

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

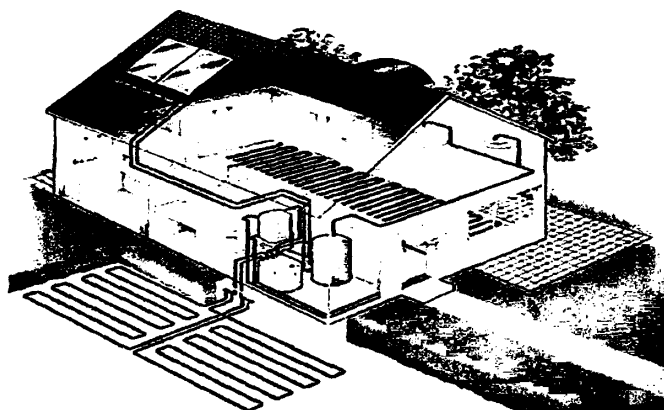
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

« ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ »

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΑΡΤΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΣ
ΧΡΗΣΕΙΣ**



ΜΑΝΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΒΑΡΡΑΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2011



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	IV
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Ιστορική χρήση της ενέργειας από τον άνθρωπο	3
1.2 Σημασία του ρόλου της ενέργειας	5
1.3 Αναγκαιότητα του ανεφοδιασμού σε ορυκτά καύσιμα	5
1.4.Περιβαλλοντική προστασία	6
1.5 Αμφιβολίες και προβλήματα των νέων τεχνολογιών	6
1.6 Πηγές ενέργειας	6
1.6.1 Ορισμός ενέργειας	7
1.6.2 Η ροή της ενέργειας	8
1.6.3 Κατάταξη πηγών ενέργειας	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	11
2.1 Μορφές ενέργειας	11
2.2 Είδη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	12
2.3 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	13
2.3.1 Γαιάνθρακες	15
2.3.2 Πετρέλαιο	15
2.3.3 Φυσικό αέριο	17
2.3.4 Πυρηνική ενέργεια	17
2.4 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	18
2.4.1 Ηλιακή ενέργεια	19
2.4.2 Αιολική ενέργεια	25
2.4.3.1 Αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας	26
2.4.3.2 Αιολικά πάρκα στην Δυτική Ελλάδα	27
2.4.4 Γεωθερμική ενέργεια	30



2.4.5 Βιομάζα	34
2.4.6 Μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	46
3.1 Ενέργεια και περιβάλλον	46
3.2 Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος	46
3.3 Πρωτόκολλο του Κιότο	49
3.4 Ενέργεια και αειφόρος ανάπτυξη	51
3.5 Ενέργεια και περιβαλλοντική πίεση	52
3.6 Ενέργεια και οικονομική ανάπτυξη	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	63
4.1 Γεωθερμική ενέργεια	63
4.2 Σύντομο ιστορικό της γεωθερμίας	63
4.3 Η θερμική μηχανική της γης	65
4.4 Γεωθερμικά συστήματα	67
4.5 Αρχή λειτουργίας ενός γεωθερμικού συστήματος	68
4.6 Γεωθερμική αντλία θερμότητας	71
4.7 Λειτουργία θερμαινόμενης αντλίας	72
4.8 Ανάγκες που εξυπηρετεί η γεωθερμία	73
4.9 Αγροτικές εφαρμογές	74
4.10 Υδατοκαλλιέργειες	76
4.11 Πλεονεκτήματα γεωθερμικών συστημάτων	78
4.12 Μύθοι και πραγματικότητα	79
4.13 Η γεωθερμία στην Ελλάδα	81
4.14 Η χρήση της γεωθερμίας παγκοσμίως	94
4.15 Εφαρμογές της γεωθερμίας παγκοσμίως	100
4.16 Προβλήματα και πλεονεκτήματα	101
4.17 Αποτελέσματα της χρήσεως της γεωθερμίας	104
4.17.1 Η γεωθερμία στην Ήπειρο	112

4.18 Γεωθερμικό πεδίο Νομού Άρτας	112
4.19 Απόφαση άδειας εκμεταλλεύσεως γεωθερμικού πεδίου	114
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	116
5.1 Σχέδιο πειραματισμού	116
5.2 Αναλυτικά αποτελέσματα των βασικών εδαφικών φυσικοχημικών Αναλύσεων	119
5.2.1 PH	119
5.2.2. Ηλεκτρική αγωγιμότητα	120
5.2.3 Οργανική ουσία	121
5.2.4 Ανθρακικό ασβέστιο (CaCO ₃)	121
5.3 Κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής	123
5.4 Αξιολόγηση δεδομένων	125
5.5 Συμπεράσματα και προοπτικές	127
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	133

ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην διερεύνηση της ενεργειακής καταστάσεως του γεωθερμικού πεδίου στην χώρα μας και ιδιαιτέρως και διεξοδικότερα του γεωθερμικού πεδίου των Συκεών του Νομού Άρτας, να προσδιορισθεί ο ρόλος τον οποίο αυτό μπορεί να διαδραματίσει, καθώς επίσης και να καταγραφούν οι δυνατότητες εφαρμογών του στις διάφορες βιομηχανικές, αγροτικές και άλλες χρήσεις.

Η γεωθερμία είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην μείωση της εξαρτήσεως της χώρας μας από το πετρέλαιο και στην προστασία του περιβάλλοντος και ιδιαιτέρως του ήδη αρκετά επιβαρυσμένου οικοσυστήματος του Αμβρακικού κόλπου.

Στον υπεύθυνο καθηγητή του ΤΕΙ Ηπείρου κ. Γρηγόριο Βάρρα αισθάνομαι ιδιαίτερα ευγνώμων για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής, καθώς και για την ηθική και ενεργό συμπαράσταση και καθοδήγησή του για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Επίσης οφείλω θερμές ευχαριστίες στην κ. Βούλα Υφαντή της οποίας η βοήθεια και η πολύτιμη προσφορά της ήταν ιδιαιτέρως σημαντική.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ήπιες μορφές ενέργειας προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του ύδατος και άλλες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής τους στην φύση, ενώ παράλληλα πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, που δεν προκαλούν επιβάρυνση στο περιβάλλον.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται η ηλιακή, η αιολική, η ενέργεια του ύδατος κ.α. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, μιας και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική δεν ανανεώνεται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης σύντομα εξαντλήσεως των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων και αποτελούν τη βάση του μοντέλου της πράσινης οικονομίας και αναπτύξεως.

Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται κατ' ουσία στην ηλιακή ακτινοβολία με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια. Είναι ανανεώσιμες, επειδή δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ όσο υπάρχει ο ήλιος δηλαδή για μερικά ακόμη δισεκατομμύρια χρόνια. Ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια «συσκευασμένη» κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο: η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσυνθέσεως. Η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρος. Η γεωθερμική εκμετάλλευση πεδίου αξιοποιεί τις υψηλές θερμοκρασίες των υπόγειων ρευστών.

Στην Ελλάδα της οποίας η μορφολογία και το κλίμα της είναι κατάλληλο για τέτοιες ενεργειακές εφαρμογές, η αξιοποίηση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα βοηθούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της.

Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970 ως αποτέλεσμα κυρίως των απαντών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοιώσεως του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Το κόστος δε των εφαρμογών των ΑΠΕ μειώνεται συνεχώς τα τελευταία εικοσαετία και ειδικότερα η αιολική, η γεωθερμική και η υδροηλεκτρική, αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται τις παραδοσιακές πηγές καυσίμων όπως για παράδειγμα ο άνθρακας και άλλες.



Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε ιδιαίτερα η χρήση και η σημασία της υπάρχουσας γεωθερμικής ενέργειας, στην περιοχή της Δυτικής Ελλάδος και συγκεκριμένα στην θέση Συκεών στην περιοχή της Άρτας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1 Ιστορική χρήση της ενέργειας από τον άνθρωπο

Η ανάπτυξη του ανθρωπίνου είδους είναι άμεσα συνδεδεμένη με την χρήση ενέργειας. Όλες οι ονομασίες των ιστορικών περιόδων της ανθρωπότητας, όπως για παράδειγμα η λίθινη εποχή ή η εποχή του σιδήρου, προέκυψαν από την χρήση διαφόρων ειδών ενέργειας από τον άνθρωπο.

Πριν από 500.000 χρόνια ο άνθρωπος ανακάλυψε την χρήση της φωτιάς. Στην λίθινη εποχή, 30.000 χρόνια πριν, χρησιμοποιούσε την φωτιά για μαγείρεμα και για την θέρμανση των σπηλαίων στα οποία κατοικούσε.

Με την εγκατάλειψη της νομαδικής ζωής δημιουργήθηκαν οι πρώτοι μόνιμοι αγροτικοί οικισμοί και επιτεύχθηκε η ανάπτυξη της αγροτικής παραγωγής.

Το 5000 π.Χ στον Νείλο χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά η χρήση του ανέμου για την κίνηση των πλοίων, ενώ το 4000 π.Χ μικροί υδρόμυλοι στην Ελλάδα χρησίμευαν για την άλεση δημητριακών, αλλά και για την παροχή πόσιμου ύδατος σε οικισμούς.

Βεβαίως σε όλη την αρχαϊκή περίοδο την σημαντικότερη πηγή ενέργειας αποτελούσε η ανθρώπινη μυϊκή δύναμη, καθώς και η χρήση ζώων. Παράλληλα εγίνετο παράλληλη αξιοποίηση των ζώων είτε για τη μεταφορά επιβατών και αντικειμένων είτε για όργωμα και άντληση ύδατος σε συνδυασμό με διάφορα εργαλεία (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Αρχαία γεωργικά εργαλεία

Επίσης κατασκευάσθηκαν τα πρώτα εργαλεία από ξύλο και πέτρα. Οι σημαντικότεροι σταθμοί στην ιστορία του ανθρωπίνου πολιτισμού υπήρξαν αναμφισβήτητα η ανακάλυψη και η χρήση της φωτιάς, καθώς και η επινόηση του τροχού.

Από την προϊστορική εποχή είναι γνωστό, ότι οι κάτοικοι των σπηλαίων χρησιμοποίησαν την φωτιά για φωτισμό, θέρμανση και μαγειρική. Την εποχή του χαλκού οι άνθρωποι με την εκρησιμοποίησαν την δύναμη του ύδατος και του ανέμου.

Παράλληλα με τις δύο αυτές μορφές χρησιμοποιείται και η μηχανική για την ανύψωση βαρέων αντικειμένων και το κτίσιμο των οικιών.

Αργότερα με την χρήση της αιολικής ενέργειας ο άνθρωπος κατόρθωσε την επιτυχή μετακίνηση των ιστιοφόρων πλοίων, ενώ παράλληλα κατασκεύασε και τους πρώτους ανεμόμυλους. Η κατασκευή μηχανών απάλλαξε τον άνθρωπο από επίπονες εργασίες με την αξιοποίηση των πηγών ενέργειας. Ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς κατεσκεύασε την πρώτη θερμική μηχανή, ενώ κατά την διάρκεια του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης εμφανίσθηκαν σπουδαίες εφευρέσεις όπως το υγρό πυρ (7^{ος} αιώνας μ.Χ-Καλλίνικος), η πυξίδα, το τηλεσκόπιο κ.α. Οι πρώτες ατμομηχανές εμφανίστηκαν την περίοδο βιομηχανικής επαναστάσεως.

Στα μέσα του 17^{ου} αιώνας, ξεκίνησε η εκτεταμένη εξόρυξη άνθρακος και το εμπόριο του, παρά το ότι η διαδικασία αυτή είχε σαν αποτέλεσμα πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα. Ο 18^{ος} αιώνας σηματοδεύθηκε από την ανακάλυψη της πρώτης ατμομηχανής από τον Thomas Newcomen την οποία ο James Watt βελτίωσε το 1765, ενώ το 1799 ο ιταλός εφευρέτης Alessandro Volta ανακαλύπτει την πρώτη μπαταρία.

Παράλληλα, η χρήση της ατμομηχανής επεκτείνεται και στα μέσα μεταφοράς. Το 1850 κατασκευάζεται το πρώτο υδροηλεκτρικό φράγμα παραγωγής ενέργειας.

Χάρης στον Τζέιμς Τζάουλ αποδείχθηκε ότι η θερμότητα είναι μια μορφή παραγωγής καυσίμων. Η πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσεως κατασκευάστηκε το 1860 από τον γάλλο εφευρέτη Ζαν-Ζοζέφ-Ετιέν Λενουάρ, ενώ τεράστια επίδραση άσκησε στους επιστήμονες της εποχής και η ανακάλυψη της ενέργειας του ηλεκτρομαγνητισμού από τους Τζέιμς Μάξγουελ και ο Χερτς το 1860. Επίσης το πρώτο αυτοκίνητο κατασκευάστηκε το 1885 από τον Γερμανό μηχανικό Καρλ Μπεντς.

Το 1901 γενικεύθηκε η μεταφορά μέσω πετρελαίου, ενώ ανακαλύπτεται και ο ηλεκτρισμός, και με τον τρόπο αυτό δίνεται μια τεράστια ώθηση στην ανάπτυξη. Ο Αϊνστάιν το 1905 δημοσιεύει την θεωρία της σχετικότητας, σύμφωνα με την οποία η μάζα και η

ενέργεια είναι ισοδύναμες. Αυτό βοήθησε την επιστήμη στην ανακάλυψη και χρήση της σχάσεως των ατόμων των ραδιενεργών στοιχείων.

Το 1942 ο Ιταλός φυσικός Enrico Fermi σχεδιάζει και θέτει σε λειτουργία τον πρώτο πυρηνικό αντιδραστήρα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, ενώ το 1954 το πρώτο πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τίθεται σε λειτουργία στην τέως ΕΣΣΔ.

Ο 20^{ος} αιώνας χαρακτηρίζεται από την τεράστια αύξηση της καταναλώσεως ενέργειας. Σύντομα όμως εμφανίσθηκαν τρομακτικά προβλήματα τόσο στον άνθρωπο όσο και στο περιβάλλον που επέφερε αυτός ο ξέφρενος ρυθμός καταναλώσεως.

1.2 Σημασία του ρόλου της ενέργειας

Με βάση τα μέχρι τότε υπάρχοντα στοιχεία η Διεθνής Υπηρεσία Ατομικής Ενέργειας (International Atomic Energy Agency) το 1979 στην ετήσια αναφορά της (23), προέβλεπε για το 2000 ότι η χρήση της πυρηνικής ενέργειας θα αυξανόταν κατά έξι φορές περισσότερο από το πραγματικό, ενώ η τιμή του πετρελαίου ανά βαρέλι θα έφθανε το 1992 τα 100 δολάρια. Παράλληλα προέβλεπε ότι θα υπήρχε αύξηση και στα άλλα είδη μορφών ενέργειας, με την παράλληλη χρήση νέων περιβαλλοντικών τεχνολογιών για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησής τους.

Η τιμή του πετρελαίου ανά βαρέλι στα τέλη του εικοστού αιώνα ξεπέρασε κατά πολύ την πραγματικά αναμενόμενη τιμή. Η ζήτηση ενέργειας προερχομένης από ανανεώσιμες πηγές είναι σημαντική. Τα κράτη της ΕΕ έχουν πάρει αποφάσεις ότι για τις επόμενες δέκα γενεές ένα σημαντικό μέρος της απαιτούμενης ενέργειας θα προέρχεται από ΑΠΕ.

Στα τέλη της πρώτης δεκαετίας του 20^{ου} αιώνα η τιμή του πετρελαίου ανέβηκε σημαντικά ξεπερνώντας κατά πολύ τα 100 δολάρια το βαρέλι. Μετά σημειώθηκε κάποια πτώση, αλλά γενικά η τιμή του πετρελαίου παραμένει ανοδική.

1.3 Αναγκαιότητα του ανεφοδιασμού σε ορυκτά καύσιμα

Η παγκόσμια οικονομία έχει άμεση σχέση με το πετρέλαιο. Η Μέση Ανατολή προμηθεύει σήμερα το 30 % της παγκόσμιας αγοράς, ενώ παράλληλα το 50 % των αναγκών της ΕΕ σε καύσιμα καλύπτονται με εισαγωγές από τον Περσικό κόλπο. Στα προηγούμενα σαράντα χρόνια, η τιμή του πετρελαίου τριπλασιάστηκε σε τέσσερις χρονικές περιόδους. Αυτές ήταν το 1973, το 1979, το 1990 και το διάστημα 1999-2000. Οι αναταράξεις στην παγκόσμια

οικονομία αναμένεται να είναι πολύ σημαντικές καθώς τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία συνεχής αύξηση στις τιμές των καυσίμων.

1.4 Περιβαλλοντική προστασία

Η αλματώδης αύξηση του πληθυσμού της γης ο οποίος ξεπερνά σήμερα τα 7 δισεκατομμύρια, και η υπερθέρμανση του πλανήτη, αλλά και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο δεν αφήνουν κανένα περιθώριο εφησυχασμού. Σύμφωνα με την IPCC ήδη η παγκόσμια θερμοκρασία έχει σημειώσει αύξηση κατά 0,6 °C την τελευταία εικοσαετία. Εάν δεν ληφθούν άμεσα μέτρα, αναμένεται να σημειωθεί αύξηση αυτής μέχρι και 5,8 °C έως τα τέλη του αιώνα με αποτέλεσμα όλες οι περιοχές του πλανήτη μας να αντιμετωπίσουν σοβαρά προβλήματα τόσο σε οικονομικό όσο και σε περιβαλλοντικό επίπεδο.

1.5 Αμφιβολίες και προβλήματα των νέων τεχνολογιών

Οι τεχνολογίες δεσμεύσεως και αποθηκεύσεως διοξειδίου του άνθρακος σύντομα θα εμφανισθούν σε επιδεικτικό στάδιο παρόλο που δεν έχουν λυθεί όλα τα θέματα τα οποία σχετίζονται με την τεχνολογία αποθηκεύσεως του διοξειδίου του άνθρακος. Μια λύση είναι η αποθήκευση του σε εξαντλημένους ταμιευτήρες φυσικού αερίου ή πετρελαίου.

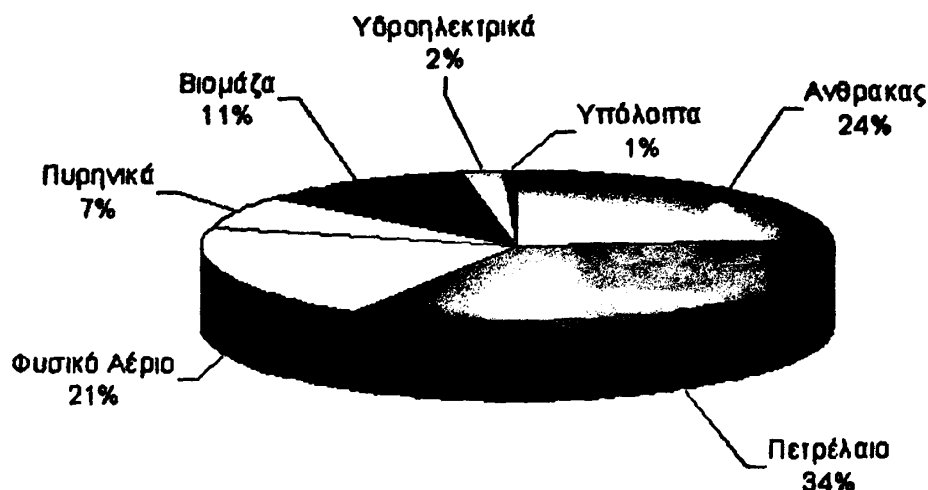
Οι ΑΠΕ σαφώς μπορεί να συνεισφέρουν τόσο στην ασφάλεια του εφοδιασμού σε καύσιμα όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος, αν και εμφανίζουν σημαντικές αδυναμίες και απαιτούν τεράστιες επενδύσεις.

1.6 Πηγές ενέργειας

Ο όρος «πηγές ενέργειας» περιγράφει γενικά την δυνατότητα παραγωγής ενέργειας χρήσεως. Οι πηγές ενέργειας ταξινομούνται γενικά σε δύο κατηγορίες, στις μη ανανεώσιμες και στις ανανεώσιμες.

Η σημερινή παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται σε 10 δισεκατομμύρια τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου με κυρίαρχες πηγές τα ορυκτά καύσιμα τα οποία καλύπτουν περισσότερο από το 80 % της παγκόσμιου ενεργειακής καταναλώσεως (Σχήμα 1).

Παγκόσμια Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας (2005)



Σχήμα 1: Παγκόσμια Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας (2005)

1.6.1 Ορισμός ενέργειας

Ζωή και ενέργεια είναι δύο έννοιες άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους. Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί για να επιζήσουν απαιτούν ενέργεια. Οι φυσικές, όπως και οι ανθρωπογενείς διαδικασίες, απαιτούν ενέργεια. Οτιδήποτε κινείται ή προκαλεί κίνηση διαθέτει ενέργεια. Δεν είναι εφικτό πάντα να παρατηρηθεί, αλλά υπάρχει η αίσθηση της επιδράσεώς της.

Η ενέργεια λοιπόν υπάρχει παντού, μας περιβάλλει, αλλά εμφανίζεται και μέσα στους οργανισμούς μας.

Ενέργεια ονομάζεται και η ικανότητα παραγωγής έργου ή ακόμη και η ικανότητα οργανώσεως ή αλλαγής της ύλης. Ενέργεια: Ενέργεια + έργο. Ενέργεια σημαίνει έργο μέσα σε κάποιο σώμα. Το έργο σχετίζεται με την αλλαγή, την κίνηση ή την στήριξη και ισοδυναμεί με την ενέργεια η οποία δόθηκε στο αντικείμενο.

Η ύλη, όταν προσλάβει ενέργεια, μπορεί να αποκτήσει διαφορετική οργάνωση στην δομή της, ακόμη και να αλλάξει η ίδια η δομή της.

Η ενέργεια είναι φυσική ποσότητα η οποία μπορεί να μετρηθεί και καθορίζει ποιες αλλαγές, γεγονότα ή φυσικά φαινόμενα είναι δυνατόν να συμβούν.

1.6.2 Η ροή της ενέργειας

Ο ήλιος αποτελεί την πρωταρχική πηγή ενέργειας για όλα τα οικοσυστήματα. Το ποσό της εισερχομένης ακτινοβολίας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την δομή και την λειτουργία τους. Από το ποσό της ηλιακής ενέργειας η οποία εισρέει στα οικοσυστήματα μόνο μια ελάχιστη ποσότητα απορροφάται από τους φωτοσυνθετικούς μηχανισμούς των φυτών και κάποιων βακτηρίων για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, ενώ το υπόλοιπο μέρος αυτής ανακλάται ή «χάνεται» στο περιβάλλον ως θερμότητα.

Η απορρόφηση επιτυγχάνεται, ως γνωστόν, με την φωτοσύνθεση από τους χλωροπλάστες των φυτικών κυττάρων και για τον λόγο αυτό τα φυτά ονομάζονται αυτότροφοι οργανισμοί ή παραγωγοί. Κατά την λειτουργία της φωτοσύνθεσης παράγονται οι υδατάνθρακες, γνωστοί και ως σάκχαρα. Αυτοί είναι μια ομάδα μορίων με την μεγαλύτερη διάδοση στο σώμα των οργανισμών. Οι υδατάνθρακες χρησιμεύουν σαν ενεργειακές πηγές και σαν δομικά συστατικά των οργανισμών.

Οι αυτότροφοι οργανισμοί ή παραγωγοί μπορεί να συνθέσουν, εκτός από τους υδατάνθρακες και πρωτεΐνες ή λευκώματα. Αυτοί αποτελούν το πρώτο τροφικό επίπεδο ενός οικοσυστήματος. Στο δεύτερο και στο τρίτο τροφικό επίπεδο κατατάσσονται τα φυτοφάγα και τα σαρκοφάγα ζώα αντίστοιχα. Αυτά ονομάζονται ετερότροφοι οργανισμοί ή καταναλωτές επειδή προμηθεύονται την ενέργεια την οποία χρειάζονται, για όλες τις λειτουργίες τους, από την αποθηκευμένη χημική ενέργεια της φυτικής ύλης.

Η ενέργεια που χρησιμοποιούν οι οργανισμοί (παραγωγοί, καταναλωτές και αποικοδομητές), για να διεξάγουν τις βιολογικές τους λειτουργίες, είναι η χημική ενέργεια η οποία περιέχεται στην γλυκόζη και απελευθερώνεται στα κύτταρα των οργανισμών μέσα από μια χημική διαδικασία, την αερόβια αναπνοή. Αυτή η διαδικασία μπορεί να πει κανείς ότι αποτελεί το αντίθετο της φωτοσύνθεσης.

Αν η φυτική ύλη δεν καταναλωθεί από τους φυτοφάγους οργανισμούς τότε ένα μέρος της ενέργειας, την οποία αυτή εσωκλείει, αποταμιεύεται στο οικοσύστημα καθώς περνά στους αποσυνθετικούς οργανισμούς οι οποίοι αποδομούν την φυτική ύλη. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας αυτής αποβάλλεται πάλι ως θερμότητα στο περιβάλλον.

Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι η ενεργειακή ροή διαφοροποιείται από το ένα οικοσύστημα στο άλλο και ότι πρακτικά η ποσότητα της ενέργειας η οποία χάνεται μεταξύ των τροφικών επιπέδων ποικίλλει στις διαφορετικές πυραμίδες (από 80 % έως 95 %). Αυτό συμβαίνει

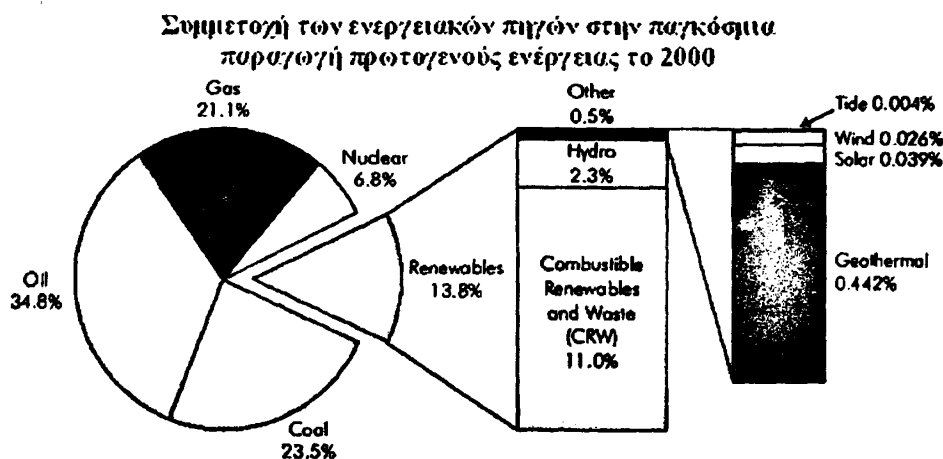
επειδή αυτή εξαρτάται από τα είδη των οργανισμών τα οποία συνθέτουν τα τροφικά επίπεδα και από την φύση της τροφής που καταναλώνεται.

1.6.3 Πηγές ενέργειας

Οι «αποθήκες» ενέργειας ονομάζονται «πηγές ενέργειας». Αυτές διακρίνονται σε αυτογενείς ή πρωταρχικές πηγές ενέργειας (πυρήνες ατόμων ηλίου, γαιάνθρακες ή πετρέλαιο), οι οποίες είναι αποθηκευμένες ή υπάρχουν στην φύση και τεχνητές (ταμιευτήρες, ηλεκτρικοί συσσωρευτές).

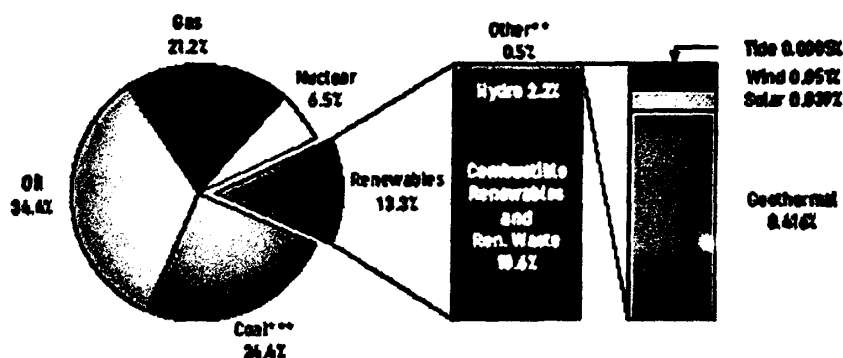
Επίσης διακρίνονται σε πρωτογενείς πηγές οι οποίες περιλαμβάνουν την δυναμική ενέργεια των πυρήνων και σε δευτερογενείς. Βάσει των αποθεμάτων ενέργειας (ενεργειακό δυναμικό), οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε συμβατικές (ήλιος, άνεμος, υδατοπτώσεις, ενέργεια των κυμάτων, των ρευμάτων και των ωκεανών) ή μη ανανεώσιμες πηγές (στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα και πυρηνική ενέργεια) και σε ανανεώσιμες πηγές (22).

Σύμφωνα με στοιχεία του International Energy Agency (Νοέμβριος 2002) (23), η συμμετοχή των ΑΠΕ στην παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας κατά το 2000 (Σχήμα 2), ανήλθε στο 13,8 % (1.371 Mt), από το σύνολο των 9.958 Mt. Σημειώνεται ότι η συμμετοχή όλων των μορφών καύσεως της βιομάζας (συμπεριλαμβανομένης και της παραδοσιακής βιομάζας) αποτελεί το 80 % (1.048 Mt) των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και έπεται η υδροηλεκτρική ενέργεια με ποσοστό 16,5 % (226 Mt) (2). Η συμμετοχή όλων των υπολοίπων ΑΠΕ είναι πολύ μικρότερη. Όπως φαίνεται και από το Σχήμα 2, η συμμετοχή της γεωθερμικής ενέργειας αγγίζει το 0,442 % (24).



Σχήμα 2: Συμμετοχή των ενεργειακών πηγών στην παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας κατά το 2000, Πηγή: International Energy Agency (IEA)

**Συμμετοχή των ενεργειακών πηγών στην παγκόσμια παραγωγή
πρωτογενούς ενέργειας το 2003**



Σχήμα 3: Συμμετοχή των ενεργειακών πηγών στην παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας (2003),
Πηγή: International Energy Agency (IEA)

Στις ΑΠΕ ανήκει και η γεωθερμική ενέργεια η οποία προέρχεται από το εσωτερικό της γης και σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής (26).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Μορφές ενέργειας

Από φυσική άποψη διακρίνονται δύο είδη ή πρωταρχικές μορφές ενέργειας:

α. Κινητική ενέργεια: Είναι η ενέργεια την οποία έχει ένα υλικό όταν κινείται και αναφέρεται στην ικανότητά του να παράγει έργο. Ορίζεται ως το ήμισυ του γινομένου της μάζας του επί το τετράγωνο της ταχύτητάς του:

$$E_{\text{κινητική}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

m =μάζα σώματος

V = ταχύτητα σώματος

β. Δυναμική ενέργεια: Είναι η ενέργεια που έχει το σώμα όταν ευρίσκεται σε κάποιο πεδίο δυνάμεων (25). Η δυναμική ενέργεια ενός σώματος ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης που ασκείται επάνω του επί την απόστασή του από το σημείο του πεδίου, όπου θεωρείται ότι η δυναμική ενέργεια έχει μηδενική τιμή:

$$E_{\text{δυναμική}} = F \cdot h$$

F = συνισταμένη δύναμη η οποία ασκείται στο σώμα

h = απόσταση από το σημείο με μηδενική δυναμική ενέργεια

Η κινητική και η δυναμική ενέργεια αποτελούν την μηχανική ενέργεια. Εκτός από την μηχανική και την κινητική ενέργεια, εμφανίζονται και άλλες εκφράσεις ειδικών περιπτώσεων ή συνδυασμών των πρωταρχικών μορφών ενέργειας. Αυτές είναι οι εξής:

α. Ηλιακή ενέργεια: Είναι η πυρηνική ενέργεια η οποία προέρχεται από την σύντηξη πυρήνων υδρογόνου στον ήλιο.

Ο ήλιος είναι η πρωταρχική και βασική ενέργεια της γης. Η ενέργεια του είναι αποθηκευμένη και σε άλλες πρωταρχικές πηγές όπως στο κάρβουνο, στο πετρέλαιο, στο φυσικό αέριο και στην βιομάζα, ενώ επίσης προκαλεί και τον υδρολογικό κύκλο και την ενέργεια του ανέμου.

β. Η θερμική ενέργεια: Είναι η ενέργεια η οποία είναι αποθηκευμένη στο εσωτερικό της γης και είναι το σύνολο της κινητικής ενέργειας των σωματιδίων τα οποία συγκροτούν τα υλικά σώματα, καθώς αυτά κινούνται στο εσωτερικό τους.

γ. Η πυρηνική ενέργεια: Είναι η δυναμική ενέργεια η οποία είναι εγκλεισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπιδράσεως των σωματιδίων που τα συνιστούν και απελευθερώνεται κατά την σχάση ή την σύντηξη των πυρήνων.

δ. Η χημική ενέργεια: Η πυρηνική ενέργεια είναι η ενέργεια των ραδιενεργών στοιχείων. Αυτή αποτελεί το σύνολο της δυναμικής ενέργειας που απαιτήθηκε για την συγκρότηση μορίων χημικών ουσιών από διάφορα άτομα, κάτω από την αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων.

2.2 Είδη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Οι ήπιες μορφές ενέργειας είναι οι εξής:

α. Αιολική ενέργεια: Χρησιμοποιήθηκε παλαιότερα για την άντληση ύδατος από πηγάδια, καθώς και για μηχανικές εφαρμογές. Έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ευρέως για ηλεκτροπαραγωγή.

β. Ηλιακή ενέργεια: Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές, ενώ η κύρια χρήση της είναι για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

γ. Υδροηλεκτρική ενέργεια: Αυτή παράγεται από τα υδροηλεκτρικά έργα, τα οποία στο πεδίο των ηπίων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται περισσότερο στα μικρά υδροηλεκτρικά. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας.

δ Βιομάζα: Χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών (κυρίως αποβλήτων της βιομηχανίας ξύλου, τροφίμων και ζωοτροφών, καθώς και της βιομηχανίας σακχάρων) με σκοπό την αποδέσμευση της ενέργειας η οποία δεσμεύθηκε από τους φυτικούς οργανισμούς με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Ακόμη μπορεί να χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα και απορρίμματα.

ε. Γεωθερμική ενέργεια: Προέρχεται από την θερμότητα που παράγεται από την ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη στις περιοχές εκείνες στις οποίες η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, όπως παραδείγματος χάριν στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού ύδατος. Η ενέργεια αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού.



Στην χώρα μας η μόνη αξιοσημείωτη εγχώρια πηγή ορυκτών καυσίμων είναι ο λιγνίτης. Τα βιομηχανικά αξιοποιήσιμα κοιτάσματα λιγνίτη υπολογίζονται σε 4 δισεκατομμύρια τόνους ή 550 εκατομμύρια τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου. Παρά το γεγονός ότι ο ελληνικός λιγνίτης είναι ένα πτωχής ποιότητας καύσιμο, αποτελεί την κύρια ενεργειακή πηγή της χώρας και χρησιμοποιείται σχεδόν εξ ολοκλήρου για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

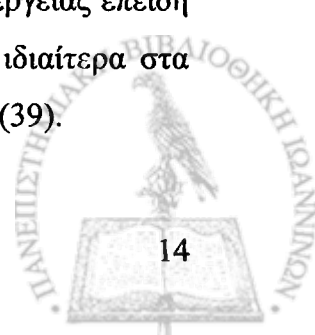
Κατά τα τελευταία χρόνια πολλές βιομηχανικές μονάδες της χώρας έχουν στραφεί στο φυσικό αέριο για την παραγωγή καυσίμων και την κάλυψη των αναγκών τους. Παραμένει όμως ένας μεγάλος αριθμός μονάδων οι οποίες παράγουν την απαραίτητη θερμότητα για ηλεκτρισμό με λέβητες υγρών και στερεών καυσίμων. Στις υποενότητες που ακολουθούν επιχειρείται σύντομη περιγραφή του βασικού εξοπλισμού παραγωγής ενέργειας, καθώς και των σύγχρονων τεχνολογιών καύσεως στερεών καυσίμων, των οποίων η εφαρμογή στο Ελληνικό ενεργειακό σύστημα κρίνεται σημαντική από άποψη βιωσιμότητάς του.

Είναι φανερό ότι οι ενεργειακές ανάγκες συνεχώς θα αυξάνονται αφού ο πληθυσμός της γης αυξάνεται με γοργούς ρυθμούς, αλλά και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου πολλαπλασιάζει τις δραστηριότητές του και ειδικά εκείνες οι οποίες τελικά απαιτούν κατανάλωση ενέργειας.

Η ανθρωπότητα καλείται να απαντήσει στο βασικό ερώτημα, αν θα συνεχίσει να καλύπτει τις ενεργειακές της ανάγκες κυρίως με τα ορυκτά καύσιμα (μέχρι αυτά να εξαντληθούν) με την επακόλουθη περιβαλλοντική επιβάρυνση ή θα αναζητήσει σύντομα άλλες λύσεις. Οι παγκόσμιες συνδιασκέψεις του Ρίο, του Κιότο και της Χάγης δυστυχώς δεν κατάφεραν να δώσουν ουσιαστική λύση στο πρόβλημα αυτό.

Η μόνη απάντηση η οποία διαφαίνεται ότι θα περιορίσει δραστικά τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αν και η τεχνολογία έχει κάνει σημαντικά βήματα προς τον τομέα αυτό, η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ευρίσκεται ακόμη σε αρχικό στάδιο. Η εκμετάλλευση του ηλίου, του ανέμου, του ύδατος, της γεωθερμίας και της βιομάζας, οι οποίες αποτελούν πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον, μπορεί και πρέπει να γίνουν οικονομικά εκμεταλλεύσιμες ώστε να συμβάλλουν στην αειφόρο ανάπτυξη εφ' όσον είναι ανανεώσιμες και ρυπαίνουν ελάχιστα ή καθόλου.

Στην χώρα μας υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησεως αυτών των μορφών ενέργειας επειδή και σημαντική ηλιοφάνεια διαθέτει και αξιόλογο αιολικό δυναμικό υπάρχει, ιδιαίτερα στα νησιά, αλλά επίσης έχει και σημαντικές υδάτινες παροχές στις ορεινές περιοχές (39).



2.3.1 Γαιάνθρακες

Ο όρος «γαιάνθρακες» χαρακτηρίζει τα οργανικά ιζήματα τα οποία προήλθαν από υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών. Οι διεργασίες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα εμπλουτισμό των φυτικών υπολειμμάτων άνθρακος. Η μετατροπή της φυτικής άνθρακα ξεκίνησε πριν 400 περίπου εκατομμύρια χρόνια και βεβαίως συνεχίζει σήμερα.



Εικόνα 3. Γαιάνθρακες

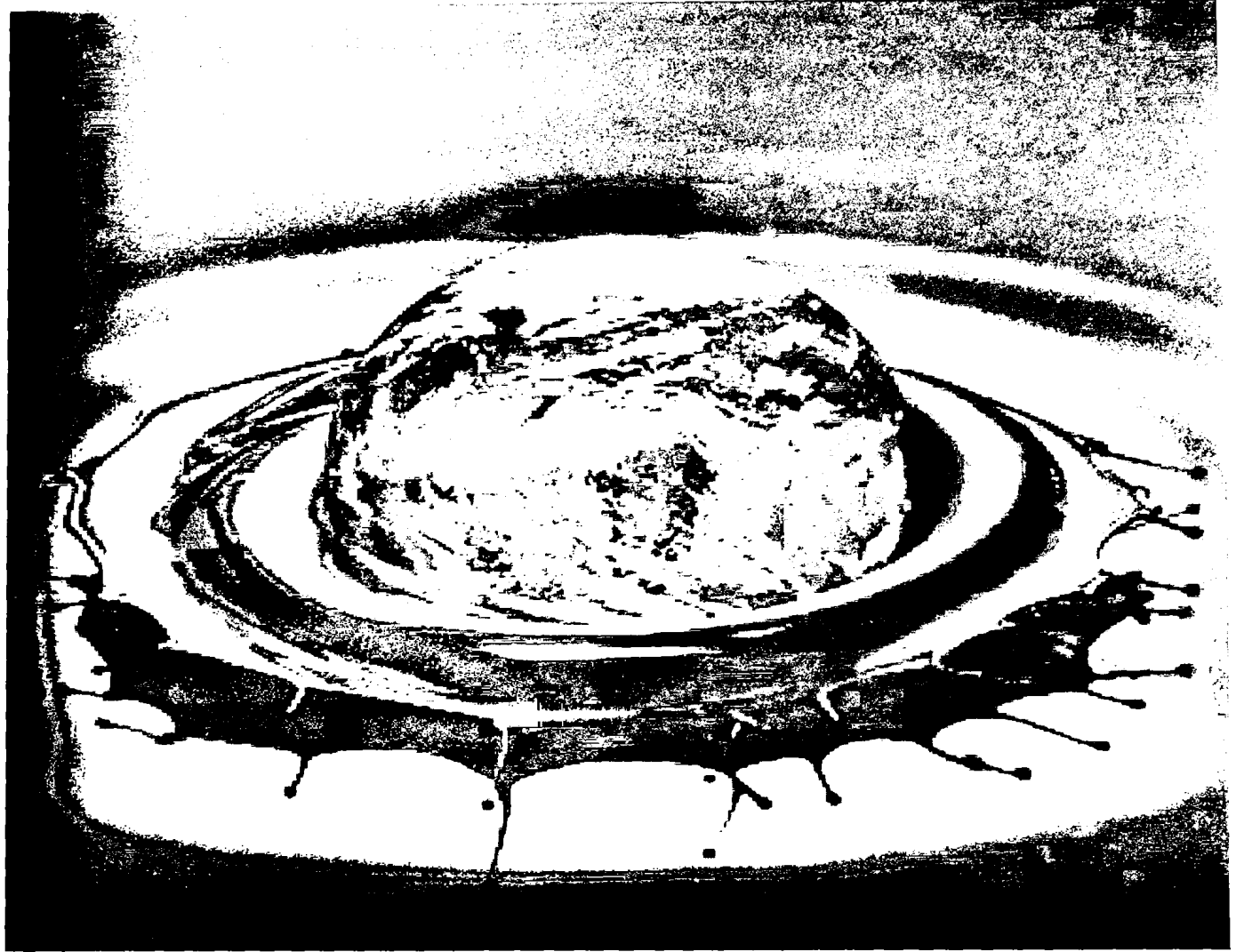
Η κατάταξη των γαιανθράκων καθορίζεται ανάλογα με τον βαθμό ενανθράκ. γαιάνθρακες διακρίνονται σε τύρφη, λιγνίτες, υποπισσούχους γαιάνθρακες, πικριάνθρακες και ανθρακίτες.

2.3.2 Πετρέλαιο

Το πετρέλαιο (Εικόνα 5) ευρίσκεται στο υπέδαφος. Σχηματίστηκε από ζωντανούς μικροοργανισμούς οι οποίοι συγκεντρώθηκαν από τα θαλάσσια ρεύματα σε λεκανών. Εκεί, χωρίς την παρουσία αέρος, μετατράπηκαν σε πετρέλαιο. Η ενέργεια του πετρελαίου προέρχεται από την ενέργεια την οποία είχαν συγκεντρώσει από τον ήλιο την τροφή τους οι μικροοργανισμοί οι οποίοι το δημιούργησαν.

Τα κύρια συστατικά που περιέχουν είναι αλκάνια και αρωματικοί υδρογονάνθρακες με οξυγονούχες, αζωτούχες και θειούχες ενώσεις (11).





Εικόνα 4. Εξάντληση της γης από το πετρέλαιο

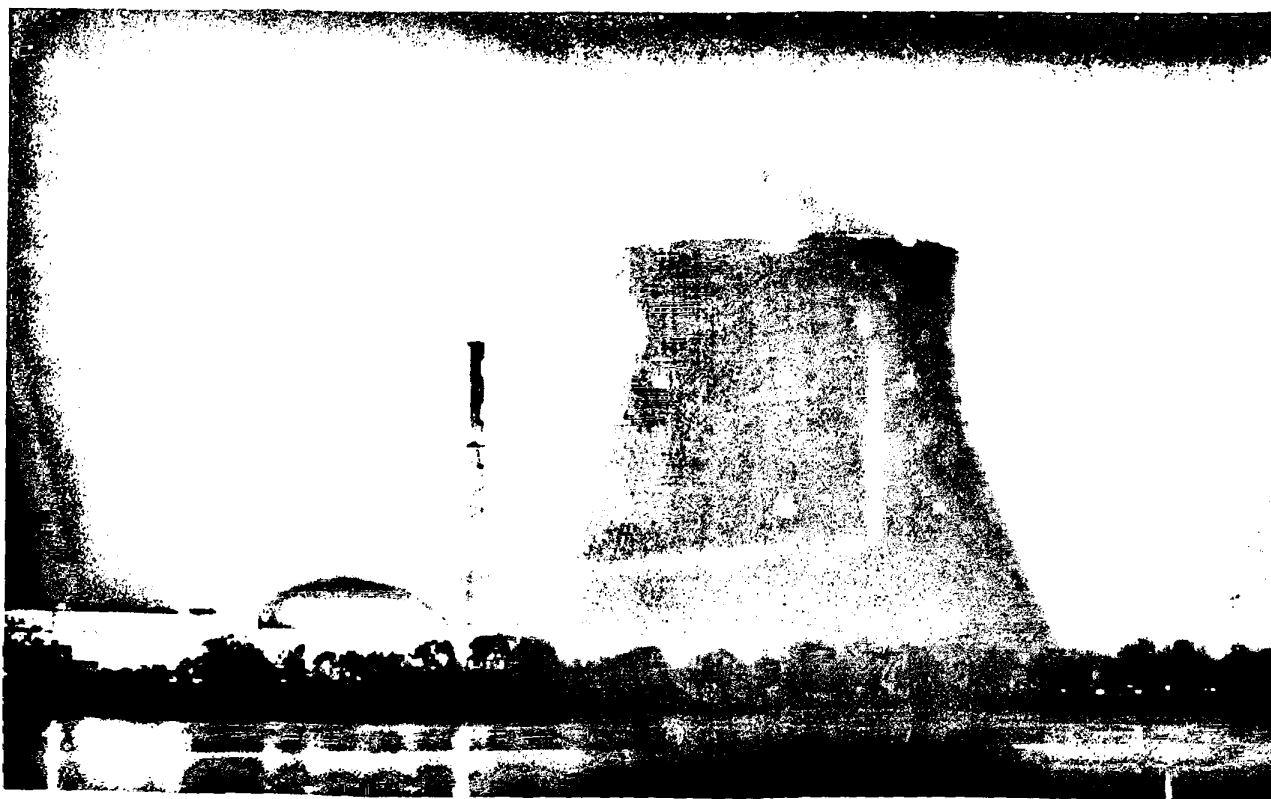


Το φυσικό αέριο (Εικόνα 5) αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και σε πολύ μικρό αναλογία από αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και πεντάνιο. Καθοριστικό παράγοντα για σύστασή του αποτελεί η προέλευσή του και ιδιαίτερα το εάν πρόκειται για αμιγές και κοίτασμα φυσικού αερίου ή εάν προκύπτει από κοιτάσματα πετρελαίου.

Στα προτερήματά του, ως πηγή ενέργειας, περιλαμβάνονται η δυνατότητα μεταφοράς σε μεγάλες αποστάσεις μέσω αγωγών και βεβαίως η συγκριτικά φιλική προς το περιβάλλον καύση του.

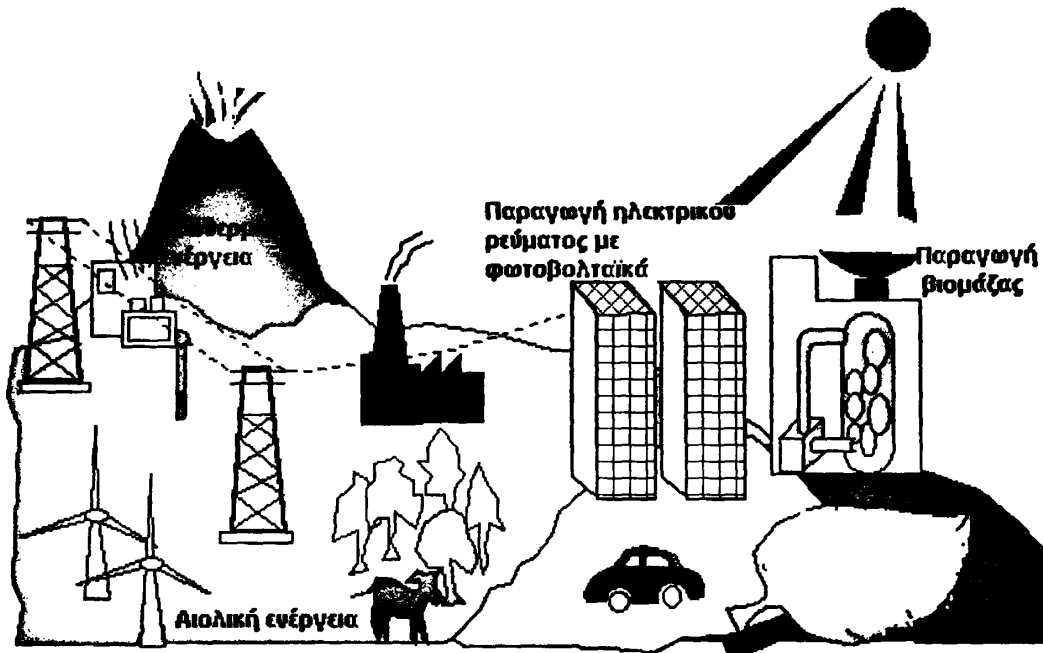
2.3.4 Πυρηνική ενέργεια

Ο όρος πυρηνική ενέργεια (Εικόνα 6) χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει την ενέργεια οποία απελευθερώνεται σε τεράστιες ποσότητες κατά την πυρηνική σχάση. Έως το 199 εφαρμογές των κινητήρων οι οποίοι χρησιμοποιούν πυρηνικά καύσιμα περιορίζονταν κυρίως για την παραγωγή καυσίμων στην ναυσιπλοΐα. Ωστόσο πολύ σπουδαιότερη για παγκόσμια οικονομία είναι η χρήση της πυρηνικής ενέργειας με την βοήθεια ειδικών διατάξεων που ονομάζονται πυρηνικοί αντιδραστήρες.



Εικόνα 6. Εργοστάσιο πυρηνικής ενέργειας

2.4 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας



Σχήμα 4. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι ΑΠΕ (Σχήμα 4) είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί έντονα στην χρήση των ορυκτών καυσίμων. Αυτές είναι ανεξάντλητες, ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνον από την ανάπτυξη τεχνολογιών οι οποίες θα έχουν σαν σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος. Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από ΑΠΕ όπως η ηλιακή, η αιολική και η γεωθερμική έχουν την μικρότερη επίδραση στο περιβάλλον. Αυτές οι «φίλικές προς το περιβάλλον» πηγές ενέργειας δίνουν στον καταναλωτή ένα εναλλακτικό τρόπο καταναλώσεως από αυτόν με την χρήση άνθρακος, πυρηνικής ενέργειας, φυσικού αερίου, πετρελαίου και μεγάλων υδροηλεκτρικών μονάδων. Σήμερα οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος οι οποίες λειτουργούν με άνθρακα είναι οι αποδοτικότερες στον κόσμο (24).

Τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ είναι τα εξής:

- α. Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας.
- β. Συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας και ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- γ. Οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος.
- δ. Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας η οποία είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη.

ε. Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος.

στ. Είναι στο περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

Τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι τα εξής:

- α. Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και συνεπώς για μεγάλη παραγωγή απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- β. Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμεταλλεύσεως τους.
- γ. ο κόστος επενδύσεως ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος, σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό.

2.4.1 Ηλιακή ενέργεια

Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο (37).

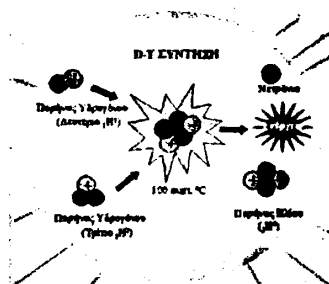
Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της.

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί κυρίως μέσω της χρήσεως των ηλιακών και των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Αν και αυτό συμβαίνει συνεχώς εδώ και 5 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου, ο ήλιος διαθέτει τεράστιες ποσότητες υδρογόνου και δεν αναμένεται να υπάρξει μείωση της ενέργειας η οποία ακτινοβολείται από αυτόν. Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρας μας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες τον χρόνο.

Ο ήλιος είναι η βασική πηγή ενέργειας στον πλανήτη μας καθώς είναι υπεύθυνος για την παροχή ενέργειας σε κάθε οργανισμό της βιόσφαιρας, ενώ παράλληλα είναι υπεύθυνος για την δημιουργία των ανέμων, την παραγωγή της αποθηκευμένης χημικής ενέργειας σε ξύλα και ορυκτά καύσιμα και επομένως είναι η πηγή όλης σχεδόν της ενέργειας την οποία χρησιμοποιούμε. Ο ήλιος (εκ του αβέλιος - αέλιος - ηέλιος, ο ακτινοβολών, ο πυρπολών) είναι απλανής αστέρας μέσου μεγέθους. Λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών οι οποίες επικρατούν (μερικών εκατομμυρίων °C), τα μόρια και άτομα των στοιχείων που τον συνθέτουν, μεταξύ των οποίων και το υδρογόνο, ευρίσκονται σε κατάσταση «νέφους»

θετικών και αρνητικών ιόντων ή κατάσταση πλάσματος όπως ονομάστηκε (Εικόνα 7). Σε αυτές τις θερμοκρασίες οι ταχύτατα κινούμενοι πυρήνες υδρογόνου συσσωματώνονται, υπερνικώντας τις μεταξύ τους απωστικές ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις και δημιουργούν πυρήνες του στοιχείου ηλίου. Η πυρηνική αυτή σύντηξη είναι ισχυρά εξώθερμη και οι παραγόμενες τεράστιες ποσότητες ενέργειας ακτινοβολούνται προς όλες τις κατευθύνσεις στο διάστημα.



Εικόνα 7. Σχηματική μορφή του ηλίου

Η γη συλλαμβάνει το ένα δισεκατομμυριοστό της εκπεμπόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή όμως αντιστοιχεί σε τεράστια ενεργειακή ποσότητα αν αναλογισθεί κανείς ότι η ηλιακή ενέργεια η οποία φθάνει στην γη σε μία εβδομάδα είναι περίπου ίση με την συνολικά αποθηκευμένη ενέργεια όλων των καυσίμων του πλανήτη. Αν και αυτό συμβαίνει συνεχώς εδώ και 5 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου, ο ήλιος διαθέτει τεράστιες ποσότητες υδρογόνου και δεν αναμένεται να υπάρξει μείωση της ενέργειας η οποία ακτινοβολείται από αυτόν. Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρα μας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες τον χρόνο.

Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με δύο τρόπους με θερμικές και φωτοβολταϊκές εφαρμογές. Η Θερμική αξιοποίηση: Η Θερμική αξιοποίηση περιλαμβάνει συλλογή των ακτίνων του ηλίου με στόχο να παραχθεί θερμότητα. Αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για θέρμανση ύδατος και μετατροπή του σε ατμό για την κίνηση ατμοστροβίλων.

Στην περίπτωση αυτή τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό με την χρήση φωτοβολταϊκών κυψελών ή συστοιχιών τους.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία εμφανίσθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970 στα διαστημικά προγράμματα των ΗΠΑ. Η εξέλιξή της επέτρεψε την μείωση του κόστους στην παραγωγή ηλεκτρισμού από \$300 σε \$4 ανά Watt.

Λόγω της σχετικά χαμηλής απόδοσής τους και του συνεπαγομένου υψηλού συνολικού κόστους, τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούν κυρίως ως μονάδες μικρής δυναμικότητας σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές στις οποίες η σύνδεση με το δίκτυο είναι πολύ ακριβή (Εικόνα 8).

Αν και όλη η γη δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία, η ποσότητά της στην επιφάνεια κάθε τόπου εξαρτάται κυρίως από την γεωγραφική του θέση, την εποχή και την νεφοκάλυψη. Η έρημος παραδείγματος χάριν δέχεται περίπου το διπλάσιο ποσό ηλιακής ενέργειας από άλλες περιοχές. Στην Δυτική Μακεδονία και στην Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές, κυμαινόμενη από 2200 ως 2300 ώρες, ενώ στην Ρόδο και την Νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100 ώρες ετησίως. Συνεπώς η Ελλάδα αποτελεί μία από τις κατ' εξοχήν κατάλληλες περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) για εφαρμογές εκμεταλλεύσεως της ηλιακής ενέργειας. Αυτό βέβαια είναι ιδιαίτερα επίκαιρο την τελευταία διετία κατά την οποία παρατηρείται μεγάλο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της ηλιοφάνειας στην χώρα μας από ξένους επενδυτικούς κύκλους οι οποίοι βλέπουν ότι υπάρχει η ευκαιρία εκμεταλλεύσεως της χρυσοφόρου αυτής πηγής.

Η «καρδιά» ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης. Ο συλλέκτης αυτός περιλαμβάνει μια μαύρη, συνήθως επίπεδη μεταλλική επιφάνεια η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Επάνω από την απορροφητική επιφάνεια ευρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα.



Εικόνα 8. Άποψη φωτοβολταϊκού συστήματος

Σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούνται λεπτοί σωλήνες μέσα στους οποίους διοχετεύεται το υγρό το οποίο απάγει την θερμότητα και την μεταφέρει, με την βοήθεια μικρών αντλιών, σε μια μεμονωμένη δεξαμενή αποθηκεύσεως. Το πιο απλό και διαδεδομένο σήμερα ενεργητικό ηλιακό σύστημα θερμάνσεως ύδατος είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσεως της ηλιακής ενέργειας είναι τα εξής:

- α. Η μηδενική ρύπανση
- β. Η αξιοπιστία και η μεγάλη διάρκεια ζωής
- γ. Το μηδενικό κόστος παραγωγής ενέργειας και η ελάχιστη συντήρηση

Τα μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας είναι τα εξής:

- α. Το υψηλό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων
- β. Η έλλειψη επιδοτήσεων
- γ. Τα προβλήματα στην αποθήκευση

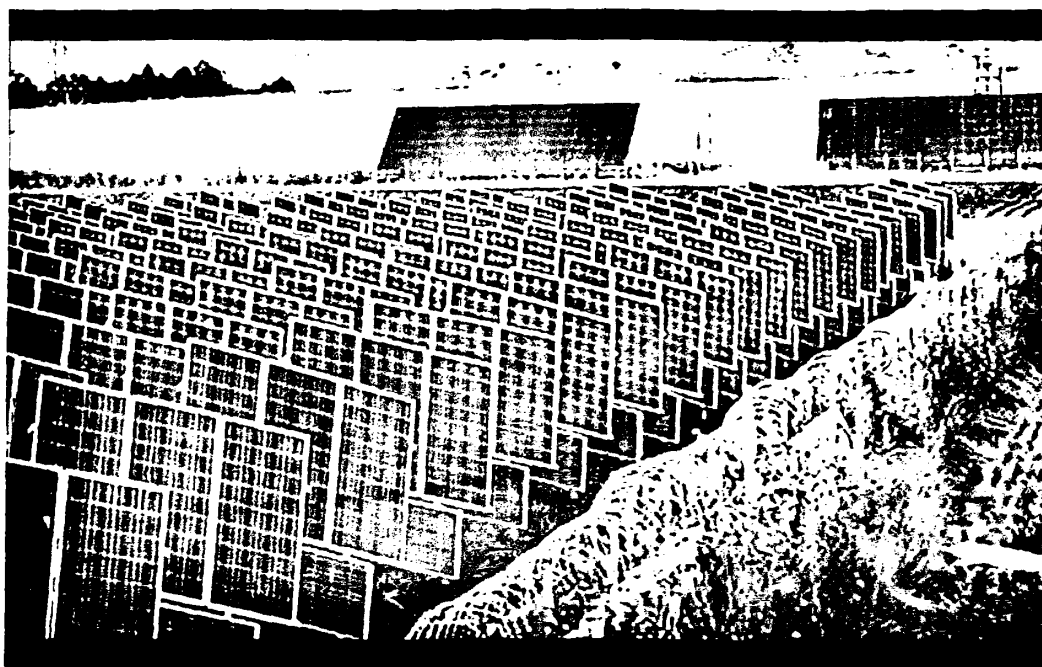
Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου τα οποία βοηθούν την καλύτερη, άμεση ή έμμεση, εκμετάλλευση των ακτινών του ηλίου για την θέρμανση ή τον δροσισμό του κτιρίου. Προϋπόθεση για την εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο είναι η θερμομόνωσή του έτσι ώστε να περιορισθούν οι θερμικές απώλειες.

Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θερμάνσεως βασίζεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου», ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην προστασία του κτιρίου από τον ήλιο, δηλαδή στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων κατά την θερινή περίοδο, της απορροφήσεως των ακτινών του ηλίου στο κτίριο και της απορροφήσεως τους από αυτό. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση μονίμων ή κινητών σκιάστρων, καθώς και με την διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρος στο εσωτερικό των κτιρίων.

Ένα κτίριο το οποίο περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θερμάνσεως, δροσισμού ή ακόμη και φυσικού φωτισμού, κατασκευασμένο εξ'αρχάς ή τροποποιημένο, ονομάζεται «βιοκλιματικό κτίριο» και είναι δυνατό να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Η εκμετάλλευση των ηλιακών συστημάτων στην παραγωγή ηλεκτρικού: Τα φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα στηρίζονται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Μερικά υλικά,

όπως το πυρίτιο με πρόσμειξη άλλων στοιχείων γίνονται ημιαγωγοί (άγουν ρεύμα προς μια μόνο διεύθυνση), έχουν δηλαδή την δυνατότητα να δημιουργήσουν δυναμικό όταν φωτίζονται και κατά συνέπεια να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Η σύνδεση πολλών μικρών κομματιών τέτοιων υλικών (φωτοβολταϊκών κυψελών) με την τοποθέτησή τους σε μία επίπεδη επιφάνεια (φωτοβολταϊκό σύστημα) και τους προς τον ήλιο, γίνεται δυνατή η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος (Εικόνα 9). Μπορεί να καλύψει ανάγκες όπως είναι η λειτουργία επιστημονικών συσκευών (π.χ. μετρητές), η κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων (ηλιακά αυτοκίνητα), η λειτουργία φάρων ή η τροφοδοσία και μέρους των ενεργειακών αναγκών μικρών κατοικιών όπως είναι οι τηλεπικοινωνίες, η ψύξη κ.τ.λ. Η μέγιστη απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, κυμαίνεται από 7 % (ηλιακά στοιχεία πυριτίου) έως 12-15 % (ηλιακά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου). Το σημείο ότι η ενέργεια, η οποία παράγεται με αυτό τον τρόπο, μπορεί να αποθηκευθεί σε συσσωρευτές (μπαταρίες) με αποτέλεσμα να υπάρχει ανεξάντλητη, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.



Εικόνα 9. Φωτοβολταϊκές κυψέλες

Η εκμετάλλευση του ήλιου για την παραγωγή ηλεκτρισμού γίνεται κυρίως με των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων.



Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα κατασκευάζονται από ημιαγώγιμα υλικά όπως για παράδειγμα το πυρίτιο που είναι και το συνηθέστερο. Όταν το ηλιακό φως προσπίπτει στο φωτοβολταϊκό κύτταρο, μέρος της ακτινοβολίας διεγείρει ηλεκτρόνια τα οποία μπορεί να κινούνται σχετικά ελεύθερα μέσα στον ημιαγωγό. Η εφαρμογή ηλεκτρικού πεδίου υποχρεώνει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια να κινηθούν προς συγκεκριμένη κατεύθυνση παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα του οποίου η ισχύς καθορίζεται από την ροή των ηλεκτρονίων και από την εφαρμοζόμενη τάση στο φωτοβολταϊκό κύτταρο. Για να αυξηθεί η ροή των ελευθέρων ηλεκτρονίων προστίθενται στο καθαρό κρυσταλλικό πυρίτιο προσμείξεις όπως ο φώσφορος και το βόριο.

Όταν προστίθεται, στο κρυσταλλικό πυρίτιο, βόριο προκύπτουν ημιαγωγοί τύπου P. Το βόριο έχει στην εξωτερική του στοιβάδα 3 ηλεκτρόνια που συμμετέχουν σε δεσμούς με άτομα πυριτίου. Επειδή σε κάθε άτομο απαιτούνται οκτώ ηλεκτρόνια για την συμπλήρωση της εξωτερικής του στοιβάδας, στην εξωτερική στοιβάδα του βορίου υπάρχουν διαθέσιμες δύο ελεύθερες θέσεις ηλεκτρονίων. Αυτές δημιουργούν αντίστοιχες θετικά φορτισμένες «οπές» στη δομή του υλικού. Η κατάληψη των οπών από ηλεκτρόνια γειτονικών ατόμων δίνει την εικόνα διάδοσής τους στο υλικό ή μεταφοράς θετικών φορτίων στην κρυσταλλική δομή του ημιαγωγού.

Φέρνοντας σε επαφή τους ημιαγωγούς τύπου N και P σχηματίζεται ηλεκτρικό πεδίο. Τα ηλεκτρόνια του πυριτίου τύπου N κινούνται προς τις κενές θέσεις του πυριτίου, τύπου P, για να τις καλύψουν. Στην ένωση των δύο υλικών επιτυγχάνεται ισορροπία και δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο ανάμεσα στις δύο πλευρές. Το ηλεκτρικό πεδίο λειτουργεί σαν ηλεκτρόδιο, επιτρέποντας στα ηλεκτρόνια να περάσουν από το πυρίτιο P στο N, αλλά όχι αντίστροφα. Όταν φωτόνια της ηλιακής ακτινοβολίας, καταλλήλου μήκους κύματος, προσπίπτουν σε ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο διεγείρουν ηλεκτρόνια και τα ελευθερώνουν δημιουργώντας παράλληλα αντίστοιχες οπές. Κάθε φωτόνιο με αρκετή ενέργεια θα ελευθερώσει ένα ηλεκτρόνιο και θα δημιουργήσει μια οπή. Αν αυτό συμβεί κοντά στο ηλεκτρικό πεδίο ή αν ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο και μια οπή βρεθούν κοντά στην ένωση των P-N ημιαγωγών το πεδίο θα εξαναγκάσει το ηλεκτρόνιο να πάει στον ημιαγωγό N και θα οδηγήσει την οπή στο πυρίτιο P. Αυτό προκαλεί μεγαλύτερη ανισορροπία στην ηλεκτρική ουδετερότητα και αν χρησιμοποιηθεί μία εξωτερική αγωγή οδός τα ηλεκτρόνια θα περάσουν μέσα από αυτή για να πάνε στην αρχική τους θέση, σε αυτή δηλαδή από την οποία το ηλεκτρικό πεδίο τα απομάκρυνε. Η ροή αυτή των ηλεκτρονίων δημιουργεί το ρεύμα και το ηλεκτρικό πεδίο δημιουργεί την τάση του ρεύματος (6).

Το μέγιστο θεωρητικό ποσό ενέργειας το οποίο μπορεί να απορροφήσει ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο είναι περίπου το 25 % της ενέργειας που δέχεται. Το πλέον συνηθισμένο ποσοστό όμως είναι λιγότερο από 15 % καθώς η ηλιακή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεν είναι μονοχρωματική, αλλά αποτελείται από φάσμα διαφορετικών μηκών κυμάτων, άρα και από φωτόνια διαφορετικών επιπέδων ενέργειας. Τα φωτόνια χαμηλού ενεργειακού περιεχομένου δεν μπορούν να διεγείρουν ηλεκτρόνια του ημιαγωγού και απλώς διέρχονται μέσα από το φωτοβολταϊκό κύτταρο. Μόνο τα φωτόνια τα οποία μεταφέρουν μεγαλύτερη ή ίση ενέργεια από ένα συγκεκριμένο ποσό, το οποίο εξαρτάται από το υλικό που είναι κατασκευασμένο το κύτταρο, μπορεί να ελευθερώσουν ηλεκτρόνια. Η τεχνολογία των ημιαγωγίμων υλικών επέτρεψε την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην παραγωγή ηλεκτρισμού, καθώς ενδεχόμενη χρήση αγωγίμων υλικών, όπως τα μέταλλα θα οδηγούσε μεν σε μεγαλύτερη ροή ηλεκτρονίων, αλλά θα παρουσίαζε πολύ χαμηλή τάση πεδίου.

2.4.2 Αιολική ενέργεια

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Αυτή δημιουργείται με την χρήση στροβίλων (τουρμπίνων) ή ανεμογεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Χαρακτηρίζεται ΑΠΕ και περιλαμβάνεται στις «καθαρές» πηγές όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας οι οποίες δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους.

Οι ΗΠΑ σήμερα έχουν εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρισμού με ανεμογεννήτριες δυναμικότητας 1600 MW. Αυτές παράγουν 3 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες ηλεκτρικού ρεύματος κάθε χρόνο. Η αιολική ενέργεια τροφοδοτεί με ηλεκτρικό ρεύμα τους κατοίκους της Καλιφόρνιας με εκατομμύρια κιλοβατώρες κάθε χρόνο. Η μεγαλύτερη ανεμογεννήτρια στο Μίτσιγκαν, (η οποία αποτελείται από φτερωτές, γρανάζια και μία γεννήτρια) εξοικονομεί 600 τόνους άνθρακος το χρόνο.



Εικόνα 10. Θαλάσσιο αιολικό πάρκο

2.4.3.1 Αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας

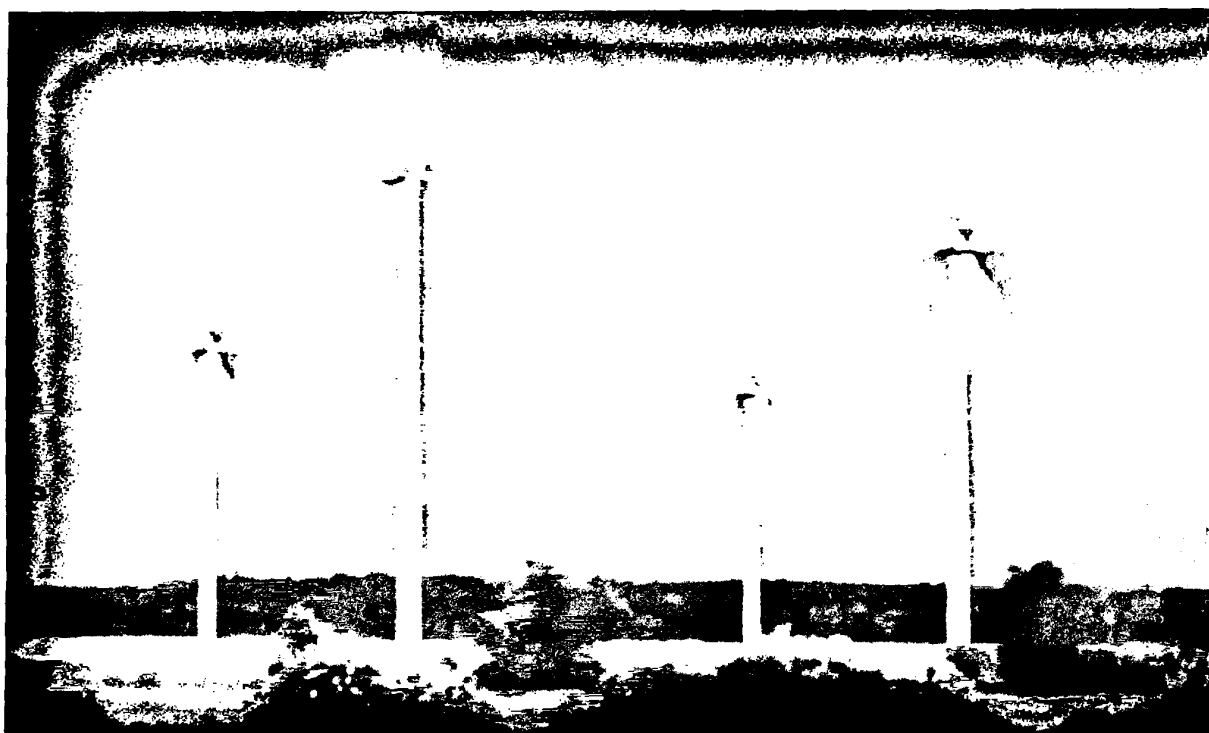
Η σημερινή τεχνολογία βασίζεται σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονος δύο ή τριών πτερυγίων, με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ 200–400 kW. Όταν εντοπισθεί μια ανεμώδης περιοχή και εφ'όσον βέβαια έχουν προηγηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες για την αξιοποίηση του αιολικού της δυναμικού τοποθετούνται μερικές δεκάδες ανεμογεννήτριες. Αυτές απαρτίζουν ένα «αιολικό πάρκο» (9),(10).

Η εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί μία έως τρεις μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο πύργος και τοποθετείται τμηματικά επάνω στα θεμέλια. Μετά ανυψώνεται η άτρακτος στην κορυφή του πύργου (Εικόνα 11). Στην βάση του πύργου συναρμολογείται ο δρομέας ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος περιλαμβάνει το σύστημα μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στην συνέχεια ο δρομέας ανυψώνεται και συνδέεται στην άτρακτο. Τέλος γίνονται οι απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις.

Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς ή θανατώσεις πτηνών, κυρίως αποδημητικών, επειδή τα ενδημικά «συνηθίζουν» την παρουσία των μηχανών και δεν τις

αποφεύγουν. Για αυτό καλύτερα είναι να μην κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε μεταναστεύσεως πτηνών (Εικόνα 10).

Σε κάθε περίπτωση, πριν από την δημιουργία ενός αιολικού πάρκου ή και οποιασδήποτε εγκαταστάσεως ΑΠΕ θα πρέπει να έχει προηγηθεί μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Πάντως η συχνότητα ατυχημάτων πουλιών σε αιολικά πάρκα είναι πολύ μικρότερη των ατυχημάτων με αυτοκίνητα. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την αυστηρή επιλογή του τόπου εγκαταστάσεως (π.χ πλωτές πλατφόρμες σε ανοικτή θάλασσα) πρόβλημα των αποδημητικών πτηνών, αλλά και ο θόρυβος από την λειτουργία των μιλών έχουν σχεδόν λυθεί.

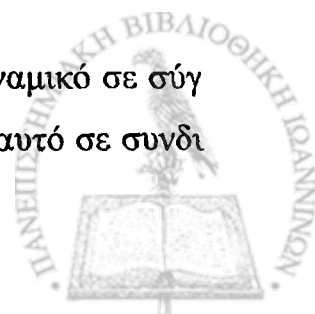


Εικόνα 11. Ανεμογεννήτριες

Ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει σε ολόκληρη την Ελλάδα, ενώ στο γεγονός αυτό έχει συμβάλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί τις αντίστοιχες επενδύσεις. Αλλά και σε εθνική κλίμακα, ο αναπτυξιακός νόμος 3299/04, σε συνδυασμό με τον νόμο για τις ΑΠΕ 3468/06 (18), που ισχυρότατα κίνητρα ακόμη και για επενδύσεις μικρής κλίμακος (38).

2.4.3.2 Αιολικά πάρκα στην Δυτική Ελλάδα

Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας, αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό



με την ύπαρξη ανεμωδών «νησίδων» (λόφοι, υψώματα κ.λ.π με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και επομένως η αιολική ενέργεια μπορεί να γίνει σημαντικός μοχλός για την οικονομική και ενεργειακή ανάπτυξη της. Από το 1982, οπότε εγκαταστάθηκε από την ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν κατασκευασθεί στην Άνδρο, στην Εύβοια, στην Λήμνο, στην Λέσβο, στην Χίο, στην Σάμο και στην Κρήτη εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο συνολικής ισχύος επάνω από 30 Μεγαβάτ. Μεγάλο ενδιαφέρον επίσης εκδηλώνει και ο ιδιωτικός τομέας για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, ιδιαίτερα στην Κρήτη όπου το Υπουργείο Ανάπτυξης έχει εκδώσει άδειες εγκαταστάσεως για νέα αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος δεκάδων MW.

Αιολικά πάρκα υπάρχουν και σε πλήθος νησιών όπως το αιολικό πάρκο «Μανολάτη - Ξερολίμπα» του δημοτικού διαμερίσματος Διλινάτων Δήμου Αργοστολίου στην Κεφαλλονιά. Στο ίδιο νησί έχουν ήδη δημιουργηθεί δυο ακόμη αιολικά πάρκα. Αυτά είναι το αιολικό πάρκο «Αγία Δυνατή» του Δήμου Πυλαρέων και το αιολικό πάρκο «Ημεροβίγλι» στα διοικητικά όρια των Δήμων Αργοστολίου και Πυλαρέων. Με την λειτουργία των τριών αιολικών πάρκων ο νομός Κεφαλληνίας τροφοδοτεί το δίκτυο ηλεκτροδοτήσεως της χώρας με σύνολο 75,6 MW ηλεκτρικής ισχύος. Επιπλέον σε διαδικασία αδειοδότησεως ευρίσκονται πέντε ακόμη μονάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ανάγκες του νησιού σε ηλεκτρική ενέργεια και σε περίοδο αιχμής (Αύγουστος) ανέρχονται σε 50 MW. Η αντιστοιχία μεταξύ της ισχύος την οποία αποδίδει η Κεφαλλονιά στο δίκτυο και της ισχύος που καταναλώνει είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας και σε πολλά ακόμη νησιά της επικρατείας.

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία επειδή η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί την μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρος, από την μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό τους ανέμους. Επίσης είναι φιλική προς το περιβάλλον και πρακτικά ανεξάντλητη. Αν υπήρχε η δυνατότητα, με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης εκτιμάται ότι το παραγόμενο σε ένα χρόνο ηλεκτρικό ρεύμα θα ήταν υπερδιπλάσιο από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα.

Υπολογίζεται ότι στο 25 % της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας επάνω από 5,1 m/sec, σε ύψος 10 μέτρων επάνω από το έδαφος. Όταν οι άνεμοι

πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη, από αυτή την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορεί να καταστούν οικονομικά βιώσιμες σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την «πρώτη» περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας.

α. Πλεονεκτήματα: Η συστηματική εκμετάλλευση του πολύ αξιόλογου αιολικού δυναμικού της χώρας μας θα συμβάλει:

β. Στην αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας: Παράλληλα με την παραγωγή γίνεται και ταυτόχρονη εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων, γεγονός το οποίο συνεπάγεται συναλλαγματικά οφέλη.

γ. Σε σημαντικό περιορισμό της ρυπάνσεως του περιβάλλοντος: Έχει υπολογισθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού μιας μόνο ανεμογεννήτριας, ισχύος 550 kW σε ένα χρόνο υποκαθιστά την ενέργεια η οποία παράγεται από την καύση 2.700 βαρελιών πετρελαίου και επομένως αποτρέπεται η εκπομπή 735 περίπου τόνων CO₂ ετησίως καθώς και 2 τόνων άλλων ρύπων.

δ. Στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας: Τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας είναι σημαντικά. Εκτιμάται ότι για κάθε νέο μεγαβάτ (MW) αιολικής ενέργειας δημιουργούνται 14 νέες θέσεις εργασίας.

β. Μειονεκτήματα: Τα ενδεχόμενα προβλήματα από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι ο θόρυβος από την λειτουργία των ανεμογεννητριών και οι σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, στην τηλεόραση και στις τηλεπικοινωνίες, τα οποία επιλύονται όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας καθώς επίσης και τα πιθανά προβλήματα αισθητικής.

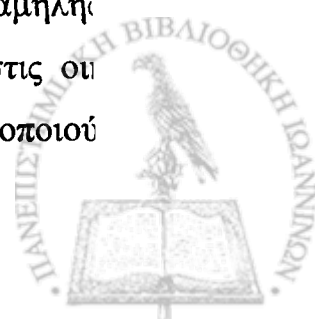
Γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται η ενέργεια η οποία προέρχεται από τη γη, μεταφέρεται στην επιφάνεια με αγωγή θερμότητας και με την είσοδο στα λειωμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της και γίνεται αντιληπτή θερμού ύδατος ή ατμού. Βαθιά, κάτω από την επιφάνεια της γης το θερμό μάγμα και ο ατμός ο οποίος παράγεται χρησιμοποιείται για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Το γεωθερμικό δυναμικό κάθε περιοχής σχετίζεται με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της. Αποτελεί ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενέργεια η οποία με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ανάγκες (Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Μεταφορά ατμών γεωθερμικού πεδίου σε ένα νησί

Οι γεωθερμικές πηγές διαφέρουν στην θερμοκρασία. Πηγές χαμηλής θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται για να παρέχουν άμεσα θερμότητα στις οικιακές βιομηχανίες, ενώ οι υψηλής θερμοκρασίας γεωθερμικές πηγές χρησιμοποιούνται



παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι πολύ οικονομικές και έχουν πολύ μικρή αρνητική επίδραση στο περιβάλλον καθώς παράγουν μόνο το 1/6 του διοξειδίου του άνθρακος από το οποίο παράγει μια μονάδα η οποία λειτουργεί με φυσικό αέριο (42).

Η κύρια κατάταξη των γεωθερμικών πεδίων γίνεται με βάση την θερμοκρασία τους. Πεδία χαμηλής ή μέσης θερμοκρασίας αξιοποιούνται για την μεταφορά θερμότητας σε οικισμούς και σε θερμοκήπια, αλλά και σε μικρές βιομηχανικές μονάδες. Πεδία υψηλής θερμοκρασίας είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι ιδιαίτερα οικονομικές και η λειτουργία τους έχει μικρή περιβαλλοντική επίδραση (20).

Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, κάθε ρευστό το οποίο προέρχεται από το εσωτερικό της γης και έχει θερμοκρασία επάνω από 25 °C χαρακτηρίζεται ως «γεωθερμικό ρευστό». Εφόσον σε μία περιοχή αναβλύζει θερμό ύδωρ ή ατμός πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας του οποίου το ύδωρ έχει διεισδύσει σε βαθύτερα στρώματα του φλοιού της γης και θερμαινόμενο ανέρχεται στην επιφάνεια δημιουργώντας το «γεωθερμικό κοίτασμα» (21), (43).

Τα γεωθερμικά ρευστά είτε συλλέγονται καθώς εξέρχονται με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια της γης είτε αντλούνται με γεώτρηση από γεωθερμικά κοιτάσματα τα οποία ευρίσκονται σε βάθος, από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα, κάτω από την επιφάνεια της γης. Μετά την ενεργειακή αξιοποίηση μέρους της αισθητής θερμότητάς τους, πρέπει αυτά να επανεγχύνονται στο υπέδαφος, μέσω γεωτρήσεως. Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρος και αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος (50), (28).

Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι εκμεταλλεύσεως της γεωθερμικής ενέργειας:

α. Η χρήση της θερμότητας των γεωθερμικών ρευστών για την παραγωγή ηλεκτρισμού και για την θέρμανση ύδατος και διάφορων χώρων: Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται διεργασίες τόσο ανοικτού όσο και κλειστού κυκλώματος. Στην πρώτη περίπτωση το γεωθερμικό ρευστό εκτονώνεται σε δοχείο διαχωρισμού ατμού-υγρού και ο παραγόμενος ατμός οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ενώ το θερμό υγρό σε εναλλάκτη θερμότητας. Στην περίπτωση της διεργασίας κλειστού κυκλώματος το γεωθερμικό ρευστό οδηγείται σε εναλλάκτη θερμότητας προσδίδοντας θερμική ενέργεια σε κατάλληλο ρευστό το οποίο ατμοποιείται και οδηγείται στον στρόβιλο. Την απαιτούμενη και

παραγόμενη θερμότητα του κυκλώματος την αποδίδει σε συμπυκνωτή προτού διέλθει εκ νέου από τον εναλλάκτη του γεωθερμικού ρευστού.

β. Εκμετάλλευση των θερμών μαζών του υπεδάφους ή των υπογείων υδάτων για την κίνηση αντλιών θερμότητας για εφαρμογές θερμάνσεως και ψύξεως: Οι γεωθερμικές αντλίες θεωρούνται από τις πλέον αποδοτικές ενεργητικές τεχνολογίες για την θέρμανση και την ψύξη διαφόρων χώρων. Αυτές χρησιμοποιούν την φυσική θερμοκρασία του υπεδάφους εκμεταλλευόμενες το γεγονός ότι η τελευταία δεν ποικίλλει σημαντικά στην διάρκεια ενός έτους. Κατά την χειμερινή περίοδο λαμβάνει χώρα μεταφορά θερμότητας από την γη στο κτίριο μέσω κλειστού κυκλώματος ύδατος, ενώ κατά την θερινή περίοδο αντιστρέφεται η διαδικασία. Θεωρούνται περισσότερο αποτελεσματικές από τα κοινά κλιματιστικά καθώς απλώς μεταφέρουν τη θερμότητα αντί να καταναλώνουν ενέργεια για να την δημιουργήσουν (34).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονισθεί ότι η εκμετάλλευση των γεωθερμικών πεδίων επιβάλλεται να γίνεται με ορθολογιστικό τρόπο. Η ενέργεια η οποία προέρχεται από ένα γεωθερμικό πεδίο θεωρείται ανανεώσιμη εφόσον ο ρυθμός αντλήσεως της θερμότητας δεν υπερβαίνει τον ρυθμό επαναφορτίσεως του κοιτάσματος. Στην περίπτωση μονάδων ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να χρειασθούν αρκετές εκατοντάδες χρόνια για να επαναφορτισθεί ένα πεδίο το οποίο αποφορτίσθηκε πλήρως (36). Τα περιφερειακά συστήματα θερμάνσεως μπορεί να απαιτήσουν 100-200 χρόνια για να επαναφορτιστούν, ενώ οι γεωθερμικές αντλίες μόνο 30 περίπου χρόνια.

Ο ισχυρισμός ότι η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι πραγματικά ανανεώσιμη δεν ευσταθεί καθώς το συνολικό γεωθερμικό δυναμικό είναι πάρα πολύ μεγάλο σε σχέση με τις καταναλωτικές ανάγκες του ανθρώπου και η γεωθερμική ενέργεια είναι πρακτικά ανανεώσιμη(44).

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλο αριθμό επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων τα οποία είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη σχεδόν την επικράτεια όπως στην Νίσυρο, στην Ικαρία, στην Μήλο, στην Σαντορίνη, στην Λέσβο, στην Νέα Κεσσάνη Ξάνθης, στην Νιγρίτα Σερρών, στον Λαγκαδά Θεσ/κης και στα Ελαιοχώρια Χαλκιδικής. Το απολήψιμο δυναμικό των δύο πλήρως ερευνημένων γεωθερμικών πεδίων υψηλής ενθαλπίας για ηλεκτροπαραγωγικούς σκοπούς ανέρχεται σε 170 MW, ενώ το συνολικό δυναμικό εκτιμάται σε περισσότερα από 500 MW. Σήμερα η κυριότερη ενεργειακή χρήση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι η θέρμανση θερμοκηπίων. Η συστηματικότερη αξιοποίηση της γεωθερμίας πρέπει να

περιλαμβάνει και άλλες εφαρμογές όπως η τηλεθέρμανση, η θερμική αφαλάτωση του ύδατος και η παραγωγή ηλεκτρισμού.

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλλουν ανάλογα με την θερμοκρασία. Αυτές είναι οι εξής:

- α. Η ηλεκτροπαραγωγή ($\theta > 90\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- β. Η θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ για $\theta > 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, με αερόθερμα για $\theta > 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, με ενδοδαπέδιο σύστημα ($\theta > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- γ. Η ψύξη και ο κλιματισμός (με αντλίες θερμότητας απορροφήσεως για $\theta > 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για $\theta < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- δ. Η θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με την θερμότητα ($\theta > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) ή και η αντιπαγετική προστασία τους.
- ε. Οι ιχθυοκαλλιέργειες ($\theta > 15\text{ }^{\circ}\text{C}$) επειδή οι ιχθείς χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους.
- στ. Οι βιομηχανικές εφαρμογές όπως η αφαλάτωση θαλασσίου ύδατος ($\theta > 60\text{ }^{\circ}\text{C}$), η ξήρανση αγροτικών προϊόντων, κ.λ.π.
- ζ. Τα θερμά λουτρά για $\theta = 25\text{-}40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Η συστηματική εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών μπορεί να αποφέρει στην χώρα μας σημαντικά οφέλη. Αυτά είναι τα εξής:

- α. Εξοικονόμηση συναλλάγματος: Αυτή επιτυγχάνεται με την μείωση των εισαγωγών πετρελαίου.
- β. Εξοικονόμηση φυσικών πόρων: Αυτή επιτυγχάνεται κυρίως με την ελάττωση της καταναλώσεως των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη. Διατηρείται καθαρότερο το περιβάλλον καθώς παράγονται και επομένως εκπέμπονται πολύ μικρότερες ποσότητες CO_2 και ελάχιστες έως μηδενικές οξειδίων του αζώτου και του θείου.

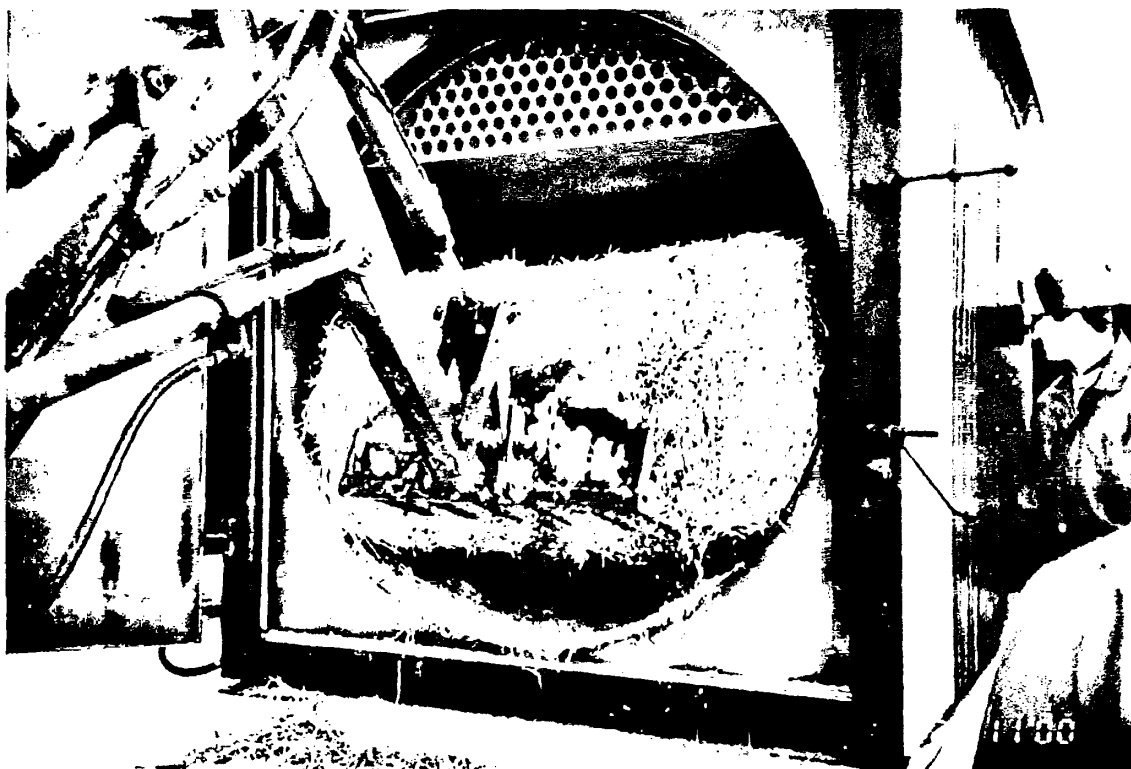
Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα τα οποία παρουσιάζει η εκμετάλλευση της γεωθερμίας συναντά αντιδράσεις σε τοπικό επίπεδο καθώς ενδέχεται να προκύψουν:

- α. Προβλήματα από την απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον της περιοχής ή δύσοσμα αέρια (π.χ υδρόθειο). Αυτά αντιμετωπίζονται με την επανέγχυση των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα μέσω γεωτρήσεως, καθώς και με την χρήση κατάλληλου εξοπλισμού δεσμεύσεως των παραγόμενων αερίων.

β. Προβλήματα διαβρώσεως και δημιουργίας αποθέσεων, κυρίως στις σωλη μεταφοράς των ρευστών. Μπορεί να αντιμετωπισθούν τόσο με την προσθήκ γεωθερμικά ρευστά καταλλήλων χημικών διαλυτοποιήσεως των αλάτων όσο και χρήση καταλληλοτέρων υλικών.

2.4.5 Βιομάζα

Βιομάζα αποκαλείται οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (ξύ άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, από βιομηχανιών τροφίμων κ.λ.π).



Εικόνα 13. Μονάδα βιομάζας

Η ενέργεια η οποία είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Μ διαδικασία της φωτοσυνθέσεως τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιοι. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά επεξεργασία και την χρήση της.

Η βιομάζα είναι η πλέον παλαιά, και η πλέον διαδεδομένη ΑΠΕ. Ο πρωτόγονος άνθρωπος προκειμένου να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποίησε την ενέργεια η οποία προήλθε από την καύση των ξύλων τα οποία είναι ένα είδος βιομάζας.



Αλλά και μέχρι σήμερα οι αγροτικοί πληθυσμοί κυρίως (τόσο της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής όσο και της Ευρώπης) για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτισθούν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια κ.ά) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα κ.ά).

Όλα τα παραπάνω υλικά, τα οποία άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από τον φυτικό κόσμο, αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά) των πόλεων και των βιομηχανιών, μπορεί μέσω κατάλληλων μεθόδων να μετατραπούν σε ενέργεια.

Η μόνη φυσικά ευρισκόμενη πηγή ενέργειας άνθρακος, της οποίας τα αποθέματά της είναι ικανά ώστε αυτή να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, είναι η βιομάζα. Σε αντίθεση με αυτά η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί ότι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας.

Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίησή της μπορεί να γίνει με την μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και με την χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά επίσης καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Πέρα από τα πλεονεκτήματα σαν μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία και από χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και/ή υψηλής περιεκτικότητας σε ύδωρ. Χαρακτηρίζεται επίσης από εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κ.λ.π. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσκολίες στην συλλογή, στην μεταφορά και στην αποθήκευσή της. Συνέπεια αυτών είναι το κόστος μετατροπής της, σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας, να παραμένει υψηλό.

Τα πλεονεκτήματα της βιομάζας είναι τα εξής:

α. Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO_2): Αυτή δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) οι οποίες απελευθερώνονται κατά την καύση της δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για την δημιουργία νέας βιομάζας.

β. Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στην βιομάζα: Αυτό συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO_2) το οποίο είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

γ. Η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας: Η αξιοποίησή της συμβάλλει σημαντικά στην μείωση της εξαρτήσεως από εισαγόμενα καύσιμα και στην βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση συναλλάγματος.

δ. Η αύξηση της απασχόλησης σε αγροτικές περιοχές: Η αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με την χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, κενάφ), με την δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.ά.) και την συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους συμβάλλοντας έτσι στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.

Τα μειονεκτήματα της βιομάζας είναι τα εξής:

α. Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα τα οποία δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.

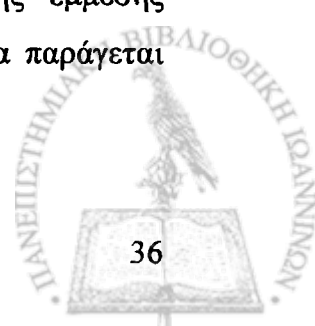
β. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας η οποία είναι υπεύθυνη για την δυσκολία της συνεχούς τροφοδοσίας με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησεως της βιομάζας.

γ. Βάσει των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά την συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησεως.

δ. Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

Ο όρος, ο οποίος περιγράφει τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί των ορυκτών καυσίμων για ηλεκτροπαραγωγή ή «βιοκαύσιμα» ο οποίος αναφέρεται κυρίως στα υγρά καύσιμα μεταφορών τα οποία υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα όπως βενζίνη ή ντίζελ, καλείται «βιοισχύς».

Η αξιοποίηση της περιλαμβάνει τεχνολογίες όπως της θερμικής επεξεργασίας βιομάζας η οποία παρέχει την δυνατότητα άμεσης εκμεταλλεύσεως του θερμικού περιεχομένου της σε μονάδες καύσεως ή συνδυασμένης καύσεως με ορυκτά καύσιμα και της έμμεσης εκμεταλλεύσεως σε εγκαταστάσεις πυρολύσεως ή εξαερώσεως κατά την οποία παράγεται



αέριο προϊόν. Το αέριο αυτό, μετά τον καθαρισμό του, αποτελεί άριστη καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Αξίζει να τονισθεί ότι η καύση της βιομάζας και των προϊόντων της, τα οποία προέρχονται από θερμική ή βιολογική κατεργασία χωρίς να έχουν υποστεί περαιτέρω επεξεργασία, δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ποσότητες CO₂, οι οποίες παράγονται κατά την καύση της θεωρείται ότι έχουν ήδη δεσμευθεί για την δημιουργία της. Η βιομάζα παρουσιάζει μηδενικό ισοζύγιο CO₂ και θεωρείται «ουδέτερο» καύσιμο ως προς το διοξείδιο του άνθρακος.

Κατά το έτος 2004 η εκμετάλλευση της βιομάζας συνεισέφερε περισσότερο από το 9 % της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας από ενεργειακές πρώτες ύλες. Το ποσό αυτό το οποίο αντιστοιχεί σε περίπου 3 % της ποσότητας βενζίνης η οποία καταναλώθηκε την συγκεκριμένη χρονιά.

Στην Ελλάδα η βιομάζα απέτελεσε για πολλά χρόνια την κυριότερη μορφή ΑΠΕ η οποία συμμετείχε στο ενεργειακό σύστημα της χώρας, αλλά η εκμετάλλευσή της δεν είναι συστηματική ακόμη και σήμερα. Συνεισφέρει στην παραγόμενη ενέργεια κυρίως με την μορφή ξυλείας η οποία καταναλώνεται άμεσα στον οικιακό τομέα για την παραγωγή θερμότητας. Κατά το 2002 το 74 % της παραγόμενης ενέργειας από βιομάζα παρήχθη σε εστίες μαγειρέματος και θερμάνσεως ύδατος και χώρων. Το υπόλοιπο 26 % αντιστοιχεί κυρίως σε καύση παραπροϊόντων δασικής εκμεταλλεύσεως, υπολειμμάτων αγροτικής παραγωγής και στην αξιοποίηση του παραγομένου βιοαερίου στους χώρους ταφής απορριμμάτων και επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

Συνολικά καταγράφηκαν 2730 μονάδες οι οποίες χρησιμοποιούσαν βιομάζα κατά το 2002. Στις περισσότερες από αυτές τις περιπτώσεις, κάλυπταν τις θερμικές ανάγκες τους με την λειτουργία μικρών μονάδων καύσεως οι οποίες χαρακτηριζόταν από ιδιαίτερα χαμηλή ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση.

Η αξιοποιούμενη σήμερα ποσότητα βιομάζας αποτελεί ένα μικρό ποσοστό του διαθέσιμου δυναμικού της χώρας. Δυστυχώς δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμη μία εκτεταμένη και ακριβής καταγραφή του τεχνολογικά και οικονομικά αξιοποιήσιμου δυναμικού. Τα διαθέσιμα δεδομένα τα οποία αφορούν την βιομάζα είναι ενδεικτικά, αλλά πολλά υποσχόμενα. Τα βιομηχανικά εκμεταλλεύσιμα αποθέματα περιλαμβάνουν κυρίως αγροτικά και δασικά υπολείμματα, προϊόντα ενεργειακών καλλιεργειών και στερεά αστικά απορρίμματα. Συνολικά περισσότεροι από 12 Mt δασικών και αγροτικών παραπροϊόντων είναι διαθέσιμοι

για παραγωγή ενέργειας, αντιστοιχώντας σε επάνω από 4.5 Mt. Αυτοί περιλαμβάνουν υπολείμματα υλοτομίας και επεξεργασίας ξύλου, άχυρο, στελέχη βάμβακος και καπνού, πυρηνόξυλο, παραπροϊόντα από καλλιέργειες αραβοσίτου, ηλίανθων κ.ά.

Οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος οι οποίες λειτουργούν με βιομάζα χρησιμοποιούν την καύση του ξύλου και αγροτικά ή κτηνοτροφικά απόβλητα για να παράγουν ενέργεια. Η βιομάζα αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με δύο τρόπους:

α. Πρώτος τρόπος: Η στερεή βιομάζα καίγεται σε έναν καυστήρα για την θέρμανση ύδατος και ο ατμός ο οποίος παράγεται χρησιμοποιείται για να θέσει σε λειτουργία μια γεννήτρια η οποία παράγει ηλεκτρισμό.

β. Δεύτερος τρόπος: Τα αέρια που δημιουργούνται από την βιομάζα χρησιμοποιούνται για καύση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Στις ΗΠΑ η βιομάζα αποδίδει 7500 MW ηλεκτρικού ρεύματος. Η ποσότητα αυτή είναι αρκετή για να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες εκατομμυρίων νοικοκυριών. Σήμερα οι διάφορες μορφές ενέργειας βιομάζας αντιστοιχούν στο 4 % της συνολικής ενέργειας η οποία καταναλώνεται στις ΗΠΑ και το 45 % των ΑΠΕ.

Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας και η θέσπιση περισσότερων κινήτρων για νέες εγκαταστάσεις ΑΠΕ πιστεύεται ότι θα ενισχύσουν το ενδιαφέρον των επενδυτών και για την αξιοποίηση της βιομάζας. Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή με τρόπο συστηματικό προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα:

α. Μεγαλύτερη διαφοροποίηση των χρησιμοποιούμενων πρώτων υλών.

β. Μείωση της εξαρτήσεως από εισαγόμενες πρώτες ύλες.

γ. Καθαρότερη παραγωγή καυσίμων.

δ. Ουσιαστική συμβολή στην υλοποίηση της αποκεντρωμένης παραγωγής, γεγονός που αποτελεί και στόχο της ΕΕ καθώς ευνοείται η δημιουργία μικρών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής κοντά σε διαθέσιμες ποσότητες βιομάζας.

ε. Την εισαγωγή νέων «καθαρών» τεχνολογιών καύσεως στερεών καυσίμων στο ενεργειακό σύστημα της χώρας: Αυτό θα γίνει ιδιαίτερα με την υλοποίηση μονάδων συνδυασμένης καύσεως άνθρακος και βιομάζας.

στ. Αύξηση των μονάδων συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού, καθώς και χρήσεως της βιομάζας (όπως και της γεωθερμίας), η οποία ευνοεί τεχνικοοικονομικά την δημιουργία τους.

ζ. Αξιοποίηση των παραγομένων απορριμμάτων και συνολικά καλύτερη διαχείρισή τους: Η διάθεση αυτών αποτελεί ήδη σημαντικό πρόβλημα στα μεγάλα αστικά κέντρα.

Στα μειονεκτήματα της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα περιλαμβάνονται τα εξής:

α. Το κόστος συλλογής και επεξεργασίας των υλικών: Το γεγονός αυτό αντιμετωπίζεται με την δημιουργία μονάδων πλησίον των παραγομένων υλών.

β. Το μικρό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σχέση με ίση μάζα ορυκτού καυσίμου, το οποίο θα μπορούσε να αντισταθμισθεί από τα περιβαλλοντικά οφέλη της καύσεως βιομάζας (48).

2.4.6 Μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες

Η σημασία του ύδατος για την ζωή, καθώς επίσης και ως συστατικού του παγκόσμιου οικοσυστήματος είναι γνωστή και σαφής. Είναι ένας πόρος ο οποίος όχι μόνο καλύπτει βασικές ανάγκες για τον ανθρώπινο πληθυσμό, αλλά αποτελεί και το κλειδί για την ανάπτυξη. Αυτή προκύπτει ιδιαίτερα με την δημιουργία και διατήρηση του πλούτου μέσω της γεωργίας, της επαγγελματικής αλιείας, της παραγωγής ενέργειας, της βιομηχανίας, των μεταφορών και του τουρισμού. Επίσης είναι ζωτικός ο ρόλος του ύδατος για όλα τα παγκόσμια οικοσυστήματα.

Το ύδωρ μπορεί να θεωρηθεί ως φυσικός πόρος, ως το κυριότερο αγαθό και ως περιβαλλοντικό στοιχείο ανάλογα με το κύριο κριτήριο και το είδος της διαχείρισεως. Σε σχέση πάντως με άλλους φυσικούς πόρους και με άλλα οικονομικά αγαθά έχει μια ιδιαίτερη αξία. Είναι μοναδικό και αναντικατάστατο. Όλα τα γεγονότα δείχνουν ότι αντιμετωπίζουμε παγκόσμια κρίση ύδατος. Εκ πρώτης όψεως αυτό φαίνεται ότι δεν ισχύει για τα ύδατα της Ευρώπης. Σε τελική ανάλυση η ήπειρος δεν αντιμετωπίζει γενικές ελλείψεις ύδατος. Η ποιότητα και η διαχείριση των υδάτων της Ευρώπης στην πραγματικότητα όμως απέχει ωστόσο πολύ από το να είναι ικανοποιητική.

Τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος στην βελτίωση τόσο της ποιότητας όσο και της ποσότητας των υδάτων σε πολλές χώρες της Ευρώπης. Παρά αυτή την βελτίωση πολλοί υδατικοί πόροι εξακολουθούν να επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την υποβάθμιση των υδατίνων οικοσυστημάτων,

ακόμη και των χερσαίων οικοσυστημάτων τα οποία εξαρτώνται από αυτές. Για την καλύτερη επίτευξη ποιότητας από πλευράς οικολογικής καταστάσεως για τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα αντίστοιχα, απαιτείται λήψη μέτρων που αφορούν κυρίως τον γεωργικό τομέα. Παράλληλα όμως θα πρέπει να υπάρχουν και οι απαραίτητες πληροφορίες για τις διάφορες χημικές ουσίες οι οποίες χρησιμοποιούνται, έτσι ώστε αυτές να μπορεί να αντιμετωπισθούν κατάλληλα.

Για την σωστή εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας-πλαίσιο για τα ύδατα, απαιτείται η σωστή εφαρμογή της στο επίπεδο κάθε χώρας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί από τις αναπτυγμένες χώρες που ανήκουν στην ΕΕ. Πρόβλημα θα υπάρξει όμως αν οι νέες χώρες, οι οποίες εντάχθηκαν το 2004 στην ΕΕ, δεν αναπτυχθούν σωστά στον οικονομικό τομέα και δεν εφαρμόσουν τα κατάλληλα μέτρα τα οποία θα διασφαλίσουν την μελλοντική ποιότητα και ποσότητα των υδάτων στις χώρες αυτές (7).

Η σημασία των υδατικών πόρων τόσο για το φυσικό όσο και για το ανθρωπογενές περιβάλλον είναι πολύ σημαντικές. Οι τέσσερις κύριοι παράγοντες οι οποίοι αφορούν το περιβάλλον και θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπ' όψιν είναι οι εξής:

- α) Η οικολογική ποιότητα
- β) Οι θρεπτικές ουσίες και οργανική ρύπανση των υδάτων
- γ) Οι επικίνδυνες ουσίες
- δ) Η ποσότητα ύδατος

Η παρατηρούμενη κλιματική αλλαγή συνδέεται άμεσα με τον τομέα του ύδατος. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον τομέα του ύδατος είναι ποικίλες και πολλές από αυτές είναι αρκετά δυσμενείς. Οι κυριότερες και σημαντικότερες επιπτώσεις είναι οι εξής:

- α. Η πιθανή πτώση της στάθμης των υπογείων υδατικών αποθεμάτων: Αυτή μπορεί να οδηγήσει στην αφαλάτωση σε παράκτιες περιοχές, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την άντληση ποσίμου ύδατος, γεγονός το οποίο θα απαιτήσει επιπρόσθετη και υψηλότερου κόστους επεξεργασία.
- β. Οι ξηρασίες: Αυτές μπορεί να οδηγήσουν σε μια γενικότερη μείωση των διαθεσίμων για άντληση υπογείων αποθεμάτων ύδατος.
- γ. Η ποιότητα του ποσίμου ύδατος: Αυτή μπορεί να επιδεινωθεί ως αποτέλεσμα της μείσεως των διαθεσίμων ποσοτήτων.

δ. Η άσκηση πρόσθετης πίεσεως στα αποχετευτικά συστήματα: Αυτή μπορεί να προκύψει ως αποτέλεσμα των εντονότερων καιρικών φαινομένων.

ε. Οι κατολισθήσεις: Αυτές προκαλούνται από πλημμύρες, και μπορεί να οδηγήσουν σε θραύση αγωγών και άλλων υποδομών υδρεύσεως και αποχετεύσεως.

στ. Η αύξηση της ζήτησεως ύδατος: Αυτή μπορεί να αυξηθεί σε ορισμένες περιοχές ως αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας και εξ' αιτίας της πίεσεως από τις διαφορετικές χρήσεις ύδατος όπως για ύδρευση αυτών, για άρδευση και για αναψυχή.

Η αύξηση της διατηρήσεως του ύδατος και της προστασίας του είναι πολύ ωφέλιμη. Ακόμη πιο σημαντικό είναι να συνειδητοποιήσουμε ότι οι κίνδυνοι για την εμφάνιση της ασθένειας των λεγεωνάριων αυξάνονται.

Η σημασία της διατηρήσεως του ύδατος και της προστασίας του από είναι ακόμη πιο σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε ότι η ζήτηση αυξάνει συνεχώς. Συνεπώς εναπόκειται σε μας να εξασφαλίσουμε την αποτελεσματική εφαρμογή της «Οδηγίας πλαισίου περί ύδατος» ώστε να είμαστε βέβαιοι ότι υπάρχει αρκετό από αυτό για τις ερχόμενες γενεές και ότι αυτό πληροί τις προδιαγραφές υψηλής ποιότητας.

Η βιώσιμη διαχείριση των υδάτων είναι ουσιώδης για τη ζωή μας. Διαφορετικές χώρες πρέπει οπωσδήποτε να συνεργασθούν για να προστατεύσουν τις πηγές των υδάτων. Το ίδιο ακριβώς πρέπει να κάνουν και αρκετοί παράγοντες από διάφορους τομείς. Επειδή όλοι οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το νερό στην καθημερινή ζωή τους και στην εργασία τους (είτε σε εργοστάσιο είτε σε αγρόκτημα είτε σε γραφείο), είναι σημαντικό να συμμετέχουν όλοι στην επίτευξη των στόχων της νομοθεσίας. Γι αυτό τον λόγο, η «Οδηγία» ενθαρρύνει όλους εκείνους οι οποίοι έχουν συμφέρον, να συμμετάσχουν ενεργά στις δραστηριότητες διαχείρισης των υδάτων.

Όσο περισσότερο γίνεται κατανοητή η επίδρασή μας στην ποσότητα και στην ποιότητα του ύδατος τόσο περισσότερο μπορεί να βοηθήσουμε από την πλευρά μας στην προστασία των πολυτίμων υδατίνων πόρων μας. Η «Οδηγία - Πλαίσιο περί Υδάτων» ενθαρρύνει όλους τους πολίτες να συμμετέχουν στην προστασία και στην διαχείριση των υδάτων (16).

Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων, με την χρήση υδραυλικών τουρμπίνων, παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια, η οποία ταξινομείται σε μεγάλης και μικρής κλίμακος. Η μικρής κλίμακος διαφέρει σημαντικά από εκείνη της μεγάλης σε ότι αφορά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.



Εικόνα 14. Υδροηλεκτρική μονάδα

α. Οι μεγάλης κλίμακος υδροηλεκτρικές μονάδες (Εικόνα 14) απαιτούν την δημιουργία φραγμάτων και τεραστίων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο άμεσο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων για την συγκέντρωση ύδατος περιορίζει την μετακίνηση των ψαριών και της άγριας ζωής, ενώ επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής.

β. Οι μικρής κλίμακος υδροηλεκτρικές μονάδες εγκαθίστανται κοντά σε κανάλια και έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον οικοσύστημα. Η λειτουργία τους παρουσιάζει τους παλαιότερους μικρότερη περιβαλλοντική όχληση.

Όσες μονάδες είναι μικρότερες των 30 MW, σε ισχύ, χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακος και συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ. Κατά την λειτουργία τους μέρος της ροής ενός ποταμού οδηγείται σε στρόβιλο ή σε στροβίλους. Το γρήγορα κινούμενο ύδωρ οδηγείται μέσα από τούνελ (σήραγγες) και χρησιμοποιείται για την περιστροφή υδροστροβίλων (τουρμπίνων) παράγοντας μηχανική ενέργεια. Η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται με αυτόν τον τρόπο σε ηλεκτρική. Σε αντίθεση με ό,τι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα, το ύδωρ δεν αχρηστεύεται κατά τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρησιμοποιούμενη ποσότητα ύδατος, ακολουθώντας τη φυσική ροή, επιστρέφει στον φυσικό της ταμιευτήρα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς.

Τα κύματα είναι μια εξίσου σημαντική πηγή ενεργείας. Το πρόβλημα είναι ότι δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί αυτή η ενέργεια για να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια σε μεγάλα ποσά και κατά συνέπεια, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από κύματα είναι σπάνιοι.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι παραγωγής ενεργείας από τα κύματα. Η αποτελεσματικότερη είναι η μηχανή κυμάτων πισινών. Εκεί, ο αέρας διοχετεύεται εντός και εκτός της πισίνας από μια μηχανή η οποία κάνει το νερό να μετακινείται επάνω-κάτω, προκαλώντας τα κύματα. Παρομοίως σε έναν σταθμό παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος κυμάτων, η άφιξη των κυμάτων προκαλεί άνοδο και πτώση του ύδατος εντός του θαλάμου του σταθμού. Αυτό αναγκάζει τον αέρα να κινείται μέσα και έξω από μια τρύπα στην κορυφή του θαλάμου.

Το σύστημα εκμεταλλεύεται την ταχύτητα του κύματος, το ύψος, το βάθος και την ροή κάτω από το πλησιάζον κύμα. Με τον τρόπο αυτό παράγεται ενέργεια αποτελεσματικότερα και φθηνότερα από άλλα θαλάσσια κύματα και από τις υπόλοιπες συμβατικές τεχνολογίες.

Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του ύδατος λόγω διαφοράς μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου. Για τον σκοπό αυτό κατασκευάζεται ένα φράγμα το οποίο συγκρατεί την απαιτούμενη ποσότητα ύδατος στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα. Κατά την διέλευση του ύδατος από τον αγωγό πτώσεως κινεί ένα στρόβιλο ο οποίος θέτει σε λειτουργία την γεννήτρια. Μία τουρμπίνα, η οποία είναι εγκατεστημένη σε μεγάλη μονάδα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να περιστρέφεται με 90 rpm.

Η κατασκευή υδατομέτρων είναι δυνατή μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση. Στην χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 10 % των ενεργειακών μας αναγκών.

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα από την παραγωγή και χρήση της υδροηλεκτρικής ενέργειας είτε προέρχονται από μονάδες μικρής είτε μεγάλης κλίμακος. Τα κυριότερα εξ αυτών είναι τα εξής:

α. Η άμεση λειτουργία των μονάδων: Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια μπορεί να τεθούν σε λειτουργία οποιαδήποτε στιγμή όποτε είναι απαραίτητο. Το πλεονέκτημα αυτό δεν το έχουν σταθμοί άλλων ειδών ενεργείας.

β. Είναι μία από τις καθαρότερες πηγές ενέργειας, με μικρό κόστος και άμεσα αποτελέσματα, με παράλληλη εξοικονόμηση και επαναχρησιμοποίηση των χρησιμοποιούμενων φυσικών πόρων.



γ. Η δυνατότητα ικανοποίησης μέσω του ύδατος και άλλων αναγκών: Τα χρησιμοποιούμενα για την παροχή ύδατα μπορεί μετά την επιστροφή τους στον υδατοταμιευτήρα να βοηθήσουν παράλληλα και στην κάλυψη άλλου είδους αναγκών όπως η ύδρευση, η άρδευση, η δημιουργία υγροτόπων, καθώς επίσης και στον αθλητισμό και στην αναψυχή.

Πέρα από τα πλεονεκτήματα υπάρχουν παράλληλα και κάποια μειονεκτήματα. Αυτά σχετίζονται με την δημιουργία υδροηλεκτρικών έργων μεγάλης κλίμακος. Τα κυριότερα εξ' αυτών είναι τα εξής:

α. Το μεγάλο κόστος κατασκευής των φραγμάτων των σταθμών παραγωγής καθώς και εγκατάστασής του απαραίτητου εξοπλισμού και

β. Η μεγάλη χρονική διάρκεια η οποία είναι απαραίτητη προκειμένου να εκτελεσθεί και αποπερατωθεί ένα τόσο σημαντικό έργο.

γ. Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση της περιοχής του έργου (συμπεριλαμβανομένων της γεωμορφολογίας, της πανίδος και της χλωρίδος), καθώς και η ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, και η περιβαλλοντική υποβάθμιση των περιοχών στις οποίες ευρίσκονται τα φράγματα.

δ. Οι αλλαγές χρήσεων της γης.

δ. Η αλλοίωση του τοπικού κλίματος σε περιοχές στις οποίες δημιουργήθηκαν μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα.

ε. Η αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας: Παρατηρήθηκε σε περιοχές που έχουν κατασκευασθεί φράγματα.

Για τους λόγους αυτούς η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή έργων μικρότερης κλίμακος όπως η δημιουργία φραγμάτων και μονάδων μικρότερης κλίμακος.

Το ύδωρ μπορεί να θεωρηθεί ως φυσικός πόρος, ως οικονομικό αγαθό και ως περιβαλλοντικό στοιχείο ανάλογα με το κύριο κριτήριο και το είδος της διαχείρισης. Σε σχέση πάντως με άλλους φυσικούς πόρους και με άλλα οικονομικά αγαθά έχει μία ιδιαιτερότητα: Είναι μοναδικό και αναντικατάστατο.

Η ποσότητα του ηλεκτρισμού η οποία παράγεται καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες. Δύο από τους σημαντικότερους είναι ο όγκος του ύδατος που ρέει και η διαφορά μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφανείας του ταμιευτήρος και του στροβίλου. Η

παραγόμενη ποσότητα ηλεκτρισμού είναι ανάλογη των δύο αυτών μεγεθών. Επομένως ο παραγόμενος ηλεκτρισμός εξαρτάται από την ποσότητα του ύδατος του ταμιευτήρος. Για τον λόγο αυτό μόνο σε περιοχές με σημαντικές βροχοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδροηλεκτρικά έργα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

3.1 Ενέργεια και περιβάλλον

Η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας, σε παγκόσμιο επίπεδο, επιδρά αρνητικά τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία. Κατά την καύση του ξύλου τα σωματίδια τα οποία εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα επιδρούν αρνητικά στην ανθρώπινη υγεία. Το διοξείδιο του θείου, το οποίο απελευθερώνεται κατά την ενεργειακή αξιοποίηση του άνθρακος ή του πετρελαίου, δημιουργεί την όξινη βροχή. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακος κατά την καύση όλων των ορυκτών καυσίμων συνιστούν την κυριότερη αιτία υπερθερμάνσεως του πλανήτη. Παράλληλα η κατασκευή και λειτουργία υδροηλεκτρικών σταθμών είναι συνυφασμένη, πολλές φορές, με την μετακίνηση χιλιάδων ανθρώπων και την καταστροφή μεγάλης έκτασης δασών.

Η επίδραση των ενεργειακών δραστηριοτήτων στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία, είναι πολύπλευρη και πολύπλοκη. Όταν καίγεται ξυλεία σε ανοικτή εστία καύσεως στην οικία, υπάρχει ο κίνδυνος να εισπνεύσει, κάποιος ιπτάμενα σωματίδια και άλλες βλαβερές ουσίες, αλλά αυτό περιορίζεται μόνο στο οικογενειακό επίπεδο. Η κίνηση των αυτοκινήτων δημιουργεί το γνωστό «νέφος» το οποίο επιδρά αρνητικά σε όλους τους κατοίκους μιας πόλης. Στην περίπτωση αυτή η επίδραση αυξάνεται σε δημοτικό επίπεδο. Ιπτάμενα σωματίδια, διοξείδια του θείου και του αζώτου μπορεί να έχουν αρνητική επίδραση ακόμη και εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από την εστία εκπομπής τους. Πρόκειται πλέον για επίδραση περιφερειακού επιπέδου.

Τέλος το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η υπερθέρμανση του πλανήτη αφορά στο σύνολο των κατοίκων της γης και βεβαίως πρόκειται για επίδραση πλανητικού επιπέδου.

3.2 Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος

Στις Δυτικές κοινωνίες η επιβάρυνση του οικογενειακού περιβάλλοντος διαβιώσεως από ενεργειακές δραστηριότητες είναι αμελητέα. Το μαγείρεμα γίνεται κυρίως με την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ή φυσικού αερίου και κατά συνέπεια η επιβάρυνση του περιβάλλοντος είναι αρκετά περιορισμένη. Σε παγκόσμιο επίπεδο όμως τα μισά σχεδόν νοικοκυριά βασίζονται στο ξύλο ή το κάρβουνο για να καλύψουν τις ανάγκες της θερμάνσεως ή της προετοιμασίας του καθημερινού φαγητού. Είναι γνωστό ότι η καύση στερεών καυσίμων σε ανοικτές εστίες ή απλές σόμπες, πέρα από την εξαιρετικά χαμηλή ενεργειακή απόδοση (5-18 %), παράγει εξαιρετικά υψηλά επίπεδα επικινδύνων για την υγεία ουσιών.

Παράλληλα με τις αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, η προμήθεια των στερεών καυσίμων στις περισσότερες χώρες του τρίτου κόσμου δεν είναι και η πλέον εύκολη υπόθεση. Για παράδειγμα, σε πολλές χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας οι γυναίκες και τα παιδιά ξοδεύουν περισσότερο από δύο ή τρεις ώρες την ημέρα για τη συλλογή ξυλείας. Σε αυτό το σημείο κρύβεται αυτό το οποίο διεθνώς αποκαλείται «αναπτυξιακή παγίδα» (poverty trap). Σε πολλές χώρες του τρίτου κόσμου, οι άνθρωποι δαπανούν πολλές ώρες την ημέρα για την προμήθεια ορυκτών πόρων ή ποσίου ύδατος. Επομένως δεν τους μένει χρόνος ούτε για μόρφωση ούτε για παραγωγή αγαθών τα οποία θα τους παρείχαν την δυνατότητα αυξήσεως των εισοδημάτων τους. Ο αναπτυξιακός ρόλος της ενέργειας για τις χώρες αυτές είναι περισσότερο από προφανές.

Οι περισσότεροι άνθρωποι είναι πλέον εξοικειωμένοι με την μόλυνση του περιβάλλοντος σε αστικές περιοχές. Ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις, για παραδείγματος χάριν στην Αθήνα ή στο Los Angeles, το γνωστό σε όλους «νέφος» επιβαρύνει την ζωή των κατοίκων σε καθημερινό επίπεδο. Το νέφος δεν είναι τίποτε άλλο από ένα μείγμα σωματιδίων και αερίων τα οποία προέρχονται από τους κινητήρες των αυτοκινήτων. Επιπλέον το όζον, ενώ αποτελεί φυσικό συστατικό της ατμόσφαιρας στα ανώτερα στρώματα, είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Το όζον σχηματίζεται κατά την αντίδραση οξειδίων του αζώτου (NO_x) με άκαυστα καύσιμα των αυτοκινήτων. Το όζον έχει αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, ιδιαίτερα στο αναπνευστικό, ενώ μακροχρόνια υπονομεύει ολόκληρο το ανοσοποιητικό σύστημα.

Σε δημοτικό επίπεδο σημαντική είναι επίσης η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τις διαδικασίες παραγωγής των ενεργειακών πόρων. Σε κάποιες περιοχές λειτουργούν ορυχεία άνθρακος, σε άλλες γίνεται εξόρυξη πετρελαίου ή φυσικού αερίου, ενώ αλλού κατασκευάζονται υδροηλεκτρικά φράγματα. Η προμήθεια ενεργειακών πόρων είναι μια πολύ σκληρή και ταυτόχρονα επικίνδυνη εργασία. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Εργασίας, 10 εκατομμύρια εργάτες παγκοσμίως εργάζονται στον τομέα εξόρυξης του άνθρακος.

Σε παγκόσμια κλίμακα, οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον από την παραγωγή ενέργειας είναι άρρηκτα δεμένες με το «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου». Φαινόμενο του θερμοκηπίου ονομάζεται η φυσική διαδικασία κατά την οποία οι ακτίνες του ηλίου παγιδεύονται και αντανακλώνται στην γη με την βοήθεια κάποιων συγκεκριμένων αερίων όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το όζον (O_3), οι χλωροφθοράνθρακες (CFS) και το μεθάνιο (CH_4). Ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας περνά αναλλοίωτο στην ατμόσφαιρα,

φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους και ακτινοβολείται έπειτα σαν μεγάλου μήκους υπέρυθρη ακτινοβολία. Ένα μέρος αυτής της ακτινοβολίας απορροφάται από την ατμόσφαιρα, την θερμαίνει και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Το φαινόμενο αυτό το οποίο επιτρέπει την διέλευση της ακτινοβολίας, αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, ομοιάζει με την λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 «Φαινόμενο του θερμοκηπίου». Αποτελεί μια φυσική διεργασία η οποία εξασφαλίζει στην γη μια θερμοκρασία της επιφάνειας εδάφους γύρω στους 15°C . Τα τελευταία χρόνια λέγοντας «φαινόμενο του θερμοκηπίου» γίνεται αναφορά όχι μόνο στην φυσική διεργασία, αλλά κυρίως στην έξαρση αυτής η οποία προκαλείται λόγω της ρυπάνσεως της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.). Οι τελευταίες έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων των κατωτέρων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (αέρια θερμοκηπίου) με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφουμένης ακτινοβολίας και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή. Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της γης έχει αυξηθεί κατά $0,5^{\circ}\text{C}$ με $0,6^{\circ}\text{C}$ από το 188, λόγω της έξαρσης του φαινομένου και μέχρι το έτος 2100, εάν δεν ληφθούν μέτρα, η αύξηση της θερμοκρασίας θα κυμαίνεται από $1,5^{\circ}\text{C}$ έως $4,5^{\circ}\text{C}$.

Η ανθρωπογενής επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι σχετικά πρόσφατη και οφείλεται στις αυξημένες καύσεις άνθρακος και υδρογονανθράκων της βιομηχανικής και μεταβιομηχανικής κοινωνίας. Το γεγονός αυτό αποτελεί μια ανθρωπογενή διαταραχή η οποία θα επιφέρει κάποιες αλλαγές στο κλίμα. Το σαφές αίτιο των αλλαγών αυτών, δηλαδή η ανθρωπογενής αύξηση των αερίων θερμοκηπίου, αποτελεί όμως ένα σημαντικού ύψους ποσοστό των αιτίων τα οποία επηρεάζουν καθοριστικά τις όποιες κλιματικές αλλαγές.

3.3 Πρωτόκολλο του Κιότο

Το πρωτόκολλο του Κιότο προέκυψε από την σύμβαση-πλαίσιο για τις κλιματικές αλλαγές η οποία είχε υπογραφεί στην διάσκεψη του Ρίο, τον Ιούνιο του 1992, από το σύνολο σχεδόν των κρατών. Η Ελλάδα κύρωσε την σύμβαση αυτή κάνοντάς την νόμο του κράτους τον Απρίλιο του 1994.

Μετά από ένα μαραθώνιο διαπραγματεύσεων, ο οποίος κράτησε επτά χρόνια, το πρωτόκολλο του Κιότο είναι πλέον σε ισχύ από τις 16 Φεβρουαρίου 2005 θέτοντας διεθνείς περιορισμούς στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.

Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο είναι το μόνο διεθνές νομοθετικό εργαλείο για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Στόχος του είναι να μειωθούν, στα ανεπτυγμένα κράτη, οι εκπομπές των αερίων που προκαλούν τις κλιματικές αλλαγές.

Βάσει του πρωτοκόλλου αυτού πράγματι οι βιομηχανικές χώρες έχουν δεσμευθεί να μειώσουν, στην διάρκεια της περιόδου 2008-2012, τις εκπομπές έξι αερίων τα οποία ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακος, μεθάνιο, μονοξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, φθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο) τουλάχιστον κατά 5 % τουλάχιστον σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Στο πλαίσιο αυτό τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεσμεύθηκαν να μειώσουν τις δικές τους εκπομπές κατά 8 % την συγκεκριμένη περίοδο.

Το πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει τρεις μηχανισμούς οι οποίοι στηρίζονται στην αγορά. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι η ανταλλαγή ποσοτώσεων εκπομπών αερίων μεταξύ των συμβαλλομένων χωρών του πρωτοκόλλου, η από κοινού εφαρμογή μεταξύ των χωρών αυτών και ο μηχανισμός για ίδια ανάπτυξη (με χώρες που δεν είναι συμβαλλόμενα μέρη του πρωτοκόλλου).

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

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

Το πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής. Τον Νοέμβριο του 2005, μια διάσκεψη των μερών της

CCNUCC (Cadre des Nations unies sur les changements climatiques) και του πρωτοκόλλου του Κιότο παρέσχε την δυνατότητα να δοθεί νέα ώθηση στο πρωτόκολλο και να τεθούν οι βάσεις των μελλοντικών συζητήσεων σχετικά με το διεθνές πλαίσιο για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών.

Παρά το ότι πολλές πρωτοβουλίες προέρχονται από τα ανεπτυγμένα δυτικά κράτη ιδιαίτερα σημαντικό είναι να αναλάβουν οι πολίτες, ατομικά, πρωτοβουλίες. Αυτές θα πρέπει να έχουν ως άμεσο σκοπό και στόχο την μείωση των εκπομπών των ρυπογόνων αερίων, έστω και με απλές καθημερινές ενέργειες. Σημαντικά κίνητρα μπορεί να δοθούν με την χορήγηση επιβραβεύσεων και χορηγιών προς άτομα, πόλεις και ομάδες οι οποίες αναπτύσσουν έντονη δράση με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος.



Εικόνα 15. Διυλιστήριο πετρελαίου

Ένας ακόμη σημαντικός λόγος για την έντονη κινητοποίηση σε αυτόν τον τομέα είναι οι έντονες αναταράξεις οι οποίες παρατηρούνται στην αειφόρο ανάπτυξη του αστικού τομέα και οι οποίες είναι υπεύθυνες για την επιβράδυνση της αστικοποίησης των ανεπτυγμένων πόλεων του βορείου ημισφαιρίου. Όλες αυτές οι προσπάθειες επέφεραν ένα σημαντικό αποτέλεσμα με την υπογραφή του πρωτοκόλλου του Κιότο. Αυτό έχει ως σκοπό την μεσοπρόθεσμη επίλυση όλων αυτών των περιβαλλοντικών προβλημάτων και ιδιαίτερα των καιρικών φαινομένων. Επιτακτική είναι η ανάγκη για την έναρξη μιας εκστρατείας η οποία θα έχει ως σκοπό την πλήρη ενημέρωση και εκπαίδευση των πολιτών σχετικά με αυτό το πρόβλημα. Παράλληλα θα πρέπει να μειωθεί η ζήτηση για ρυπογόνα αγαθά και υπηρεσίες και να προωθηθούν νέες καθαρότερες μορφές ενέργειας και τεχνολογίας μεταφορών με την χρήση συμβατικών ορυκτών καυσίμων. Ένας από τους σημαντικότερους τρόπους αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής είναι μέσω της τεχνολογικής ανάπτυξεως όπως οι τεχνολογίες των ΑΠΕ

και η παγίδευση και αποθήκευση του άνθρακος. Επίσης η διαφοροποίηση των χρησιμοποιούμενων ενεργειακών πόρων και η μεταστροφή τους σε εναλλακτικές, αειφόρες και φιλικές προς το περιβάλλον μορφές ενέργειας δημιουργούν μεγάλες δυνατότητες μειώσεως των εκπομπών.

Τέλος θα πρέπει να γίνει καλύτερη διαχείριση των εκπομπών του άνθρακος από διυλιστήρια πετρελαίου (Εικόνα 15) ώστε αρχικά αυτά να σταθεροποιηθούν και στη συνέχεια να επιτευχθεί η ελάττωση των εκπεμπομένων ποσοτήτων.

3.4 Ενέργεια και αειφόρος ανάπτυξη

Υπάρχει μια σαφής διαδραστική σχέση μεταξύ του τρόπου παραγωγής και διαθέσεως της ενέργειας αφ' ενός και της προόδου του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου αφ' ετέρου. Η παραγωγή, η διανομή και η χρήση της ενέργειας με αποτελεσματικό, οικονομικό και περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο, αποτελεί σημαντικό συστατικό στην κατεύθυνση της αειφόρου αναπτύξεως.

Στην διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών και ιδιαίτερα μετά το 1970 οι επιστημονικές έρευνες έχουν παρουσιάσει τεκμηριωμένα δεδομένα τα οποία δείχνουν την αυξανόμενη υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος. Οι διαπιστώσεις αυτές συντελούν στην βαθμιαία συνειδητοποίηση ότι η οικονομική ανάπτυξη έχει συγκεκριμένα όρια τα οποία προσδιορίζονται από το πεπερασμένο περιβάλλον του πλανήτη. Η ευρέως διαδεδομένη άποψη ότι τα πάντα είναι δυνατά αν διαθέτουμε «αρκετή ενέργεια και τεχνολογία», άρχισε να αμφισβητείται όταν διαπιστώθηκαν η περιορισμένη αντοχή των φυσικών κύκλων, αλλά και οι αστάθμητοι κίνδυνοι από τις παρενέργειες της τεχνολογίας.

Η ύπαρξη ορίων στην μεγέθυνση της ανθρωπίνης δραστηριότητας υποστηρίχθηκε από την περίφημη μελέτη της «Λέσχης της Ρώμης», το 1971, με αντικειμενικά επιχειρήματα σχετικά με τον παγκόσμιο πληθυσμό, τους φυσικούς πόρους, τους δείκτες ρυπάνσεως κ.λ.π. Η πρώτη διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το περιβάλλον, το 1972 στην Στοκχόλμη, υπήρξε η αφετηρία μιας σειράς διεθνών δραστηριοτήτων με στόχο την προστασία του παγκοσμίου περιβάλλοντος. Η διάσκεψη για το περιβάλλον και την ανάπτυξη, στο Ρίο το 1992, καθόρισε τους στόχους και τις προτεραιότητες της αναγκαίας περιβαλλοντικής και αναπτυξιακής πολιτικής σε διεθνές επίπεδο. Η διάσκεψη στο Γιοχάνεσμπουργκ, το 2002, δέκα χρόνια μετά το Ρίο, αποτίμησε τα αποτελέσματα των στόχων τα οποία είχαν ή δεν είχαν επιτευχθεί. Ωστόσο οι περιβαλλοντικές πολιτικές των διαφόρων χωρών παραμένουν πολύ διαφορετικές

και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο της οικονομικής ανάπτυξης και της περιβαλλοντικής συνειδητοποίησης.

Η Παγκόσμια Επιτροπή για το περιβάλλον και την ανάπτυξη, με την μελέτη «Το κοινό μας μέλλον» (1987), προέβαλε την αειφορία (sustainability) ως μία σύγχρονη απάντηση στο πρόβλημα των υλικών ορίων της οικονομικής μεγεθύνσεως.

Η αειφόρος ή βιώσιμη ανάπτυξη (sustainable development) θέτει ως στόχο την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων με τρόπο ώστε να καλύπτονται οι ανθρώπινες ανάγκες του παρόντος, ιδιαίτερα σε αυτές των πτωχοτέρων στρωμάτων και του τρίτου κόσμου, χωρίς να υπονομεύεται η κάλυψη των αναγκών του μέλλοντος.

Η ενέργεια αποτελεί κομβικό σημείο στο θέμα της αειφόρου ανάπτυξης επειδή ακριβώς αλληλεπιδρά και με τους τρεις βασικούς άξονες. Οι άξονες αυτοί είναι η κοινωνία, το περιβάλλον και η οικονομία.

Η κοινωνική διάσταση της ενέργειας προσδιορίζεται από το γεγονός ότι η ενέργεια αποτελεί προϋπόθεση άνετης και αξιοπρεπούς διαβίωσης, ενώ η έλλειψή της αποτελεί παράγοντα κοινωνικής ανισότητας, ιδιαίτερα σε χώρες του τρίτου κόσμου. Στον τομέα του περιβάλλοντος είναι προφανής η σημαντική περιβαλλοντική πίεση την οποία δέχεται από κάθε είδους ενεργειακές δραστηριότητες. Τέλος στον τομέα της οικονομίας, η ενέργεια αποτελεί σημαντικό παράγοντα μακροοικονομικής ανάπτυξης.

3.5 Ενέργεια και περιβαλλοντική πίεση

Η περιβαλλοντική πίεση από κάθε είδους ενεργειακή δραστηριότητα έχει μελετηθεί και καταγραφεί εκτενώς, ενώ αποτελεί παράλληλα σημαντικό θέμα συζητήσεως των πολιτικών και κοινωνικών φορέων.

Σε πολλές περιοχές του πλανήτη υπάρχουν έντονες και δυσμενείς συνθήκες λόγω της αυξήσεως της μέσης θερμοκρασίας της γης η οποία έχει παρατηρηθεί από το 1850. Εάν δεν υπάρξει άμεση πολιτική αντιμετώπισεως της καταστάσεως εκτιμάτο ότι θα υπάρξει ως το τέλος του 2010 αύξηση της θερμοκρασίας έως 4 °C σε σχέση με τα επίπεδα της δεκαετίας του 1990. Τότε οι τιμές ήταν τριπλάσιες σε έκταση σε σχέση με αυτές της περιόδου πριν την βιομηχανική επανάσταση.

Έχει παρατηρηθεί ότι τις τελευταίες δεκαετίες η αλλαγή του κλίματος είχε έντονη επίδραση σε όλο τον πλανήτη. Οι κυριότερες οι οποίες θα υπάρξουν και τα αποτελέσματα τους στο μέλλον είναι οι εξής:

α. Η αύξηση της απαιτούμενης προς χρήση ποσότητας του ύδατος: Αυτό θα έχει ως άμεση συνέπεια την άμεση μείωση των διαθεσίμων ποσοτήτων αυτού. Παράλληλα με την εκτενή τήξη των πάγων πολλές χώρες θα βρεθούν σε κατάσταση έντονης οικονομικής, κοινωνικής και πολιτικής κρίσης. Αυτό θα έχει ως άμεση συνέπεια την αθρόα μετανάστευση πολλών πληθυσμών τόσο λόγω των όσων προαναφέρθηκαν παραπάνω όσο και λόγω της έντονης αυξήσεως της ξηρασίας με αποτέλεσμα περισσότερες αναστατώσεις.

β. Η βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων: Αυτή θα βρεθεί σε έντονο κίνδυνο λόγω της επικείμενης μειώσεως έως και του 30 % του συνολικού φυτικού και ζωικού τους πληθυσμού σε συνάρτηση με την παράλληλη αύξηση της θερμοκρασίας της γης.

γ. Η εμφάνιση πολλών ασθενειών: Ενδέχεται να εμφανισθούν και να επεκταθούν ταχύτατα από τις επερχόμενες καιρικές μεταβολές με άμεση συνέπεια πολλοί άνθρωποι να κινδυνεύσουν.

δ. Η πρόκληση πλημμυρών: Πολλές περιοχές του πλανήτη αναμένεται να πλημμυρίσουν. Αποτέλεσμα αυτών θα είναι εκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο θα αναγκαστούν να μετακινηθούν από τις εστίες τους έως το 2050, κάτι το οποίο κυρίως θα υποστούν τα νησιωτικά κράτη.

ε. Η εμφάνιση λοιμωδών νόσων: Λόγω της αλλαγής του κλίματος θα παρατηρηθούν επίσης πολύ μεγάλες μεταβολές και στην υγεία των ανθρώπων. Είναι πιθανό να εκδηλωθούν επικίνδυνες λοιμώδεις νόσοι, οι οποίες θα είναι θανατηφόρες για μεγάλο τμήμα του ανθρωπίνου πληθυσμού. Φθάνει μόνο να αναφέρει κανείς πως μόνο η ελonoσία σκοτώνει κάθε χρόνο περίπου τρία εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως.

Παράλληλα τα ορυκτά καύσιμα, κυρίως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, θα επιτείνουν σε πολύ μεγάλο βαθμό την περιβαλλοντική επιβάρυνση λόγω των αθρόων εκπομπών των παραγώγων της καύσεως τους στην ατμόσφαιρα. Αυτό θα έχει ως άμεση συνέπεια την πρόκληση εντόνων νοσημάτων στους ανθρώπους και την παράλληλη επιβάρυνση ποικίλων οικολογικών συστημάτων, καθώς και της ατμόσφαιρας με παράλληλη μεταβολή του καιρού σε παγκόσμια κλίμακα. Το ίδιο συμβαίνει και με τις άλλες μορφές ενέργειας όπως την υδροηλεκτρική.

3.6 Ενέργεια και οικονομική ανάπτυξη

Η οικονομική ανάπτυξη είναι ασαφής φυσική διεργασία. Η ενέργεια χρησιμοποιείται για την μετατροπή των πρώτων υλών σε αγαθά και σε υπηρεσίες. Για τον λόγο αυτό υπάρχει μία γραμμική σχέση μεταξύ του μεγέθους της ενεργείας την οποία καταναλώνει μία χώρα και του μεγέθους της οικονομίας της.

Η κατανάλωση ενεργείας ανά κάτοικο παρουσιάζει τεράστιες αποκλίσεις από χώρα σε χώρα. Αυτές οφείλονται κατά κύριο λόγο στο διαφορετικό επίπεδο της οικονομικής και της τεχνικής αναπτύξεως των διαφόρων κρατών. Σε παγκόσμιο επίπεδο η κατανάλωση ενέργειας ανά κάτοικο, αφού έφθασε στο ανώτατό επίπεδο της το 1979 με 1,443 εκατομμύρια τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου (ΤΙΠ), μειώθηκε το 1990 σε 1,352 εκατομμυρίων ΤΙΠ. Η μείωση αυτή οφείλεται σε μια σειρά από αιτίες. Οι κυριότερες είναι οι εξής:

α. Τα μέτρα περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας: Τα μέτρα αυτά πάρθηκαν από τις ανεπτυγμένες βιομηχανικά χώρες της Δύσεως μετά τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις, εκείνες του 1973 και εκείνες του 1979. Χαρακτηριστικό είναι ότι κατά την δεκαετία 1980-90 η κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε κατά 5 % στη Δυτική Ευρώπη και κατά 7 % στην Βόρεια Αμερική.

β. Η δυσκολία προμήθειας πρώτων υλών: Αυτή οφείλεται στις οικονομικές δυσκολίες των πτωχών σε ύλες και πρωτογενών πηγών αναπτυσσόμενων χωρών, οι οποίες, μη διαθέτοντας το απαραίτητο συνάλλαγμα, αναγκάστηκαν να περιορίσουν την εισαγωγή πετρελαίου και άλλες πρωτογενείς πηγές ενέργειας.

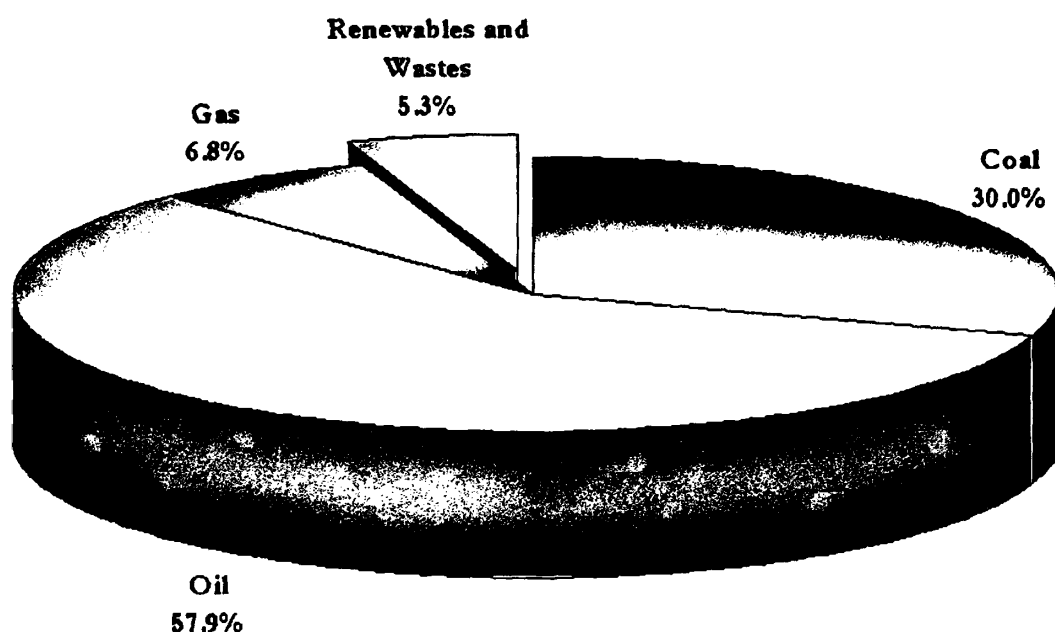
γ. Η συρρίκνωση της βιομηχανικής παραγωγής: Μεγάλο μέρος της βιομηχανικής παραγωγής των χωρών του ανατολικού συνασπισμού μετά την πτώση των καθεστώτων του υπαρκτού σοσιαλισμού.

Ωστόσο παρά τα μέτρα περιορισμού της καταναλώσεως η Βόρεια Αμερική και η Ευρώπη, που συγκεντρώνουν μόνο το 13,6 % του παγκοσμίου πληθυσμού, συμμετείχαν το 1990 με ποσοστό σχεδόν 50 % στην παγκόσμια κατανάλωση ενεργείας. Αντίθετα στην Αφρική (με 11,9 % του παγκοσμίου πληθυσμού) και στην Λατινική Αμερική (με 8,4 % του παγκοσμίου πληθυσμού) καταναλώθηκαν αντίστοιχα το 2,7 % και το 2,9 % της παγκοσμίας καταναλώσεως ενεργείας.

Η κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας είναι στενά συνδεδεμένη με το τεχνολογικό επίπεδο μιας χώρας (Σχήμα 5). Επιπλέον αυτή εξαρτάται και από το είδος των βιομηχανικών

δραστηριοτήτων της. Επίσης εξαρτάται από τον αριθμό των αυτοκινήτων τα οποία κυκλοφορούν, από το κλίμα, καθώς και από την ορθολογική χρήση και αποδοτικότητα των πρωτογενών πηγών ενέργειας. Οι δύο κύριες τάσεις οι οποίες σηματοδοτούν τις αρχές της δεκαετίας του 1990 είναι αφ' ενός ο υψηλός ρυθμός αύξησης της καταναλώσεως ενέργειας ανά κάτοικο στις αναπτυσσόμενες χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας και αφ' ετέρου η μείωση των αντιστοίχων δεικτών στις περισσότερες δυτικές ανεπτυγμένες χώρες χάρη σε μια σειρά από παράγοντες όπως είναι η αυτοματοποίηση, οι καλύτερες τεχνικές θέρμανσης και μονώσεως, η ελάττωση των μονάδων βαρείας βιομηχανίας και η ανάπτυξη βελτιωμένων συστημάτων χρήσεως και αξιοποιήσεως της ενέργειας.

Greece - Shares of TPES 2003



Σχήμα 5: Συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα (2003), Πηγή: International Energy Agency (IEA)

Τα παγκόσμια αποθέματα των πρωτογενών ενεργειακών πηγών είναι πολύ δύσκολο να υπολογισθούν επακριβώς, ενώ το ίδιο ισχύει και για το δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ακόμη και ειδικοί εμπειρογνώμονες διερωτώνται αν στον υπολογισμό αυτό πρέπει να συμπεριληφθούν μόνο τα οικονομικώς εκμεταλλεύσιμα αποθέματα ή το σύνολο των

υπαρχόντων η τελικά και οι εν γενει δυνατότητες οι οποίες θα προκύψουν με βάση μελλοντική ανάπτυξη της τεχνολογίας (13), (14).

Παρά το ότι έχουν γίνει προσπάθειες από πολλές χώρες, προκειμένου να μειωθεί εξάρτηση τους από τις ρυπογόνες ενεργειακές πηγές, καθώς και για την ανάπτυξη ανανεώσιμων και φιλικών προς το περιβάλλον μορφών ενέργειας, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας εκτιμά ότι και κατά τις πρώτες τουλάχιστον δεκαετίες του 21^{ου} αιώνα τα ορυκτά καύσιμα και το ουράνιο θα εξακολουθήσουν να αποτελούν τις κύριες πρωτογενείς πηγές ενέργειας. Στο σχήμα 6,7,8 διακρίνονται οι εγκατεστημένοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, η ισχύς τους καθώς η ηλεκτρική παραγωγή και αυτών.



Σχήμα 6: Εγκατεστημένη ισχύς σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, Πηγή: ΚΑΠΕ, 2001



Η πτώχεια θεωρείται ως παγκόσμιο κοινωνικό πρόβλημα το οποίο μαστίζει ακόμη και ολόκληρες χώρες. Αυτή δεν μπορεί να θεωρηθεί μόνο ως έλλειψη πόρων, αλλά και ως αδυναμία στην κατανομή και στην διαχείρισή τους.

Βαδίζοντας στον 21^ο αιώνα, δύο δισεκατομμύρια άνθρωποι, ένας στους τρεις κατοίκους του πλανήτη, δεν έχουν πρόσβαση ούτε σε στοιχειώδη μέσα για το μαγείρεμα της τροφής τους. Αναγκάζονται καθημερινά να χρησιμοποιούν ακριβές, ρυπογόνες και αναξιόπιστες λύσεις όπως λάμπες κηροζίνης, κεριά και καυσόξυλα. Οι λύσεις αυτές βυθίζουν περισσότερο τους ανθρώπους στην φτώχεια και συμβάλλουν στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Σήμερα ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα είναι η απουσία προσβάσεως σε καθαρή και αξιόπιστη ενέργεια η οποία είναι απαραίτητη για βασικές ανάγκες όπως είναι το καθαρό ύδωρ, η υγειονομική περίθαλψη, η θέρμανση και ο φωτισμός. Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα στα οποία οι αριθμοί μιλούν από μόνοι τους είναι τα εξής:

- α. Περίπου 1,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως δεν έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια.
- β. Σχεδόν 2,4 δισεκατομμύρια άνθρωποι στηρίζονται αποκλειστικά στην βιομάζα για την κάλυψη των αναγκών τους σε ενέργεια.
- γ. Στην υποσαχάρια ζώνη της Αφρικής οι γυναίκες μεταφέρουν 20 κιλά ξύλα την ημέρα για περισσότερα από 5 χιλιόμετρα.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων) αυξήθηκε από 1,77 TWh το 1990 (5,1% της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας) σε 4,15 TWh (7,8%) το 2000 και σε 6,39 TWh το 2003 (11,85% της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας) (32),(33).

Οι ανάγκες σε ενέργεια των αναπτυσσόμενων χωρών δεν πρέπει να καλυφθούν μόνο από την χρήση ορυκτών καυσίμων όπως το κάρβουνο και το πετρέλαιο. Τα καύσιμα αυτά ευθύνονται για τις κλιματικές αλλαγές οι οποίες έχουν τις πλέον καταστροφικές επιπτώσεις στα πτωχότερα κράτη και επιπλέον ενισχύουν την οικονομική εξάρτηση των κρατών αυτών από εισαγόμενες πηγές ενέργειας.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται καθαρά οι εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας οι οποίες διαθέτουν άδεια κατά τον Σεπτέμβριο του 2003 (50):

Πίνακας 1: Εγκαταστάσεις ανανεωσίμων πηγών ενέργειας διαθέτουσες άδεια παραγωγής κατά την 1 Σεπτεμβρίου 2003 (ισχύς σε MW) Περιφέρεια

Περιοχές	Αιολικά	Μικρά υδροηλεκτρικά	Γεωθερμία	Βιομάζα	Φωτο-βολταϊκά	Σύνολο
Ανατολική Μακεδονία	342,20 25	2,75 2	0,00 0	9,50 1	0,00 0	354,45 28
Αττική	139,6 11	0,87 2	0,00 0	35,38 4	0,004 2	175,88 19
Βόρειο Αιγαίο	24,46 22	0,00 0	8,00 1	0,00 0	0,001 1	34,47 24
Δυτική Ελλάς	0,00 4	14 37	0 0	1 2	0,00 0	248,59 43
Ήπειρος	107,00 4	125,50 25	0,00 0	2,07 2	0,01 3	138,50 35
Θεσσαλία	90,95 5	45,47 25	0,00 0	2,07 2	0,01 3	138,50 35
Κεντρική Μακεδονία	71,90 5	41,65 36	0,00 0	12,54 4	0,60 2	126,69 47
Κρήτη	166,70 31	1,25 3	0,00 0	5,42 1	0,92 10	174,29 45
Νησιά Ιονίου	170,60 8	0,00 0	0,00 0	5,42 2	0,00 0	176,02 10
Νότιο Αιγαίο	202,90 48	0,00 0	0,00 0	0,50 1	0,23 16	203,63 65
Πελ/σος	595,90 33	17,56 9	0,00 0	19,54 4	0,50 2	663,10 48
Στερεά Ελλάς	162,10 112	78,10 35	0,00 0	0,00 0	0,00 0	1698,20 147
Σύνολο	3715,01 311	424,95 204	8,00 1	107,73 23	2,30 36	4

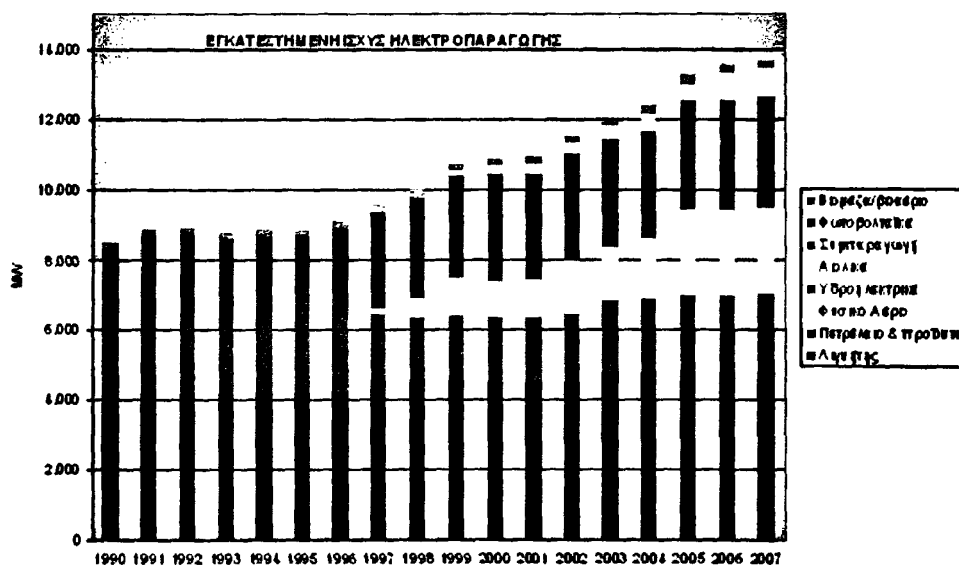
Οι ενεργειακές ανάγκες του πλανήτη μπορεί να καλυφθούν από τον ήλιο, από τον άνεμο και από το ύδωρ. Οι ΑΠΕ όπως η αιολική, η ηλιακή και τα μικρά υδροηλεκτρικά είναι καθαρές, ανεξάντλητες και φιλικές προς το περιβάλλον. Οι πηγές αυτές μπορεί να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής χωρίς το κόστος των κλιματικών αλλαγών.

Όλες οι χώρες πρέπει να λάβουν άμεσα μέτρα για την προστασία του κλίματος της γης. Για τις αναπτυγμένες χώρες το «Πρωτόκολλο του Κιότο» αποτελεί ένα πρώτο μικρό, αλλά απαραίτητο βήμα για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Οι αναπτυγμένες χώρες πρέπει να στραφούν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συγχρόνως να στηρίξουν την στροφή σε αυτή των αναπτυσσόμενων χωρών.

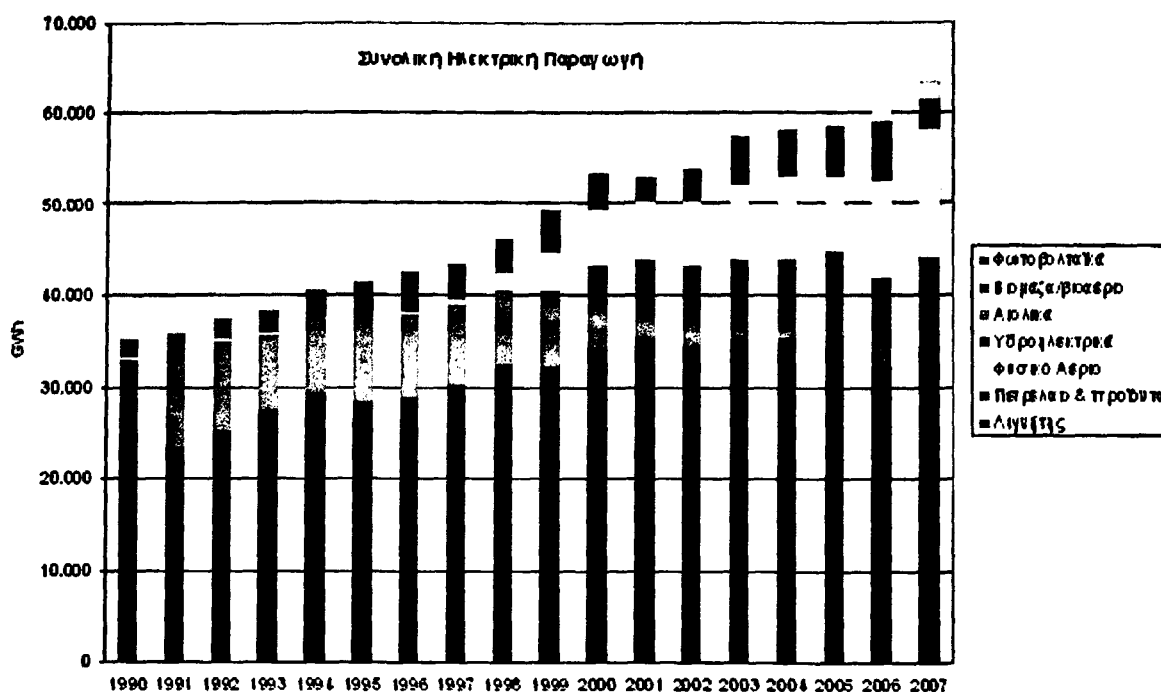
Μέχρι το 2012 είναι επιθυμητή, αλλά και εφικτή, η παροχή ενέργειας από ΑΠΕ στα δύο δισεκατομμύρια άτομα τα οποία δεν έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια και κατοικούν στις πτωχότερες χώρες. Η υπάρχουσα εμπειρία από την χρήση καθαρής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι άριστη, αλλά οι δυνατότητες είναι απείρως μεγαλύτερες.

Ο εφοδιασμός τόσων πολλών κοινοτήτων με ΑΠΕ παρουσιάζει μία τεράστια πρόκληση. Απαιτεί μία ριζικά διαφορετική αντιμετώπιση από αυτή η οποία υπάρχει μέχρι τώρα από διεθνείς οργανισμούς και κράτη. Απαιτεί επίσης πολιτική συνέπεια και μία αναδιάρθρωση της σημερινής αντιλήψεως της ενεργειακής αναπτύξεως. Στον πίνακα 2 διακρίνονται οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2010 (27):

Η επίτευξη αυτού του στόχου δεν παρουσιάζει ουσιαστικά τεχνικά, οικονομικά ή θεσμικά εμπόδια, αλλά προϋποθέτει μία δέσμευση από την διεθνή κοινότητα να στηρίξει αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο χρηματοδοτούνται και επιδοτούνται τα ενεργειακά έργα.



Σχήμα 7. Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα



Σχήμα 8. Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργειας στην Ελλάδα

Στρατηγικοί στόχοι για τις ΑΠΕ, κυρίως στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, έχουν αναπτυχθεί σε 45 τουλάχιστον χώρες σε όλο τον κόσμο. Έως τα μέσα του 2005 σαραντατρεί χώρες έθεσαν εθνικούς στόχους για τις ΑΠΕ, συμπεριλαμβανομένων και των εικοσιπέντ κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Πέραν τούτου η Ε.Ε. ως σύνολο, σύμφωνα με τη (Οδηγία 2001/77) (12),(38) καταβάλλει προσπάθειες ώστε να έχει επιτευχθεί έως το τέλος του 2010 (Πίνακας 2) ο φιλόδοξος στόχος δηλαδή το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών στη ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση ενέργειας να είναι 12 % και το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας το οποίο παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να έχει ανέλθει στο 21 %. Εκτός από τις σαραντατρείς χώρες, δεκαοκτώ πολιτείες στις ΗΠΑ και δέκα επαρχίες στον Καναδά έθεσαν ανάλογους επιμέρους στόχους παρά το γεγονός ότι οι χώρες αυτές δεν διαθέτουν εθνικό πλαίσιο.

Οι περισσότεροι εθνικοί στόχοι αφορούν το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή στο σύνολο της παραγομένης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης και της θερμικής. Ο χρονικός ορίζοντας για την επίτευξη των στόχων είναι η χρονική περίοδος 2010-2012.

Στα 43 κράτη με εθνικούς στόχους περιλαμβάνονται και 10 αναπτυσσόμενα όπως η Βραζιλία, η Κίνα, η Δομινικανή Δημοκρατία, η Αίγυπτος, η Ινδία, η Μαλαισία, το Μάλι, οι Φιλιππίνες, η Νότιος Αφρική και η Ταϊλάνδη. Κάποιες αναπτυσσόμενες χώρες προτίθενται να

θέσουν ανάλογο πλαίσιο στο κοντινό μέλλον. Για παράδειγμα το Μεξικό το οποίο θεσπίζει νέο νόμο για τις ΑΠΕ ο οποίος θα περιλαμβάνει και τους εθνικούς στόχους της χώρας (45).

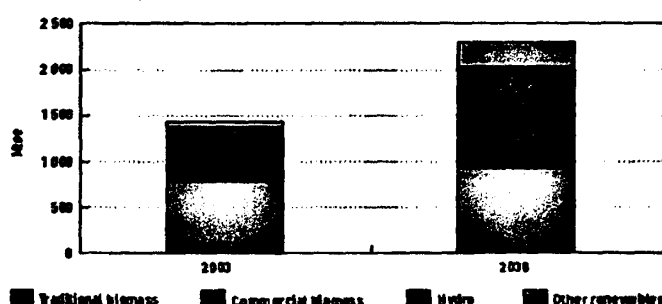
Πίνακας 2: Στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2010

Χώρες	Ποσοστό Ηλεκτροπαραγωγής
Γερμανία	12,5 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Ηνωμένο Βασίλειο	10 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Γαλλία	21 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Ιταλία	25 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Ισπανία	29,4 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Πολωνία	7,5 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Κάτω Χώρες	9 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Ελλάδα	20,1% της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Δημοκρατία της Τσεχίας	8 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Βέλγιο	6% της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Ουγγαρία	3,8 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Πορτογαλία	39 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Σουηδία	60 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Αυστρία	78,1 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Δημοκρατία της Σλοβακίας	31 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Δανία	29 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Φινλανδία	31,5 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Ιρλανδία	13,2 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Λιθουανία	7 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Λετονία	49,3 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Σλοβενία	33,6 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Εσθονία	5,1 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Κύπρος	6 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Λουξεμβούργο	5,7 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Μάλτα	5 % της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Σε ότι αφορά την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν διατυπωθεί ένα σενάριο πρόβλεψης το οποίο αναφέρεται ως «Σενάριο αναφοράς (Reference Scenario)» (46).

Το «Σενάριο Αναφοράς», βασίζεται στην εκτίμηση ότι δεν θα αλλάξουν οι σημερινές κυβερνητικές πολιτικές στον τομέα της ενέργειας και δεν θα υπάρξουν σημαντικά άλματα στην τεχνολογία. Προσδιορίζει ως εκ τούτου ότι οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας θα έχουν έναν ετήσιο ρυθμό αύξησης περίπου 1,8 % και από 1.425 Mt το 2003 θα ανέλθουν σε 2.300 Mt το 2030, δηλαδή θα υπάρξει μία συνολική αύξηση μεγαλύτερη από 60 % (Σχήμα 9).

Πρόβλεψη για την εξέλιξη των ΑΠΕ ανά ενεργειακή πηγή έως το 2030



Σχήμα 9: Σενάριο προβλέψεως για την εξέλιξη των ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως το 2030,

Πηγή: International Energy Agency (IEA)

Σύμφωνα με το σενάριο αναφοράς το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας θα παραμείνει αμετάβλητο, περίπου στο 14 %. Η παραδοσιακή βιομάζα, η οποία μετέχει σήμερα κατά 7 % στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας, θα μειωθεί καθώς οι ανεπτυγμένες χώρες θα στραφούν προς τις περισσότερο σύγχρονες ΑΠΕ. Η παγκόσμια παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, παρά την ετήσια αύξησή της κατά 1,8 %, θα παραμείνει στο σύνολο σχεδόν σταθερή στο 2 %. Οι άλλες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (γεωθερμική, ηλιακή και αιολική ενέργεια) θα αυξηθούν ραγδαία κατά 6,2 % τον χρόνο, αλλά εξαιτίας της πολύ χαμηλής συμμετοχής που είχαν (0,5 % το 2003) θα εξακολουθήσουν να έχουν την μικρότερη συμμετοχή στις ΑΠΕ το 2030. Το μερίδιο τους θα φθάσει μόλις στο 1,7 % της παγκόσμιας παραγομένης ενέργειας (49).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

4.1 Γεωθερμική ενέργεια

Γεωθερμία ονομάζεται η φυσική θερμική ενέργεια της γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς κάποια επιφάνεια. Η μετάδοση της θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

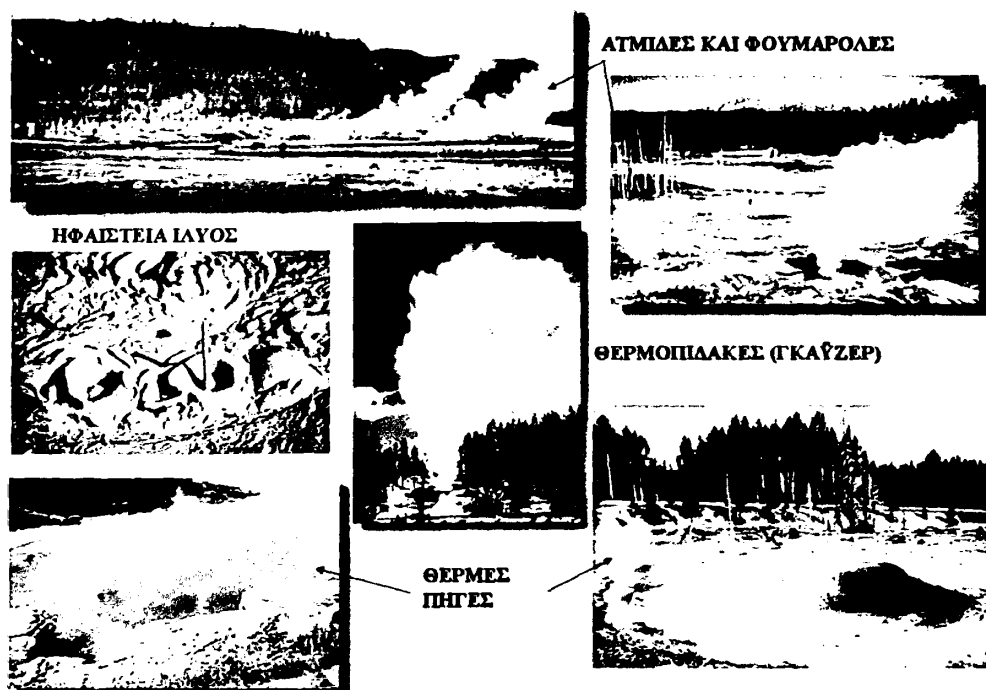
- α.. Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό $0,04 - 0,06 \text{ W/m}^2$.
- β. Με ρεύματα μεταφοράς: Αυτά περιορίζονται στις ζώνες κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο αυτή μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις.

- α. Η «υψηλής ενθαλπίας», ($>150 \text{ }^{\circ}\text{C}$): Χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρισμού. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια $12 \times 10^6 \text{ kWh/yr}$.
- β. Η «μέσης ενθαλπίας» ($80-150 \text{ }^{\circ}\text{C}$): Χρησιμοποιείται για θέρμανση ή για ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων. Μερικές φορές χρησιμοποιείται και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).
- γ. Η χαμηλής ενθαλπίας ($25-80 \text{ }^{\circ}\text{C}$) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων και θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες και για την παραγωγή γλυκού ύδατος.

4.2 Σύντομο ιστορικό της γεωθερμίας

Η παρουσία ηφαιστείων, θερμών πηγών (Εικόνα 16) και άλλων επιφανειακών εκδηλώσεων θερμότητας είναι αυτή η οποία οδήγησε τους προγόνους μας στο συμπέρασμα ότι το εσωτερικό της γης είναι ζεστό. Κατά την περίοδο μεταξύ του 16^{ου} και 17^{ου} αιώνα έγινε εκμετάλλευση των πρώτων μεταλλείων των οποίων οι στοές ανορύχθηκαν σε βάθος μερικών εκατοντάδων μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους οι άνθρωποι, με την βοήθεια κάποιων απλών φυσικών παρατηρήσεων, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία της γης αυξάνεται με το βάθος.



Εικόνα 16. Επιφανειακές εκδηλώσεις γεωθερμικών συστημάτων

Οι πρώτες μετρήσεις με θερμόμετρο έγιναν κατά πάσα πιθανότητα, το 1740, σε ένα ορυχείο κοντά στο Belfort της Γαλλίας. Ήδη από το 1870 για την μελέτη της θερμικής καταστάσεως του εσωτερικού της γης εχρησιμοποιούντο κάποιες προχωρημένες για την εποχή επιστημονικές μέθοδοι. Η θερμική κατάσταση η οποία διέπει την γη, η θερμική ισορροπία και η εξέλιξή της κατανοήθηκαν καλύτερα τον 20^ο αιώνα με την ανακάλυψη του ρόλου της «ραδιενεργής θερμότητας». Πράγματι, σε όλα τα σύγχρονα πρότυπα της θερμικής καταστάσεως του εσωτερικού της γης, πρέπει να συμπεριλαμβάνεται η θερμότητα η οποία συνεχώς παράγεται από την διάσπαση των μακράς διάρκειας ζωής ραδιενεργών ισοτόπων του ουρανίου (U238, U235), του θορίου (Th232) και του καλίου (K40), τα οποία ευρίσκονται στο εσωτερικό της γης.

Εκτός από την ραδιενεργό θερμότητα δρουν αθροιστικά σε απροσδιόριστες όμως ποσότητες και άλλες δυνητικές πηγές θερμότητας όπως είναι η «αρχέγονη ενέργεια» από την εποχή της δημιουργίας και της μεγεθύνσεως του πλανήτη.

Μέχρι την δεκαετία του 1980 τα μοντέλα αυτά δεν εβασίζοντο σε κάποιες ρεαλιστικές θεωρίες. Αποδείχθηκε όμως τότε ότι αφ' ενός δεν υπάρχει ισοζύγιο μεταξύ της ραδιενεργού θερμότητας η οποία δημιουργείται στο εσωτερικό της γης και αφ' εταίρου της θερμότητας η οποία διαφεύγει από την γη προς στο διάστημα και αφ' ετέρου ότι ο πλανήτης μας ψύχεται με αργό ρυθμό και στο εσωτερικό του.

Ως μια γενική ιδέα της φύσεως και της κλίμακος του εμπλεκόμενου φαινομένου, μπορεί να αναφερθεί η λεγόμενη «θερμική ισορροπία». Σύμφωνα με αυτήν η ολική ροή θερμότητας από την γη (αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία) εκτιμάται ότι ανέρχεται στα 42×10^{12} W. Από αυτά, 8×10^{12} W προέρχονται από το φλοιό, που αντιπροσωπεύει μόνο το 2 % του συνολικού όγκου της γης, ο οποίος είναι πλούσιος σε ραδιενεργά ισότοπα.

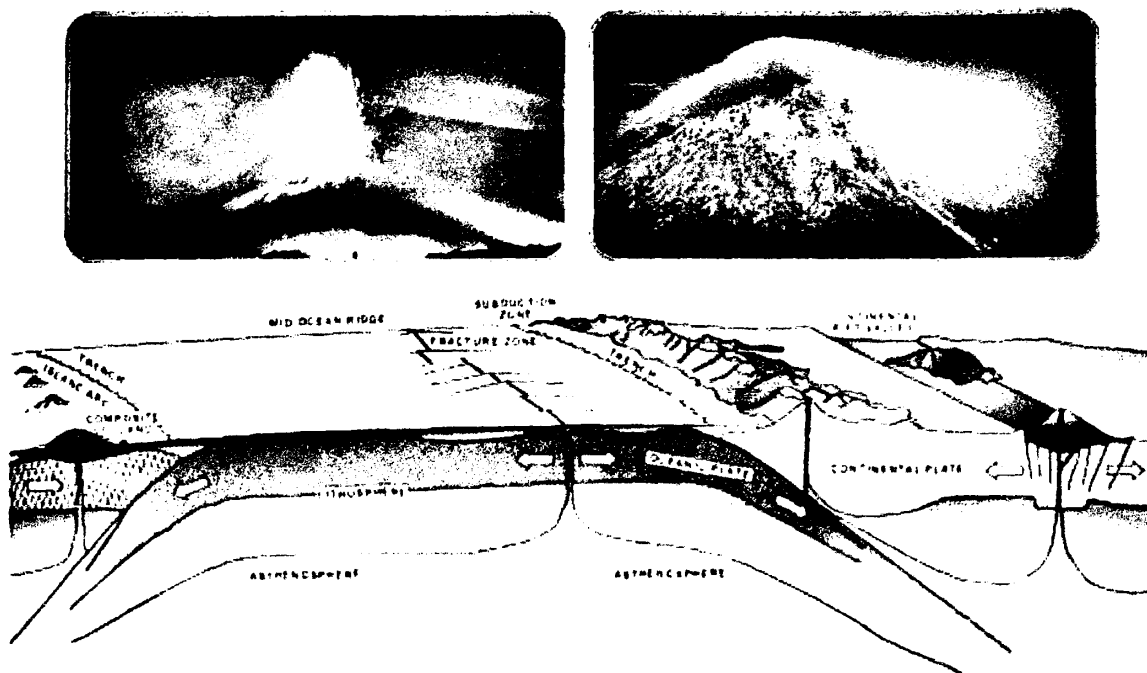
Εφόσον η ραδιενεργή θερμότητα του μανδύα εκτιμάται σε 22×10^{12} W, η μείωση της θερμότητας στο συγκεκριμένο τμήμα της γης είναι $10,3 \times 10^{12}$ W. Σύμφωνα με πιο πρόσφατες εκτιμήσεις και υπολογισμούς, οι οποίοι βασίζονται σε μεγαλύτερο αριθμό δεδομένων, η ολική θερμική ροή της γης είναι περίπου 6 % υψηλότερη από τις τιμές τις οποίες χρησιμοποίησαν οι Stacey and Loper το 1988. Σε κάθε περίπτωση η διαδικασία δροσισμού παραμένει αργή. Η θερμοκρασία του μανδύα δεν έχει μειωθεί περισσότερο από 300-350 °C τα τελευταία 3 δισεκατομμύρια χρόνια, παραμένοντας περίπου στους 4000 °C στην βάση του. Έχει υπολογισθεί ότι το συνολικό θερμικό περιεχόμενο της γης και του φλοιού της είναι της τάξεως των $12,6 \times 10^{24}$ MJ.

4.3 Η θερμική μηχανική της γης

Η γεωθερμική βαθμίδα ορίζεται ως ο ρυθμός αυξήσεως της θερμοκρασίας της γης σε συνάρτηση με το βάθος, μέσα στο γήινο φλοιό. Σε βάθη τα οποία είναι προσβάσιμα με τις σύγχρονες γεωτρητικές μεθόδους, μέχρι τα 10.000 m, η μέση γεωθερμική βαθμίδα κυμαίνεται περίπου στους 2,5-3 °C/100 m. Για παράδειγμα εάν η θερμοκρασία στα πρώτα μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ανταποκρίνεται κατά μέσο όρο στην μέση ετήσια θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρος, δηλ. στους 15° C, τότε μπορεί να υποτεθεί ότι η θερμοκρασία στο βάθος των 2000 m θα είναι περίπου 65-75 °C, στα 3000 m 90-105 °C, και ουτό καθ' εξής για μερικές ακόμη χιλιάδες μέτρα. Υπάρχουν πολλές περιοχές στις οποίες η γεωθερμική βαθμίδα αποκλίνει πολύ βέβαια και από την μέση τιμή. Εκεί όπου το γεωλογικό υπόβαθρο έχει υποστεί πολύ γρήγορη βύθιση και η λεκάνη έχει πληρωθεί με γεωλογικά «πολύ νέα» ιζήματα η γεωθερμική βαθμίδα μπορεί να είναι μικρότερη και από 1 °C/100 m. Αντίθετα σε μερικές, «γεωθερμικές» καλούμενες, περιοχές η τιμή της γεωθερμικής βαθμίδος μπορεί να είναι και δεκαπλάσια της μέσης γήινης.

Προκαλείται ροή θερμότητας από τις βαθιές και θερμές ζώνες του υπεδάφους προς τις ρηχές και ψυχρότερες λόγω της θερμοκρασιακής διαφοράς ανάμεσα στα διάφορα στρώματα (Εικόνα 17). Το γεγονός αυτό βοηθά προς την κατεύθυνση της δημιουργίας ομοιομόρφων

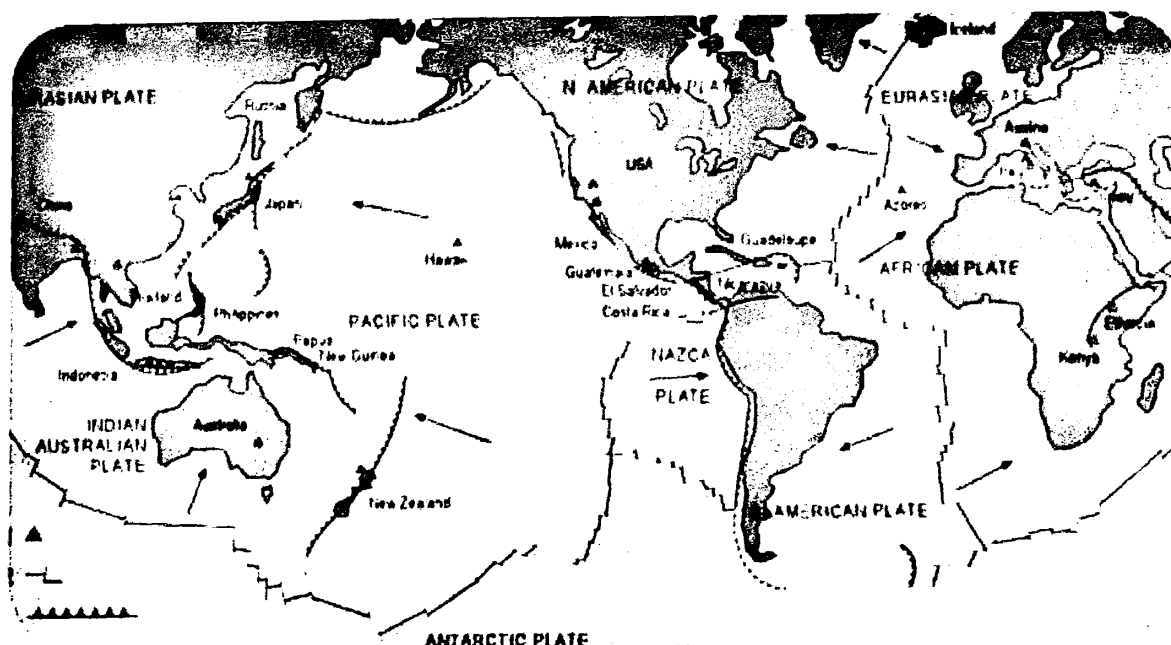
συνθηκών. Στην πραγματικότητα όμως, όπως πολύ συχνά συμβαίνει στην φύση, κάτι τέτοιο ουδέποτε επιτυγχάνεται πλήρως.



Εικόνα 17. Γεωθερμικές βαθμίδες

Η μέση γήινη ροή θερμότητας στις ηπείρους και στους ωκεανούς είναι 65 έως 101 MW/m αντίστοιχα. Αυτές οι τιμές, υπολογίζοντας την έκταση των περιοχών, δίνουν ένα παγκόσμιο μέσο όρο της τάξης των 87 MW/m². Οι τιμές αυτές προέκυψαν μετά από 24.774 μετρήσεις σε 20.201 θέσεις, οι οποίες καλύπτουν το 62 % περίπου της γήινης επιφάνειας. Υπάρχουν βέβαια και κάποιοι εμπειρικοί υπολογισμοί οι οποίοι αναφέρονται σε γεωλογικές χαρτογραφικές μονάδες και επιτρέπουν την εκτίμηση της θερμικής ροής χωρίς να προηγηθούν μετρήσεις.

Η θερμοκρασία αυξάνεται με το βάθος. Τα ηφαίστεια, οι θερμοπίδακες, οι θερμές πηγές και άλλοι θερμοί γεωλογικοί σχηματισμοί αποτελούν κατά μία έννοια την ορατή εκδήλωση της θερμότητας και άλλες μορφές του εσωτερικού της γης. Η θερμότητα αυτή όμως προκαλεί και την δημιουργία άλλων φαινομένων, τα οποία είναι λιγότερο διακριτά από τον άνθρωπο. Αυτά είναι τέτοιου μεγέθους όμως ώστε η ύπαρξή τους να οδηγεί στην παρομοίωση της γης με μια τεράστια «θερμική μηχανή». Τα φαινόμενα αυτά αναφέρονται συνοπτικά στην «θεωρία των τεκτονικών πλακών» (Εικόνα 18).



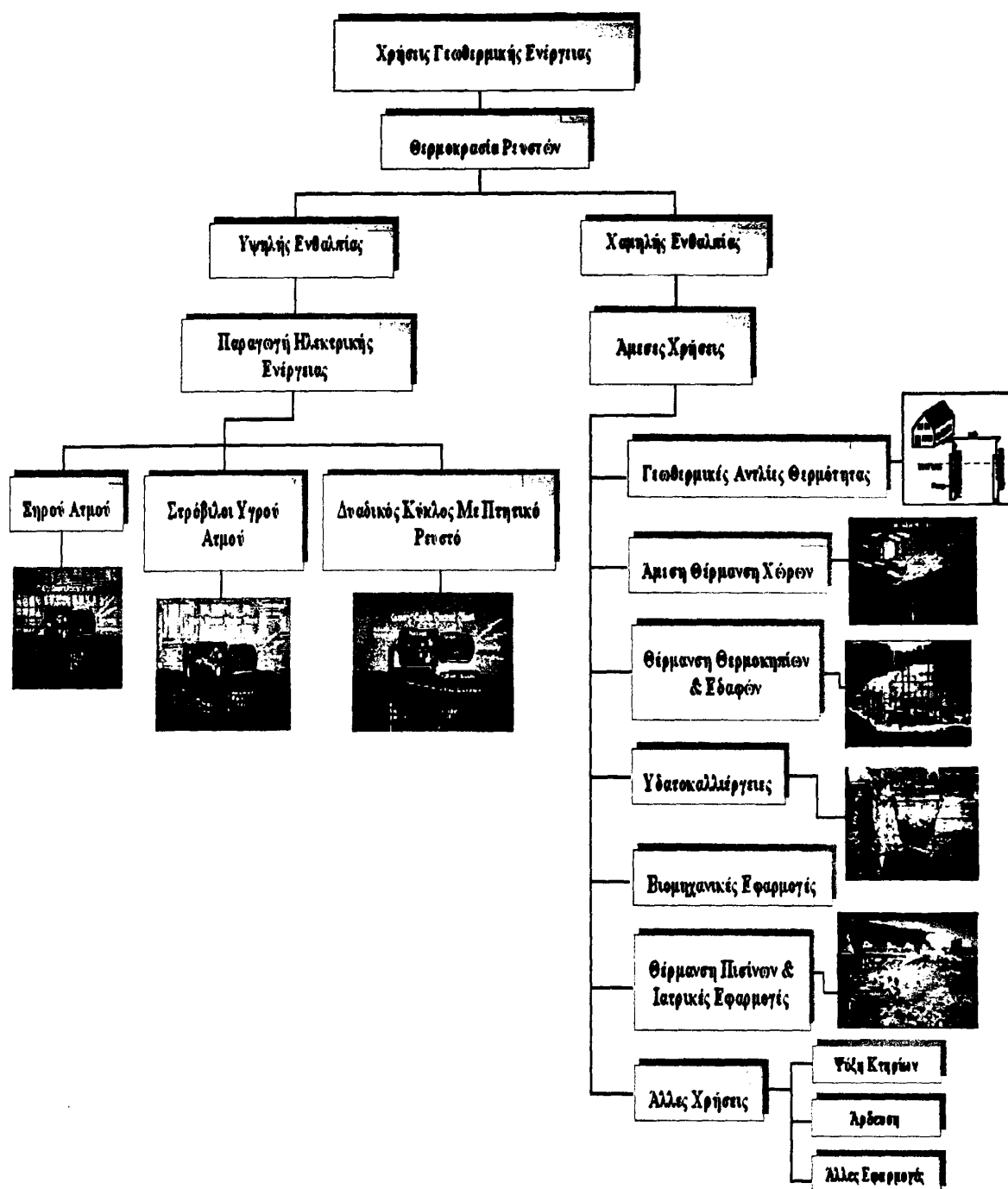
Εικόνα 18. Τεκτονικές πλάκες, μεσοωκεάνιες ράχες, ωκεάνιες τάφροι, ζώνες καταβυθίσεως και γεωθερμι πεδία. (Τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση κίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών προς τις ζών καταβυθίσεως).

1. Γεωθερμικά πεδία όπου παράγεται ηλεκτρική ενέργεια.
2. Μεσοωκεάνιες ράχες που τέμνονται από μεγάλα ρήγματα μετασχηματισμού.
3. Ζώνες καταβυθίσεως, όπου η βυθιζόμενη πλάκα κάμπτεται προς τα κάτω και λιώνει μέσα στη ασθενόσφαιρα.

4.4 Γεωθερμικά συστήματα

Η γη απορροφά περίπου το 50 % της ηλιακής ενέργειας και παραμένει σε μια θερμοκρασία από 10°C έως 21 °C. Η φιλοσοφία λειτουργίας ενός γεωθερμικού συστήματος βασίζεται στην σταθερή θερμοκρασία του εδάφους και του επιφανειακού ή υπογείου υδροφόρου ορίζοντος με αποτέλεσμα τον κλιματισμό της εγκαταστάσεως.

Το γεωθερμικό σύστημα αποτελείται από τρία κύρια μέρη. Αυτά είναι ο εναλλάκτης θερμότητας ύδατος (γεωεναλλάκτης), η αντλία της θερμότητας και το εσωτερικό σύστημα διανομής αυτής στο κτίριο (αεραγωγοί ή ενδοδαπέδια σώματα) (33). Ένα γεωθερμικό σύστημα, με τα παραπάνω χαρακτηριστικά αξιοποιεί αυτές τις σταθερές θερμοκρασίες για να δεσμεύσει την «ελεύθερη» ενέργεια. Στο σχήμα 10 αναφέρονται οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας ανάλογα με την θερμοκρασία των ρευστών.



Σχήμα 10: Χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας ανάλογα με την θερμοκρασία των ρευστών

4.5 Αρχή λειτουργίας ενός γεωθερμικού συστήματος

Καρδιά του συγκεκριμένου συστήματος είναι μια γεωθερμική αντλία θερμότητας. Αυτή δεν έχει μεγάλες διαφορές από τις γνωστές μικρές κλιματιστικές συσκευές ή εν μέρει από τα ηλεκτρικά ψυγεία). Αποτελείται από τέσσερα στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά είναι ο εξατμιστής, ο συμπιεστής, ο συμπυκνωτής και το στοιχείο εκτονώσεως.

Μια πλήρης εγκατάσταση αβαθούς γεωθερμίας αποτελείται εν γένει από τα εξής τμήματα:

α) από την γεωθερμική αντλία θερμότητας.

β) από τον γεωθερμικό εναλλάκτη: Αυτός είναι ένα κλειστό σύστημα σωληνώσεων από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας, με μεγάλη διάρκεια ζωής (1).

γ) Από την εσωτερική εγκατάσταση θερμάνσεως ή και δροσισμού της κατοικίας (του κτιρίου): Μπορεί να χρησιμοποιηθούν ενδοδαπέδιο σύστημα θερμάνσεως και δροσισμού ή σύστημα fan coils για θέρμανση και δροσισμό.

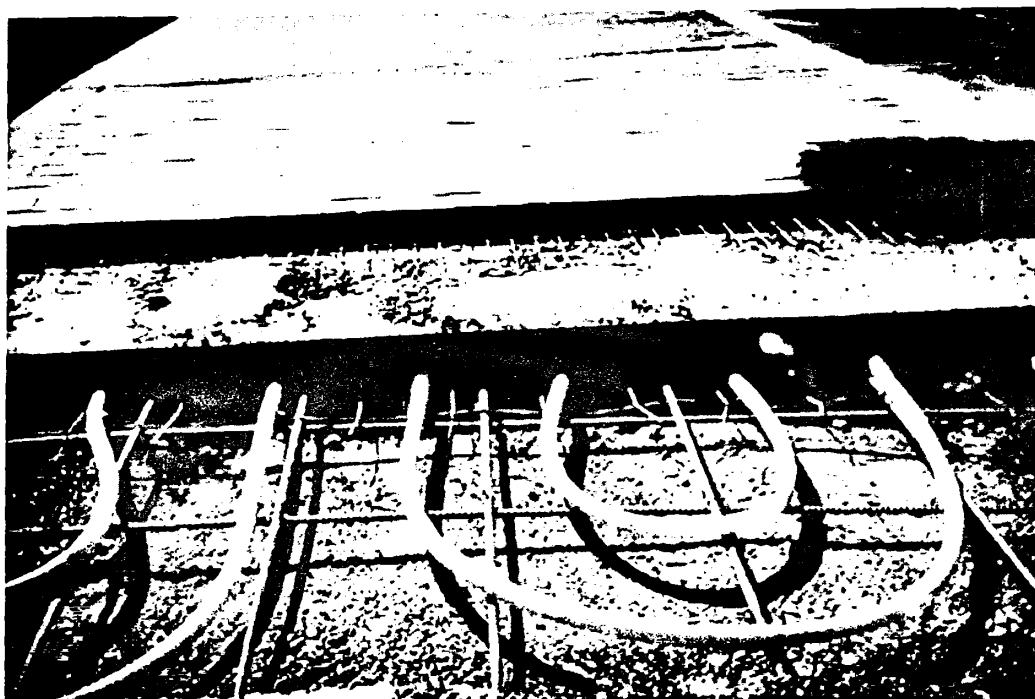
Αυτό το κλειστό, γεωθερμικό σύστημα εκμεταλλεύεται την θερμοκρασία του εδάφους (10-21 °C), χρησιμοποιώντας γεωτρητικό εξοπλισμό για ανόρυξη γεωτρήσεων, μικρής διαμέτρου, μέχρι βάθος 150μ και ειδικών γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (γεωεναλλακτών) ανεβάζοντας τη σε θερμοκρασία έως και 55 °C.

Ο γεωτρητικός εξοπλισμός αποτελείται από ένα δίκτυο θαμμένων σωλήνων πολυαιθυλενίου (Εικόνα 19). Οι σωλήνες συνδέονται με την αντλία θερμότητας όπου και ολοκληρώνεται το κύκλωμα στο οποίο κυκλοφορεί διάλυμα ύδατος με φιλικό, προς το περιβάλλον αντιψυκτικό. Στην ουσία αυτό είναι ένα διάλυμα, όπως το «παραφλού», το οποίο αποτελείται από 25 % γλυκόλη και 75 % ύδωρ. Αυτό είναι ένα κλειστό κύκλωμα το οποίο επανακυκλοφορεί υπό πίεση το διάλυμα που μεταφέρει την θερμότητα. Το κύκλωμα μπορεί να είναι οριζόντιο ή κατακόρυφο, ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης των σωλήνων.

Η επωφελούμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για διάφορους σκοπούς όπως για παράδειγμα θέρμανση χώρου, ετοιμασία ζεστού ύδατος, θέρμανση πισινών.

Για την εξυπηρέτηση των αναγκών της οικίας σε ζεστό ύδωρ υπάρχει το boiler, το οποίο λειτουργεί και μας παρέχει ζεστό ύδωρ και παράλληλα το «Spreicher» λειτουργεί ως αποθήκη ζεστού ύδατος σε περίπτωση υπάρξεως μόνο συμβατικών και όχι ενδοδαπέδιων σωμάτων. Επιπλέον αυτό έχει την δυνατότητα να ανεβάζει την θερμοκρασία του ύδατος έως και 60 °C.

Γεωθερμικό δυναμικό είναι το σύνολο των γηγενών φυσικών ατμών, των θερμών υδάτων, επιφανειακών ή υπογείων και της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών που υπερβαίνουν τους είκοσι πέντε βαθμούς Κελσίου (25 °C).



Εικόνα 19: Σωλήνες γεωθερμικού ύδατος μπορεί να τοποθετηθούν κάτω από πεζοδρόμια και αντιπαγετική προστασία κατά την διάρκεια του χειμώνα όπως σ' αυτό το πεζοδρόμιο Falls (Oregon, Η.Π.Α, Πηγή: Geothermal Education Office, www.geothermal.marin.org)

Γεωθερμικό πεδίο είναι ο ενιαίος μεταλλευτικός χώρος μέσα στον οποίο αυτοτελές γεωθερμικό δυναμικό. Προϊόν του γεωθερμικού πεδίου θεωρείται το αέθρμοενεργειακό του περιεχόμενο. Παραπροϊόντα θεωρούνται άλλα προϊόντα που παράγονται εκτός από το θερμοενεργειακό περιεχόμενο του πεδίου. Υποπροϊόν το γεωθερμικό ρευστό που απομένει ύστερα από την απόληψη των κατά τα προϊόντων και παραπροϊόντων.

Βεβαιωμένο γεωθερμικό πεδίο είναι το πεδίο του οποίου τα χαρακτηριστικά πιστοποιημένα με υψηλό βαθμό αξιοπιστίας με ερευνητικές εργασίες. Με απόφαση του Υπουργού Αναπτύξεως καθορίζονται τα χαρακτηριστικά και ο βαθμός αξιοπιστίας εκτιμήσεων προκειμένου ένα γεωθερμικό πεδίο να χαρακτηριστεί βεβαιωμένο.

Πιθανό γεωθερμικό πεδίο είναι το πεδίο του οποίου τα χαρακτηριστικά εκτιμούνται προκαταρκτικά ερευνητικά έργα. Με την υπουργική απόφαση της προπαρασκευαστικής καθορίζονται τα χαρακτηριστικά και ο βαθμός αξιοπιστίας των εκτιμήσεων προκειμένου ένα γεωθερμικό πεδίο να χαρακτηριστεί πιθανό.



Διαχείριση του γεωθερμικού πεδίου είναι το σύνολο των δραστηριοτήτων οι οποίες αποσκοπούν στην παραγωγική εξόρυξη του γεωθερμικού ρευστού, στην ορθολογική αξιοποίηση του προϊόντος και των παραπροϊόντων, στην διανομή και στην ελεύθερη διάθεση του σε τρίτους για κάθε είδους εφαρμογές και στην περιβαλλοντικά συμβατή διάθεση των υποπροϊόντων.

4.6 Γεωθερμική αντλία θερμότητας

Η γεωθερμική αντλία θερμότητας πρακτικά δεν είναι τίποτε άλλο από μια μηχανή η οποία μπορεί να μεταφέρει την θερμότητα από τον ψυχρό χώρο στον θερμό ή στην γλώσσα των μηχανικών, από τη «θερμή δεξαμενή» στην «ψυχρή δεξαμενή». Ακριβώς την ίδια δουλειά εκτελεί το οικιακό ψυγείο και το κλιματιστικό μηχανήμα το οποίο συναντάται στις οικίες και στα γραφεία. Η διαφορά την οποία έχει το ψυγείο με το κλιματιστικό είναι το ότι στο δεύτερο μπορεί να ορισθεί από τον χρήστη η θερμή και η ψυχρή δεξαμενή. Το καλοκαίρι ορίζεται ως θερμή δεξαμενή το περιβάλλον και ψυχρή ο εσωτερικός χώρος (επιλέγοντας λειτουργία δροσισμού) και το μηχανήμα αποβάλλει στο περιβάλλον την θερμότητα του σπιτιού. Τον χειμώνα ορίζεται θερμή δεξαμενή τον εσωτερικό χώρο και ψυχρή το περιβάλλον (επιλέγοντας λειτουργία θέρμανσεως) και το μηχανήμα αποβάλλει την θερμότητα η οποία υπάρχει.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας συνδυάζονται, όπως προαναφέρθηκε, με σύστημα θέρμανσεως - κλιματισμού του κτιρίου χαμηλής θερμοκρασίας, δηλαδή είτε με ενδοδαπέδιο είτε με αερόθερμα (fan coil) είτε με παροχή αέρος μέσω αεραγωγών, κ.λ.π. Παράλληλα δύναται να παρέχουν ζεστό ύδωρ για χρήση ανά πάσα στιγμή (χειμώνα-καλοκαίρι, ημέρα-νύκτα). Επειδή η θερμοκρασία του εδάφους σε μερικά μέτρα βάθος παραμένει σχεδόν σταθερή καθ'όλη την διάρκεια του έτους (στην Κεντρική Ελλάδα 14-16 °C), ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες, τα ανωτέρω γεωθερμικά συστήματα θέρμανσεως-κλιματισμού καταναλώνουν 40-60 % λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα κλιματιστικά τελευταίας τεχνολογίας. Αποτέλεσμα είναι να παρέχουν αποδοτική θέρμανση, κλιματισμό και ζεστό νερό με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον.

Μια γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι πολύ πιο αποδοτική από ένα συμβατικό σύστημα δροσισμού και θέρμανσεως. Για 100 μονάδες ωφέλιμης θερμικής ενέργειας καταναλώνονται μόνο 25 μονάδες ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ οι υπόλοιπες 75 παίρνονται δωρεάν από την γη.

4.7 Λειτουργία θερμαινόμενης αντλίας

Συνοπτική λειτουργία θερμαινόμενης αντλίας:

- α. Αντιψυκτικό υγρό κυκλοφορεί σε ένα σωλήνα συλλέκτη και παίρνει την θερμότητα (ενέργεια) από το έδαφος ή τον αέρα.
- β. Στην αντλία θερμότητας υπάρχει ένας εναλλάκτης: Αυτός λέγεται αεριοποιητής (32). Εκεί μεταφέρεται η ενέργεια (θερμότητα) από το αντιψυκτικό υγρό στο ψυκτικό υγρό το οποίο έχει χαμηλό σημείο ζέσεως. Στην συνέχεια αυτό εξαερώνεται και κυκλοφορεί σε ένα κλειστό κύκλωμα.
- γ. Στον συμπιεστή αυξάνεται η πίεση του ψυκτικού υγρού: Αυτή αυξάνει την θερμοκρασία στο χρησιμοποιούμενο επίπεδο.
- δ. Από τον υγροποιητή: Από εκεί μεταφέρεται η θερμότητα στο σύστημα θερμάνσεως της οικίας.
- ε. Αυτό το ξεχωριστό ψυγείο: Αυτό λειτουργεί σαν ξεχωριστός εναλλάκτης. Απορροφά και τα τελευταία ψήγματα θερμότητας και το ψυκτικό υγρό επανέρχεται στην αρχική του σύσταση (υγρά).
- στ. Στην βαλβίδα εκτονώσεως: Εδώ γίνεται αποσυμπίεση και έτσι πέφτει η πίεση.
- ζ. Το ψυκτικό υγρό μεταφέρεται πάλι στον αεριοποιητή και η διαδικασία επαναλαμβάνεται.

Στην Ελλάδα μέχρι σήμερα, λόγω του κλίματος και της γεωγραφικής της θέσης, έχουν γίνει λίγες προσπάθειες μελέτης και εφαρμογής της εκμεταλλεύσεως της αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας. Αυτές είναι κυρίως σε σχέση με τις αντλίες θερμότητας, κάτι που επιβεβαιώνεται από το ύψος της εγκατεστημένης ισχύος (4 MW_{th}).

Στην χώρα μας, λόγω του κλίματος και της γεωγραφικής της θέσης η ποσότητα ηλιακής ενέργειας η οποία αποθηκεύεται στο υπέδαφός της είναι αρκετά μεγαλύτερη απ' ό τι στις χώρες της Κεντρικής και της Βόρειας Ευρώπης. Επίσης η έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα, η οποία συνεχίζεται στον Ελλαδικό χώρο μέχρι και σήμερα, έχει ως συνέπεια να παρουσιάζεται σε πολλές περιοχές ελαφρά έως αρκετά αυξημένη γεωθερμική βαθμίδα (42). Έτσι οι θερμοκρασίες $15\text{-}20^\circ\text{C}$ του υπεδάφους σε βάθη μέχρι 150 m αποτελούν τον κανόνα, ενώ συχνά παρατηρούνται και θερμοκρασίες μέχρι 25°C . Οι τιμές αυτές είναι πολύ πιο ευνοϊκές για την απόδοση των γεωθερμικών μονάδων. Συνεπώς δίνουν την δυνατότητα

εκμεταλλεύσεως μεγαλύτερων ποσοτήτων θερμικής ενέργειας από το υπέδαφος των κτιρίων μας χωρίς τον κίνδυνο ψύξεως του εδάφους από την λειτουργία των μονάδων αυτών, κίνδυνος ο οποίος υπάρχει στις βορειότερες χώρες.

4.8 Ανάγκες που εξυπηρετεί η γεωθερμία

Το εσωτερικό της γης βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία όπως προκύπτει από τα ηφαίστεια, τις θερμές πηγές και από μετρήσεις σε γεωτρήσεις. Αυτή υπερβαίνει τους 5000 °C στον πυρήνα. Η θερμότητα αυτή η οποία περιέχεται στο εσωτερικό της γης αποτελεί την γεωθερμική ενέργεια (εκείνο το τμήμα της γήινης θερμότητας το οποίο μπορεί να ανακτηθεί και να αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο) και είναι τόσο μεγάλη ώστε μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ανεξάντλητη μορφή ενέργειας για τα ανθρώπινα μέτρα.

Γεωθερμία (γεωθερμικό δυναμικό) ονομάζεται η αποθηκευμένη ενέργεια υδρολογικών και γεωλογικών σχηματισμών του φλοιού της γης σε μορφή θερμότητας, όταν η θερμοκρασία του σχηματισμού υπερβαίνει τους 25 °C. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού (θερμό ύδωρ ή και ατμός, θερμός αέρας) ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25–350 °C.

Δυνατότητα εκμεταλλεύσεως ενέργειας γεωλογικού ή υδρολογικού σχηματισμού υπάρχει και όταν η θερμοκρασία είτε του προϊόντος είτε του σχηματισμού είναι μικρότερη από 25 °C. Στις περιπτώσεις αυτές το βάθος εκμεταλλεύσεως συνήθως δεν υπερβαίνει τα 150 m από την επιφάνεια του εδάφους. Για τον λόγο αυτό χαρακτηρίζεται από τους επιστήμονες ως αβαθής γεωθερμία. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο μορφές έγκειται στο γεγονός ότι η αβαθής γεωθερμική ενέργεια προέρχεται κυρίως από την αποθήκευση της προσπιπτούσης ηλιακής ακτινοβολίας στην γήινη επιφάνεια, ενώ η καθαυτού γεωθερμική ενέργεια ως προϊόν γεωθερμικού δυναμικού οφείλεται στη μεταφορά θερμότητας από το μάγμα του πυρήνα της γης στα ανώτερα στρώματα του εδάφους. Αν και η γεωθερμία παρουσιάζει μεγαλύτερη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας ανά μονάδα μάζας του γεωθερμικού προϊόντος, η αβαθής γεωθερμία πλεονεκτεί στο ότι ευρίσκεται διαθέσιμη και εκμεταλλεύσιμη παντού, είναι αρκετά εύκολη στην αξιοποίησή της και μπορεί να συνδυασθεί και με άλλες ΑΠΕ όπως την ηλιακή.

Όσον αφορά την θερμική ενέργεια η οποία προέρχεται από το εσωτερικό της γης στόχος είναι η εκμετάλλευση της ενέργειας από το εσωτερικό αυτής, δηλαδή, η εκμετάλλευση της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των υδάτων, επιφανειακών ή υπογείων. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας η οποία επιτυγχάνει

μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή δροσισμού, θερμάνσεως και ζεστού ύδατος χρήσεως για οικιακές χρήσεις, αλλά και μια σειρά εφαρμογών ευρύτερης κλίμακος.

Η γεωθερμία αποτελεί μια καινοτομία εξελίξεως στον τομέα της θερμάνσεως και του δροσισμού. Η χρήση της ενδείκνυται για όλους τους χώρους στους οποίους απαιτείται η ύπαρξη θερμάνσεως και δροσισμού (οικιακούς χώρους, ξενοδοχειακές επιχειρήσεις, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, κτηνοτροφικές μονάδες, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες) και στις οποίες απαιτείται η ύπαρξη θερμάνσεως και δροσιάς.

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα γεωθερμικά ρευστά (5) έχουν υψηλή θερμοκρασία (επάνω από 150 °C) η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για την θέρμανση κατοικιών και άλλων κτιρίων ή κτιριακών εγκαταστάσεων, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών κ.λ.π.

Οι άμεσες χρήσεις της θερμότητας των γεωθερμικών ρευστών για θέρμανση είναι οι παλαιότερες, οι πιο πολύπλευρες και οι πλέον συνηθισμένες μορφές αξιοποιήσεως της γεωθερμικής ενέργειας (35). Η λουτροθεραπεία, η θέρμανση χώρων και η τηλεθέρμανση, οι αγροτικές εφαρμογές, οι υδατοκαλλιέργειες και κάποιες βιομηχανικές χρήσεις είναι οι πιο γνωστές μορφές χρήσεις. Οι αντλίες θερμότητας όμως αποτελούν την πιο διαδεδομένη μορφή αξιοποιήσεως (12,5 % της συνολικής χρήσεως της γεωθερμικής ενέργειας κατά το έτος 2000). Υπάρχουν φυσικά και κάποιοι άλλοι μικρότερης κλίμακος τρόποι εκμεταλλεύσεως της γεωθερμίας οι οποίοι όμως δεν είναι τόσο συνηθισμένοι.

Ο γεωθερμικός κλιματισμός (θέρμανση και δροσισμός) χώρων άρχισε να αναπτύσσεται σημαντικά, από την δεκαετία του 1980, ακολουθώντας την εμφάνιση και την ευρεία διάδοση των αντλιών θερμότητας. Οι πολλοί διαθέσιμοι τύποι αντλιών θερμότητας επιτρέπουν την απόληψη και χρήση με οικονομικό τρόπο του θερμικού περιεχομένου των σωμάτων χαμηλής θερμοκρασίας όπως είναι το έδαφος ή οι ρηχοί υδροφόροι, τεχνητές ή φυσικές συγκεντρώσεις ύδατος, κ.λ.π.

4.9 Αγροτικές εφαρμογές

Οι αγροτικές εφαρμογές της γεωθερμίας συνίστανται κυρίως στις ανοικτές καλλιέργειες και στην θέρμανση θερμοκηπίων. Το θερμό νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις ανοικτές καλλιέργειες για την άρδυσή τους, καθώς και για την θέρμανση του εδάφους. Το

μεγαλύτερο μειονέκτημα της αρδεύσεως με χλιαρό ύδωρ εντοπίζεται στο γεγονός ότι, για να επιτευχθεί κάποια αξιολογής μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους, θα πρέπει οι μεγάλες ποσότητες ύδατος να έχουν θερμοκρασία τόσο χαμηλή ώστε να μην προκαλούν ζημιές στις αρδευόμενες καλλιέργειες. Το πρόβλημα αυτό θα μπορούσε να λυθεί με την χρήση υπεδαφίων αρδευτικών συστημάτων σε συνδυασμό με ένα υπόγειο σύστημα σωληνώσεως, το οποίο θα λειτουργεί ως το μέσο θερμάνσεως του εδάφους. Η βέλτιστη λύση φαίνεται λοιπόν ότι θα ήταν ο συνδυασμός θερμάνσεως εδάφους και αρδεύσεως.

Η πιο συνηθισμένη γεωθερμική εφαρμογή στον αγροτικό τομέα είναι η θέρμανση θερμοκηπίων. Αυτή έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα σε πολλές χώρες. Η εκτός εποχής καλλιέργεια λαχανοκομικών, οπωροκηπευτικών και ανθοκομικών προϊόντων ή η ανάπτυξή τους σε περιοχές με μη ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες μπορεί σήμερα να βασισθεί σε μια ευρέως εφαρμοσμένη τεχνολογία. Υπάρχουν ποικίλες λύσεις για την επίτευξη των βελτίστων συνθηκών αναπτύξεως των φυτών. Οι λύσεις αυτές βασίζονται στην χρήση της καλύτερης θερμοκρασίας για το κάθε είδος, στην σωστή ένταση του φωτός, στην ιδανική συγκέντρωση CO₂ μέσα στο θερμοκήπιο, στην κατάλληλη υγρασία του εδάφους και του αέρος και στην κίνηση του αέρος μέσα στα θερμοκήπια. Η χρήση των γεωθερμικών ρευστών για την θέρμανση ενός θερμοκηπίου μειώνει σημαντικά τα λειτουργικά του έξοδα, τα οποία σε κάποιες περιπτώσεις φθάνουν το 35 % του κόστους παραγωγής (οπωροκηπευτικά, άνθη, διακοσμητικά φυτά και δενδρύλια).

Η εκτροφή κτηνοτροφικών ειδών και οι υδρόβιοι οργανισμοί, όπως ακριβώς και τα φυτά, επωφελούνται σημαντικά από τις άριστες συνθήκες της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χώρου τόσο ως προς την ποιότητα όσο και ως προς την ποσότητα παραγωγής τους.

Σε πολλές περιπτώσεις τα γεωθερμικά ύδατα θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ακόμη επικερδέστερα μέσα από την συνδυασμένη χρήση τους σε κτηνοτροφικές μονάδες και γεωθερμικά θερμοκήπια. Η ενέργεια η οποία χρειάζεται για την θέρμανση μιας μονάδος εκτροφής ζώων είναι περίπου το 50 % αυτής που απαιτείται για ένα θερμοκήπιο ίδιας επιφάνειας, οπότε η κλιμακωτή χρήση των γεωθερμικών ρευστών θεωρείται ενδεδειγμένη.

Η εκτροφή ζώων σε ένα περιβάλλον ελεγχόμενης θερμοκρασίας συνεισφέρει στην βελτίωση της υγείας τους. Η χρήση των θερμών ρευστών θα μπορούσε να επεκταθεί στον καθαρισμό και την εξυγίανση των χώρων τους, αλλά και στην ξήρανση των αποβλήτων τους.

4.10 Υδατοκαλλιέργειες

Οι υδατοκαλλιέργειες, οι οποίες στην ουσία αποτελούν την ελεγχόμενη εκτροφή υδρο οργανισμών, αποκτούν σήμερα ολοένα και μεγαλύτερη σπουδαιότητα σε παγκόσμιο επίπεδο λόγω της αυξημένης ζήτησεως των ιχθυοκομικών προϊόντων στην αγορά. Ο έλεγχος θερμοκρασίας εκτροφής των ειδών αυτών είναι πολύ πιο σημαντικός σε σχέση με τα είδη οποία αναπτύσσονται στην ξηρά (θηλαστικά και πτηνά). Διατηρώντας με τεχνητά μέσα θερμοκρασία σε βέλτιστα επίπεδα καθίσταται δυνατή και η εκτροφή εξωτικών ειδών βελτίωση της παραγωγής ή ακόμη και ο διπλασιασμός του αναπαραγωγικού κύκλου μερικά είδη.

Τα είδη τα οποία κατά παράδοση εκτρέφονται σε τέτοιες μονάδες είναι ο κυπρίνος γατόψαρο, τα λαβράκια, οι κέφαλοι, τα χέλια, οι σολωμοί, οι μουρούνες, οι γαρίδες, αστακοί, οι καραβίδες, οι κάβουρες, τα στρείδια, τα μύδια, τα χτένια κ.λ.π.

Οι θερμοκρασίες οι οποίες απαιτούνται για τα υδρόβια είδη κυμαίνονται κατά β μεταξύ 20 °C και -30 °C. Το μέγεθος των εγκαταστάσεων εξαρτάται από την αρχική θερμοκρασία των ρευστών, από την θερμοκρασία η οποία απαιτείται στις δεξαμενές εκτροφής και από τις θερμικές απώλειες των τελευταίων.



Εικόνα 20. Υδατοκαλλιέργειες στον Αμβρακικό κόλπο

Η καλλιέργεια της σπιρουλίνας θεωρείται επίσης μια μορφή υδατοκαλλιέργειας. Αυτό μονοκυτταρικό, σπειροειδές και γαλάζιο-πράσινο φύκος, συχνά αποκαλείται, λόγω της υψηλής διατροφικής του αξίας «υπερ-τροφή». Επίσης έχει προταθεί ως λύση στο πρόβλημα



της ασιτίας στις πτωχότερες περιοχές του πλανήτη, όμως για την ώρα χαρακτηρίζεται στο εμπόριο απλά ως «συμπλήρωμα διατροφής».

Η σπιρουλίνα καλλιεργείται σήμερα, σε αρκετές τροπικές και υποτροπικές χώρες, σε λίμνες ή τεχνητές δεξαμενές στις οποίες επικρατούν ιδανικές συνθήκες για την γρήγορη ανάπτυξή της (μέσα σε ένα ζεστό, αλκαλικό περιβάλλον και πλούσιο σε CO_2). Αλλά και σε αρκετές χώρες των ευκρατών ζωνών η γεωθερμική ενέργεια έχει ήδη αξιοποιηθεί επιτυχώς σε τέτοιες υδατοκαλλιέργειες για την ανάπτυξη της *spirulina* σε ετήσια βάση, παρέχοντας την απαραίτητη θερμότητα, αλλά και το CO_2 .

Τα γεωθερμικά ρευστά σε ολόκληρο το θερμοκρασιακό τους εύρος, είτε πρόκειται για ατμό είτε για ύδωρ, μπορεί να αξιοποιηθούν και σε βιομηχανικές εφαρμογές. Οι διάφορες δυνατές μορφές αξιοποίησεως περιλαμβάνουν θέρμανση κατά την διεργασία, εξάτμιση, ξήρανση, απόσταξη, αποστείρωση, πλύσιμο, λιώσιμο πάγων και ανάκτηση αλάτων.

Η χρήση της γεωθερμικής θερμότητας κατά την βιομηχανική επεξεργασία διαφόρων προϊόντων εφαρμόζεται σε δεκαεννέα χώρες στις οποίες οι εγκαταστάσεις είναι γενικά πολύ μεγάλες και η κατανάλωση ενέργειας υψηλή.

Αλλα συγκεκριμένα παραδείγματα βιομηχανικών εφαρμογών είναι η εμφιάλωση ύδατος και ανθρακούχων ποτών, η παραγωγή χαρτιού και τμημάτων αυτοκινήτων, η ανάκτηση ελαίου, η παστερίωση γάλακτος, η χρήση στην βυρσοδεψία, η χημική ανάκτηση προϊόντων, η παραγωγή με διαχωρισμό του CO_2 , η χρήση σε πλυντήρια, η ξήρανση γης διατόμων, η επεξεργασία πολτού και χαρτιού και η παραγωγή βορικών αλάτων και βορικού οξέος.

Υπάρχουν επίσης εφαρμογές για χρήση των γεωθερμικών ρευστών χαμηλής θερμοκρασίας για λιώσιμο πάγου και για αντιπαγετική προστασία πεζοδρομίων, οδών και πλατειών, καθώς επίσης και ως σχέδια για τη διάλυση της ομίχλης σε κάποια αεροδρόμια.

Στην Ιαπωνία λειτουργεί μια μικρή βιομηχανία η οποία χρησιμοποιεί τις λευκαντικές ιδιότητες του υδροθείου (H_2S) των γεωθερμικών υδάτων για την παραγωγή πρωτοποριακών και εξαιρετικής ποιότητας υφασμάτων για γυναικεία ρούχα.

Στην ίδια χώρα εφαρμόζεται, σε πειραματικό στάδιο μια τεχνική για την βιοτεχνική-βιομηχανική παρασκευή ενός ελαφρού «γεωθερμικού ξύλου» το οποίο θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλο για ειδικές κατασκευές. Κατά την επεξεργασία του κανονικού ξύλου, με το ύδωρ μιας γεωθερμικής πηγής, τα πολυσακχαρίδιά του υφίστανται υδρόλυση οπότε το υλικό γίνεται πιο πορώδες και συνεπώς ελαφρύτερο.

4.11 Πλεονεκτήματα γεωθερμικών συστημάτων

Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας παγκοσμίως αφορά στην θέρμανση θερμοκηπίων. Χρησιμοποιείται ακόμη στις υδατοκαλλιέργειες στις οποίες εκτρέφονται υδρόβιοι οργανισμοί, αλλά και για τηλεθέρμανση ή και για θέρμανση συνόλου κτιρίων, οικισμών, χωριών ή και πόλεων.

Σήμερα στην Ελλάδα η εκμετάλλευση της γεωθερμίας γίνεται αποκλειστικά για χρήση σε θερμικές εφαρμογές. Αυτές είναι εξίσου σημαντικές με την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Επιπλέον στην χώρα μας λόγω του πλούσιου σε γεωθερμική ενέργεια υπεδάφους της, κυρίως κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου του Νοτίου Αιγαίου (Μήλος, Νίσυρος, Σαντορίνη), θα μπορούσε να έχει αυτή ευρεία εφαρμογή για την θερμική αφαλάτωση του θαλασσίου ύδατος και την λήψη ποσίμου, κυρίως στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές. Μία τέτοια εφαρμογή θα είχε χαμηλότερο κόστος από εκείνο το οποίο απαιτείται για τον εφοδιασμό των περιοχών αυτών με πόσιμο ύδωρ μέσω υδροφόρων πλοίων.

Τα γεωθερμικά συστήματα, όπως για παράδειγμα το γεωθερμικό σύστημα κλιματισμού, έχουν μια σειρά πλεονεκτημάτων. Αυτά είναι τα εξής:

α. Εξοικονόμηση κόστους: Τα γεωθερμικά συστήματα μπορεί όχι μόνο να μειώσουν το κόστος θερμάνσεως έως και 70 % και το κόστος ψύξεως έως και 50 %, αλλά και να παρέχουν ζεστό ύδωρ προς χρήση για τις ανάγκες της κατοικίας.

β. Προστασία του περιβάλλοντος: Τα γεωθερμικά συστήματα μπορεί να εκμεταλλευθούν στο έπακρο και να πολλαπλασιάσουν την αποτελεσματικότητα άλλων ΑΠΕ, αλλά και από μόνα τους είναι περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον από τα συμβατικά συστήματα προς το περιβάλλον καθώς μειώνουν τις εκπομπές αέριων ρύπων και τα συνεπακόλουθα προβλήματά τους.

γ. Αξιοποίηση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής: Τα γεωθερμικά συστήματα διαρκούν περισσότερο, από τα συμβατικά, καθώς αποτελούν «κλειστά» συστήματα όπως το ηλεκτρικό ψυγείο. Αυτά τα συστήματα εγκαθίστανται μέσα στα κτίρια ή στον υπόγειο χώρο τους.

δ. Μειωμένο κόστος συντηρήσεως και ανταλλακτικών. Τα γεωθερμικά συστήματα δεν παρουσιάζουν βλάβες μετά από παρατεταμένη χρήση όπως ορισμένα συμβατικά συστήματα. Έχοντας ένα παρόμοιο τρόπο κατασκευής με αυτό των ηλεκτρικών ψυγείων, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας έχουν πολύ λίγα κινούμενα εξαρτήματα τα οποία θα μπορούσαν να χαλάσουν.

ε. Ο γεωθερμικοί εναλλάκτες είναι κατασκευασμένοι από πιστοποιημένους πλαστικούς σωλήνες και μπορεί να λειτουργούν αποδοτικά πενήντα χρόνια μετά την εγκατάσταση τους.

στ Μείωση θορύβων: Εκτός από μια απαλή δροσιά το καλοκαίρι και μια γλυκιά ζέστη το χειμώνα τα γεωθερμικά συστήματα δεν αφήνουν κανένα άλλο ίχνος της παρουσίας τους. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας δεν χρειάζονται εκτεθειμένα θορυβώδη μηχανήματα τα οποία ενοχλούν τους ένοικους ή τους γείτονες. Χωρίς ηχητική υπενθύμιση κάποιος ίσως να ξεχνά ότι έχει ένα γεωθερμικό σύστημα.

ζ. Εξοικονόμηση χρημάτων: Σε μεγάλες εγκαταστάσεις μπορούν να εξοικονομηθούν χρήματα καθώς είναι εφικτή η μεταφορά θερμότητας από ζώνες του κτιρίου οι οποίες είναι πιο ζεστές προς άλλες ψυχρότερες για τις ανάγκες θερμάνσεως έως τον χειμώνα και το αντίστροφο το καλοκαίρι.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας αξιοποιούν την θερμότητα της γης προκειμένου να επιτύχουν ενεργειακά αποδοτική θέρμανση και ψύξη ενός κτιρίου. Κατά την διάρκεια του χειμώνα αφαιρούν θερμότητα από το έδαφος αποδίδοντάς την στο σύστημα θερμάνσεως του κτιρίου, ενώ το καλοκαίρι αφαιρούν θερμότητα από το κτίριο αποδίδοντάς την στο έδαφος. Η αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού του εδάφους, γίνεται με συνδυασμό υδρόψυκτων αντλιών θερμότητας και εναλλάκτη θερμότητας εδάφους.

Επειδή η θερμοκρασία του εδάφους σε μερικά μέτρα βάθος παραμένει σταθερή (ή σχεδόν σταθερή) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους ($15-17^{\circ}\text{C}$), ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες, τα γεωθερμικά συστήματα θερμάνσεως-ψύξεως τα οποία συμπεριλαμβάνουν και τις αντλίες θερμότητας καταναλώνουν μέχρι και 30 % λιγότερη ενέργεια από τα κλιματιστικά τελευταίας τεχνολογίας. Το αποτέλεσμα είναι να παρέχουν αποδοτική θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό στα κτίρια, με τρόπο απόλυτα φιλικό προς το περιβάλλον.

4.12 Μύθοι και πραγματικότητα

Η γεωθερμική ενέργεια ευρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και δεν είναι ευρύτερα διαδομένη.

Σήμερα το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της Ισλανδίας θερμαίνονται με γεωθερμικά ρευστά, ενώ υπάρχει πλήθος άλλων εφαρμογών. Ο αριθμός των χωρών οι οποίες έχουν εμπλακεί στην γεωθερμική ενέργεια με εκμετάλλευση της θερμότητας ξεπερνά τις 60. Στην Ευρώπη 6 χώρες (Ιταλία, Ισλανδία, Γαλλία, Πορτογαλία, Αυστρία, Γερμανία) με ηλεκτροπαραγωγή από την γεωθερμία έχουν εγκατεστημένη ισχύ 1.045 MW, ενώ σε 32

χώρες υπάρχουν εφαρμογές αμέσων χρήσεων. Στην Ελλάδα, παρά το πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό δεν υπάρχει καμία εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγής (0 MW), ενώ η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε άμεσες χρήσεις είναι μόλις 88 MW συμπεριλαμβανομένων και των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, οι οποίες έχουν εγκατεστημένη ισχύ 14 MW (15).

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που προέρχεται από την θερμότητα του εσωτερικού της γης. Αυτή η θερμότητα της γης είναι βασικά απεριόριστη. Σύμφωνα με την σημερινή επιστημονική γνώση, το εσωτερικό της γης είναι πάρα πολύ ζεστό (1.000-3.000 °C στον μανδύα και > 4.000 °C στον πυρήνα) και θα συνεχίσει να είναι και στο μέλλον. Ο ρυθμός και η δυνατότητα ενεργειακής επαναφόρτισης ενός γεωθερμικού συστήματος αποτελεί το κρίσιμο κριτήριο στην ταξινόμηση ενός πόρου ως ανανεώσιμου ή όχι.

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται καθαρή μορφή ενέργειας, ιδιαίτερα όταν συγκρίνεται με τις συμβατικές μορφές ενέργειας και υπάρχουν αμελητέες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευσή της.

Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα περιβαλλοντικά οφέλη από την αξιοποίηση της γεωθερμίας επειδή αυτή υπολείπεται σημαντικά ως προς την χρήση της από τις άλλες ΑΠΕ.

Η προς χρήση γεωθερμική ενέργεια, σε οποιαδήποτε μορφή, παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Συγκρινόμενη με τις άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η γεωθερμία είναι το ίδιο επωφελής και διαθέσιμη 365 μέρες τον χρόνο.

Έχει σπάνιες ή πολύ μικρές εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα κ.ά.

Οι φυσικές γεωθερμικές εκδηλώσεις χρησιμοποιούνται κατά την γεωθερμική αξιοποίηση και συνεπώς υπάρχει επέμβαση σε φυσικό περιβάλλον.

Οι φυσικές γεωθερμικές εκδηλώσεις όπως πηγές, θερμοπίδακες και διάφορες άλλες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την αναγνώριση και την συστηματική έρευνα περιοχών γεωθερμικού ενδιαφέροντος. Συνήθως όμως αυτές δεν αξιοποιούνται ενεργειακά παρά μόνο για ιαματικούς και θεραπευτικούς σκοπούς. Στην περίπτωση αυτήν η ανάδειξη του χώρου των πηγών με την κατασκευή καταλλήλων έργων υποδομής μπορεί να αναβαθμίσει την περιοχή, με σεβασμό πάντα στη φυσιογνωμία και στα φυσικά χαρακτηριστικά της. Για ενεργειακή χρήση συνήθως κατασκευάζονται παραγωγικές γεωτρήσεις.

Αυτές φέρνουν στην επιφάνεια τα γεωθερμικά ρευστά για αξιοποίηση και εκμεταλλεύσεώς τους σε πολλαπλές χρήσεις.

4.13 Η γεωθερμία στην Ελλάδα

Ο ελλαδικός χώρος, λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500 μ.). Σε μερικές περιπτώσεις τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι πολύ μικρά κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική, από οικονομική άποψη, την γεωθερμική εκμετάλλευση.

Η αυξημένη ροή θερμότητας, λόγω της έντονης τεκτονικής και μαγματικής δραστηριότητας, δημιουργεί εκτεταμένες θερμικές ανωμαλίες με μέγιστες τιμές γεωθερμικής βαθμίδος οι οποίες πολλές φορές ξεπερνούν τους 100 °C/km. Σε κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες, η ενέργεια αυτή θερμαίνει «ρηχούς» υπόγειους ταμιευτήρες ρευστών σε θερμοκρασίες μέχρι 100 °C.

Τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας είναι διάσπαρτα στην νησιωτική και στην ηπειρωτική Ελλάδα. Η συμβολή τους στο ενεργειακό ισοζύγιο μπορεί να γίνει σημαντική επειδή αποτελούν ενεργειακό πόρο φιλικό προς το περιβάλλον, κοινωνικά αποδεκτό και παρουσιάζουν σημαντικό οικονομικό και αναπτυξιακό ενδιαφέρον.

Η έρευνα για την αναζήτηση γεωθερμικής ενέργειας άρχισε ουσιαστικά το 1971 με βασικό φορέα το ΙΓΜΕ και μέχρι το 1979 (πριν από την δεύτερη ενεργειακή κρίση) αφορούσε μόνο τις περιοχές υψηλής ενθαλπίας. Κατά την εξέλιξη των εργασιών η ΔΕΗ, σαν άμεσα ενδιαφερόμενη για την ηλεκτροπαραγωγή, ανέλαβε τις παραγωγικές γεωτρήσεις υψηλής ενθαλπίας και την ανάπτυξη των πεδίων χρηματοδοτώντας επιπλέον τις έρευνες στις πιθανές για τέτοια ρευστά γεωθερμικές περιοχές. Συντάχθηκε ο προκαταρκτικός χάρτης γεωθερμικής ροής του ελληνικού χώρου. Σε αυτόν φάνηκε ότι αυτή η γεωθερμική ροή στην Ελλάδα είναι σε πολλές περιοχές εντονότερη από τη μέση γήινη (41).

Από το 1971 ερευνήθηκαν διάφορες περιοχές. Οι περιοχές αυτές ήταν η Μήλος, η Νίσυρος, η Λέσβος, τα Μέθανα, η Νότια Θεσσαλία, η περιοχή του Στρυμόνα, η περιοχή της Ξάνθης, η Σαμοθράκη και άλλες. Αποτέλεσμα των ερευνών ήταν η εύρεση πολύ αξιόλογων γεωθερμικών κοιτασμάτων, από τα σημαντικότερα της Ευρώπης. Αυτά βρέθηκαν στις εξής περιοχές:

α. Στην Μήλο και στην Νίσυρο: Ευρέθηκαν γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας.

β. Στην Βόρεια Ελλάδα: Εντοπίσθηκαν σημαντικά γεωθερμικά πεδία σε διάφορες περιοχές. Οι κυριότερες είναι οι εξής: (i) Δυτικής Μακεδονίας (Φλώρινας –

Πτολεμαΐδος), (ii) Λεκάνης Θεσσαλονίκης (Νομοί Πέλλας, Ημαθίας, Πιερίας Θεσ/νίκης), (iii) Λεκάνης Ανθεμούντα, (iv) Λεκάνης Μυγδονίας (γεωθερμικά πεδία Λαγκαδά, Νυμφόπετρας, Νέας Απολλωνίας) νομού Θεσ/νίκης, (v) Δήμου Τρίγλιας και χερσονήσου Κασσάνδρας νομού Χαλκιδικής, (vi) Λεκάνης Στρυμόνος (γεωθερμικά πεδία Νιγρίτας, Σιδηροκάστρου, Ηράκλειας, Αγκίστρου, Αχινού – Ιβήρων του Νομού Σερρών), (vii) Στρυμονικός κόλπος (πεδίο Ακροποτάμου Νομού Καβάλας), (viii) Δέλτα του Ποταμού Νέστου (γεωθερμικά πεδία Ερατεινού Χρυσούπολης και Νομού Εράσμιου Νομού Ξάνθης), (ix) Λεκάνης Ξάνθης – Κομοτηνής (γεωθερμικά πεδία Νέας Κεσσάνης, λίμνης Μητρικού και Σαππών) και (x) Λεκάνης Αλεξανδρούπολης – Έβρου (γεωθερμικά πεδία Αρίστηνου και Τυχερού).

Στην υπόλοιπη χώρα αξιόλογα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας έχουν εντοπισθεί σε διάφορες περιοχές. Οι περιοχές αυτές είναι οι εξής:

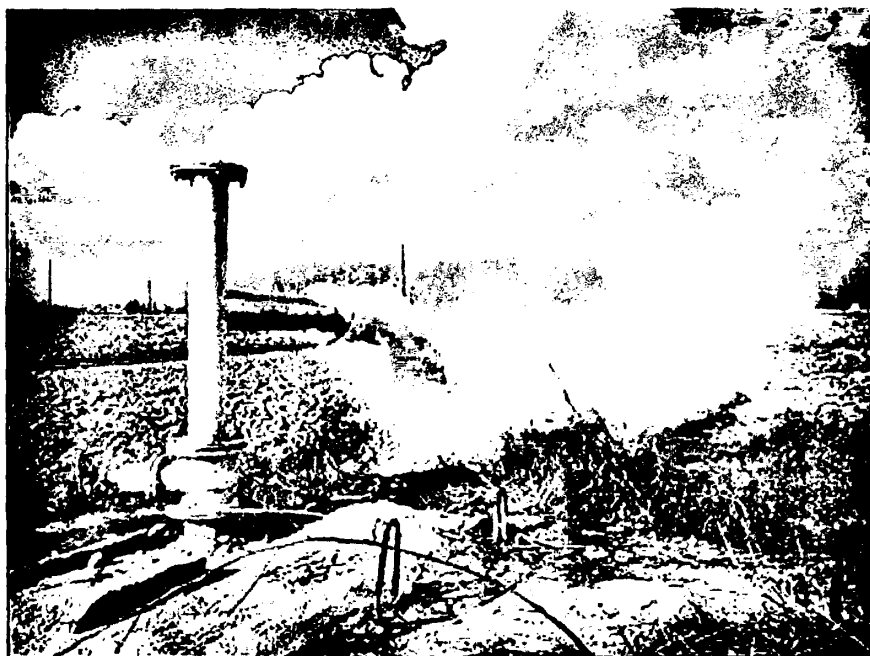
- α. Λέσβος (Άργενος, Πολιχνίτος, Στύψη - Καλλονή)
- β. Χίος
- γ. Στην Βόρεια Εύβοια (Αιδηψός – Γιάλτρα)
- δ. Στην Λεκάνη του Σπερχειού (Θερμοπύλες, Καμμένα Βούρλα, Υπάτη)
- ε. Στο Σουσάκι Κορινθίας
- στ. Στα Μέθανα
- ζ. Στην Κίμωλο,
- η. Στην Κύθνο
- θ. Στην Σαντορίνη,
- ι. Στο Πλατύστομο Φθιώτιδας
- κ. Στο Σμόκοβο Καρδίτσας
- κα. Στις Συκιές Άρτας
- κβ. Στην Κόνιτσα (Καβάσιλα, Αμάραντος)
- κγ. Στο Αντίρριο.

Στην Μήλο και στην Νίσυρο έχουν ανακαλυφθεί σπουδαία γεωθερμικά πεδία και έχουν γίνει γεωτρήσεις παραγωγής (5 και 2 αντίστοιχα). Στην Μήλο μετρήθηκαν θερμοκρασίες μέχρι 325 °C σε βάθος 1000 m. και στην Νίσυρο 350° C σε βάθος 1500 m. Οι γεωτρήσεις

αυτές θα μπορούσαν να στηρίζουν μονάδες ηλεκτροπαραγωγής 20 και 5 MW, ενώ το πιθανό συνολικό δυναμικό υπολογίζεται ότι πρέπει να είναι της τάξεως των 200 και 50 MW αντιστοίχως.

Στην Βόρεια Ελλάδα η γεωθερμία προσφέρεται για θέρμανση, θερμοκηπίων ιχθυοκαλλιεργειών κ.λ.π. Στην λεκάνη του Στρυμόνος έχουν εντοπισθεί τα πολύ σημαντικά πεδία Θερμών Νιγρίτας, Λιθοτρόπου Ηρακλείας, Θερμοπηγής Σιδηροκάστρου και Αγγίστρου.

Στην πεδινή περιοχή του Δέλτα του Νέστου έχουν εντοπισθεί δύο πολύ σημαντικά γεωθερμικά πεδία, στο Ερατεινό Χρυσούπολης και στο Νέο Εράσμιο Μαγγάνων νομού Ξάνθης. Ύδατα αρίστης ποιότητας μέχρι 70 °C και σε πολύ οικονομικά βάθη παράγονται από γεωτρήσεις σε αυτές τις εύφορες πεδινές περιοχές. Στην Νέα Κεσσάνη και στο Πόρτο Λάγος Ξάνθης, σε μεγάλης έκτασης γεωθερμικά πεδία, παράγονται ύδατα θερμοκρασίας μέχρι 82 °C.



Εικόνα 21: Γεωθερμικό πεδίο Νέας Κεσσάνης νομού Ξάνθης

Στην λεκάνη των λιμνών Βόλβης και Λαγκαδά έχουν εντοπισθεί τρία πολύ ρηχά πεδία με θερμοκρασίες μέχρι 56 °C. Στην Σαμοθράκη υπάρχουν ενθαρρυντικά στοιχεία καθώς σε γεωτρήσεις βάθους μέχρι 100 μέτρων συνάντησαν ύδατα της τάξεως των 100 °C.

Μεχρι τα μέσα του έτους 2011 υπελογίζετο πέντε νέα γεωθερμικά πεδία μεταξύ των οποίων της Αριδαίας και της Αλεξάνδρειας Ημαθίας, της Άρτας και του Σπερχειού, θα προστεθούν στην λίστα των 25 βεβαιωμένων πεδίων της Ελλάδας (Σχήμα 11), σύμφωνα το

γενικό διευθυντή του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) Ανδρέα Γεωργακόπουλο ο οποίος μίλησε σε ενημερωτική εκδήλωση του υπουργείου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ. Από το σύνολο των 25 πεδίων τα 23 είναι χαμηλής θερμοκρασίας (χαμηλής ενθαπίας), ενώ το συνολικό αναγνωρισμένο δυναμικό ανήρχετο σε 220.000 τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου (ΤΙΠ) έναντι 180.000 ΤΙΠ το 2002.



Σχήμα 11. Κατανομή ανά διοικητική περιφέρεια των «επισήμων» γεωθερμικών πεδίων

Ο κ. Γεωργακόπουλος τόνισε, ότι οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή ήταν μηδαμινές στην Ελλάδα, παρά τον υπάρχοντα πλούτο. Ο ίδιος επισήμανε ότι το ΙΓΜΕ έλαβε από το Γ' ΚΠΣ χρηματοδότηση 3,5 εκατομμύρια Ευρώ. Το δυναμικό το οποίο βρέθηκε από τις έρευνές του μεταφράζεται σε περισσότερα από 30 εκατομμύρια, βάσει των σημερινών τιμών υδρογονανθράκων.

Ο γενικός Διευθυντής του ΙΓΜΕ υπογράμμισε ακόμη την ανάγκη να υπάρξει αύξηση της τιμής της παραγομένης MW από γεωθερμική ενέργεια, στα 150 ευρώ από 74 σήμερα (κάτι το οποίο ήδη συζητάται στην ΕΕ), χορήγηση κινήτρων σε ιδιώτες και απλοποίηση του Ν.3175.

Σε δεκατέσσερις θέσεις, μεταξύ των οποίων στην Νιγρίτα, στο Σιδηρόκαστρο, στον Λιθότοπο, στο Αγγιστρο, στο Ερατεινό, στο Νέο Εράσιο, στο Αρίστινο, στο Τυχερό και στην Σαμοθράκη εντοπίζονται τα κύρια γεωθερμικά πεδία της Βόρειας Ελλάδας. Το κόστος μιας μονάδος ηλεκτρισμού/θερμότητας από γεωθερμικά ρευστά μεγάλου βάθους, με θερμοκρασία 150 °C και ισχύ ενεργειακού συστήματος 25 MW ανέρχεται σε 10 εκατομμύρια ευρώ (περίπου 2.500 ευρώ/KW), ενώ τα έσοδα φθάνουν τα 2 εκατομμύρια ευρώ.

Την εκτίμηση ότι η γεωθερμία είναι η πιο αδικημένη μορφή ΑΠΕ στην Ελλάδα διέτύπωσε ο ομότιμος καθηγητής του ΑΠΘ και εκπρόσωπος του τότε υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης Μιχαήλ Φυτίκας (1). Όπως ανέφερε, πρόκειται για ανανεώσιμη ενέργεια αφού

παραδείγματος χάριν οι πηγές των Θερμοπυλών αποδίδουν ποσότητα ύδατος σταθερά 1.000 m³/ώρα από την εποχή του Λεωνίδα, ενώ παρουσιάζει αξιόλογες εφαρμογές στην γεωργία. Αυτή μπορεί να τροφοδοτήσει πλήρως θερμοκήπια, μονάδες πρωίμισης σπαραγγιών, αφυδάτωσης μανιταριών και τοματών.

Χρυσή αποδεικνύεται η γεωθερμία και για τον τουρισμό αφού μπορεί κάλλιστα να καλύψει ενεργειακά ολόκληρες ξενοδοχειακές μονάδες και να θερμάνει πισίνες ή μονάδες spa κάτι το οποίο έχουν ήδη αντιληφθεί οι Τούρκοι γείτονες. Στην Τουρκία έχουν 4.000 MW γεωθερμικά, ενώ δεν έχουν καθόλου ενεργά ηφαίστεια σημείωσε ο καθηγητής. Υπογράμμισε δε ότι στην Ελλάδα εξακολουθούμε να εισάγουμε το διοξείδιο του άνθρακος για τα αναψυκτικά μας όταν, για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να τα παράγουμε με CO₂ από την γεώτρηση του Ακροποτάμου Καβάλας.

Ο κ. Φυτίκας επεσήμανε τέλος ότι η θέρμανση ενός θερμοκηπίου 4 στρεμμάτων θα απαιτούσε περί τα 85.594 ευρώ/στρέμμα ετησίως εάν χρησιμοποιείτο πετρέλαιο, ενώ με την χρήση ενός γεωθερμικού πεδίου με ύδωρ θερμοκρασίας 30 °C το κόστος θα έπεφτε σε μόλις 10.353 ευρώ.

Ο ιταλικός ενεργειακός κολοσσός ENEL ενδιαφέρεται για έρευνα γεωθερμικών πεδίων στην περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, με πρώτο στόχο την ηλεκτροπαραγωγή. Η ENEL επιθυμεί να κάνει έρευνες σε ιζηματογενείς λεκάνες, όπως τα «Δέλτα» του Νέστου και του Έβρου και το Αρίστηνο, αναζητώντας ρευστά θερμοκρασίας άνω των 150 °C.

Οι γεωτρήσεις του ΙΓΜΕ φθάνουν σήμερα μέχρι βάθους 600-700 μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους. Αντίθετα οι ιδιώτες με τα μέσα τα οποία διαθέτουν έχουν την δυνατότητα να «χτυπήσουν» ακόμη και στα 1.500-2.000 μέτρα, από την επιφάνεια και να ανεύρουν πεδία με υψηλότερες θερμοκρασίες.

Υπάρχει αισιοδοξία ότι η Ελλάδα μπορεί να ξεπεράσει τον στόχο για συμμετοχή 18 % των ανανεωσίμων πηγών ενέργειας, στην συνολική κατανάλωση, μέχρι το 2020. Η επίτευξη του στόχου αυτού σημαίνει εγκατάσταση 5.000-7.000 MW έναντι 1.100 σήμερα. Οι γεωλογικές συνθήκες στην Ελλάδα ευνόησαν γενικά την δημιουργία ενός πολύ σημαντικού γεωθερμικού δυναμικού χαμηλής ενθαλπίας. Η έρευνα για τον εντοπισμό αξιοποιησίμων γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας άρχισε από το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) το 1980 και εντατικοποιείται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια.

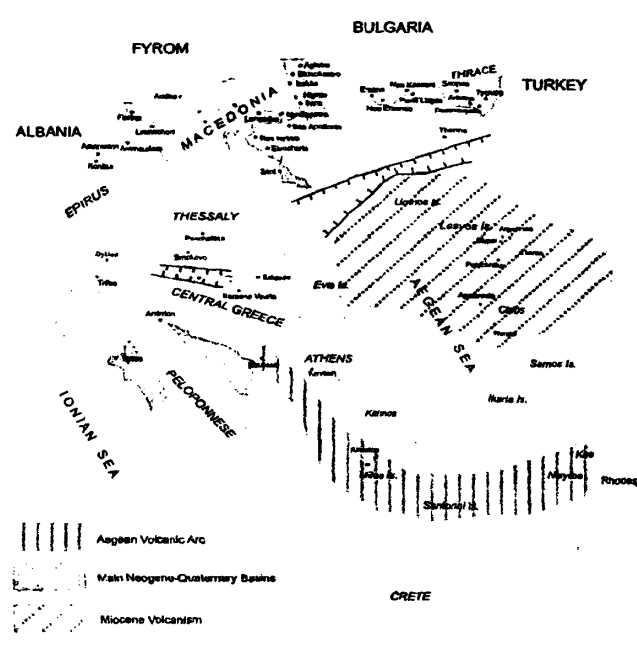
Από αυτήν την έρευνα προκύπτει ότι το γεωθερμικό δυναμικό χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα είναι σίγουρα πολύ σημαντικό.

Τα περισσότερα από τα γεωθερμικά πεδία τα οποία ερευνήθηκαν ευρίσκονται σε περιοχές με ευνοϊκές αναπτυξιακές συνθήκες, ενώ οι προοπτικές άμεσης εκμεταλλεύσεως των ρευστών είναι πολύ ευοίωνες (25).

Τα γεωθερμικά ρευστά φαίνεται ότι έχουν συνήθως μικρή έως μηδαμινή περιεκτικότητα σε διαβρωτικά άλατα και αέρια και δεν δημιουργούν σοβαρά τεχνικά προβλήματα εκμεταλλεύσεως ούτε βέβαια περιβαλλοντικά προβλήματα.

Σε κάποιες περιοχές η έρευνα προχώρησε αρκετά έτσι ώστε σήμερα να έχουν αναπτυχθεί αξιόλογες εφαρμογές. Στο Σιδηρόκαστρο η συνεταιριστική επιχείρηση του Δήμου Σιδηροκάστρου προχώρησε στην κατασκευή ενός θερμοκηπίου 5 στρεμμάτων το οποίο χρησιμοποιεί νερά μιας γεωτρήσεως του ΙΓΜΕ. Στην Νέα Κεσσάνη ευρίσκεται σε εξέλιξη ένα μεγάλο πρόγραμμα αναπτύξεως του γεωθερμικού πεδίου το οποίο χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα VALOREN της ΕΕ.

Στον Λαγκαδά, στην Νυμφόπετρα και στην Νέα Απολλωνία λειτουργούν ήδη δεκάδες στρέμματα πλαστικών «γεωθερμικών» θερμοκηπίων, ενώ στον Λαγκαδά λειτούργησε για δύο χρόνια μικρή πειραματική μονάδα εκτροφής χελιών. Στα Ελαιοχώρια Χαλκιδικής λειτουργούν 6 μικρά πειραματικά θερμοκήπια. Τα αποτελέσματα από αυτές τις εφαρμογές είναι αισιόδοξα και δίνουν ώθηση για παραπέρα έρευνα σε γεωθερμικά πεδία τα οποία έχουν εντοπισθεί, αλλά δεν έχουν μελετηθεί διεξοδικά (Πίνακας 3).



Πίνακας 3. Γεωθερμικές περιοχές με τις κύριες γεωτεκτονικές δομές του ελλαδικού χώρου

Η Ελλάδα χάριν στις γεωλογικές συνθήκες, οι οποίες επικρατούν σε αυτή, κατέχει ένα αξιόλογο δυναμικό στην γεωθερμική ενέργεια. Στους θεματικούς χάρτες 1,2,3,4 αναφέρονται τα γεωθερμικά πεδία ανάλογα με την κατανομή, την βεβαιωμένη περιοχή και την μεγίστη θερμότητα ρευστών. Παρά το γεγονός ότι οι γεωθερμικές πηγές στον ελληνικό χώρο είναι καλά μελετημένες εντούτοις η ενέργεια τους μόνο για άμεση χρήση, όπως επί παραδείγματι σε θερμοκήπια, έχει μέχρι στιγμής αξιοποιηθεί. Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν επίσης επαρκή γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η γεωθερμική ενέργεια έχει όπως προαναφέρθηκε και αγροτικές εφαρμογές. Ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας παραδείγματος χάριν θερμοκρασίας 20-25 °C απαιτείται για τις ιχθυοκαλλιέργειες, 40-60 °C για θέρμανση του εδάφους και περίπου 80 °C για θέρμανση θερμοκηπίων. Τέτοια πεδία χαμηλής ενθαλπίας αξιοποιούνται στην Κεντρική Μακεδονία, στην Θράκη και στην Λέσβο. Με δεδομένη την ύπαρξη πλουσίου γεωθερμικού δυναμικού στην χώρα μας, θετική θα ήταν η ενημέρωση με σκοπό την ευρύτερη αποδοχή και την αξιοποίησή του.

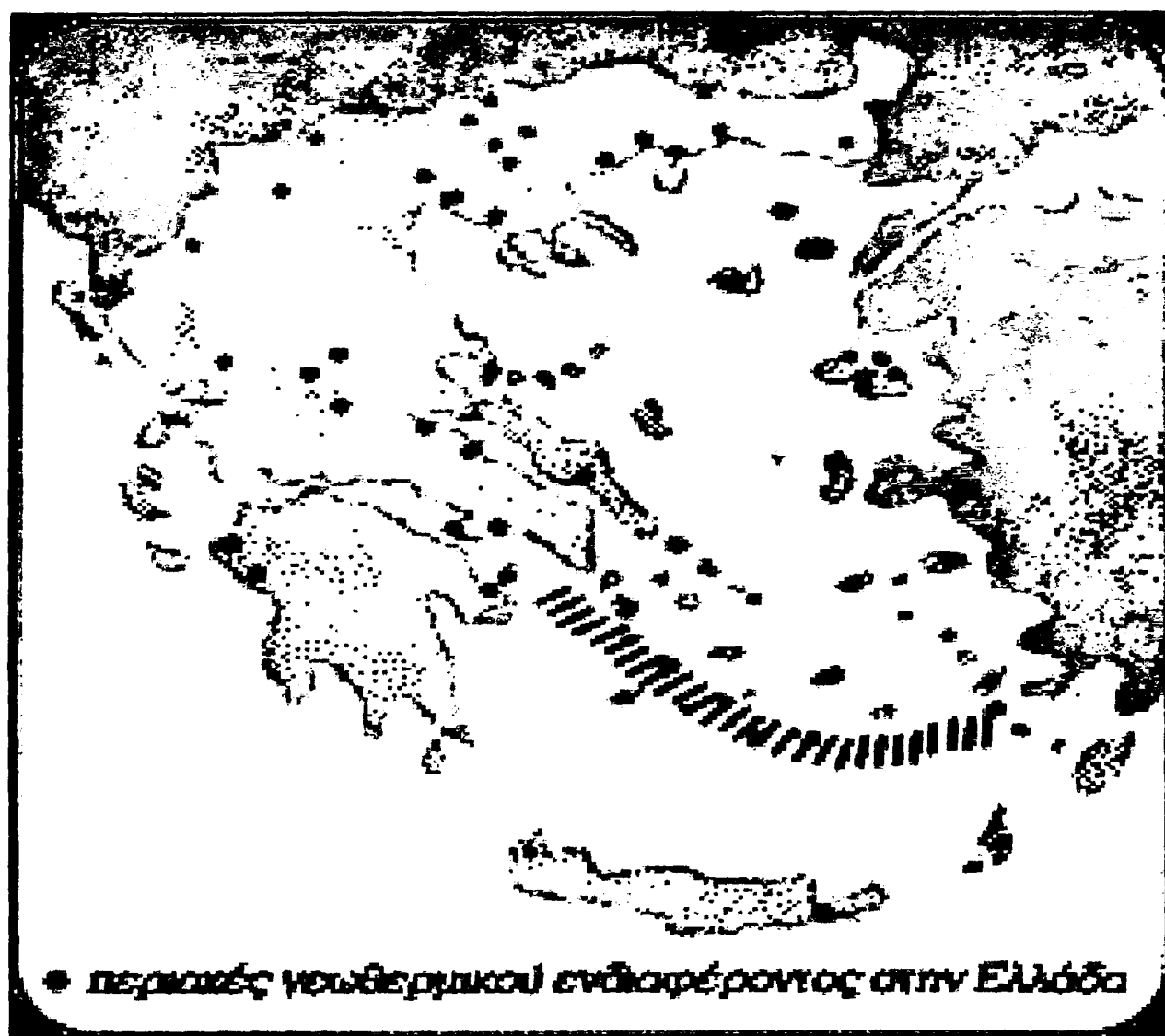
Στο τέλος του 2007 η συνολική εγκατεστημένη θερμική ισχύς από άμεσες χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας υπελογίζετο περίπου σε 75 MW. Κατά προσέγγιση η μισή από αυτή την ισχύ αντιστοιχεί σε ιαματικές πηγές (και σε κάποιες περιπτώσεις συνδυάζεται με παράλληλη θέρμανση του χώρου), καθώς και σε θέρμανση ανοικτών ή κλειστών πισινών.

Σήμερα οι άμεσες χρήσεις της γεωθερμίας στην Ελλάδα επικεντρώνονται κυρίως στην θέρμανση των θερμοκηπίων, σε ιχθυοτροφεία, στην καλλιέργεια σπιρουλίνας, καθώς και σε αποξήρανση λαχανικών και φρούτων. Οι αντλίες θερμότητας από υπόγεια ύδατα έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα το τελευταίο διάστημα, αλλά το ποσοστό που καταλαμβάνουν στην αγορά είναι ελάχιστο σε σχέση με άλλα κράτη της Κεντρικής ή της Βόρειας Ευρώπης. Προς το παρόν δεν παράγεται στην Ελλάδα ηλεκτρική ενέργεια παρά την ύπαρξη πολλών γεωθερμικών πεδίων υψηλής ενθαλπίας στο ηφαιστειακά ενεργό τόξο του Αιγαίου πελάγους. Επιπλέον σε ορισμένες περιοχές (όπως η Λέσβος, η Χίος και η Σαμοθράκη) είναι δυνατόν να εγκατασταθούν μονάδες παραγωγής ηλεκτρισμού μέσω δυαδικού κύκλου Organic Rankine Cycle (ORC).

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι το δυναμικό για την άμεση χρήση της γεωθερμίας στην Ελλάδα ξεπερνά τα 1000 MW, ενώ για την παραγωγή ηλεκτρισμού υπολογίζεται περί τα 25 MW κυρίως στα νησιά της Μήλου και της Νισύρου.

1ο υπουργείο Αναπτυξης, αλλά και ειδικοί της αγοράς, φιλοδοξούσαν ότι η Ελλάδα άρχιζε να παράγει ρεύμα από τα θερμά έγκατα της γης στα μέσα του 2010.

Ο αριθμός των βεβαιωμένων και πιθανών γεωθερμικών πεδίων στην Ελλάδα ανήλθε 41. Στα 34 πεδία χαμηλής θερμοκρασίας, τα οποία έχουν ήδη πιστοποιηθεί, προστέθη άλλα 7 καινούργια. Αυτά είναι τα πέντε βεβαιωμένα πεδία στα Θυμιανά Χίου, στην Δαμά Φθιώτιδας, στις Λιχάδες Ευβοίας, στην Νέα Απολλωνία Θεσσαλονίκης και στην Ι Αντιρρίου και δύο νέα, ένα στα Θυμιανά Χίου και ένα στις Συκιές Άρτας. Τα υπόγεια α πεδία έχουν θερμοκρασίες οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 25 °C και 90 °C, με τον μέσο όρο κινείται γύρω στους 40 °C όπως για παράδειγμα στην Δαμάστα Φθιώτιδας (Εικόνα 22).



Εικόνα 22: Περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα

Παράγοντες της αγοράς ΑΠΕ εκτιμούν ότι δειλά-δειλά θα ξαναζωντανέψει το ενδιαφέρον για το ξεχασμένο, αλλά τόσο πλούσιο στην Ελλάδα, γεωθερμικό δυναμικό. Υπενθυμίζοι

μάλιστα πως, ενώ τα τελευταία χρόνια στο εξωτερικό έγιναν σημαντικά βήματα για την αξιοποίηση της γεωθερμίας, στην Ελλάδα έχει σταματήσει σχεδόν κάθε προσπάθεια. Δεν είναι τυχαίο ότι στο «Εθνικό σχέδιο για την ενέργεια», το οποίο εξέδωσε το 2010 το «Συμβούλιο Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής (ΣΕΕΣ)» δεν υπάρχει παρά μια πολύ μικρή αναφορά στην γεωθερμία, ενώ δεν τίθενται στόχοι αναπτύξεως σε κανένα από τα σενάρια του. Οι ειδικοί εκτιμούν πάντως ότι μπορεί να υπάρξει σημαντική ανάπτυξη, ειδικά σε απομακρυσμένα νησιά και περιοχές στα οποία κοστίζει η μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος.

Στην Ελλάδα υπάρχουν πολύ καλές συνθήκες για την αξιοποίηση της γεωθερμίας. Το γεωθερμικό δυναμικό της ευρίσκεται γύρω στα 1.800 μέτρα ή και λιγότερο κάτω από την επιφάνεια της.

Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού είναι υψηλή. Για να κατανοήσει κανείς τι σημαίνει αυτό στην Βαυαρία, για παράδειγμα, θεωρούνται οικονομικά αποδοτικές ακόμη και μονάδες με κοιτάσματα στα 3.500 μέτρων. Επίσης μια επένδυση στην γεωθερμία καθίσταται αποδοτική όταν επιτυγχάνεται τριπλή αξιοποίηση (θερμότητα, ηλεκτρισμός και αφαλάτωση).

Βέβαια, όπως συμβαίνει με κάθε πράσινη τεχνολογία έτσι και με την γεωθερμία δεν λείπουν όσοι εκφράζουν φόβους ότι αυτή θα επιβαρύνει το περιβάλλον. Οι ειδικοί καθησυχάζουν λέγοντας ότι η νέα τεχνολογία του κλειστού κύκλου ελαχιστοποιεί τα προβλήματα καθώς δεν απελευθερώνεται ατμός στην ατμόσφαιρα, δεν απαιτούνται μεγάλες μονάδες και το ζεστό ύδωρ επιστρέφει πάλι στην γη.

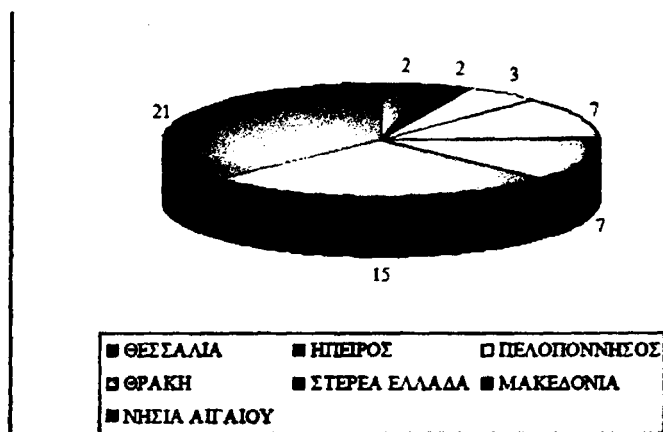
Σχολιάζοντας τα κίνητρα τα οποία ανακοινώθηκαν το 2011 για την γεωθερμία οι ειδικοί θεωρούν ότι το πιο αποτελεσματικό από αυτά είναι η απλοποίηση και η τυποποίηση της διαδικασίας αδειοδότησεως της χρήσεως γεωθερμίας για οικιακή χρήση (αβαθής γεωθερμία).

Θετικά αντιμετωπίζεται επίσης η επέκταση της χρήσεως της γεωθερμίας σε αγροτικές εγκαταστάσεις (θερμοκήπια), ο καθορισμός μιας τυποποιημένης και ενιαίας άδειας και το γεγονός ότι επιτρέπεται πλέον η χρήση κλειστών συστημάτων σε περιοχές στις οποίες απαγορεύονται οι γεωτρήσεις. Το μέσο κόστος μιας τέτοιας εγκαταστάσεως για μία οικία 100 τετραγωνικών μέτρων ανέρχεται σε 13.500 ευρώ, έναντι 4.600 ευρώ ενός συμβατικού συστήματος θερμάνσεως. Αυτό εκτιμάται ότι αποσβένεται σε 6 έως 8 χρόνια.

Η αξιοποίηση των γεωθερμικών πεδίων θα μπορούσε να καταστήσει ενεργειακά αυτόνομα νησιά του Αιγαίου όπως η Μήλος και η Νίσυρος.

Στα σχήματα 12 και 13 παρουσιάζονται ο αριθμός των γεωθερμικών πεδίων ανά ευρύτερη περιοχή και διαπιστώνεται η διασπορά τους στον Ελλαδικό χώρο, καθώς και η ανομοιογενής

πυκνότητα εμφάνισής τους ανά περιοχή. Επισημαίνεται ο μεγάλος αριθμός τους στην Μακεδονία και στην Θράκη, καθώς και στα νησιά του Αιγαίου. Ουσιαστικά στα σχήματα αυτά, από τις γεωλογικές συνθήκες που επικρατούν, επιβεβαιώνεται η συγκέντρωση των πεδίων στις ανωτέρω περιοχές (Bertani) (3),(4).



Σχήμα 12: Γεωθερμικά πεδία ανά ευρύτερη γεωγραφική περιοχή

Κατά την διάρκεια μιας πρόσφατης επιστημονικής συναντήσεως για την γεωθερμία τονίσθηκε για μία ακόμη φορά ότι «η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος» μπορεί να επιτευχθεί και από ρευστά μέσης ενθαλπίας, με θερμοκρασίες 100-150 °C, σε μερικά νησιά του Βορείου και του Ανατολικού Αιγαίου, στην Κεντρική και Ανατολική Μακεδονία και στην Θράκη (Πίνακας 4 και 5).

Η εγκατεστημένη ισχύς των γεωθερμικών εφαρμογών χαμηλής θερμοκρασίας (μέχρι 90 °C) στην Ελλάδα, στα μέσα του 2009, ήταν περίπου 135 MW. Κύριο χαρακτηριστικό τα τελευταία χρόνια είναι η αλματώδης ανάπτυξη της εκμεταλλεύσεως της αβαθούς γεωθερμίας με αντλίες θερμότητας, ενώ οι κλασσικές γεωθερμικές εφαρμογές (θέρμανση θερμοκηπίων και υπεδάφους, λουτροθεραπεία) δεν παρουσιάζουν αξιόλογης ανάπτυξης τα τελευταία δέκα χρόνια με εξαίρεση κάποια κινητικότητα στην καλλιέργεια της σπιρουλίνας. Η μονάδα των 2 MW της Μήλου δεν λειτουργεί από το 1989 και πρέπει επιτέλους το θέμα αυτό να τεθεί σε νέα βάση, με την εφαρμογή των νέων διαθέσιμων τεχνολογιών, εκτιμά ο κ. Φυτίκας.

Σύμφωνα με έγκριτους επιστημονικούς κύκλους μόνο στην Ανατολική Μακεδονία και στην Θράκη το ενεργειακό προϊόν των γεωτρήσεων, ισχύος 76 μεγαβάτ, έχει αξία 25.000.000 ευρώ η οποία αντιστοιχεί σε 59.000 τόνους πετρελαίου. Το προϊόν αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην γεωργία, σε σύγχρονες καλλιέργειες, στην ιχθυοτροφία, στην παραγωγή μεταποιημένων προϊόντων, καθώς και στην αφαλάτωση και στον τουρισμό. Η εκμετάλλευση

των γεωθερμικών πεδίων στην γεωργία μπορεί να μειώσει στο ελάχιστο το κόστος της παραγωγής.



Θεματικός χάρτης 1: Γεωγραφική κατανομή των γεωθερμικών πεδίων στον Ελλαδικό χώρο



Θεματικός χάρτης 2: Γεωγραφική κατανομή των γεωθερμικών πεδίων στον Ελλαδικό χώρο σύμφωνα με την μέγιστη θερμοκρασία των ρευστών τους

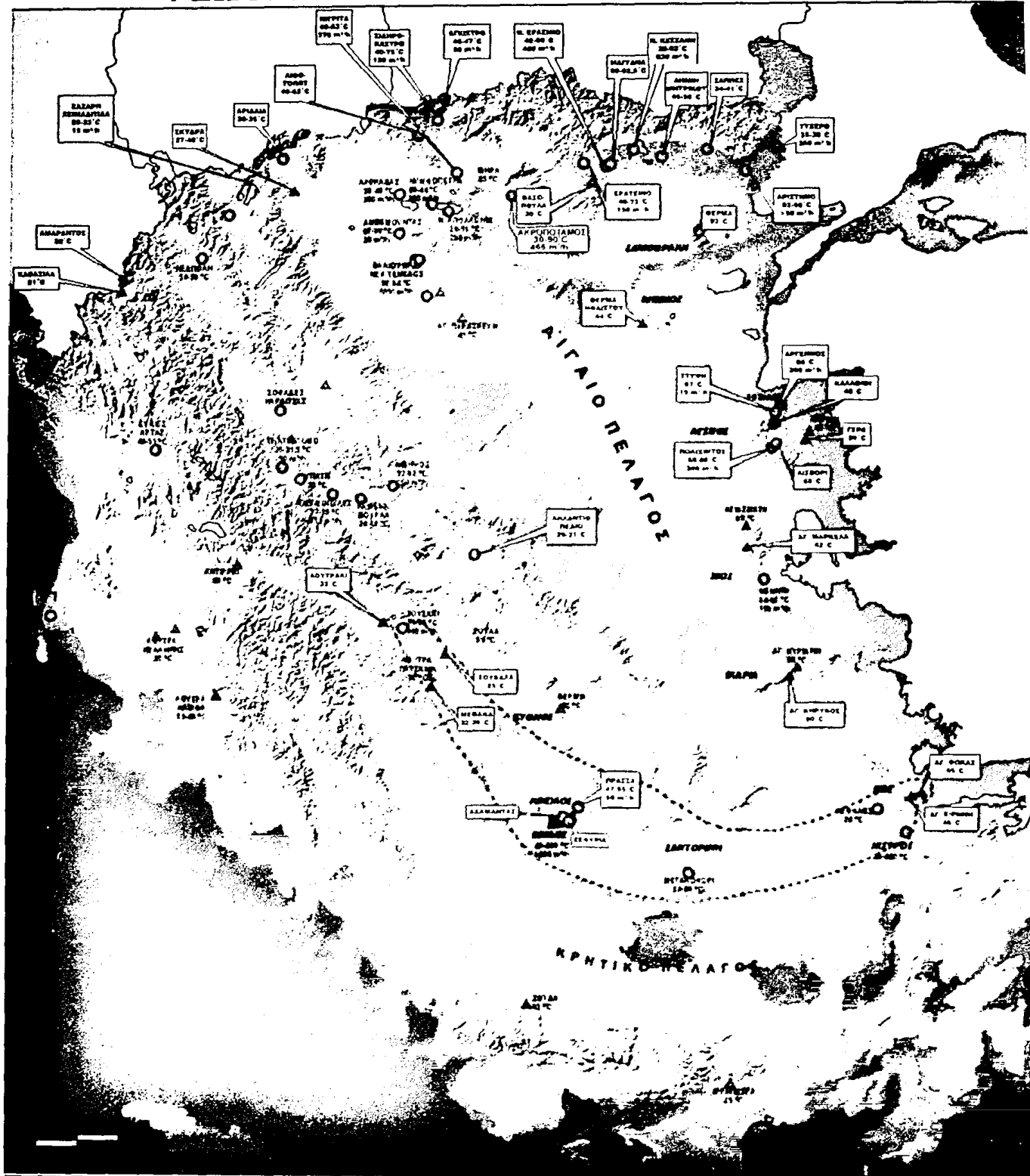


Θεματικός χάρτης 3: Γεωγραφική κατανομή των γεωθερμικών πεδίων στον Ελλαδικό χώρο σύμφωνα με την βεβαιωμένη παροχή



Σχήμα 13. Διοικητικές περιοχές γεωθερμικών πεδίων





- | | |
|---|--|
|  | Γαυθοερμίδας παρυαχτές υψηλής ενθελαικίας |
|  | Γαυθοερμίδας παρυαχτές χαμηλής ενθελαικίας |
|  | Παρυαχτή με διθερμότητα γεωμετρικών |
|  | Παρυαχτή με επιφανειακούς μόνα κρυσταλλούς |
| ΤΥΧΕΡΟ | Παρυαχτή |





Πίνακας 5. Γεωθερμικές πηγές στην Ελλάδα

4.14 Η χρήση της γεωθερμίας παγκοσμίως

Η πρώτη βιομηχανική εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έγινε στο Larderello της Ιταλίας στα μέσα του περασμένου αιώνα. Εκεί χρησιμοποιήθηκε ο φυσικός ατμός για να εξατμίσει ύδατα τα οποία περιείχαν βορικό οξύ, αλλά και για θέρμανση κτιρίων. Το 1904 έγινε στο ίδιο μέρος η πρώτη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από



Σπουδαία είναι η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας και σε άλλες χώρες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Ισλανδία η οποία καλύπτει πολύ μεγάλο μέρος αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση. Η χώρα αυτή καλύπτει το 80-100 % των ενεργειακών της αναγκών όσον αφορά την θέρμανση και το 20 % όσον αφορά ηλεκτρισμό με γεωθερμική ενέργεια.

Κατά το έτος 2005 εβδομηνταδύο (72) χώρες είχαν αναπτύξει γεωθερμικές εφαρμογές χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας, κάτι το οποίο δηλώνει σημαντική πρόοδο σε σχέση με το 1995. Το έτος αυτό είχαν αναφερθεί εφαρμογές μόνο σε εικοσιοκτώ (28) χώρες εγκατεστημένη θερμική ισχύς των γεωθερμικών μονάδων, μέσης και χαμηλής θερμοκρασίας ανήλθε το 2007 στα 28268 MW παρουσιάζοντας αύξηση 75 % σε σχέση με το 2000 και ετήσια αύξηση 12 %. Αντίστοιχα η χρήση ενέργειας αυξήθηκε κατά 43 % σε σχέση με το 2000 και ανήλθε στα 273.372 TJ (75.940 GWh/έτος).



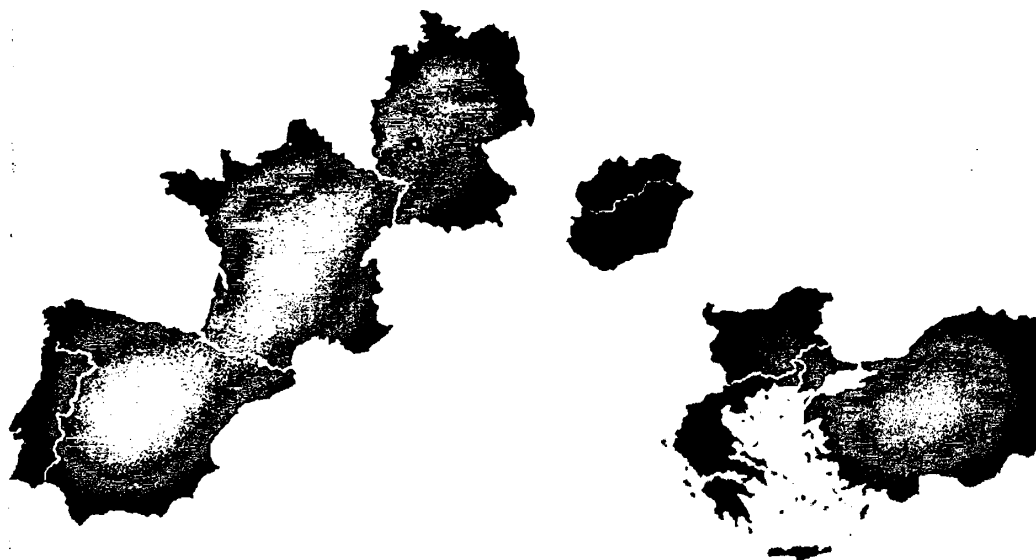
Σχήμα 14. Βελτιωμένα γεωθερμικά συστήματα (E.G.S) στην Ευρώπη

Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος με γεωθερμική ενέργεια το 2008 εγίνετο σε 24 χώρες. Το 2007 η εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων παραγωγής ενέργειας, στον κόσμο, ανήλθε σε 9735 MW σημειώνοντας αύξηση περισσότερων από 800 MW σε σχέση με το 2005.



σχήμα 14 φαίνονται τα βελτιωμένα γεωθερμικά συστήματα στην Ευρώπη ενώ στο σχήμα 15 φαίνονται οι χώρες της Ευρώπης οι οποίες χρησιμοποιούν την γεωθερμική ενέργεια.

Στον πίνακα 6 αναφέρονται οι χώρες της Ευρώπης στις οποίες χρησιμοποιείται την γεωθερμική ενέργεια για παραγωγή ηλεκτρισμού, καθώς και η εγκατεστημένη γεωθερμική ηλεκτρική ισχύς κατά τα έτη 1995 (6.833 MW), 2000 (7.974 MW) και η αύξηση μεταξύ των ετών 1995-2000 (19). Στον ίδιο πίνακα φαίνεται επίσης η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στις αρχές του 2003 (9.028 MW). Η εγκατεστημένη γεωθερμική ηλεκτρική ισχύς στις αναπτυσσόμενες χώρες το 1995 και το 2000 αντιπροσώπευε αντίστοιχα το 38 % και το 47 % της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος παγκοσμίως.



Σχήμα 15. Χώρες της Ευρώπης που χρησιμοποιούν την γεωθερμική ενέργεια

Πίνακας 6: Εγκατεστημένη θερμική ισχύς σε παγκόσμια κλίμακα, από το 1995 έως το 2000 (19)
και στις αρχές του έτους 2003

ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	0.67	-	-	-	-
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ	0.15	0.15	-	-	0.15
ΑΥΣΤΡΙΑ	-	-	-	-	1.25
ΚΙΝΑ	28.78	29.17	0.39	1.35	28.18
ΚΟΣΤΑ ΡΙΚΑ	55	142.5	87.5	159	162.5
ΕΛ ΣΑΛΒΑΔΟΡ	105	161	56	53.3	161
ΑΙΘΙΟΠΙΑ	-	7	7	-	7
ΓΑΛΛΙΑ	4.2	4.2	-	-	15
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	-	-	-	-	0.23
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	-	33.4	33.4	-	29
ΙΣΛΑΝΔΙΑ	50	170	120	240	200
ΙΝΔΟΝΗΣΙΑ	309.75	589.5	279.75	90.3	807
ΙΤΑΛΙΑ	631.7	785	153.3	24.3	790.5
ΙΑΠΩΝΙΑ	413.7	546.9	133.2	32.2	560.9
ΚΕΝΥΑ	45	45	-	-	121
ΜΕΞΙΚΟ	753	755	2	0.3	953
ΝΕΑ ΖΗΛΑΝΔΙΑ	286	437	151	52.8	421.3
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	70	70	-	-	77.5
ΠΑΠΟΥΑ -	-	-	-	-	6
ΝΕΑ ΓΟΥΙΝΕΑ					
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	1227	1909	682	55.8	1931
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	5	16	11	220	16
ΡΩΣΙΑ	11	23	12	109	73
ΤΑΪΛΑΝΔΗ	0.3	0.3	-	-	0.3
ΤΟΥΡΚΙΑ	20.4	20.4	-	-	20.4
ΗΠΑ	2816.7	2228	-	-	2020
ΣΥΝΟΛΟΝ	6833.35	7972.5	1728.54	16.7	8402.21

Η χρησιμοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες παρουσιάζει ενδιαφέρουσες τάσεις χρόνο με τον χρόνο. Μεταξύ των ετών 1975 και 1979 η εγκατεστημένη γεωθερμική ηλεκτρική ισχύς σε αυτές τις χώρες αυξήθηκε από 75 σε 462 MW. Στο τέλος της επομένης πενταετίας (1984) έφθασε στα 1.495 MW παρουσιάζοντας ένα ρυθμό αύξησης, κατά την διάρκεια των δύο αυτών περιόδων, 500 % και 223 % αντίστοιχα (Dickson and Fanelli, 1988). Στα επόμενα 16 χρόνια, από το 1984 έως το 2000, υπήρξε μια περαιτέρω αύξηση της τάξεως του 150 %. Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται αναλυτικά οι μη ηλεκτρικές χρήσεις της ηλεκτρικής ενέργειας ανά τον κόσμο το έτος 2000 (29),(30).

Πίνακας 7: Μη ηλεκτρικές χρήσεις της ηλεκτρικής ενέργειας ανά τον κόσμο (2000): εγκατεστημένη ισχύς (σε MW) και ενεργειακή χρήση (σε TJ/έτος) (Lund and Freeston, 2001).

ΑΛΓΕΡΙΑ	100	1586
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	25.7	449
ΑΡΜΕΝΙΑ	1.0	15
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ	34.4	351
ΑΥΣΤΡΙΑ	255.3	1609
ΒΕΛΓΙΟ	3.9	107
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	107.2	1637
ΚΑΝΑΔΑΣ	377.6	1023
ΝΗΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΡΑΪΒΙΚΗΣ	0.1	1
ΧΙΛΗ	0.4	7
ΚΙΝΑ	2282.0	37 908
ΚΟΛΟΜΒΙΑ	13.3	266
ΚΡΟΑΤΙΑ	113.9	555
ΤΣΕΧΙΑ	12.5	128
ΔΑΝΙΑ	7.4	75
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	1.0	15
ΦΙΛΑΝΔΙΑ	80.5	484
ΓΑΛΛΙΑ	326.0	4895
ΓΕΩΡΓΙΑ	250.0	6307
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	397.0	1568
ΕΛΛΑΔΑ	57.1	385
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	4.2	117
ΟΝΔΟΥΡΑ	0.7	17
ΟΥΓΓΑΡΙΑ	472.7	4086

ΙΣΛΑΝΔΙΑ	1469.0	20170
ΙΝΔΙΑ	80.0	2517
ΙΝΔΟΝΗΣΙΑ	2.3	43
ΙΣΡΑΗΛ	63.3	1713
ΙΤΑΛΙΑ	325.8	3774
ΙΑΠΩΝΙΑ	1167.0	26933
ΙΟΥΔΑΝΙΑ	153.3	1540
KENYA	1.3	10
KOPEA	35.8	753
ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ	21.0	599
ΠΓΔΜ	81.2	510
ΜΕΞΙΚΟ	164.2	3919
ΝΕΠΑΛ	1.1	22
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	10.8	57
ΝΕΑ ΖΗΛΑΝΔΙΑ	307.9	7081
ΝΟΡΒΗΓΙΑ	6.0	32
ΠΕΡΟΥ	2.4	49
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	1.0	25
ΠΟΛΩΝΙΑ	68.5	275
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	5.5	35
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	152.4	2871
ΡΩΣΙΑ	308.2	6144
ΣΕΡΒΙΑ	80.0	2375
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	132.3	2118
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	42.0	705
ΣΟΥΔΙΑ	377.0	4128
ΕΛΒΕΤΙΑ	547.3	2386
ΤΑΪΛΑΝΔΗ	0.7	15
ΤΥΝΗΣΙΑ	23.1	201
ΤΟΥΡΚΙΑ	820.0	15756
ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΕΤΑΝΙΑ	2.9	21
ΗΠΑ	3766.0	20302
BENEZOYELAA	0.7	14
YEMENH	1.0	15
ΣΥΝΟΛΟΝ	15145.0	190699

4.15 Εφαρμογές της γεωθερμίας παγκοσμίως

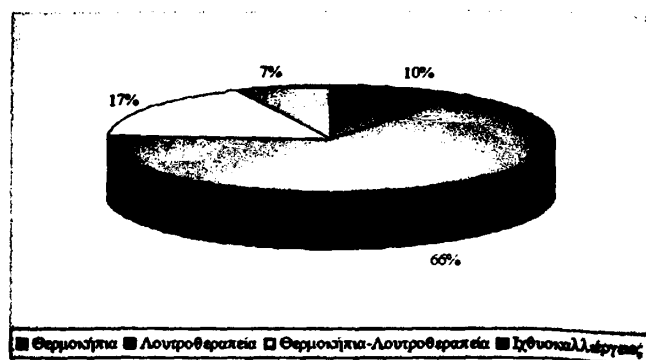
Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλλουν ανάλογα με την θερμοκρασία της και περιλαμβάνουν τα εξής:

- α. Την ηλεκτροπαραγωγή ($\theta > 90\text{ }^{\circ}\text{C}$): Παράγεται ηλεκτρική ενέργεια με δυαδικό κύκλο.
- β. Την θέρμανση χώρων: Θερμαίνονται χώροι με καλοριφέρ για $\theta > 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, με αερόθερμα για $\theta > 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ και με ενδοδαπέδιο σύστημα για $\theta > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- γ. Την ψύξη και τον κλιματισμό: Αυτά γίνονται με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για $\theta > 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για $\theta < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- δ. Την θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών: Τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με τη θερμότητα ($\theta > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$). Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντιπαγετική προστασία τους.
- ε. Τις ιχθυοκαλλιέργειες ($\theta > 15\text{ }^{\circ}\text{C}$): Οι ιχθείς χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους.
- στ. Τις βιομηχανικές εφαρμογές: Αυτές είναι η αφαλάτωση του θαλάσσιου ύδατος ($\theta > 60\text{ }^{\circ}\text{C}$), η ξήρανση αγροτικών προϊόντων και άλλες.
- ζ. Τα θερμά λουτρά για (θ : $25\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Εκτός από τα γεωθερμικά πεδία, η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει την εκμετάλλευση της θερμότητας πετρωμάτων μικρού βάθους, καθώς και υπογείων ή και επιφανειακών υδάτων χαμηλής θερμοκρασίας για θέρμανση και κλιματισμό. Η τεχνολογία αυτή περιλαμβάνει σωλήνα, μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου τοποθετημένου είτε εντός του εδάφους είτε εντός γεωτρήσεων. Αυτός αποτελεί τον υπόγειο εναλλάκτη θερμότητας και τοποθετείται σε συνδυασμό με υδρόψυκτη αντλία θερμότητας η οποία παρέχει θέρμανση ή ψύξη στο κτίριο. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας καταναλώνουν το 1/4 του ηλεκτρικού ρεύματος σε σχέση με μια ηλεκτρική αντίσταση και το 1/2 σε σχέση με ένα κλιματιστικό. Εάν υπολογισθεί το κόστος ενέργειας, για όλη την διάρκεια ζωής του συστήματος, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας στοιχίζουν λιγότερο από ένα σύστημα το οποίο καταναλώνει πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

Μελλοντικά η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας θα γίνεται από θερμά ξηρά πετρώματα τα οποία ευρίσκονται παντού, σε βάθη από 3–5 χιλιόμετρα, μέσω τεχνητής κυκλοφορίας ύδατος θερμοκρασίας έως $150\text{ }^{\circ}\text{C}$.





Σχήμα 16: Κατανομή των γεωθερμικών πεδίων σύμφωνα με τις εφαρμογές τους



Θεματικός χάρτης 4: Γεωγραφική κατανομή των πεδίων σύμφωνα με τις εφαρμογές τους

4.16 Προβλήματα και πλεονεκτήματα

Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας παρουσιάζει ορισμένα βασικά προβλήματα τα οποία θα πρέπει να λυθούν ικανοποιητικά για την οικονομική εκμετάλλευση της εναλλακτικής αυτής μορφής ενέργειας. Τα προβλήματα αυτά είναι ο σχηματισμός

επικαθίσεων (ή όπως συχνά λέγεται καθαλατώσεων ή αποθέσεων) σε κάθε σχεδόν επιφάνεια η οποία έρχεται σε επαφή με το γεωθερμικό ρευστό, η διάβρωση των μεταλλικών επιφανειών, καθώς και ορισμένες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις (διάθεση των ρευστών μετά την χρήση τους και εκπομπές τοξικών αερίων και ιδίως του υδροθείου).

Όλα αυτά τα προβλήματα σχετίζονται άμεσα με την ιδιάζουσα χημική σύσταση των περισσοτέρων γεωθερμικών ρευστών. Τα γεωθερμικά ρευστά, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και της παραμονής τους σε επαφή με διάφορα πετρώματα, περιέχουν κατά κανόνα σημαντικές ποσότητες διαλυμένων αλάτων και αερίων. Η αλλαγή των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών των ρευστών, στο στάδιο της εκμεταλλεύσεως, μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες ευνοϊκές τόσο για την χημική προσβολή των μεταλλικών επιφανειών όσο και για την απόθεση ορισμένων διαλυμένων ή αιωρούμενων στερεών και την απελευθέρωση στο περιβάλλον επιβλαβών ουσιών.

Ο σχηματισμός επικαθίσεων σε γεωθερμικές μονάδες μπορεί να ελεγχθεί σε κάποιο βαθμό, αν όχι ολοκληρωτικά, με μια πληθώρα τεχνικών και μεθόδων. Μερικές από τις πιο τυπικές πρακτικές είναι ο σωστός σχεδιασμός της μονάδος και η επιλογή των καταλλήλων συνθηκών λειτουργίας της, η ρύθμιση του ΡΗ του ρευστού, η προσθήκη χημικών ουσιών (αναστολέων δημιουργίας επικαθίσεων) και τέλος η απομάκρυνση των σχηματιζόμενων στερεών, με χημικά ή φυσικά μέσα, στην διάρκεια προγραμματισμένων ή όχι διακοπών λειτουργίας της μονάδος.

Οι διάφορες δυνατότητες ελέγχου της διαβρώσεως στις γεωθερμικές μονάδες επικεντρώνονται στα εξής:

α. Στην επιλογή του καταλλήλου υλικού κατασκευής (π.χ χρήση πολυμερικών υλικών, εναλλακτών θερμότητας από τιτάνιο, Hastelloy κ.τ.λ).

β. Στην επικάλυψη των μεταλλικών επιφανειών με ανθεκτικά, στην διάβρωση, στρώματα.

γ. Στην προσθήκη αναστολέων διαβρώσεως.

δ. Στον ορθό σχεδιασμό της μονάδος.

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται ήπια μορφή ενέργειας, σε σύγκριση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, χωρίς βέβαια οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευσή της να είναι συχνά αμελητέες. Η υψηλότερη περιεκτικότητα των γεωθερμικών ρευστών υψηλής ενθαλπίας σε διαλυμένα άλατα και αέρια, σε σχέση με τα ρευστά χαμηλής ενθαλπίας, επιβάλλουν τον διαχωρισμό των επιπτώσεων από την αξιοποίηση της γεωθερμίας. Τα

προβλήματα από την διάθεση των υδάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται για άμεσες χρήσεις, είναι κατά κανόνα ηπιότερα (και σχεδόν μηδενικά) σε σχέση με εκείνα των ρευστών τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίσης θα πρέπει να τονισθεί από την αρχή ότι στην περίπτωση κατά την οποία εφαρμόζεται η άμεση επανεισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα, όπως στην περίπτωση των μονάδων με δυαδικό κύκλο, οι επιπτώσεις είναι ελάχιστες. Βεβαίως κατά την φάση της έρευνας, της ανόρυξης των γεωτρήσεων, των δοκιμών και της κατασκευής της μονάδος μπορεί να υπάρξουν διαρροές και διάθεση γεωθερμικών υδάτων σε υδάτινους αποδέκτες, καθώς και αυξημένος θόρυβος.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την αξιοποίηση των ρευστών υψηλής ενθαλπίας διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Αυτές ταξινομούνται σε κατηγορίες σε συνάρτηση με τις αιτίες οι οποίες τις προκαλούν όπως τη χρήση γης, τις εκπομπές αερίων, την διάθεση υγρών αποβλήτων, τον θόρυβο, την δημιουργία μικροσεισμικότητας και καθιζήσεις. Η έκταση γης η οποία απαιτείται για την αξιοποίηση της γεωθερμίας (π.χ για την εγκατάσταση της μονάδος, για τον χώρο για τις γεωτρήσεις, για τις σωληνώσεις μεταφοράς και για τους δρόμους πρόσβασης) είναι γενικά μικρότερη από την έκταση της γης που απαιτούν άλλες μορφές ενέργειας (ατμοηλεκτρικοί σταθμοί άνθρακος, υδροηλεκτρικοί σταθμοί κ.τ.λ).

Το CO₂ το οποίο εκπέμπεται από γεωθερμικές μονάδες ποικίλλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του πεδίου, καθώς ανάλογα και με την τεχνολογία παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, αν και οι εκπομπές του είναι κατά πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες εκπομπές ατμοηλεκτρικών μονάδων και συγκρίνονται ευνοϊκά και με τις εκπομπές (έμμεσες ή άμεσες) από άλλες ΑΠΕ. Το H₂S, λόγω της έντονης οσμής του και της σχετικής τοξικότητάς του, είναι υπεύθυνο τις περισσότερες φορές για την προκατάληψη η οποία εκδηλώνεται κατά της γεωθερμίας. Οι εκπομπές H₂S ποικίλλουν από μικρότερες των < 0,5 gr/ kW μέχρι και 7 gr/kWh.

Η κύρια ανησυχία από την αξιοποίηση της γεωθερμίας υψηλής ενθαλπίας προέρχεται από την διάθεση των γεωθερμικών υδάτων στους υδάτινους αποδέκτες. Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του και της περιεκτικότητάς του σε διάφορα χημικά συστατικά το γεωθερμικό ρευστό, προτού διατεθεί σε υδάτινους αποδέκτες, θα πρέπει να υποστεί κάποια επεξεργασία και να μειωθεί η θερμοκρασία του. Τονίζεται ξανά ότι η περισσότερο αποδεκτή περιβαλλοντικά μέθοδος διαθέσεως των γεωθερμικών ρευστών είναι η επανεισαγωγή τους στον ταμιευτήρα.

Συγκρινόμενη με τις άλλες ΑΠΕ η γεωθερμία δεν υστερεί σε περιβαλλοντικά οφέλη. Αυτό βέβαια έρχεται σε προφανή αντίθεση με την εντύπωση η οποία κυριαρχεί ότι ορισμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επιβαρύνουν το περιβάλλον. Η εντύπωση αυτή μεταβάλλεται όταν κανείς συνυπολογίσει τις επιπτώσεις οποιασδήποτε μορφής ενέργειας σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής μιας τεχνολογίας, αλλά και την επιβάρυνση στο περιβάλλον από την κατασκευή και την λειτουργία των μονάδων.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη της γεωθερμίας συνοπτικά είναι τα εξής:

- α. Η συνεχής παροχή ενέργειας με υψηλό συντελεστή λειτουργίας (load factor) > 90 %.
- β. Το μικρό λειτουργικό κόστος: Το λειτουργικό κόστος των παγίων είναι μικρό σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας.
- γ. Υπάρχουν μηδενικές ή μικρές εκπομπές αερίων στο περιβάλλον.
- δ. Η μικρή απαίτηση γης.
- ε. Η συμβολή στην επίτευξη των στόχων της Λευκής βίβλου και του πρωτοκόλλου του Κιότο.
- στ. Η οικολογική ανάπτυξη: Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί τοπική μορφή ενέργειας με συνέπεια την οικονομική ανάπτυξη, αλλά με οικολογικό τρόπο της γεωθερμικής περιοχής.
- η. Η συμβολή στην μείωση της ενεργειακής εξαρτήσεως: Μειώνεται η ενεργειακή εξάρτηση μιας χώρας με τον περιορισμό των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων.

4.17 Αποτελέσματα της χρήσεως της γεωθερμίας

Η χρήση των ορυκτών καυσίμων και της πυρηνικής ενέργειας επηρέασε τις κλιματικές συνθήκες του πλανήτη, συσσωρεύσε αερίους ρύπους στην ατμόσφαιρα, ερύπανε σε σημαντική έκταση τα επιφανειακά ύδατα του πλανήτη, μείωσε την βιοποικιλότητα και επιπλέον εμόλυνε περιοχές λόγω των πυρηνικών αποβλήτων.

Μερικά χαρακτηριστικά γεγονότα επιβαρύνσεως του περιβάλλοντος είναι τα εξής:

- α. Το 1952 στο Λονδίνο αναφέρονται χιλιάδες θάνατοι όταν η άπνοια παγίδεψε τους αερίους ρύπους των εργοστασίων επάνω από την πόλη και δημιούργησε το τραγικό αυτό συμβάν.
- β. Το 1973 εκδηλώνεται η πρώτη ενεργειακή κρίση όταν η τιμή του πετρελαίου πενταπλασιάστηκε μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα. Διαπιστώνεται η άμεση σχέση της

ενεργειακής πολιτικής και της εθνικής ανεξαρτησίας μιας χώρας, αλλά και συνειδητοποιείται το γενικότερο πρόβλημα του εξαντλησίμου των ενεργειακών αποθεμάτων. Εξαγγέλλονται προγράμματα εξοικονομήσεως ενέργειας και αναζητούνται άλλες ενεργειακές πηγές.

γ. Το 1982 εμφανίζονται τα πρώτα συμπτώματα καταστροφής των δασών της Κεντρικής Ευρώπης λόγω της όξινης βροχής. Αιτία είναι η καύση των υδρογονανθράκων ή γαιανθράκων σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

δ. Το 1989 το ναυάγιο του πετρελαιοφόρου Ecxon Valdez, στον κόλπο Prince William Sound της Αλάσκας, υπενθύμισε το κόστος της χρήσεως 60 εκατομμυρίων βαρελιών πετρελαίου την ημέρα.

ε. Το 1986 στην Ουκρανία γίνεται έκρηξη στην πυρηνική μονάδα του Τσέρνομπιλ. Το ραδιενεργό νέφος εκτός, από την γύρω περιοχή έπληξε το μεγαλύτερο μέρος της Κεντρικής και Δυτικής Ευρώπης, αλλά και μέρος της χώρας μας. Τα δυσμενή αποτελέσματα καταμετρούνται ακόμη και σήμερα.

στ. Στο διάστημα 1989-1995 παρατηρήθηκε ιδιαίτερα μεγάλος αριθμός φυσικών καταστροφών όπως οι θυελλώδεις άνεμοι οι οποίοι έπληξαν το 1990 την Βόρεια Ευρώπη, οι μεγάλοι κυκλώνες οι οποίοι έπληξαν την Ασία το 1991, η καταιγίδα «Andrew» στις ΗΠΑ το 1992, αλλά και οι τρομακτικές πλημμύρες στην περιοχή του Μισισσιππή το 1993. Σύμφωνα με στοιχεία τα οποία αναφέρονται στην έκθεση του 1995 της επιστημονικής ομάδας εργασίας της IPCC (Διακυβερνητική επιτροπή για τις κλιματικές αλλαγές η οποία αποτελείται από 2500 επιστήμονες και ιδρύθηκε το 1988 και τελεί υπό την αιγίδα του ΟΗΕ) αποδεικνύεται πλέον καθαρά ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες επιδρούν στο παγκόσμιο κλίμα.

ι. Οι βομβαρδισμοί των αμερικανικών και νατοϊκών δυνάμεων το 1991 στον Περσικό κόλπο, με βόμβες απεμπλουτισμένου ουρανίου, εμόλυναν τις περιοχές με ραδιενεργά στοιχεία και απετέλεσαν την αιτία για την εμφάνιση πολλών κρουσμάτων λευχαιμίας και τερατογενέσεων.

Ανάλογο φαινόμενο έζησε πρόσφατα (άνοιξη του 1999) και η γειτονική μας πρώην Γιουγκοσλαβία με συνέπειες οι οποίες δεν είναι γνωστό ακόμη πόσο θα στοιχίσουν στο φυσικό περιβάλλον και στον άνθρωπο.

Εκτός από τα συγκεκριμένα γεγονότα η χρήση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προκάλεσε και συνεχίζει να προκαλεί έντονη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Έτσι κατά την

καύση των γαιανθράκων (μείγμα πολυπλόκων χημικών, ενώσεων άνθρακος και υδρογόνου, των λεγόμενων υδρογονανθράκων) μετατρέπεται η χημική ενέργεια τους σε θερμική ενέργεια και παράγεται αιθάλη και διοξείδιο του άνθρακος. Η καύση του πετρελαίου παράγει επιπλέον οξείδια του αζώτου και του θείου, ενώ παράλληλα ελευθερώνεται και μόλυβδος.

Η αιθάλη και τα αέρια αυτά σχηματίζουν την αιθαλομίχλη, η οποία συχνά, λόγω των θερμοκρασιακών αναστροφών, εγκλωβίζεται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας με δυσάρεστα αποτελέσματα. Ιδιαίτερα η αιθάλη εισπνέεται, αλλά και επικάθεται παντού. Όσον αφορά το διοξείδιο του άνθρακος με την αύξηση της ποσότητάς του στην ατμόσφαιρα αυξάνεται και η διαφορά μεταξύ της εισερχόμενης στην ατμόσφαιρα ηλιακής ακτινοβολίας και της εξερχόμενης από αυτή μετά την ανάκλασή της στην γη.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, το γνωστό «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Τον ρόλο του υάλινου σκεπάστρου του θερμοκηπίου παίζει η βεβαρημένη ατμόσφαιρα κυρίως με το διοξείδιο του άνθρακος, με το μεθάνιο και με τα οξείδια του αζώτου.

Εκτός από την αέρια ρύπανση, ακόμη και η έρευνα για ανακάλυψη κοιτασμάτων φυσικού αερίου και η εκμετάλλευσή τους συνοδεύεται από σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Κάθε φορά που γίνεται παραδείγματος χάριν μια γεώτρηση στην θάλασσα, για φυσικό αέριο παράγονται κατά μέσο όρο 1.500 - 2.000 τόνοι τοξικής λάσπης. Αυτή περιέχει πτητικές οργανικές ενώσεις, πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, αρσενικό, μόλυβδο και ραδιενεργά υλικά όπως το ράδιο. Η απόρριψη της λάσπης αυτής στην θάλασσα ή η διάθεσή της στην ξηρά εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους.

Είναι χαρακτηριστική η περίπτωση του κόλπου του Μεξικού στον οποίο η εντατική άντληση αερίου έχει καταστήσει μια περιοχή 3.000 τετραγωνικών μιλίων νεκρή ζώνη.

Τα εκλυόμενα οξείδια του θείου και του αζώτου σχηματίζουν με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας οξέα. Αυτά με το νερό της βροχής επιστρέφουν στην γη ως «όξινη βροχή» προκαλώντας μεγάλες ζημιές στα δάση του πλανήτη μας, διάβρωση και ερημοποίηση των γονίμων εδαφών καθώς και αλλοιώσεις στην σύσταση των υπογείων και πόσιμων υδάτων. Εμφανείς επίσης είναι οι καταστροφές στα μαρμάρινα αριστουργήματα τα οποία διασώθηκαν ως τις ημέρες μας. Σήμερα έχει αποδειχθεί ότι είναι σοβαρό πρόβλημα η χρήση των χλωροφθορανθράκων (CFC) ως ψυκτικά σε κλιματιστικά και ψυγεία, ως προωθητικά σε σπρέι, ως καθαριστικά ηλεκτρονικών συσκευών, ως αποστειρωτικά για νοσοκομειακά όργανα και ως μονωτικά υλικά, καθώς και ως υλικά συσκευασίας. Αν και αυτοί δεν

προέρχονται άμεσα από την καύση των μη ανανεωσίμων πηγών ενέργειας (ένα μέρος τους παράγεται από την καύση της βιομάζας) αποτελούν ωστόσο προϊόντα των οποίων η παρασκευή απαιτεί σημαντική κατανάλωση ενέργειας.

Η απελευθέρωση επίσης των αερίων χλωροφθορανθράκων (CFC) στην ατμόσφαιρα, από τα κουτιά των σπρέι τα οποία πετιούνται ή από διαρροές των ψυκτικών και κλιματιστικών συσκευών ή από την παραγωγή και καύση προϊόντων με πλαστικό αφρό, έχει ως αποτέλεσμα την ανύψωση των αερίων αυτών στην στρατόσφαιρα. Εκεί με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας διασπώνται και απελευθερώνονται άτομα χλωρίου. Αυτά επιταχύνουν την διάσπαση του όζοντος (O_3) σε οξυγόνο (O_2) και ατομικό οξυγόνο (O). Με τον τρόπο αυτό καταστρέφεται ταχύτερα, από ότι σχηματίζεται, το στρώμα του όζοντος της στρατόσφαιρας το οποίο μας προστατεύει από την επικίνδυνη υπεριώδη ακτινοβολία. Με την καταστροφή του δημιουργείται η τρύπα του όζοντος.

Δεν θα πρέπει επίσης να παραβλεφθούν και τα ατυχήματα τα οποία σημειώνονται κατά την μεταφορά πετρελαίου με πλοία. Αυτά έχουν προκαλέσει και προκαλούν ανυπολόγιστες οικολογικές καταστροφές στις θάλασσες και στις ακτές.

Σήμερα ως γνωστόν οι ενεργειακές μας ανάγκες καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό τόσο από την θερμική ενέργεια της καύσεως γαιανθράκων και πετρελαίου όσο και από την πυρηνική (θερμική) ενέργεια της σχάσεως των πυρήνων. Οι πηγές ενέργειας αυτές αποδεικνύονται καταστροφικές για το περιβάλλον ή τουλάχιστον «μη καθαρές» αφού το επιβαρύνουν. Υπάρχουν και άλλες επιβαρύνσεις οι οποίες ασκούνται στο περιβάλλον. Αυτές είναι η ηχητική, αλλά και η αισθητική, επιβάρυνση. Οι επιβαρύνσεις αυτές προκαλούνται από τις μονάδες παραγωγής ενέργειας και από τους μηχανισμούς και τα συστήματα μεταφοράς της όπως παραδείγματος χάριν τα εργοστάσια, τα ορυχεία, τα συστήματα αντλήσεως, τα διωλιστήρια και οι ηλεκτρικοί πυλώνες.

Η ανάγκη για παγκόσμιο περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων οδήγησε στην παγκόσμια «Συνδιάσκεψη του Ρίο» το 1992. Σε αυτή, στο πλαίσιο της «Συνθήκης για τις κλιματικές αλλαγές», οι 106 επικεφαλής των βιομηχανικών χωρών δεσμεύθηκαν μεταξύ τους να μειώσουν μέχρι το 2000 τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στα επίπεδα του 1990. Η δέσμευση αυτή ωστόσο δεν τηρήθηκε από τις μισές περίπου χώρες που αφορούσε η συνθήκη. Στις χώρες αυτές συμπεριλαμβάνονται και οι ΗΠΑ οι οποίες εμεταίωσαν εξάλλου και την πρόσφατη συνδιάσκεψη της Χάγης για το περιβάλλον εξ' αιτίας των οικονομικών τους συμφερόντων.

Ευτυχώς οι εκπομπές χλωροφθορανθράκων (CFC) έχουν μειωθεί δραστικά προκειμένου να προστατευθεί η στοιβάδα του όζοντος. Στην «Διάσκεψη του Βερολίνου», τον Μάρτιο του 1995, η Γερμανία εξήγγειλε μείωση των εκπομπών άνθρακος κατά 30 % έως το 2005 σε σχέση με το 1990. Παράλληλα συνεχίζει να εγκαθιστά ανεμογεννήτριες όπως και η Δανία, η Ολλανδία και η Ελβετία. Βέβαια η Γερμανία και η Αγγλία εκπέμπουν συνολικά αέρια θερμοκηπίου όσο περίπου όλες οι άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η «Τρίτη διακυβερνητική διάσκεψη για το κλίμα» στο Κιότο το 1997 δεν άλλαξε το τοπίο αφού όχι μόνο δεν ετηρήθηκε η απόφαση για την περιβόητη μείωση στην εκπομπή ρύπων κατά 5% μέχρι το 2010, αλλά πολλές ευρωπαϊκές χώρες αύξησαν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακος. Επίσης η δυνατότητα, την οποία προσφέρει η «Συνθήκη για εξαγορά δικαιωμάτων και ποσοστών ρύπων», των λιγότερο αναπτυγμένων βιομηχανικών χωρών από τις πλέον αναπτυγμένες, δεν μειώνει καθόλου το συνολικό ρυπαντικό φορτίο του πλανήτη.

Η μέχρι τώρα ενεργειακή πολιτική της Ελλάδος αποτελεί παράδειγμα μη φιλικής πολιτικής προς το περιβάλλον. Είχε την 4^η υψηλότερη αύξηση στην Ευρώπη των 15 όσον αφορά συνολικά τις εκπομπές καυσαερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, κατά την περίοδο 1990-98 (αύξηση +15 %), σύμφωνα με στοιχεία που έδωσε στην δημοσιότητα η Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Σήμερα το 93 % της ενέργειας την οποία παράγει η ΔΕΗ (8) προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, ενώ αν εφαρμοσθεί το δεκαετές πρόγραμμά της η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα θα φθάσει το 96 % (συμπεριλαμβανομένου και του φυσικού αερίου). Παράλληλα η συμμετοχή των ανανεωσίμων πηγών ενέργειας στην συνολική κατανάλωση ενέργειας περιορίζεται στο 6 %.

Υπάρχουν όμως και αρκετές αρνητικές επιπτώσεις από την χρήση της γεωθερμικής ενέργειας. Οι κυριότερες από αυτές είναι οι εξής:

α. Η πρόκληση καθιζήσεων: Η αφαίρεση μεγάλων ποσοτήτων ύδατος ή ατμού από ένα γεωθερμικό πεδίο, όταν οι ταμειυτήρες του αποτελούνται από πορώδεις σχηματισμούς, μπορεί να προκαλέσει ορισμένες φορές καθίζηση του εδάφους από λίγα εκατοστά μέχρι μερικά μέτρα. Η καθίζηση του υπεδάφους μπορεί να έχει επιπτώσεις στην σταθερότητα των σωληνώσεων (pipelines), των αγωγών και των σωληνώσεων των γεωτρήσεων. Μπορεί επίσης να προκαλέσει τον σχηματισμό λιμνών και ρωγμών στο έδαφος και μπορεί, εάν η θέση είναι κοντά σε κατοικημένη περιοχή, να οδηγήσει σε αστάθεια των κτιρίων σε εξεζητημένες περιπτώσεις.

β. Η δημιουργία μικροσεισμικότητας: Με την επανεισαγωγή των υγρών στον ταμιευτήρα υπάρχει πιθανότητα προκλήσεως μικροσεισμών στην περιοχή διότι τα υγρά, κατά την επανεισαγωγή, δρουν ως λιπαντικό για τα υπερκείμενα πετρώματα. Επειδή τα περισσότερα γεωθερμικά πεδία (Σχήμα 16) ευρίσκονται σε σειсмоγενείς περιοχές είναι πιθανόν οι μικροί αυτοί σεισμοί να «ανακουφίζουν» τις τοπικές συνθήκες και έτσι να συνδράμουν στην αποφυγή μεγαλύτερου σεισμού (12),(36).

γ. Οι υδροθερμικές εκρήξεις: Αυτές είναι σπάνιες, αλλά είναι ένας πιθανός κίνδυνος στα πεδία υψηλής θερμοκρασίας. Εμφανίζονται όταν η πίεση ατμού στα υδροφόρα στρώματα, κοντά στην επιφάνεια, είναι υψηλή οπότε μπορεί να εκτινάξει το εδαφικό υλικό και να προκαλέσει την δημιουργία κρατήρων. Οι διαστάσεις των κρατήρων μπορεί να κυμαίνονται από 5 m – 500 m όσον αφορά την διάμετρο και βάθος έως 500 m όσον αφορά το βάθος.

δ. Ο θόρυβος: Κατά το στάδιο ανόρυξης των γεωτρήσεων και της κατασκευής της μονάδος υπάρχει πιθανότητα να παρουσιασθούν ορισμένα προβλήματα από αυξημένα επίπεδα θορύβου. Κατά την φάση λειτουργίας της γεωθερμικής μονάδος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν αρκετά υψηλά επίπεδα θορύβου τα οποία προέρχονται κυρίως από τους ανεμιστήρες του πύργου ψύξεως, από τον εκτοξευτή ατμού και από τον βόμβο των ατμοστροβίλων. Αυτά τα επίπεδα θορύβου ελέγχονται από μόνιμες εγκαταστάσεις σιγαστήρων ή άλλων συσκευών μειώσεως του θορύβου.

ε. Οι εκπομπές αερίων: Τα μη συμπυκνώσιμα αέρια τα οποία εμπεριέχονται στον γεωθερμικό ατμό και μπορεί να απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα είναι κυρίως διοξείδιο του άνθρακος και υδρόθειο. Επίσης υπάρχει περίπτωση αυτά να περιέχουν αμμωνία, υδρογόνο, άζωτο, μεθάνιο και ραδόνιο σε δευτερεύουσες ποσότητες, καθώς επίσης και πτητικά σωματίδια βορίου, αρσενικού και υδραργύρου.

I) Υδρόθειο (H_2S): Η εκπομπή υδροθείου αποτελεί την σημαντικότερη πηγή ρυπάνσεως. Χαρακτηρίζεται από μία «οσμή κλούβιων αυγών» και ανιχνεύεται από τον άνθρωπο ακόμη και σε συγκεντρώσεις μικρότερες από 0,03 ppmv (parts per million by volume). Το υδρόθειο επιταχύνει την διάβρωση των μεταλλικών επιφανειών και αποκλείει την χρήση ορισμένων μεταλλικών υλικών. Στις γεωθερμικές εγκαταστάσεις με εκπομπές H_2S θα πρέπει να χρησιμοποιούνται φορητές συσκευές για την ανίχνευσή του, ιδιαίτερα για το προσωπικό το οποίο εισέρχεται σε κλειστούς χώρους.

II) Διοξείδιο του άνθρακος (CO_2): Οι ποσότητες CO_2 οι οποίες εκπέμπονται από γεωθερμικές μονάδες εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του πεδίου και από την τεχνολογία

παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι εκπομπές CO₂ από γεωθερμικές μονάδες είναι κατά πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες εκπομπές ατμοηλεκτρικών μονάδων και συγκρίνονται ευνοϊκά με τις εκπομπές (έμμεσες ή άμεσες) από άλλες ΑΠΕ. Οι γεωθερμικές μονάδες νέας γενεάς εκπέμπουν λιγότερο από 0,5 kg CO₂ ανά MW συγκρινόμενες με τα 1000 kg περίπου CO₂ ανά MW τα οποία εκπέμπονται από ατμοηλεκτρικούς σταθμούς οι οποίοι χρησιμοποιούν άνθρακα.

III) *Άλλα αέρια*: Από τους υπόλοιπους αέριους ρύπους οι όποιοι εκπέμπονται η αμμωνία μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό των οφθαλμών, των ρινικών κοιλοτήτων και του αναπνευστικού συστήματος σε συγκεντρώσεις 5 έως 32 ppm. Το ραδόνιο είναι καρκινογόνο εάν εισπνευσθεί. Οι εκπομπές αυτών των δύο αερίων είναι κανονικά σε χαμηλά επίπεδα και δεν προκαλούν ανησυχία.

Από τα διάφορα μεταλλικά στοιχεία τα οποία εκπέμπονται το αρσενικό είναι διαβρωτικό στο δέρμα και καρκινογόνο, το βόριο ερεθίζει το δέρμα και τους βλεννογόνους υμένες και η εισπνοή ή η κατάποση του υδραργύρου μπορεί να προκαλέσει νευρολογικές διαταραχές. Αυτά τα στοιχεία εκπέμπονται γενικά σε τόσο χαμηλές ποσότητες με αποτέλεσμα να μην θέτουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία. Τα μεταλλικά στοιχεία μπορεί επίσης να αποτεθούν στο έδαφος. Επίσης, εάν διηθηθούν εκεί, μπορεί να συμβάλουν στην μόλυνση των υπογείων υδάτων. Το βόριο είναι επίσης τοξικό στα φυτά σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις.

στ. *Υδάτινη και θερμική ρύπανση*: Η κύρια ανησυχία, από την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας υψηλής ενθαλπίας, προέρχεται από την διάθεση των γεωθερμικών υδάτων στους υδάτινους αποδέκτες. Η σύσταση ενός γεωθερμικού ρευστού εξαρτάται από το είδος και από την προέλευση των πετρωμάτων ή του γεωλογικού σχηματισμού του ταμιευτήρος, από την θερμοκρασία και από την πίεση. Η απόρριψη ενός αλμολοίπου (άλμης με διάφορες προσμίξεις), από τον οποίο έχει εξαχθεί ή όχι η θερμότητα, δημιουργεί συνήθως περιβαλλοντικό πρόβλημα τόσο λόγω της περιεκτικότητάς του σε διάφορα χημικά συστατικά (αρσενικό, βόριο, φθόριο κ.τ.λ) όσο και λόγω της αρκετά υψηλότερης θερμοκρασίας του σε σχέση με την θερμοκρασία των αποδεκτών. Πρόσθετο πρόβλημα, το οποίο συνδέεται με την υδάτινη ρύπανση ή την ρύπανση του εδάφους, είναι οι τυχόν διαρροές των ρευστών. Ιδιαίτερα προβλήματα διαρροών μπορεί να υπάρξουν, κυρίως στα αρχικά στάδια αξιοποίησεως του πεδίου (από τα ρευστά τα οποία εκρέουν κατά την ανόρυξη των γεωτρήσεων), σε περίπτωση ατυχήματος ή διαρρήξεως των σωληνώσεων (παραγωγής και επανεισαγωγής) και από τις μη αποτελεσματικά στεγανοποιημένες τεχνητές λίμνες.

ζ. *Απόθεση στερεών αποβλήτων*: Επιπτώσεις από την γεωθερμία στο έδαφος ή στο υπέδαφος μπορεί να υπάρξουν και από την απόθεση στερεών αποβλήτων. Σε γεωθερμικές εγκαταστάσεις στερεά απόβλητα μπορεί να δημιουργηθούν από τις εξής πηγές:

I) Από την λάσπη των γεωτρήσεων και από τα θρύμματα των διατρυόμενων σχηματισμών κατά την διάρκεια της διατρήσεως.

II) Από τα απόβλητα από τις τεχνολογίες δεσμεύσεως του υδρόθειου (π.χ στοιχειακό θείο). και

III) Από τα στερεά άλατα από την απομάκρυνση των διαλυμένων αλάτων στο γεωθερμικό ύδωρ (π.χ πυριτικά άλατα) ή από τον καθαρισμό των σωληνώσεων από τις επικαθίσεις (ανθρακικό ασβέστιο, θειούχες ενώσεις βαρέων μετάλλων, πυριτικές, ενώσεις).

Οι ποσότητες στερεών αποβλήτων δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες, ειδικά όταν συγκρίνονται με απόβλητα από μονάδες που λειτουργούν με συμβατικά καύσιμα.

Υπάρχουν βέβαια και θετικές επιπτώσεις από την χρήση της γεωθερμικής ενέργειας. Οι κυριότερες από αυτές είναι οι εξής:

α. Το κύριο χαρακτηριστικό της γεωθερμικής ενέργειας είναι ότι απαντά σε ορισμένες μόνο περιοχές και η αξιοποίησή της γίνεται επιτόπου. Το θετικό σε αυτήν την περίπτωση είναι ότι ο «συνολικός κύκλος παραγωγής της ενέργειας» περιορίζεται σε μία μόνον περιοχή. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη μεταφοράς των γεωθερμικών ρευστών σε αποστάσεις μεγαλύτερες από μερικά χιλιόμετρα.

β. Η έκταση η οποία απαιτείται για την αξιοποίηση της γεωθερμίας (π.χ για την εγκατάσταση της μονάδος, για τον χώρο των γεωτρήσεων, για τις σωληνώσεις μεταφοράς και για τους δρόμους προσβάσεως) είναι γενικά μικρότερη από την έκταση της γης την οποία απαιτούν άλλες μορφές ενέργειας, ιδιαίτερα αν συνυπολογίσει κανείς τις εκτάσεις οι οποίες απαιτούνται για την εξόρυξη και την αποθήκευση των καυσίμων ή για την δημιουργία φραγμάτων και τεχνητών λιμνών.

γ. Η οπτική ρύπανση από τις γεωθερμικές μονάδες είναι μικρότερη σε σχέση με αυτή η οποία προκαλείται από κάποιες μονάδες παραγωγής άλλων μορφών ενέργειας.

Το κυριότερο ορατό τμήμα μίας μονάδος είναι ο πύργος ψύξεως. Κατά μέσο όρο, μία γεωθερμική μονάδα καταλαμβάνει έκταση περίπου 400 m^2 για την παραγωγή ενέργειας 1 GWh για 30 χρόνια.

4.17.1 Η γεωθερμία στην Ήπειρο

Η παρούσα κατάσταση των γεωθερμικών αποθεμάτων της περιφέρειας Ηπείρου δεν είναι η ιδανικότερη αφού δεν υφίσταται καμία ενεργειακή εκμετάλλευσή τους από την πολιτεία και από τους υπόλοιπους αρμοδίους φορείς. Αυτό συμβαίνει παρά την ύπαρξη γεωθερμικών πεδίων τόσο στην περιοχή της Κόνιτσας όσο και της Άρτας. Στην Κόνιτσα υπάρχουν κατ'ελάχιστο δύο γεωθερμικές πηγές με δυνατότητα αξιοποίησής τους για παραγωγή θερμότητας τόσο σε οικίες όσο και σε ιχθυοτροφικές παραγωγικές μονάδες.

Βάσει των μέχρι στιγμής δεδομένων τα υπάρχοντα γεωθερμικά πεδία της περιοχής είναι τα εξής:

α. Οι Πηγές Καβασίων: έχουν θερμοκρασία αέρος 28,1 °C και θερμοκρασία ύδατος 28,1 °C.

β. Οι πηγές Αμάραντου: Ευρίσκονται βόρεια της Κόνιτσας και έχουν θερμοκρασία ατμού 32 °C.

γ. Οι πηγές Συκεών (200 μέτρα νότια του χωριού Συκιές και περίπου 15 Km νότια της Άρτας): Εκεί έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα τέσσερις ερευνητικές γεωτρήσεις σε βάθος 320 μέτρων. Με βάση τα μέχρι τώρα δεδομένα, τα οποία ήταν απόρροια των ερευνών οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή την 20^η και την 21^η Οκτωβρίου 1998, φάνηκε καθαρά η δυνατότητα αντλήσεως ύδατος έως και 100 κυβικά μέτρα ανά ώρα θερμοκρασίας 55 °C περίπου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η κανονική γεωθερμική βαθμίδα είναι 3,3 °C / 100 m, ενώ στην περιοχή ενδιαφέροντος η τιμή της υπολογίζεται στους 17 °C / 100 m περίπου. Το βεβαιωμένο αυτό γεωθερμικό πεδίο Συκιών έχει έκταση 1 Km². Η έρευνα για την πιθανή εύρεση και άλλων κοιτασμάτων γεωθερμικών πεδίων στην ευρύτερη περιοχή συνεχίστηκε με ολοένα και πιο αυξανόμενο ρυθμό.

4.18 Γεωθερμικό πεδίο Νομού Άρτας

Το γεωθερμικό πεδίο το οποίο προσδιορίστηκε με νέες τεχνικές μεθόδους στην περιοχή Συκιές Άρτας έχει έκταση 10 km² και το πιθανόν υπάρχον να επεκτείνεται σε βάθος 280 μέτρων.

Το πάχος του ζεστού υδροφορέος είναι μεγαλύτερο των 40 μέτρων και η παροχή του ρευστού σε μία γεώτρηση έρευνας - παραγωγής μετρήθηκε μεγαλύτερη των 70 m³/h που

ισοδυναμεί θερμικά με 1300 T.I.Π. ανά έτος περίπου και μπορεί να φθάσει μέχρι τους 4000 T.I.Π. ανά έτος. Η μέση γεωθερμική βαθμίδα υπολογίζεται ότι είναι $11\text{ }^{\circ}\text{C} / 100\text{ m}$ δηλαδή μεγαλύτερη της τριπλάσιας κανονικής γεωθερμικής βαθμίδος. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κανονική γεωθερμική βαθμίδα είναι $3,3\text{ }^{\circ}\text{C} / 100\text{ m}$.

Οι υδροφόροι σχηματισμοί οι οποίοι εντοπίστηκαν σε βάθη 280-320 μέτρων έχουν θερμοκρασίες ρευστών οι οποίες ξεπερνούν τους $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Για το πεδίο αυτό υπάρχουν άριστες προοπτικές αξιοποίησεως σε πολλούς τομείς.



Εικόνα 23. Παραγωγική γεώτρηση στις Συκιές Άρτας

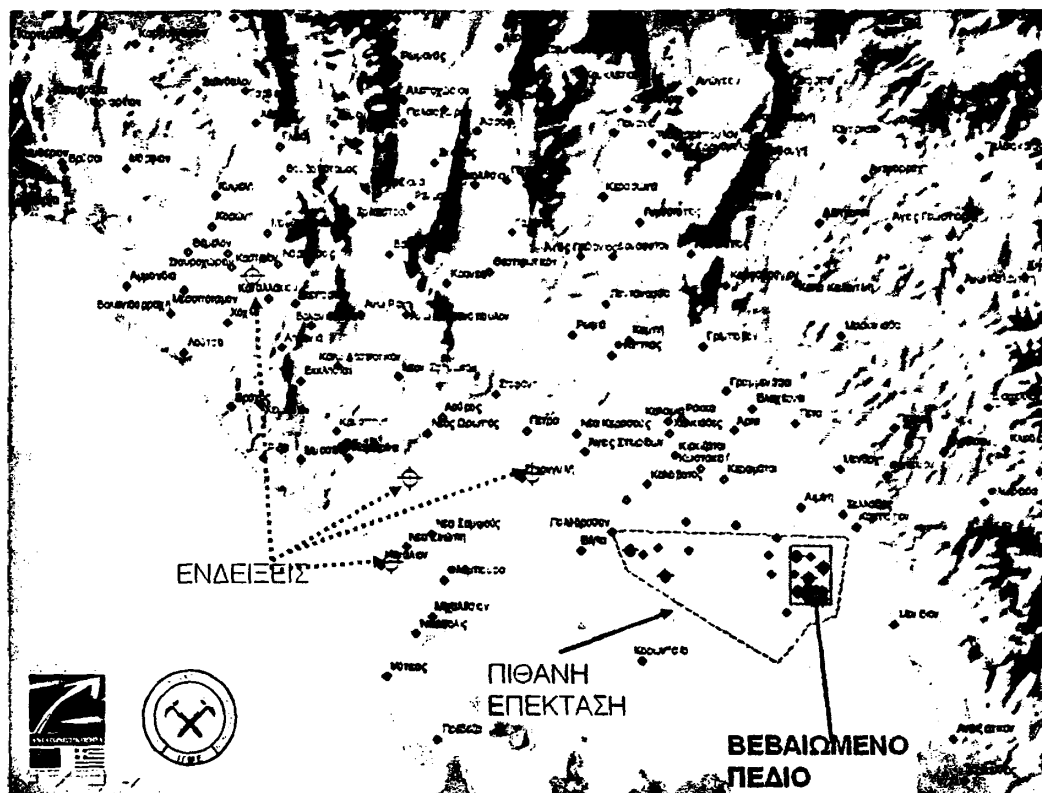
Οι έρευνες στον Νομό της Άρτας ξεκίνησαν το 1996 μέσω χρηματοδοτήσεως από το τρίτο κοινοτικό πλαίσιο στήριξης (Γ ΚΠΣ). Η έρευνα είχε ως αποτέλεσμα την εύρεση στην περιοχή μεγάλων ποσοτήτων ύδατος θερμοκρασίας άνω των $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Αυτές μπορεί να αξιοποιηθούν σε διάφορα πεδία και ιδίως στον χώρο των καλλιεργειών οι οποίες είναι τόσο απαραίτητες για τον νομό.

Υπάρχει παράλληλα και η πιθανότητα επεκτάσεως του εν λόγω γεωθερμικού πεδίου η οποία θα φθάνει τα 53,8 τετραγωνικά χιλιόμετρα με θερμοκρασίες από $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ έως $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η μέση θερμοκρασία είναι $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ και τα αποθέματα του γεωθερμικού ρευστού ανέρχονται σε 42×10^7 και αντιστοιχούν σε 760.000 T.I.Π.

Η αξιοποίηση της ενεργειακής αυτής πηγής μπορεί να έχει σε τοπικό επίπεδο σημαντικά και πολύ θετικά αποτελέσματα στην κάλυψη ενεργειακών παραγωγικών δραστηριοτήτων, στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, στην άνοδο του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων της

περιοχής, στην μείωση της ρυπάνσεως του περιβάλλοντος και στην μείωση της εξαρ-
από τα υγρά καύσιμα, αλλά και στην προώθηση της «πράσινης αναπτύξεως» στην π
μας.

Παράλληλα οι νέες τεχνικές εξορύξεως, οι οποίες έχουν αναπτυχθεί, μπορεί να πα-
καλύτερα αποτελέσματα. Οι έρευνες αυτές σε μεγάλο βάθος έχουν μικρότερο κόστι
παλαιότερα, αλλά παρόλα όμως αυτό εξακολουθεί να παραμένει πολύ υψηλό.



Σχήμα 17. Πιθανά και βεβαιωμένα γεωθερμικά πεδία στην Ήπειρο

4.19 Απόφαση άδειας εκμεταλλεύσεως γεωθερμικού πεδίου

Πρόσφατη απόφαση του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλ
καθορίζει τους ειδικότερους όρους της άδειας διανομής της θερμικής ενέργειας
την εκμετάλλευση γεωργικού δυναμικού χαμηλής ενθαλπίας αποκλειστικά
αγροτικές εκμεταλλεύσεις. Οι όροι αυτοί, σύμφωνα με την απόφαση αυτή, είνι
εξής:

α. Για κάθε εκμισθούμενο δικαίωμα διαχείρισης γεωθερμικού πεδίου, χαμ
θερμοκρασίας, δύναται να εκδοθεί μία και μόνη άδεια διανομής θερμικής ενέργ



για αποκλειστική χρήση σε αγροτικές εκμεταλλεύσεις. Δικαιούχος της άδειας διανομής ορίζεται ο μισθωτής του πεδίου.

β. Για την έκδοση της άδειας απαιτείται η κατάθεση τεχνοοικονομικής μελέτης στην οποία θα περιλαμβάνεται και χρονοδιάγραμμα ολοκλήρωσης εργασιών, καθώς και η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

γ. Για την έναρξη κάθε εργασίας εγκαταστάσεως δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας και του αναγκαίου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού απαιτείται η εξασφάλιση των αδειών και εγκρίσεων που διέπουν την διαχείριση γεωθερμικού δυναμικού, την δραστηριότητα διανομής γεωθερμικής ενέργειας και την άσκηση δραστηριοτήτων σε αγροτικές και δασικού χαρακτήρα εκτάσεις.

δ. Ο αδειούχος οφείλει να τηρεί το εγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα εργασιών και να προβεί σε συνδέσεις με καταναλωτές και να τηρεί απαρέγκλιτα, με ποινή προσωρινής ή οριστικής ανακλήσεως (αφαιρέσεως) της άδειας, τα προβλεπόμενα και τις δεσμεύσεις της εγκεκριμένης τεχνικοοικονομικής και περιβαλλοντικής μελέτης και αποφάσεως εγκρίσεως περιβαλλοντικών όρων και να διαθέτει την αναγκαία τεχνική και οργανωτική δομή προκειμένου να διασφαλίζεται η άμεση αποκατάσταση βλαβών.

ε. Ο κάτοχος της άδειας δεν επιτρέπεται να προβαίνει σε διακρίσεις μεταξύ καταναλωτών ως προς τους όρους συνδέσεως, και ιδιαίτερα ως προς τους όρους της συμφωνίας με τους οποίους τιμολογεί την παρεχόμενη θερμική ενέργεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5.1 Υλικά - Μέθοδοι

Το πειραματικό μέρος της μεταπτυχιακής εργασίας περιλαμβάνει 40 εδαφικά δείγματα από περιοχές που έχει εντοπισθεί το γεωθερμικό πεδίο Συκεών καθώς επίσης από άλλες θέσεις στις οποίες βάσει των μέχρι τώρα ενδείξεων πιστεύεται ότι υπάρχει κατά μεγάλη πιθανότητα ενεργειακό πεδίο. Στα δείγματα αυτά πραγματοποιήθηκαν οι κυριότερες εδαφολογικές αναλύσεις για να αναδειχθεί η αξιοποιήσιμη σύσταση των εδαφών. Επίσης κατεγράφηκαν για τα τελευταία έτη τα κυριότερα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής. Αυτά τα δύο στοιχεία, καθώς επίσης και τα πειραματικά στοιχεία της πραγματοποιηθείσας γεωτρήσεως θα αποτελέσουν το προϊόν του συσχετισμού της αξιολογήσεως του γεωθερμικού πεδίου της Άρτας για μελλοντική αξιοποίησή του.

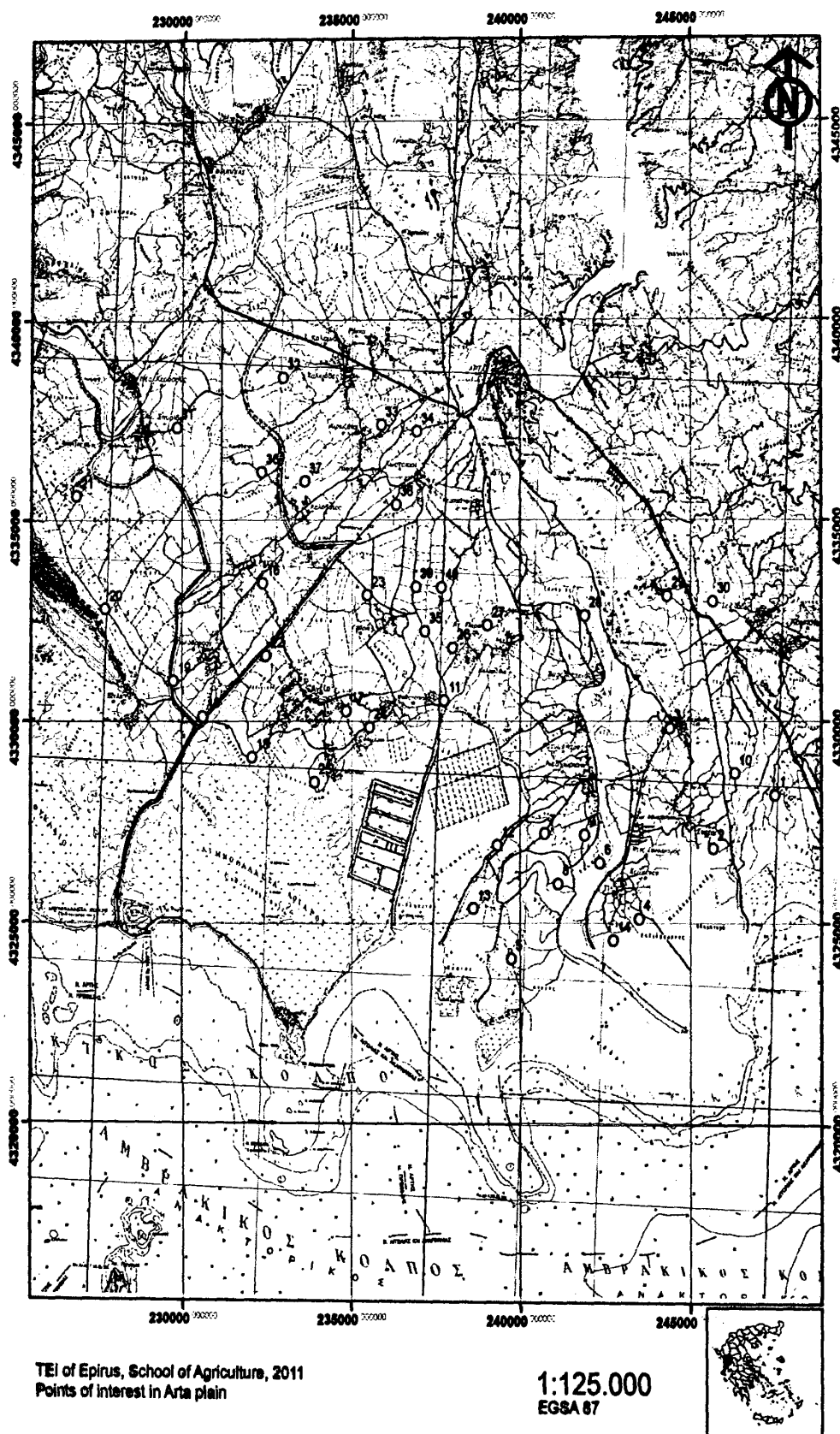
Τα δείγματα παρελήφθησαν με εδαφολήπτη από διάφορες γεωργικές εκμεταλλεύσεις της πεδιάδος της Άρτας σε βάθος 0 έως 30 cm.

Κατόπιν αποξηράνθηκαν και μετά κονιορτοποιήθηκαν και διαχωρίστηκαν με εδαφικό κόσκινο διαμέτρου 2 mm. Έπειτα έγιναν εδαφική σκόνη. Αργότερα πραγματοποιήθηκαν οι κυριότερες εδαφολογικές αναλύσεις για τον προσδιορισμό των φυσικοχημικών ιδιοτήτων. Οι ιδιότητες αυτές συγκεκριμένα ήταν οι εξής:

1. Η μηχανική σύσταση (μέθοδος Βουγιούκου).
2. Το PH (διάλυμα κορεσμού αναλογία εδάφους : ύδατος 1: 1).
3. Η Ηλεκτρική αγωγιμότητα EC (αναλογία εδάφους : ύδατος 1: 2,5).
4. Η Οργανική ουσία (μέθοδος Warkley – Black).
5. Το CaCO_3 (με ασβεστόμετρο Bernard).

Στον χάρτη 5, ο οποίος ακολουθεί, καταγράφονται οι θέσεις δειγματοληψίας οι οποίες περιλαμβάνουν τις περισσότερες περιοχές της πεδιάδος της Άρτας.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των εδαφικών δειγμάτων επεξεργάστηκαν στατιστικά, ως προς την κατανομή τους σε κλάσεις, σύμφωνα με τα όρια τα οποία προτείνονται στην βιβλιογραφία.



Θεματικός χάρτης 5: Σημεία δειγματοληψίας



Πινάκας 8 Φυσικοχημικές ιδιότητες εδαφών πεδιάδος Άρτας

Μηχανική Σύσταση								
Αριθμός δείγ/τος	PH	Ιλύς (%)	Άμμος (%)	Αργίλος (%)	Κλάση	Οργανική ουσία	CaCO ₃ (%)	Αλατότητα (μs/cm)
1	7.93	87.22	4.88	7.20	Si	3.5	10.3	487
2	7.77	66.00	26.69	7.36	SiL	3.6	3.9	314
3	7.02	65.92	26.80	7.28	SiL	3.0	0.8	354
4	7.66	81.67	10.89	7.44	Si	2.5	4.0	357
5	7.40	51.67	40.97	7.36	SiL	1.9	0.0	300
6	7.50	75.89	16.90	7.36	SiL	3.0	0.0	220
7	6.89	77.91	14.81	7.28	SiL	2.9	0.0	207
8	8.23	67.84	24.80	7.36	SiL	2.5	10.2	395
9	8.25	71.84	20.56	7.60	SiL	1.4	13.5	196
10	8.05	71.35	18.81	9.84	SiL	2.1	5.9	647
11	7.29	83.99	6.73	9.28	Si	3.1	0.6	201
12	7.79	81.67	10.97	7.36	Si	2.6	2.9	266
13	7.86	83.90	9.04	7.36	Si	4.0	3.5	224
14	7.70	83.75	8.89	7.36	Si	3.1	5.0	299
15	8.01	72.00	20.80	7.20	SiL	2.5	1.9	186
16	7.94	85.67	6.81	7.52	Si	3.3	11.5	340
17	7.89	49.28	38.96	11.76	L	1.8	2.2	232
18	7.82	79.60	8.80	11.60	SiL	4.5	1.2	262
19	8.03	79.67	10.81	9.52	SiL	2.8	10.4	300
20	7.55	67.91	22.97	9.12	SiL	2.1	1.0	252
21	7.61	75.44	17.4	7.12	SiL	2.4	1.5	263
22	7.11	73.89	14.96	11.20	SiL	6.5	1.0	381
23	7.16	72.00	16.80	11.20	SiL	6.2	2.8	674
24	7.78	63.68	28.80	7.52	SiL	3.0	10.4	347
25	8.01	75.84	16.88	7.28	SiL	0.2	12.8	254
26	8.10	67.52	24.56	7.92	SiL	0.7	13.1	153
27	8.05	69.51	22.73	7.76	SiL	1.4	9.4	102
28	7.51	77.52	12.56	9.92	SiL	2.8	0.5	316
29	7.99	81.36	10.81	7.84	Si	3.8	13.6	416
30	7.00	69.36	20.64	10.00	SiL	2.8	1.2	293
31	7.89	69.92	22.80	7.28	SiL	1.4	6.9	308
32	8.27	67.92	24.80	7.28	SiL	2.2	0.0	80
33	7.83	13.44	46.64	9.22	L	2.2	1.7	140
34	7.94	68.00	24.72	7.28	SiL	2.4	13.6	250
35	7.10	79.92	10.80	9.28	SiL	2.5	0.8	395
36	7.92	83.99	6.81	9.20	SiL	4.9	7.1	415
37	7.90	82.00	10.80	7.20	SiL	1.9	13.4	267
38	8.11	85.68	6.80	7.52	Si	1.8	12.2	522
39	8.08	64.08	28.80	7.2	SiL	2.3	12.7	144
40	7.98	81.35	10.74	7.92	Si	2.9	13.4	211

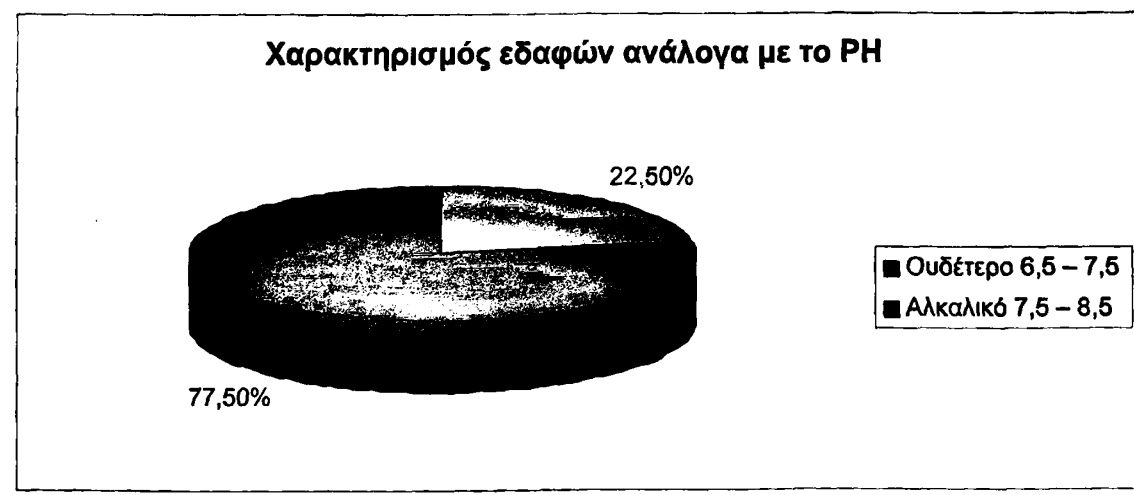
5.2 Αναλυτικά αποτελέσματα των βασικών εδαφικών φυσικοχημικών αναλύσεων

5.2.1 PH

Στο διάγραμμα 1, το οποίο ακολουθεί παρατηρείται ότι ισχυρά όξινα εδάφη με υψηλά χαμηλές τιμές PH δεν υπάρχουν. Το ποσοστό των δειγμάτων εδαφών τα οποία είναι ουδέτερα με τιμές PH έως 7,5 είναι 22,5 %. Αλκαλικά εδάφη με τιμές μέχρι 8,5 είναι το μεγαλύτερο ποσοστό και συγκεκριμένα 77,5 % (31).

Πίνακας 9: Χαρακτηρισμός εδαφών ανάλογα με το PH τους (Κουκουλάκης 1995)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	PH
Πολύ ισχυρά όξινο	< 4,5
Ισχυρά όξινο	4,5 – 5,5
Όξινο	5,5 – 6,5
Ουδέτερο	6,5 – 7,5
Αλκαλικό	7,5 – 8,5
Ισχυρά αλκαλικό	> 8,5



Διάγραμμα 1: Κατανομή σχετικής συχνότητας των τιμών του PH από τις πραγματοποιηθείσες αναλύσεις

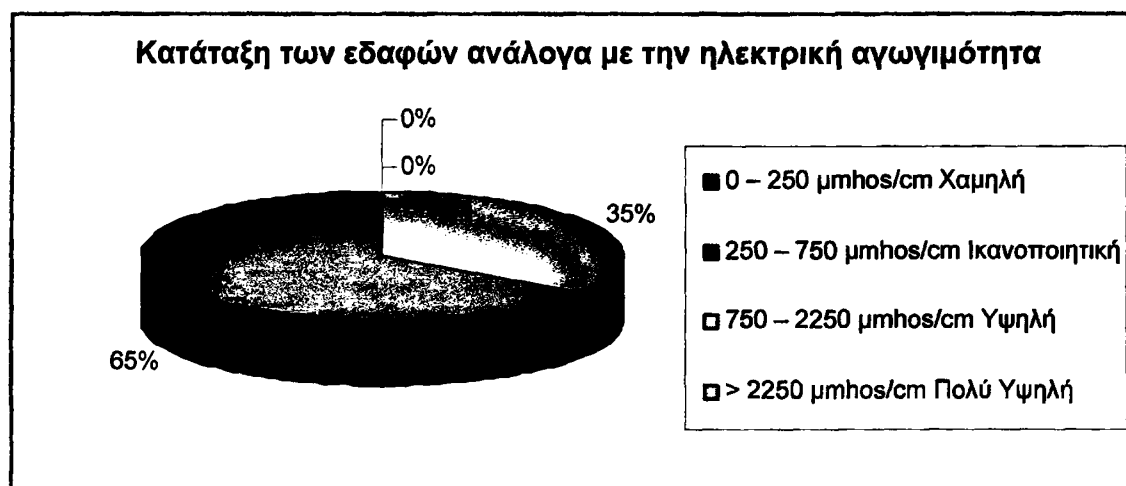
5.2.2. Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Στον πίνακα 10, ο οποίος ακολουθεί γίνεται ο χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με την αλατότητά τους.

Πίνακας 10: Χαρακτηρισμός εδαφών ανάλογα με την ηλεκτρική αγωγιμότητα (Κουκουλάκης, 1995)

Αλατότητα ($\mu\text{mhos/cm}$)	Χαρακτηρισμός
0 – 250	Χαμηλή
250 – 750 $\mu\text{mhos/cm}$	Ικανοποιητική
750 – 2250 $\mu\text{mhos/cm}$	Υψηλή
> 2250 $\mu\text{mhos/cm}$	Πολύ υψηλή

Από το διάγραμμα 2, το οποίο ακολουθεί, φαίνεται ότι το ποσοστό των εδαφικών δειγμάτων με χαμηλό κίνδυνο αλατότητας είναι 35 %. Στο 65 % η Ε.Σ είναι ικανοποιητική, ενώ δεν υπάρχουν ποσοστά για άλλες κατηγορίες.



Διάγραμμα 2: Κατανομή σχετικής συχνότητας των τιμών της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

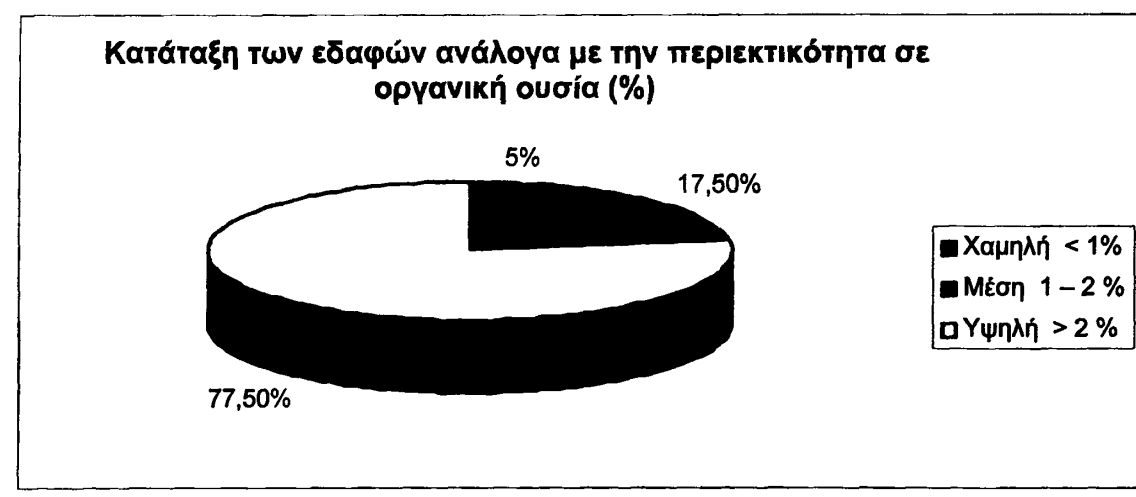
5.2.3 Οργανική ουσία

Στον πίνακα 11 αναφέρεται η περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία.

Πίνακας 11: Χαρακτηρισμός εδάφους ανάλογα με την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία

Κατάταξη εδαφών	Περιεκτικότητα Ο.Ο (%)
Χαμηλή οργανική ουσία	< 1 %
Μέση οργανική ουσία	1 – 2 %
Υψηλή οργανική ουσία	> 2 %

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 8 των αναλυτικών στοιχείων, αλλά και από το διάγραμμα 3 το μεγαλύτερο ποσοστό εδαφών είναι πλούσια εφοδιασμένο σε οργανική ουσία (77,5 %). Ορισμένα εδάφη (17,5 %) είναι μετρίως εφοδιασμένα, ενώ ένα μικρό ποσοστό αυτών έχει ελάχιστη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (5 %).



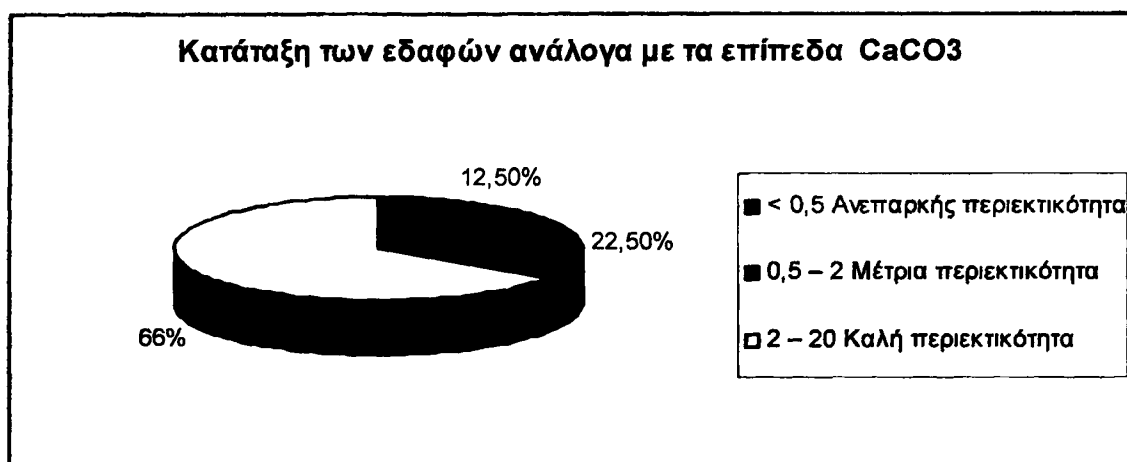
Διάγραμμα 3: Κατανομή σχετικής συχνότητας των τιμών σε οργανική ουσία

5.2.4 Ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3)

Εδάφη πολύ πτωχά σε ανθρακικό ασβέστιο αποτελούν το 12,5 %, ενώ μετρίως εφοδιασμένα είναι το 22,5 % (Διάγραμμα 1). Το μεγαλύτερο ποσοστό των εδαφών είναι πλούσια εφοδιασμένο σε περιεκτικότητα ανθρακικού ασβεστίου.

Πίνακας 12: Κατάταξη των εδαφών ανάλογα με τα επίπεδα του CaCO_3 στο έδαφος
(Κουκουλάκης 1995)

Συνολικό CaCO_3	Χαρακτηρισμός εφοδιασμού εδάφους
< 0,5	Ανεπαρκής περιεκτικότητα
0,5 – 2	Μέτρια περιεκτικότητα
2 – 20	Καλή περιεκτικότητα
20 – 40	Πολύ καλή περιεκτικότητα
> 40	Μεγάλη περιεκτικότητα



Διάγραμμα 4: Κατανομή σχετικής συχνότητας των τιμών σε ανθρακικό ασβέστιο

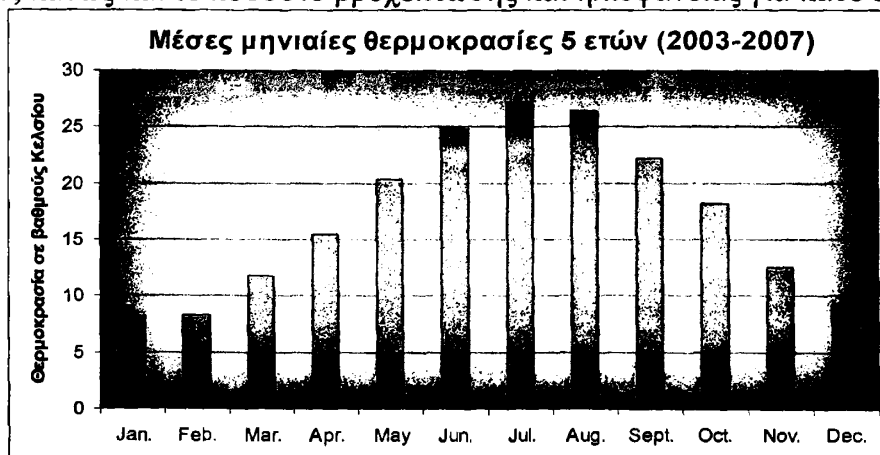
Από τις εδαφολογικές αναλύσεις, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν, φαίνεται ότι στην περιοχή στην οποία είναι βεβαιωμένο ή υπάρχουν ενδείξεις για γεωθερμικό πεδίο αναπτύσσεται ένα ευρύ δίκτυο τιμών και είναι λογικό αφού τα εδάφη προέρχονται από περιοχές με διαφορετικής προέλευσης γενετικό υλικό. Τα εδάφη βάσει της κοκκομετρικής συστάσεως χαρακτηρίζονται κυρίως ως ιλυώδη, πηλώδη και ιλυοπηλώδη. Αυτά είναι κυρίως μέσης συστάσεως, ουδέτερα μέχρι αλκαλικά, μη αλατούχα επαρκώς εφοδιασμένα με οργανική ουσία και ανθρακικό ασβέστιο. Είναι φανερό ότι στα εδάφη αυτά μπορεί να αναπτυχθούν χωρίς πρόβλημα όλες οι ενδιαφέρουσες δενδρώδεις, κηπευτικές και θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

5.3 Κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής

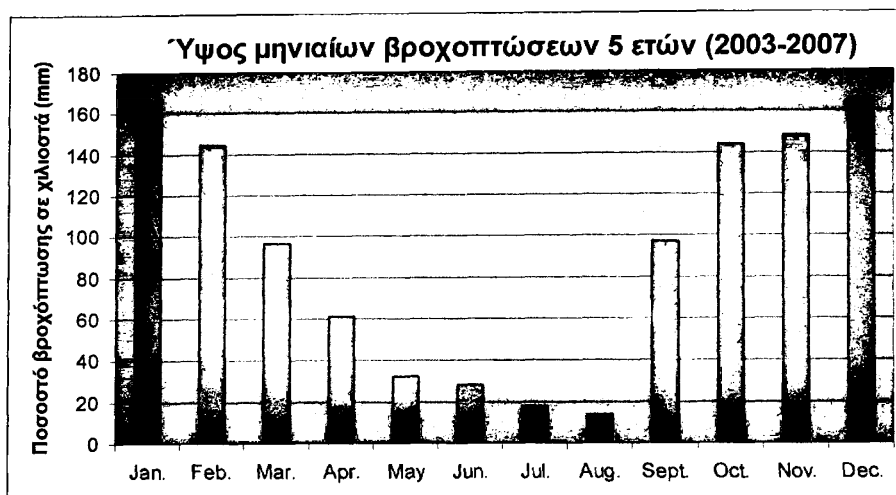
Το κλίμα της περιοχής, όπως φαίνεται και από τα σχεδιαγράμματα των κλιματικών μεταβολών, χαρακτηρίζεται από μετρίως χαμηλές θερμοκρασίες τον χειμώνα. Αυτές κυμαίνονται τον Δεκέμβριο στους 8 °C με 10 °C, τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο από 9 °C μέχρι 12 °C, τον Μάρτιο στους 12 °C, τον Απρίλιο στους 15 °C και τον Μάιο στους 20° C. Επιπλέον τον Ιούνιο κυμαίνονται από 23 °C έως 25 °C, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο στους 27 °C, τον Σεπτέμβριο στους 23 °C, τον Οκτώβριο περίπου στους 18 °C και τον Νοέμβριο στους 13 °C. Υπάρχει όμως και η περίπτωση τον Ιανουάριο, τον Φεβρουάριο και ενίοτε και τον Μάρτιο οι θερμοκρασίες να φθάνουν μέχρι -2 έως -7 °C. Ο Νομός Άρτας επηρεάζεται συχνά από δυσμενή καιρικά φαινόμενα όπως ο παγετός και το χαλάζι. Το κλίμα χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό. Οι βροχοπτώσεις είναι υψηλές που ξεπερνούν τα 1000 χιλιοστά ετησίως με μεγαλύτερο εύρος βροχοπτώσεων από τον Οκτώβριο μέχρι τον Μάιο. Η περιοχή χαρακτηρίζεται επίσης από υψηλή ηλιοφάνεια, η οποία ξεπερνά τις 2600 ώρες ετησίως. Τα μετεωρολογικά στοιχεία της περιοχής για την πενταετία 2003–2007 ήταν τα εξής:

- α. Επικρατούσαν μέτριες με υψηλές θερμοκρασίες τόσο κατά την διάρκεια της ανοίξεως όσο και κατά το καλοκαίρι.
- β. Οι βροχοπτώσεις ήταν συχνές, ιδιαίτερα την χειμερινή περίοδο.
- γ. Η περιοχή δεν χαρακτηρίζεται από χαλαζόπτωση.
- δ. Έχει μεγάλη ηλιοφάνεια και δεν επικρατούν συνήθως ισχυροί άνεμοι στην περιοχή.

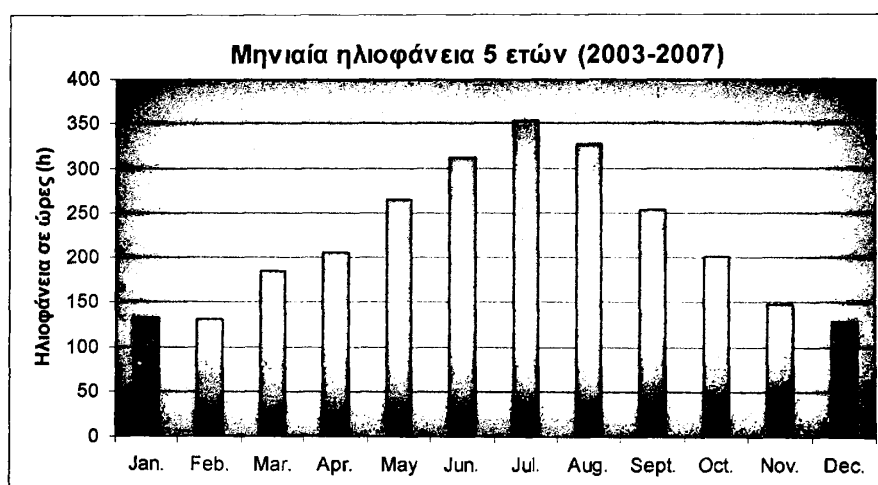
Στα διαγράμματα 5, 6, 7, 8, τα οποία ακολουθούν παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές διαφόρων κλιματικών στοιχείων κατά την χρονική περίοδο από τον Ιανουάριο 2003 μέχρι τον Αύγουστο 2007, καθώς και το ποσοστό βροχόπτωσης και ηλιοφάνειας για κάθε έτος.



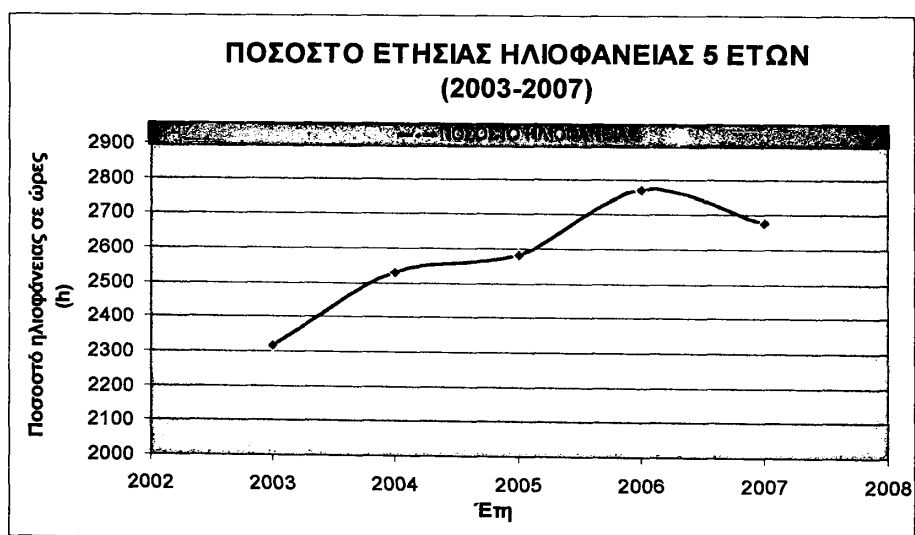
Διάγραμμα 5: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες πενταετίας (2003- 2007)



Διάγραμμα 6: Ύψος μηνιαίων βροχοπτώσεων πενταετίας (2003- 2007),



Διάγραμμα 7: Μηνιαία ηλιοφάνεια πενταετίας (2003- 2007)



Διάγραμμα 8: Ποσοστό ετήσιας ηλιοφάνειας πενταετίας (2003- 2007)



Στα προηγούμενα διαγράμματα παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών, μέσης ελάχιστης μηνιαίας θερμοκρασίας, του ύψους μηνιαίων βροχοπτώσεων και του μηνιαίου χρόνου ηλιοφάνειας κατά την χρονική περίοδο από τον Ιανουάριο του 2003 μέχρι τον Αύγουστο του 2007.

5.4 Αξιολόγηση δεδομένων

Το γεωθερμικό πεδίο Συκεών το οποίο εκλύεται από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα είναι χαμηλής θερμοκρασίας. Το βεβαιωμένο πεδίο έχει προσδιορισθεί στην περιοχή της γεωτρήσεως των Συκεών, καθώς και στις περιοχές κοντά στο Πολύδροσο και στην Βίγλα (Σχήμα 17).

Επίσης υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις και για το υπόλοιπο πεδινό μέρος της πεδιάδας της Άρτας. Οι κυριότερες άμεσες χρήσεις της γεωθερμίας είναι η λουτροθεραπεία, η θέρμανση χώρων, η τηλεθέρμανση, οι υδατοκαλλιέργειες και οι αγροτικές εφαρμογές (Σχήμα 18). Επειδή η θερμοκρασία του ύδατος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών ή για την αντιπαγετική προστασία, καθώς και για ιχθυοκαλλιέργειες). Για τον λόγο αυτό η πιο απλή συνηθισμένη γεωθερμική εφαρμογή στον αγροτικό τομέα είναι η θέρμανση θερμοκηπίων η οποία αναπτύχθηκε ιδιαιτέρως επιτυχώς σε πολλές άλλες χώρες.



Σχήμα 18: Εφαρμογή γεωθερμίας στην γεωργία

Για την σωστή βελτίωση και ανάπτυξη των φυτών στα θερμοκήπια πρέλ σωστή ένταση του φωτός, ιδανική συγκέντρωση CO₂, καθώς και η κατάλληλη εδάφους και του αέρος.

Όπως έδειξε το πειραματικό μέρος της εργασίας τα εδάφη της περιοχής, διαπιστωμένο γεωθερμικό πεδίο, είναι γόνιμα και εύφορα. Στην περιοχή α δενδρώδεις καλλιέργειες εσπεριδοειδών, (πορτοκαλιές, μανταρινιές, λεμονιές Ελαίων και μηδικής, καθώς και ετήσιες καλλιέργειες) όπως ο αραβόσιτος. σχεδόν παντελώς οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

Το γεωθερμικό πεδίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση θερ την καλλιέργεια όλων των κηπευτικών ειδών τα οποία χρειάζεται η ελ ευρωπαϊκή αγορά, από λαχανοκομικά μέχρι ανθοκομικά. Με δεδομένο ότι η χι ελλειμματική στα προαναφερόμενα είδη θα μπορούσε η πεδιάδα της Άρτα



σχεδόν το ήμισυ των εδαφών της είναι ακαλλιέργητα να καταστεί όπως η Αλμερία στην Ισπανία, δηλαδή η ατμομηχανή της γεωργίας στην περιοχή της Δυτικής Ελλάδος. Η πεδιάδα αυτή θα μπορούσε να γίνει σημαντικός λαχανόκηπος και ο ανθόκηπος στην Ευρώπη.

Το κόστος θερμάνσεως των θερμοκηπίων με την χρήση γεωθερμίας είναι το μισό από εκείνο της θερμάνσεως αυτών με κλασσικούς τρόπους. Ακόμη, όπως φαίνεται από το διάγραμμα των θερμοκρασιών, ουσιαστικά η χρήση της γεωθερμίας δεν θα χρειάζεται στα θερμοκήπια για πολύ καιρό, παρά μόνο για διάστημα τεσσάρων μηνών αφού σχεδόν καθ' όλη την διάρκεια του υπολοίπου έτους οι θερμοκρασίες είναι ιδιαίτερα υψηλές.

Επίσης η γεωθερμία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα ξηραντήρια αραβοσίτου, καθώς επίσης και σε μονάδες ξηράνσεως ή κατεργασίας αγροτικών προϊόντων.

Επειδή το γεωθερμικό πεδίο φαίνεται ότι είναι μεγάλο και εκτεταμένο θα μπορούσε εύκολα να επεκταθούν οι χρήσεις του στην αντιπαγετική προστασία των δενδρωδών καλλιεργειών και ιδιαιτέρως των ευαίσθητων όπως είναι τα εσπεριδοειδή.

Οι εφαρμογές αυτές των γεωθερμικών ρευστών θα μπορούσαν εύκολα σε πρώτη φάση να υλοποιηθούν. Βέβαια η προσέλκυση κεφαλαίων τα οποία θα επενδυθούν στο γεωθερμικό πεδίο της περιοχής προϋποθέτει σταθερή πολιτική σαφήνεια για τις προθέσεις της πολιτείας και σωστή ενημέρωση, κάτι το οποίο δυστυχώς δεν έχει γίνει μέχρι σήμερα.

Εάν υλοποιηθούν οι στόχοι αυτοί και με δεδομένη την μεγάλη δυναμικότητα του γεωθερμικού πεδίου θα μπορούσε η ενέργειά του μελλοντικά να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση χωριών ή πόλεων της περιοχής, για βιομηχανικές χρήσεις κ.α.

5.5 Συμπεράσματα και προοπτικές

Η γεωθερμική ενέργεια στις Συκιές Άρτας είναι χαμηλής ενθαλπίας (55°C). Αυτή μπορεί να βρει εφαρμογή κυρίως στην γεωργία, στην γεωργική βιομηχανία, στην κτηνοτροφία, στις ιχθυοκαλλιέργειες και στην θέρμανση χώρων.

Η τεχνολογία η οποία απαιτείται για την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών αυτής της κατηγορίας έχει αναπτυχθεί σε σημαντικό βαθμό και είναι ευρύτατα γνωστή.

Η σωστή εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας στην περιοχή της Άρτας συμπίπτει γεωγραφικά με εύφορη πεδιάδα, εκτάσεως άνω από 100.000 στρεμμάτων και με αξιόλογη γεωργική, αλλά προβληματική ως προς την διάθεση των προϊόντων, παραγωγή. Επίσης τα ευνοϊκά κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής αυξάνουν την αξία της γεωθερμικής ενέργειας. Στην ερευνηθείσα από πλευράς γεωθερμικού πεδίου περιοχή δεν

υπάρχει, όπως προαναφέρθηκε, καμία αξιόλογη θερμοκηπιακή εγκατάσταση. Μια πάρα πολύ συνηθισμένη χρήση της γεωθερμίας, η οποία θα μπορούσε να εύρει εφαρμογή στην περιοχή μας, είναι η θέρμανση υάλινων θερμοκηπίων και η καλλιέργεια σε αυτά τομάτας ή αγγουριού με θερμαντικό μέσο γεωθερμικό ρευστό θερμοκρασίας 40-55 °C. Στην περίπτωση αυτή απαιτούνται περί τις 150.000 Kcal/h το στρέμμα για μία περίοδο, κατά μέσο όρο 250 ωρών, διατηρώντας μία εσωτερική θερμοκρασία με ένα ελάχιστο 14 °C.

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας η οποία επιτυγχάνεται στην περίπτωση αυτή είναι της τάξεως των 201 τόνων ισοδυνάμου πετρελαίου το στρέμμα.

Στην περιοχή υπάρχει γεωθερμικό πεδίο του οποίου η έκταση υπολογίζεται κατ' ελάχιστον στα 15 Km². Αν αξιοποιηθεί ορθολογικά όλο το, μέχρι στιγμής, βεβαιωμένο δυναμικό του πεδίου μπορεί να φθάσει η έκταση των θερμοκηπίων στην περιοχή ή να ξεπεράσει τα 10.000 στρέμματα τουλάχιστον.

Τα εδάφη της περιοχής είναι γόνιμα και ουσιαστικά μπορεί να γίνει καλλιέργεια απλών λαχανοκομικών ειδών (όπως π.χ τομάτας, αγγουριού κ.λ.π) και ανθοκομικών φυτών στα οποία είναι ελλειμματική η χώρα μας, καθώς επίσης να ξεκινήσει επιτέλους η συστηματική υδροπονική καλλιέργεια.

Στην ευρύτερη περιοχή του πεδίου αναπτύσσονται ιχθυοκαλλιέργειες. Η απαραίτητη θερμοκρασία στο ύδωρ της δεξαμενής της ιχθυοκαλλιέργειας κυμαίνεται από 14 °C έως 30 °C ανάλογα με το είδος της.

Η ιχθυοκαλλιέργεια μπορεί να γίνει είτε μεμονωμένη με γεωθερμικό ρευστό σαν θερμαντικό μέσο θερμοκρασίας έως 35 °C είτε από το απορριπτόμενο ύδωρ από την θέρμανση θερμοκηπίων. Στην δεύτερη περίπτωση εκτιμάται ότι από το απορριπτόμενο ύδωρ 5 στρεμμάτων υάλινου θερμοκηπίου με τριαντάφυλλα δύναται να θερμανθεί δεξαμενή χελοτροφείου όγκου 500 m³. Με δεδομένο ότι στην περιοχή υπάρχουν εγκατεστημένες πολλές δενδρώδεις καλλιέργειες εσπεριδοειδών, όπως πορτοκαλιές, μανταρινιές, λεμονιές, καλλιέργειες ακτινιδιάς και άλλες θα μπορούσαν τα γεωθερμικά ρευστά να χρησιμοποιηθούν για την αντιπαγετική προστασία των καλλιεργειών αυτών. Επιπροσθέτως θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στα διάσπαρτα στην περιοχή συσκευαστήρια και στις διάφορες αγροκτηνοτροφικές εγκαταστάσεις.

Η μέχρι τώρα πραγματοποιηθείσα έρευνα έχει εντοπίσει στην ευρύτερη περιοχή των Νομών Άρτας και Πρεβέζης αξιόλογες ενδείξεις οι οποίες ενισχύουν την πιθανότητα ευρέσεως και άλλων γεωθερμικών πεδίων.



Επίσης έχει διαπιστωθεί ότι η χημική σύσταση των γεωθερμικών ρευστών έχει επηρεασθεί από την παρουσία των εβαποριτών (γύψος, ανυδρίτης, ορυκτό αλάτι) οι οποίοι έχουν διαπιστωθεί στο υπέδαφος.

Αυτή η χημική της ιδιότητα ομοιάζει με αυτή των ρευστών που χρησιμοποιούνται σε ιαματικές μονάδες της Δυτικής Ελλάδας (π.χ Λυσιμαχία Αιτωλοακαρνανίας και Καϊάφα Ηλείας). Το γεγονός αυτό καθιστά ενδιαφέρουσα την διερεύνηση της εκμεταλλεύσεως τους και για χρήση αυτών σε ιαματικά λουτρά.

Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί καθαρή μορφή ενέργειας όταν η τελική διάθεση των αποβλήτων πραγματοποιείται κατάλληλα.

Το γεωθερμικό πεδίο Συκεών γειτνιάζει με το ευαίσθητο και αρκετά επιβαρυνόμενο, από διάφορες χρήσεις, οικοσύστημα του Αμβρακικού κόλπου.

Επειδή το θέμα των αρνητικών επιπτώσεων της γεωθερμίας στο περιβάλλον έλαβε στην χώρα μας τεράστιες διαστάσεις, λόγω των λανθασμένων χειρισμών από την ΔΕΗ στην Μήλο, επιβάλλεται να επιλυθούν σωστά όλα τα προβλήματα τα οποία θα μπορούσαν να ανακύψουν κατά την χρήση των πεδίων αυτών.

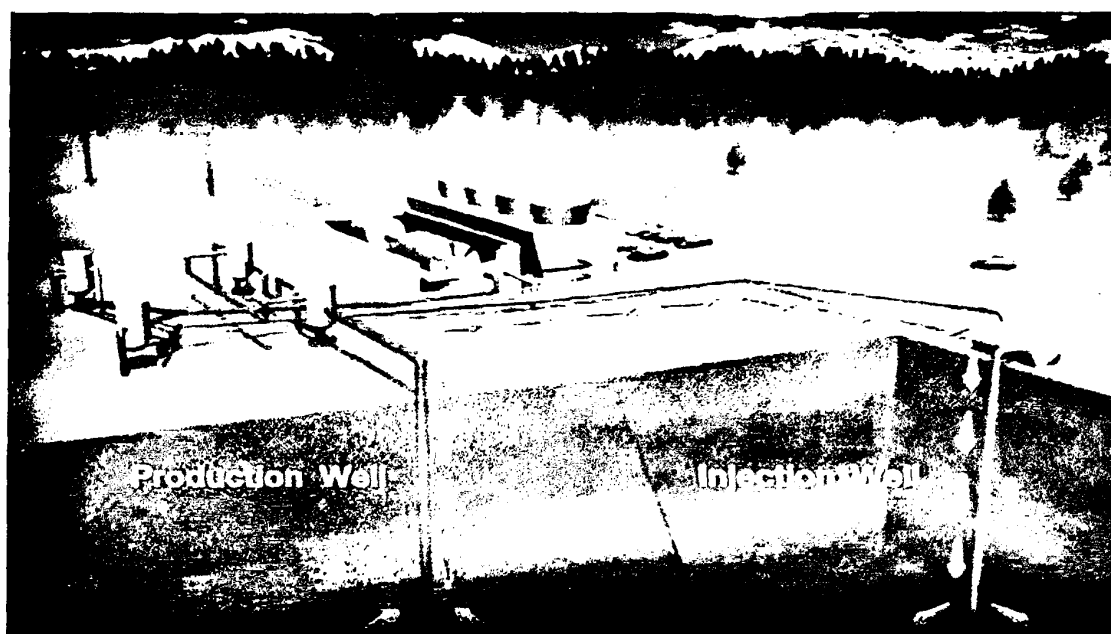
Ως γνωστόν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της γεωθερμίας εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πεδίου, από το είδος και το μέγεθος των εφαρμογών και από την φυσιολογία της περιοχής εκμεταλλεύσεως.

Προβλήματα με τους ταμιευτήρες ρευστών δεν θα υπάρχουν από υπερβολική άντληση θερμού ύδατος. Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την αξιοποίηση γεωθερμικού πεδίου με ρευστά χαμηλής ενθαλπίας (θερμοκρασία περίπου 55 °C) σε διάφορες άμεσες εφαρμογές (θέρμανση χώρων, αγροτικές χρήσεις, λουτροθεραπεία, αντιπαγετική προστασία, υδατοκαλλιέργειες, παροχή ζεστού ύδατος χρήσεως κ.λ.π) είναι πολύ ήπια ως αμελητέα. Τα ρευστά αυτά έχουν ελάχιστη περιεκτικότητα σε μη συμπυκνωμένα αέρια.

Προβλήματα καθιζήσεων δεν έχουν καταγραφεί σε πεδία χαμηλής ενθαλπίας. Επιπλέον η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας επηρεάζει μικρή έκταση γης. Οι επιφανειακές οχλήσεις, λόγω των τεχνικών έργων, παύουν μετά το πέρας αυτών και την αποκατάσταση του χώρου.

Επιπροσθέτως πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα ότι δεν υπάρχει μόλυνση των υπογείων υδάτων επειδή τα γεωθερμικά ρευστά, μετά την χρήση τους, επανεισάγονται στους ίδιους γεωθερμικούς ταμιευτήρες από τους οποίους αντλήθηκαν. Αυτό γίνεται με κατάλληλες

γεωτρήσεις, οι οποίες έχουν σημαντικού πάχους σωλήνωση και τσιμεντώση για γεώτρηση αυτή, για την αποτροπή οποιασδήποτε μόλυνσης. Τα γεωθερμικά ρευστά επιστρέφουν στον ταμιευτήρα, θερμαίνονται ξανά και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθούν.



Σχήμα 19: Το γεωθερμικό ρευστό από την παραγωγική γεώτρηση (production well) χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε στρόβιλο συνδεδεμένο με ηλεκτρογεννήτρια και σε ατμός, αφού συμπυκνωθεί με εξάτμιση στον πύργο ψύξεως, επαναφέρεται στον ταμιευτήρα μέσω γεώτρησης επανεισσωμαγωγής (injection well),

(Πηγή: Geothermal Education Office, www.geothermal.marin.org)

Η όλη διαδικασία εκμεταλλεύσεως της γεωθερμίας, σε βεβαιωμένο ή σε πιθανό γίνεται κατόπιν προκηρύξεως διαγωνισμού. Είναι μία αρκετά πολύπλοκη διαδικασία προσφέρεται για μικροεπενδυτές ή αγρότες.

Ένας επενδυτής μπορεί να χρησιμοποιήσει την γήινη θερμοκρασία εύκολα, άρα ιδιαίτερες διαδικασίες. Απαιτείται μικρός αριθμός δικαιολογητικών τα οποία υπάρχουν στην περιφέρεια όπου ευρίσκεται το ακίνητο.

Σε όλη αυτή την εργασία καταβλήθηκε προσπάθεια να φανεί η χρησιμότητα του γεωθερμικού πεδίου το οποίο υπάρχει στην πεδιάδα της Άρτας και να επιπροσθέτως η σχέση του με τα εδαφολογικά και κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής. Παράλληλα, βάσει συγκεκριμένων στοιχείων, καταβλήθηκε προσπάθεια να ενημερωθούν οι φορείς οι οποίοι υπάρχουν ενδεχομένως λόγω ελλειπών ή κακής ενημερότητας.





ήμα 20: Φωτογραφία του Reykjavik το 1932 όταν τα κτίρια θερμαίνονταν με συμβατικά καύσιμα.



Η σωστή και άμεση αξιοποίηση του γεωθερμικού πεδίου στους χαλεπούς καιρούς τους οποίους διέρχεται η χώρα μας, σε όλους σχεδόν τους οικονομικούς τομείς και ιδιαιτέρως στον αγροτικό τομέα, μπορεί να συντελέσει τα μέγιστα στην ανάπτυξη, ιδιαίτερα των περιοχών Άρτας και Πρεβέζης αφού αυτό ευρίσκεται σε ευνοϊκές συνθήκες βάθους, θερμοκρασίας, πίεσεως, ποσότητας και χημικής συστάσεως των γεωθερμικών ρευστών. Αυτή η ευκαιρία δεν πρέπει να πάει χαμένη. Δεκαπέντε έτη μετά την ανακάλυψη του χρυσοφόρου αυτού πεδίου χωρίς εκμετάλλευσή του είναι αρκετά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ανδρίτσος Ν., Καράμπελας Α., Φυτίκας , 1999. «*Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα: Παρούσα κατάσταση, Τεχνικά προβλήματα, Προοπτικές*». Πρακτικά 6^ο Εθνικό Συνέδριο για τις «*Ηπιες μορφές ενέργειας*», Βόλος 3-5 Νοεμβρίου (Τόμος Α') σελ. 461-470.
2. AGORES – A Global Overview of Renewable Energy Systems www.agores.org
3. Bertani R., 2005.«*World geothermal power generation in the period 2001–2005*». Geothermics Vol. 34, Issue 6, p. 651-690
4. Bertani R., 2005 «*World geothermal power generation in the period 2001–2005*». Geothermics Vol. 34, Issue 6, p. 651-690
5. B. Fridleifsson and D. H. Freeston, «*Goethermal Energy research*», p180, 1994
6. European Commission (EUROSTAT), 2001 «*Collection of statistical data on Solar Energy Applications in Greece*».
7. Council of European Energy Regulators, 2004 (CEER) «*Current Experience with Renewable Support Schemes in Europe*».
8. ΔΕΗ – Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού www.dei.gr
9. Δελτίο Τύπου Κ.ΑΠ.Ε, 2002. «*Καθοριστική η συμβολή του ΚΑΠΕ στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. 17 Νέα αιολικά πάρκα*». 5 Δεκεμβρίου
10. Δελτίο Τύπου Κ.ΑΠ.Ε. «*Δυνατότητες ανάπτυξης αιολικού δυναμικού*». 3 Οκτωβρίου 2002
11. Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ) www.desmie.gr
12. Έκθεση ΡΑΕ «*Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*»,. 2003 (Επικαιροποιημένη Έκθεση Μαΐου 2002). Αθήνα Φεβρουάριος (www.rae.gr)
13. Έκθεση ΡΑΕ «*General Information on the Greek Electricity Sector for the period 2000-2003: Installed capacity, production & consumption levels, Renewable Energy Sources and Long Term Energy Planning*». (www.rae.gr)
14. Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας www.hellasres.gr

15. ENERGIA.gr – Ηλεκτρονική ενημέρωση για θέματα ενέργειας www.energia.gr
16. European Commission «COM (97)599 final (26/11/1997) ENERGY FOR THE FUTURE: RENEWABLE SOURCES OF ENERGY. White Paper for a Community Strategy and Action Plan».
17. European Forum for Renewable Energy Sources (EUFORES) www.eufores.org
18. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Νόμος 3175/2003 (ΦΕΚ Α' 207) «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις»
19. Geothermal Sustainability—A Review with Identified Research Needs, L. Rybach¹ and M. Mongillo, Vice Chairman IEA GIA and GEOWATT AG, Zurich, Switzerland, Secretary, IEA-GIA and GNS Science, Wairakei, New Zealand
20. Historical introduction to terrestrial heat flow. In :Lee, W.H.K., ed. Terrestrial Heat Flow, Amer. Geophys. Un., BULLARD, E.C., 1965. Geophys. Mon. Ser., 8, pp.1-6.
21. «Θέρμανση-Ψύξη κτιρίων με αβαθή γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα» (4^ο Εθνικό Συνέδριο για τις «Ηπιες μορφές ενέργειας», 1992 (Πρακτικά Τόμος Β'), Παπαγεωργάκης Ι. σελ. 250-263). Ξάνθη
22. IEA - International Energy Agency www.iea.org
23. International Energy Agency (IEA) «Energy Policies of IEA Countries: Greece Review 2002». (www.iea.org)
24. International Energy Agency (IEA) «Renewables for Power Generation: Status & Prospects». Edition 2003
25. International Energy Agency (IEA) «Renewables in Global Energy Supply: An IEA Fact sheet». November 2002
26. International Energy Agency (IEA) «Renewable Energy» 2002
27. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) www.cres.gr
28. Lándal B., 1992 «Review of industrial applications of geothermal energy and future considerations». Geothermics Vol. 21, Issues 5-6, p. 591-604
29. Lund J., Freeston D, Boyd T., 2005 «Direct application of geothermal energy: 2005 Worldwide review». Geothermics Vol. 34, Issue 6, p. 691-727

30. **Lund John W.**, 1996 «*Direct Heat Utilization of Geothermal Resources*». Geo-Heat Center Bulletin Vol. 17, No. 3.
31. «**Μελέτη-αξιοποίηση γεωθερμικών πεδίων Νομού Ημαθίας**», Νομαρχία **Ημαθίας**, Πανώρας, Α., Βαφειάδης, Π., και Κουκουλάκης, Π.
32. **Mendrinou D., Karagiorgas M., and Karytsas C.**, 2002. «*Use of Geothermal heat Pumps for heating and cooling of buildings in Greece*». OPET – Low Temperature Systems in Existing/Historical Buildings Workshop (OPET – LowExx Workshop), Maastricht, the Netherlands.
33. **Mendrinou D. and Karytsas C.**, 2003 «*Use of Geothermal Energy and Seawater for Heating and Cooling of the New Terminal Building in the Airport of Thessaloniki*». Geo-Heat Center Bulletin Vol. 24, No. 3, p. 16-22.
34. **Παπαγεωργάκης Ι.**, 1992 «*Θέρμανση-Ψύξη κτιρίων με αβαθή γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα*» (4^ο Εθνικό Συνέδριο για τις «*Ηπιες μορφές ενέργειας*» (Πρακτικά Τόμος Β') σελ. 250-263).
35. **P. Brophy** 1997 *Environmental advantages of the utilization of geothermal energy*, Vol10, Renewable Energy No3, p367-378
36. **R. DiPippo** 1991, **A. Martzopoulou**, **Chr. Koroneos** and **N. Moussiopoulos** 2002
37. Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ) www.helapco.gr
38. Υπουργείο Ανάπτυξης www.ypan.gr

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

39. www.allaboutenergy.gr/Paragogi323.html
40. EGEC – European Geothermal Energy Council www.egec.net
41. ENERGIA.gr – Ηλεκτρονική ενημέρωση www.energia.gr
42. GEA <http://www.geoenergy.org/>
43. <http://www.geo-energy.org/>
44. www.geothermie.de/egec-geothernet/menu/frameset.htm
45. GRC – Geothermal Resources Council www.geothermal.org/
46. IEA - International Energy Agency Geothermal Energy www.iea-gia.org
48. <http://iga.igg.cnr.it/index.php>
49. www.Martinot.info/ re-publications
50. www.renewablesb2b.com/.../98ca32fb546f7539
51. www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid