



ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ

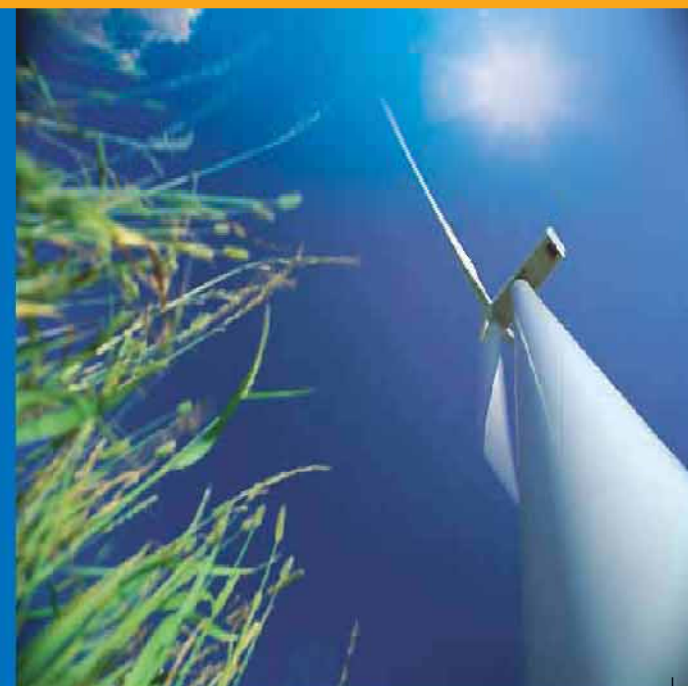
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ
ΠΗΓΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ISBN 960-86907-4-9



Το εγχειρίδιο παρήχθη στο πλαίσιο του προγράμματος ALTENER με αρ. Συμβολαίου: 4.1030/Z/95-091



Η ανατύπωση & επικαιροποίηση του εγχειριδίου έγινε στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Αναπτυξιακή Κοινότητα» του Γ.Κ.Π.Σ. Έργο συγχρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά 75% (ΕΣΠΑ)

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

ISBN 960-86907-4-9



Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
19^ο κλμ. Λεωφόρου Μαραθώνος,
19009, Πειραιά
τηλ: 210 6603300
fax: 210 6603301-2
e-mail: cres@cres.gr
website: <http://www.cres.gr>

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	4
1.1. Η προέλευση των Α.Π.Ε.	5
1.2. Μορφές των Α.Π.Ε.	
2. Ηλιακή Ενέργεια	6
2.1. Το δυναμικό της Ελλάδας	6
2.2. Θερμικά Ηλιακά Συστήματα	6
2.2.1. Τρόπος λειτουργίας	6
2.2.2. Εφαρμογές	8
2.3. Φωτοβολταϊκά Συστήματα	10
2.3.1. Τρόπος λειτουργίας	10
2.3.2. Εφαρμογές	12
3. Αιολική Ενέργεια	14
3.1. Ιστορική αναδρομή	14
3.2. Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας	15
3.3. Εφαρμογές	16
3.4. Εξέλιξη της τεχνολογίας	17
4. Γεωθερμική Ενέργεια	18
4.1. Ιστορική αναδρομή	18
4.2. Χρησιμοποιούμενη ορολογία	18
4.3. Εφαρμογές της γεωθερμίας – Το δυναμικό της Ελλάδας	19
4.4. Προοπτικές της γεωθερμίας	22
5. Ενέργεια από Βιομάζα	24
5.1. Ορισμός	24
5.2. Παγκόσμιο και ελληνικό δυναμικό	25
5.3. Εφαρμογές	26
5.4. Παραγωγή καυσίμων από βιομάζα	27
6. Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια	30
6.1. Εισαγωγή	30
6.1.1. Βασική αρχή	30
6.1.2. Διάκριση των Υδροηλεκτρικών	30
6.2. Ο Υδάτινος πόρος και το δυναμικό του	31
6.2.1. Υδρολογία	31
6.2.2. Επιλογή θέσης και βασική διαμόρφωση	32
6.3. Έργα Πολυτικού Μπρανκικού	33
6.3.1. Φράγματα και υδροφράγματα	33
6.3.2. Στάθα εισόδου	34
6.3.3. Κανάλια	34
6.3.4. Αγωγοί κίνησης	34
6.3.5. Αυλάκια απαγωγής	34
6.4. Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός	34
6.4.1. Υδροστρόβιλοι	34
6.4.2. Γεννήτριες	36
6.5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	36
7. Επίλογος	37
8. Βιβλιογραφία	39

1. Εισαγωγή

1.1. Η πρόλευση των Α.Π.Ε.

Η χρήση των συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας παρουσιάζει δύο κυρίως μειονεκτήματα:

- α) την εξάρτηση από εξαντλήσιμες πηγές ενέργειας, αφού οι ποσότητες των συμβατικών καυσίμων είναι περιορισμένες και, εάν συνεχισθεί η με τους σημερινούς ρυθμούς εξόρυξή τους, σύντομα θα εξαντληθούν,

και

- β) τη ρύπανση του περιβάλλοντος, δεδομένου ότι φαινόμενα όπως αυτό του θερμοκηπίου, αλλά και της όξινης βροχής, οφείλονται πρωτίστως στους ρύπους που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα κατά την καύση των καυσίμων αυτών.

Έτσι, δόθηκε ώθηση στην έρευνα για τις δυνατότητες εκμετάλλευσης κάποιων εναλλακτικών μορφών ενέργειας, που είναι φιλικές προς το περιβάλλον και, ταυτόχρονα, ανεξάντλητες.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) συνδυάζουν τα δύο παραπάνω χαρακτηριστικά. Παρουσιάζουν μάλιστα και μερικά επιπρόσθετα πλεονεκτήματα, τα οποία τις καθιστούν ακόμα πιο ελκυστικές. Η πρόοδος των τεχνολογιών αξιοποίησής τους τις θύο τελευταίες δεκαετίες έχει, σε πολλές περιπτώσεις, καταστήσει την εκμετάλλευσή τους οικονομικά ανταγωνιστική των συμβατικών πηγών ενέργειας. Μπορεί, λοιπόν, να θεωρηθεί ότι οι Α.Π.Ε. διανύουν μία περίοδο πρώτης ωριμότητας, αφού είναι πλέον κατάλληλες για γενική χρήση και όχι μόνο για ειδικές εφαρμογές. Το γεγονός αυτό αποδεικνύεται και από την ευρεία διάδοσή τους, ειδικά τα τελευταία χρόνια, η οποία μάλιστα συνεχίζεται με αυξανόμενους ρυθμούς.

Ο ανανεώσιμος χαρακτήρας αυτών των πηγών ενέργειας οφείλεται άμεσα με την προέλευσή τους. Με εξαίρεση τη γεωθερμία, η οποία προέρχεται από την εσωτερική θερμική ενέργεια της Γης, οι υπόλοιπες οφείλονται, άμεσα ή έμμεσα, στην ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνειά της. Η ενέργεια που παράγεται στον Ήλιο είναι προϊόν της πυρηνικής σύντηξης του υδρογόνου και της μετατροπής του στο στοιχείο ήλιο, που συντελείται στον πυρήνα του. Αυτή, στη συνέχεια, ακτινοβολείται προς όλες τις κατευθύνσεις στο διάστημα. Παρά το γεγονός ότι η παραπάνω διεργασία λαμβάνει χώρα συνεχώς εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια, ο Ήλιος αποτελείται ακόμα κατά 70% από υδρογόνο και, έτσι, θα συνεχίσει να προσφέρει την ενέργεια του στο απώτερο μέλλον.

Στα όρια της γήινης ατμόσφαιρας προσπίπτουν 1.353W σε κάθε τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειάς της. Από αυτά, το 30% περίπου ανακλάται στην ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της Γης και επιστρέφει στο διάστημα. Το υπόλοιπο ποσοστό απορροφάται κατά διάφορους τρόπους, συνεισφέροντας στη διατήρηση της θερμοκρασίας στα διάφορα σημεία του πλανήτη, προκαλώντας την εξάτμιση του νερού, καθώς και τα ποικίλα καιρικά φαινόμενα, μεταξύ των οποίων και τους ανέμους. Εξάλλου, ένα ασήμαντο ποσοστό της μετασχηματίζεται, μέσω της φωτοσύνθεσης, σε χημική ενέργεια και είναι αυτό που συντηρεί τη ζωή στη Γη. Από ένα μικρό μόνο μέρος της έχουν δημιουργηθεί, στο πέρασμα των αιώνων, τα κοιτάσματα των συμβατικών καυσίμων, τα οποία αποτελούν σήμερα την κύρια πηγή ενέργειας της ανθρωπότητας.

1.2. Μορφές των Α.Π.Ε.

Οι κύριες μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

- Η Ηλιακή Ενέργεια. Αυτή αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία και διακρίνονται στα:
 - Θερμικά Ηλιακά Συστήματα, στα οποία χρησιμοποιούνται κατάλληλοι συλλέκτες για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας και την αποθήκευσή της, με τη μορφή θερμότητας, σε κάποιο ρευστό.
 - Φωτοβολταϊκά Συστήματα, με τα οποία μετατρέπεται η ηλιακή ενέργεια απ' ευθείας σε ηλεκτρική, μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.
- Η Αιολική Ενέργεια, η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των ανέμων. Οι μηχανές που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό δεσμεύουν την κινητική ενέργεια του ανέμου και την μετατρέπουν είτε σε κάποια άλλη μορφή μηχανικής ενέργειας, είτε, συνηθέστερα, σε ηλεκτρική.
- Η Γεωθερμική Ενέργεια, όπου αξιοποιούνται τα θερμά νερά ή/και οι ατμοί που υπάρχουν σε υπόγειους ταμιευτήρες σε πιαλλές περιοχές της Γης. Τα ρευστά αυτά, όταν είναι εφικτό να αντληθούν με οικονομικά συμφέρον κόστος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε σε θερμικές εφαρμογές, είτε για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.
- Η Ενέργεια από Βιομάζα, δηλαδή η χημική ενέργεια που εμπεριέχεται σε κάθε υλικό που προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Η καύση της βιομάζας, είτε απ' ευθείας είτε μετατροπώμενη σε κατάλληλο καύσιμο, αποδίδει θερμική ενέργεια, η οποία, στη συνέχεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ποικίλα εφαρμογών.
- Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του νερού των ποταμών και της μετατροπής της σε ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια στροβίλων και ηλεκτρογεννητριών.

Ανεξάρτητα από τις παραπάνω μορφές τους, όλες οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν κάποια κοινά πλεονεκτήματα. Το κυριότερο από αυτά, πέρα από την απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα και την προστασία του περιβάλλοντος, αφορά το μηδενικό κόστος της πρώτης ύλης, το οποίο, σε συνδυασμό με τις μικρές έως ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης που εμφανίζουν, συνεπάγεται πολύ περιορισμένο κόστος λειτουργίας. Έτσι, αντισταθμίζεται σε μεγάλο βαθμό το μέχρι σήμερα μειονέκτημα του αυξημένου κόστους που απαιτείται για την εγκατάσταση των μονάδων εκμετάλλευσής τους.

Πέραν των ανωτέρω, η παραγωγή της ενέργειας στις περιπτώσεις αυτές γίνεται από μονάδες σχετικά μικρής δυναμικότητας, οι οποίες βρίσκονται συνήθως κοντά στον τόπο κατανάλωσής της. Με τον τρόπο αυτό, περιορίζονται οι απώλειες κατά τη μεταφορά της ενέργειας που παρουσιάζονται, για παράδειγμα, στην περίπτωση του ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ, ταυτόχρονα, υποβαθμίζεται η αποκέντρωση και η ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας σε κάθε περιοχή όπου εγκαθίστανται τέτοιου είδους μονάδες.

Τέλος, με τις Α.Π.Ε. καθίστανται ενδιαφέρουσες και κάποιες άλλες εφαρμογές, οι οποίες μπορούν να επηρεασθούν με πιο συμφέροντα τρόπο συγκριτικά με τα συμβατικά καύσιμα. Τέτοιες εφαρμογές είναι, για παράδειγμα, η ηλιεξέρμανση, όπου θερμότητα η οποία παράγεται κεντρικά διανέμεται σε έναν οικισμό, προκειμένου να θερμανθούν τα σπίτια των κατοίκων, ή η αφαλάτωση θαλασσινού νερού για την παραγωγή πόσιμου, η οποία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στα άνυδρα νησιά του Αιγαίου.

2. Ηλιακή Ενέργεια



2.1. Το δυναμικό της Ελλάδας

Η Ελλάδα βρίσκεται σε μία από τις πλέον ευνοημένες περιοχές του πλανήτη μας, τόσο από την πλευρά της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας όσο και από αυτήν της διαθεσιμότητάς της. Πράγματι, στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρας, η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2.700 ώρες το χρόνο. Στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές της, κυμαινόμενη από 2.200 ως 2.300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3.100 ώρες ετησίως.

Ο συνδυασμός του γεωγραφικού πλάτους της Ελλάδας και της υψηλής ηλιοφάνειάς της έχει ως αποτέλεσμα να προσπίπτουν ημερησίως, κατά μέσο όρο, 4,3 kWh ηλιακής ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο οριζόντιας επιφάνειας. Αυτό συντελεί στο να είναι δυνατή, σε ολόκληρη την επικράτεια, η οικονομικά ετιωφελής εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών. Αδιάφευκτη απόδειξη του γεγονότος αυτού αποτελεί η μεγάλη εξάπλωση των κάθε είδους συστημάτων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, με ευρύτερα διαδεδομένους τους γνωστούς σε όλους ηλιακούς θερμοσίφωνες.

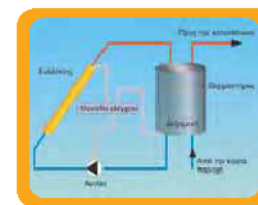
Οι μεγάλες ποσότητες ενέργειας που είναι δυνατό να παραχθούν με οικονομικά συμφέρωντα τρόπο, καθώς και η ευρεία ποικιλία των εφαρμογών που μπορούν να αναπτυχθούν, καθιστούν τα πάσης φύσεως συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας ενδιαφέροντα και, σε πολλές περιπτώσεις, ιδιαίτερος ελκυστικά. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι αυτά που γνωρίζουν τη μεγαλύτερη διάδοση, έκοντας φτάσει σε υψηλά επίπεδα τεχνολογικής και εμπορικής ωριμότητας, ενώ τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά συστήματα, αν και δεν έχουν εμφανίσει την ίδια επιτυχία μέχρι σήμερα, αναμένεται να εξαπλωθούν ευρύτερα στο άμεσο μέλλον.

2.2. Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

2.2.1. Τρόπος λειτουργίας

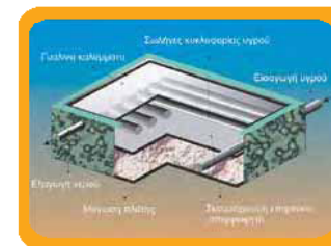
Τα Θερμικά Ηλιακά Συστήματα δεσμεύουν την ηλιακή ακτινοβολία και στη συνέχεια τη μεταφέρουν, υπό μορφή θερμότητας, σε νερό, αέρα ή κάποιο άλλο ρευστό μέσο εναλλαγής της θερμότητας. Για το σκοπό αυτό γίνεται χρήση διάφορων μηχανικών μέσων, τα οποία αποτελούν και την ειδοποιό διαφορά των συστημάτων αυτών σε σχέση με τα υπόλοιπα ηλιακά συστήματα. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή τους είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, χρησιμοποιούνται όμως ακόμη για τη θέρμανση και ψύξη χώρων, αλλά και για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1, αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της συλλεγόμενης θερμότητας, γνωστό και ως δεξαμενή, καθώς και τις απαραίτητες σωληνώσεις κυκλοφορίας του μέσου εναλλαγής και μεταφοράς της θερμότητας. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη, όπου και θερμαίνεται κάποιο κατάλληλο ρευστό, και, στη συνέχεια, η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται, με φυσικό ή εξαναγκασμένο τρόπο, στο δοχείο αποθήκευσης.



Σχήμα 1. Τυπικό θερμικό ηλιακό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού (Πηγή: TRASOL CD-ROM)

Η καρδιά κάθε ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης. Αυτός, στην τυπική του μορφή (Σχ. 2), αποτελείται από ένα θερμικά μονωμένο καβώσιο που περιέχει, κάτω από ένα ή περισσότερα διαφανή καλύμματα, μία απορροφητική επιφάνεια και κατάλληλα συγκολλημένους σε αυτή σωλήνες, μέσα στους οποίους ρέει το μέσο εναλλαγής της θερμότητας. Η απορροφητική επιφάνεια είναι μεταλλική και, συνήθως, βαμμένη με κατάλληλη σκουρόχρωμη βαφή, ώστε να αυξάνεται ο συντελεστής απορροφητικότητάς της και, έτσι, να δεσμεύεται η μέγιστη δυνατή ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας. Η μόνωση σκοπό έχει να περιορίσει τις απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον.



Σχήμα 2. Ηλιακός συλλέκτης (Πηγή: TRASOL CD-ROM)

Υπάρχουν διάφοροι τύποι συλλεκτών, από τους οποίους οι επίτευδοι είναι οι πιο συνήθεις στις οικιακές εφαρμογές. Έχει υπολογιστεί ότι, θερμαίνοντας νερό με τη βοήθεια ενός τετραγωνικού μέτρου επίπεδου ηλιακού συλλέκτη, εξοικονομούνται από 200 ως και 600 kWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, για τις ελληνικές μετεωρολογικές συνθήκες. Το ποσό της ενέργειας που εξοικονομείται εξαρτάται πρωτίτως από τη γεωγραφική περιοχή στην οποία είναι εγκατεστημένο το σύστημα, από τον τύπο του συλλέκτη που χρησιμοποιείται, καθώς και από τον όγκο και τη χρονική κατανομή της κατανάλωσης του παραγόμενου ζεστού νερού.

Επειδή ο ήλιος δεν είναι πάντα διαθέσιμος τη στιγμή που υφίσταται ανάγκη για ζεστό νερό, πρέπει να υπάρχει μία δεξαμενή στην οποία να αποθηκεύεται το νερό που ζεσταίνεται στο συλλέκτη, όταν υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία, προκειμένου αυτό να μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε άλλη στιγμή υπάρχει ζήτηση. Η δεξαμενή αυτή πρέπει να έχει όγκο τέτοιο, ώστε να μπορεί να καλύψει τις ανάγκες σε ζεστό νερό της εγκατάστασης για μία ή δύο ημέρες χωρίς ηλιοφάνεια.

2. Ηλιακή Ενέργεια

Η δεξαμενή πρέπει, επιπλέον, να είναι καλά μονωμένη, ώστε να περιορίζονται οι απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον και το νερό να διατηρεί την υψηλή θερμοκρασία μέσα σ' αυτήν. Εξάλλου, οι δεξαμενές εφοδιάζονται, στις περισσότερες των περιπτώσεων, με κάποιο βοηθητικό σύστημα παραγωγής ενέργειας, μέσω του οποίου μπορούν να καλυφθούν οι ανάγκες σε ζεστό νερό όταν η ηλιακή ακτινοβολία δεν επαρκεί. Αυτό το βοηθητικό σύστημα, συνήθως, είναι κάποια ηλεκτρική αντίσταση που τοποθετείται σε κατάλληλο σημείο μέσα στη δεξαμενή της ηλιακής εγκατάστασης.

Η αρχή λειτουργίας ενός οικιακού θερμοσιφωνικού συστήματος είναι απλή. Το νερό θερμαίνεται στο συλλέκτη, διαστρέλλεται και γίνεται ελαφρότερο από το καμηλότερης θερμοκρασίας νερό της δεξαμενής. Αυτή η διαφορά στην πυκνότητα του νερού έχει ως αποτέλεσμα τη φυσική κυκλοφορία του μέσω του συλλέκτη και τη μεταφορά του θερμού νερού στην αποθηκευτική δεξαμενή, ενώ, την ίδια στιγμή, το κρύο νερό της δεξαμενής ωθείται προς το συλλέκτη, με σκοπό να θερμανθεί εκεί. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη φυσική κυκλοφορία του νερού είναι η τοποθέτηση της δεξαμενής σε σημείο υψηλότερο από τους συλλέκτες, ενώ, όταν αυτή βρίσκεται καμηλότερα, η κυκλοφορία του ρευστού διεκπεραιώνεται μέσω κατάλληλου αυτοματισμού.

2.2.2. Εφαρμογές

Πέρα από την οικιακή χρήση, η οποία είναι και η πιο διαδεδομένη σήμερα, θερμικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα καμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, για τον κλιματισμό χώρων και άλλες εφαρμογές, εμφανίζεται ως μία από τις πολλά υποσκόπιμες προοπτικές, λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας ακριβώς την εποχή που απαιτούνται τα ψυκτικά φορτία. Σ' αυτήν την περίπτωση, η συλλεγόμενη θερμότητα προσφορεί ψυκτικές μηχανές κύκλου απορρόφησης, όπως είναι τα γνωστά σε όλους ψυγεία τύπου "carnot".

Αυτή η αρχή λειτουργίας, σήμερα, εφαρμόζεται και σε μεγαλύτερες έως πολύ μεγάλες μονάδες.

Εξάλλου, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, με την εγκατάσταση ηλιακών θερμικών συστημάτων μπορεί να παραχθεί θερμότητα ικανή για τη θέρμανση χώρων. Η θερμότητα που συλλέγεται στη συνέχεια αποθηκεύεται, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της νύκτας ή όταν η υφιστάμενη ηλιοφάνεια δεν επαρκεί. Τέλος, τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για να επιτευχθούν οι οικιακά μεγάλες θερμοκρασίες που απαιτούνται για το σκοπό αυτό, η ηλιακή ακτινοβολία πρέπει με κάποιο τρόπο να συγκεντρωθεί σε μία μικρή περιοχή συλλογής. Η συγκεντρώση αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών κατόπτρων (Σκ. 3), τα οποία παρουσιάζουν διάφορους βαθμούς συγκέντρωσης, ανάλογα με τον τύπο τους.



Παραβολικός ανακλαστικός σπάφης Παραβολικοί ανακλαστικοί δίσκοι

Σκίνα 3. Συγκεντρωτικοί ηλιακοί συλλέκτες

Προκειμένου να αυξηθεί η απόδοση των συστημάτων αυτών, εγκαθίστανται μηχανισμοί με τους οποίους οι συλλέκτες παρακολουθούν την τροχιά του ήλιου, ώστε οι ηλιακές ακτίνες να είναι, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, κατά το δυνατόν κάθετες σ' αυτούς. Η παρακολούθηση της τροχιάς του ήλιου μπορεί να γίνεται με κίνηση των συλλεκτών σε ένα μόνο άξονα ή προς όλες τις κατευθύνσεις. Η θερμότητα που συλλέγεται κατ' αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιείται για την παραγωγή υπέρθερμου ατμού, που διοχετεύεται και εκτονώνεται σε σπρόβιλο, ο οποίος με τη σειρά του κινεί μία ηλεκτρογεννήτρια.

Στην Ελλάδα δεν έχουν ακόμα εγκατασταθεί μονάδες ηλεκτροπαραγωγής αυτού του είδους, αν και ο κλάδος των θερμικών ηλιακών συστημάτων γενικότερα είναι ιδιαίτερα δραστήριος, ενώ γίνονται προσπάθειες για την περαιτέρω διάδοσή τους μέσω της εγκατάστασης καινοτόμων και επιδεικτικών εφαρμογών. Μία τέτοια προσπάθεια αποτελεί το Ηλιακό Χωριό στην Πεύκη (Σκ. 4), ένας οικισμός που κατασκευάστηκε το 1988 στα πλαίσια διακρατικής Ελληνογερμανικής συνεργασίας.

Σ' αυτό εγκαταστάθηκαν, μεριτίθθηκαν και αξιολογήθηκαν διάφορων ειδών συλλέκτες, αλλά και συστήματα αποθήκευσης και διανομής του ζεστού νερού, για απ' ευθείας χρήση ή θέρμανση των κατοικιών του κειμώνα. Ιδιαίτερο βάρος δόθηκε στη μελέτη κεντρικών συστημάτων που εξυπηρετούν ομάδες κατοικιών ή/και το σύνολο του οικισμού.



Σκίνα 4. Το Ηλιακό Χωριό (Πεύκη Αιτωλίας)

Τα κεντρικά συστήματα έχουν τη δυνατότητα να καλύπτουν τις ανάγκες σε ζεστό νερό μεγάλων κτιριακών συγκροτημάτων ή ομάδων μικρότερων καταναλωτών, συγκεντρώνοντας με ένα μεγάλο πεδίο ηλιακών συλλεκτών θερμότητα, αποθηκευοντάς την κεντρικά και διανέμοντάς την προς χρήση, όπου και όποτε αυτή χρειάζεται. Σημαντικός αριθμός τέτοιων συστημάτων χρησιμοποιείται σήμερα σε εμπορικές εφαρμογές στην Ελλάδα. Τα περισσότερα από αυτά βρίσκονται εγκατεστημένα σε ξενοδοχεία και σε αθλητικά κέντρα, συμβάλλοντας έτσι στην κάλυψη μεγάλου ποσοστού, αν όχι του συνόλου, των ενεργειακών αναγκών τους για την παραγωγή ζεστού νερού.

Προκειμένου να διαδοθεί ευρύτερα η χρήση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, πρέπει να διασφαλίζεται τόσο η απρόσκοπτη λειτουργία τους, όσο και η ικανοποιητική απόδοσή τους. Τα τελευταία χρόνια βρίσκεται σε εξέλιξη διεθνώς μία σημαντική προσπάθεια για τη βελτίωση της ποιότητας των κατασκευαζόμενων συστημάτων μέσω της πιστοποίησής τους ή, όπως αλλιώς ονομάζεται, της "παροχής σήματος ποιότητας". Αυτού του είδους οι δράσεις διασφαλίζουν την υψηλή ποιότητα των συστημάτων που κατασκευάζονται και στην Ελλάδα, η οποία, σήμερα, αποτελεί το σημαντικότερο εξαγωγέα επίτευτων συλλεκτών στην Ευρώπη και μάλιστα σε πολύ απαιτητικές αγορές, όπως αυτές της Γερμανίας και της Αυστρίας.

2. Ηλιακή Ενέργεια



των κατασκευαζόμενων συστημάτων μέσω της πιστοποίησής τους ή, όπως αλλιώς ονομάζεται, της "παροχής σήματος ποιότητας". Αυτού του είδους οι δράσεις διασφαλίζουν την υψηλή ποιότητα των συστημάτων που κατασκευάζονται και στην Ελλάδα, η οποία, σήμερα, αποτελεί το σημαντικότερο εξαγωγέα επίπεδων συλλεκτών στην Ευρώπη και μάλιστα σε πολύ απαιτητικές αγορές, όπως αυτές της Γερμανίας και της Αυστρίας.

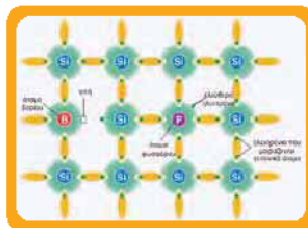
Όπως γίνεται αντιληπτό, υπάρχει μία πληθώρα εφαρμογών στις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα θερμικά ηλιακά συστήματα. Μάλιστα, σε χώρες με υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας, όπως είναι η Ελλάδα, η περίοδος απόσβεσής τους είναι μικρή και η εγκατάστασή τους οικονομικά συμφέρουσα. Εξάλλου, με τις σύγχρονες εξελίξεις της τεχνολογίας, η απόδοση των συστημάτων αυτών συνεχώς βελτιώνεται και το κόστος τους περιορίζεται. Το σημαντικότερο, όμως, όφελος που προκύπτει από την εικμετάλλευση των συστημάτων αυτού του είδους είναι ότι, στη διάρκεια της ζωής τους, μπορούν να εξοικονομηθούν σημαντικές ποσότητες συμβατικών καυσίμων και, συγκρίνοντας, να αποτραπεί η εκπομπή μεγάλων ποσοτήτων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

2.3. Φωτοβολταϊκά Συστήματα

2.3.1. Τρόπος λειτουργίας

Από παλιά είχε παρατηρηθεί ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει τις ιδιότητες ορισμένων υλικών, των ημιαγωγών, τα οποία, όταν φωτίζονται, παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του "φωτοβολταϊκού φαινομένου". Το φαινόμενο αυτό είχε ανακαλυφθεί ήδη από τον Γερμανό φυσικό Άντον Βαν Λέβερ (1839), αλλά οι πρώτες εφαρμογές του αναπτύχθηκαν μόλις τη δεκαετία του '50, με σκοπό την ηλεκτροδότηση των δορυφόρων και των διαστημικών πλοίων. Η μαζική παραγωγή φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως ονομάζονται οι ημιαγωγοί αυτοί, για ευρύτερη χρήση και η ανάπτυξη της οικιακής βιομηχανίας ξεκίνησε στις αρχές του '70 και, μάλιστα, μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση. Συνέπεια, δηλαδή, χρονικά με την ταχεία ανάπτυξη που γνώρισαν και οι άλλες μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

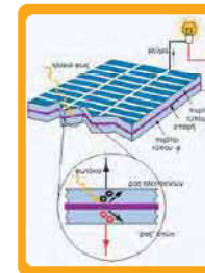
Το φωτοβολταϊκό στοιχείο δημιουργείται όταν σ' έναν κρύσταλλο πυριτίου μερικά άτομα της μίας πλευράς αντικατασταθούν με άτομα φωσφόρου, στα οποία πλεονάζει ένα ηλεκτρόνιο, δηλαδή ένα αρνητικό φορτίο, και μερικά της άλλης με άτομα βορίου, τα οποία διαθέτουν ένα θετικό κενό από ηλεκτρόνιο, δηλαδή μία "οπή", που αποτελεί θετικό φορτίο (Σκ. 5). Στο σημείο επαφής των δύο αυτών πλευρών δημιουργείται ένα πολύ λεπτό φράγμα δυναμικού όπου, λόγω της ισχυρής διαφοράς δυναμικού που αναπτύσσεται εκεί, τα ηλεκτρόνια μπορούν να διέλθουν από τη θετικά στην αρνητικά φορτισμένη πλευρά του ημιαγωγού, αλλά όχι και αντίθετα.



Σκίημα 5. Προσθήκη ατόμων φωσφόρου (P) και βορίου (B) σε κρύσταλλο πυριτίου (Πηγή: The Australian Renewable Energy website)

Το ηλιακό φως αποτελείται από ενεργειακά σωματίδια, τα φωτόνια, τα οποία έχουν την ίδια ταχύτητα μεταξύ τους, αλλά διαφορετική ενέργεια. Όταν προσπίπτει στον ημιαγωγό ηλιακή ακτινοβολία, τα φωτόνια με καμψηλή ενέργεια, τα οποία αντιστοιχούν στην υπέρυθρη, μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία, των διαπερνούν χωρίς καμία επίδραση. Εκείνα που απορροφώνται, όμως, έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Καθένα από τα φωτόνια αυτά μπορεί να διεισδύσει εύκολα σ' ένα άτομο πυριτίου και, παρέκτονάς του την απαιτούμενη ενέργεια, να εκδιώξει ένα ηλεκτρόνιο από την τροχιά του, δημιουργώντας και την αντίστοιχη οπή.

Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια αρχίζουν τότε να κινούνται μέσα στον κρύσταλλο, αναζητώντας τις οπές τους και, όταν διέλθουν από το φράγμα δυναμικού, συσσωρεύονται στην αρνητικά φορτισμένη πλευρά του ημιαγωγού, ενώ οι οπές παραμένουν στην άλλη. Συνδέοντας εξωτερικούς ακροδέκτες στις δύο αυτές πλευρές και κλείνοντας το κύκλωμα με την εγκατάσταση μίας ηλεκτρικής συσκευής, π.χ. μιας λάμπας, τα ηλεκτρόνια διακατευνται στο κύκλωμα και, περνώντας από τη συσκευή όπου παράγουν έργο, καταλήγουν στην άλλη πλευρά του ημιαγωγού για να ξανασυνδυαστούν με τις οπές που άφησαν πίσω. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (Σκ. 6) (φωτοβολταϊκό φαινόμενο).



Σκίημα 6. Φωσκή απεκόνηση φωτοβολταϊκού στοιχείου πυριτίου (Πηγή: The Australian Renewable Energy website)

Φωτοβολταϊκά γεννήτρια ονομάζεται ένα σύνολο φωτοβολταϊκών στοιχείων που συνδέονται ηλεκτρονικά μεταξύ τους. Για λόγους προστασίας είναι κλεισμένα ερμητικά, αεροστεγές και υδατοστεγές, μέσα σε ειδικό τζάμι και κατάλληλα μονωτικά πλαστικά, ενώ, για σταθερότητα, μηχανική αντοχή και ευκρησία, έχουν ενσωματωμένα στην περιγράμμά τους μεταλλικά ελάσματα ανοδιωμένου αλουμινίου. Η ηλεκτρική ισχύς μίας φωτοβολταϊκής γεννήτριας είναι το άθροισμα της ενέργειας που παράγουν όλα τα φωτοβολταϊκά στοιχεία της στη μονάδα του χρόνου. Φωτοβολταϊκή συστοιχία, τέλος, ονομάζεται ένα σύνολο φωτοβολταϊκών γεννητριών κατάλληλα συνδεδεμένων μεταξύ τους.

Η φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία αποτελεί και την καρδιά ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, συνοδεύεται από κατάλληλα ηλεκτρονικά κυκλώματα για τον έλεγχο και τη διαχείριση της παραγόμενης ενέργειας, καθώς και από κάποιο σύστημα αποθήκευσής της (μπαταρία/ες), στις περιπτώσεις που οι εφαρμογές το απαιτούν. Το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα είναι συνεχούς τάσης και, ανάλογα με την εφαρμογή, χρησιμοποιείται ως έχει ή μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο, με τη βοήθεια μίας ηλεκτρονικής συσκευής που ονομάζεται αντιστροφάς.

2. Ηλιακή Ενέργεια



2.3.2. Εφαρμογές

Ανάλογα με τη χρήση του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος, τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατατάσσονται σε:

- Αυτόνομα, όπου η παραγόμενη ενέργεια καταναλώνεται εξολοκλήρου από το χρήστη. Αυτά διαθέτουν συνήθως και σύστημα αποθήκευσης της (μπαταρία).
- Συνδεδεμένα με το ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής, όπου η τυχόν πλεονάζουσα παραγόμενη ενέργεια, ή το σύνολο αυτής, διοχετεύεται στο δίκτυο.

Σήμερα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται σε πάρα πολλές εφαρμογές και μπορούν να εξυπηρετούν τα πλέον απαιτητικά φορτία χωρίς κανένα πρόβλημα.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα οποία τα ξεχωρίζουν από τα συμβατικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και από αντίστοιχες εφαρμογές των άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι ότι αυτά:

- Παράγουν απ' ευθείας ηλεκτρικό ρεύμα.
- Μπορούν να ενσωματωθούν στην αρχιτεκτονική ενός κτιρίου και να χρησιμοποιηθούν ως δομικά στοιχεία του.
- Έχουν αθόρυβη λειτουργία.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία, χωρίς μάλιστα να εμφανίζουν απαιτήσεις συντήρησης.

Ως μειονέκτημα για τη χρήση των συστημάτων αυτών σε ευρεία κλίμακα θεωρείται το κόστος της παραγόμενης ενέργειας, έναντι αυτής που παράγεται από συμβατικές πηγές. Καθώς, όμως, βελιώνεται η απόδοσή τους και αυξάνει ο όγκος παραγωγής τους, το κόστος τους μειώνεται διαρκώς.

Η ευελιξία που προσφέρουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα στη χρήση τους έχει οδηγήσει στην εφαρμογή τους εκεί όπου είναι ασύμφορο, δύσκολο ή αδύνατο να μεταφερθεί ηλεκτρικό ρεύμα από το υπάρχον δίκτυο. Πέρα από τις εφαρμογές τους σε δυσπρόσιτες περιοχές (Σχ. 7), π.χ. σε ορεινές κατοικίες, κατοικίες σε μικρά νησιά και βρακονησίδες ή σε τίλοτους φάρους, φωτοβολταϊκά συστήματα μικρού μεγέθους χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία τηλεφωνικών θαλάμων, μηχανημάτων εκδόσεως εισιτηρίων, ηλεκτρονικών πινακίδων πληροφοριών και σηματοδοτών, καθώς και για το φωτισμό οδών και εξωτερικών χώρων γενικότερα.



Σχήμα 7. Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα τηλεπικοινωνιών στο όρος Δίφφη

Υπάρχουν βέβαια και μεγαλύτερες εγκαταστάσεις που εξυπηρετούν τις ανάγκες μικρών οικισμών, ξενοδοχείων ή σχολείων. Η πρώτη μεγάλη εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων που κατασκευάστηκε στη χώρα μας (από τη ΔΕΗ), είναι το Φωτοβολταϊκό Πάρκο της Κύθνου, το οποίο λειτουργεί σε συνδυασμό με το επίσης εγκατεστημένο στο νησί Αιολικό Πάρκο, καθώς και με τον υπάρχοντα συμβατικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από το Φωτοβολταϊκό Πάρκο, το οποίο έχει μέγιστη δυνατότητα εξόδου 100 kW, τροφοδοτεί το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο, μειώνοντας με τον τρόπο αυτό την ποσότητα ενέργειας που παράγεται από συμβατικά καύσιμα. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια συνδέονται με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο μέσω ειδικού αντιστροφέα, με τον οποίο επιτυγχάνεται επιπλέον η ασφαλής και αποδοτική διεύθυνσή τους στο δίκτυο.

Αν και οι μεγαλύτερου μεγέθους εγκαταστάσεις αυτού του είδους δεν είναι ακόμα οικονομικά ανιαγωνιστικές, η διαρκής πρόοδος της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών στοιχείων τα καθιστά ολοένα και πιο συμφέροντα. Με την πάροδο του χρόνου, η αύξηση της απόδοσης και ο ταυτόχρονος περιορισμός του κόστους κατασκευής τους έχουν συντελέσει στο να περάσουν οι εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων από τις εξειδικευμένες εφαρμογές, όπου η χρήση τους σ' αυτές είναι απαραίτητη λόγω έλλειψης εναλλακτικής πηγής ενέργειας, σε πιο γενικές. Η ευρύτερη διάδοση των συστημάτων αυτών, όπως και όλων των άλλων συστημάτων εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αναμένεται ότι θα συνεισφέρει σημαντικά στην προσπάθεια που καταβάλλεται παγκοσμίως αφ' ενός για την εξοικονόμηση των αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων και αφ' ετέρου για την προστασία του περιβάλλοντος, μέσω του περιορισμού των εκπεμπόμενων προς αυτό ρύπων.

3. Αιολική Ενέργεια

3.1. Ιστορική αναδρομή

Οι άνεμοι, δηλαδή οι μεγάλες μάζες αέρα που μετακινούνται με ταχύτητα από μία περιοχή σε κάποια άλλη, οφείλονται στην ανισομόρφο θέρμανση της επιφάνειας της Γης από την ηλιακή ακτινοβολία. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τόσο που, με βάση τη σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δύο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια. Αν και μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτής είναι σήμερα αξιοποιημένο, υπολογίζεται ότι στο 25% της επιφάνειας της Γης επικρατούν άνεμοι μέσης ταχύτητας 5,1 m/s, σε ύψος 10 m πάνω από το έδαφος. Όταν σε μία περιοχή οι άνεμοι πνέουν με μέση ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτήν την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό της θεωρείται εκμεταλλεύσιμο κατά τρόπο οικονομικά συμφέροντα.

Η ενέργεια του ανέμου χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο ήδη από την αρχαιότητα. Μάλιστα, είχε τόσο εκτιμηθεί η σπουδαιότητα και η χρησιμότητα των ανέμων ώστε ο ίδιος ο Δίας, κατά την Ελληνική μυθολογία, είχε ορίσει ειδικό "διακρισιού" τους, τον Αίολο, ο οποίος τους κατηύθυνε από τη μυθική νήσο του, την Αιολία. Εξάλλου, ο εγκλωβισμός, κατά τον Όμηρο, των ανέμων στον ασκό του Αιόλου δείχνει ακριβώς την ανάγκη των ανθρώπων να διαθέτουν τους ανέμους στον τόπο και χρόνο που οι ίδιοι θα ήθελαν.

Στη σύγχρονη εποχή, τα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν σχεδόν αποκλειστικά μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Οι μηχανές αυτές ονομάζονται ανεμογεννήτριες και κατατάσσονται σε δύο κύριες κατηγορίες: α. τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα [Σχ. 8(α)], των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικας και περιστρέφεται γύρω από άξονα που μπορεί να παρακολουθεί συνεχώς τη διεύθυνση του ανέμου και

β. τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα [Σχ. 8(β)], οι οποίες παραμένει σταθερές.

Σήμερα, στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα σε ποσοστό πάνω από 90%.



Σχήμα 8. Ανεμογεννήτριες: α) οριζόντιου άξονα και β) κατακόρυφου άξονα

3.2. Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας

Μία τυπική ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 9, αποτελείται από:

- Το δρομέα, συνήθως με δύο ή τρία πτερύγια, τα οποία κατασκευάζονται από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μία πλήμνη είτε σταθερά, είτε έχοντας τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονά τους, μεταβάλλοντας έτσι το βήμα της πτερόφυσης. Υπάρχουν πάντως και ανεμογεννήτριες με ένα μόνο πτερύγιο.

- Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, που αποτελείται από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πλλαπλασιασμού στροφών, με το οποίο προσαρμόζεται η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγκρουση ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής.

- Την ηλεκτρογεννήτρια, σύγκρουση ή επαγωγική, με 4 ή 6 πόλους, η οποία συνδέεται στην έξοδο του κιβωτίου πλλαπλασιασμού στροφών μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου.

- Το σύστημα πέδης, το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας.

- Το σύστημα προσανατολισμού, το οποίο αναγκάζει τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται συνεχώς παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου. Με τον τρόπο αυτό αυξάνει η διαθεσιμότητα της ανεμογεννήτριας, δηλαδή το ποσοστό του χρόνου που αυτή είναι διαθέσιμη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία αποτελεί ένα δείκτη που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός τέτοιου συστήματος.

- Τον πύργο, επάνω στον οποίο εδράζεται όλη η ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Ο πύργος είναι συνήθως μεταλλικός, σωληνωτός ή δικτυωτός και, σπανίως, από σπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ το ύψος του είναι τέτοιο, ώστε ο δρομέας να δέχεται την αδιατάρακτη από το έδαφος ροή του ανέμου.

- Τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, που είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Μέσω του συστήματος ελέγχου ρυθμίζονται όλες οι λειτουργίες της ανεμογεννήτριας.



Σχήμα 9. Τυπή τυπικής ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα

3. Αιολική Ενέργεια

Με την εξέλιξη της σχετικής τεχνολογίας, τα μεγέθη των ανεμογεννητριών σταδιακά αυξήθηκαν. Έτσι, το τυπικό μέγεθος μιας ανεμογεννήτριας, ενώ πριν από πέντε χρόνια ήταν περί τα 200-300 kW, σήμερα ξεπερνά τα 500 kW, ενώ ανεμογεννήτριες μεγέθους 1 MW και πάνω έχουν ήδη αρχίσει να εμφανίζονται στην αγορά και σύντομα αναμένεται να επικρατήσουν ο' αυτές. Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 kW είναι 40 μέτρα για τη διάμετρο του δρομέα και 40-50 μέτρα για το ύψος του πύργου, ενώ οι διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 1 MW είναι 55 και 50-60 μέτρα, αντίστοιχα.

Παράλληλα με την αύξηση του μεγέθους των ανεμογεννητριών, μειώθηκε και το κόστος κατασκευής και εγκατάστασής τους. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, το κόστος ηλεκτροπαραγωγής από ανεμογεννήτριες από τα 0,80 €/kWh στις αρχές της δεκαετίας του '80 έχει μειωθεί στα 0,04-0,05 €/kWh σε μέρη με δυνατούς ανέμους μέχρι 0,06-0,08 €/kWh σε μέρη με μικρή ταχύτητα ανέμων (2003), αρκετά χαμηλότερο από τα 0,10 €/kWh της πυρηνικής ενέργειας και συγκρίσιμο με τα 0,06 €/kWh που στοικίζει η παραγωγή του ηλεκτρισμού με χρήση φυσικού αερίου. Μάλιστα, εκτιμάται ότι είναι εφικτή η περαιτέρω μείωση κατά 30% του κόστους αυτού μέσα στα επόμενα δέκα χρόνια.

3.3. Εφαρμογές

Η σημαντικότερη οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Στην περίπτωση αυτή, ένα αιολικό πάρκο, δηλαδή μία συστοικία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοικείται το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται, μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια, καθώς και θερμότητας. Όμως, η ισχύς που παράγεται σε εφαρμογές αυτού του είδους είναι περιορισμένη, το ίδιο και η οικονομική τους σημασία.

Από τα μέσα της δεκαετίας του '70, οπότε άρχισε η εγκατάσταση των πρώτων ανεμογεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μέχρι τα τέλη του 2004, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε όλο τον κόσμο ξεπέρασε τα 50.000 MW. Από αυτά, τα 34.205 MW βρίσκονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Το 1994 οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ξεπέρασαν τις Η.Π.Α. σε συνολική εγκατεστημένη ισχύ, με πρωτοπόρες τη Δανία, την Ολλανδία και την Αγγλία. Η Γερμανία εισήλθε δυναμικά στο χώρο και, από 60 MW το 1990, έφθασε τα 16.629 MW εγκατεστημένης ισχύος στο τέλος του 2004. Μεγάλη πρόοδος έχει σημειώσει και η Ισπανία, η οποία, καθόρθωσε να εγκαταστήσει 8.263 MW μέχρι το τέλος του 2004. Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να αποτελέσει σημαντικό μοχλό για την ανάπτυξη της. Από τις πλέον πρόσφορες περιοχές για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών είναι οι παράλιες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας και, ακόμα περισσότερο, τα νησιά του Αιγαίου, στα οποία συχνά πνέουν ισχυροί άνεμοι, εντάσεως 8 και 9 Μποφόρ. Μάλιστα, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει και οι κατάλληλες κινησεις από πλευράς Πολιτείας ώστε να αξιοποιηθεί το εν λόγω δυναμικό. Οι κινησεις αυτές συνίστανται στη δημιουργία του κατάλληλου θεσμικού και νομοθετικού πλαισίου που διέπει τη λειτουργία των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας, αλλά και στην παροχή χρηματοδοτήσεων για ανάλογα έργα.

Ήδη από το 1982, η ΔΕΗ προχώρησε στην εγκατάσταση στην Κύθηνο μικρού αιολικού πάρκου, του οποίου οι πέντε (5) ανεμογεννήτριες των 20 kW λειτουργούν παράλληλα με συστοικίες φωτοβολταϊκών συστημάτων (υβριδικό σύστημα) και το συμβατικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής του νησιού. Επίσης, η ΔΕΗ έχει εγκαταστήσει στο βόρειο τμήμα της

Ανδρου, κοντά στο κορίο Καλυβάρι, αιολικό πάρκο ισχύος περίπου 1,6 MW. Εκεί, η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου είναι 9,7 m/s, επιτρέποντας απόδοση του αιολικού πάρκου που δύσκολα μπορεί να εντοπισθεί στον υπόλοιπο κόσμο.

Εκτός από την Κύθηνο και την Ανδρο, η ΔΕΗ αλλά κυρίως ιδιωτικές εταιρίες έχουν προχωρήσει στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων και σε άλλες περιοχές, όπως στην Εύβοια (συνολικής ισχύος 203 MW), τη Θράκη (163,35 MW), τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου (27,8 MW), την Κρήτη (105,4 MW), την Πελοπόννησο (36 MW) και τις Κυκλάδες (32,68 MW). Το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος το 2005 ανήλθε στα 622 MW.



Εικόνα 10. Γεωγραφική κατανομή εγκατεστημένης ισχύος (σε MW) στην Ελλάδα το 2005 (Πηγή: IEA Wind Energy annual report 2005)

3.4. Εξέλιξη της τεχνολογίας

Η σχεδίαση και εγκατάσταση των αιολικών πάρκων γίνεται πλέον με προσοχή, ώστε να επιτυγχάνεται η αρμονικότερη δυνατή συνύπαρξη του κάθε πάρκου με το τοπίο της περιοχής όπου αυτό εγκαθίσταται. Επιπλέον, η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των ανεμογεννητριών έχει καταστήσει πρακτικά αθόρυβη τη λειτουργία τους. Για την πρόωθηση όμως, των εφαρμογών εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας στη χώρα μας, μεγάλη σημασία έχει και η ανάπτυξη της εγχώριας βιομηχανίας και τεχνολογίας των ανεμογεννητριών. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα περιορισθεί η εκροή συναλλάγματος, ενώ ταυτόχρονα θα δημιουργηθούν πολλές νέες θέσεις εργασίας.

Στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας εντάσσεται και η κατασκευή του πρώτου εξολοκλήρου ελληνικού περύγιου ανεμογεννήτριας, εκπατάσματος 10 μέτρων, το οποίο αναπεξήλθε με επιτυχία στις εκτεταμένες δοκιμές αντοχής που υποβλήθηκε από το ΚΑΠΕ. Το περύγιο θα διατεθεί στην ελληνική αγορά για την κάλυψη, σε ανταγωνιστικές τιμές, των αναγκών για ανεμογεννήτριες 70-150 kW, ενώ έχει ήδη ξεκινήσει η ανάπτυξη περυγίων μεγαλύτερων μεγεθών. Οι ενέργειες αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντικές, καθώς τα περύγια του δρομέα αποτελούν την καρδιά μιας ανεμογεννήτριας, αφού αυτά αναλαμβάνουν το έργο της μετατροπής της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ωφέλιμη μηχανική ισχύ.

Οι δραστηριότητες αυτού του είδους, σε συνδυασμό με προγράμματα όπως αυτό της ανάπτυξης του Ελληνικού Συστήματος Πιστοποίησης Ανεμογεννητριών, καθώς και του Εθνικού Προτύπου για τις Ανεμογεννήτριες, αποτελούν κρίσιμα παράγοντα ανάπτυξης του κλάδου. Πιστεύεται ότι, με τη βοήθεια παρόμοιων ενεργειών και μέτρων, θα συνειστέη η

4. Γεωθερμική Ενέργεια

διάδοση των εφαρμογών εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας, και μάλιστα με αυξανόμενους ρυθμούς, ώστε να αξιοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο το πλούσιο αιολικό δυναμικό που διαθέτει η Ελλάδα.

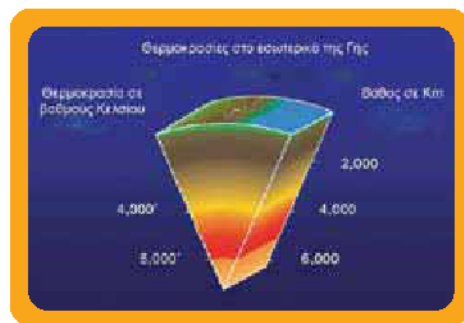
4.1. Ιστορική αναδρομή

Η Γη, οι άλλοι πλανήτες, όπως και όλα τα αστρικά σώματα, δημιουργήθηκαν, σύμφωνα με τη γνωστή θεωρία, από θερμά αέρια που ψύχθηκαν και συμπυκνώθηκαν με την πάροδο του χρόνου. Η διάπυρη σφαίρα, που κάποτε ήταν η Γη, δεν έχει ακόμη ψυχθεί εντελώς στο εσωτερικό της. Επιπλέον, η θερμότητα που παράγεται από τη φυσική ραδιενέργεια των πετρωμάτων της συντηρεί, εν μέρει, αυτές τις υψηλές θερμοκρασίες. Οι εκρήξεις των ηφαιστειών, οι πίδακες θερμού νερού, ατμών ή αερίων και οι θερμές πηγές αποτελούν επιφανειακές εκδηλώσεις της δραστηριότητας που λαμβάνει χώρα στα έγκατα της Γης.

Από αρχαιότατων χρόνων, οι προϊτόγονοι, ακόμη, κάτοικοι του πλανήτη μας προσκοποποίησαν και θεοποίησαν τις αιτίες των φαινομένων αυτών, ερμήνευσαν με μύθους τις διαδικασίες που παρατηρούσαν και εκμεταλλεύτηκαν, όσο μπορούσαν, τη θερμική ενέργεια που έφτανε στην επιφάνεια. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται γεωθερμική ενέργεια και σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες μιας περιοχής. Η γεωθερμική ενέργεια είναι μία ήπια και σκεπτικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, η οποία, με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα, μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες.

4.2. Χρησιμοποιούμενη ορολογία

Όσο μικραίνει η απόσταση από το κέντρο της Γης τόσο αυξάνει η θερμοκρασία των στρωμάτων της. Ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας συναρτάσει του βάθους από την επιφάνεια της Γης ονομάζεται "γεωθερμική βαθμίδα" και, στο στρώμα της Λιθόσφαιρας (βλ. Σκ. 11, στο οποίο παρουσιάζεται σε ισομή η διαστρωμάτωση του εσωτερικού της Γης), έχει κανονική τιμή περίπου 30°C ανά χιλιόμετρο βάθους. Όταν η εν λόγω θερμοκρασία αυξάνει συναρτάσει του βάθους με ρυθμό ταχύτερο από τον κανονικό, τότε παρουσιάζεται "γεωθερμική ανωμαλία", όπως ονομάζεται αυτό το φαινόμενο. Αυτή αποτελεί γνώρισμα μιας περιοχής όπου συντρέκουν ειδικές γεωλογικές συνθήκες και είναι πιθανό να υπάρχει εκεί κοιτάσιμα (ή ταμειυτήρας, όπως αλλιώς ονομάζεται) εκμεταλλεύσιμης γεωθερμικής ενέργειας.



Σκίμα 11. Τμήμ της Γης (Πηγή: Geothermal Educational Office)

Για να υφίσταται θερμό νερό ή ατμός σε μία περιοχή, πρέπει να υπάρχει εκεί κάποιος ταμειυτήρας αποθήκευσης του (Σκ. 12). Αυτός σχηματίζεται όταν ένας αδιαπέρατος από το νερό οριζόντιος βρίσκεται κάτω από έναν περατό. Η γεωμορφολογία της περιοχής πρέπει να είναι κατάλληλη, ώστε το βρόκινο νερό να μπορεί να διεισθύσει σε αυτούς τους βαθύτερους οριζόντιους, οι οποίοι, με τη σειρά τους, πρέπει να βρίσκονται κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Όταν συντρέκουν όλες αυτές οι συνθήκες, το νερό του ταμειυτήρα θερμαίνεται και ανέρχεται προς την επιφάνεια, ενώ το ψυχρότερο νερό κατεβαίνει βαθύτερα, στον ταμειυτήρα όπου με τη σειρά του θερμαίνεται.



Σκίμα 12. Δημιουργία ταμειυτήρα θερμού νερού (Πηγή: Geothermal Educational Office)

Εάν η θερμοκρασία των ρευστών αυτών είναι μεγαλύτερη των 25°C, τότε, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, αυτά ονομάζονται γεωθερμικά ρευστά. Αντίστοιχα, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως:

- υψηλής θερμοκρασίας, όταν η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού είναι μεγαλύτερη από 90°C, και
- χαμηλής θερμοκρασίας, όταν η θερμοκρασία του ρευστού κυμαίνεται μεταξύ 25 και 90°C.

Κάποιες φορές, τα γεωθερμικά ρευστά εμφανίζονται επιφανειακά, με τη μορφή πιδάκων θερμού νερού ή ατμού, ενώ, άλλες φορές, πρέπει να γίνει γεώτρηση για να αποληφθούν. Αυτή γίνεται με ειδικά μηχανήματα, τα γεωτρύπανα, και μπορεί να έχει βάθος από λίγες δεκάδες μέτρα, μέχρι μερικά χιλιόμετρα. Το κόστος της γεώτρησης αυξάνει σημαντικά όσο μεγαλώνει το βάθος της.

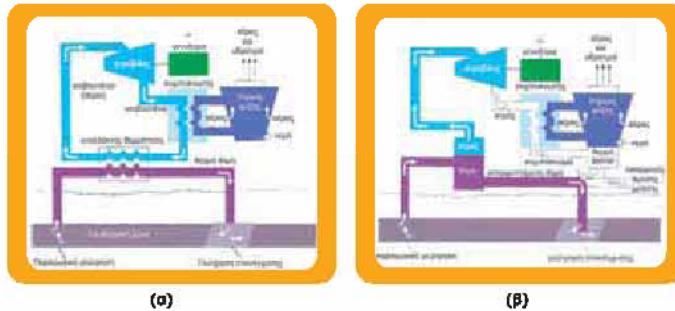
4.3. Εφαρμογές της γεωθερμίας - Το δυναμικό της Ελλάδας

Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη ποικιλία εφαρμογών, ανάλογα με την ποιότητά της. Έτσι, τα γεωθερμικά ρευστά υψηλής θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Τα ρευστά χαμηλής θερμοκρασίας είναι περισσότερο κατάλληλα για χρήση σε θερμικές εφαρμογές. Η μέθοδος που κάθε φορά εφαρμόζεται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού ρευστού, δηλαδή τη θερμοκρασία του, τα διαλυμένα και αιωρούμενα σ' αυτό στερεά υλικά, καθώς και το επίπεδο των αερίων που περιέχει.

4. Γεωθερμική Ενέργεια

Η συνθιθέστερα ακολουθούμνη μέθοδος ηλεκτροπαραγωγής με γεωθερμικό ρευστό, η οποία χρησιμοποιείται όταν το ρευστό αυτό εξέρχεται από τη γεώτρηση υπό μορφή ατμού με πίεση, χωρίς τη βοήθεια άντλησης, συνίσταται στην εκτόνωση του σε ένα στροβιλοφόρο κινητήρα, συνδεδεμένο με μία ηλεκτρογεννήτρια [Σκ. 13(α)], αφού προηγουμένως διέλθει από ένα διαχωριστήρα ατμού. Μία αποδοτικότερη της προηγούμενης διαδικασία είναι ο δυαδικός κύκλος [Σκ. 13(β)], που χρησιμοποιείται όταν η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού είναι μικρότερη των 180°C.

Αυτό αποδίδει την ενέργειά του σε ένα δεύτερο ρευστό, μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας, και επανεισάγεται στον ταμειωτήρα. Το ρευστό αυτό, που έχει χαμηλότερο σημείο βρασμού από το γεωθερμικό, ατμοποιείται στην έξοδο του εναλλάκτη και διοχετεύεται σε ένα στρόβιλο, ο οποίος κινεί επίσης μια ηλεκτρογεννήτρια, και, στη συνέχεια, αφού συμπυκνωθεί, οδηγείται πίσω στον εναλλάκτη.



Σκίμα 13. Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με γεωθερμικό ρευστό: (α) με εκτόνωση του ατμού και (β) με δυαδικό κύκλο

Το μεγαλύτερο, σήμερα, γεωθερμικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται εγκατεστημένο στα Γκέυζερς της Καλιφόρνιας. Η εγκατεστημένη ισχύς του σήμερα ξεπερνά τα 1.800 MW. Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία, η εγκατεστημένη ισχύς παγκοσμίως ξεπερνά τα 8.900 MW και η παραγόμενη ενέργεια τις 54.700 GWh. Στην Ελλάδα, η ΔΕΗ εγκατέστησε στη Μήλο το 1985 μία πειραματική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ισχύος 2 MW, για την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας υψηλής θερμοκρασίας του νησιού, η οποία λειτουργήσε επιτυχώς για κάποιο διάστημα, μέχρι το 1989.

Η χώρα μας έχει δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής από γεωθερμία της τάξης των 150 MW, το οποίο, όμως, για διάφορες αιτίες, παραμένει ανεκμετάλλευτο. Γεωθερμικά πεδία υψηλής θερμοκρασίας έχουν εντοπισθεί στο ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου, πιο συγκεκριμένα, στο νησιωτικό σύμπλεγμα Μήλου, Σαντορίνης και Νισύρου. Επίσης, έχει βεβαιωθεί η ύπαρξη γεωθερμικών πεδίων υψηλής θερμοκρασίας, πέραν του ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου, και στη νήσο Λέσβο, ενώ πεδία χαμηλής θερμοκρασίας υπάρχουν διασπαρμένα σε ολόκληρη, σχεδόν, τη χώρα. Υπάρχουν, όμως, και αρκετές περιοχές με γεωθερμικό ενδιαφέρον, οι οποίες, δεν έχουν ακόμα διερευνηθεί σε ικανοποιητικό βαθμό.

Σήμερα, στην Ελλάδα, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας γίνεται αποκλειστικά για χρήση της σε θερμικές εφαρμογές, οι οποίες είναι εξίσου σημαντικές με την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, δεδομένου ότι αυτή μπορεί να παρέχει θερμική ενέργεια πολύ φθηνότερη απ' ό,τι τα συμβατικά καύσιμα. Μάλιστα, οι δυνατότητες που προσφέρει η γεωθερμία για παραγωγή θερμότητας είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες για ηλεκτροπαραγωγή, καθώς τα κατάλληλα σ' αυτήν την περίπτωση πεδία χαμηλής θερμοκρασίας απαντώνται ευρύτερα. Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας παγκοσμίως αφορά τη θέρμανση θερμοκηπίων, καθώς σ' αυτά οι δαπάνες θέρμανσης αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του συνολικού κόστους λειτουργίας τους, το οποίο φυσικά αυξάνει όσο ψυχρότερο είναι το κλίμα της περιοχής όπου είναι εγκατεστημένα.

Ανάλογη χρήση της γεωθερμίας γίνεται και στις υδατοκαλλιέργειες, όπου εκτρέφονται υδροβίοι οργανισμοί, πολλοί από τους οποίους, όπως τα κέλια, οι γαρίδες και τα φύκια, αναπτύσσονται γρηγορότερα σε θερμοκρασίες νερού μεγαλύτερες από τις συνήθειες στη φύση, της τάξεως των 25 έως 30°C. Με τη θέρμανση, λοιπόν, του νερού εκτροφής, η οποία κάλλιστα μπορεί να γίνει μέσω της γεωθερμικής ενέργειας, επιτυγχάνεται η ταχύτερη και μεγαλύτερη αναπαραγωγή τους. Εξάλλου, η γεωθερμία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ευρέως στη χώρα μας, ιδιαίτερα στις άλυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές της, για τη θερμική αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με στόχο την απόληψη πόσιμου. Μία τέτοια εφαρμογή περιορίζει σημαντικά το σχετικό κόστος, έναντι αυτού που απαιτείται για τον εφοδιασμό των περιοχών αυτών με πόσιμο νερό μέσω υδροφόρων πηλών.

Μία άλλη, παγκοσμίως διαδεδομένη, χρήση της γεωθερμίας είναι η τηλεθέρμανση, όπως ονομάζεται η παροχή ζεστού νερού από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής της θερμότητας, με σκοπό τη θέρμανση των διάφορων κώρων, καθώς και για την απευθείας χρήση του, σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα κωριό ή μία πόλη. Το ζεστό νερό μεταφέρεται, μέσω δικτύου αγωγών, από το σταθμό προς τα κτήρια/καταναλωτές. Στη χώρα μας, δεν έχουν εγκατασταθεί ακόμα τέτοιου είδους μονάδες για την αξιοποίηση της διαθέσιμης γεωθερμικής ενέργειας, αν και υπάρχουν οι σχετικές δυνατότητες. Οι εφαρμογές της περιορίζονται στη θέρμανση θερμοκηπίων, ενώ, κατά καιρούς, έχουν γίνει πειραματικά εφαρμογές της σε υδατοκαλλιέργειες και ξηραντήρια βαμβακιού.

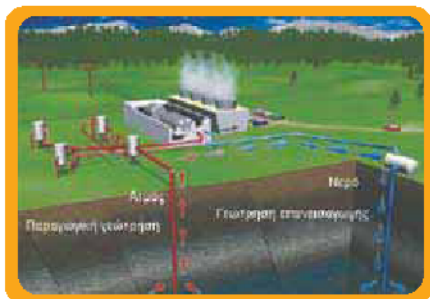
Οι παραπάνω θερμικές εφαρμογές μπορούν να εγκατασταθούν έτσι ώστε το γεωθερμικό ρευστό από μία γεώτρηση να χρησιμοποιείται σε περισσότερες της μίας από αυτές, αξιοποιώντας το σύνολο της εκμεταλλεύσιμης ή διαθέσιμης στην περιοχή γεωθερμικής ενέργειας. Μπορεί, δηλαδή, για παράδειγμα, να θερμαίνεται ένα θερμοκήπιο, εν συνεχεία μία υπαίθρια καλλιέργεια και, τέλος, μία υδατοκαλλιέργεια. Η γεωθερμία, τέλος, μπορεί να βρει εφαρμογή στα συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης κτιρίων, θερμοκηπίων και άλλων εγκαταστάσεων, που χρησιμοποιούν ανίλες θερμότητας. Αυτά ονομάζονται γήινη εναλλάκτης θερμότητας και εκμεταλλεύονται τη σταθερή θερμοκρασία που επικρατεί στο υπέδαφος, χωρίς να είναι αναγκαία η ύπαρξη ανωμαλίας της γεωθερμικής βαθμίδας.

4. Γεωθερμική Ενέργεια

4.4. Προοπτικές της γεωθερμίας

Τα γεωθερμικά ρευστά είναι συνήθως πλούσια σε διαλυμένα άλατα, καθώς και άλλες χημικές ενώσεις και στοιχεία, τα οποία τους προσδίδουν ιδιαίτερες ιδιότητες, μεταξύ των οποίων και θεραπευτικές. Μερικές φορές, όμως, αυτά μπορεί να δημιουργήσουν περιβαλλοντικά προβλήματα, κατά την απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον. Άλλες φορές, πάλι, υπάρχουν εγκλωβισμένα στους ταμιευτήρες δύσσομα αέρια, όπως το υδροθείο, που όταν διακυθούν στην ατμόσφαιρα, μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα υποβάθμισης του περιβάλλοντος κόρου.

Με την υπάρχουσα τα τελευταία χρόνια τεχνολογία, είναι δυνατή και σχετικά εύκολη η αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών και μπορεί να επιτευχθεί αφ' ενός με την επανέγκυση των ρευστών στον ταμιευτήρα, μέσω γεώτρησης επανεισαγωγής (Σκ. 14), αφ' ετέρου με το διαχωρισμό και τη δέσμευση των αερίων, με τη βοήθεια ειδικών συσκευών. Η πρώτη από τις προαναφερθείσες μεθόδους συνηθίζεται ακόμα και στις περιπτώσεις εκείνες όπου τα ρευστά δεν δημιουργούν περιβαλλοντικά προβλήματα, καθώς, κατ' αυτόν τον τρόπο, ικανοποιείται παράλληλα και ο στόχος του εμπλουτισμού του ταμιευτήρα.



Σκίημα 14. Παραγωγή γεώτρησης και γεώτρηση επανεισαγωγής (Πηγή: Geothermal Educational Office)

Η χρήση της γεωθερμίας μπορεί να αποβεί πολύ προσοδοφόρα στο επίπεδο του χρήστη, λόγω της ενέργειας χαμηλού κόστους που προσφέρει, και, από την άλλη μεριά, σε μια εποχή που τα περιβαλλοντικά προβλήματα γίνονται όλο και οξύτερα, είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι αποτελεί μια καθαρή πηγή ενέργειας που δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με εμπομικές ρύπων. Για τους λόγους αυτούς και, εάν ληφθεί επιπλέον υπόψη, ότι η Γεωθερμία είναι σχετικά ανανεώσιμη, γίνεται αναγκαίο ότι αυτή αποτελεί μια πηγή ενέργειας πολύτιμη για τις περιοχές που έχουν την τύχη να τη διαθέτουν. Η τεχνολογία αξιοποίησής της είναι πλέον ώριμη, χωρίς τα προβλήματα της πρώτης περιόδου, και η συστηματική εκμετάλλευσή της μπορεί να επιφέρει στη χώρα μας σημαντικά οικονομικά, συναλλαγματικά και, προτίμως, περιβαλλοντικά οφέλη.

Γεωθερμικό δυναμικό στον πλανήτη

	Πηγές υψηλής θερμοκρασίας κατάλληλες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας		Πηγές χαμηλής θερμοκρασίας κατάλληλες για απευθείας χρήση σε εκατομμύρια Tj/yr θερμότητας (κατώτερο όριο)
	Συμβατική τεχνολογία σε TWh/yr ηλεκτρικής ενέργειας	Συμβατική & Διαδική τεχνολογία σε TWh/yr ηλεκτρικής ενέργειας	
Ευρώπη	1830	3700	> 370
Ασία	2970	5900	> 320
Αφρική	1220	2400	> 240
Βόρεια Αμερική	1330	2700	> 120
Νότια Αμερική	2800	5600	> 240
Ωκεανία	1050	2100	> 110
Συνολικό δυναμικό	11 200	22 400	> 1400

Πηγή: INTERNATIONAL GEOTHERMAL ASSOCIATION, 2001.
Report of the IGA to the UN Commission on Sustainable Development,
Session 9 (CSD-9), New York, April. (<http://iga.igg.cnr.it>)

5. Ενέργεια από Βιομάζα

5.1. Ορισμός

Ως βιομάζα, γενικά, ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση και, πρακτικά, περιλαμβάνεται σ' αυτήν οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, στον όρο βιομάζα εμπεριέχονται:

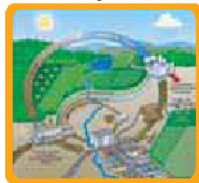
- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από τα φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται εντατικά και ειδικά για παραγωγή βιομάζας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σόργο το σακκαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.λπ.,
- τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως είναι π.χ. τα άχυρα, τα στελέχη αραβόσου και βαμβακιάς, τα κλαδοδέματα, οι κληματίδες, τα κλαδιά δένδρων, τα φύκια, τα κτηνοτροφικά απόβλητα κ.ά.,
- τα υποπροϊόντα από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως είναι π.χ. το ελαιοπυρηνόξυλο, τα υπολείμματα εκκοκκισμού του βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά., καθώς και
- το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

Η ενέργεια της βιομάζας αποτελεί μία θερμοηλεκτρική και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Κατ' αυτήν, η κλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια, μέσω μιας σειράς διεργασιών στις οποίες χρησιμοποιούνται ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, μαζί με νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος, με αποτέλεσμα την απόληξη βιομάζας και οξυγόνου. Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης μπορεί να περιγραφεί σχηματικά ως εξής:

Νερό + Διοξείδιο του άνθρακα + Ηλιακή ενέργεια (φωτόνια) +
Ανόργανα στοιχεία → Βιομάζα + Οξυγόνο

Από τη στιγμή που έχει σχηματισθεί η βιομάζα, μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι, αν και η μετατροπή της ενέργειας που βρίσκεται αποθηκευμένη στη βιομάζα σε θερμική γίνεται μέσω καύσης, η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της καύσης των ορυκτών καυσίμων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, ενώ κατά την καύση της βιομάζας εκλύεται αυτός ο ρύπος, κατά την παραγωγή της επαναδοσούνται μεγάλες ποσότητες CO₂ από την ατμόσφαιρα, μέσω του φαινομένου της φωτοσύνθεσης (Σκ. 15), με αποτέλεσμα η όλη διαδικασία μετατροπής της βιομάζας σε ωφέλιμη ενέργεια να μη συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας.



Σχ. 15. Ο κύκλος του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (Πηγή: ΒΙΩ)

5.2. Παγκόσμιο και ελληνικό δυναμικό

Η χρήση της βιομάζας ως πηγή ενέργειας δεν είναι νέα. Σ' αυτήν εξάλλου συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες, με τα οποία, μέχρι το τέλος του παρασμένου αιώνα, καλυπτόταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας μας. Σήμερα, η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα στην Ελλάδα αντιστοιχεί στο 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της και χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάλυμοι κ.ά.), σε περιορισμένη όμως κλίμακα ακόμα.

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο σε ολόκληρο τον πλανήτη υπολογίζεται ότι περιέχει ενέργεια δεκαπλάσια αυτής που χρειάζεται η ανθρωπότητα στο ίδιο διάστημα. Από την τεράστια αυτή ενεργειακή ποσότητα αξιοποιείται, σήμερα, ένα πολύ μικρό μέρος της, με το οποίο καλύπτεται μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας. Εξάλλου, για την Ελλάδα, σύμφωνα με τα στοιχεία παλαιότερης απογραφής, εκτιμάται ότι το σύνολο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων ανέρχεται σε 10 εκατ. τόνους. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Παράλληλα, όμως, με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, ποσότητες βιομάζας είναι δυνατό να ληφθούν και από τις ενεργειακές καλλιέργειες.

Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας, το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει υπό μορφή υπολειμμάτων, κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων (εκκοκκισμός βαμβακιού, μεταποίηση γεωργικών προϊόντων, επεξεργασία ξύλου, κ.ά.), είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα συλλογής και μεταφοράς, ούτε χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία, δεδομένου ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί απ' ευθείας για την τροφοδοσία συστημάτων παραγωγής ενέργειας. Γίνεται, λοιπόν, αναληπτό ότι οι προοπτικές αξιοποίησης αυτού του είδους της βιομάζας στη χώρα μας είναι μεγάλες, καθώς το υπάρχον δυναμικό είναι σημαντικό, και, παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από ορυκτά καύσιμα.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες, συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας, καθώς και της ευκολότερης συλλογής, ενώ μπορούν να αποτελέσουν διέξοδο για τα προβλήματα της γεωργικής παραγωγής και της αιτασκόλησης του αγροτικού πληθυσμού, δίνοντας ζωή στην ελληνική επαρχία. Πράγματι, λόγω των πλεονασμάτων της γεωργικής παραγωγής, έχουν ήδη περιθωριοποιηθεί ή προβλέπεται να περιθωριοποιηθούν και εγκαταλειφθούν στο άμεσο μέλλον 10 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήσιμων εκτάσεων στην Ελλάδα, από τις οποίες, εάν αποδοθούν για την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών, μπορεί να παραχθεί ενέργεια ισοδύναμη με 5-6 ΜΤΠΠ (όπου 1ΜΤΠΠ=1 εκατομμύριο Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου), που αντιστοιχεί στο 50-60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου στη χώρα μας.

Λόγω των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών της Ελλάδας, πολλές καλλιέργειες προσφέρουν για ενεργειακή αξιοποίηση και δίνουν υψηλές σπρεμματικές αποδόσεις. Οι πιο σημαντικές από αυτές, που μελετώνται τα τελευταία χρόνια στις ελληνικές συνθήκες είναι το καλάμι, η αγριοαγκινάρα, το σόργο το σακκαρούχο, ο μίσκανθος, ο ευκάλυπτος και η ψευδοακακία, από τις οποίες αρκετές εμφανίζουν δυνατότητα παραγωγής πάνω από 3 τόνους ανά στρέμμα.

5. Ενέργεια από Βιομάζα

5.3. Εφαρμογές

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (θέρμανσης, ψύξης, ηλεκτρισμού κ.λπ.) είτε μετατρέπόμενη σε αέρια, υγρά ή/και στερεά καύσιμα, μέσω θερμοχημικών ή βιοχημικών διεργασιών, όπως παρουσιάζεται στο Σχ. 16. Η ποιότητα που εμφανίζει στους τρόπους αξιοποίησής της δημιουργεί μία αντιστοιχία ποιότητας και στις εφαρμογές της. Από την άλλη μεριά, επειδή στα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς περιλαμβάνονται η ευρεία διασπορά, ο μεγάλος όγκος και οι όποιες δυσκέρειες στη συλλογή-μεταποίηση- μεταφορά-αποθήκευσή της, συνιστάται η αξιοποίησή της να γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον τόπο παραγωγής της.



Σχήμα 16. Υπάρχουσες τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας (Πηγή: IEA Bio-energy TASK 29)

Έτσι, η βιομάζα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση ψύξη ή/και την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, συνήθως μέσω συμπαραγωγής, όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες που βρίσκονται κοντά σε πηγές παραγωγής της. Με το συμβατικό τρόπο παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον, μέσω των φυκτικών κυκλωμάτων ή/και των καυσαερίων, ενώ με τη συμπαραγωγή το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται εποφελώς. Επιτυγχάνεται έτσι, σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, δεδομένου ότι ο βαθμός απόδοσης των συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι της τάξης του 15-40%, ενώ αυτών των συστημάτων συμπαραγωγής φθάνει μέχρι και 75 -85%.

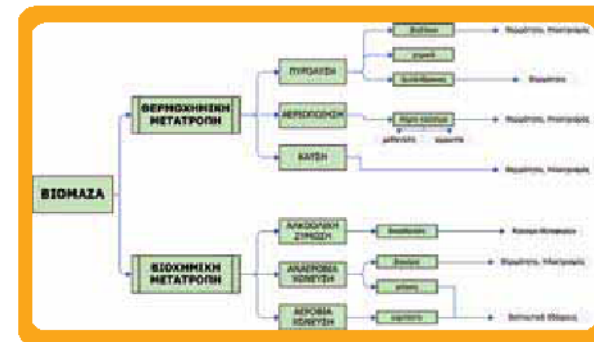
Ένα παράδειγμα βιομηχανίας όπου, με την εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής, υποκαταστάθηκαν επιτυχώς τα συμβατικά καύσιμα από βιομάζα, είναι ένα εκκακασιτήριο στην περιοχή της Βουλγίας. Η απαραίτητη ξήρανση του βαμβακιού πριν τον εκκακαισμό παλαιότερα γινόταν με τη χρήση λέβητα, που χρησιμοποιούσε ως καύσιμο πετρέλαιο, και τη διασέλευση των καυσαερίων στο προς ξήρανση βαμβάκι. Στο σύστημα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού που εγκαταστάθηκε χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη τα υπολείμματα του εκκακαισμού και, μ' αυτό, καλύπτεται το σύνολο των αναγκών του εκκακασιτηρίου σε θερμότητα, καθώς και μέρος των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια.

Εξάλλου, είναι δυνατόν να υποκατασταθούν συμβατικά καύσιμα, χρησιμοποιώντας τη βιομάζα που είναι διαθέσιμη σε κάθε περιοχή (πυρηνόξυλο, άχυρα, τσόφλια κ.ά.), στην περίπτωση της θέρμανσης των θερμοκηπίων. Η χρήση της βιομάζας ως καύσιμη ύλη σε συστήματα παραγωγής θερμότητας για εφαρμογές αυτού του είδους αποτελεί μία ενδιαφέρουσα και οικονομικά συμφέρουσα προοπτική για τους ιδιοκτήτες των μονάδων αυτών. Ήδη, στο 10% περίπου της συνολικής έκτασης των θερμαινόμενων θερμοκηπίων της χώρας, διάφορα είδη βιομάζας αξιοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών τους σε θερμότητα.

Μία άλλη εφαρμογή, όπου μπορεί να αξιοποιηθεί η τοπικά διαθέσιμη βιομάζα, είναι η τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών. Πρόκειται για την ίδια τεχνολογία με αυτήν που παρουσιάστηκε στην περίπτωση της γεωθερμίας, με τη διαφορά ότι η θερμότητα σ' αυτήν την περίπτωση δεν προέρχεται από κάποιο υπόγειο γεωθερμικό κοιτάσμα, αλλά από την καύση βιομάζας.

5.4. Παραγωγή καυσίμων από βιομάζα

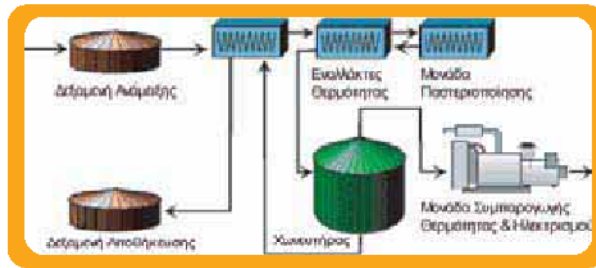
Είναι δυνατή, εξάλλου, η παραγωγή υγρών καυσίμων και βιοαερίου, με τη βιοχημική ή/και με τη θερμοχημική μετατροπή κατάλληλων ειδών βιομάζας (Σχ. 17). Η διεργασία της βιοχημικής μετατροπής επικεντρώνεται, κυρίως, στην παραγωγή βιοαιθανόλης (ισοπεντοματός) με ζύμωση σακκάρων, αμύλου, κυτταρινών και ημικυτταρινών, που προέρχονται από βιομάζα φυτικής προελεύσεως (αραβόσιτος, σόργο το σακκαρούχο κ.ά.). Η τεχνολογία ζυμώσεως των σακκάρων είναι, σήμερα, γνωστή και ανεπτυγμένη, ενώ υπό εξέλιξη βρίσκεται εκείνη της ζύμωσης των κυτταρινών και ημικυτταρινών. Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μεταφορών, αυτούσια ή σε πρόσμιξη με βενζίνη, όπως αυτό συμβαίνει στη Βραζιλία και τις ΗΠΑ.



Σχήμα 17. Διεργασίες μετατροπής βιομάζας και κατά εφαρμογών τελικών προϊόντων

5. Ενέργεια από Βιομάζα

Με βιοκαμική διεργασία, επίσης, παράγεται το βιοαέριο, το οποίο περιέχει μεθάνιο σε υψηλά ποσοστά και μπορεί, με την καύση του, να αποδίδει σημαντικές ποσότητες θερμότητας (Σκ. 18). Η παραγωγή του βιοαερίου γίνεται από αστικά απορρίμματα οργανικής προελεύσεως ή από λύματα κοιροστασιών και πατηνοτροφείων. Στην τελευταία αυτή περίπτωση, παράλληλα, παράγεται και οργανικό λίπασμα άριστης ποιότητας, του οποίου η διάθεση στην αγορά μπορεί να συμβάλλει στην οικονομική βιωσιμότητα μιας τέτοιας εγκατάστασης. Στην περίπτωση των αστικών απορριμμάτων, το βιοαέριο παράγεται στους Χάρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), οι οποίοι εγκαθίστανται στις κατωτέρες και συντελούν στην αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής.



Σκίημα 18. Μονάδα παραγωγής και καύσης βιοαερίου για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, εγκατεστημένη στο Λαοίτη της Σουηδίας

Σχετικά με τις θερμοχημικές διεργασίες, στις μονάδες αστραπιαίας πυρόλυσης χρησιμοποιούνται τα σκόδη δασικά και αγροτικά υπολείμματα, τα οποία, αφού φιλοσοφικωθούν, μετατρέπονται με τη βοήθεια ειδικού αντιδραστήρα σε υγρό καύσιμο (βιοέλαιο). Άλλη τεχνολογία θερμοχημικής μετατροπής της βιομάζας είναι η αεριοποίηση, με την οποία παράγεται αέριο καύσιμο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, σε καυστήρες αερίου. Οι τεχνολογίες αυτές βρίσκονται, ακόμη, σε ερευνητικό και πιλοτικό στάδιο και απαιτείται σημαντική περαιτέρω προσπάθεια μέχρι να φτάσουν στο επίπεδο όπου θα είναι οικονομικά συμφέρουσα η εφαρμογή τους σε ευρεία κλίμακα.

Η ποικιλία των χρήσεων της βιομάζας, σε συνδυασμό με τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίησή της, αλλά και την εξέλιξη που παρουσιάζουν τελευταία οι τεχνολογίες εκμετάλλευσής της, προδιαγράφουν ως ευνοϊκό το μέλλον για την ευρύτερη διάδοση των εφαρμογών της. Η ενέργεια που μπορεί να προέλθει από την αξιοποίηση των διαθέσιμων ποσοτήτων βιομάζας είναι ικανή να καλύπτει ένα σημαντικό μέρος των ενεργειακών αναγκών πολλών χωρών, ανάμεσα στις οποίες περιλαμβάνεται και η Ελλάδα. Επιπλέον, μπορούν να εξοικονομηθούν μεγάλες ποσότητες συναλλάγματος, αλλά και, μέσω των ενεργειακών καλλιεργειών, να λυθούν κάποια από τα κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια στον αγροτικό τομέα.

Σκίσιμο Δράσης για τη Βιομάζα

Το σκίσιμο δράσης για τη βιομάζα (COM(2005) 628, 7/12/2005) περιλαμβάνει μέτρα για την ταχύτερη ανάπτυξη του τομέα της ενέργειας που παράγεται από βιομάζα ξύλου, αποβλήτων και γεωργικών καλλιεργειών, μέσω της δημιουργίας κινήτρων για τη χρήση της, τα οποία βασίζονται στην αγορά, καθώς και της άρσης των εμποδίων στα οποία προσκρούει η ανάπτυξη της αγοράς. Χάρη στα μέτρα αυτά, η Ευρώπη θα είναι σε θέση να μειώσει την εξάρτησή της από τα ορυκτά καύσιμα, να ελαττώσει τις εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να τονώσει την οικονομική δραστηριότητα στις αγροτικές περιοχές.

Το σκίσιμο δράσης συνιστά μια αρχική συντονιστική φάση και περιλαμβάνει μέτρα για την προώθηση της χρήσης βιομάζας στη θέρμανση, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στις μεταφορές, καθώς και οριζόντια μέτρα που αφορούν στην προσφορά βιομάζας, στη χρηματοδότηση και στην έρευνα.

Η Επιτροπή κρίνει ότι τα μέτρα που περιλαμβάνονται στο παρόν σκίσιμο δράσης θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αύξηση της χρήσης της βιομάζας σε 150 εκατ. TΠΠ περίπου το 2010 ή λίγο αργότερα.

Οδηγία για τα βιοκαύσιμα

Το Μάιο του 2003, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε νέα Οδηγία (Οδηγία 2003/30/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 8ης Μαΐου 2003) σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές. Η οδηγία θέτει συγκεκριμένο ελάχιστο ποσοστό βιοκαυσίμων σε αντικατάσταση του ντίζελ και της βενζίνης, το οποίο θα τεθεί σε ισχύ από το 2005. Τα προτεινόμενα ποσοστά για τη διεύθυνση των βιοκαυσίμων στα καύσιμα μεταφορών, είναι: 2005 - 2%; 2006 - 2.75%; 2007 - 3.5%; 2008 - 4.25%; 2009 - 5%; 2010 - 5.75%.

Το Δεκέμβριο του 2005 η Ελλάδα εναρμόνισε την εθνική της νομοθεσία με τη συγκεκριμένη οδηγία. Ο Νόμος 3423/05 (ΦΕΚ 304/Α/13.12.2005) ορίζει τους διάφορους τύπους βιοκαυσίμων, θέτει ως στόχο για το 2005 την κατανάλωση 5,75% βιοκαυσίμων ως ποσοστό στα καύσιμα μεταφορών και θεσπίζει το πρόγραμμα κατανομής ποσοτήτων βιοκαυσίμων που δεν υπόκεινται στον Ειδικό Φόρο Κατανάλωσης (ΕΦΚ).

Βάσει απόφασης του Υπουργείου Ανάπτυξης, οι ποσότητες βιοντίζελ που κατανέμονται για το 2006 και το 2007 είναι 91 κιλ. και 114 κιλ. κυβικά μέτρα αντίστοιχα.

Νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική

Η Νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) της ΕΕ (Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1782/2003 του Συμβουλίου, της 29ης Σεπτεμβρίου 2003) ισχύει για την περίοδο 2006-2013 και προσφέρει νέες ευκαιρίες στον αγροτικό τομέα της χώρας μας για παραγωγή ανανεώσιμων καλλιεργειών.

Ο παραγωγός έχει τη δυνατότητα αναδιάρθρωσης της παραγωγής του, ενώ η αποδεδειγμένη επιδότηση που θα λαμβάνει θα είναι ανεξάρτητη σε μεγάλο βαθμό από το είδος της φυτείας που θα επιλέξει. Η αποδεδειγμένη επιδότηση που λαμβάνει κάθε δικαιούχος-παραγωγός βασίζεται στις καλλιεργειές του κατά την περίοδο 2000-2002. Επιπροσθέτως, έχει οριστεί επιπλέον επιδότηση ενεργειακών καλλιεργειών της τάξεως των 4,5 € ανά στρέμμα, εφόσον η παραγωγή της βιομάζας γίνεται κάτω από συνθήκες συμβολαϊκής γεωργίας.

Έτσι ο παραγωγός έχει τη δυνατότητα να αντικαταστήσει μέρος ή το σύνολο της καλλιεργείας του με κάποιο ενεργειακό φυτό, ενώ θα απολαμβάνει την αποδεδειγμένη επιδότηση, καθώς και την επιδότηση των ενεργειακών καλλιεργειών.

6. Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια



6.1. Εισαγωγή

6.1.1 Βασική αρχή

Σκεδόν το ένα τέταρτο της ηλιακής ενέργειας που καταφθάνει στην επιφάνεια της γης προκαλεί την εξάτμιση του νερού από τις θάλασσες, τις λίμνες και τους νερόλαικους. Μέρος της ενέργειας αυτής χρησιμοποιείται για την ανύψωση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα (έναντι στη βαρυτική έλξη της γης), όπου τελικά υγροποιείται και σχηματίζεται βροχή ή χιόνι. Όταν βρέχει στους λόφους ή κινιζεί στα βουνά, ένα μικρό ποσοστό της εισαγόμενης ηλιακής ενέργειας παραμένει αποθηκευμένο. Έτσι, σε αποιοδήποτε ύψος επάνω από τη στάθμη της θάλασσας το νερό ανιψυροποιείται αποθηκευμένη "βαρυτική" ενέργεια.

Η ενέργεια αυτή διακείται στη φύση από δίνες και ρεύματα, καθώς το νερό ρέει καταφορικά σε ρυάκια, κειμαρρους και ποτάμια μέχρι να φτάσει στη θάλασσα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του αποθηκευμένου νερού και όσο ψηλότερα βρίσκεται, τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια που περιέχει. Έτσι, το αποθηκευμένο νερό σ' έναν ταμιευτήρα πίσω από ένα φράγμα περιέχει σημαντική "δυναμική" ενέργεια καθώς, δοθείσης της ευκαιρίας, εάν σπάσει το φράγμα θα διαρρεύσει πολύ γρήγορα ο μεγάλος αυτός όγκος του νερού. Αυτό θα προκαλέσει όλεθρο στο κατόπι του, ως αποτέλεσμα της απότομης απελευθέρωσης ενός μεγάλου ποσού ενέργειας.

Για την απόληψη αυτής της ενέργειας σε μια ελεγχόμενη μορφή, μπορεί να εκτραπεί ένα μέρος ή όλο το νερό ενός φυσικού υδάτινου διαύλου σ' ένα σωλήνα. Στη συνέχεια, μπορεί να οδηγηθεί ως ρεύμα νερού υπό πίεση σε ένα υδρατροκό ή στροβιλοτροκό, έτσι ώστε το νερό που προσπίπτει στα περύγια να προκαλεί την περιστροφή του τροχού και την παραγωγή μηχανικής ενέργειας.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η μεγαλύτερη και πιο ώριμη εφαρμογή ανανεώσιμης ενέργειας, με περίπου 700.000 MW εγκατεστημένης ισχύος, τα οποία παράγαν το 2004 πάνω από το 16% της ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως (2803 TWh). Στην Ευρώπη των 25, τα υδροηλεκτρικά συνεισέφεραν 326 TWh ηλεκτρικής ενέργειας το 2004, ή το 11% περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας (αποφελώντας με τον τρόπο αυτό την εκπομπή περίπου 40 εκατομμ. τόνων CO₂ ετησίως).

6.1.2 Διάκριση των Υδροηλεκτρικών

Στη συνέχεια περιγράφονται τα Μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικά Συστήματα (ΜΥΗΣ), εφόσον τα μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικά εν γένει δεν θεωρούνται ως συστήματα αξιοποίησης των ΑΠΕ. Γενικά, υπάρχει η αντίληψη ότι τα μεγάλα φράγματα μεταβάλλουν το οικοσύστημα, αφού εγκαθίστανται σε περιοχές φυσικών ρευμάτων και μειώνουν το οξυγόνο του νερού. Οι ταμιευτήρες είναι λίμνες αδρανούς ή λιμνάζοντος ύδατος, οπότε είναι αφιλόξενοι για τα ενδημικά είδη ψαριών. Η λειτουργία του συστήματος προκαλεί εναλλασσόμενες περιόδους λειψυδρίας ακολουθούμενες από ορμητικούς κυματισμούς που διαβρώνουν το έδαφος και τη βλάστηση.

Τα ΜΥΗΣ είναι κυρίως "συνεκούς ροής", δηλαδή δεν περιλαμβάνουν σημαντική περιουσία νερού και επομένως δεν απαιτείται η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων, αν και όπου αυτά υπάρχουν ήδη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα είναι επιβοηθητικά. Δεν υφίσταται κάποια γενική διεθνής παραδοχή για τον ορισμό των ΜΥΗΣ, το ανώτερο όριο των οποίων ποικίλλει μεταξύ 2,5 και 25 MW σε διάφορες χώρες, αλλά γίνεται γενικώς αποδεκτή η τιμή των 10 MW, όπως συμβαίνει με την Ευρωπαϊκή Έταιρεία

Μικρών Υδροηλεκτρικών (ΕΣΗΑ).

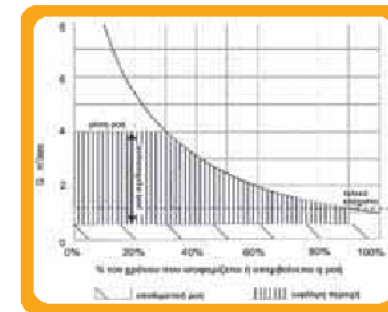
Στα επόμενα, όπου γίνεται αναφορά σε ΜΥΗΣ θα εννοείται κάθε υδροηλεκτρικό σύστημα με ονομαστική ισχύ 10 MW ή μικρότερη. Σε αντίθεση με κάποιες άλλες από τις τεχνολογίες ΑΠΕ, τα ΜΥΗΣ μπορούν γενικά να παράγουν ένα ποσό ηλεκτρισμού σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ανάλογα με τη ζήτηση (δηλ. δεν απαιτούν συστήματα αποθήκευσης ή εφεδρείας), τουλάχιστον στις χρονικές στιγμές κατά τις οποίες υφίσταται επαρκής ροή νερού, και σε κόστος πολλές φορές ανταγωνιστικό των συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.

6.2. Ο Υδάτινος κόρος και το δυναμικό του

6.2.1 Υδρολογία

Το συστατικό προαπαιτούμενο για την υδροηλεκτρική παραγωγή είναι ένα ρεύμα με ένα συνδυασμό επαρκούς παροχής και ύψους πτώσης, όπως ονομάζεται η κάθετη απόσταση της υδατόπτωσης για ηλεκτροπαραγωγή. Η ισχύς που παράγεται είναι ανάλογη του γινόμενου αυτών των δύο μεταβλητών. Η παροχή, ετηρεάζεται από τις βροχοπτώσεις, τη φύση του εδάφους, την κάλυψη της βλάστησης, την θερμοκρασία και τη διάρθρωση της χρήσης των υδάτων στην περιοχή απορροής.

Το πρώτο συστατικό βήμα για τη διαμόρφωση ενός ΜΥΗΣ είναι η εύρεση στοιχείων για την βροχοπτώση και τη ροή του ρευστού στη συγκεκριμένη λεκάνη απορροής για όσο το δυνατό μεγαλύτερη χρονική περίοδο. Στοιχεία σχετικά με τα επιφανειακά ύδατα και τη βροχοπτώση συλλέγονται σε κάθε χώρα και δημοσιεύονται επίσης, αν και συχνά με σημαντική καθυστέρηση, από μία ή περισσότερες δημόσιες υπηρεσίες.



Σχήμα 19. Τυπική καμπύλη διάρκειας της ροής (ΚΔΡ) [30]

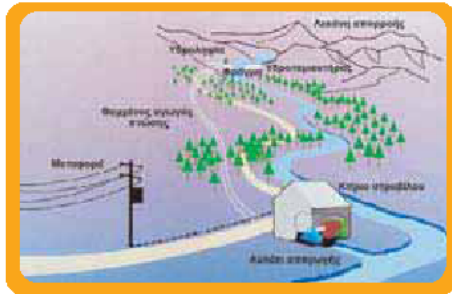
Με τη βοήθεια ενός υδρογραφήματος που παρέχεται από την αρμόδια υπηρεσία, μπορεί να ελεσθεί μια καμπύλη διάρκειας της ροής (ΚΔΡ), όπως αυτή που παρουσιάζεται στο σχήμα 19, με την κατάταξη των δεδομένων κατά μέγεθος αντί χρονολογικά. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να εκτιμηθεί το δυναμικό της θέσης.

6. Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια

6.2.2 Επιλογή θέσης και βασική διαμόρφωση

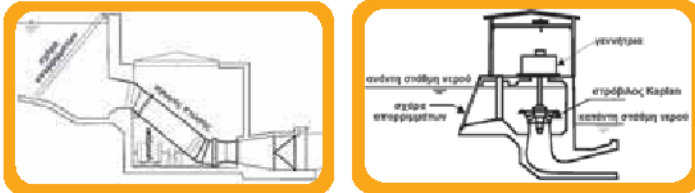
Λεδομένου ότι αναγκαίες απαιτήσεις για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι οι επαρκείς τιμές ύψους πτώσης και παροχής, η επιλογή της θέσης καθορίζεται από την ύπαρξη και των δύο αυτών χαρακτηριστικών. Τα ΜΥΗΣ μπορούν να είναι είτε μεγάλου είτε μικρού ύψους πτώσης, ανάλογα με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της διαθέσιμης θέσης. Οι θέσεις μεγάλου ύψους πτώσης γενικά κοστίζουν λιγότερο για την ανάπτυξή τους από τις θέσεις μικρού ύψους πτώσης, αφού για την ίδια παραγωγή ισχύος η ροή μέσω του στρόβιλου και οι σχετικές υδραυλικές κατασκευές θα είναι μικρότερες. Σ' έναν ποταμό με μια απότομη σχετικά κλίση σ' ένα μέρος του ρου του, μπορεί να αξιοποιηθεί η υψομετρική διαφορά εκτρέποντας το σύνολο ή μέρος της ροής, και επιστρέφοντάς το στον ποταμό αφότου διέλθει από το στρόβιλο. Το νερό μπορεί να μεταφερθεί από την υδροληψία απευθείας στο στρόβιλο μέσω ενός σωλήνα κατάθλιψης.

Μία φθηνότερη εναλλακτική λύση παρουσιάζεται στο σχήμα 20. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει ένα φράγμα ή έναν υδροφράκτη, ένα στάμιο εισόδου από τον ποταμό, και ένα ισοθιπέδες ανοικτό κανάλι που εκτείνεται κατά μήκος της κοιλάδας του ποταμού καταλήγοντας σε μία περιοική υδροληψία, από όπου ένας σωλήνας κατάθλιψης άγει το νερό στο στρόβιλο στο σταθμό ισχύος.



Σχήμα 20. Παράσταση ενός ΜΥΗ μεγάλου ύψους πτώσης^[30]

Σε έργα μικρού ύψους πτώσης είναι δυνατές δύο διατάξεις. Η μία χρησιμοποιεί έναν υδροφράκτη εκτροπής και τη δομή της (σχήμα 21 - αριστερά) είναι παρόμοια με την προαναφερθείσα για τα μεγάλα ύψη πτώσης, παρόλο που το κανάλι είναι συνήθως μικρού μήκους όπως και ο αγωγός πτώσης (ή δεν υπάρχει καθόλου). Η άλλη διάταξη περιλαμβάνει ένα φράγμα με ενσωματωμένο στάμιο εισόδου και σταθμό ισχύος (σχήμα 21 - δεξιά).



Σχήμα 21. Διατάξεις μικρών υδροηλεκτρικών καμηλωτή ύψους πτώσης^[30]

Μια άλλη δυνατότητα είναι να εγκατασταθεί ένας σταθμός ηλεκτροπαραγωγής σε ένα υπάρχον συμβατικό φράγμα που έχει κατασκευαστεί για άλλες χρήσεις (άρδευση, έλεγχος ροής, κλπ). Το νερό εισάγεται στο στρόβιλο μέσω του προκατασκευασμένου ως ενιαίο τμήμα της δομής του φράγματος αγωγού πτώσης ή, εάν το φράγμα δεν είναι πολύ υψηλό, μέσω ενός σφαιρικού στοιμίου εισόδου. Στη δεύτερη περίπτωση, ο αγωγός πτώσης φέρεται επάνω από το φράγμα πριν πάρει κλίση προς τον στρόβιλο, ο οποίος μπορεί να εδράζεται είτε στην κορυφή του φράγματος είτε, συνηθέστερα, στην κατώτερη πλευρά.

6.3. Έργα Πολιτικού Μηχανικού

Μόλις επιλεγεί η περιοχή και αποφασιστεί η βασική διάταξη, είναι απαραίτητο να αναπτυχθεί με λεπτομέρεια το έργο. Στη συνέχεια περιγράφεται η λειτουργία όλων των βασικών συνιστωσών ενός ΜΥΗΣ και παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να σχεδιαστούν.

6.3.1 Φράγματα και υδροφράκτες

Τα φράγματα αποτελούν αναπόσπαστο μέρος των ΥΗΣ μεγάλης κλίμακας και χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν το διαθέσιμο ύψος πτώσης ή/και για να δημιουργήσουν μια δεξαμενή αποθήκευσης νερού. Όταν το έδαφος είναι σχετικά επίπεδο, ένα φράγμα που ανυψώνει τη στάθμη του νερού πίσω από αυτό μπορεί να παράσχει επαρκές ύψος πτώσης για την παραγωγή της απαιτούμενης ισχύος. Ένα φράγμα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση νερού σε περιόδους υψηλής ροής και τη διάθεσή του σε περιόδους χαμηλής ροής.

Λόγω του μεγάλου κόστους κατασκευής τους, στα σχήματα μικρής κλίμακας σπανίως χρησιμοποιούνται φράγματα. Στα σχήματα εκτροπής, ένας υδροφράκτης από σκυρόδεμα ή λιθοδομή με στέγη ένα μέτρο ή περισσότερο επάνω από την κοίτη του ποταμού αρκεί για τη δημιουργία ενός επαρκούς βάθους νερού στο στάμιο εισόδου του καναλιού ή της σωλήνας (βλ. σχήμα 22).



Σχήμα 22. Υδροφράκτης ενός μικρού υδροηλεκτρικού σχήματος εκτροπής^[30]

6. Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια

6.3.2 Στάγμα εισόδου

Η λειτουργία του σταγμιού εισόδου είναι να κατευθύνει υπό ελεγχόμενες συνθήκες το νερό στον αγωγό πτώσης ή το κανάλι προσαγωγής. Το στάγμιο εισόδου λειτουργεί ως μετάβαση μεταξύ ενός ρεύματος, που μπορεί να είναι από ένα ρυάκι μέχρι ένας ορμητικός καίμαρρος, και μιας ελεγχόμενης ως προς την ποιότητα και την ποσότητα ροής νερού.

6.3.3 Κανάλια

Από το στάγμιο εισόδου το νερό μεταφέρεται είτε κατευθείαν στο στρόβιλο μέσω ενός σιλήνα κατάθλιψης είτε με ένα κανάλι. Μπορεί να παρουσιαστούν εμπόδια κατά μήκος της ευθείας του καναλιού και για να παρακαμφθούν θα πρέπει αυτό να διέλθει πάνω, γύρω ή κάτω από αυτά. Στο τέλος του καναλιού, αμέσως πριν από την είσοδο του αγωγού πτώσης, είναι η περιοική υδροληψίας. Αυτή συνήθως προσφέρει επαρκή αποταμίευση για την παροχή του πρόσθετου όγκου νερού που απαιτείται κατά την εκκίνηση του στρόβιλου.

6.3.4 Αγωγοί πτώσης

Από τη περιοική υδροληψίας το νερό μεταφέρεται στο στρόβιλο μέσω ενός σιλήνα κατάθλιψης ή ενός αγωγού πτώσης. Οι αγωγοί πτώσης μπορούν να εγκατασταθούν επάνω ή κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, ανάλογα με παράγοντες όπως είναι η φύση του εδάφους, το υλικό του αγωγού, οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος και οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Ένας αγωγός πτώσης χαρακτηρίζεται από τα υλικά, τη διάμετρό του, το πάχος του τοιχώματός και τον τύπο των αρμών.

6.3.5 Αυλάκια απαγωγής

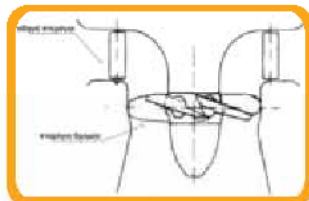
Αφού περάσει μέσα από το στρόβιλο το νερό επιστρέφει στον ποταμό μέσω ενός μικρού καναλιού που ονομάζεται αυλάκι απαγωγής. Η στάθμη του νερού στο αυλάκι απαγωγής επηρεάζει τη λειτουργία ενός στρόβιλου αντίδρασης, ειδικότερα την απαρχή της σταγμιαίας, ενώ καθορίζει και το διαθέσιμο καθαρό ύψος πτώσης, οπότε μπορεί να έχει καταλυτική επίδραση στα οικονομικά αποτελέσματα των συστημάτων μικρού ύψους πτώσης.

6.4. Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός

6.4.1 Υδροστρόβιλοι

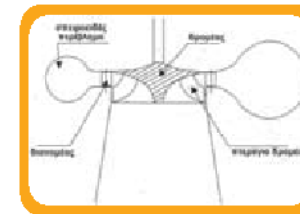
Ένας υδροστρόβιλος είναι μια περιστρεφόμενη μηχανή που μετατρέπει τη δυναμική ενέργεια του νερού σε μηχανική ενέργεια. Οι περισσότεροι υφιστάμενοι υδροστρόβιλοι μπορούν να ταξινομηθούν ως:

- Τύπου Karlan ή έλικας: είναι στρόβιλοι που γενικά χρησιμοποιούνται για μικρά ύψη πτώσης (συνήθως κάτω από 16 m). (σχήμα 23).



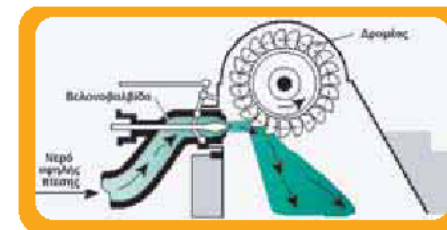
Σχήμα 23. Στρόβιλος τύπου Karlan
(Πηγή: Energy-wise Renewables – 4, EBCA, Οκτώβριος 1997)

- Τύπου Francis: αυτοί είναι στρόβιλοι που χρησιμοποιούνται για μεσαία ύψη πτώσης. Η σχηματική παράσταση ενός στρόβιλου αυτού του τύπου δίνεται στο σχήμα 24.



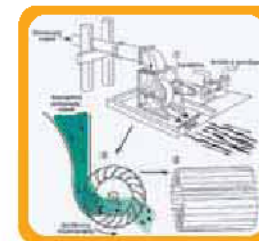
Σχήμα 24. Σχηματική παράσταση ενός στρόβιλου Francis
(Πηγή: Energy-wise Renewables – 4, EBCA, Οκτώβριος 1997)

- Τύπου Pelton: Αυτοί είναι στρόβιλοι που χρησιμοποιούνται για μεσαία και μεγάλα ύψη πτώσης. Στο σχήμα 25 απεικονίζεται ένας κατακόρυφος στρόβιλος Pelton.



Σχήμα 25. Κατακόρυφος στρόβιλος Pelton
(Πηγή: Energy-wise Renewables – 4, EBCA, Οκτώβριος 1997)

Υπάρχουν και άλλοι υδροστρόβιλοι, όπως ο στρόβιλος εγκάρσιας ροής (σχήμα 26) που χρησιμοποιείται για ένα ευρύ φάσμα υψών πτώσης επικαλύπτοντας αυτά των στρόβιλων Karlan, Francis και Pelton. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλος για ένα ρεύμα με μεγάλη παροχή και μικρό ύψος πτώσης.



Σχήμα 26. (1) Ο στρόβιλος εγκάρσιας ροής, (2) Εγχείριση κομής του στρόβιλου, (3) Διάταξη των περιούλιων του στρόβιλου
(Πηγή: Energy-wise Renewables – 4, EBCA, Οκτώβριος 1997)

6. Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η επιλογή του τύπου, της γεωμετρίας και των διαστάσεων του στροβίλου εξαρτάται κυρίως από το ύψος πτώσης, την παροχή και την ταχύτητα του ροομέα.

6.4.2 Γεννήτριες

Οι γεννήτριες μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του υφιστάμενου δικτύου, ο παραγωγός έχει δύο επιλογές:

- **Σύγχρονες γεννήτριες.** Οι σύγχρονες γεννήτριες μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα από το δίκτυο και να παράγουν ισχύ δεδομένου ότι η ισχύς διέγερσης δεν εξαρτάται από το δίκτυο.
- **Ασύγχρονες γεννήτριες.** Αντλούν το ρεύμα διέγερσής τους από το δίκτυο, απορροφώντας άεργο ισχύ. Δεν μπορούν να παραγάγουν όταν αποσυνδέονται από το δίκτυο, αφού δεν είναι ικανές να παρέχουν το δικό τους ρεύμα διέγερσης.

Οι σύγχρονες γεννήτριες ΣΡ είναι ακριβότερες από τις ασύγχρονες και χρησιμοποιούνται σε συστήματα ισχύος όπου η παραγωγή της γεννήτριας αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ποσοστό του φορτίου του συστήματος ισχύος. Οι ασύγχρονες γεννήτριες χρησιμοποιούνται σε μεγάλα δίκτυα όπου η παραγωγή τους είναι ένα αμελητέο ποσοστό του φορτίου του συστήματος ισχύος.

6.5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Τα ΜΥΗ είναι στις περισσότερες περιπτώσεις "συνεκούς ροής", δηλαδή το τυκόν φράγμα είναι αρκετά μικρό, συνήθως μόνο ένας υδροφράκτης, και αποθηκεύεται εν γένει ελάχιστο ή καθόλου νερό, οπότε οι εγκαταστάσεις συνεκούς ροής δεν έχουν τα ίδια είδη δυσμενών επιπτώσεων στο τοπικό περιβάλλον με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά.

Φυσικά υπάρχουν κάποια περιβαλλοντικά προβλήματα, ειδικότερα όπου το νερό αποσπάζεται σε κάποια απόσταση από το σημείο στο οποίο εκβάλλει πίσω στον ποταμό. Τότε, το τμήμα αυτό του ποταμού μπορεί να ατμοσφαιρθεί ή να είναι δυσάρεστο στην όψη, εκτός εάν επιτρέπεται μια επαρκής ροή αντιστάθμισης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι νέες εγκαταστάσεις υδροηλεκτρικών σχεδιάζονται έτσι ώστε να αφήνεται μία ικανοποιητική ποσότητα νερού να παρακάμπτει τους στροβίλους, το οποίο δεν είναι δύσκολο εκτός από τις περιόδους καμηλής ροής.

Ένα άλλο θέμα που απαιτεί προσοχή είναι η ανάγκη αποφυγής κάθε επίπτωσης στα ψάρια και την ποτάμια κλωρίδα και πανίδα. Οι σύγχρονες εγκαταστάσεις ΜΥΗ σχεδιάζονται με το πρόβλημα αυτό κατά νου. Μερικά συστήματα μικρού ύψους πτώσης επιτρέπουν στα ψάρια να περνούν αλάβητα μέσα από το στροβίλο, αλλά εφαρμόζονται και διάφορα είδη στοιχείων προστασίας (φυσικά προπετάσματα, αλλά και ηλεκτρικά ή υπερήκων). Προκειμένου να διασφαλιστεί η ακίνδυνη παράκαμψη του υδροηλεκτρικού σταθμού από τα αποδημητικά ψάρια, όπως είναι ο σολομός, εγκαθίστανται ιχθυόσκαλες (ένα σύνολο μικρών υδατοπτώσεων μέσα σε ένα κανάλι).

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) παρουσιάζουν αξιοσημείωτη ποικιλία, η οποία γίνεται ακόμα ευρύτερη στο πεδίο των τεχνολογιών εκμετάλλευσής τους. Πράγματι, για κάθε μία από τις Α.Π.Ε., όπως αυτές παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα, οι δυνατοί τρόποι αξιοποίησής της είναι πολλοί, καλύπτοντας έτσι και ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Σε πολλές από αυτές, η χρήση εναλλακτικής πηγής ενέργειας και η αντικατάσταση συμβατικών καυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζει οικονομικό όφελος, το οποίο ενισχύ-

7. Επίλογος

ται περαιτέρω εάν συνυπολογιστεί και το αντίστοιχο περιβαλλοντικό όφελος.

Αν και δεν υπάρχει σαφής μεθοδολογία για την οικονομική αποτίμηση του περιβαλλοντικού οφέλους, έχει γίνει συνείδηση όλων, τα τελευταία χρόνια ιδίως, ότι η προστασία του περιβάλλοντος ή, αλλιώς, η αποφυγή επιβάρυνσής του, είναι ένα θέμα που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψη, σε αυτού του είδους τις επενδύσεις. Ειδικά σε θέματα ενέργειας, η διαθέσιμη σήμερα τεχνολογία προσφέρει σημαντικές δυνατότητες, ώστε η λειτουργία των νέων μονάδων που εγκαθίστανται να είναι φιλική προς το περιβάλλον, παρέκτοντας την ενέργεια που απαιτείται χωρίς, ταυτόχρονα, να επιβαρύνεται η ατμόσφαιρα.

Πέραν, όμως, της μείωσης των εκπομπών ρύπων, με τη χρήση των Α.Π.Ε. περιορίζεται και ο ρυθμός εξάντλησης των παγκοσμίως διαθέσιμων αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων. Αν και οι εκτιμήσεις για το χρόνο ζωής των αποθεμάτων αυτών ποικίλουν, είναι δεδομένο ότι, στο εγγύς μέλλον, αυτά θα εξαντληθούν. Η σταδιακή, λοιπόν, αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σε μία ποικιλία εφαρμογών, παρατείνει το χρόνο για τον οποίο αυτά θα είναι διαθέσιμα. Καθώς οι σχετικές τεχνολογίες εξελίσσονται, τα διάφορα συστήματα εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε. μπορούν να εφαρμόζονται σε όλο και ευρύτερο πεδίο εφαρμογών, μειώνοντας έτσι την εξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα.

Για χώρες όπως η Ελλάδα, που δεν διαθέτουν αξιόλογα αποθέματα συμβατικών καυσίμων, η προαναφερθείσα προοπτική καθίσταται ακόμα σημαντικότερη, εάν επιπλέον ληφθεί υπόψη και η δυνατότητα εξοικονόμησης συναλλάγματος. Πράγματι, καθώς το μεγαλύτερο μέρος των συμβατικών καυσίμων που καταναλώνονται είναι εισαγόμενα, ακόμα και μικρή εξοικονόμηση στην κατανάλωσή τους συνεπάγεται σημαντικό συναλλαγματικό όφελος για τη χώρα. Όσο αυξάνει η χρήση των διάφορων συστημάτων εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αυξάνει και το όφελος αυτό.

Βέβαια, η εγκατάσταση των συστημάτων αυτού του είδους συνεπάγεται και αυτή, με τη σειρά της σημαντική συναλλαγματική δαπάνη. Όμως, η δαπάνη αυτή αποσβένεται σε σύντομο χρονικό διάστημα καθώς, λόγω της φύσης της πηγής ενέργειας των συστημάτων αυτών, η οποία είναι φθηνή και ανεξάντλητη, δεν υφίσταται ως πρόβλημα το κόστος του καυσίμου και οι διακυμάνσεις του, το οποίο είναι αναπόφευκτο για όλη τη διάρκεια ζωής ενός συμβατικού συστήματος. Εάν, μάλιστα, η ευρύτερη αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα συνδυαστεί και με μία αντίστοιχη προσπάθεια για ανάπτυξη της εγκώριας τεχνολογίας, τα οικονομικά οφέλη θα γίνουν ακόμα σημαντικότερα.

Όσο μεγαλύτερο μέρος μιας εγκατάστασης εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε. μπορεί να σχεδιάζεται, να κατασκευάζεται ή/και να συναρθεί στην Ελλάδα, τόσο μεγαλύτερο γίνεται και το συναλλαγματικό όφελος που προκύπτει από αυτή. Επιπλέον, πέραν των θέσεων εργασίας που, όπως ή άλλως, δημιουργούνται για την εγκατάσταση, παρακολούθηση και συντήρηση αυτών των συστημάτων, η ανάπτυξη της εγκώριας τεχνολογίας κατασκευής τους μπορεί να δημιουργήσει και άλλες τέτοιες θέσεις, οι οποίες, μάλιστα, θα αφορούν εργαζόμενους και ερευνητές με υψηλή στάθμη επιστημονικής και τεχνικής κατάρτισης.

Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό ότι, η προσφορά των συστημάτων εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε. είναι υπολογισμένη σε πολλά επίπεδα. Ακόμα και με στενό οικονομικά κριτήριο, το όφελος που προκύπτει από την εγκατάστασή τους είναι πολύ σημαντικό, τόσο για το μικρό ή μεγάλο ιδιότη χρήση τους, όσο και για την εθνική οικονομία.

7. Επίλογος

Εάν, μάλιστα, συνυπολογιστεί η συνεισφορά των συστημάτων αυτών στην προστασία, πρωτίστως, του περιβάλλοντος, αλλά και στη διαφύλαξη των εγκάρσιων αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων, τη μείωση της εξαγωγής συναλλάγματος, τον περιορισμό της ανεργίας, καθώς και στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας, αφού τα συστήματα αυτά εγκαθίστανται κυρίως σε αγροτικές ή/και απομακρυσμένες περιοχές, προκύπτει ότι η ευκαιρία που δίνεται στη χώρα μας δεν πρέπει να πάει χαμένη.

Τα επόμενα χρόνια θα είναι καθοριστικά για την πορεία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα. Χωρίς την άμεση συμμετοχή όλων, δεν είναι εφικτό να επιτευχθεί η επιτυχή διάδοση σε ευρεία κλίμακα των συστημάτων αυτών, ούτε και η όσο το δυνατόν εντατικότερη εκμετάλλευση των διαθέσιμων στη χώρα μας Α.Π.Ε., οι οποίες είναι άφθονες και καλής ποιότητας. Η προσπάθεια που γίνεται από την πολιτεία, μέσω των εφαρμογών που η ίδια υλοποιεί και των κινήτρων για σκεπτικές επενδύσεις που παρέχει στους ιδιώτες, είναι αξιόλογη, αλλά χρειάζεται και την ενίσχυση όλων μας. Για το λόγο αυτό, πρέπει ο καθένας, στο μέτρο που μπορεί, μετά από την κατάλληλη ενημέρωσή του και, πιθανώς, εκπαίδευσή του γύρω από τα θέματα των Α.Π.Ε., να δραστηριοποιηθεί προς την κατεύθυνση αυτή.

8. Βιβλιογραφία

1. "Solar thermal engineering, space heating and hot water systems", P. J. Lunde, John Wiley & Sons, 1980.
2. "Solar energy technology handbook", Part A and Part B, edited by: W. C. Dickinson, P. N. Cheremisinoff, 1980, ISBN 0 8247 6927 9.
3. "European solar radiation atlas", EUR 9345, 1984, ISBN 3 88585 196 4.
4. "Active solar heating systems design manual", ASHRAE in cooperation with Solar Energy Industries Association, 1990.
5. "Guide for preparing active solar heating systems operation and maintenance manuals", ASHRAE in cooperation with Solar Energy Industries Association, 1990.
6. "Active solar heating systems installation manual", ASHRAE in cooperation with Solar Energy Industries Association, 1990.
7. "Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας. Υπολογισμός και σχεδιασμός συστήματος", Γ' έκδοση, Ε. Βαζαϊός, Εκδόσεις Φοίβος, 1987.
8. "Ενεργειακός Σχεδιασμός, Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες", J. R. Goulding, J. O. Lewis, T. C. Steamers, Μαλλιάρης Παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Αθήνα, ISBN 0 7134 6918 8.
9. "Solar Energy in Architecture and Urban Planning", Th. Herzog, ed., Prentice Hall, 1996, ISBN-3 7913 1652 4.
10. "Τελευταίες εξελίξεις στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών και δυνατότητες εφαρμογής τους στην Ελλάδα", Π. Μπαλιός, Πρακτικά, 2ο Εθνικό Συνέδριο Ενέργεια και Ανάπτυξη, 1997.
11. "Introduction to Solid State Physics", 5th edition, C. Kittel, John Wiley & Sons Inc., 1976.
12. "Device Electronics for Integrated Circuits", R. S. Muler, T. I. Kamins, John Wiley & Sons Inc., 1977.
13. "Solar Electrics Research and Development", R. L. Bailey, Ann Arbor Science Publishers Inc., 1980.
14. "Ecological Tourism: An innovative stand alone photovoltaic/hybrid commercial installation in Greece for the electrification of a complex of twelve bungalows", 14th EC Photovoltaic Solar Energy Conference 1997, p. 1671 1676.
15. "Πρόταση Εθνικού Προγράμματος ανάπτυξης Αιωτικής Ενέργειας", Α. Ν. Φραγκούλης, ΚΑΠΕ, 1994.
16. "Basic aspects for application of wind energy", A THERMIE Programme Action, Commission of the European Communities, D.G. XVII.

8. Βιβλιογραφία

17. "Wind energy conversion systems", L. L. Freris, Prentice Hall, 1990.
18. "Wind power for home and business", P. Gipe, Chelsea Green Publishing Company, 1993.
19. "Αιολική Ενέργεια", Multimedia CD ROM, Πρόγραμμα ALTENER, ΚΑΠΕ, 1998.
20. "Geothermal Energy. The potential in the United Kingdom", R. A. Downing και D. A. Gray, British Geological Survey, 1985.
21. "Η ενέργεια και οι πηγές της: Τι, Πώς, Γιατί", Θ. Καλκάνης, ΚΑΠΕ, 1997.
22. "The Sun's Joules Version 1.5", CREST, Feb. 1997.
23. "Γεωθερμική Ενέργεια. Δυνατότητες ανάπτυξης γεωθερμικών εφαρμογών.", Γ. Καναβάκης, ΚΑΠΕ, 1995.
24. "Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας γεωργικών και δασικών υποπροϊόντων", Κ. Αποστολάκης, Σ. Κυρίτσης, Χ. Σούτερ, ΕΛΚΕΠΑ ΓΓΕ, Αθήνα, 1987.
25. "Οδηγός Αναεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Δυνατότητες αξιοποίησης στην Τοπική Αυτοδιοίκηση", ΚΑΠΕ, Πικέρμι, Ιούνιος 1996.
26. "Biofuels. Application of Biologically Derived Products as Fuels or Additives in Combustion Engines", European Commission, Directorate General XII Science, Research and Development, 1994.
27. "Μελέτη διερεύνησης δυνατοτήτων για την αξιοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ", Τομέας Βιομάζας, ΚΑΠΕ, 1997.
28. "Πολυστείς ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα", Τομέας Βιομάζας, ΚΑΠΕ, 1998.
29. "World Energy Outlook 2002", IEA, November 2002.
30. "Layman's Guidebook on how to develop a small hydro site", ESHA, 1997



ΚΑΠΕ CRES Στοιχεία Έκδοσης 2006

Παραγωγή :Κέντρο Αναεώσιμων Πηγών Ενέργειας
Σύνταξη : Τομέας Εκπαίδευσης
Επιμέλεια: Τομέας Ανάπτυξης-Marketing



ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΑΥΤΟ ΕΙΝΑΙ ΤΥΠΩΜΕΝΟ ΣΕ ΧΑΡΤΙ FREELIFE THE FEDRIGOM.
Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΙΝΑΙ 80% ΑΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟ ΧΑΡΤΙ,
16% ΑΠΟ ΠΟΛΥ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΠΟ ΧΛΩΡΙΟ ΚΑΙ 6% ΑΠΟ ΒΑΜΒΑΚΙ
ΕΙΝΑΙ ΒΙΟΔΙΑΣΤΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΟ.

KALLIGRAPHON ADV.: 27440 89440