Kong SAR	11,7	12,9	13,0	15,3	13,8	14,8	16,9
India	107,0	111,3	113,1	120,2	119,6	120,4	128,5
Indonesia	51,6	54,1	54,0	58,1	58,2	53,4	54,4
Japan	247,5	243,6	248,9	241,1	244,1	237,1	228,9
Malaysia	20,6	22,5	22,2	22,8	22,0	22,8	23,6
New Zealand	6,3	6,5	6,9	7,0	7,2	7,2	7,0
Pakistan	18,3	17,9	15,8	16,0	15,3	17,4	17,9
Philippines	16,5	15,6	15,5	15,8	14,7	13,2	13,9
Singapore	36,4	35,5	33,9	38,1	40,9	44,0	47,4
South Korea	103,1	104,7	105,6	104,9	105,4	105,6	107,6
Taiwan	47,4	47,6	50,9	51,3	51,3	51,7	52,5
Thailand	33,1	36,4	40,0	44,6	44,5	43,8	43,0
Other Asia Pacific	23,5	24,5	24,8	26,3	27,2	27,5	28,4
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>993,1</b>	<b>1022,2</b>	<b>1058,5</b>	<b>1123,3</b>	<b>1136,4</b>	<b>1158,5</b>	<b>1185,1</b>
<b>TOTAL WORLD</b>	<b>3576,2</b>	<b>3611,3</b>	<b>3681,8</b>	<b>3823,7</b>	<b>3871,0</b>	<b>3910,9</b>	<b>3952,8</b>

## Κ. Κατανάλωση Φυσικού Αερίου

Κατανάλωση Φυσικού Αερίου (σε δισεκατομύρια κυβικά μέτρα)

Κράτος	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
US	629,7	651,5	630,8	634,0	623,3	613,1	652,9
Canada	88,2	90,2	97,7	95,1	98,1	96,9	94,0
Mexico	37,7	41,4	44,5	47,1	46,2	51,4	54,1
<b>Total North America</b>	<b>755,6</b>	<b>783,1</b>	<b>773,0</b>	<b>776,2</b>	<b>767,6</b>	<b>761,4</b>	<b>801,0</b>
Argentina	31,1	30,3	34,6	37,9	40,4	41,8	44,1
Brazil	11,7	14,1	15,8	18,7	19,3	20,6	22,0
Chile	7,2	7,3	7,9	8,6	8,3	7,9	4,4
Colombia	6,1	6,1	6,0	6,3	6,8	7,3	7,7
Ecuador	0,2	0,1	^	0,2	0,3	0,3	0,3
Peru	0,4	0,4	0,5	0,9	1,5	1,8	2,7
Venezuela	29,6	28,4	25,2	28,4	28,1	27,9	28,5
Other S. & Cent. America	13,6	14,4	15,9	16,2	19,5	23,8	24,9
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>99,8</b>	<b>101,2</b>	<b>106,0</b>	<b>117,3</b>	<b>124,3</b>	<b>131,3</b>	<b>134,5</b>
Austria	8,6	8,5	9,4	9,5	10,0	9,4	8,9
Azerbaijan	7,8	7,8	8,0	8,6	8,9	9,4	8,3
Belarus	16,1	16,6	16,3	18,5	18,9	19,6	19,4
Belgium & Luxembourg	14,6	14,8	16,0	16,5	16,6	17,0	16,9
Bulgaria	3,0	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1
Czech Republic	8,9	8,7	8,7	9,1	9,6	9,8	8,9
Denmark	5,1	5,2	5,2	5,2	5,0	5,1	4,6
Finland	4,1	4,0	4,5	4,3	4,0	4,2	4,1
France	41,7	41,7	43,3	44,5	45,8	44,1	41,9
Germany	82,9	82,6	85,5	85,9	86,2	87,2	82,7
Greece	2,0	2,1	2,4	2,7	2,8	3,2	4,0
Hungary	11,9	11,8	12,9	12,8	13,2	12,5	11,8
Iceland	-	-	-	-	-	-	-
Republic of Ireland	4,0	4,1	4,1	4,1	3,9	4,5	4,8
Italy	65,0	64,6	71,2	73,9	79,1	77,4	77,8
Kazakhstan	10,1	11,1	13,3	15,4	19,4	20,9	19,8
Lithuania	2,8	2,9	3,1	3,1	3,3	3,2	3,8
Netherlands	39,1	39,3	40,3	41,1	39,5	38,3	37,2
Norway	3,8	4,0	4,3	4,6	4,5	4,4	4,3
Poland	11,5	11,2	11,2	13,1	13,6	13,7	13,7
Portugal	2,6	3,1	3,0	3,8	4,2	4,1	4,3
Romania	16,6	17,2	18,3	17,5	17,6	18,2	16,4
Russian Federation	372,7	388,9	392,9	401,9	405,1	432,1	438,8
Slovakia	6,9	6,5	6,3	6,1	6,6	6,4	5,9
Spain	18,2	20,8	23,6	27,4	32,4	33,7	35,1
Sweden	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0
Switzerland	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,0	2,9
Turkey	16,0	17,4	20,9	22,1	26,9	30,5	35,1
Turkmenistan	12,9	13,2	14,6	15,5	16,6	18,9	21,9
Ukraine	70,9	69,8	67,8	73,2	73,0	67,1	64,6
United Kingdom	96,4	95,1	95,4	97,4	94,9	90,0	91,4
Uzbekistan	51,1	52,4	47,2	44,8	44,0	43,2	45,6
Other Europe & Eurasia	14,7	13,8	14,2	15,4	16,1	16,4	16,8
<b>Total Europe &amp; Eurasia</b>	<b>1025,5</b>	<b>1045,6</b>	<b>1070,7</b>	<b>1104,3</b>	<b>1128,3</b>	<b>1151,5</b>	<b>1155,7</b>
Iran	70,2	79,2	82,9	93,4	102,4	108,7	111,8
Kuwait	8,5	8,0	9,1	11,0	12,3	12,9	12,6
Qatar	11,0	11,1	12,2	15,0	18,7	19,6	20,5
Saudi Arabia	53,7	56,7	60,1	65,7	71,2	73,5	75,9
United Arab Emirates	32,3	36,4	37,9	40,2	41,3	41,7	43,2
Other Middle East	22,8	23,6	23,9	27,4	30,9	35,0	35,3
<b>Total Middle East</b>	<b>198,4</b>	<b>215,1</b>	<b>226,1</b>	<b>252,8</b>	<b>276,8</b>	<b>291,4</b>	<b>299,4</b>

Algeria	20,5	20,2	21,4	22,0	23,2	23,7	24,4
Egypt	21,5	22,7	24,6	26,2	25,8	29,2	32,0
South Africa	-	-	-	-	-	-	-
Other Africa	17,5	17,9	20,4	22,6	24,3	25,0	27,1
<b>Total Africa</b>	<b>59,5</b>	<b>60,8</b>	<b>66,4</b>	<b>70,8</b>	<b>73,3</b>	<b>77,9</b>	<b>83,5</b>
Australia	22,0	22,4	22,4	22,8	21,9	24,0	25,1
Bangladesh	10,7	11,4	12,3	13,2	14,5	15,3	16,3
China	27,4	29,2	33,9	39,7	46,8	56,1	67,3
China Hong Kong SAR	3,0	2,9	1,8	2,7	2,7	2,9	3,0
India	26,4	27,6	29,5	31,9	35,7	37,3	40,2
Indonesia	32,3	33,8	34,7	35,7	32,7	34,9	33,8
Japan	74,3	72,7	79,8	77,0	78,6	83,7	90,2
Malaysia	25,8	26,7	27,1	24,5	28,9	29,6	28,3
New Zealand	5,7	5,5	4,1	3,7	3,4	3,5	3,7
Pakistan	23,4	22,9	25,2	27,4	30,2	30,5	30,8
Philippines	0,1	1,8	2,7	2,4	3,3	2,9	3,4
Singapore	4,5	4,9	5,3	6,6	6,6	6,6	6,6
South Korea	23,1	25,7	26,9	31,5	33,7	35,6	37,0
Taiwan	7,3	8,2	8,4	10,2	10,3	11,1	11,8
Thailand	24,8	26,9	28,8	29,9	32,5	33,3	35,4
Other Asia Pacific	5,2	5,3	5,6	8,9	13,1	13,4	15,0
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>316,1</b>	<b>327,8</b>	<b>348,8</b>	<b>367,9</b>	<b>395,0</b>	<b>420,9</b>	<b>447,8</b>
<b>TOTAL WORLD</b>	<b>2455,0</b>	<b>2533,5</b>	<b>2590,9</b>	<b>2689,2</b>	<b>2765,2</b>	<b>2834,4</b>	<b>2921,9</b>

## Λ. Κατανάλωση άνθρακα.

Κατανάλωση Άνθρακα  
(σε εκατομύρια τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου)

Κράτος	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
US	552,2	552,0	562,5	566,1	574,2	565,7	573,7
Canada	34,0	31,6	33,4	29,9	31,7	30,9	30,4
Mexico	6,8	7,6	8,6	7,0	9,1	9,1	9,2
<b>Total North America</b>	<b>593,0</b>	<b>591,1</b>	<b>604,5</b>	<b>603,0</b>	<b>614,9</b>	<b>605,7</b>	<b>613,3</b>
Argentina	0,6	0,5	0,7	0,8	0,9	0,4	0,4
Brazil	12,2	11,5	11,8	12,8	12,7	12,5	13,6
Chile	2,3	2,4	2,3	2,6	2,6	3,2	3,3
Colombia	2,7	2,5	2,4	2,0	2,3	2,4	2,6
Ecuador	-	-	-	-	-	-	-
Peru	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
Venezuela	^	^	^	-	^	0,1	0,1
<b>Other S. &amp; Cent. America</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>19,0</b>	<b>18,3</b>	<b>19,6</b>	<b>20,5</b>	<b>20,7</b>	<b>20,9</b>	<b>22,4</b>
Austria	2,9	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	3,2
Azerbaijan	^	^	^	^	^	^	^
Belarus	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Belgium & Luxembourg	7,6	6,7	6,5	6,4	6,1	6,1	5,6
Bulgaria	6,9	6,5	7,1	6,9	6,9	7,1	8,1
Czech Republic	21,2	20,6	20,8	20,5	19,8	19,4	18,9
Denmark	4,2	4,2	5,7	4,6	3,7	5,6	4,7
Finland	4,0	4,4	5,8	5,3	3,1	5,2	4,6
France	12,1	12,4	13,3	12,8	13,3	12,1	12,0
Germany	85,0	84,6	87,2	85,4	82,1	83,5	86,0
Greece	9,3	9,8	9,4	9,0	8,8	8,1	8,1
Hungary	3,4	3,1	3,4	3,1	2,7	2,9	2,9
Iceland	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Republic of Ireland	1,9	1,7	1,8	1,8	1,8	2,0	1,1
Italy	13,7	14,2	15,3	17,1	17,0	17,2	17,5
Kazakhstan	22,5	22,8	25,2	26,5	27,2	28,1	29,9
Lithuania	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Netherlands	8,5	8,9	9,1	9,1	8,7	8,5	8,8
Norway	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4
Poland	58,0	56,7	57,7	57,3	55,7	58,0	57,1
Portugal	3,7	4,1	3,8	3,7	3,8	3,8	3,3
Romania	7,2	7,6	7,8	7,4	7,6	8,5	9,0
Russian Federation	102,4	103,0	104,0	99,5	94,2	96,7	94,5
Slovakia	4,1	4,0	4,2	4,1	3,9	3,8	4,0
Spain	19,5	21,9	20,5	21,0	21,2	18,5	20,1
Sweden	2,0	2,2	2,2	2,3	2,2	2,3	2,2
Switzerland	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Turkey	21,8	21,2	21,8	23,0	26,1	28,8	31,0
Turkmenistan	-	-	-	-	-	-	-
Ukraine	39,4	38,3	39,0	39,1	37,5	39,8	39,3
United Kingdom	39,7	36,6	39,3	37,8	38,6	42,1	39,2
Uzbekistan	1,1	1,0	1,0	1,2	1,1	1,1	1,4
<b>Other Europe &amp; Eurasia</b>	<b>17,3</b>	<b>19,0</b>	<b>20,0</b>	<b>20,3</b>	<b>19,8</b>	<b>20,0</b>	<b>19,9</b>
<b>Total Europe &amp; Eurasia</b>	<b>520,4</b>	<b>519,7</b>	<b>535,5</b>	<b>529,2</b>	<b>516,7</b>	<b>532,6</b>	<b>533,7</b>

Iran	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1
Kuwait	-	-	-	-	-	-	-
Qatar	-	-	-	-	-	-	-
Saudi Arabia	-	-	-	-	-	-	-
United Arab Emirates	-	-	-	-	-	-	-
Other Middle East	7,2	7,6	7,9	8,0	7,9	7,8	4,9
<b>Total Middle East</b>	<b>8,3</b>	<b>8,7</b>	<b>9,0</b>	<b>8,9</b>	<b>9,0</b>	<b>8,9</b>	<b>6,1</b>
Algeria	0,6	0,9	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7
Egypt	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
South Africa	80,6	83,5	89,3	94,5	91,9	93,8	97,7
Other Africa	7,4	7,2	6,4	7,2	7,2	6,5	6,5
<b>Total Africa</b>	<b>89,3</b>	<b>92,3</b>	<b>97,4</b>	<b>103,4</b>	<b>100,6</b>	<b>101,9</b>	<b>105,9</b>
Australia	47,9	51,3	50,5	53,1	54,9	56,9	53,1
Bangladesh	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
China	681,3	713,8	853,1	983,0	1088,8	1215,0	1311,4
China Hong Kong SAR	4,9	5,4	6,6	6,6	6,7	7,0	7,0
India	145,2	151,8	156,8	172,3	184,4	195,1	208,0
Indonesia	16,7	18,0	17,9	20,2	26,1	24,2	27,8
Japan	103,0	106,6	112,2	120,8	121,3	119,1	125,3
Malaysia	2,6	3,6	4,2	5,7	6,3	7,3	6,9
New Zealand	1,3	1,3	1,9	2,0	2,2	2,2	1,7
Pakistan	2,1	2,4	2,9	3,8	4,1	4,2	4,6
Philippines	4,5	4,7	4,7	5,0	5,7	5,5	5,9
Singapore	-	-	-	-	-	-	-
South Korea	45,7	49,1	51,1	53,1	54,8	54,8	59,7
Taiwan	30,6	32,7	35,1	36,6	38,1	39,6	41,1
Thailand	8,8	9,2	9,4	10,4	5,4	7,0	8,9
Other Asia Pacific	26,7	26,4	27,0	30,1	31,1	33,4	34,4
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>1121,9</b>	<b>1176,5</b>	<b>1333,7</b>	<b>1502,9</b>	<b>1630,3</b>	<b>1771,7</b>	<b>1896,2</b>
<b>TOTAL WORLD</b>	<b>2351,7</b>	<b>2406,7</b>	<b>2599,7</b>	<b>2768,1</b>	<b>2892,4</b>	<b>3041,7</b>	<b>3177,5</b>

## M. Κατανάλωση Πυρηνικής ενέργειας

Κατανάλωση Πυρηνικής ενέργειας σε mtoe

Κράτος	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
US	183,1	185,8	181,9	187,8	186,3	187,5	192,1
Canada	17,4	17,1	16,9	20,5	20,8	22,0	21,1
Mexico	2,0	2,2	2,4	2,1	2,5	2,5	2,4
<b>Total North America</b>	<b>202,5</b>	<b>205,1</b>	<b>201,2</b>	<b>210,3</b>	<b>209,5</b>	<b>212,0</b>	<b>215,6</b>
Argentina	1,6	1,3	1,7	1,8	1,6	1,7	1,6
Brazil	3,2	3,1	3,0	2,6	2,2	3,1	2,8
Chile	-	-	-	-	-	-	-
Colombia	-	-	-	-	-	-	-
Ecuador	-	-	-	-	-	-	-
Peru	-	-	-	-	-	-	-
Venezuela	-	-	-	-	-	-	-
Other S. & Cent. America	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>4,8</b>	<b>4,4</b>	<b>4,7</b>	<b>4,4</b>	<b>3,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,4</b>
Austria	-	-	-	-	-	-	-
Azerbaijan	-	-	-	-	-	-	-
Belarus	-	-	-	-	-	-	-
Belgium & Luxembourg	10,5	10,7	10,7	10,7	10,8	10,5	10,9
Bulgaria	4,4	4,6	4,5	4,4	4,2	4,4	3,3
Czech Republic	3,3	4,2	5,9	6,0	5,6	5,9	5,9
Denmark	-	-	-	-	-	-	-
Finland	5,2	5,4	5,5	5,5	5,5	5,4	5,4
France	95,3	98,8	99,8	101,7	102,4	102,1	99,7
Germany	38,8	37,3	37,4	37,8	36,9	37,9	31,8
Greece	-	-	-	-	-	-	-
Hungary	3,2	3,2	2,5	2,7	3,1	3,0	3,3
Iceland	-	-	-	-	-	-	-
Republic of Ireland	-	-	-	-	-	-	-
Italy	-	-	-	-	-	-	-
Kazakhstan	-	-	-	-	-	-	-
Lithuania	2,6	3,2	3,5	3,4	2,3	2,0	2,2
Netherlands	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	1,0
Norway	-	-	-	-	-	-	-
Poland	-	-	-	-	-	-	-
Portugal	-	-	-	-	-	-	-
Romania	1,2	1,2	1,1	1,3	1,3	1,3	1,6
Russian Federation	31,0	32,1	33,6	32,7	33,4	35,4	36,2
Slovakia	3,9	4,1	4,0	3,9	4,0	4,1	3,5
Spain	14,4	14,3	14,0	14,4	13,0	13,6	12,5
Sweden	16,3	15,4	15,3	17,3	16,4	15,2	15,3
Switzerland	6,0	6,1	6,2	6,1	5,2	6,3	6,3
Turkey	-	-	-	-	-	-	-
Turkmenistan	-	-	-	-	-	-	-
Ukraine	17,2	17,7	18,4	19,7	20,1	20,4	20,9
United Kingdom	20,4	19,9	20,1	18,1	18,5	17,1	14,1
Uzbekistan	-	-	-	-	-	-	-
Other Europe & Eurasia	1,6	1,8	1,6	1,8	1,9	1,9	1,9
<b>Total Europe &amp; Eurasia</b>	<b>276,3</b>	<b>280,8</b>	<b>285,0</b>	<b>288,2</b>	<b>285,5</b>	<b>287,2</b>	<b>275,6</b>
Iran	-	-	-	-	-	-	-

Kuwait	-	-	-	-	-	-	-
Qatar	-	-	-	-	-	-	-
Saudi Arabia	-	-	-	-	-	-	-
United Arab Emirates	-	-	-	-	-	-	-
Other Middle East	-	-	-	-	-	-	-
Total Middle East	-	-	-	-	-	-	-
Algeria	-	-	-	-	-	-	-
Egypt	-	-	-	-	-	-	-
South Africa	2,6	2,9	3,0	3,4	2,9	2,4	3,0
Other Africa	-	-	-	-	-	-	-
Total Africa	2,6	2,9	3,0	3,4	2,9	2,4	3,0
Australia	-	-	-	-	-	-	-
Bangladesh	-	-	-	-	-	-	-
China	4,0	5,7	9,8	11,4	12,0	12,4	14,2
China Hong Kong SAR	-	-	-	-	-	-	-
India	4,3	4,4	4,1	3,8	4,0	4,0	4,0
Indonesia	-	-	-	-	-	-	-
Japan	72,7	71,3	52,1	64,7	66,3	68,9	63,1
Malaysia	-	-	-	-	-	-	-
New Zealand	-	-	-	-	-	-	-
Pakistan	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5
Philippines	-	-	-	-	-	-	-
Singapore	-	-	-	-	-	-	-
South Korea	25,4	27,0	29,3	29,6	33,2	33,7	32,3
Taiwan	8,0	8,9	8,8	8,9	9,0	9,0	9,2
Thailand	-	-	-	-	-	-	-
Other Asia Pacific	-	-	-	-	-	-	-
Total Asia Pacific	114,8	117,7	104,6	119,0	125,2	128,6	123,4
<b>TOTAL WORLD</b>	<b>600,9</b>	<b>610,9</b>	<b>598,7</b>	<b>625,4</b>	<b>627,0</b>	<b>634,9</b>	<b>622,0</b>

## Βιβλιογραφία

### A. Βιβλία και άλλα δημοσιεύματα

1. Energy: Principles. Problems. Alternatives. J. Priest. 4<sup>th</sup> Ed. Addison-Wesley 1991
2. Annual Energy Outlook 2008 with projections to 2030. DOE/EIA-0383(2008).
3. Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amounts. United Nations 2007.
4. Renewable Energy. Bent Sorensen. Roskilde University. 2004 3<sup>rd</sup> Ed. Elsevier Science.
5. Άτλας των κλιματικών αλλαγών. Κίρστιν Ντάου & Τόμας Ντάουνινγκ. Εκδόσεις Polaris 2008.
6. BP Statistical Review of World Energy 2008
7. Renewable Energy Data Book. US Department of Energy –EERE 2008
8. The Future of Energy. Carlo Rubbia. 18<sup>th</sup> IAEA Fusion Energy Conference. 2000
9. Fundamental Safety Principles. IAEA Safety Fundamentals. No SF-1
10. Radioactive waste management-turning options into solutions. IAEA 2000
11. Sustainable development-a role for nuclear power. IAEA. 1999
12. Sustainable nuclear power. G.J. Suppes and T. Storvick. Academic Press
13. Nuclear energy. an introduction to the concepts. systems. and applications of nuclear processes. Raymond L. Murray. Butterworth-Heinemann
14. Nuclear Technology Review 2008. IAEA
15. Climate change and Nuclear Power. IAEA 2006
16. Nuclear Power and Sustainable development. IAEA
17. Hydrogen Energy and Fuel Cells – a vision of our future. EU special report
18. Many Pathways to renewable Hydrogen. R. Remick. NREL/PR-560-42691
19. World energy technology and climate policy outlook. WETO 2030. EU
20. Petroleum Products Handbook. V.B. Guthrie. McGraw-Hill 1960
21. Energy in Italy. problems and perspectives (1990-2020). Italian Physical Society 2008
22. The future of geothermal Energy. MIT – USA
23. A new scheme for the promotion of renewable energies in developing countries. M. Moner-Giroma. EU
24. Energy corridors- European Union and neighbouring countries. EU 2007
25. Towards a Post-Carbon Society. EU 2008
26. Renewable make the difference. EU 2008
27. European energy and transport-Trends to 2030-update 2007. EU 2007
28. Gas and electricity market statistics. Eurostat 2007
29. Energy-Yearly statistics 2005. Eurostat 2007
30. Biofuels in the European Context: Facts. Uncertainties and Recommendations. ed. G. De Santi. EU JRC 2008
31. The coal resource- A comprehensive overview of coal. World Coal Institute.
32. Macmillan Encyclopedia of ENERGY. ed. J. Zumerchik. Macmillan reference USA
33. Practical handbook of photovoltaics: Fundamentals and applications. ed. T. Markvart & L. Castaner. Elsevier
34. Wind energy. S. Mathew. Springer
35. Tomorrow's Energy. A perspective on energy trends. greenhouse gas emissions and future energy options. Exxon Mobil 2006
36. 2020 vision: Saving our energy. EU
37. Biofuels-Topping up the fuel mix. project report. EU
38. Energy-economic. social and policy-oriented research in Europe. EU 2007
39. The state of food and agriculture. UN FAO 2008
40. From biomass to biofuels. USA DOE NREL
41. Biofuels in the European Union- a vision for 2030 and beyond. Biofuels research Advisory Council 2006
42. Biofuels in Europe.EuropaBio 2007

### B. Ιστοσελίδες με πληροφοριακό υλικό

1. International Energy Agency. <http://www.iea.org/>
2. World Nuclear Association. <http://www.world-nuclear.org/>
3. US Department of Energy. <http://nuclear.energy.gov/> . <http://www.energy.gov>
4. Europe's Energy Portal. <http://www.energy.eu/>

5. World Coal Institute. <http://www.worldcoal.org/>
6. IEA Clean Coal Center. <http://www.iea-coal.org/site/ieacoal/home/>
7. British Petroleum. <http://www.bp.com>
8. International Atomic Energy Agency. <http://www.iaea.org/>
9. World resources Institute. <http://earthtrends.wri.org/>

## Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 1. Τα φώτα του Κόσμου.(EarthTrends 2001 World Resources Institute) .....	4
Σχήμα 2. Η εξέλιξη της κατά κεφαλή κατανάλωσης ενέργειας (R.A Knief 1992) .....	5
Σχήμα 3: Εξέλιξη του πληθυσμού της Γης κατά την τελευταία χιλιετία .....	5
Σχήμα 4. Εξέλιξη του πληθυσμού της Γης από το 1980-2050.....	6
Σχήμα 5.Προβλεπόμενη εξέλιξη πληθυσμού τριών ενδεικτικών κατηγοριών χωρών. ....	6
Σχήμα 6. Οι μορφές ενέργειας.....	8
Σχήμα 7. Η αλυσίδα των ενεργειακών μετατροπών .....	14
Σχήμα 8. Η ποσοστιαία ολική κατανάλωση ενέργειας το 2007 .....	16
Σχήμα 9. Χρονική εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου.....	18
Σχήμα 10. Χρονική εξέλιξη της παραγωγής Φυσικού Αερίου.....	19
Σχήμα 11. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί φυσικού αερίου .....	20
Σχήμα 12. Η χρονική εξέλιξη της παραγωγής άνθρακα παγκοσμίως .....	20
Σχήμα 13. Σύστημα κατόπτρων με κεντρικό πύργο συλλογής στην έρημο Mojana στην Καλιφόρνια .....	23
Σχήμα 14. Μεταβολή της μέσης ηλιακής ακτινοβολίας ανά μήνα (Ηράκλειο Κρήτης) .....	23
Σχήμα 15. Το φράγμα του Λάδωνα.....	24
Σχήμα 17. Τυπικά μεγέθη ανεμογεννητριών και παραγόμενης ισχύος .....	24
Σχήμα 18. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί αιολικής ενέργειας.....	25
Σχήμα 16. Αιολικό πάρκο. ....	24
Σχήμα 19. Η κατανάλωση πετρελαίου από το 1965 έως σήμερα. ....	28
Σχήμα 20. Η εξέλιξη της τιμής του πετρελαίου από το 1850 σε τιμές του 2007. ....	28
Σχήμα 21. Η χρονική εξέλιξη, από το 1965, της κατανάλωσης Φυσικού αερίου.....	29
Σχήμα 22. Η χρονολογική εξέλιξη της κατανάλωσης άνθρακα από το 1965 μέχρι και σήμερα. ....	29
Σχήμα 23. Χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης Πυρηνικής ενέργειας. ....	30
Σχήμα 24. Χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης , σε παγκόσμιο επίπεδο, της υδροηλεκτρικής ενέργειας.....	30
Σχήμα 25. Η χρονική εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας,.....	31
Σχήμα 26. Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανά είδος καυσίμου. ....	32
Σχήμα 27.Αποθέματα και έτος εξάντλησης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. ....	36
Σχήμα 28. Χρονική εξέλιξη των αποθεμάτων πετρελαίου από το 1980. ....	36
Σχήμα 29. Χρονική εξέλιξη των αποθεμάτων φυσικού αερίου από το 1980 .....	36
Σχήμα 30. Αποθέματα άνθρακα ανά κράτος. ....	38
Σχήμα 31. Σχηματική αναπαράσταση του ενεργειακού ισοζυγίου του Ηλίου .....	40
Σχήμα 32. Μεταβολή θερμοκρασίας από ενόργανες μετρήσεις την περίοδο 1880-2008 .....	41
Σχήμα 33. Η θερμοκρασία, η συγκέντρωση CO2 και σκόνης από το καρότο του Vostok.....	41
Σχήμα 34. Φωτογραφία που δείχνει την αποκόλληση τμήματος παγόβουνου στην ανταρκτική ηλικίας 12000 ετών.....	42
Σχήμα 35. Μέσος ετήσιος, παγκοσμίως, ρυθμός μεταβολής του CO2 .....	42
Σχήμα 36. Ετήσιες εκπομπές CO2 παγκοσμίως σε δισεκατομύρια τόνους. ....	43
Σχήμα 37. Ποσοστά εκπομπής των κρατών που εκπέμπουν περισσότερο από το 1% της συνολικής παγκόσμιας εκπομπής CO2 .....	44
Σχήμα 38. Οι κατά κεφαλή εκπομπές CO2 .....	45
Σχήμα 39. Η χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης πετρελαίου στην Ελλάδα .....	51
Σχήμα 40. Χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης φυσικού αερίου στην Ελλάδα .....	52
Σχήμα 41. Χρονική εξέλιξη της παραγωγικής ικανότητας των ελληνικών διυλιστηρίων .....	52
Σχήμα 42. Χρονική εξέλιξη της παραγωγής άνθρακα στην Ελλάδα.....	53
Σχήμα 43.Χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης άνθρακα στην Ελλάδα .....	53
Σχήμα 44. Χρονική εξέλιξη της Υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα .....	54
Σχήμα 45. Χρονική εξέλιξη της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα. Δεν συμπεριλαμβάνονται οι μη εμπορεύσιμες πηγές.....	54
Σχήμα 46. Η συμμετοχή των διαφόρων πηγών ενέργειας στην Ελληνική κατανάλωση (2006) .....	55
Σχήμα 47. Χρονική εξέλιξη της παραγωγής ηλεκτρισμού στην Ελλάδα.....	55
Σχήμα 48. Ποσοστά συμμετοχής στην κατανάλωση των διαφόρων τομέων της Ελληνικής οικονομίας. ....	56
Σχήμα 49. Μονάδα ενέργειας από παλλιρσοϊκά κύματα στην La Rance στην Γαλλία .....	59
Σχήμα 50. Σχηματική αναπαράσταση Ενισχυτή Ενέργειας.....	60

## Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. Μέση ποσοστιαία σύνθεση κατά βάρος του πετρελαίου.....	9
Πίνακας 2. Περιεκτικότητα κατά βάρος υδρογονανθράκων στο πετρέλαιο.....	10
Πίνακας 3. Ενεργειακό ισοζύγιο σχάσης για το U-235 .....	11
Πίνακας 4. Θερμικό περιεχόμενο διαφόρων καυσίμων .....	14
Πίνακας 5. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί, εξαγωγείς,καταναλωτές και εισαγωγείς πετρελαίου το 2006 (οι ποσότητες δίνονται σε εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως).....	17
Πίνακας 6. Ποσοστιαία παραγωγή .....	20
Πίνακας 7.Κατάλογος χωρών που χρησιμοποιούν Πυρηνική Ενέργεια .....	21
Πίνακας 8. Ο στόχος του 20% ενεργειακής κάλυψης από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ .....	23
Πίνακας 9. Μεγάλοι εισαγωγείς και εξαγωγείς πετρελαίου .....	27
Πίνακας 10. Ποσοστά χρήσης της ενέργειας ανά τομέα δραστηριοτήτων. ....	32
Πίνακας 11. Τα συνηθέστερα προϊόντα της σχάσης στους πυρηνικούς αντιδραστήρες.....	48
Πίνακας 12. Εγκαταστάσεις Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα .....	56
Πίνακας 13. Εγκαταστάσεις μικρών υδροηλεκτρικών έργων στην Ελλάδα. ....	57
Πίνακας 14. Εγκαταστάσεις Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα. ....	57
Πίνακας 15. Η Γεωθερμία στην Ελλάδα. ....	57
Πίνακας 16. Αντιστοιχία ισχύος λαμπτήρων φθορισμού και κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεως.....	62
Πίνακας 17. Η Ισχύς (ενδεικτικά) διαφόρων οικιακών συσκευών) .....	62
Πίνακας 18.Βασικές μονάδες Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (SI) .....	66
Πίνακας 19.Ορισμοί διαφόρων μονάδων ενέργειας και ισχύος .....	66
Πίνακας 20.Χρήσιμες ενεργειακές μονάδες.....	67
Πίνακας 21.Προθέματα Συστήματος Μονάδων SI .....	67
Πίνακας 22.Πίνακας μετατροπής μονάδων όγκου.....	68
Πίνακας 23.Συντελεστές μετατροπής μονάδων μάζας. ....	68
Πίνακας 24.Συντελεστές μετατροπής μονάδων Ενέργειας και Ισχύος.....	68
Πίνακας 25.Μέσο ενεργειακό περιεχόμενο διαφόρων καυσίμων .....	69
Πίνακας 26.Πίνακας μετατροπών διαφόρων μονάδων μέτρησης. ....	69
Πίνακας 27.Μέση ενεργειακή κατανάλωση συνηθών οικιακών συσκευών.....	70
Πίνακας 28.Περιεκτικότητα σε άνθρακα διαφόρων καυσίμων .....	70

## Περιεχόμενα

Εισαγωγή .....	3
Ενέργεια και Πολιτισμός .....	4
Ενέργεια και Πηγές Ενέργειας .....	7
Η ενέργεια ως φυσικό μέγεθος .....	7
Ηλιακή ενέργεια .....	7
Ορυκτά καύσιμα .....	9
Άνθρακας .....	9
Πετρέλαιο .....	9
Φυσικό αέριο .....	10
Πυρηνική ενέργεια .....	10
Σχάση .....	11
Σύντηξη .....	11
Γεωθερμία .....	12
Βιοκαύσιμα .....	12
Υδρογόνο .....	13
Παραγωγή ενέργειας .....	16
Πετρέλαιο .....	16
Φυσικό αέριο .....	18
Άνθρακας .....	20
Πυρηνική ενέργεια .....	20
Ανανεώσιμες πηγές .....	22
Ηλιακή ενέργεια .....	23
Υδροηλεκτρική ενέργεια .....	24
Αιολική ενέργεια .....	24
Βιοκαύσιμα .....	25
Γεωθερμία .....	25
Υδρογόνο .....	25
Κατανάλωση ενέργειας .....	27
Επισκόπηση του 2008 .....	33
Ενεργειακά αποθέματα .....	35
Η ενέργεια και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον .....	39
Το ενεργειακό ισοζύγιο του Ήλιου .....	39
Τα αέρια του θερμοκηπίου και η κλιματική αλλαγή .....	40
Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής .....	42
Η Διεθνής κοινότητα και το περιβάλλον .....	45
Όξινη βροχή .....	46
Ιπτάμενη Τέφρα .....	47

Ραδιενεργά απόβλητα .....	47
Τα δεδομένα για την Ελλάδα.....	51
Επάρκεια ενέργειας, προβλήματα και λύσεις.....	59
Εκμετάλευση παλλιροϊκών και θαλασσίων κυμάτων και ρευμάτων .....	59
Νέες Τεχνολογίες Πυρηνικής ενέργειας από σχάση .....	59
Τεχνολογίες εκμετάλευσης της Ηλιακής ενέργειας.....	61
Εξοικονόμηση ενέργειας .....	62
Παραρτήματα.....	66
Α. Πίνακες μονάδων και φυσικών σταθερών.....	66
Β. Ο Πληθυσμός των διαφόρων χωρών του Κόσμου το 2008 .....	71
Γ. Αποθέματα πετρελαίου.....	81
Δ. Αποθέματα Φυσικού Αερίου .....	83
Ε. Αποθέματα Άνθρακα .....	85
Ζ. Παραγωγή Άνθρακα .....	87
Η. Παραγωγή Πετρελαίου.....	88
Θ. Παραγωγή Φυσικού Αερίου .....	90
Ι. Κατανάλωση Πετρελαίου.....	92
Κ. Κατανάλωση Φυσικού Αερίου .....	94
Λ. Κατανάλωση άνθρακα.....	96
Μ. Κατανάλωση Πυρηνικής ενέργειας.....	98
Βιβλιογραφία .....	100
Α. Βιβλία και άλλα δημοσιεύματα .....	100
Β. Ιστοσελίδες με πληροφοριακό υλικό.....	100
Κατάλογος σχημάτων .....	102
Κατάλογος πινάκων .....	103
Περιεχόμενα .....	104