

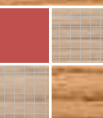
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΗΣ

ΙΑ
ΠΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ
ΠΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ

Λ.Μ. 8287

Λ.Μ. 7806

ής
έας



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	7
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	7
1.1 Έννοια και χαρακτηριστικά της ενέργειας.....	7
1.2 Πηγές ενέργειας.....	7
1.3 Ποικιλομορφία των εφαρμογών.....	9
1.4 Ενέργεια και Ευρωπαϊκή πολιτική.....	11
1.5 Ενέργεια και περιβάλλον.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	14
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	14
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	14
2.1.1 Ορισμός της ηλιακής ενέργειας.....	14
2.1.2 Συστήματα ηλιακής ενέργειας.....	15
2.1.2.1 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα.....	15
2.1.2.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα	18
2.1.3 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα ηλιακής ενέργειας.....	21
2.1.4 Ηλιακή ενέργεια: πηγή για ηλεκτρικό ρεύμα.....	22
2.1.5 Πλεονεκτήματα ηλιακής ενέργειας	24
2.1.6 Μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας.....	25
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	27
2.2.1 Έννοια και χαρακτηριστικά της γεωθερμικής ενέργειας	27
2.2.2 Γεωθερμική βαθμίδα θερμοκρασίας	28
2.2.3 Γεωθερμικά πεδία	29
2.2.4 Διάκριση των γεωθερμικών πεδίων.....	30
2.2.5 Αξιοποίηση των γεωθερμικών πηγών	32
2.2.6 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	33
2.2.7 Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας	33
2.2.8 Πλεονεκτήματα γεωθερμικής ενέργειας.....	34
2.2.9 Μειονεκτήματα γεωθερμικής ενέργειας.....	36

ΕΝΟΤΗΤΑ 2.3 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	39
2.3.1 Έννοια και χαρακτηριστικά	39
2.3.2 Υδροηλεκτρικό σύστημα	40
2.3.3 Τύποι υδροστροβίλων	40
2.3.4 Τύποι υδροηλεκτρικών έργων	41
2.3.5 Πλεονεκτήματα υδροηλεκτρική ενέργειας	42
2.3.6 Μειονεκτήματα υδροηλεκτρική ενέργειας	42
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ	44
2.4.1 Χαρακτηριστικά της ενέργειας των κυμάτων	44
2.4.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την παλίρροια	44
2.4.3 Πλεονεκτήματα ενέργειας κυμάτων	45
2.4.4 Μειονεκτήματα ενέργειας κυμάτων	46
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.5 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	47
2.5.1 Έννοια και χαρακτηριστικά της αιολικής ενέργειας	47
2.5.2 Τεχνολογία ανεμογεννητριών	47
2.5.3 Συστήματα αιολική ενέργειας	50
2.5.4 Χρήση της αιολικής ενέργειας	50
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	53
2.6.1 Έννοια και χαρακτηριστικά	53
2.6.2 Είδη βιομάζας	54
2.6.2.1 Βιομάζα από ενεργειακές καλλιέργειες	55
2.6.2.2 Βιομάζα από υπολείμματα και απόβλητα	57
2.6.3 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας	61
2.6.4 Πλεονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της Βιομάζας	66
2.6.5 Μειονεκτήματα από την ενεργειακή χρησιμοποίηση της Βιομάζας	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	67
ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	67
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ	67
3.1 Φωτοβολταϊκό σύστημα	67
3.2 Κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων	67
3.3 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών συστημάτων	68

3.4 Τεχνικά στοιχεία φωτοβολταϊκού πλαισίου	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	71
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΑΠΕ (2012)	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	74
ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ	74
5.1 Εισαγωγικά στοιχεία.....	74
5.2 Ανάλυση επενδυτικού περιβάλλοντος	74
5.3 Ενεργειακή προμελέτη	75
5.4 Τεχνική περιγραφή	81
5.4.1 Φωτοβολταϊκά πάνελ	81
5.4.2 Σταθερές βάσεις στήριξης	81
5.4.3 Αντιστροφείς.....	82
5.4.4 Καλωδιώσεις και ηλεκτρολογικό υλικό	82
5.4.5 Έργα σύνδεσης με τη ΔΕΗ.....	82
5.5 Κόστος εγκατάστασης.....	82
5.6 Προοπτικές κερδοφορίας	83
5.6.1 Χρηματοδότηση επένδυσης	83
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	99
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	102

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα «Εκπόνηση καινοτομικού επιχειρηματικού σχεδίου στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας», έχει ως στόχο την ανάλυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα χαρακτηριστικά που τις διακρίνουν, καθώς τους τομείς πάνω στους οποίους έχουν αυτές εφαρμογή, ενώ για την πληρέστερη τεκμηρίωση της παρούσας εργασίας, παρατίθεται η σχετική μελέτη ενός φωτοβολταϊκού σταθμού, με έδρα στον νομό Ρεθύμνης Κρήτης.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας ή νέες πηγές ενέργειας ή πράσινη ενέργεια, είναι μορφές εκμετάλλευσης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Στην ουσία, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βασίζονται στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την ενέργεια απ' τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες κορφές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, καθώς δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος. Η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική ενέργεια εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα, ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Μόνο η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται.

Ωστόσο, για την καλύτερη ανάλυση όλων των τμημάτων που πλαισιώνουν την πτυχιακή εργασία, γίνεται ο παρακάτω διαχωρισμός των κεφαλαίων, ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας αναφέρονται ορισμένα εννοιολογικά στοιχεία σε σχέση με την ενέργεια», ενώ ταυτόχρονα γίνεται ένας συνοπτικός διαχωρισμός των ανανεώσιμων πηγών αυτής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε αναλυτικό βαθμό, ενώ παρατίθεται η κάθε πηγή ξεχωριστά σε διαφορετική ενότητα του κεφαλαίου, με σκοπό να αναλυθούν όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτών, και όσο καθίσταται εφικτό, να γίνει και μια σχετική σύγκριση μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, αναλύονται η ηλιακή ενέργεια, η γεωθερμική ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια, η ενέργεια των κυμάτων, η αιολική ενέργεια και η ενέργεια της βιομάζας.

Στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας θεωρήθηκε απαραίτητο να εξεταστούν τα εννοιολογικά στοιχεία για την χρήση και λειτουργία ενός φωτοβολταϊκού συστήματος,

καθώς το πρακτικό μέρος της εργασίας θα ασχοληθεί με την μελέτη επενδυτικού σχεδίου φωτοβολταϊκού συστήματος. Έτσι, στο παρόν κεφάλαιο αναφέρονται τα κύρια χαρακτηριστικά ενός φωτοβολταϊκού πάρκου, και οι κατηγορίες στις οποίες διακρίνεται.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθενται ορισμένα στατιστικά στοιχεία που αφορούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και, ειδικά, την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών στην Ελλάδα και σε διεθνές επίπεδο.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζεται η μελέτη ενός φωτοβολταϊκού σταθμού, η οποία εδράζεται στην ευρύτερη περιοχή του νομού Ρεθύμνης. Στην παρούσα προμελέτη αναφέρονται εισαγωγικά στοιχεία σχετικά με το έργο υποδομής, η τεχνική περιγραφή του έργου, όπως τα φωτοβολταϊκά πάνελ, οι σταθερές βάσεις στήριξης, οι αντιστροφείς, τα έργα σύνδεσης με τη ΔΕΗ, και άλλα. Ταυτόχρονα, παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με το κόστος της συγκεκριμένης επένδυσης και τις προοπτικές κερδοφορίας που έχει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Έννοια και χαρακτηριστικά της ενέργειας

Η ενέργεια είναι το φυσικό μέγεθος που συνοδεύει άρρηκτα κάθε μεταβολή στο φυσικό κόσμο, από την απλή και ανεπαίσθητη έως την πιο πολύπλοκη και έντονα αντιληπτή μεταβολή. Γίνεται κυρίως αισθητή, από το αποτέλεσμά της, που είναι γνωστό ως «έργο» και ευθύνεται για τις διάφορες μεταβολές που παρατηρούνται στον υλικό κόσμο.

Η ύλη, όταν προσλαμβάνει ενέργεια μπορεί να αποκτήσει διαφορετική οργάνωση στην δομή της, όπως από στερεή να γίνει υγρή ή αέρια, μπορεί ακόμη και να αλλάξει ριζικά τη δομή της, για παράδειγμα μέσω μιας χημικής αντίδρασης.

Τα βασικά γνωρίσματα της ενέργειας είναι τα ακόλουθα:¹

- Η πολυμορφία της (κινητική, δυναμική, ηλεκτρική, χημική, κ.λπ.)
- Το γεγονός ότι οποιαδήποτε αλλαγή κατάστασης σε φυσικό, χημικό ή ακόμη και βιολογικό επίπεδο συνοδεύεται από αντίστοιχη ενεργειακή μεταβολή
- Η ικανότητά της να παραμένει ποσοτικά αναλλοίωτη, μέσα από τους μετασχηματισμούς της κατά την εξέλιξη των διαφόρων φαινομένων.

1.2 Πηγές ενέργειας

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε ταχύρρυθμα κατά 15% στη δεκαετία του 1990-2000. Από το 2000 έως σήμερα αυξάνεται ταχύτερα, ενώ μέχρι το 2020 αναμένεται να αυξηθεί ραγδαία.

Τα ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, φυσικό αέριο και πετρέλαιο) καταλαμβάνουν περίπου το 80% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, ενώ μέχρι το 2020 αναμένεται ότι η χρήση ορυκτών καυσίμων θα αυξηθεί με υψηλότερο ρυθμό από ότι η συνολική κατανάλωση ενέργειας.²

¹ Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για την Ενέργεια, (2013), «Ο ρόλος της ενέργειας: Πηγή ζωής: Ο ήλιος», σελ.7, <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu1-2-1-1>

² Κορωνάιος, Ι. Χ (2012), «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Διδακτικές σημειώσεις, σελ.17, <http://www.survey.ntua.gr/environ/6420/APE-kef1-6.pdf>

Τα ορυκτά καύσιμα προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα. Είναι σχετική φθηνή η εξόρυξή τους, εύκολη η χρήση τους και είναι ευρέως διαθέσιμα. Η υποδομή για την παροχή τους υπάρχει ήδη. Οι κλάδοι εφοδιασμού με ορυκτά καύσιμα είναι καλά οργανωμένοι και η προσφορά τους καλύπτει τα περισσότερα μέρη της υφηλίου.

Έχουν ωστόσο, δύο σημαντικά μειονεκτήματα. Πρώτον, κατά την καύση τους εκπέμπονται ρύποι και θερμοκηπιακά αέρια που προξενούν κλιματική αλλαγή. Δεύτερον, χώρες που δεν διαθέτουν επαρκή αποθέματα ορυκτών καυσίμων, κυρίως πετρελαίου, αντιμετωπίζουν αυξανόμενους κινδύνους ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού τους. Η εξάρτηση από τις αλλαγές και το αυξανόμενο ποσοστό εισαγωγών είναι δυνατό να οδηγήσουν σε ανησυχίες για τον κίνδυνο να διακοπεί ή καταστεί δύσκολος ο εφοδιασμός. Ωστόσο, η ασφάλεια του εφοδιασμού δεν πρέπει να θεωρηθεί απλώς και μόνο ως ζήτημα μείωσης της εξάρτησης από τις εισαγωγές ή ενίσχυσης της εγχώριας παραγωγής. Η ασφάλεια του εφοδιασμού απαιτεί ευρύ φάσμα πρωτοβουλιών άσκησης πολιτικής που να αποσκοπούν, μεταξύ άλλων, στην διαφοροποίηση των πηγών εφοδιασμού και των τεχνολογιών, χωρίς όμως να παραγνωρίζεται το γεωπολιτικό πλαίσιο και οι συνέπειές του.

Ως υποκατάστατο λοιπόν των ορυκτών καυσίμων, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Οι ανανεώσιμες πηγές παρέχουν, επίσης, τη δυνατότητα βελτίωσης της ασφάλειας του εφοδιασμού, επειδή ενισχύουν τη διαφοροποίηση της παραγωγής ενέργειας. τα επιχειρήματα υπέρ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ενισχύονται, λόγω των θετικών τους αποτελεσμάτων στην προστασία της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και στην δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης και επιχειρήσεων, πολλές εκ των οποίων σε αγροτικές επιχειρήσεις.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν κύρια χαρακτηριστικά το ότι είναι ανεξάντλητες (αστείρευτες), άφθονες και περιβαλλοντικά καθαρότερες. Από την άλλη όμως, είναι αραιές μορφές ενέργειας και μέχρι στιγμής τουλάχιστον, με υψηλό κόστος ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας. στην κατηγορία αυτή ανήκουν η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, η βιομάζα, η γεωθερμία, η ενέργεια της θάλασσας και η υδραυλική ενέργεια. Είναι οι πρώτες πηγές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος και μέχρι τις αρχές του προηγούμενου αιώνα αποκλειστικά, οπότε και στράφηκε στην έντονη χρήση του άνθρακα και των υδατανθράκων.

Οι συμβατικές μορφές ενέργειας καλύπτουν σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας όλων σχεδόν των χωρών και θα εξακολουθήσουν να καλύπτουν το μεγαλύτερο ποσοστό για αρκετές δεκαετίες ακόμα. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι άνθρακες, οι υδρογονάνθρακες (υγροί και αέριοι) και τα ορυκτά ουρανίου. Είναι πυκνές μορφές ενέργειας (σε σχέση με τις ανανεώσιμες), καλύπτουν πλήθος εφαρμογών, αλλά έχουν αρκετές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

1.3 Ποικιλομορφία των εφαρμογών

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των ΑΠΕ είναι οι μεγάλες περιφερειακές διακυμάνσεις. Η ηλιακή ενέργεια ποικίλλει σημαντικά όσον αφορά την τιμή της ετήσιας μέσης ηλιακής ακτινοβολίας. Σε τροπικές περιοχές, η τιμή της είναι 3 φορές μεγαλύτερη από εκείνης των εύκρατων περιοχών.

Η γεωθερμική ενέργεια και τα μικρά υδροηλεκτρικά είναι ακόμα εντονότερα σε εντοπιότητα. Ενώ οι πηγές της βιομάζας είναι ευρέως διαθέσιμες, η χρήση του εδάφους και οι κλιματικές διαφορές έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικές διαφορές στην κλίμακα και στον τύπο της εφαρμογής (καύση, αεριοποίηση, κ.λπ.).

Η αιολική ενέργεια είναι, επίσης, ευρέως διαδεδομένη, αλλά και τα αιολικά συστήματα διαφέρουν ουσιαστικά και από περιφέρεια σε περιφέρεια, αλλά και εντός της ίδιας περιφέρειας, καθώς ακόμα και μικρές διακυμάνσεις στην ταχύτητα του ανέμου μπορούν να έχουν επίδραση στην ενεργειακή παραγωγή.³

Ως αποτέλεσμα, οι δυνατότητες των ΑΠΕ τείνουν να διαφοροποιηθούν γεωγραφικά. Επιπλέον, υπάρχει ποικιλομορφία στις τεχνολογικές μεθόδους εκμετάλλευσής τους, ενώ ορισμένες τεχνολογίες είναι περισσότερο εξελιγμένες και «ώριμες» για χρήση μεγάλης κλίμακας, άλλες θεωρούνται ευνοϊκές για τοπική αξιοποίηση, κ.λπ..

Στον πίνακα που ακολουθεί, αναφέρονται οι κυριότερες μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και οι πιο διαδεδομένες επιλογές αξιοποίησής τους:

³ Κορωνάιος, Ι. Χ (2012), «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Διδακτικές σημειώσεις, σελ.20, <http://www.survey.ntua.gr/environ/6420/APE-kef1-6.pdf>

Πηγή	Τεχνικά εκμεταλλεύσιμη (TWh/έτος)	Επιλογές ενεργειακών μετατροπών
Ηλιακή ενέργεια	12.000-14.000	Φωτοβολταϊκά, σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος, ηλιακοί θερμοσίφωνες
Αιολική ενέργεια	20.000-40.000	Μεγάλης και μικρής κλίμακας σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος, αντλίες νερού
Ενέργεια κυμάτων	2.000-4.000	Μεγάλος αριθμός εφαρμογών
Ενέργεια παλίρροιας	>3.500	Φράγματα, εκμετάλλευση παλίρροιακών κυμάτων
Γεωθερμία	4.000-40.000	Hot dry rock, magma, υδροθερμία, Geopressed
Βιομάζα	8.000-25.000	Καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση, χώνευση, βιοκαύσιμα για παραγωγή θερμότητας-ηλεκτρισμού

Ωστόσο, παρά τις μεγάλες δυνατότητες αξιοποίησής τους, οι ΑΠΕ καλύπτουν μόνο ένα μικρό μέρος από τις σύγχρονες ενεργειακές ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία και αποτελεί τη συνηθέστερη μορφή ενέργειας, μαζί με την ενέργεια για μετακινήσεις και θέρμανση. Έτσι, το μεγαλύτερο ποσοστό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων (στερεών, υγρών, αερίων).

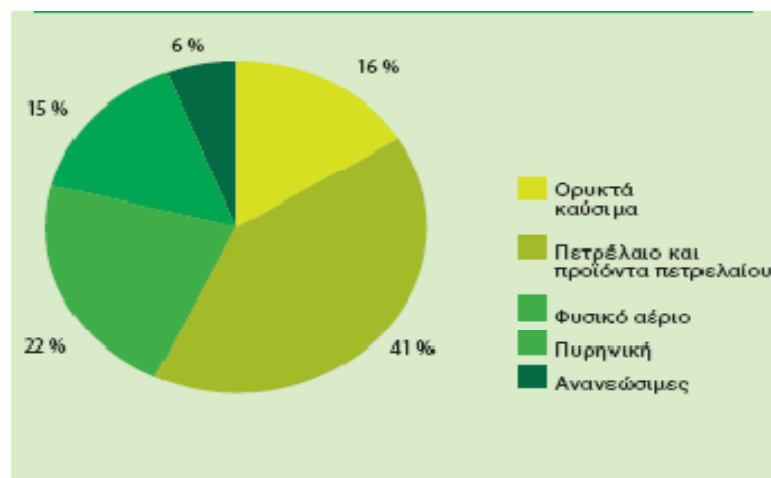
Πηγή	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Ετήσια παραγόμενη ενέργεια (TWh/έτος)
Βιομάζα	35.000	185
Αιολική ενέργεια	36.000	200
Γεωθερμία	8.200	44
Μικρά υδροηλεκτρικά	3.000	15
Ηλιακά φωτοβολταϊκά	1.200	1

Ηλιακά θερμικά	350	0,2
Σύνολο (ΑΠΕ)	83.750	445,2

Παρ' όλη την κλίμακα της δυναμικής, η τωρινή συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι μέτρια. Οι ΑΠΕ υπολογίζεται ότι προμηθεύουν περίπου το 17% της παγκόσμιας ενέργειας, η περισσότερη από την οποία προέρχεται από μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες και την παραδοσιακή χρήση βιομάζας και αγροτικών αποβλήτων στις αναπτυσσόμενες χώρες – αυτές μόνο καταναλώνουν το 18% του ηλεκτρισμού και το 14% της πρωτογενούς παραγωγής αντίστοιχα. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική, η ηλιακή και οι «νέες μορφές» βιομάζας (ενεργειακά φυτά, κ.λπ.) συνεισφέρουν σημαντικά λιγότερο, γύρω στο 3% του ηλεκτρισμού και στο 2% της πρωτογενούς παραγωγής.

1.4 Ενέργεια και Ευρωπαϊκή πολιτική

Η τεράστια εξάρτηση της Ευρώπης από τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακας) συνεχώς εντείνεται, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα. Το γεγονός αυτό θέτει πολυάριθμα προβλήματα, μεταξύ των οποίων είναι η τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου που επηρεάζουν την οικονομία και τη ζωή εκατομμυρίων επιχειρήσεων, η ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς και ο κίνδυνος των κοινωνικών αρχών όταν οι αγορές βρίσκονται σε κρίση.



Οι γεωπολιτικοί περιορισμοί βαρύνουν σε τεράστιο βαθμό τον τομέα της ενέργειας. η Ευρώπη εξαρτάται κατά 50% από τις εισαγωγές της. Το ποσοστό αυτό θα ανέλθει σε 70% γύρω στο 2030. Οι εισαγωγές αυτές μάλιστα, συνδέονται αποκλειστικά με τα ορυκτά καύσιμα.⁴

Οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί, ήδη έχουν αρχίσει να γίνονται αντιληπτοί στην καθημερινότητα των πολιτών. Τα ορυκτά καύσιμα θέτουν πολυάριθμα περιβαλλοντικά προβλήματα, τα οποία συνδέονται με την καύση τους και τη μεταφορά τους.

Οι γεωπολιτικοί περιορισμοί οδηγούν στο συμπέρασμα ότι, σε πενήντα χρόνια δεν θα υπάρχει σχεδόν καθόλου πετρέλαιο ή φυσικό αέριο, ή ότι η εξόρυξή τους θα είναι πολύ δαπανηρή, και δεν θα υπάρχει καμία σχέση με τις σημερινές τιμές. Με άλλα λόγια, αυτοί οι πόροι υπάρχουν στη φύση σε περιορισμένες ποσότητες.

Όπως ορίζεται στην Πράσινη Βίβλο που δημοσιεύθηκε το 2000, για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, κύριες προτεραιότητες της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκή Ένωσης είναι να αντιμετωπισθεί η αυξανόμενη εξάρτηση της Ένωσης από εισαγωγές ενέργειας, παρεχόμενες από λίγες περιοχές της υφηλίου, καθώς και η κλιματική αλλαγή. Με προοπτική τα επόμενα χρόνια, η Πράσινη Βίβλος επέστησε την προσοχή της στις διαρθρωτικές αδυναμίες και τα γεωπολιτικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά μειονεκτήματα του ενεργειακού εφοδιασμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ιδίως όσον αφορά τις δεσμεύσεις που ανέλαβε η Ευρώπη υπό το Πρωτόκολλο του Κιότο.

1.5 Ενέργεια και περιβάλλον

Είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι, η ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων αποτελεί πρωταρχική έννοια για την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και για την περιστολή της εκροής συναλλάγματος για την εισαγωγή καυσίμων που απαιτούνται στις σύγχρονες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Καταρρακτώδεις βροχές, παρατεταμένοι καύσωνες και πυρκαγιές είναι μερικά από τα φαινόμενα που προκύπτουν από τη μεγαλύτερη συγκέντρωση των φυσικών αερίων που συμβάλλουν στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Ο πολλαπλασιασμός και η αύξηση της συχνότητας των παραπάνω φαινομένων συνάγει στην αποκαλούμενη αλλαγή των κλιματικών συνθηκών του πλανήτη. Παρ' όλο που δεν υπάρχει καμία

⁴ Κορωνάιος, Ι. Χ (2012), «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Διδακτικές σημειώσεις, σελ.24, <http://www.survey.ntua.gr/environ/6420/APE-kef1-6.pdf>

βεβαιότητα για την έκταση των καιρικών συνθηκών στο μέλλον, οι εκτιμήσεις προβλέπουν ότι, αν δεν ληφθούν μέτρα, η μέση επίγεια θερμοκρασία μπορεί να αυξηθεί κατά 1 με 3,5°C μέχρι το 2100.⁵

Η Ευρώπη συμβάλλει κατά 14% στο σύνολο των ετήσιων επίγειων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ενώ η Ασία κατά 25% και η Βόρεια Αμερική κατά 29%. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, του κατ' εξοχήν υπεύθυνου αερίου για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, προέρχονται κατά 94% από τον ευρύτερο ενεργειακό τομέα (πρωτογενή παραγωγή). Τα ορυκτά καύσιμα θεωρούνται ως οι πλέον υπόλογοι για τις εκπομπές, ενώ μόνο η κατανάλωση προϊόντων πετρελαίου συμβάλλει κατά 505 στις ετήσιες συνολικές εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και του ατμού ευθύνεται για το 30% των εκπομπών CO₂, ενώ ο οικιακός τομέα συμμετέχει με 14%.

⁵ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (2004), «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε οικιστικά σύνολα», σελ.4, <http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

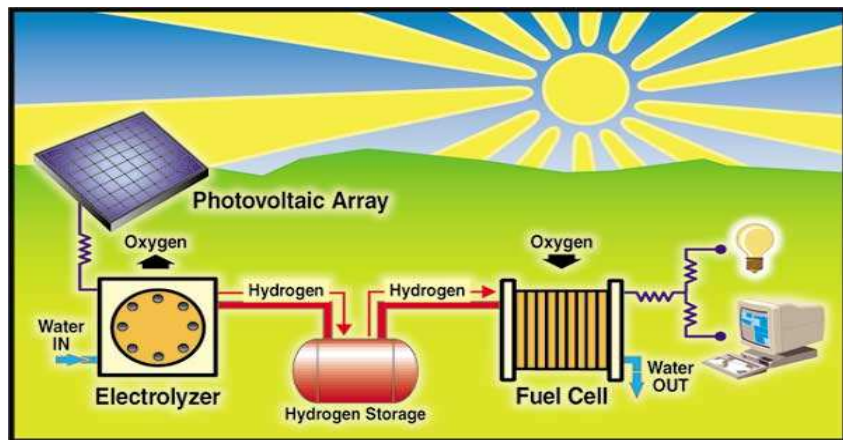
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

2.1.1 Ορισμός της ηλιακής ενέργειας

Η κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας για τη Γη είναι ο ήλιος, μια γιγαντιαία σφαίρα που αποτελείται από αέρια. Η ηλιακή ακτινοβολία έχει τροφοδοτήσει, και εξακολουθεί να τροφοδοτεί με ενέργεια, σχεδόν όλες τις ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας.

Η ηλιακή ενέργεια είναι θεωρητικά ανεξάντλητη, όπως και η πηγή από την οποία προέρχεται (δηλ. ο ήλιος) και περιβαλλοντικά καθαρή, καθώς για την αξιοποίησή της δε μεσολαβεί καμία ρυπογόνος διαδικασία. Η ηλιακή ενέργεια είναι δυνατό να αποτελέσει στο μέλλον την κυριότερη εναλλακτική λύση στο ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα⁶

Με τον όρο «ηλιακή ενέργεια» χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Το φως και η θερμότητα



που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. Η τεχνολογία, σήμερα, αξιοποιεί ένα μηδαμινό ποσοστό της καταφάνουσας στην επιφάνεια της Γης ηλιακής ενέργειας με τριών ειδών συστήματα, τα θερμικά ηλιακά, τα παθητικά και τα φωτοβολταϊκά συστήματα.⁷

⁶ Ενεργειακό Κέντρο Περιφέρειας Κρήτης, (2012), «Ο ήλιος – Η ηλιακή ενέργεια», <http://www.crete-region.gr/greek/energy/feedu/reac7.html>

⁷ ΥΠΕΚΑ, (2009), «Ηλιακή ενέργεια & Φωτοβολταϊκά», <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=286&language=el-GR>

Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με δύο τρόπους, α) με θερμικές και β) με φωτοβολταϊκές εφαρμογές. Μέσω της θερμικής εφαρμογής επιτυγχάνεται η συλλογή της ηλιακής ενέργειας με στόχο την παραγωγή θερμότητας (χρησιμοποιείται κυρίως για τη θέρμανση του νερού και τη μετατροπή του σε ατμό για την κίνηση τουρμπινών), ενώ μέσω των φωτοβολταϊκών εφαρμογών τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρισμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών κυψελών ή συστοιχιών.⁸

2.1.2 Συστήματα ηλιακής ενέργειας

Όπως προαναφέρθηκε, τα συστήματα ηλιακής ενέργειας διακρίνονται σε θερμικά και σε φωτοβολταϊκά. Τα θερμικά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία απευθείας σε θερμική ενέργεια για οικιακή χρήση, ενώ τα φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια για χρήσεις διαφόρων ειδών.

Ωστόσο, τα θερμικά ηλιακά συστήματα κατηγοριοποιούνται σε ενεργητικά, παθητικά και συστήματα εστίασης. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούν αντλίες, ανεμιστήρες και εξωτερικές πηγές για τη μεταφορά της συλλεγόμενης θερμότητας. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα δεν χρησιμοποιούν αντλίες, ανεμιστήρες ή άλλες εξωτερικές πηγές, αλλά χρησιμοποιούν φυσικά ρεύματα μεταφοράς της θερμότητας. Τέλος, τα συστήματα εστίασης είναι εκείνα, τα οποία συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία.

2.1.2.1 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Το κυριότερο μέρος ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης, που είναι συνήθως τοποθετημένος στην ταράτσα ή στη στέγη ενός σπιτιού. Ο συλλέκτης παγιδεύει την ηλιακή ακτινοβολία για να παράγει θερμότητα.⁹

Με βάση το σχήμα που ακολουθεί, η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στη μαύρη, μεταλλική συνήθως, επίπεδη επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια

⁸ ΙΤΕΣΚ, (2012), «Ηλιακή ενέργεια», <http://www.allaboutenergy.gr/HliakiEnergeia.html>

⁹ Καλκάνης, Γ. (1997), «Η ενέργεια και οι πηγές της – Τι, πώς, γιατί», *ΚΑΠΕ – CRES*, Βιβλίο II, σελ. 35, <http://www.cres.gr/kape/education/energeia/I%20Energeia%20kai%20oi%20Piges%20tis-%20Vivlio%20%20.pdf>

βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα (συνήθως από γυαλί ή πλαστικό), που αφήνει τις ακτίνες να περάσουν αλλά εμποδίζει την θερμότητα να ξεφύγει (φαινόμενο του θερμοκηπίου). Σε επαφή με αυτή την απορροφητική επιφάνεια τοποθετούνται λεπτοί σωλήνες (οι οποίοι, λόγω αγωγής της θερμότητας, θερμαίνονται με τη σειρά τους) μέσα στους οποίους διοχετεύεται κάποιο ρευστό (νερό ή σπανιότερα αέρας). Κυκλοφορώντας αυτό το ρευστό μέσα στους σωλήνες ανασύρει την πολύτιμη συγκεντρωμένη ενέργεια από τη μεταλλική επιφάνεια και τη μεταφέρει, με τη μορφή θερμότητας, σε μια μονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης, από όπου την παίρνει κανείς για να τη χρησιμοποιήσει.

Για την κυκλοφορία του ρευστού που μεταφέρει τη θερμότητα του ήλιου, χρησιμοποιούνται μικρές αντλίες (κυκλοφορητές) αν πρόκειται για νερό, ή ανεμιστήρες αν το ρευστό είναι αέρας. Συνεπώς, ενεργητικά ηλιακά συστήματα καλούνται τα συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια (στον ηλιακό συλλέκτη) και, με τη βοήθεια κάποιου μηχανικού μέσου (κυκλοφορητής, ανεμιστήρας), τη μεταφέρουν ως θερμότητα σε κάποια θερμομονωμένη δεξαμενή, όπου την αποθηκεύουν.

Το πιο απλό και διαδεδομένο σήμερα ενεργητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνα. Η συλλεκτική του επιφάνεια έχει νότιο προσανατολισμό και κλίση 30°-60° ως προς τον ορίζοντα, ώστε να δέχεται τη μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στην περίπτωση του ηλιακού θερμοσίφωνα, η δεξαμενή αποθήκευσης του ζεστού νερού είναι τοποθετημένη πιο ψηλά από το συλλέκτη.¹⁰

Με αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιείται η θερμοσιφωνική κυκλοφορία του νερού (δηλαδή η τάση του ζεστού νερού να ανεβαίνει πιο ψηλά από το κρύο νερό) και έτσι επιτυγχάνεται η μεταφορά του ζεστού νερού από το συλλέκτη στη δεξαμενή αποθήκευσης χωρίς την τάση του κυκλοφορητή.

Το θερμό νερό που παράγει ένας ηλιακός θερμοσίφωνα είναι αρκετό (όταν υπάρχει ηλιοφάνεια) για να καλύψει τις καθημερινές ανάγκες μιας οικογένειας. Συνδέοντας όμως, πολλούς ηλιακούς συλλέκτες μεταξύ τους και αποθηκεύοντας το ζεστό νερό σε μεγάλες δεξαμενές, υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής μεγάλης ποσότητας ζεστού νερού. Το ζεστό νερό που παράγει ένα τέτοιο ηλιακό σύστημα

¹⁰ Καλκάνης, Γ. (1997), «Η ενέργεια και οι πηγές της – Τι, πώς, γιατί», *ΚΑΠΕ – CRES*, Βιβλίο II, σελ. 36, <http://www.cres.gr/kape/education/energeia/I%20Energeia%20kai%20oi%20Piges%20tis-%20Vivlio%20%20.pdf>

μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση εγκαταστάσεων ή ακόμα για τις ανάγκες βιομηχανιών που χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες ζεστού νερού στην παραγωγική τους διαδικασία (εμφιαλωτήρια, βαφεία, κ.λπ.).

Μερικά από τα πλεονεκτήματα αυτών των συστημάτων είναι η απλότητα κατασκευής τους, τα όχι ιδιαίτερα ακριβά υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή τους, η αποδοτική μετατροπή της ενέργειας και, φυσικά, η μη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι, επίσης, δυνατό να χρησιμοποιηθούν και για την ψύξη χώρων, αν συνδυαστούν με κατάλληλες ενεργειακές τεχνολογίες (αντλίες θερμότητας), ή για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος (με τη χρήση κοίλων κατόπτρων που συγκεντρώνουν τις ηλιακές ακτίνες σε μικρή συλλεκτική επιφάνεια και επιτυγχάνουν υψηλές θερμοκρασίες). Ωστόσο, αυτές οι εφαρμογές έχουν ακόμη υψηλό κόστος.¹¹

Τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα



¹¹ Καλκάνης, Γ. (1997), «Η ενέργεια και οι πηγές της – Τι, πώς, γιατί», *ΚΑΠΕ – CRES*, Βιβλίο II, σελ. 36, <http://www.cres.gr/kape/education/energeia/1%20Energeia%20kai%20oi%20Piges%20tis-%20Vivlio%20%20.pdf>

2.1.2.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Παθητικά ηλιακά συστήματα καλούνται όλα εκείνα τα, κατάλληλα σχεδιασμένα δομικά στοιχεία των οικοδομικών κατασκευών (κτιρίων), που υποβοηθούν την καλύτερη άμεση ή έμμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, είτε για τη θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα, είτε για το δροσισμό τους το καλοκαίρι. Τα συστήματα αυτά αξιοποιούν τους φυσικούς τρόπους μετάδοσης της θερμότητας.

Προϋπόθεση για την εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο είναι η θερμομόνωσή του, ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες (χρήση κατάλληλων υλικών και διπλών τζαμιών, στεγανοποίηση χαραμάδων, κ.λπ.).

Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στην ανάπτυξη του «φαινομένου του θερμοκηπίου». Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά τη γυάλινη επιφάνεια των ανοιγμάτων του κτιρίου και η θερμότητά της εγκλωβίζεται στο εσωτερικό του κτιρίου και το ζεσταίνει. Με τον τρόπο αυτό, ζεσταίνεται τόσο ο εσωτερικός αέρας, όσο και τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (δάπεδα, τοίχοι), στα οποία προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία. Τα δομικά στοιχεία απορροφούν αυτή την ακτινοβολία, από λίγο έως πολύ, ανάλογα με το χρώμα και την υφή της επιφάνειάς τους, και ζεσταίνονται. Μέρος της θερμότητας που αποθηκεύουν στη μάζα τους, το αποδίδουν αργότερα (όταν ο ήλιος έχει πια δύσει) στον εσωτερικό χώρο, τον οποίο και θερμαίνουν. Το ποσό της θερμότητας που αποθηκεύεται και ο χρόνος στον οποίο αυτή αποδίδεται στο χώρο, εξαρτώνται από τα υλικά και το πάχος αυτών των δομικών στοιχείων.

Σε γενικές γραμμές, λοιπόν, τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συνδυάζουν τα μεγάλα παράθυρα νότιου προσανατολισμού με δομικά στοιχεία (π.χ. τοίχους, πατώματα), κατασκευασμένα από κατάλληλα υλικά, τα οποία παίζουν το ρόλο της θερμικής αποθήκης κατά την διάρκεια της μέρας και της πηγής θερμότητας κατά τη διάρκεια της νύχτας.¹²

Ωστόσο, αναγκαία προϋπόθεση για τη σωστή λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων, ώστε να αξιοποιήσουν όσο το δυνατό περισσότερο την ηλιακή ενέργεια, είναι ένας κατάλληλος σχεδιασμός του κτιρίου. Αυτό σημαίνει ότι το κέλυφος

¹² Καλκάνης, Γ. (1997), «Η ενέργεια και οι πηγές της – Τι, πώς, γιατί», *ΚΑΠΕ – CRES*, Βιβλίο II, σελ. 38-39,

<http://www.cres.gr/kape/education/energeia/T%20Energeia%20kai%20oi%20Piges%20tis-%20Vivlio%20%20.pdf>

πρέπει να επιτρέπει α) τη μέγιστη ηλιακή συλλογή, β) τη μέγιστη θερμοχωρητικότητα και γ) τις ελάχιστες θερμικές απώλειες.

Επίσης, η λειτουργία των παθητικών συστημάτων βασίζεται σε τρεις μηχανισμούς:¹³

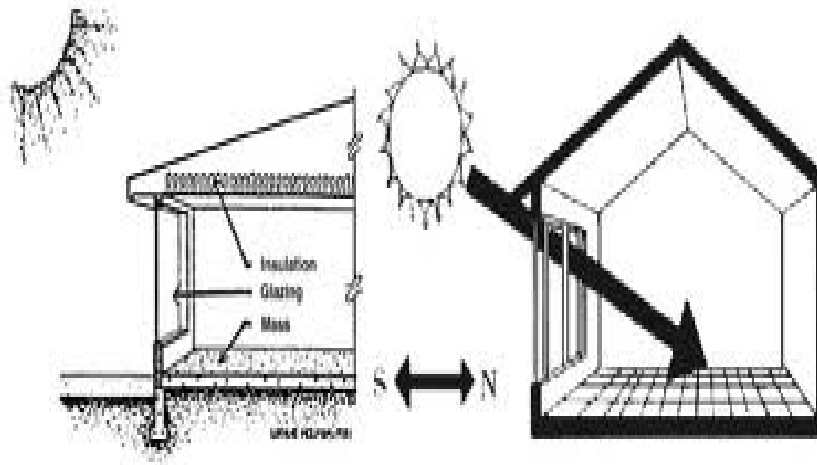
- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και η διατήρησή της στο εσωτερικό του κτιρίου για την θέρμανση των χώρων)
- Τη θερμική υστέρηση των υλικών (θερμοχωρητικότητα)
- Τις αρχές μετάδοσης της θερμότητας (την ιδιότητα της θερμότητας να μεταφέρεται από το θερμό στο κρύο αντικείμενο)

Εν συνεχεία, υπάρχουν τρία είδη παθητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση, αυτά με το άμεσο κέρδος, με το έμμεσο κέρδος και εκείνα με το απομονωμένο κέρδος. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, το παθητικό ηλιακό σύστημα με το άμεσο κέρδος είναι το σύστημα που αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για την θέρμανση του κτιρίου μέσω των νότια προσανατολισμένων ανοιγμάτων. Η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου κτιρίου επηρεάζεται από τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων, τη θέση των ανοιγμάτων, καθώς και από το μέγεθός τους.

Επίσης, σημαντικό ρόλο για τη σωστή επιλογή του συστήματος, παίζει η επιλογή των τύπων των υαλοπινάκων και η επιλογή των δομικών στοιχείων (τοίχοι, δάπεδο, οροφή). Αυτά πρέπει να έχουν τουλάχιστον 9 φορές μεγαλύτερη επιφάνεια από τα ανοίγματα, και πρέπει να κατασκευάζονται από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας για την αποθήκευση του ηλιακού θερμικού κέρδους.

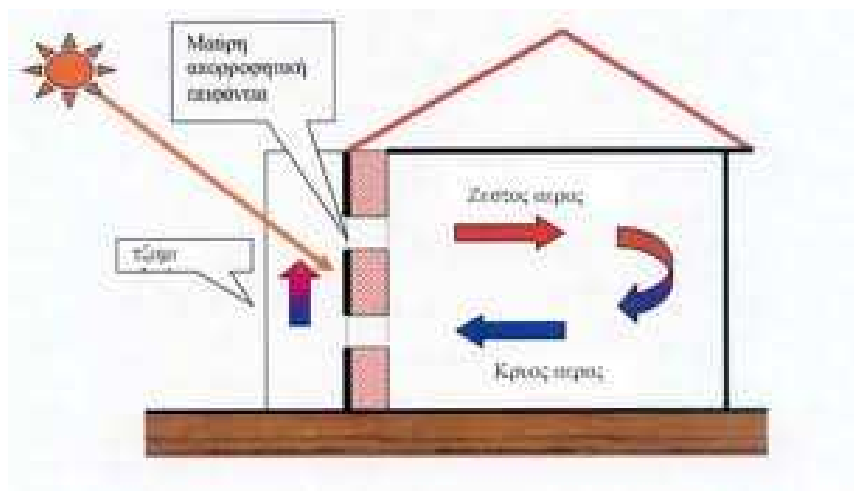
¹³ Ξενάκης, Μ. (2008), «Παθητικά ηλιακά συστήματα και η απόδοσή τους στην Ελλάδα», http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf

Παθητικό ηλιακό σύστημα - Άμεσο κέρδος



Στο είδος του έμμεσου κέρδους ανήκουν τα συστήματα που αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για την θέρμανση του κτιρίου. Αυτά τα συστήματα απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος, και έπειτα επιτρέπουν στη θερμότητα να διεισδύει στους χώρους διαβίωσης. Ο θερμικός τοίχος (τοίχος μάζης, Trombe ή τοίχος νερού) είναι το δώμα θερμικής αποθήκευσης και ο τοίχος μεταξύ του θερμοκηπίου και του χώρου διαβίωσης, είναι οι κύριες εφαρμογές των μηχανισμών έμμεσου κέρδους.

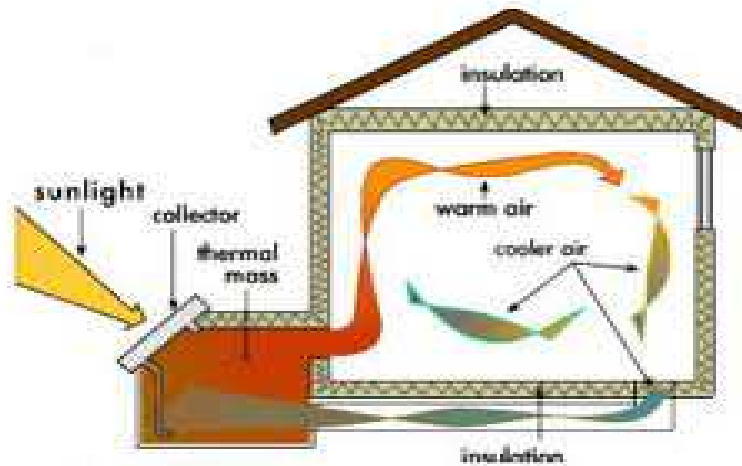
Παθητικό ηλιακό σύστημα - Έμμεσο κέρδος



Τέλος, στα συστήματα απομονωμένου κέρδους, η επιφάνεια ηλιοσυλλογής δεν βρίσκεται σε επαφή με τον χώρο που είναι επιθυμητό να θερμαίνεται. Μεταξύ αυτής της επιφάνειας και το χώρο διαβίωσης υπάρχει ένας μηχανισμός μετάδοσης της θερμότητας, όπως για παράδειγμα ένας ανεμιστήρας. Στα πραγματικά παθητικά ηλιακά

συστήματα, η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με μη μηχανικά μέσα και βασίζεται κυρίως στην άνωση, μεταγωγή και ακτινοβολία της θερμότητας. Παράδειγμα απομονωμένου κέρδους είναι το θερμοσιφωνικό πάνελ και το rock bed.¹⁴

Παθητικό ηλιακό σύστημα – Απομονωμένο κέρδος



2.1.3 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα ηλιακής ενέργειας

Η «ζωή» και η «ενέργεια» είναι δύο έννοιες άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους. Ο άνθρωπος αλλά και όλα τα έμβια όντα δεν μπορούν να διατηρηθούν στη ζωή χωρίς ενέργεια. Χρειάζονται ενέργεια για να αναπτυχθούν, να κινηθούν και να αναπαραχθούν. Η ενέργεια εισέρχεται στα οικοσυστήματα με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τον ήλιο. Ο ήλιος αποτελεί την πρωταρχική πηγή ενέργειας για όλα τα οικοσυστήματα και το ποσό της εισερχόμενης ακτινοβολίας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τη δομή και τη λειτουργία τους. Από το ποσό της ηλιακής ενέργειας που 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 αντανακλάται ή «χάνεται» στο περιβάλλον ως θερμότητα.¹⁵

¹⁴ Ξενάκης, Μ. (2008), «Παθητικά ηλιακά συστήματα και η απόδοσή τους στην Ελλάδα», http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systimata.pdf

¹⁵ Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για την Ενέργεια, (2013), «Ο ρόλος της ενέργειας: Πηγή ζωής: Ο ήλιος», <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu1-2-1-1>

Ο ήλιος, συνεπώς, αποτελεί βασική πηγή ενέργειας για τον πλανήτη Γη, ακτινοβολώντας φως και θερμότητα. Χωρίς αυτά, δε θα υπήρχε ζωή στον πλανήτη. Ωστόσο, μόλις το 15% της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στη γη απορροφάται από την επιφάνειά της. το μεγαλύτερο μέρος αντανακλάται από τη γη και επιστρέφει στο διάστημα. Αν και μόνο το μισό δισεκατομμυριοστό της συνολικής ενέργειας που εκπέμπει ο Ήλιος απορροφάται από την επιφάνεια της Γης, εν τούτοις αυτό είναι αρκετό για να κινητοποιήσει μια αλυσίδα βιολογικών και γεωλογικών φαινομένων, που στη συνέχεια δημιουργούν και συντηρούν το φαινόμενο της ζωής.

Σημειώνεται ότι, ο ήλιος αποτελείται κατά 70% από υδρογόνο και κατά 28% από ήλιο. Το υπόλοιπο 2% αποτελείται από διάφορα μέταλλα.

2.1.4 Ηλιακή ενέργεια: πηγή για ηλεκτρικό ρεύμα

Η πιο πρόσφατη δυνατότητα εκμετάλλευσης της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η μετατροπή της σε ηλεκτρική, με τη χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων, των οποίων η λειτουργία βασίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

Μερικά υλικά, όπως ημιαγωγοί με προσμίξεις άλλων στοιχείων, έχουν την ιδιότητα να δημιουργούν μια διαφορά ηλεκτρικού δυναμισμού όταν φωτίζονται και, κατά συνέπεια, να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα.

Συνδέοντας μεταξύ τους πολλά μικρά κομμάτια τέτοιων υλικών (στοιχεία), τοποθετώντας τα σε μια επίπεδη επιφάνεια και στρέφοντάς τα προς τον ήλιο, είναι δυνατό να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα, αρκετό για τις ανάγκες των επιστημονικών συσκευών (όπως δορυφόρων), για την κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων (ηλιακά αυτοκίνητα), για τη λειτουργία φάρων ή, ακόμη, και για την κάλυψη (μέρους έστω) των ενεργειακών αναγκών μικρών, απομονωμένων κατοικιών.¹⁶

Χρησιμοποιώντας μικρότερες τέτοιες διατάξεις, υπάρχει η δυνατότητα τροφοδότησης με ηλεκτρικό ρεύμα μικρών, μη ενεργειοβόρων συσκευών (ηλεκτρικές υπολογιστικές μηχανές, ρολόγια κ.λπ.). Συστοιχίες τέτοιων ηλιακών φωτοβολταϊκών στοιχείων, τοποθετημένες σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια, τροφοδοτούν ήδη και σήμερα (πειραματικά και λειτουργικά) επιστημονικές και παραγωγικές εγκαταστάσεις.

¹⁶ Καλκάνης, Γ. (1997), «Η ενέργεια και οι πηγές της – Τι, πώς, γιατί», *ΚΑΠΕ – CRES*, Βιβλίο II, σελ. 37-38, <http://www.cres.gr/kape/education/energeia/I%20Energeia%20kai%20oi%20Piges%20tis-%20Vivlio%20%20.pdf>

Με την πάροδο των ετών, φαίνεται ότι η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με δύο τρόπους, με τις θερμικές και τις φωτοβολταϊκές εφαρμογές. Η θερμική αξιοποίηση περιλαμβάνει συλλογή της ηλιακής ενέργειας για να παραχθεί θερμότητα, κυρίως για θέρμανση νερού και μετατροπή αυτού σε ατμό για την κίνηση αμμοστροβίλων. Στην δεύτερη εφαρμογή, τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών κυψελών ή συστοιχιών τους. Λόγω της σχετικά μικρής απόδοσής τους και του συνεπαγόμενου υψηλού συνολικού κόστους, τα φωτοβολταϊκά συστήματα βρίσκουν κυρίως εφαρμογή ως μονάδες μικρής δυναμικότητας σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές, όπου η σύνδεση με το δίκτυο είναι πολύ ακριβή.

Παρ' όλο που η γη δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία, η ποσότητά της στην επιφάνεια κάθε τόπου εξαρτάται κυρίως από τη γεωγραφική του θέση, την εποχή και τη νεφοκάλυψη. Η έρημος, για παράδειγμα, δέχεται περίπου το διπλάσιο ποσό ηλιακής ενέργειας από άλλες περιοχές. Στο μεγαλύτερο τμήμα της Ελλάδας, η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες το χρόνο. Στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές, κυμαινόμενη από 2200 ως 2300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100 ώρες ετησίως. Συνεπώς, η Ελλάδα αποτελεί μία από τις κατεξοχήν κατάλληλες περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) για εφαρμογές εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.¹⁷

Ωστόσο, η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού γίνεται κυρίως με τη χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων, που η λειτουργία τους στηρίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Η μέγιστη πραγματική απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων, ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, κυμαίνεται από 7% (ηλιακά στοιχεία άμορφου πυριτίου) έως 12-15% (ηλιακά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου). Καθώς η παραγόμενη με τον τρόπο αυτό ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές, δίνεται η δυνατότητα αξιοποίησης μιας καθαρής, ανανεώσιμης ενέργειας στην κάλυψη αναγκών λειτουργίας επιστημονικών συσκευών (όπως οι δορυφόροι), για την κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων (ηλιακά αυτοκίνητα), για τη λειτουργία απομονωμένων εγκαταστάσεων (π.χ. φάρων),

¹⁷ ΙΤΕΣΚ, (2012), «Αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού», <http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi321.html>

και για την κάλυψη έστω και μέρους των ενεργειακών αναγκών κατοικιών, όπως φωτισμός, τηλεπικοινωνίες, ψύξη και ηχητική κάλυψη.

Σημειώνεται ότι, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία παράγουν συνεχές ρεύμα που απαιτείται να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο 220 V. Τυχόν απόθεμα του παραγόμενου ρεύματος αποτελεί εμπορεύσιμο αγαθό, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Με τα σημερινά οικονομικά και τεχνολογικά δεδομένα, η χρήση αυτών των συστημάτων δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη. Πιστεύεται όμως, ότι η τεχνολογική εξέλιξη, σύντομα θα κάνει εφικτή την εφαρμογή φωτοβολταϊκών συστημάτων σε μονάδες μεγάλης δυναμικότητας με ανταγωνιστικό κόστος.

2.1.5 Πλεονεκτήματα ηλιακής ενέργειας

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί και χρησιμοποιείται για την ηλεκτρική ενέργεια, κεντρική θέρμανση, ζεστό νερό, το μαγείρεμα, για την παραγωγή αλατιού, ακόμη και για την αφαλάτωση. Όπως προαναφέρθηκε, η ηλιακή ενέργεια προέρχεται από τις ακτίνες του ηλίου, συνεπώς την καθιστά ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον.

Το βασικό, όμως, πλεονέκτημα της ηλιακής ενέργειας θεωρείται το γεγονός ότι είναι καθαρή, ανανεώσιμη (αντίθετα από το αέριο, το πετρέλαιο και τον άνθρακα) και βιώσιμη, βοηθώντας έτσι το περιβάλλον.¹⁸ Δεν μολύνει τον αέρα με την απελευθέρωση του διοξειδίου του άνθρακα, οξειδίου του αζώτου, διοξειδίου του θείου ή τον υδράργυρο στην ατμόσφαιρα, όπως κάνουν πολλές παραδοσιακές μορφές θέρμανσης. Επομένως, η ηλιακή ενέργεια δεν συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη, την όξινη βροχή ή την αιθαλομίχλη, ενώ συμβάλλει ενεργά στη μείωση των επιβλαβών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θέρμανσης με ηλιακή ενέργεια, δεν είναι απαραίτητη η χρήση ορυκτών καυσίμων. Χρειάζεται μόνο ένας ηλιακός συλλέκτης ενέργειας, προκειμένου να συλλεχθεί η ηλιακή ενέργεια.

Επίσης, η ηλιακή ενέργεια είναι φθηνότερη από την ηλεκτρική θέρμανση. Με τη χρήση της ηλιακής ενέργειας για τις καθημερινές ανάγκες (μαγείρεμα, ζεστό νερό κ.ά.) εξοικονομούνται χρήματα, αφού δεν καθίσταται απαραίτητη η αγορά ηλεκτρικής

¹⁸ Online Library (2013), «Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας», <http://gr.ixarticle.com/articles/1020364/>

θερμάστρας και, παράλληλα, μειώνεται ο λογαριασμός της ΔΕΗ.¹⁹ Η ηλιακή ενέργεια δεν απαιτεί οποιαδήποτε χρήση καυσίμων, και δεν επηρεάζεται από την προσφορά και τη ζήτηση των καυσίμων.

Τέλος, μια άλλη σημαντική χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι η αφαλάτωση στις περιοχές όπου το πόσιμο νερό είναι ελάχιστο. Σε αυτήν την περίπτωση, πηγές θερμικής ενέργειας, όπως ορυκτά καύσιμα, πυρηνική ενέργεια ή ηλιακή ενέργεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ατμοποίηση του αλμυρού νερού, το οποίο στη συνέχεια υπόκειται σε υγροποίηση, παράγοντας φρέσκο νερό (έως 10g/l) ή ατμοποίηση θαλασσινού νερού σε φρέσκο νερό (έως 50g/l).²⁰

2.1.6 Μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας

Το αρχικό κόστος είναι το κυριότερο μειονέκτημα της εγκατάστασης ενός συστήματος ηλιακής ενέργειας, κυρίως λόγω του υψηλού κόστους των ημιαγωγικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την οικοδόμηση ενός τέτοιου συστήματος. Το κόστος της ηλιακής ενέργειας είναι, επίσης, υψηλότερο σε σύγκριση με τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

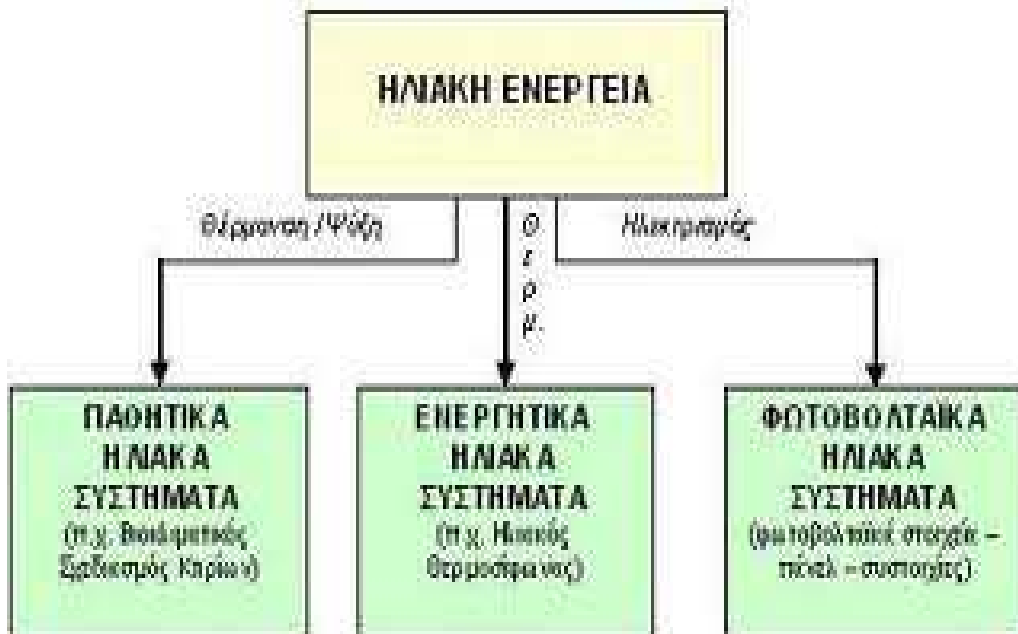
Ωστόσο, οι ηλιακοί συλλέκτες απαιτούν μεγάλο χώρο για την εγκατάσταση, ώστε να επιτευχθεί ένα καλό επίπεδο αποδοτικότητας. Η αποτελεσματικότητα του συστήματος στηρίζεται, επίσης, στη θέση του ήλιου, έτσι η παραγωγή της ηλιακής ενέργειας επηρεάζεται άμεσα από την παρουσία σύννεφων, ρύπανσης του αέρα και, φυσικά, κατά την διάρκεια της νύχτας. Η λύση βέβαια σε αυτό το μειονέκτημα, είναι η αποθήκευση και η χρησιμοποίηση ηλιακής ενέργειας σε συνδυασμό με άλλες ενεργειακές πηγές.²¹

¹⁹ ForMe.co.il (2013), «Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας», <http://el.forme.co.il/%CF%80%CE%BB%CE%B5%CE%BF%CE%BD%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CE%BF%CE%BD%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82111/>

²⁰ Κορωναίος, Ι. Χ (2012), «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Διδακτικές σημειώσεις, σελ.217, <http://www.survey.ntua.gr/environ/6420/APE-kef1-6.pdf>

²¹ ΘΕΡΜΑΝΣΗ.COM (2013), «Θέρμανση από τον ήλιο με εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας», <http://θερμανση.com/%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7-%CE%B1%CF%80%CE%BF-%CF%84%CE%BF%CE%BD-%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%BF/>

Άλλο ένα μειονέκτημα χρήσης της ηλιακής ενέργειας, είναι ότι αυτή έχει χαμηλή πυκνότητα. Σε αυτή την περίπτωση, καθίσταται απαραίτητη η χρησιμοποίηση συγκεντρωτικών συστημάτων, με τα οποία αποθηκεύεται η άμεση ακτινοβολία, επειδή η διάχυτη δεν μπορεί να συγκεντρωθεί. Έτσι, για μεγάλες συγκεντρώσεις, πρέπει οπωσδήποτε τα κάτοπτρα να παρακολουθούν την κίνηση του ήλιου, για καλύτερα αποτελέσματα αποθήκευσης της ηλιακής ενέργειας.



ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

2.2.1 Έννοια και χαρακτηριστικά της γεωθερμικής ενέργειας

Η γεωθερμική ενέργεια ορίζεται ως η φυσική θερμότητα από το εσωτερικό της Γης που δεσμεύεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανσης χώρων ή βιομηχανικού ατμού. Βρίσκεται παντού κάτω από την επιφάνεια της Γης, αν και οι υψηλότερες θερμοκρασίες, και συνεπώς οι καταλληλότερες πηγές για αξιοποίηση, συγκεντρώνονται σε περιοχές ενεργών ή γεωλογικά νεαρών ηφαιστειών.

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια καθαρή, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς η θερμότητα που προέρχεται από το εσωτερικό της Γης είναι ουσιαστικά απεριόριστη. Η πηγή της γεωθερμικής ενέργειας από το εσωτερικό της Γης είναι διαθέσιμη 24 την ημέρα, 365 ημέρες το χρόνο. Αντιθέτως, η ηλιακή και η αιολική ενέργεια εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των ημερησίων και εποχιακών διακυμάνσεων και των εναλλαγών του καιρού. Γι' αυτούς τους λόγους, η ηλιακή ενέργεια που παράγεται με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας είναι σταθερά πιο αξιόπιστη, από την στιγμή που αξιοποιείται ο πόρος, από πολλές άλλες μορφές ηλεκτρικής ενέργειας. Η θερμότητα που ρέει συνεχώς από το εσωτερικό της Γης υπολογίζεται ότι αντιστοιχεί σε 42 εκατομμύρια MW ηλεκτρικής ενέργειας. Σημειώνεται ότι, 1 MW μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες περίπου 1000 σπιτιών.²²

Η θερμική ενέργεια της γης βρίσκεται σε αφθονία και είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αλλά είναι πολύ διεσπαρμένη, αφού σπανίως συγκεντρώνεται και συχνά βρίσκεται σε βάθη πολύ μεγάλα για να μπορεί να είναι αξιοποιήσιμη. Μέχρι σήμερα, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει περιοριστεί σε περιοχές, όπου οι γεωλογικές συνθήκες επιτρέπουν σε κάποιο φορέα (νερό σε υγρή φάση ή ατμό) να «μεταφέρει» τη θερμότητα από θερμές ζώνες που βρίσκονται βαθιά στο υπέδαφος στην επιφάνεια ή κοντά σε αυτή, δίνοντας έτσι την αφορμή για την ανάπτυξη γεωθερμικών πόρων.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση της γεωθερμίας είναι αρκετά μικρές και εύκολα ελεγχόμενες. Στην πραγματικότητα, η γεωθερμική ενέργεια παράγει

²² Signanini, P., Crema, G., & Di Fazio, M. (2012), «Γεωθερμική ενέργεια», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ. 139,

http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

ελάχιστες εκπομπές στην ατμόσφαιρά. Οι εκπομπές υποξειδίου του αζώτου, διοξειδίου του θείου, αμμωνίας, μεθανίου, αιωρούμενων σωματιδίων και διοξειδίου του άνθρακα είναι εξαιρετικά χαμηλές, ειδικά όταν συγκρίνονται με τις εκπομπές από τα συμβατικά καύσιμα.

Ωστόσο, τόσο στο νερό όσο και στον συμπυκνωμένο ατμό των γεωθερμικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής περιέχονται διάφορα χημικά στοιχεία, μεταξύ των οποίων είναι το αρσενικό, ο υδράργυρος, ο μόλυβδος, ο ψευδάργυρος, το βόριο και το θείο, των οποίων, η τοξικότητα προφανώς εξαρτάται από τη συγκέντρωσή τους. Όμως, το μεγαλύτερο μέρος των στοιχείων αυτών παραμένει διαλυμένο στο νερό που επιτυγχάνεται στον ταμιευτήρα από τον οποίο είχε εξαχθεί ως ζεστό νερό ή ατμός.

Μια μονάδα δυαδικού κύκλου, καθώς και οι μονάδες ακαριαίας ατμοποίησης/δυαδικού κύκλου, εκπέμπουν σχεδόν μηδενικές εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα. Στην άμεση χρήση της θερμότητας από γεωθερμικό ζεστό νερό, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι αμελητέες και μπορούν εύκολα να μετριαστούν με την υιοθέτηση συστημάτων κλειστού κύκλου, στα οποία ενσωματώνεται η εξόρυξη και η τελική επανέγχυση του ρευστού στον ίδιο ταμιευτήρα.²³

Η οικονομική πτυχή της χρήσης των θερμών υδάτων εξακολουθεί να αποτελεί περιορισμό όσον αφορά την ευρύτερη διάδοσή τους στον τομέα της παραγωγής ενέργειας. Στην πραγματικότητα, το οικονομικό όφελος προέρχεται από την χρήση τους για μεγάλη χρονική περίοδο κατά τη διάρκεια των ετών, με χαμηλό λειτουργικό κόστος σε σχέση με την αρχική επένδυση που μπορεί να είναι σημαντική.

2.2.2 Γεωθερμική βαθμίδα θερμοκρασίας

Η πιο σημαντική παράμετρος στην αξιοποίηση αυτής της ενέργειας είναι η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών, η οποία καθορίζει το είδος της εφαρμογής της γεωθερμικής ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θερμικές χρήσεις ή για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Από την επιφάνεια της γης προς τον πυρήνα, παρατηρείται ότι η θερμοκρασία αυξάνει προοδευτικά με το βάθος από 3°C, κατά μέσον όρο, κάθε 100 μέτρα

²³ Signanini, P., Crema, G., & Di Fazio, M. (2012), «Γεωθερμική ενέργεια», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ. 140,

http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

(30°C/km). Αυτό ονομάζεται «γεωθερμική βαθμίδα». Για παράδειγμα, εάν η θερμοκρασία στα πρώτα μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, η οποία κατά μέσο όρο αντιστοιχεί στη μέση ετήσια θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, είναι 15°C, τότε μπορεί να γίνει η υπόθεση ότι η θερμοκρασία θα είναι περίπου 65°C - 75°C στα 2000 μέτρα βάθους, 90°C - 105°C μέτρα και ούτω καθεξής για μερικά ακόμα χιλιάδες μέτρα.

Οι περιοχές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τις εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας είναι αυτές από τις οποίες η γεωθερμική βαθμίδα είναι πέραν του κανονικού. Σε ορισμένες περιοχές, είτε λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας κατά τη διάρκεια πρόσφατης γεωλογικής ηλικίας, είτε λόγω της ανόδου ζεστού νερού από μεγάλα βάθη μέσω ρηγμάτων, η γεωθερμική βαθμίδα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τον μέσο όρο, με αποτέλεσμα να προκύπτουν θερμοκρασίες 250°C – 350°C σε βάθος περίπου 2000-4000 μέτρων.²⁴

Τέτοιες «θερμές» ζώνες, γενικά, εντοπίζονται κοντά στα όρια της δωδεκάδας ή και παραπάνω πλακών από άκαμπτα πετρώματα (τεκτονικές πλάκες), οι οποίες διαμορφώνουν την λιθόσφαιρα της Γης. Αυτή αποτελείται από τον φλοιό της Γης και το ανώτατο, στερεό τμήμα του υποκείμενου πυκνότερου και θερμότερου στρώματος (ο «μανδύας»). Η μέση ροή θερμότητας της Γης στις ηπείρους και τους ωκεανούς είναι 65 και 101 mWm², αντίστοιχα, η οποία όταν σταθμιστεί δίνει συνολικό μέσο όρο 87 mWm².

2.2.3 Γεωθερμικά πεδία

Η γεωθερμική ενέργεια απελευθερώνεται σε όλη την επιφάνεια της γης με αργούς ρυθμούς, εκτός από περιοχές ιδιαίτερου γεωθερμικού ενδιαφέροντος που ορίζονται ως γεωθερμικά πεδία, όπου:

- Απελευθερώνεται με ταχύτερους ρυθμούς
- Διαπιστώνονται υψηλότερες γεωθερμικές βαθμίδες
- Είναι απολήψιμη με ακόμα μεγαλύτερους από τους φυσικούς ρυθμούς ροής της

²⁴ Signanini, P., Crema, G., & Di Fazio, M. (2012), «Γεωθερμική ενέργεια», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ. 140-141, http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

Ωστόσο, για να σχηματισθεί ένα γεωθερμικό πεδίο θα πρέπει να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:²⁵

1. *Υπαρξη συνεχούς τροφοδοσίας ρευστών.* Τα γεωθερμικά συστήματα είναι ανοιχτά, ώστε να αναπληρώνονται τα θερμά ρευστά που συνεχώς εκφεύγουν από αυτά.
2. *Υπαρξης διοδίων (συνήθως ρήγματα)* για την κάθοδο των ρευστών τροφοδοσίας σε σημαντικά βάθη για την απόκτηση υψηλής θερμοκρασίας. Μετά τη θέρμανσή τους, τα ρευστά ακολουθούν ανοδική πορεία λόγω του χαμηλότερου βάρους τους, ώστε να εγκαθίστανται έτσι ρεύματα φυσικής κυκλοφορίας (φαινόμενο θερμοσιφωνισμού).
3. *Υπαρξη περατού και πορώδους πετρώματος,* το οποίο θα «φιλοξενεί» για σημαντικό χρόνο τα θερμανθέντα ρευστά μέχρι της τελικής διαφυγής τους από το σύστημα. Το πέτρωμα αυτό ορίζεται ως «γεωθερμικός ταμιευτήρας και είναι και ο γεωτρητικός στόχος μιας γεωθερμικής εκμετάλλευσης.
4. *Υπαρξη αδιαπέρατου πετρώματος (πέτρωμα κάλυμμα)* πάνω από το αποταμιευτήριο πέτρωμα. Το πέτρωμα κάλυμμα παρεμποδίζει τη διαφυγή των θερμών ρευστών προς την επιφάνεια (συντελεί στη μακρότερη παραμονή τους στο αποταμιευτήριο πέτρωμα) και προστατεύει τον ταμιευτήρα από άμεση ψύξη που θα προκαλούσε η κάθοδος ψυχρότερων υπόγειων νερών προς αυτόν.
5. *Πιθανή ύπαρξη μάγματος.* Αυτό δεν είναι απαραίτητο παρά μόνο σε πεδία υψηλής θερμοκρασίας, και μπορεί να βρεθεί σε μικρό σχετικά βάθος (7 έως 15 km) και με θερμοκρασία 600°C - 900°C. Η ύπαρξη μάγματος έχει ως αποτέλεσμα ακόμα υψηλότερες θερμοκρασίες στα ρευστά που προσφέρονται πια και για παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι περιπτώσεις αυτές ειδικότερα διαπιστώνονται στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών της γης, όπου διευκολύνεται η άνοδος ή ο σχηματισμός μάγματος, λόγω της σχετικής κίνησής τους και της προκαλούμενης τριβής.

2.2.4 Διάκριση των γεωθερμικών πεδίων

Πλέον, το πιο συνηθισμένο κριτήριο για την ταξινόμηση των γεωθερμικών πηγών βασίζεται στην ενθαλπία των γεωθερμικών ρευστών που δρουν ως «μεταφορείς», μεταφέροντας θερμότητα από τα θερμά πετρώματα που βρίσκονται βαθιά στο υπέδαφος προς την επιφάνεια. Η ενθαλπία, η οποία μπορεί να θεωρηθεί λίγο πολύ ανάλογη της θερμοκρασίας, χρησιμοποιείται για να εκφράσει το θερμικό

²⁵ Γελεγένης Ι, Ι. & Αζαόπουλος Ι, Π. (2005), *Πηγές ενέργειας – Συμβατικές και ανανεώσιμες*, σελ. 217-222 Αθήνα: Σύγχρονη εκδοτική

περιεχόμενο (θερμική ενέργεια) των ρευστών, και παρέχει μια γενική εικόνα της «αξίας» τους. Έτσι, τα γεωθερμικά πεδία διακρίνονται, ανάλογα με τη θερμοκρασία τους, σε υψηλής ενθαλπίας, μέσης ενθαλπίας, χαμηλής ενθαλπίας και ομαλής ενθαλπίας.

- Υψηλής ενθαλπίας είναι τα πεδία με θερμοκρασία άνω των 150°C. Τα πεδία αυτά εμφανίζονται σε περιοχές που αποτελούν τα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών και σημεία σεισμικών επίκεντρων. Λόγω της υψηλής ενθαλπίας τους, οι περιοχές αυτές ενδείκνυνται και χρησιμοποιούνται για ηλεκτροπαραγωγή.
- Μέσης ενθαλπίας είναι τα πεδία με θερμοκρασία από 100°C έως 150°C.
- Χαμηλής ενθαλπίας είναι τα πεδία στα οποία η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη των 100°C.
- Ομαλής ενθαλπίας είναι τα πεδία με θερμοκρασίες μεταξύ 15°C και 30, όπου το γεωθερμικό απόθεμα θερμαίνεται με αγωγιμότητα και εμφανίζεται σε περιοχή με συνηθισμένη γεωθερμική βαθμίδα και θερμική ροή.

Επιπλέον, τα γεωθερμικά πεδία, ανάλογα με την υπάρχουσα φάση στον ταμιευτήρα τους, διακρίνονται σε γεωθερμικά πεδία νερού, γεωθερμικά πεδία ατμού και θερμά ξηρά πετρώματα.

Στα γεωθερμικά πεδία νερού, το νερό της βροχής περνά στο έδαφος από την επιφάνεια και κινείται προς τα κάτω. Σε βάθος 2-6 χλμ. θερμαίνεται από θερμά πετρώματα, τα οποία θερμαίνονται και αυτά από άλλα τετηγμένα πετρώματα. Το νερό διαστέλλεται και κινείται προς τα πάνω. Αν τα πετρώματα έχουν υψηλή διαπερατότητα, φτάνουν στην επιφάνεια και διασκορπίζονται ως εκροές θερμών πηγών. Εάν κατά την ανοδική του πορεία το νερό βρίσκει πετρώματα που το εμποδίζουν, αποθηκεύεται σε περατά πετρώματα κάτω από αυτά.²⁶

Στα γεωθερμικά πεδία ατμού υπάρχει συνεχής φάση ατμού, που ελέγχει την πίεση στο σύστημα. Τα πεδία αυτά παράγουν ξηρό ή πολύ θερμό ατμό. Συνήθως, στους ταμιευτήρες των πηγών αυτών υπάρχει νερό σε πολύ μεγάλα βάθη, το οποίο εξατμίζεται, με αποτέλεσμα τη μείωση της ελεύθερης στάθμης του. Κατά την εξάτμιση, ο ατμός κινείται προς τα ανώτερα τμήματα του ταμιευτήρα, όπου ψύχεται και

²⁶ Μαλεβίτη, Ε. (2012), *Ενεργειακή διαχείριση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, σελ. 50-51, Αθήνα: Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε.

συμπυκνώνεται. Από το συμπύκνωμα, ένα τμήμα κινείται πάλι προς τα κάτω και επιστρέφει στο στρώμα του νερού, ενώ ένα άλλο τμήμα συγκρατείται στους πόρους των πετρωμάτων σε υγρή κατάσταση.

Στα θερμά ξηρά πετρώματα δεν υπάρχει διαπερατότητα και, συνεπώς, δεν υπάρχουν ρευστά. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι γρανίτες, οι οποίοι έχουν πολύ μεγάλη πυκνότητα και είναι πλούσιοι σε ραδιενεργά στοιχεία. Για να δημιουργηθεί σε αυτό το σύστημα ένα γεωθερμικό πεδίο, πρέπει αρχικά να υπάρξει διαπερατότητα και να τροφοδοτηθεί το σύστημα με ρευστά. Για να επιτευχθεί αυτό, εφαρμόζεται υδραυλική διέγερση ή έκρηξη με χημική ή πυρηνική αντίδραση, και ακολούθως συνεχής ανακυκλοφορία ρευστών από την επιφάνεια μέσα από το σύστημα. Στην περίπτωση της υδραυλικής διέγερσης, ανοίγεται μια γεώτρηση και διέρχεται ρευστό με πολύ μεγάλη πίεση. Στην περίπτωση της χημικής έκρηξης ή πυρηνικής αντίδρασης προκαλείται έκρηξη στον πυθμένα της γεώτρησης. Έτσι, δημιουργούνται ρωγμές και διαπερατότητα στα στρώματα. Στη συνέχεια, διανοίγεται και δεύτερη γεώτρηση πολύ κοντά στην πρώτη, που φτάνει σε λίγο μικρότερο βάθος.²⁷

2.2.5 Αξιοποίηση των γεωθερμικών πηγών

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι η πιο σημαντική μορφή αξιοποίησης των γεωθερμικών πόρων υψηλής θερμοκρασίας (>150°C). Οι μέσης και χαμηλής θερμοκρασίας πόροι (<150°C) είναι κατάλληλοι για πολλούς διαφορετικούς τύπους εφαρμογών. Πρέπει να σημειωθεί, ότι το κατώτατο όριο των περίπου 20°C μπορεί να ξεπεραστεί, αλλά μόνο υπό ορισμένες συνθήκες, και κυρίως με τη χρήση των αντλιών θερμότητας.²⁸

Γενικά, οι δυνατές χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας εξαρτώνται από τη θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών. Πρώτης επιλογής, βέβαια, είναι η ηλεκτροπαραγωγή, ως η πλέον πρόσφορη μορφή ενέργειας για μεταφορά και χρήση, και εφαρμόζεται πάντα για πεδία υψηλής ενθαλπίας. Για θερμοκρασίες όμως

²⁷ Μαλεβίτη, Ε. (2012), *Ενεργειακή διαχείριση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, σελ. 50-51, Αθήνα: Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε.

²⁸ Signanini, P., Crema, G., & Di Fazio, M. (2012), «Γεωθερμική ενέργεια», *Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο*, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ. 145,

http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

χαμηλότερες των 150°C είναι οριακά οικονομική, οπότε μπορούν να εφαρμόζονται μη ηλεκτρικές χρήσεις.²⁹

2.2.6 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής, ανάλογα με τη θερμοκρασία και τα χαρακτηριστικά των ρευστών. Οι βασικές ιδιομορφίες της γεωθερμικής ηλεκτροπαραγωγής είναι:³⁰

1. Πρόκειται για *ανοικτή διεργασία* και όχι κλειστό κύκλο. Σε αντίθεση με τη συνήθη ηλεκτροπαραγωγή όπου το συμπύκνωμα επαναθερμαίνεται για να επαναλάβει τον κύκλο, στη γεωθερμία χρησιμοποιείται το ρευστό για ένα πέρασμα από το στρόβιλο και ακολούθως απορρίπτεται.
2. Οι θερμοκρασίες και πιέσεις στην είσοδο του στρόβιλου είναι σαφώς χαμηλότερες από αυτές τις κλασικές μονάδες. Επίσης, η πίεση στην έξοδο του στρόβιλου είναι υψηλότερη από αυτή των αντίστοιχων μονάδων κλειστού κυκλώματος, λόγω της ύπαρξης ασυμπύκνωτων αερίων που καθιστά απαγορευτική τη διατήρηση υψηλού κενού. Έτσι, *οι αποδόσεις των γεωθερμοηλεκτρικών μονάδων είναι χαμηλότερες από τις συνηθισμένες*.
3. Καθώς πρόκειται για ανοικτή διεργασία, δεν ενδιαφέρει πλέον η καθαρότητα των γεωθερμικών ρευστών στην έξοδο του στρόβιλου. Μπορεί, επομένως, αντί του κλασικού ψυγείου (εναλλάκτης θερμότητας που χρησιμοποιείται ως συμπυκνωτής) να χρησιμοποιείται *συμπυκνωτής επαφής*, βαρομετρικός, σε συνδυασμό με πύργο ψύξης.
4. Θα πρέπει να αντιμετωπίζεται το πρόβλημα διάθεσης των γεωθερμικών ρευστών, αφού περάσουν από το στρόβιλο (ή και όσων παρακάμπτουν το στρόβιλο).

2.2.7 Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας

Σύμφωνα με την κ. Εύα Μαλεβίτη, 2012: «Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας σε πολύ μεγάλα βάθη γίνεται με τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Πρόκειται για συστήματα υδρόψυκτων αντλιών θερμότητας σε συνδυασμό με εναλλάκτες θερμότητας εδάφους ή τροφοδοτούμενες υπό υδρογεώτρηση. Η λειτουργία

²⁹ Γελεγένης Ι, Ι. & Αζαόπουλος Ι, Π. (2005), *Πηγές ενέργειας – Συμβατικές και ανανεώσιμες*, σελ. 232, Αθήνα: Σύγχρονη εκδοτική

³⁰ Γελεγένης Ι, Ι. & Αζαόπουλος Ι, Π. (2005), *Πηγές ενέργειας – Συμβατικές και ανανεώσιμες*, σελ. 233, Αθήνα: Σύγχρονη εκδοτική

των αντλιών βασίζεται στο γεγονός ότι χρησιμοποιούν τη θερμότητα της Γης ως πηγή για θέρμανση, με τη χρήση νερού για τη μεταφορά της γήινης θερμότητας στον εξατμιστή της αντλίας θερμότητας. Τα ίδια συστήματα μπορούν να παρέχουν και ψύξη, χρησιμοποιώντας τη Γη ως αποδέκτη θερμότητας».

Σύμφωνα με έρευνα που διεξάγεται σε διεθνές επίπεδο, έχουν καθιερωθεί οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας ως μια μορφή τεχνολογίας που συμβάλλει στην αειφόρο ανάπτυξη και την ενεργειακή κατανάλωση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αφού καταναλώνουν 30%-50% λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα συστήματα αερόψυκτων αντλιών θερμότητας. Συγκεκριμένα, το νερό που τροφοδοτεί τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας είναι δυνατόν να προέρχεται από το υπέδαφος μέσω υδρογεωτρήσεων θερμοκρασίας 10°C έως 30°C, από επιφανειακά ύδατα (θάλασσα, λίμνες, ποτάμια) θερμοκρασίας 5°C έως 25°C και από εναλλάκτες θερμότητας εδάφους που παρέχουν 0°C έως 15°C όταν το σύστημα επιδιώκει θέρμανση, και 20°C έως 35°C όταν επιδιώκει ψύξη. Όταν λειτουργούν ως συστήματα θέρμανσης, το ζεστό νερό που παρέχουν έχει θερμοκρασία 30°C έως 60°C, οπότε πρέπει να συνδυαστούν με συστήματα θέρμανσης χαμηλής θερμοκρασίας, όπως είναι τα φανκόιλς, το ενδοδαπέδιο σύστημα και οι κεντρικές μονάδες παροχής αέρα μέσω αεραγωγών. Γενικά, όσο μικρότερη είναι η παρεχόμενη θερμοκρασία, τόσο μεγαλύτερος και ο βαθμός της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος. Παρ' όλο που η παραγωγή ηλεκτρισμού και οι θερμικές εφαρμογές της γεωθερμίας παρουσιάζουν μικρή ανάπτυξη, με ετήσιο ρυθμό αύξησης γύρω στο 5% - 7%, η αγορά των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας γνωρίζει μεγάλη άνθηση τα τελευταία χρόνια στις χώρες της κεντρικής και της βόρειας Ευρώπης, με πρωτοπόρους τη Σουηδία και τη Γερμανία, όπου είναι εγκατεστημένες 300.000 και 130.000 αντλίες αντίστοιχα.³¹

2.2.8 Πλεονεκτήματα γεωθερμικής ενέργειας

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια από τις πιο καθαρές, αξιόπιστες και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, η οποία έχει να κάνει με τη χρήση της θερμότητας που προέρχεται από εσωτερικό της Γης. Η θερμότητα αυτή εξέρχεται στην επιφάνεια σε μορφή ατμού ή θερμού νερού μέσω ηφαιστειακών εκροών, ρηγμάτων του υπεδάφους,

³¹ Μαλεβίτη, Ε. (2012), *Ενεργειακή διαχείριση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, σελ. 54-55, Αθήνα: Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε.

κυκλοφορίας των υπόγειων υδάτων, καθώς και από φυσικούς υδάτινους ταμιευτήρες υψηλής θερμοκρασίας.³²

Η χρήση της γεωθερμίας επιτυγχάνεται με πηγάδια γεωτρήσεων, τα οποία αντλούν ζεστό νερό ή ατμό από τους υπόγειους υδάτινους ταμιευτήρες με σκοπό την κίνηση ειδικών τουρμπινών για την δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας. Το ψυχρό πια γεωθερμικό υγρό που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας εισάγεται ξανά στον υπόγειο ταμιευτήρα όπου αναθερμαίνεται για να ξαναχρησιμοποιηθεί με νέα άντληση, δημιουργώντας έτσι μια ισόρροπη διαδικασία ανακύκλωσης, η οποία είναι τελείως φιλική με το περιβάλλον.

Από την άλλη πλευρά, τα γεωθερμικά συστήματα ψύξης και θέρμανσης λειτουργούν με άντληση νερού από αγωγό, ο οποίος εισχωρεί στο υπέδαφος, και μέσω της εκμετάλλευσης της διαφοράς θερμοκρασίας το νερό ψύχεται ή θερμαίνεται και έπειτα ο αέρας οδηγείται μέσω του αγωγού στο οίκημα είτε για ψύξη είτε για θέρμανση. Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για θέρμανση έναντι της χρήσης ορυκτών καυσίμων προσφέρει μια πληθώρα πλεονεκτημάτων, καθώς ένα γεωθερμικό σύστημα χρησιμοποιεί για τη λειτουργία του 70% λιγότερη ενέργεια σε σχέση με ένα πεπαλαιωμένο σύστημα ψύξης-θέρμανσης, ενώ κάνει οικονομία σε ενέργεια κατά 50% με 30% σε σχέση με ένα καινούριο σύστημα ψύξης-θέρμανσης.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, η γεωθερμική ενέργεια έχει σημαντικά πλεονεκτήματα, τα οποία συνοψίζονται ως εξής:

1. Λιγότερη μόλυνση για το περιβάλλον με την μη χρήση ορυκτών μετάλλων.
2. Για την κατασκευή μιας γεωθερμικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρισμού δεν χρειάζεται μεγάλη έκταση γης.
3. Παρέχει αξιοπιστία, καθώς σε σχέση με όλα τα άλλα είδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, όπως την αιολική και την ηλιακή, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό με συνεχή διάρκεια 24 ώρες το 24ωρο χωρίς να εξαρτάται από φυσικές αιτίες που μπορεί να την παρεμποδίσουν.
4. Έχει χαμηλές τιμές ηλεκτρικού ρεύματος, επειδή οι μονάδες γεωθερμίας έχουν χαμηλό κόστος λειτουργίας.
5. Η γεωθερμική ενέργεια είναι, στην ουσία, ανεξάντλητη.

³² Geofar (2009), «Τι είναι η Γεωθερμική ενέργεια»,

http://www.energia.gr/geofar/page.asp?p_id=12&lng=5

6. Όπως και οι υπόλοιπες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, η γεωθερμία παρέχει ασφάλεια των ενεργειακών προμηθειών, μειώνοντας την εξάρτηση από συμβατικές πηγές καυσίμων.

2.2.9 Μειονεκτήματα γεωθερμικής ενέργειας

Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας συναντά ορισμένα βασικά προβλήματα, τα οποία θα πρέπει να λυθούν ικανοποιητικά για την οικονομική εκμετάλλευση της εναλλακτικής αυτής μορφής ενέργειας. Οι τύποι αυτοί των προβλημάτων είναι ο σχηματισμός επικαθίσεων (ή όπως συχνά λέγεται «καθαλατώσεις» ή «αποσβέσεις») σε κάθε σχεδόν επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το γεωθερμικό ρευστό, η διάβρωση των μεταλλικών επιφανειών, καθώς και ορισμένες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις (διάθεση των ρευστών μετά τη χρήση τους, εκπομπές τοξικών αερίων, ιδίως του υδροθείου.

Όλα αυτά τα προβλήματα σχετίζονται άμεσα με την ιδιαίτερη χημική σύσταση των περισσότερων 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 εκμετάλλευσης μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες ευνοϊκές τόσο για τη χημική προσβολή των μεταλλικών επιφανειών, όσο και για την απόθεση ορισμένων διαλυμένων ή αιωρούμενων στερεών κατά την απελευθέρωση στο περιβάλλον επιβλαβών ουσιών.³³

- 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 μονάδας και η επιλογή των κατάλληλων συνθηκών λειτουργίας της, η ρύθμιση του pH του ρευστού, η προσθήκη χημικών ουσιών (αναστολέων δημιουργίας επικαθίσεων) και τέλος, η απομάκρυνση των σχηματιζόμενων στερεών με χημικά ή φυσικά μέσα, στη διάρκεια προγραμματισμένων και όχι διακοπών λειτουργίας της μονάδας.
- Οι διάφορες δυνατότητες ελέγχου της διάβρωσης στις γεωθερμικές μονάδες επικεντρώνονται α) στην επιλογή του κατάλληλου υλικού κατασκευής (π.χ. χρήση

³³ Η ενέργεια γύρω μας (2012), «Γεωθερμία: Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα»,

<http://ienergiagiromas.weebly.com/pilambdaepsilomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha--muepsiloniotaomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha2.html>

πολυμερικών υλικών, εναλλακτών θερμότητας από τιτάνιο, Hastelloy κ.λπ., β) στην επικάλυψη των μεταλλικών επιφανειών με ανθεκτικά στη διάβρωση στρώματα, γ) στην προσθήκη αναστολέων διάβρωσης, και δ) στον ορθό σχεδιασμό της μονάδας.

- Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται ήπια μορφή ενέργειας, σε σχέση 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 το διαχωρισμό των επιπτώσεων από την αξιοποίηση της γεωθερμίας. Τα προβλήματα από τη διάθεση των νερών που χρησιμοποιούνται για άμεσες χρήσεις είναι, κατά κανόνα, ηπιότερα (και σχεδόν μηδενικά) από ότι των ρευστών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

- Επίσης, θα πρέπει να τονιστεί ότι, στην περίπτωση που εφαρμόζεται η άμεση επανεισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα, όπως στην περίπτωση των μονάδων με δυαδικό κύκλο, οι επιπτώσεις είναι ελάχιστες. Βέβαια, κατά τη φάση της έρευνας, της ανόρυξης των γεωτρήσεων, των δοκιμών και της κατασκευής της μονάδας, μπορούν να υπάρξουν διαφορές και διάθεση γεωθερμικών νερών σε υδάτινους αποδέκτες, καθώς και αυξημένος θόρυβος.³⁴

- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την αξιοποίηση των ρευστών υψηλής ενθαλπίας διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή και ταξινομούνται σε συνάρτηση της αιτίας, όπως τη χρήση γης, εκπομπές αερίων, τη διάθεση υγρών αποβλήτων, θόρυβο, δημιουργία μικροσεισμικότητας και καθιζήσεις. Η έκταση γης που απαιτείται για την αξιοποίηση της γεωθερμίας (π.χ. για την εγκατάσταση της μονάδας, ο χώρος για τις γεωτρήσεις, τις σωληνώσεις μεταφοράς και τους δρόμους πρόσβασης) είναι γενικά μικρότερη από την έκταση της γης που απαιτούν άλλες μορφές ενέργειας (ατμοηλεκτρικοί σταθμοί άνθρακα, υδροηλεκτρικοί σταθμοί, κ.λπ.).

- Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) που εκπέμπεται από γεωθερμικές μονάδες ποικίλλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του πεδίου, καθώς και την τεχνολογία παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, αν και οι εκπομπές του είναι κατά πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες εκπομπές ατμοηλεκτρικών μονάδων, και συγκρίνονται

³⁴ Η ενέργεια γύρω μας (2012), «Γεωθερμία: Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα»,

<http://ienergiagiromas.weebly.com/pilambdaepsilomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha--muepsiloniotaomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha2.html>

ευνοϊκά και με τις εκπομπές (έμμεσες ή άμεσες) από πολλές ΑΠΕ. Το υδρόθειο (H₂S), λόγω της έντονης οσμής του και της σχετικής τοξικότητάς του, είναι υπεύθυνο τις περισσότερες φορές για την προκατάληψη που εκδηλώνεται κατά τη γεωθερμίας. Οι εκπομπές υδρόθειου ποικίλλουν από <0,5g/kWh μέχρι και 7g/kWh.

- Η κύρια ανησυχία από τη αξιοποίηση της γεωθερμίας υψηλής ενθαλπίας προέρχεται από τη διάθεση των γεωθερμικών νερών στου υδάτινους αποδέκτες. Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και της περιεκτικότητάς του σε διάφορα χημικά συστατικά, το γεωθερμικό ρευστό πριν διατεθεί σε υδάτινους αποδέκτες θα πρέπει να υποστεί κάποια επεξεργασία και να μειωθεί η θερμοκρασία του. Τονίζεται ότι, η περιβαλλοντικά περισσότερο αποδεκτή μέθοδος διάθεσης των γεωθερμικών ρευστών είναι η επανεισαγωγή τους στο ταμιευτήρα.
- Τέλος, συγκρινόμενη με τις άλλες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, η γεωθερμία δεν υστερεί σε περιβαλλοντικά οφέλη. Αυτό βέβαια έρχεται σε προφανή αντίθεση με την εντύπωση που κυριαρχεί ότι ορισμένες ΑΠΕ (π.χ. φωτοβολταϊκά, αιολική ενέργεια) δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον. Η εντύπωση αυτή μεταβάλλεται όταν κανείς συνυπολογίσει τις επιπτώσεις οποιαδήποτε μορφής ενέργειας σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής μια τεχνολογίας, αλλά και την επιβάρυνση από την κατασκευή και λειτουργία των μονάδων.³⁵

³⁵ Η ενέργεια γύρω μας (2012), «Γεωθερμία: Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα»,
<http://ienergiagiromas.weebly.com/pilambdaepsilomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha--muepsiloniotaomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha2.html>

ΕΝΟΤΗΤΑ 2.3 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

2.3.1 Έννοια και χαρακτηριστικά

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια, η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση και τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της περωτής του στροβίλου, υφίσταται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της περωτής, και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνεται η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού μέσω των οποίων γίνεται η μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρικής, ονομάζεται «υδροηλεκτρικό έργο».

Η δέσμευση/αποθήκευση ποσοτήτων ύδατος σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες, για ένα υδροηλεκτρικό σταθμό ισοδυναμεί πρακτικά με αποταμίευση υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η προγραμματισμένη αποδέσμευση αυτών των ποσοτήτων ύδατος και η εκτόνωσή τους στους υδροστροβίλους οδηγεί στην ελεγχόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με δεδομένη την ύπαρξη κατάλληλων υδάτινων πόρων και τον επαρκή εφοδιασμό τους με τις απαραίτητες βροχοπτώσεις, η υδροηλεκτρική ενέργεια καθίσταται μια σημαντικότερη εναλλακτική πηγή ανανεώσιμη ενέργειας.³⁶

Τα περιβαλλοντικά οφέλη ενός υδροηλεκτρικού σταθμού είναι ποικίλα. Ακόμα και το μειονέκτημα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εξ αιτίας των μεγάλης κλίμακας έργων πολιτικού μηχανικού, τα οποία ένα μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο προϋποθέτει, με μια καλοσχεδιασμένη μελέτη, μπορεί να μετατραπεί σε πλεονέκτημα. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της λίμνης πλαστήρα, κατά την οποία ο κατακλυσμός της περιοχής από ύδατα μετά τη δημιουργία του φράγματος, δημιούργησε ένα νέο υδροβιότοπο, ο οποίος σύντομα μετατράπηκε σε πόλο τουριστικής έλξης δίνοντας ταυτόχρονα νέες αρδευτικές δυνατότητες στη γύρω περιοχή.

Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα είναι κυρίως «συνεχούς ροής», δηλαδή δεν περιλαμβάνουν σημαντική περισυλλογή και αποταμίευση ύδατος, και συνεπώς ούτε κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων. Γι' αυτό τον λόγο γίνεται συνήθως και ο διαχωρισμός μεταξύ μικρών και μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων. Ένας μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με

³⁶ ΥΠΕΚΑ, (2009), «Υδροηλεκτρική ενέργεια», <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=484>

το περιβάλλον, καθώς το σύνολο των επιμέρους παρεμβάσεων στην περιοχή εγκατάστασης του έργου, μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά, στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τους τοπικούς πόρους.³⁷

2.3.2 Υδροηλεκτρικό σύστημα

Ένα υδροηλεκτρικό σύστημα περιλαμβάνει την πηγή του νερού, τη σωλήνωση όδευσης του νερού από την πηγή του στον υδροστρόβιλο, το σύστημα ελέγχου και ρύθμισης της ροής, τον υδροστρόβιλο, τη γεννήτρια ρεύματος, τον ρυθμιστή της γεννήτριας και τα καλώδια για τη μεταφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Το υδατόφραγμα εξασφαλίζει τη σταθερή ροή του νερού προς το σύστημα χωρίς διακυμάνσεις, και ταυτόχρονα, επιτρέπει την αποθήκευση ενέργειας στον ταμιευτήρα.

Λόγω των σταθερών συνθηκών που επικρατούν στα συστήματα αυτά, οι υδροστρόβιλοι έχουν μεγάλοι διάρκεια ζωής που φθάνει έως και 50 χρόνια, το δε κόστος τους αυξάνει ανάλογα με την παροχή Q του νερού.³⁸

Σημαντικό κόστος στο σύστημα δημιουργεί, επίσης, η σωλήνωση κίνησης του νερού προς τον υδροστρόβιλο. Ο λόγος είναι ότι πρέπει να έχει μεγάλη διάμετρο, προκειμένου να μειώνονται οι απώλειες της ενέργειας στο 1/10 του ύψους της υδατόπτωσης. Το κόστος του συστήματος εξαρτάται από το μέγεθος και την ισχύ του, ενώ το κόστος ανά kW μειώνεται ανάλογα με την αύξηση του ύψους της υδατόπτωσης και τη συνολική ισχύ της μονάδας.

2.3.3 Τύποι υδροστροβίλων

Οι τρεις βασικοί τύποι υδροστροβίλων, ανάλογα με τη λειτουργία του κάθε στροβίλου, είναι οι Pelton, Francis και Kaplan.

Ο στρόβιλος Pelton έχει την ικανότητα να οδηγεί το νερό σε ένα ή περισσότερα ακροφύσια, από τα οποία εκτοξεύεται με μεγάλες ταχύτητες στα πτερύγια της περωτής. Τα πτερύγια έχουν διαμορφωθεί σαν δύο πανομοιότυπα δοχεία, έτσι ώστε το νερό να διαχωρίζεται στην αιχμηρή ακμή των δύο δοχείων και να περνά από την εσωτερική επιφάνειά τους, ακολουθώντας μια τοξοειδή διαδρομή και αποδίδοντας όλη την κινητική ενέργεια του νερού. Ο στρόβιλος Pelton χρησιμοποιείται σε μεγάλες

³⁷ ΥΠΕΚΑ, (2009), «Υδροηλεκτρική ενέργεια», <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=484>

³⁸ Μαλεβίτη, Ε. (2012), *Ενεργειακή διαχείριση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, σελ.61, Αθήνα: Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε.

υδροηλεκτρικές μονάδες, με μεγάλο ύψος και μικρές ποσότητες νερού. Οι στρόβιλοι αυτού του τύπου λειτουργούν με μεγάλο αριθμό στροφών (3.000 ανά λεπτό) και έχουν βαθμό απόδοσης έως 90%. Το βασικό μειονέκτημα του στρόβιλου Pelton είναι η ταχεία διάβρωση των υλικών, όπως η σπήλωση του χάλυβα.

Ο στρόβιλος Francis αποτελεί τον συνηθέστερο τύπο στρόβιλου σε υδροηλεκτρικά έργα μεσαίου μεγέθους. Αυτός ο στρόβιλος κινείται με την πίεση του νερού στα πτερύγια της περωτής, στα οποία το νερό φθάνει μέσω περιμετρικού κοχλιοειδούς καναλιού. Ένας σταθερός τροχός που καθοδηγεί το νερό, έχει τοποθετημένα πτερύγια τα οποία στρέφονται αντίθετα προς την κατεύθυνση προσανατολισμού των σταθερών πτερυγίων της περωτής και ρυθμίζουν έτσι τη γωνία πρόσπτωσης και την ταχύτητα του νερού.³⁹

Τέλος, ο στρόβιλος Kaplan αποτελεί μια πιο βελτιωμένη έκδοση του στρόβιλου Francis. Η περωτή αυτού του στρόβιλου τοποθετείται συνήθως κατακόρυφα και μοιάζει με έλικα πλοίου. Τα πτερύγιά της μπορούν να περιστραφούν, επιτυγχάνοντας έτσι υψηλότερη απόδοση κατά τη λειτουργία του. Ο συγκεκριμένος στρόβιλος είναι κατάλληλος για μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες, με μικρό ύψος πτώσης και μικρές ποσότητες νερού.

2.3.4 Τύποι υδροηλεκτρικών έργων

Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται, ανάλογα με το μέγεθός τους, σε μικρής και μεγάλης κλίμακας. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από αυτά της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών, γεγονός που έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ενδεικτικά, η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση ψαριών και της άγριας ζωής, και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα, καθώς επεμβαίνει δραστικά στη μορφολογία της περιοχής. Αντίθετα, τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα εγκαθίστανται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια, και η λειτουργία τους παρουσιάζει πολύ μικρότερη περιβαλλοντική επιρροή.

Επίσης, τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα είναι κυρίως συνεχούς ροής, δηλαδή δεν συνδέονται με σημαντική συλλογή και αποταμίευση νερού, οπότε και δεν

³⁹ Μαλεβίτη, Ε. (2012), *Ενεργειακή διαχείριση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, σελ. 61-63, Αθήνα: Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε.

απαιτείται κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων. Γι' αυτό, οι υδροηλεκτρικές μονάδες ισχύος μικρότερης των 30MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας έργα. Κατά τη λειτουργία αυτών των έργων, ένα μέρος της ροής του ποταμού οδηγείται στον στρόβιλο για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας, και έπειτα για τη μετατροπή της ηλεκτρική μέσω της γεννήτριας. Στην συνέχεια, η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού επιστρέφει στον φυσικό ταμιευτήρα ακολουθώντας τη φυσική ροή.⁴⁰

2.3.5 Πλεονεκτήματα υδροηλεκτρική ενέργειας

Τα κύρια πλεονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας που προέρχονται από μονάδες μικρής και μεγάλης κλίμακας είναι τα ακόλουθα:⁴¹

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις απαιτηθεί, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς που απαιτούν σημαντικό χρόνο προετοιμασίας.
- Είναι μια «καθαρή» και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με συνακόλουθα οφέλη, όπως την εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος.
- Μέσω των υδατοταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, περιοχών αναψυχής και αθλητισμού.

2.3.6 Μειονεκτήματα υδροηλεκτρική ενέργειας

Σχετικά με τα μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας, αναφέρονται μόνο εκείνα που σχετίζονται με τη δημιουργία έργων μεγάλης κλίμακας, όπως:

- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού, καθώς και ο συνήθως μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του έργου.
- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση της περιοχής του έργου (συμπεριλαμβανομένων της γεωμορφολογίας, της πανίδας και της χλωρίδας), καθώς και η ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, η υποβάθμιση περιοχών και οι απαιτούμενες

⁴⁰ Μαλεβίτη, Ε. (2012), *Ενεργειακή διαχείριση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, σελ.63, Αθήνα: Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε.

⁴¹ Η ενέργεια γύρω μας (2012), «Υδροηλεκτρική ενέργεια: Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα», <http://ienergiagiromas.weebly.com/pilambdaepsilomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha--muepsiloniotaomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha1.html>

αλλαγές χρήσης γης. Επιπλέον, σε περιοχές δημιουργίας έργων, έχει παρατηρηθεί αλλαγή του μικροκλίματος, αλλά και αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητάς τους.

Άλλωστε, για το παραπάνω μειονέκτημα, η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή έργων μικρότερης κλίμακας, όπως τη δημιουργία μικρότερων φραγμάτων, συστοιχίες μικρών υδροηλεκτρικών έργων και τις μονάδες μικρής κλίμακας.⁴²



⁴² Η ενέργεια γύρω μας (2012), «Υδροηλεκτρική ενέργεια: Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα», <http://ienergiagiromas.weebly.com/pilambdaepsilomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha--muepsiloniotaomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha1.html>

ΕΝΟΤΗΤΑ 2.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

2.4.1 Χαρακτηριστικά της ενέργειας των κυμάτων

Τα θαλάσσια κύματα προκαλούνται από τον αέρα όπως φυσάει πέρα από τη θάλασσα. Τα κύματα είναι μια ισχυρή πηγή ενέργειας. Το πρόβλημα είναι ότι δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί αυτή η ενέργεια για να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια σε μεγάλα ποσά. Συνεπώς, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος κυμάτων είναι σπάνιοι. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι παραγωγής ενέργειας από τα κύματα, αλλά μια από τις αποτελεσματικότερες λειτουργεί όπως μια μηχανή κυμάτων πισινών. Έτσι, σε μια πισίνα, ο αέρας φυσιέται μέσα και έξω από μια μηχανή εκτός από τη λίμνη, η οποία κάνει το νερό να μετακινείται πάνω κάτω, προκαλώντας τα κύματα.⁴³

Παρόμοια, σε ένα σταθμό παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος κυμάτων, η άφιξη των κυμάτων προκαλεί άνοδο και πτώση του νερού εντός του θαλάμου του σταθμού, το οποίο προκαλεί τον αέρα να κινείται μέσα και έξω από μια τρύπα στην κορυφή του θαλάμου. Σε αυτήν την τρύπα, τοποθετείται μία τουρμπίνα, η οποία γυρίζει με την κίνηση του αέρα μέσα έξω, με αποτέλεσμα η τουρμπίνα να λειτουργεί ως γεννήτρια. Ένα πρόβλημα σε αυτό το σχέδιο είναι ο κινούμενος αέρας μπορεί να είναι πολύ θορυβώδης, εκτός και εάν εγκατασταθεί στο στρόβιλο σιγαστήρας. Το σύστημα εκμεταλλεύεται την ταχύτητα του κύματος, το ύψος, το βάθος και τη ροή κάτω από το πλησιάζον κύμα, παράγοντας κατά συνέπεια την ενέργεια αποτελεσματικότερα και φθηνότερα από άλλα θαλάσσια κύματα και τις υπόλοιπες συμβατικές τεχνολογίες.

2.4.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την παλίρροια

Κατά την διάρκεια των προηγούμενων σαράντα ετών, έχει υπάρξει σταθερό ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση της παλιρροιακής δύναμης. Αρχικά, αυτό το ενδιαφέρον εστιάστηκε στις εκβολές, όπου οι μεγάλοι όγκοι του ύδατος περνούν μέσω των στενών καναλιών που παράγουν υψηλές τρέχουσες ταχύτητες. Οι μηχανικοί θεώρησαν ότι εμποδίζοντας τις εκβολές με ένα φράγμα και οδηγώντας το νερό μέσω των στροβίλων, θα ήταν ένας αποτελεσματικός τρόπος να παραχθεί η ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό αποδείχθηκε από την κατασκευή ενός παλιρροιακού φράγματος στο ST Malo στη Γαλλία στον ποταμό La Rance στα μέσα της δεκαετίας του '60.

⁴³ ΙΤΕΣΚ, (2012), «Ενέργεια κυμάτων», <http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi326.html>

Παλιρροιακός σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής είναι ένας ηλεκτρικός σταθμός ισχύος, ο οποίος μετατρέπει την ενέργεια των παλιρροιών της θάλασσας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Ωστόσο, οι παλιρροιακοί φράκτες είναι αποτελεσματικά φράγματα που εμποδίζουν εντελώς ένα κανάλι. Εάν επεκτείνονται πέρα από το στόμα μιας εκβολής, μπορούν να είναι περιβαλλοντικά καταστρεπτικοί. Το πλεονέκτημα ενός παλιρροιακού φράκτη είναι ότι όλος ο ηλεκτρικός εξοπλισμός (γεννήτριες και μετασχηματιστές) μπορεί να κρατηθεί ψηλά επάνω από το νερό. Επίσης, με τη μείωση της διατομής του καναλιού, η τρέχουσα ταχύτητα μέσω των στροβίλων αυξάνεται σημαντικά.⁴⁴

Από την άλλη πλευρά, οι παλιρροιακοί στρόβιλοι είναι ο κύριος ανταγωνιστής των παλιρροιακών φρακτών. Μοιάζουν με μία υποβρύχια τουρμπίνα και προσφέρουν διάφορα πλεονεκτήματα σε σχέση με τον παλιρροιακό φράκτη. Είναι λιγότερο καταστρεπτικοί στην άγρια φύση, επιτρέποντας στις μικρές βάρκες να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν την περιοχή, και έχουν πολύ χαμηλότερες υλικές απαιτήσεις από τον παλιρροιακό φράκτη.

2.4.3 Πλεονεκτήματα ενέργειας κυμάτων

Η ενέργεια από τα κύματα έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:⁴⁵

- Είναι δωρεάν, καθώς δεν χρησιμοποιείται κανένα είδος καύσιμης ύλης.
- Δεν είναι ακριβή η λειτουργία και η συντήρηση των μονάδων παραγωγής ενέργειας μέσω των θαλάσσιων κυμάτων.
- Είναι φιλική προς το περιβάλλον, καθώς κατά τη λειτουργία της μονάδας δεν συνεπάγονται απόβλητα.
- Δίνεται η δυνατότητα παραγωγής ενός μεγάλου ποσού ενέργειας.
- Αποθέματα της πρώτης ύλης (νερό) υπάρχουν σε αφθονία σε παγκόσμια κλίμακα, αφού υδάτινο είναι το 75% της επιφάνειας του πλανήτη Γη.
- Μικρό το χρονικό διάστημα ανάμεσα στην έρευνα, την εγκατάσταση και τη λειτουργία μια τέτοιας μονάδας.

⁴⁴ ΙΤΕΣΚ, (2012), «Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την παλίρροια»,

<http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi3263.html>

⁴⁵ ΙΤΕΣΚ, (2012), «Ενέργεια των κυμάτων: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα»,

<http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi3264.html>

- Μια μονάδα ενέργειας από τα κύματα δεν δημιουργεί προβλήματα στις μετακινήσεις των ψαριών (εκτός από τα παλίρροιακά φράγματα).
- Η κατασκευή τέτοιων εγκαταστάσεων έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία προστατευόμενων υδάτινων περιοχών, οι οποίες είναι ελκυστικές για διάφορα είδη ψαριών και υδρόβιων πουλιών.

2.4.4 Μειονεκτήματα ενέργειας κυμάτων

Τα μειονεκτήματα της ενέργειας των κυμάτων συνοψίζονται ως εξής:⁴⁶

- Η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται από τη δύναμη των κυμάτων, όπου άλλες φορές απαιτούνται μεγάλα ποσά ενέργειας και άλλες μηδενικά. Αντίστοιχα, στην παλίρροια, η παραγωγή της ενέργειας εξαρτάται από την κίνηση των υδάτων.
- Απαιτείται προσεκτική επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης της μονάδας, καθώς θα πρέπει να υπάρχουν δυνατά κύματα ή να εμφανίζονται τα φαινόμενα της παλίρροιας και της άμπωτης.
- Πολλές από τις εγκαταστάσεις είναι θορυβώδης.
- Οι εγκαταστάσεις πρέπει να κατασκευάζονται με ειδικό τρόπο, ώστε να αντέχουν στις δύσκολες καιρικές συνθήκες που θα αντιμετωπίσουν.
- Το κόστος μεταφοράς της παραγόμενης ενέργειας στη στεριά είναι πολύ υψηλό.

⁴⁶ ΙΤΕΣΚ, (2012), «Ενέργεια των κυμάτων: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα»,

<http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi3264.html>

ΕΝΟΤΗΤΑ 2.5 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

2.5.1 Έννοια και χαρακτηριστικά της αιολικής ενέργειας

Η αιολική ενέργεια είναι μία μορφή ενέργειας, που δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από το ήλιο προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μία περιοχή στην άλλη, δημιουργεί δηλαδή τους ανέμους. Ο άνεμος είναι δυνατό να περιστρέφει ανεμοτροχούς, να προωθεί ιστιοφόρα πλοία ή να κινεί αντικείμενα, μπορεί δηλαδή η ενέργειά του να καταστεί εκμεταλλεύσιμη.⁴⁷

Η πηγή αυτής της ενέργειας είναι πρακτικά ανεξάντλητη, ανανεούμενη συνεχώς, γι' αυτό και ονομάζεται ανανεώσιμη. Εάν υπήρχε η δυνατότητα με τη σημερινή τεχνολογία να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια από τον άνεμο, θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα. Όμως, μόνο ένα μικρό ποσοστό της τεράστιας αυτής ποσότητας ενέργειας είναι σήμερα εκμεταλλεύσιμη. Εντούτοις, υπολογίζεται ότι στο 25% της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 μέτρα το δευτερόλεπτο, σε ύψος 10 μέτρων πάνω από το έδαφος. Όταν σε μια περιοχή οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτήν την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα.

2.5.2 Τεχνολογία ανεμογεννητριών

Τα σύγχρονα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν σχεδόν αποκλειστικά μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται «ανεμογεννήτριες». Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες, οι οποίες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικας και στις οποίες ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται ώστε να βρίσκεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο.

⁴⁷ Μαλαματένιος, Χ. (2012), «Αιολική ενέργεια», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ.95, http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα



- Τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός.

Ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα

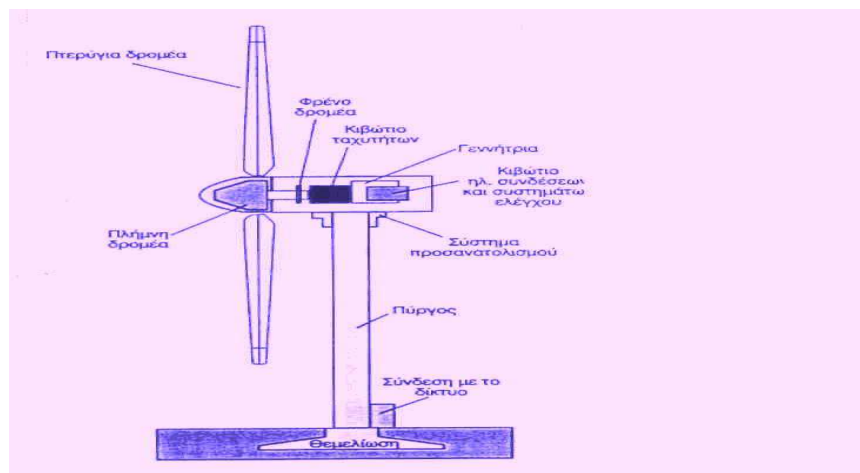


Σήμερα, στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα. Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα αποτελείται από:⁴⁸

⁴⁸ Signanini, P., Crema, G., & Di Fazio, M. (2012), «Γεωθερμική ενέργεια», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ.5,

http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

- Το δρομέα, με δύο ή τρία πτερύγια συνήθως, πολύ σπάνια και με ένα, τα οποία κατασκευάζονται από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη, είτε σταθερά είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από τον διαμήκη άξονά τους, μεταβάλλοντας το βήμα πτερύγωσης.
- Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανά τους και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ανεμογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής.
- Την ηλεκτρογεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική, με 4 ή 6 πόλους, η οποία συνδέεται με την έξοδο του κιβωτίου πολλαπλασιασμού 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 συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου.
- Τον πύργο, επάνω στον οποίο εδράζεται όλη η ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Ο πύργος είναι συνήθως μεταλλικός, σωληνωτός ή δικτυωτός και, σπανίως, από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ το ύψος του είναι τέτοιο, ώστε ο δρομέας να δέχεται την αδιατάρακτη από το έδαφος ροή του ανέμου.
- Τον ηλεκτρικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου ρυθμίζει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας.



2.5.3 Συστήματα αιολική ενέργειας

Τα συστήματα αιολικής ενέργειας, όπως προαναφέρθηκε, μπορούν να διαχωριστούν σε δύο τύπους, ανάλογα με τον τρόπο περιστροφής του άξονα της τουρμπίνας. Στον πρώτο τύπο, ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος σε σχέση με την επιφάνεια του εδάφους, ενώ στον δεύτερο τύπο ο άξονας περιστροφής είναι οριζόντιος. Τα πιο διαδεδομένα συστήματα σε ποσοστό 95% των διαθέσιμων συστημάτων αιολικής ενέργειας, είναι εκείνα στα οποία ο άξονας περιστρέφεται οριζόντια. Κάθε ανεμογεννήτρια αποτελείται από υποσυστήματα, τα οποία περιλαμβάνουν τις λεπίδες, τον μηχανισμό περιστροφής, τον μετασχηματιστή για την μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ηλεκτρική, τον πυλώνα στήριξης, καθώς και τη βάση για την έδραση και στήριξή του.⁴⁹

Τα αιολικά πάρκα αποτελούν την πιο οικονομική εφαρμογή αιολικής ενέργειας, διότι το κόστος κατασκευής και συντήρησης μειώνεται σημαντικά από τα μεγάλα ποσά παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρόλο που πολλά αιολικά πάρκα τοποθετούνται σε υψώματα, η απαίτησή τους για μεγάλης έκτασης εγκατάσταση, ιδίως σε χώρες με μικρή γεωγραφική έκταση, οδήγησε την τοποθέτησή τους σε παράλιες ακτές ή ανοιχτά της θάλασσας. Τα αιολικά πάρκα στη θάλασσα αποτελούν τη μοναδική διέξοδο για χώρες στις οποίες δεν επαρκεί ο χώρος για την εγκατάστασή τους. Και σε αυτήν την περίπτωση, το μεγάλο κόστος κατασκευής στη θάλασσα αντισταθμίζεται από την ιδιαίτερα υψηλή παραγωγή ενέργειας. το πρώτο αιολικό πάρκο που κατασκευάστηκε ανοιχτά της θάλασσας το 1991 ήταν στο Vindeby της Δανίας, το οποίο περιελάμβανε 11 ανεμογεννήτριες. Το πάρκο αυτό συνδέθηκε με μια καινοτόμο ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας και σύντομα άρχισε να αντιγράφεται από άλλες χώρες.

2.5.4 Χρήση της αιολικής ενέργειας

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιούνταν σε μεγάλη έκταση στο παρελθόν, κυρίως για άρδευση. Συγκεκριμένα, πάνω από την αρδευτική γεώτρηση εγκαθίστατο ανεμοκινητήρας, ο οποίος μετέδιδε την περιστροφική κίνηση του οριζόντιου άξονα της περωτής του σε περιστροφική κίνηση κατακόρυφου άξονα που έφθανε ως τη γεώτρηση, κινώντας αντίστοιχα την αντλία. Η επέκταση των δικτύων ηλεκτρικής

⁴⁹ Μαλεβίτη, Ε. (2012), *Ενεργειακή διαχείριση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, σελ.37-38, Αθήνα: Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε.

ενέργειας, όμως, και στις αγροτικές περιοχές εκτόπισε σε μεγάλο βαθμό αυτές τις εφαρμογές με την εγκατάσταση ηλεκτρικών αντλιών. Με την πρώτη ενεργειακή κρίση όμως (1973), ανανεώθηκε διεθνώς το ενδιαφέρον της βιομηχανίας και των πανεπιστημιακών ερευνητικών ομάδων για την αιολική ενέργεια. Τότε, άρχισαν να εμφανίζονται τα πρώτα εμπορικά μοντέλα, Δανικής και Αμερικάνικης κυρίως κατασκευής, με μέση ισχύ ανά ανεμογεννήτρια που δεν υπερέβαινε τα 50KW και ύψος πυλώνα που έφθανε τα 15m. Σήμερα, η βιομηχανία ανεμογεννητριών έχει εξελιχθεί εξαιρετικά, με μέση ισχύ ανά μονάδα τα 1.000KW και με διάμετρο πτερωτής 50m.⁵⁰

Στην Ελλάδα, οι προσπάθειες για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας το '80 από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) και στα μέσα της δεκαετίας του 1990 δόθηκε μεγάλη ώθηση με τη διευκόλυνση επενδύσεων από ιδιώτες με τον Ν.2244/94. Σήμερα, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φθάνει τα 331MW, στα οποία έχει προστεθεί και η ισχύς των τεσσάρων νέων αιολικών πάρκων (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 55MW) στη Θράκη, που τέθηκαν σε λειτουργία το 2003.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η εγκατεστημένη αιολική ισχύς ανά χώρα (σε MW) μέχρι την 31/12/2011, ενώ φαίνεται ο η Ελλάδα καταλαμβάνει την όγδοη θέση στον κόσμο στην αιολική ισχύ ανά εκατομμύριο κατοίκους με 151,01MW.

Εγκατεστημένη αιολική ισχύς ανά χώρα (σε MW) μέχρι την 31/12/2011	
Χώρα	Ισχύς σε MW
Δανία	693,14
Ισπανία	469,28
Πορτογαλία	386,59
Ιρλανδία	355,47
Γερμανία	355,00
Σουηδία	312,79
Καναδάς	151,22
Ελλάδα	151,01
Ηνωμένες Πολιτείες	149,58

⁵⁰ Γελεγένης Ι, Ι. & Αζαόπουλος Ι, Π. (2005), *Πηγές ενέργειας – Συμβατικές και ανανεώσιμες*, σελ.314-315, Αθήνα: Σύγχρονη εκδοτική

Νέα Ζηλανδία	140,56
Ολλανδία	139,10
Αυστρία	128,24
Ιταλία	113,29
Βρετανία	105,04
Γαλλία	104,06
Βέλγιο	98,44
Αυστραλία	97,02
Πράσινο Ακρωτήριο	48,79
Κίνα	46,29
Πολωνία	47,97

51



⁵¹ Electrology: Ηλεκτρολογία και Εκπαίδευση (2012), «Αιολική ενέργεια: η Ελλάδα 8^η στον κόσμο στην εγκατεστημένη ισχύ/εκατ. κατοίκους», <http://electrology.mysch.gr/?p=2453#more-2453>

ΕΝΟΤΗΤΑ 2.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

2.6.1 Έννοια και χαρακτηριστικά

Όπως αναφέρεται στο «Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας»⁵², «η βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και ζωικών ουσιών), τη δασοπονία και τις συναφείς τους βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων της αλιείας και των υδατοκαλλιεργειών, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων».

Αυτό σημαίνει ότι, με κατάλληλη βιομηχανική επεξεργασία, η πρόσφατη συγκομισμένη βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε ισοδύναμο του φυσικού αερίου και των υγρών και στερεών ορυκτών καυσίμων. Με τη χρήση διαφόρων διαδικασιών μετατροπής, όπως η καύση, η αεριοποίηση και η πυρόλυση, η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε «βιο-καύσιμα» για τις μεταφορές, «βιο-θερμότητα» ή «βιο-ηλεκτρισμό».

Η βιομάζα είναι μια παλιά πηγή ενέργειας, που τη χρησιμοποιεί ο άνθρωπος από την εποχή που χρησιμοποιεί τη φωτιά και αποτέλεσε την κυριότερη πηγή ενέργειας μέχρι τον προηγούμενο αιώνα. Ακόμη και σήμερα αποτελεί σημαντικότερη πηγή, καλύπτοντας κατά μέσο όρο το 14% των παγκοσμίων αναγκών σε πρωτογενή ενέργεια.

Η βιομάζα δεν είναι τίποτε άλλο, από μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας, που επιτυγχάνεται από το φυτικό κόσμο με τη φωτοσύνθεση. Αρχικά, η χλωροφύλλη των φυτών δεσμεύει την ηλιακή ενέργεια, αντλώντας διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) από την ατμόσφαιρα, καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος, και παράγει διάφορες οργανικές ενώσεις. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της.⁵³

Με τη βοήθεια θερμοχημικών (σε υψηλές θερμοκρασίες) ή βιοχημικών (με τη δράση μικροοργανισμών) διεργασιών, η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε στερεά, υγρά

⁵² Signanini, P., Crema, G., & Di Fazio, M. (2012), «Ορισμός της Βιομάζας», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ.15-16,

http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

⁵³ Καλκάνης, Γ. (1997), «Η ενέργεια και οι πηγές της – Τι, πώς, γιατί», ΚΑΠΕ – CRES, Βιβλίο II, σελ.39-40, <http://www.cres.gr/kape/education/energeia/I%20Energeia%20kai%20oi%20Piges%20tis-%20Vivlio%20%20.pdf>

ή αέρια καύσιμα, τα λεγόμενα «βιοκαύσιμα». Τα καύσιμα αυτά χρησιμοποιούνται για παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού, καθώς και ως υγρά καύσιμα μεταφορών.

Σημειώνεται ότι, το μεγάλο ενεργειακό δυναμικό, που διαθέτει η βιομάζα, παρέμενε ως τώρα σε μεγάλο ποσοστό ανεκμετάλλευτο, ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες χώρες. Σήμερα, λόγω της συμβατότητας των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων, που προκαλεί η παραγωγή ενέργειας από αυτά, η ανθρωπότητα επανέρχεται βαθμιαία και στην παλαιότερη αυτή πηγή ενέργειας.

Επειδή το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) που παράγεται κατά την καύση των συμβατικών καυσίμων (γαιανθράκων, πετρελαίου) και ελκύεται στην ατμόσφαιρα, συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, δηλαδή στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, διαγράφονται μεγάλοι κίνδυνοι οικολογικών αναστατώσεων. Η βιομάζα από αυτής της πλευράς πλεονεκτεί έναντι των συμβατικών καυσίμων, διότι ενώ κατά την καύση της παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, κατά την παραγωγή βιομάζας επαναδεσμεύονται ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα μέσω φωτοσύνθεσης.⁵⁴

Επίσης, τα συμβατικά καύσιμα, λόγω της περιεκτικότητάς τους σε θείο, συμβάλλουν στη δημιουργία όξινης βροχής, που έχει προκαλέσει μεγάλες ζημιές στα δάση του πλανήτη Γη, αλλά και στα μάρμαρα των μνημείων. Η βιομάζα δεν δημιουργεί παρόμοια προβλήματα, δεδομένου ότι η περιεκτικότητά της σε θείο είναι ασήμαντη.

2.6.2 Είδη βιομάζας

Το μεγαλύτερο ποσοστό της βιομάζας για παραγωγή προέρχεται από φυτικό υλικό, καθώς και από τα ζωικά προϊόντα. Παρακάτω, παρουσιάζονται δύο από τις σημαντικότερες κατηγορίες ενέργειας από βιομάζα, η βιομάζα από ενεργειακές καλλιέργειες και η βιομάζα από υπολείμματα και απόβλητα.⁵⁵

⁵⁴ Καλκάνης, Γ. (1997), «Η ενέργεια και οι πηγές της – Τι, πώς, γιατί», *ΚΑΠΕ – CRES*, Βιβλίο ΙΙ, σελ.39-40, <http://www.cres.gr/kape/education/energeia/I%20Energeia%20kai%20oi%20Piges%20tis-%20Vivlio%20%20.pdf>

⁵⁵ Riva, G. (2012), «Είδη Βιομάζας», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ.19-27, http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

2.6.2.1 Βιομάζα από ενεργειακές καλλιέργειες

Η βιομάζα που συγκομίζεται από καλλιέργειες ενεργειακών φυτών μπορεί να προέρχεται τόσο από τον γεωργικό τομέα όσο και από τον δασικό τομέα. Συγκεκριμένα:⁵⁶

- Ετήσιες καλλιέργειες αγρωστώδων φυρών

Τα αγρωστώδη (μονοκοτυλήδονα) φυτά αποτελούν το μεγαλύτερο αντικείμενο καλλιέργειας της σύγχρονης γεωργίας ευρείας κλίμακας. Οι ετήσιες καλλιέργειες αγρωστώδων περιλαμβάνουν δημητριακά, όπως το σιτάρι, το κριθάρι, τη βρώμη, τη σίκαλη και άλλα δευτερεύοντα σιτηρά, όπως ζαχαρότευτλα, ζαχαροκάλαμα και κτηνοτροφικά φυτά, όπως το τριφύλλι.

Οι σπόροι από αυτές τις καλλιέργειες δημητριακών, οι βολβοί και τα στελέχη άλλων φυτών είναι δυνητικά μια καλή πηγή αμύλου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τεχνολογικές διεργασίες για την παραγωγή βιοκαυσίμων ή την παραγωγή ενέργειας. Η επιλεκτική γενετική βελτίωση (ιδιαίτερα για τις «μη τροφικές καλλιέργειες») έχει χρησιμοποιηθεί για να αλλάξει, σε σχέση με τη βιομάζα, την αναλογία σπόρος/φυτό σε πολλά είδη, τα οποία παρουσιάζουν μεγάλες αυξήσεις στην παραγωγή σπόρου.

- Πολυετείς καλλιέργειες αγρωστώδων φυτών

Αυτό το είδος της βιομάζας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας, όταν τα οικονομικά της εκμετάλλευσης είναι βιώσιμα. Τα είδη με καλαμοειδή βλαστό (όπως το καλάμι και το Elephant-grass) είναι παραδείγματα καλλιεργειών με αγρωστώδη φυτά που μπορούν να κάνουν καλή χρήση των θρεπτικών ουσιών, με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας της βιομάζας. Την ίδια όμως στιγμή, κάποια άλλα αγρονομικά χαρακτηριστικά αντιπροσωπεύουν αδύνατα ακόμη σημεία, όπως η στειρότητα των ανθέων, το υψηλό κόστος εγκατάστασης των καλλιεργειών, η χαμηλή σχετική μηχανοποίηση της συγκομιδής, η υψηλή υγρασία κατά τη διάρκεια της συγκομιδής του προϊόντος και η υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα.

Η αγριαγκινάρα και ο μίσχανθος είναι άλλες ενεργειακές καλλιέργειες με μεσογειακά χαρακτηριστικά ανάπτυξης και χαμηλές απαιτήσεις σε νερό. Για τον λόγο

⁵⁶ Riva, G. (2012), «Γεωθερμική ενέργεια», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ.19-22, http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

αυτό, συγκεντρώνουν υψηλό ενδιαφέρον και διεξάγονται ερευνητικές δραστηριότητες στα πεδία της αγρονομίας και της γενετικής με προγράμματα βελτίωσης.

- Καλλιέργειες ελαιούχων φυτών

Οι καλλιέργειες ελαιούχων σπόρων περιλαμβάνουν τις ετήσιες καλλιέργειες φυτών με ελαιούχους σπόρους και τις πολυετείς καλλιέργειες ελαιούχων δέντρων. Από αγρονομικής άποψης, οι καλλιέργειες ελαιούχων φυτών έχουν μια εξελικτική ιστορία, διαφορετικά από τις καλλιέργειες των δημητριακών και, επομένως, μπορούν να προσφέρουν ένα πρόσθετο όφελος, ως καλλιέργειες αμειψισποράς, στη μείωση των παθογόνων παραγόντων του εδάφους και των φυτών.

Οι πιο αντιπροσωπευτικές καλλιέργειες ελαιούχων φυτών στις Ευρωπαϊκές περιοχές είναι η ελαιοκράμβη και ο ηλιάνθος. Τα φυτικά έλαια συνήθως εξάγονται μέσω μηχανικής συμπίεσης ή και διαλυτών, και χρησιμοποιούνται για την Παρασκευή τροφίμων, σαπουνιών και καλλυντικών. Το έλαιο σε αυτές τις καλλιέργειες, συνήθως περικλείει και άλλα συστατικά των σπόρων (πρωτεΐνη ή άμυλο) ως μέρος της ροής εσόδων των καλλιεργειών. Το λιγνοκυτταρινούχο τμήμα των ελαιούχων φυτών, το οποίο χρησιμοποιείται παραδοσιακά ως στρωμή ή ζωοτροφή, μπορεί επίσης να καεί για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, ενώ τα φυτικά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε υψηλότερης αξίας εφαρμογές παραγωγής ενέργειας, ιδιαίτερα ως υποκατάστατο του ντίζελ.

Τα φυτικά έλαια που προέρχονται από αυτές τις καλλιέργειες και τροποποιούνται με χρήση μεθυλεστέρων ονομάζονται κοινώς «βιοντίζελ» και είναι σε μεγάλο βαθμό υποψήφια για να καταστούν εναλλακτικό καύσιμο του ντίζελ.

- Καλλιέργειες ελαιούχων δέντρων

Υπάρχουν ορισμένες καλλιέργειες δέντρων που παράγουν έλαια. Όπως το φοινικέλαιο, το λάδι καρύδας και το λάδι του macadamia (τροπικό δέντρο που φύτευται κυρίως στην Αυστραλία). Στις ανεπτυγμένες χώρες χρησιμοποιείται κυρίως το φοινικέλαιο για την παραγωγή τόσο του βρώσιμου ελαίου όσο και των βασικών προϊόντων για το βιοντίζελ. Όμως, η εκτεταμένη χρήση των βρώσιμων ελαίων μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα, όπως πείνα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η διπλή χρήση του φοινικέλαιου αυξάνει τον ανταγωνισμό μεταξύ των αγορών των

βρώσιμων ελαίων και των βιοκαυσίμων, με μια επακόλουθη αύξηση των τιμών των φυτικών ελαίων στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Η χρήση μη βρώσιμων φυτικών ελαίων, σε σύγκριση με τα βρώσιμα έλαια, είναι πολύ σημαντική στις αναπτυσσόμενες χώρες, λόγω της τεράστιας ζήτησης για βρώσιμα έλαια ως τρόφιμα, τα οποία είναι πάρα πολύ ακριβά προς το παρόν, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για καύσιμα.

Οι καλλιέργειες ελαιούχων δέντρων με χαμηλότερη διατροφική αξία μπορούν να αποτελέσουν ένα πόρο για την παραγωγή ενέργειας και, ως καλλιέργειες πολυετών φυτών, παρέχουν οφέλη σχετικά με την κατανάλωση νερού και τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα. Οι καλλιέργειες που δεν παράγουν τροφή δεν θα εμφανίσουν υψηλές αυξήσεις τιμών, συνδεδεμένες με την προμήθεια και τη ζήτηση τροφίμων.

- Καλλιέργειες λιγνοκυτταρινούχων φυτών

Το καλαμπόκι και η σόγια είναι μονοετή φυτά. Οι διάφορες μορφές λιγνοκυτταρινούχων ενεργειακών καλλιεργειών είναι συνήθως πολυετείς. Οι καλλιέργειες λιγνοκυτταρινούχων φυτών περιλαμβάνουν πολυετείς καλλιέργειες αγρωστώδων φυτών και άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες.

Τα αγρωστώδη είδη περιλαμβάνουν καλλιέργειες όπως το switchgrass (*Panicum virgatum*), η φάλαρη (*Phalaris arudinaces*) και ο μίσχανθος (*Miscanthus spp.*). Στην κατηγορία των πλατύφυλλων με σκληρό ξυλώδη κορμό περιλαμβάνονται είδη, όπως η ιτιά (*Salix spp.*), η λεύκη (*Populus spp.*), ο ευκάλυπτος και άλλα. Μεταξύ αυτών, η λεύκη, ο μίσχανθος και το switchgrass έχουν συγκεντρώσει ιδιαίτερη προσοχή για την υψηλή απόδοσή τους σε βιομάζα, την αποτελεσματική αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων, τη μικτή πιθανότητα διάβρωσης του εδάφους, την ικανότητα δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα και τη μείωση στις απαιτήσεις εισροών ορυκτών καυσίμων σε σύγκριση με της ετήσιες καλλιέργειες.

2.6.2.2 Βιομάζα από υπολείμματα και απόβλητα

Η ανάλυση της βιομάζας από υπολείμματα και απόβλητα είναι πιο πολύπλοκη, εξαιτίας της πολυμορφίας των υπό διαχείριση υλικών και των διαφορετικών τομέων προέλευσής του (π.χ. από τη γεωργία μέχρι τον αστικό τομέα). Σύμφωνα με την Οδηγία 2008/98/Ε.Κ. της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα «παραπροϊόντα» διαφέρουν από τα «απόβλητα». Έτσι, «παραπροϊόντα» είναι όλο το υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί

εκ νέου, ενώ τα «απόβλητα» ορίζονται ως τα υλικά που έφτασαν στο τέλος του κύκλου παραγωγής και δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν».

Τα απόβλητα υλικά παράγονται κατά τις παραγωγικές διεργασίες στις βιομηχανίες και από τα αστικά απόβλητα. Το τυπικό ενεργειακό τους περιεχόμενο κυμαίνεται από 10,5 έως 11,5 MJ/κιλό. Οι πρακτικές διαχείρισης των αποβλήτων διαφέρουν μεταξύ των ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών, μεταξύ των αστικών και αγροτικών περιοχών και μεταξύ των οικιακών και βιομηχανικών παραγωγών.

Η αρχική κατάσταση μιας αναπτυσσόμενης χώρας στον τομέα της διαχείρισης των αποβλήτων διαφέρει από εκείνη των βιομηχανικών χωρών. Η μεταφορά μιας εφαρμοσμένης τεχνολογίας από τη μία χώρα στην άλλη, μπορεί να μην είναι αρκετά κατάλληλη, παρότι αυτή θεωρείται τεχνικά βιώσιμη ή οικονομικά προσιτή. Είναι πολύ σημαντικό να κατανοηθούν οι τοπικοί παράγοντες, όπως:⁵⁷

- τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων και οι εποχιακές διακυμάνσεις του κλίματος
- οι κοινωνικές πτυχές, η πολιτιστική στάση απέναντι στα στερεά απόβλητα, και τα πολιτικά θεσμικά όργανα
- η επίγνωση των πιο προφανών περιορισμών στους πόρους που συχνά υπάρχουν

Η ιεραρχία των αποβλήτων αναφέρεται στη μείωση, την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση, αλλά και την ταξινόμηση των στρατηγικών διαχείρισης των αποβλήτων, σύμφωνα με την εφικτότητά τους όσον αφορά στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων. Στόχος της ιεραρχίας των αποβλήτων είναι η απόληψη της μέγιστης πρακτικά ωφέλειας από τα προϊόντα, ώστε να δημιουργηθεί το ελάχιστο ποσό αποβλήτων.

Μέρος της βιομάζας χαρακτηρίζεται επίσης ως απόβλητα που προέρχονται από βιομηχανικές, γεωργικές, δασικές και αστικές δραστηριότητες. Η έννοια της «ιεραρχίας των αποβλήτων» είναι απλή στην εφαρμογή για όλα τα απόβλητα ή τα υπολείμματα που συμπεριλαμβάνονται στον τομέα της βιομάζας.

Στο δυναμικό της βιομάζας, που προέρχονται από υπολείμματα και απόβλητα περιλαμβάνονται τα φυτικά και τα ζωικά υπολείμματα. Σε αυτά συγκαταλέγονται τα

⁵⁷ Riva, G. (2012), «Γεωθερμική ενέργεια», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ.22, http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

γεωργικά υπολείμματα, όπως το άχυρο, οι φλούδες λαχανικών/φρούτων, τα υπολείμματα των δασικών εκμεταλλεύσεων, όπως στρώματα φύλλων και υπολείμματα πιστηρίων, τα απόβλητα τροφίμων και συστατικά της βιομάζας από τα αστικά στερεά απόβλητα. Από αυτά τα απόβλητα μπορεί να παραχθεί ενέργεια, επειδή σε παγκόσμιο επίπεδο περιέχονται σε αυτά πολλά δισεκατομμύρια τόνοι βιομάζας.

Για την μετατροπή των υπολειμμάτων ή των αποβλήτων σε ενέργεια υπάρχουν διαθέσιμες διάφορες επιλογές. Οι τεχνολογίες αυτές είναι η υγειονομική ταφή, η αποτέφρωση, η πυρόλυση, η αεριοποίηση, η αναερόβια χώνευση και άλλες.

Βιογενή απόβλητα του αστικού και του βιομηχανικού τομέα

Τα απόβλητα από βιομηχανικές και αστικές πηγές αποτελούν μια ελκυστική πηγή βιομάζας (ειδικά εάν θεωρηθεί το οργανικό κλάσμα, το οποίο ονομάζεται «βιογενές κλάσμα»), επειδή το υλικό έχει ήδη συλλεχθεί και μπορεί να αποκτηθεί με αρνητικό κόστος, λόγω των τελών απομάκρυνσης του (δηλαδή, οι πηγές θα πρέπει να πληρώσουν για να απαλλαγούν από τα απόβλητα).⁵⁸

Σύμφωνα με την βασική αρχή της «Ιεραρχίας των Αποβλήτων», η επαναχρησιμοποίηση μέρους του βιογενούς κλάσματος των αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων θα μπορούσε να είναι μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή ανάκτησης της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας με την διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στη χρήση των χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Η παραγωγή βιοντίζελ από απόβλητα μαγειρικά έλαια για μερική υποκατάσταση του πετρελαίου ντίζελ είναι ένα από τα μέτρα για την επίλυση του διττού προβλήματος της ρύπανσης του περιβάλλοντος και της έλλειψης ενέργειας.

Υπολείμματα και απόβλητα του γεωργικού τομέα

Τα κυριότερα γεωργικά υπολείμματα περιλαμβάνουν υπολείμματα των καλλιεργειών, άχυρα και φλοιούς, κουκούτσια ελιάς και κελύφη καρπών. Πιο συγκεκριμένα, τα υπολείμματα μπορούν να χωριστούν σε δύο γενικές κατηγορίες:

- υπολείμματα αγρού, δηλαδή το υλικό που απομένει σε αγρούς ή σπυρώνες μετά τη συγκομιδή, όπως στελέχη, μίσχοι, φύλλα και λοβοί σπόρων

⁵⁸ Riva, G. (2012), «Γεωθερμική ενέργεια», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ.25, http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

- υπολείμματα επεξεργασίας, δηλαδή υλικά που απομένουν μετά την επεξεργασία των καλλιεργειών σε χρησιμοποιήσιμους πόρους, όπως οι φλοιοί, οι σπόροι, τα υπολείμματα ζαχαροκάλαμου και οι ρίζες

Ορισμένα από τα γεωργικά υπολείμματα χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές, για τη διαχείριση του εδάφους και στις κατασκευές.

Υπολείμματα και απόβλητα του δασικού τομέα

Το μεγαλύτερο μέρος της ξυλείας που προέρχεται από τον δασικό τομέα αποτελεί τον κυριότερο πόρο για τις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες και χρησιμοποιείται, επίσης, ως κύριο καύσιμο για παραγωγή ενέργειας μικρής κλίμακας σε αγροτικές περιοχές, όπου το φυσικό αέριο δεν είναι ευρέως διαδεδομένο. Αποτελεί ισχυρό ανταγωνιστή των ορυκτών καυσίμων και χρησιμοποιείται τόσο στις κατοικίες, για το μαγείρεμα και τη θέρμανση του νερού, όσο και στις εμπορικές και βιομηχανικές διεργασίες (για τη θέρμανση νερού και την παραγωγή θερμότητας διεργασιών).

Το ενεργειακό περιεχόμενο των διαφόρων υλικών των φυτών καθορίζει τη θερμιδική τους αξία (περιεκτικότητα σε θερμότητα). Η θερμιδική αξία εξαρτάται από το ποσοστό του άνθρακα και του υδρογόνου, οι οποίοι είναι οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την τομή της θερμικής ενέργειας της βιομάζας. Η ανάλυση του ξύλου δίνει τα ακόλουθα αποτελέσματα:⁵⁹

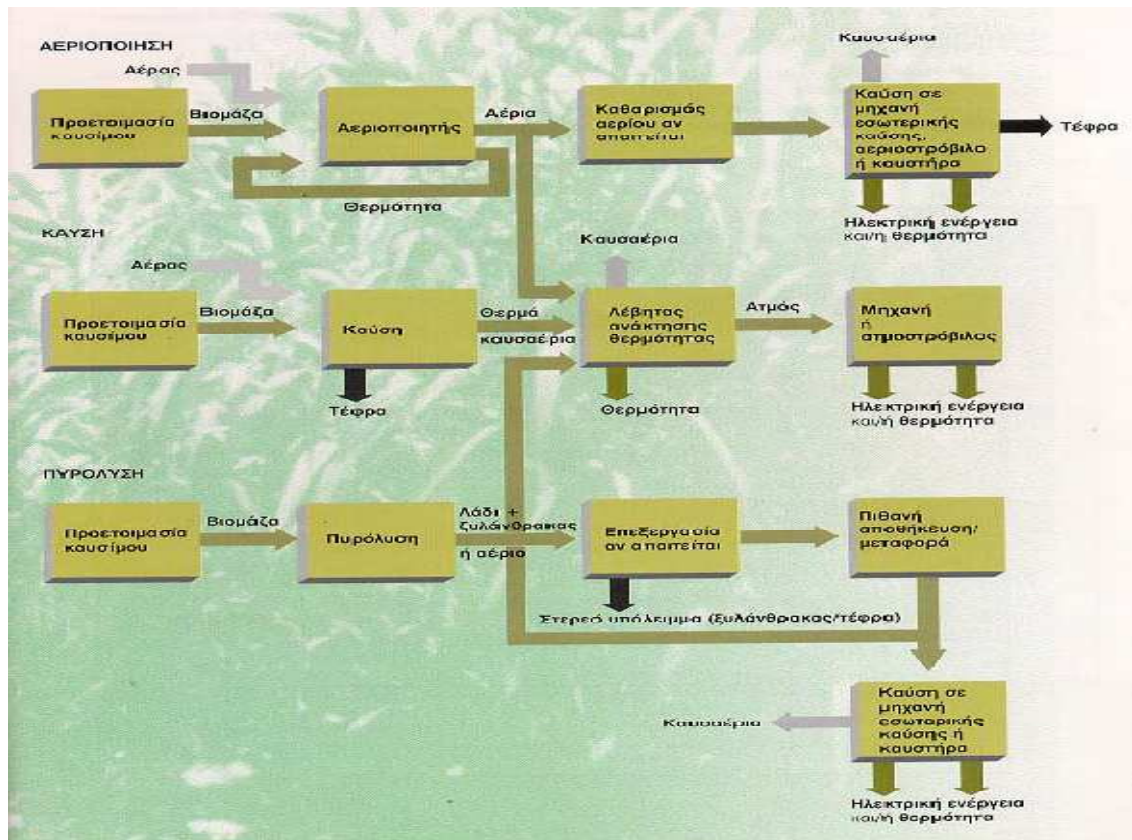
Χαρακτηριστικά ξυλώδους βιομάζας		
Παράμετροι	Ξύλο	Φλοιός
Πτητικές ουσίες	80%	74,7%
Μόνιμος άνθρακας	19,4%	24%
Τέφρα	0,6%	1,3%

⁵⁹ Riva, G. (2012), «Γεωθερμική ενέργεια», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σελ.26, http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

2.6.3 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού, κ.λπ.) είτε με απευθείας καύση, είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά ή/και στερεά καύσιμα μέσω θερμοχημικών ή βιομηχανικών διεργασιών.

Υπάρχουσες τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας



Επειδή η αξιοποίηση της βιομάζας αντιμετωπίζει, συνήθως, τα μειονεκτήματα της μεγάλης διασποράς, του μεγάλου όγκου και των δυσχερειών συλλογής, μεταποίησης, μεταφοράς και αποθήκευσης, επιβάλλεται η αξιοποίησή της να γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον τόπο παραγωγή της. έτσι, αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευχερέστερα σε μια πληθώρα εφαρμογών. Συγκεκριμένα.⁶⁰

⁶⁰ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) 2005, «Βιομάζα», σελ.6-14, http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf

i. Κάλυψη των αναγκών θέρμανσης-ψύξης ή/και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες

Με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον, είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων, είτε μέσω των καυσαερίων. Με τη συμπαραγωγή, όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από τη ίδια ενεργειακή πηγή, το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται επωφελώς. Έτσι, αφ' ενός επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς αυξάνεται ο βαθμός ενεργειακής μετατροπής του καυσίμου σε ωφέλιμη ενέργεια, αφ' ετέρου μειώνονται αντίστοιχα και οι εκπομπές ρύπων. Επίσης, ελαττώνονται οι απώλειες κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας και βρίσκονται πιο κοντά στους καταναλωτές απ' ό,τι οι κεντρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής. Πράγματι, οι συμβατικοί σταθμοί παρουσιάζουν βαθμό απόδοσης 15-40%, ενώ στα συστήματα συμπαραγωγής, ο βαθμός απόδοσης φθάνει μέχρι και 75-85%.

Οι καταναλωτές της παραγόμενης θερμότητας των προαναφερθέντων σταθμών συμπαραγωγής μπορεί να είναι χωριά ή πόλεις, τα οποία θα θερμαίνονται μέσω κάποιας εγκατάστασης συστήματος τηλεθέρμανσης, θερμοκήπια, βιομηχανικές μονάδες με αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα, κ.λπ. Η παραγόμενη από τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρική ενέργεια είναι δυνατό είτε να ιδιοκαταναλώνεται είτε να πωλείται στη ΔΕΗ, σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Ν. 2244/94 («Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα»).

ii. Τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών

Τηλεθέρμανση ονομάζεται η εξασφάλιση ζεστού νερού, τόσο για τη θέρμανση των χώρων, όσο και για την απευθείας χρήση του σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η παραγόμενη θερμότητα μεταφέρεται με δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια. Η τηλεθέρμανση παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη σε πολλές χώρες, καθώς εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως είναι η επίτευξη υψηλότερου βαθμού απόδοσης, ο περιορισμός της ρύπανσης του περιβάλλοντος και η δυνατότητα χρησιμοποίησης μη συμβατικών καυσίμων, οπότε προκύπτουν επιπλέον οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

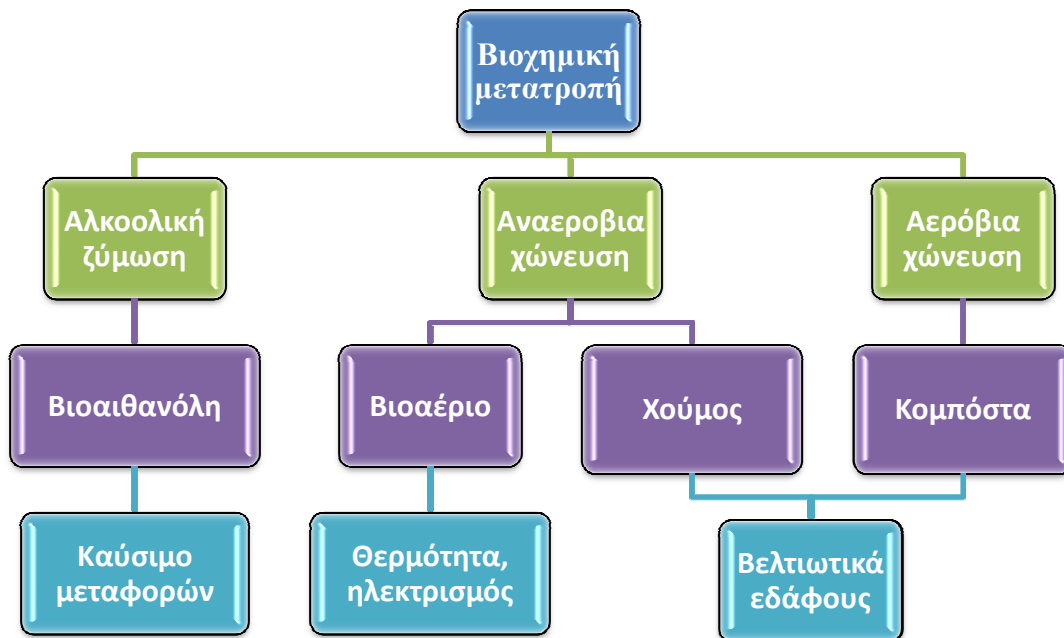
iii. Θέρμανση θερμοκηπίων

Η αξιοποίηση της βιομάζας σε μονάδες παραγωγής θερμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων αποτελεί μια ενδιαφέρουσα και οικονομικά συμφέρουσα προοπτική για τους ιδιοκτήτες τους. Ήδη, στο 10% περίπου της συνολικής έκτασης των θερμαινόμενων θερμοκηπίων της Ελλάδας, αξιοποιούνται διάφορα είδη βιομάζας.

iv. Παραγωγή υγρών καυσίμων με βιοχημική μετατροπή βιομάζας

Η παραγωγή υγρών καυσίμων με βιοχημική διεργασία επικεντρώνεται, κυρίως, στην παραγωγή βιοαιθανόλης (οινοπνεύματος) με ζύμωση σακχάρων, αμύλου, κυτταρινών και ημικυτταρινών που προέρχονται από διάφορα είδη βιομάζας (αραβόσιτος, σόργο το σακχαρούχο κ.ά.). Η τεχνολογία ζύμωσης των σακχάρων είναι σήμερα γνωστή και ανεπτυγμένη, ενώ εκείνη της ζύμωσης των κυτταρινών και ημικυτταρινών βρίσκεται σε εξέλιξη. Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες οχημάτων ως έχει ή σε πρόσμιξη με βενζίνη ως καύσιμο κίνησης

Βιοχημική μετατροπή της βιομάζας

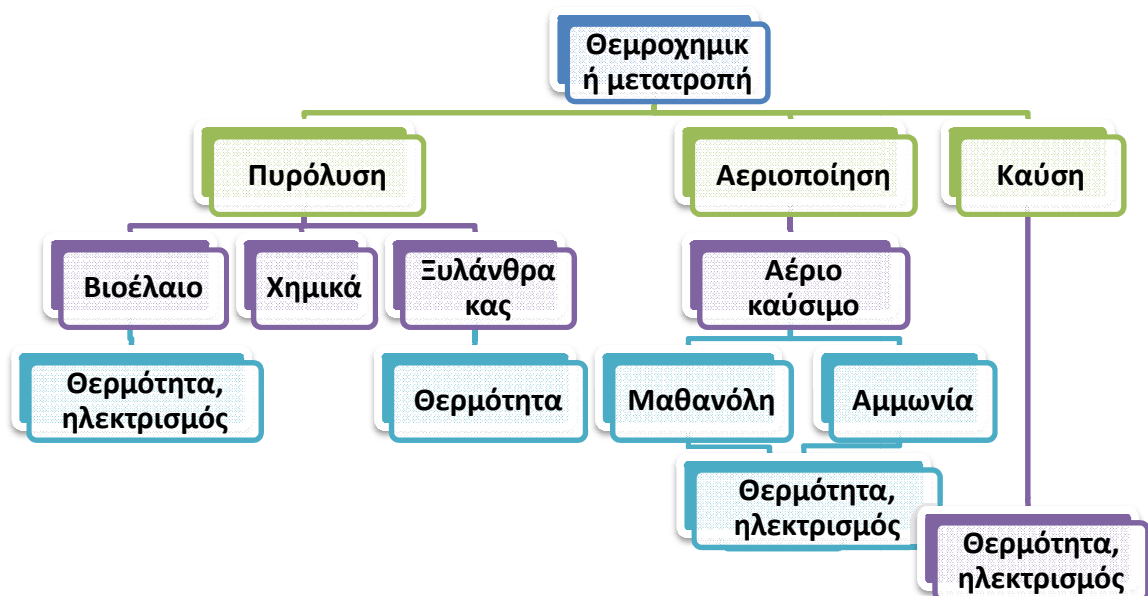


Παρά το γεγονός ότι, εκτός ελαχίστων περιπτώσεων (π.χ. αντικατάσταση αεροπορικής βενζίνης), το κόστος της βιοαιθανόλης είναι υψηλότερο εκείνου της βενζίνης, η χρήση της ως καύσιμο κίνησης αυξάνει συνεχώς ανά τον κόσμο, με προεξέχουσες τη Βραζιλία και τις ΗΠΑ. Αυτό συμβαίνει, επειδή η βιοαιθανόλη είναι καθαρότερο καύσιμο από περιβαλλοντικής πλευράς και αφετέρου δίνει διέξοδο στα γεωργικά προβλήματα. Για αυτούς τους λόγους, η παραγωγή και χρήση της βιοαιθανόλης παρουσιάζουν εξαιρετικά ευνοϊκές προοπτικές για το μέλλον.

ν. Παραγωγή υγρών καυσίμων με θερμοχημική μετατροπή βιομάζας

Η θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας οδηγεί είτε στην απευθείας παραγωγή ενέργειας (καύση), είτε στην παραγωγή καυσίμου, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτόνομα. Η τεχνολογία της *αστραπιαίας πυρόλυσης* αποτελεί μία από τις πολλά υποσχόμενες λύσεις για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας. Σύμφωνα με την αστραπιαία πυρόλυση, τα ογκώδη δασικά και αγροτικά υπολείμματα, αφού ψιλοτεμαχιστούν, μετατρέπονται με τη βοήθεια ειδικού αντιδραστήρα, σε υγρό καύσιμο υψηλής ενεργειακής πυκνότητας, το λεγόμενο *βιοέλαιο*.

Θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας



Το βιοέλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο του πετρελαίου (έχει λίγο μικρότερη από τη μισή θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου) σε εφαρμογές

θέρμανσης (λέβητες, φούρνους, κ.λπ.), αλλά και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (μηχανές εσωτερικής καύσης, κ.λπ.). Η αστραπιαία πυρόλυση της βιομάζας αποτελεί την οικονομικότερη διεργασία ηλεκτροπαραγωγής, ιδίως στην περιοχή μικρής κλίμακας ισχύος (<5MWe).

vi. *Ενεργειακές καλλιέργειες*

Οι ενεργειακές καλλιέργειες, στις οποίες περιλαμβάνονται τόσο ορισμένα καλλιεργούμενα είδη όσο και άγρια φυτά, έχουν σαν σκοπό την παραγωγή βιομάζας, η οποία μπορεί, στη συνέχεια, να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς.

Ειδικότερα στην Ελλάδα, εξαιτίας των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών, πολλές καλλιέργειες προσφέρονται για ενεργειακή αξιοποίηση και δίνουν υψηλές στρεμματικές αποδόσεις. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι η καλλιέργεια του καλαμιού, της αγριαγκινάρας, του σόργου του σακχαροκάλαμου, του μίσχανθου, του ευκαλύπτου και της ψευδοακακίας, για τις οποίες τα τελευταία χρόνια, γίνεται εντατική μελέτη εφαρμογής στις ελληνικές συνθήκες.

vii. *Βιοαέριο*

Σημαντικές ενεργειακές ανάγκες μπορούν, επίσης, να καλυφθούν με τη χρήση του βιοαερίου ως καυσίμου σε μηχανές εσωτερικής καύσης, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Αυτό αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών, κυρίως, αποβλήτων, όπως είναι τα λύματα των χοιροστασίων, πτηνοτροφικών, βουστασίων, καθώς και βιομηχανικών και αστικών οργανικών απορριμμάτων.

viii. *Παραγωγή οργανοχουμικών λιπασμάτων από πτηνοτροφικά απόβλητα*

Μια μονάδα παραγωγής οργανικών λιπασμάτων από την επεξεργασία των αποβλήτων έχει σημαντικές ευνοϊκές επιπτώσεις στο περιβάλλον, δεδομένου ότι η περιοχή όπου αυτή εγκαθίσταται, απαλλάσσεται από σημαντικές ποσότητες πτηνοτροφικών αποβλήτων, που προκαλούν προβλήματα στους κατοίκους, λόγω της τοξικότητάς τους και του κινδύνου διάδοσης μολυσματικών ασθενειών.

2.6.4 Πλεονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της Βιομάζας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας είναι τα ακόλουθα:⁶¹

1. Η αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του ρύπου αυτού στην ατμόσφαιρα, λόγω του ότι, κατά την καύση της παράγεται CO₂ κατά την παραγωγή της και μέσω της φωτοσύνθεσης επαναδεσμεύονται σημαντικές ποσότητες αυτού του ρύπου.
2. Η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO₂) που παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της *όξινης βροχής*.
3. Η εξασφάλιση εργασίας και η συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές.

2.6.5 Μειονεκτήματα από την ενεργειακή χρησιμοποίηση της Βιομάζας

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας και αφορούν, κατά κύριο λόγο, τις δυσκολίες στην εκμετάλλευσή της, είναι τα παρακάτω:⁶²

1. Ο μεγάλος όγκος της και η μεγάλη περιεκτικότητά της σε υγρασία, ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.
2. Η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.
3. Οι δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που απαιτούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
4. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της.

Εξαιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων και για την πλειοψηφία των εφαρμογών της, το κόστος της βιομάζας παραμένει, σε σχέση με το πετρέλαιο, υψηλό. Το πρόβλημα όμως αυτό, βαθμιαία εξαλείφεται, αφενός λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου, αφετέρου λόγω της βελτίωσης και ανάπτυξης των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας.

⁶¹ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) 2005, «Βιομάζα», σελ.4, http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf

⁶² Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) 2005, «Βιομάζα», σελ.5, http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

3.1 Φωτοβολταϊκό σύστημα

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 και χρησιμοποιήθηκε για πρακτικούς σκοπούς στα τέλη της δεκαετίας του 1950 σε διαστημικές εφαρμογές. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) έχουν την δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από το φωτοβολταϊκό πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία. Για τα αυτόνομα συστήματα υπάρχει, επίσης, το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες.

Μια τυπική φωτοβολταϊκή συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ποσοστό 14% περίπου της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις.⁶³

3.2 Κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων στον κτιριακό-οικιακό τομέα, τα αυτόνομα και διασυνδεδεμένα με το δίκτυο της ΔΕΗ φωτοβολταϊκά συστήματα.⁶⁴

- Τα αυτόνομα συστήματα, κατά κανόνα, εφαρμόζονται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει ανάγκη ενεργειακής αυτονομίας, όπως σε μία απομακρυσμένη εξοχική κατοικία ή σε ένα τροχόσπιτο, κ.λπ., και η σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ δεν είναι

⁶³ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) 2013, «Φωτοβολταϊκά Συστήματα», http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_photovolt.htm

⁶⁴ GasClimattica (2009), «Φωτοβολταϊκά συστήματα», <http://www.gasclimattica.gr/%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%B1%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1.html>

εφικτή. Χάρη στον ήλιο, τέτοιες εφαρμογές έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν φωτισμό, καθώς και άλλες βασικές λειτουργίες ανάλογα με το φωτοβολταϊκό σύστημα.

Στις περιπτώσεις αυτές, κατασκευάζεται το δυνατόν μεγαλύτερο σε απόδοση σύστημα, ώστε να καλύπτει καλύτερα τις ανάγκες της ιδιοκτησίας. Ωστόσο, η κατανάλωση των συσκευών που το σύστημα μπορεί να υποστηρίξει είναι συγκεκριμένη. Τέτοια συστήματα μπορούν να συνδυαστούν και με άλλους τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως οι ανεμογεννήτριες (υβριδικά συστήματα).

- Τα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο της ΔΕΗ συστήματα είναι αυτά, των οποίων η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια δεν καλείται να καλύψει τα απαιτούμενα φορτία της ιδιοκτησίας, αλλά λειτουργεί παράγοντας το μεγαλύτερο δυνατό φορτίο, κι έτσι ο ιδιοκτήτης επωφελείται από την πώληση του ρεύματος στη ΔΕΗ. Ένα τέτοιο σύστημα εγκαθίσταται σε κάθε κατοικία σαν επένδυση και δεν έχει σκοπό τη χρήση του παραγόμενου ρεύματος, αλλά την παραγωγή και πώλησή του. Για την λειτουργία ενός διασυνδεδεμένου συστήματος, απαιτούνται δύο μετρητές. Ο ένας μετράει την ενέργεια που δίνεται στο δίκτυο της ΔΕΗ και ο άλλος μετράει την ενέργεια που παρέχεται από την ΔΕΗ στην ιδιοκτησία. Με τον συμψηφισμό των δύο μετρητών στο τέλος, ο ιδιοκτήτης επωφελείται από το ρεύμα που παράγει το σύστημά του, είτε με την μορφή «έκπτωσης» στο ρεύμα που καταναλώνει, είτε εισπράττοντας από την ΔΕΗ την αξία του ρεύματος που δεν κατανάλωσε. Τότε ο ιδιοκτήτης κληθεί να πληρώσει στην ΔΕΗ μόνο τη διαφορά τους, ενώ αν το παραγόμενο από το σύστημα ρεύμα είναι περισσότερο από το καταναλισκόμενο, τότε η ΔΕΗ θα πληρώσει στον ιδιοκτήτη την αξία του ρεύματος που πλεονάζει. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ΔΕΗ αγοράζει το ρεύμα από τον ιδιοκτήτη ενός φωτοβολταϊκού συστήματος σαν παραγωγό ακριβότερα από ότι του το πουλάει ο καταναλωτής.

3.3 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών συστημάτων

Σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), τα βασικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών συστημάτων, είναι τα ακόλουθα:⁶⁵

⁶⁵ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) 2013, «Φωτοβολταϊκά Συστήματα», http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_photovol.htm

- Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- Είναι εύχρηστα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις, ενσωματωμένα σε κτίρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).
- Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλαδή μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- Λειτουργούν αθόρυβα, εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά την λειτουργία. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές για τις φωτοβολταϊκές γεννήτριες είναι περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας.

Ωστόσο, η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά είναι σήμερα συγκρίσιμο με το κόστος αιχμής ισχύος, που χρεώνει η εταιρία ηλεκτρισμού τους πελάτες της.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας», η οποία αποτελεί το νέον μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο, που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις ανεπτυγμένες χώρες.

3.4 Τεχνικά στοιχεία φωτοβολταϊκού πλαισίου

Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πλαισίου σε υπάρχουσες κατασκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κοινά πλαίσια με το πλαίσιο αλουμινίου που

διαθέτουν. Σε αυτήν την περίπτωση, απαιτείται μια πρόσθετη ενδιάμεση κατασκευή, πάνω στην οποία θα πρέπει να τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.

Για εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων σε νέα κτίρια. Είναι προτιμότερα τα πλαίσια χωρίς το πλαίσιο αλουμινίου (τύπου “laminated”), τα οποία επιτρέπουν την ενσωμάτωσή τους σαν δομικές επιφάνειες του κτιρίου. Η στήριξη των πλαισίων μπορεί να γίνει με ειδικά σχεδιασμένα υλικά ή με τυποποιημένα υλικά που χρησιμοποιούνται στην αγορά για τη στήριξη υαλοπινάκων.⁶⁶

Όσον αφορά στον προσανατολισμό, στα φωτοβολταϊκά συστήματα που εγκαθίστανται στο έδαφος, πάντοτε δίνεται ο προσανατολισμός και κλίση που θα επιτρέψει την βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτό είναι επιθυμητό και στις εφαρμογές των φωτοβολταϊκών σε κτίρια, όμως αυτό δεν είναι συνήθως εφικτό, καθώς υπάρχουν περιορισμοί από τις δεδομένες επιφάνειες του κτιρίου. Έτσι, δεν γίνεται πάντα η βέλτιστη εκμετάλλευση ηλιακής ακτινοβολίας, όμως οι απώλειες από το μη σωστό προσανατολισμό μπορούν να μην είναι τόσο σημαντικές, σε σχέση με τα οφέλη που προκύπτουν από την χρήση των πλαισίων σε αντικατάσταση άλλων δομικών στοιχείων του κτιρίου. Αυτό που είναι σημαντικό, είναι να μην δημιουργούνται σκιασμοί στην επιφάνεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων από παρακείμενα κτίρια ή αντικείμενα, κυρίως τις ώρες υψηλής ακτινοβολίας, διότι έστω και μικρός σκιασμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων προκαλεί σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος. Σε περιπτώσεις δε, που η ακτινοβολία δεν προσπίπτει ομοιόμορφα σε όλα τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, συνιστάται η σύνδεση αυτών σε μικρές συστοιχίες με ομοιόμορφη πρόσπτωση ακτινοβολίας.

Τέλος, η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μικρό αριθμό εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών συστημάτων, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος τάξεως μεγέθους 1400kWp. Οι δε εφαρμογές των φωτοβολταϊκών σε κτίρια είναι λίγες, όμως με την πάροδο των ετών, παρατηρείται μία γενικότερη άνοδος εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα, αλλά και σε διεθνές επίπεδο.

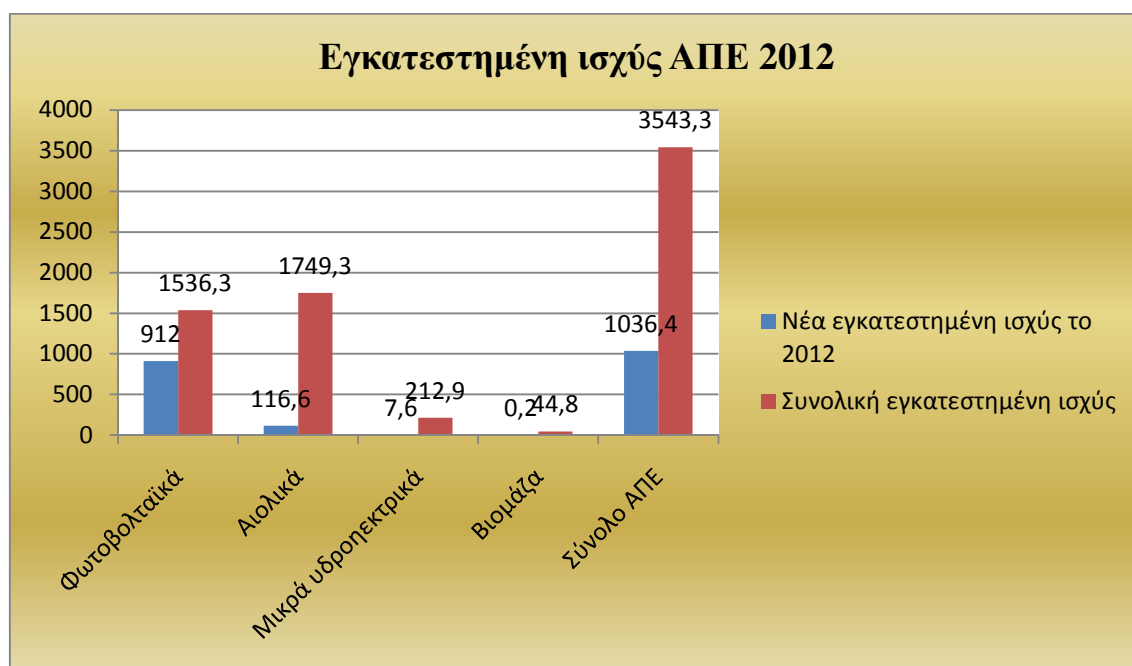
⁶⁶ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (2004), «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε οικιστικά σύνολα», σελ.15, <http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΑΠΕ (2012)

Σύμφωνα με μελέτη που διεξήχθη από τον «Σύνδεσμο εταιριών φωτοβολταϊκών»⁶⁷ και κοινοποιήθηκε την 30/1/2013, παρατηρείται ότι η Ελλάδα κατέλαβε την τέταρτη θέση στην Ευρώπη και την έβδομη σε διεθνές επίπεδο, σε ότι αφορά την νέα εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών το έτος 2012. Συγκεκριμένα, εγκαταστάθηκαν 912 νέα μεγαβάτ (MW) φωτοβολταϊκών το 2012 ή αντίστοιχα το 88% όλης της νέας ισχύος ΑΠΕ που προστέθηκε το 2012.

Τα φωτοβολταϊκά κάλυψαν πάνω από το 3% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια, παράγοντας 1,7 δις. κιλοβατώρες (1,7 TWh) ή αλλιώς το 30% όλης της πράσινης ενέργειας το 2012. Χάρη στα φωτοβολταϊκά, το 2012 αποφεύχθηκε η έλκυση 1,12 εκατ. τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.



Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρείται ότι εγκαταστάθηκαν στην Ελλάδα 912MW φωτοβολταϊκών συστημάτων το 2012, αιολικά πάρκα εγκατεστημένης

⁶⁷ Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (2013), «Η στατιστική των ΑΠΕ για το 2012», http://www.helapco.gr/ims/file/press_room/RES-stats_greece_2012.pdf

ισχύος 116,6 MW, μικρά υδροηλεκτρικά συστήματα ισχύος 7,6 MW και ενέργεια από βιομάζα ισχύος 44,8 MW, ενώ το σύνολο εγκατεστημένης ισχύος Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα το 2012 έφθασε τα 1036,4MW.



Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα κάλυψαν το 88% της νέας εγκατεστημένης ισχύς στην Ελλάδα το 2012.

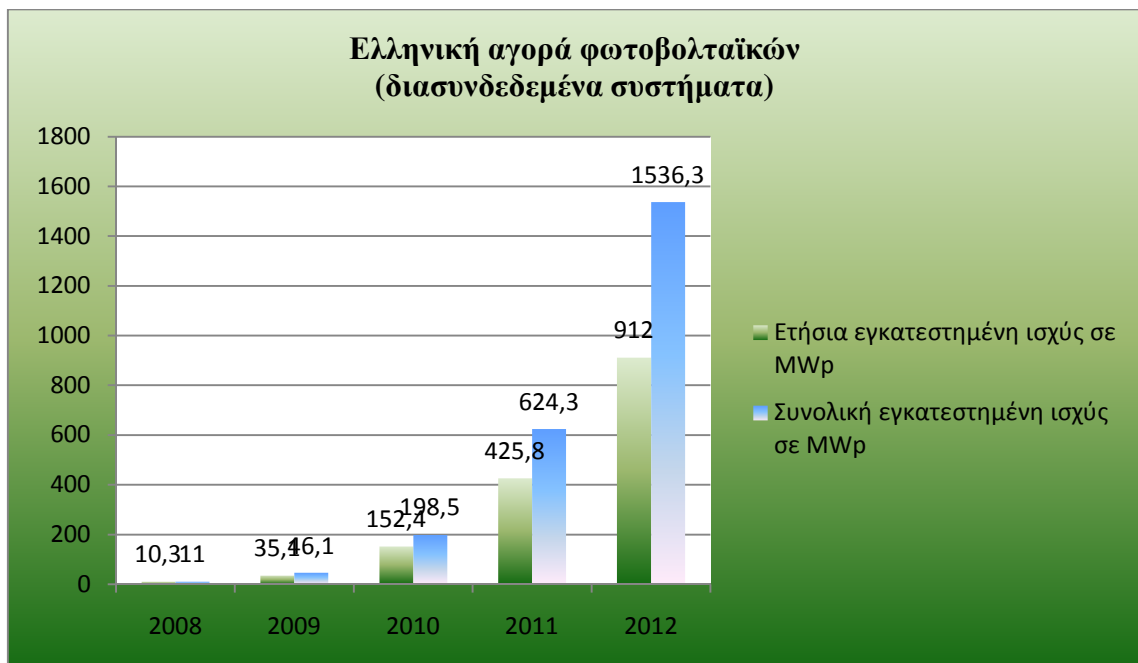


Με βάση τα στοιχεία του «Συνδέσμου Εταιριών Φωτοβολταϊκών» παρατηρείται ότι η Γερμανία κατέχει την υψηλότερη θέση διεθνώς ως κυρίαρχη αγορά φωτοβολταϊκών συστημάτων με ποσοστό 26%. Ακολουθεί η Κίνα με ποσοστό 16%, η

Αμερική με 12%, η Ιταλία με 11%, η Ιαπωνία με 7% και η Γαλλία με 4%. Η Ελλάδα και η Αυστραλία βρίσκονται στην ίδια θέση, κατέχοντας το 3% εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων, η Ινδία και το Ηνωμένο Βασίλειο έπονται με 2%, ενώ άλλες χώρες κατέχουν το υπόλοιπο 14% εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων.

Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών την περίοδο Ιαν-Δεκ 2012	912
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ως τα τέλη του 2012	1536,3

Τέλος, στην Ελληνική αγορά, η ετήσια εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων ήταν το 2008 10,311MWp, το 2009 αυξήθηκε στα 35,1MWp και το έτος 2010 πήγε στα 198,5MWp. Ωστόσο, το 2011 παρατηρείται ραγδαία αύξηση της ισχύς των φωτοβολταϊκών σταθμών στην Ελλάδα, με τιμή που φθάνει τα 425,8MWp, με αποκορύφωμα το 2012 που η ισχύς σημειώνεται στα 912MWp. Συνολικά, η εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα τα έτη 2008 έως 2012 φτάνει τα 1536,3MWp.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

5.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Η παρακάτω μελέτη⁶⁸ έχει ως στόχο την παρουσίαση των βασικών τεχνικών και οικονομικών δεδομένων της εγκατάστασης και λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 79,58kWp, ο οποίος πρόκειται να εγκατασταθεί στη στέγη μιας ξενοδοχειακής μονάδας.

Αρχικά, παρουσιάζονται τα βασικά ενεργειακά δεδομένα, βάσει των οποίων γίνεται μία εκτίμηση της παραγωγής ενέργειας ανά έτος. Στην συνέχεια, αναλύονται τα βασικά μέρη του σταθμού με το αντίστοιχο κόστος. Τέλος, παρατίθενται οικονομικά στοιχεία που αφορούν τους λογαριασμούς χρήσης και το διάγραμμα στάθμης κεφαλαίου, για διάστημα 10 ετών. Βάσει των στοιχείων αυτών, υπολογίζεται και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) της επένδυσης.

5.2 Ανάλυση επενδυτικού περιβάλλοντος

Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας τέθηκε σε υψηλή τα τελευταία χρόνια από το Ελληνικό Κράτος. Οι ανειλημμένες δεσμεύσεις για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα τα επόμενα χρόνια, ώθησαν στην λήψη αποφάσεων για την ενίσχυση της επιχειρηματικότητας στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με την ψήφιση του Ν3468/2006, όπου τέθηκε ως στόχος η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 760 MWp από ιδιώτες επενδυτές.

Στο πλαίσιο της πολιτικής αυτής, η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), η οποία έχει την ευθύνη για την οργάνωση και λειτουργία της αγοράς ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες της ελληνικής αγοράς, προχώρησε στην πρόσκληση εκδήλωσης ενδιαφέροντος προς υποψήφιους επενδυτές για την λήψη αδειών παραγωγής ή εξαιρέσεων αδειών παραγωγής (για μονάδες με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη των 150kWp), προσφέροντας εγγυημένη απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας σε προκαθορισμένες τιμές (feed in tariff) για τα επόμενα 20έτη,

⁶⁸ Η παρούσα μελέτη κατασκευής φωτοβολταϊκού σταθμού, παραχωρήθηκε από μία κατασκευαστική-μελετητική εταιρία φωτοβολταϊκών σταθμών, που έχει έδρα το Ηράκλειο Κρήτης.

Σύμφωνα με τα έως σήμερα ισχύοντα επενδυτικά δεδομένα, η Κρήτη παρουσιάζει εξαιρετικές προϋποθέσεις, ιδίως σε σχέση με την υπόλοιπη Ελλάδα, για την επιχειρηματική εκμετάλλευση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Μεταξύ των κυριότερων από αυτές μπορούν να σημειωθούν οι ακόλουθες:

- Σχεδόν αποκλειστική ενεργειακή εξάρτηση από αέρια και υγρά ορυκτά καύσιμα (Υγραέριο, Βενζίνη, Diesel, Μαζούτ), με εξαίρεση τα εγκατεστημένα αιολικά πάρκα, γεγονός που δίδει προοπτική στις επενδύσεις
- Εξαιρετικά επίπεδα ετήσιας ηλιοφάνειας, ήπιες θερμοκρασίες κατά τη θερινή περίοδο λόγω των μετεωμικών (μεσογειακό - νησιωτικό κλίμα και μικροκλίμα ανά περιοχή) και υψηλή μέση καθαρότητα της ατμόσφαιρας, παράγοντες που ευνοούν την απόδοση των φωτοβολταϊκών σταθμών.
- Εξαιρετική τιμολόγηση (Feed in Tariff) της ΔΕΗ για την ηλεκτρική ενέργεια από τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς.
- Κατάταξη των επενδύσεων στη Β' ζώνη επενδυτικών κινήτρων, γεγονός που για τη συντριπτική πλειοψηφία των επενδυτών (πολύ μικρές, μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις) συνδέεται με τη μέγιστη προβλεπόμενη επιδότηση (ήτοι 40% επί του προϋπολογισμού του επενδυτικού σχεδίου).
- Χρονική ταύτιση της παραγωγικής αιχμής των Φωτοβολταϊκών Πάρκων με την αιχμή ζήτησης. Η μέγιστη ηλεκτροπαραγωγή των πάρκων παρατηρείται τις μεσημεριανές ώρες των θερινών μηνών, την ώρα δηλαδή που λόγω τουρισμού και υψηλών θερμοκρασιών καταγράφεται η μέγιστη ζήτηση. Το γεγονός αυτό συντελεί στην εκτίμηση για σχεδόν πλήρη απορρόφηση της παραγωγής των επενδύσεων από τη ΔΕΗ.

Για τους παραπάνω λόγους, παρά την περιορισμένη μέγιστη ισχύ των αδειοδοτημένων από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας φωτοβολταϊκών σταθμών στην Περιφέρεια Κρήτης (το μέτρο επιμερισμού προέκυψε στα 80kWp), οι επενδύσεις αυτές παραμένουν εξαιρετικά ελκυστικές.

5.3 Ενεργειακή προμελέτη

Σύμφωνα με την ενεργειακή προμελέτη, η απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων εξαρτάται από τα κλιματολογικά δεδομένα της συγκεκριμένης περιοχής, κυρίως όσον αφορά την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη θερμοκρασία. Η

αποδιδόμενη ενέργεια αυξάνει με την αύξηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας και μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Η παραγωγική δυναμικότητα της επιχείρησης, σχετικά με τον τομέα της νέας δραστηριότητάς της (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας), θα ανέρχεται σε 79,58 kWp, καθώς η ως άνω αναγραφόμενη εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πρόκειται να αποτελείται από 346 φωτοβολταϊκά πάνελ ισχύος 230Wp έκαστο.

Η εκτίμηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να προέλθει από την παραπάνω δυναμικότητα έγινε με τη χρήση πραγματικών δεδομένων που προκύπτουν από αντίστοιχα έργα που έχουν κατασκευαστεί στην περιοχή του Ν. Ρεθύμνης και που είναι συνδεδεμένα και λειτουργούν για χρονική διάρκεια μεγαλύτερη του έτους. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να διεξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την απόδοση των φωτοβολταϊκών σταθμών στην περιοχή. Επίσης, στην τελική εκτίμηση, λήφθησαν υπόψιν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρήση ειδικών εφαρμογών λογισμικού, τα οποία συμπεριλαμβάνουν επίσημα μετεωρολογικά δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από την επίσημη πηγή πληροφοριών της Ευρωπαϊκής Ένωσης PVGIS (Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών για Φωτοβολταϊκά Συστήματα – Photovoltaic (PV) Geographical Information System) το οποίο έχει αναπτυχθεί στο ερευνητικό κέντρο της Ε.Ε. (JRC) στην Ιταλία.

Ωστόσο, για τον υπολογισμό της εκτίμησης παραγωγής, με βάση την εφαρμογή PVGIS, θεωρήθηκε ότι οι απώλειες του ηλεκτρικού συστήματος είναι της τάξης του 10% (χειρίστη περίπτωση), οι οποίες καλύπτουν απώλειες στον αντιστροφέα, στα καλώδια, στο μετασχηματιστή, τις διόδους των φωτοβολταϊκών πάνελ και τυχόν μικρές αποκλίσεις από τα δεδομένα του κατασκευαστή. Σύμφωνα με την εφαρμογή PVGIS, εκτιμάται ότι η βέλτιστη κλίση για την περιοχή του Ρεθύμνου είναι 28 μοίρες. Όμως, στην συγκεκριμένη περίπτωση, η εγκατάσταση πρόκειται να γίνει στην στέγη των ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων και να ακολουθεί την κλίση των 23 μοιρών.

Σύμφωνα λοιπόν με τις εκτιμήσεις της εφαρμογής PVGIS για την περιοχή του νομού Ρεθύμνης, η μέση ετήσια παραγωγή των φωτοβολταϊκών πάνελ είναι 1.402 kWp όταν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι τοποθετημένα σε σταθερές βάσεις με κλίση 23 μοιρών.

Έτσι, σύμφωνα με τα πραγματικά δεδομένα που προκύπτουν από αντίστοιχα έργα που έχει κατασκευάσει στην περιοχή του Ν. Ρεθύμνου η εταιρεία και που είναι συνδεδεμένα και λειτουργούν για χρονική διάρκεια πάνω από ένα έτος, τα

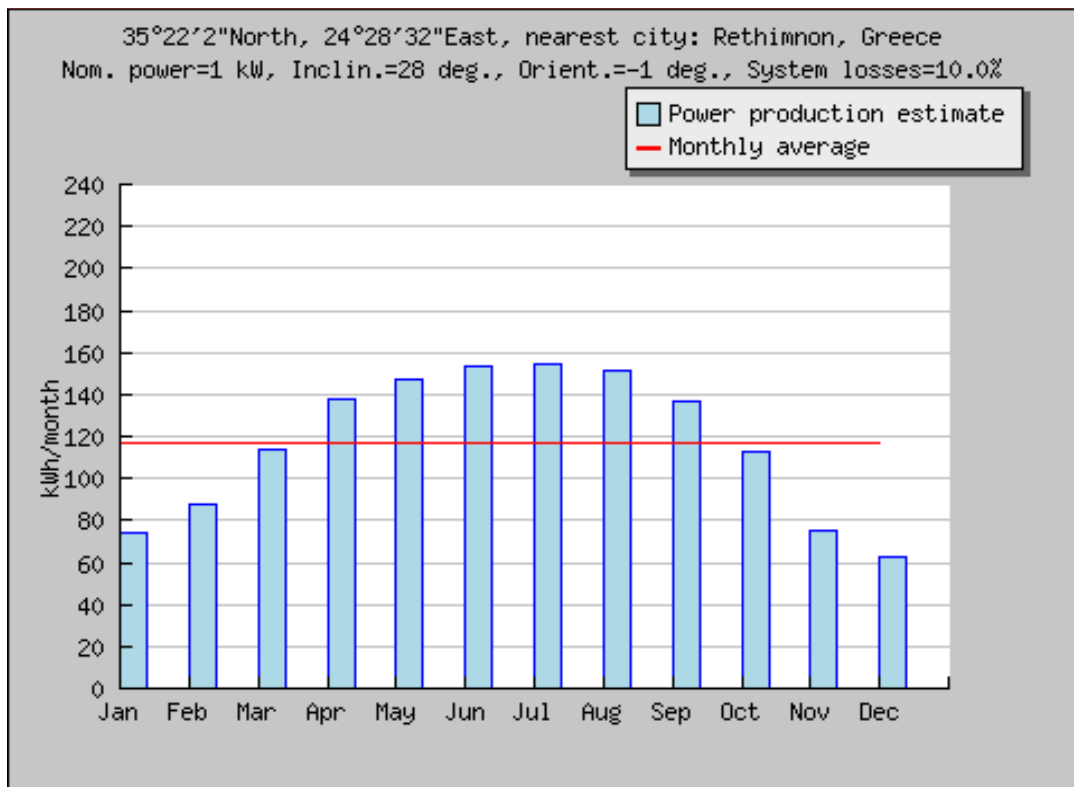
συμπεράσματα που διεξάγονται όσον αφορά την μέση ετήσια παραγωγή των Φ/Β πάνελ είναι 1.525 kWh ανά εγκατεστημένο kW, όταν η εγκατάσταση γίνεται σε σταθερές βάσεις.

Ως εκ τούτου, καθώς τα πραγματικά δεδομένα υπερτερούν των προβλέψεων που έγιναν με βάση το PVGIS (Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών για Φωτοβολταϊκά Συστήματα – Photovoltaic (PV) Geographical Information System), θα ληφθεί υπόψη η μέση ετήσια παραγωγή των Φ/Β πάνελ (1.525 kWh ανά εγκατεστημένο kW) που προκύπτει από τα πραγματικά δεδομένα.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού 79,58 kWp, που θα γίνει σε σταθερές βάσεις επί της στέγης ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων, στον Ν. Ρεθύμνου, θα αποδίδει 1.525 kWh ανά εγκατεστημένο kW, δηλαδή 121.359,50 kWh ετησίως.

Τα παρακάτω σχήματα παρουσιάζουν την εκτίμηση της παραγωγής ανά μήνα του έτους στον Ν. Ρεθύμνου, για εγκατάσταση φ/β σταθμού σε σταθερές βάσεις.

Εκτίμηση παραγωγής ενέργειας σύμφωνα με το PVGIS για εγκατάσταση Φ/Β σταθμού σε σταθερές βάσεις



Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη είναι η ηλιακή ενέργεια. Σημαντικός τεχνικός προσδιορισμού αποτελεί η έντασή της, δηλαδή η πυκνότητα ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β πάνελ αυξομειώνεται, ακολουθώντας τις μεταβολές της έντασης ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας και των εποχών του έτους. Συνήθως, οι κατασκευαστές ορίζουν την παραγόμενη ισχύ για ένταση ηλιακής ακτινοβολίας ίση προς $G=1.000\text{W/m}^2$, τιμή η οποία είναι εφικτή για την Ελλάδα.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βελτιστοποιείται όταν τα Φ/Β πάνελ τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό (για το Βόρειο ημισφαίριο) με κλίση περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Η παραγωγή αυτή αυξάνεται ακόμη περισσότερο, στην περίπτωση που τα πάνελ τοποθετηθούν πάνω σε ηλιοπαρακολουθητές (tracker) που ακολουθούν την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Ένα επιπλέον τεχνικό χαρακτηριστικό με ιδιαίτερη σημασία αποτελεί η θερμοκρασία των κελιών των Φ/Β πάνελ. Οι κατασκευαστές πάνελ ορίζουν την παραγωγή ενέργειας για θερμοκρασία κελιών ίση προς 25 βαθμούς Κελσίου. Ωστόσο, λόγω τοπικής θέρμανσης, η θερμοκρασία των κελιών είναι κατά 20-30 βαθμούς Κελσίου υψηλότερη από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

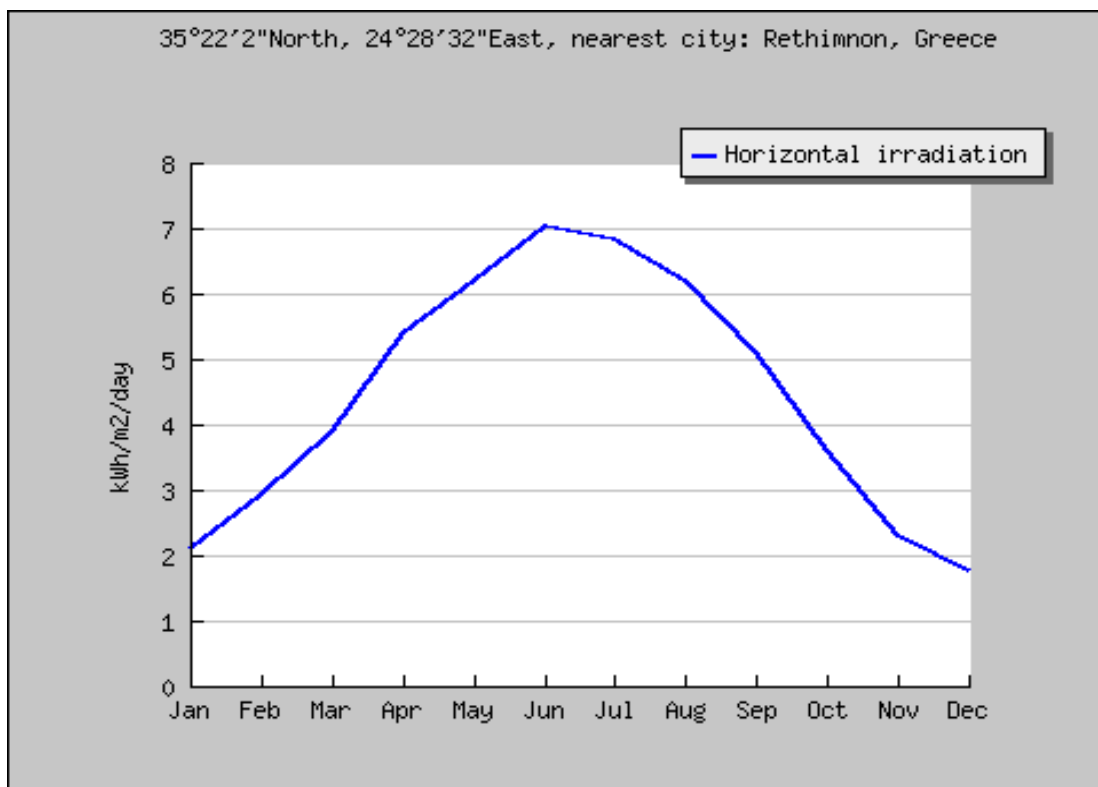
Η ισχύς των πάνελ μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας κελιών λόγω μείωσης της τάσης του κελιού για την ίδια ένταση ρεύματος. Το γεγονός αυτό πρακτικά σημαίνει, ότι σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (άρα και κελιών των Φ/Β πάνελ) θα σημειώνεται πτώση της παραγόμενης ισχύος. Οι κατασκευαστές δίνουν την πληροφορία αυτή με ένα συντελεστή μείωσης της ισχύος ανά βαθμό Κελσίου θερμοκρασίας κελιών πάνω από την ονομαστική θερμοκρασία των 25 βαθμών Κελσίου.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι, η ικανότητα παραγωγής ενός Φ/Β σταθμού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Συνήθως λοιπόν, είναι απαραίτητο σε εφαρμογές λογισμικού να εισάγονται ως δεδομένα τα χαρακτηριστικά αυτά (κυρίως ένταση ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασία), όπως και έγινε και για τη συγκεκριμένη επένδυση.

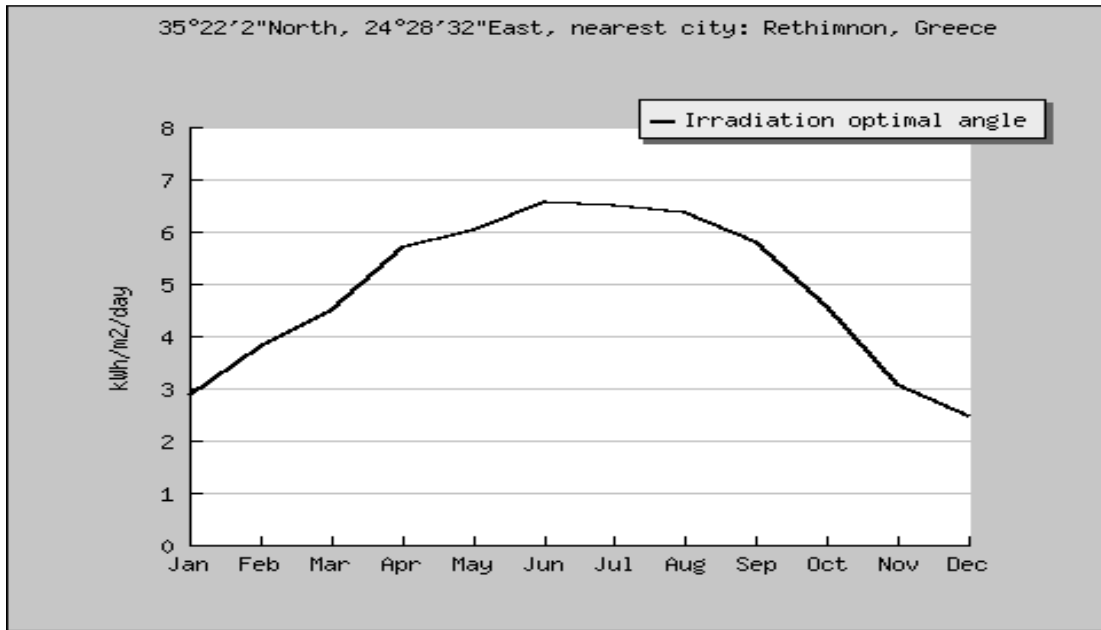
Για παράδειγμα, μπορούν να αναφερθούν τα χαρακτηριστικά της περιοχής του νομού Ρεθύμνης, σύμφωνα με την εφαρμογή λογισμικού PVGIS. Τα παρακάτω σχήματα παρουσιάζουν τη μεταβολή της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, μετρούμενη σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο και ανά ημέρα του μήνα, όταν αυτή

προσπίπτει σε οριζόντιο επίπεδο (0 μοίρες) και σε επίπεδο με κλίση ίση με τη βέλτιστη (28 μοίρες).

Από τα παρακάτω διαγράμματα προκύπτει ότι, η ένταση ηλιακής ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερη κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όπως αναμένεται. Επιπλέον, υπάρχει μία μείωση της έντασης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας για επίπεδα άλλων κλίσεων σε σχέση με τη βέλτιστη κλίση. Για παράδειγμα, σύμφωνα με το πρόγραμμα PVGIS, οι τιμές της έντασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας είναι (ανά τετραγωνικό μέτρο και ανά ημέρα) ίσες προς 4.856 kWh και 4.453 kWh για τη βέλτιστη κλίση και το οριζόντιο επίπεδο, παρατηρείται δηλαδή μία μείωση της τάξης του 9.1%.



Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο



Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας σε επίπεδο ίσο με τη βέλτιστη κλίση

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τη μεταβολή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα έτους σε εγκατάσταση με σταθερές βάσεις:

Μήνας	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/kWp) για σταθερή κλίση	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/kWp) για κλίση 23 μοιρών
Ιανουάριος	74	71
Φεβρουάριος	87	85
Μάρτιος	114	112
Απρίλιος	138	138
Μάιος	147	150
Ιούνιος	153	157
Ιούλιος	155	158
Αύγουστος	152	153
Σεπτέμβριος	137	135
Οκτώμβριος	112	110

Νοέμβριος	75	72
Δεκέμβριος	63	60
Μέση τιμή/μήνα	117	117
Μέση τιμή έτους	1.406	1.402

Μηνιαίες τιμές προσπίπτουσας έντασης ακτινοβολίας σε εγκατάσταση με σταθερές βάσεις

Επίσης, θεωρείται ότι λόγω γήρανσης, η παραγωγή των φωτοβολταϊκών στοιχείων μειώνεται κατά 1% κάθε χρόνο για τα επόμενα 20 χρόνια.

Έτσι, με βάση τα παραπάνω δεδομένα, την εξ' ολοκλήρου χρησιμοποίηση σταθερών βάσεων και, επιπλέον του ότι πρέπει να συνυπολογιστούν τα πραγματικά δεδομένα που προκύπτουν από φωτοβολταϊκούς σταθμούς που λειτουργούν στην συγκεκριμένη περιοχή, πρέπει να σημειωθεί ότι η μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε 121.359,50kWh ετησίως, καθώς αποδίδεται 1.525kWh ανά εγκατεστημένο kW, όταν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι τοποθετημένα σε σταθερές βάσεις με νότιο προσανατολισμό.

5.4 Τεχνική περιγραφή

Ο φωτοβολταϊκός σταθμός πρόκειται να αποτελείται από πάνελ μέγιστης συνολικής ισχύος 79,58kWp, εδραζόμενα σε σταθερές βάσεις στήριξης με νότιο προσανατολισμό. Πιο συγκεκριμένα, ο φωτοβολταϊκός σταθμός πρόκειται να αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

5.4.1 Φωτοβολταϊκά πάνελ

Πρόκειται να χρησιμοποιηθούν 346 Φ/Β πάνελ τεχνολογίας πολυκρυσταλλικού πυριτίου τύπου Conergy Powerplus 230P (230Wp) της γερμανικής βιομηχανίας Conergy (γερμανικής κατασκευής και προέλευσης), μέγιστης ισχύος 230Wp έκαστο. Τα πάνελ πρόκειται να τοποθετηθούν σε σταθερές βάσεις στήριξης με νότιο προσανατολισμό.

5.4.2 Σταθερές βάσεις στήριξης

Οι βάσεις στήριξης είναι σταθερού προσανατολισμού και αποτελούνται από αυτοτελή μέρη χαλύβδινα επιψευδαργυρωμένα. Μεταξύ του μεταλλικού πλαισίου του

Φ/Β πλαισίου και του ικριώματος στήριξης, παρεμβάλλονται παρεμβύσματα για την καλύτερη προστασία των πλαισίων. Είναι κατάλληλες για διαφορετικούς τύπους Φ/Β πλαισίων και είναι ειδικά σχεδιασμένες για εφαρμογές μικρής ως και μεγάλης κλίμακας. Η σχεδίαση των βάσεων ακολουθεί τον Ευρωκώδικα 9 (1.1), DIN 1055, καθώς και τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό. Οι υπολογισμοί φορτίσεων βασίζονται σε φορτία προερχόμενα από ταχύτητα ανέμου 36m/s (130km/h) και χιονιού 1.4KN/m². Βασικά πλεονεκτήματα των βάσεων αυτών είναι ότι προσφέρουν γρήγορη συναρμολόγηση, υψηλή αξιοπιστία και αντοχή. Οι βάσεις θα τοποθετηθούν επί της στέγης ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων.

5.4.3 Αντιστροφείς

Πρόκειται να χρησιμοποιηθούν τρεις (3) αντιστροφείς τύπου KACO (Γερμανίας). Κάθε μετατροπέας περιέχει ενσωματωμένες διατάξεις απομόνωσης και προστασίας, επιτηρητές τάσης, καθώς και διατάξεις για επανάζευξη και τηλε-έλεγχο λειτουργίας.

5.4.4 Καλωδιώσεις και ηλεκτρολογικό υλικό

Τα καλώδια DC που θα χρησιμοποιηθούν, είναι ειδικού τύπου κατάλληλα για Φ/Β πάρκα, 1x4mm². Πρόκειται, επίσης, να χρησιμοποιηθούν συζεύκτες, και ηλεκτρικοί πίνακες με μέσα προστασίας. Επιπρόσθετα, πρόκειται να τοποθετηθεί σύστημα εσωτερικής και εξωτερικής αντικεραυνικής προστασίας.

5.4.5 Έργα σύνδεσης με τη ΔΕΗ

Πρόκειται για εργασίες της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) για τη σύνδεση του φωτοβολταϊκού σταθμού στο Δίκτυο.

5.5 Κόστος εγκατάστασης

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις κυριότερες κατηγορίες εξοπλισμού – εργασιών με τα αντίστοιχα κόστη.

A/A	Είδος	Τεμάχια ανά έργο	Έργο
1	Φωτοβολταϊκά πάνελ	346 τμχ	158.400,00

2	Αντιστροφείς	3 τμχ	24.600,00
3	Σταθερές βάσεις στήριξης	173 μ.	25.000,00
4	Καλωδιώσεις διασύνδεσης DC, AC και επικοινωνίας με inverter	Κατ' αποκοπή	9.000,00
5	Πίνακες/Υαλοπίνακες με διάταξη αντικεραυνικής προστασίας / Γειώσεις	1 σετ	10.500,00
6	Σύστημα ελέγχου KACO Prolog	1 τμχ	1.500,00
7	Εξωτερική αντικεραυνική προστασία	1 σετ	3.000,00
8	Τοποθέτηση εγκατάστασης	-	20.000,00
9	Έργα ΔΕΗ	-	20.000,00
10	Σύνολο		272.000,00

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι, το κόστος της επένδυσης πρόκειται να είναι της τάξεως των 272.000,00€.

5.6 Προοπτικές κερδοφορίας

5.6.1 Χρηματοδότηση επένδυσης

Το κόστος της επένδυσης πρόκειται να καλυφθεί ως ακολούθως:

Τρόπος κάλυψης	Ποσό σε €	Ποσοστό
Δάνειο	272.000,00	100%
Σύνολο	272.000,00	100%

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι προβλεπόμενοι λογαριασμοί εκμετάλλευσης και τα αποτελέσματα χρήσεως για τα πρώτα 10 έτη και τα επόμενα 10, οι προβλεπόμενες ροές της επένδυσης για τα έτη 1-10 και 11-20, καθώς και οι προβλεπόμενες εοές κεφαλαίου για τα έτη 1-10 και 11-20.

Προβλεπόμενοι λογαριασμοί εκμετάλλευσης και αποτελέσματα χρήσεως σε Ευρώ – Έτη 1-10

	ΕΤΟΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ	6ο ΕΤΟΣ	7ο ΕΤΟΣ	8ο ΕΤΟΣ	9ο ΕΤΟΣ	10ο ΕΤΟΣ
ΣΥΝΟΛΟ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	0	50.850	51.101	51.354	51.608	51.864	52.121	52.379	52.638	52.899	53.160
Μείον : Κόστος πωληθέντων	0	996	1.026	1.057	1.088	1.121	1.155	1.189	1.225	1.262	1.300
ΜΙΚΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	0	49.854	50.075	50.298	50.520	50.743	50.966	51.189	51.413	51.637	51.861
Μείον : Έξοδα Διοίκησης		100	103	106	109	113	116	119	123	127	130
Μείον : Έξοδα διάθεσης											
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	0	49.754	49.972	50.192	50.411	50.630	50.850	51.070	51.290	51.510	51.730
Πλέον: διάφορα έσοδα											
Μείον : Λοιπές δαπάνες											
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	0	49.754	49.972	50.192	50.411	50.630	50.850	51.070	51.290	51.510	51.730

Μείον : τόκοι μακροπρόθεσμων δανείων επένδυσης		9.520	8.709	7.869	6.999	6.100	5.168	4.205	3.207	2.175	1.106
Μείον : τόκοι βραχυπρόθεσμων δανείων επένδυσης		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Μείον : δόσεις leasing											
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	0	40.234	41.264	42.323	43.412	44.531	45.682	46.865	48.083	49.336	50.624
Μείον : Αποσβέσεις (συνολικές)	0	17.835	17.835	17.835	17.835	17.835	17.535	17.535	17.535	17.673	17.535
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ	0	22.399	23.429	24.488	25.577	26.696	28.147	29.330	30.548	31.663	33.089
Μείον: Φόρος εισοδήματος	0	4.480	4.686	4.898	5.115	5.339	5.629	5.866	6.110	6.333	6.618
ΚΑΘΑΡΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	0	17.919	18.743	19.590	20.461	21.357	22.517	23.464	24.438	25.330	26.471

Προβλεπόμενοι λογαριασμοί εκμετάλλευσης και αποτελέσματα χρήσεως σε Ευρώ – Έτη 11-20

	11ο ΕΤΟΣ	12ο ΕΤΟΣ	13ο ΕΤΟΣ	14ο ΕΤΟΣ	15ο ΕΤΟΣ	16ο ΕΤΟΣ	17ο ΕΤΟΣ	18ο ΕΤΟΣ	19ο ΕΤΟΣ	20ο ΕΤΟΣ
ΣΥΝΟΛΟ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	53.424	53.688	53.953,70	54.220,77	54.489,17	54.758,89	55.029,94	55.302,34	55.576,09	55.851,19
Μείον : Κόστος πωληθέντων	1.339	1.379	1.420,06	1.462,66	1.506,54	1.551,74	1.598,29	1.646,24	1.695,62	1.746,49
ΜΙΚΤΟ ΚΕΡΑΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	52.085	52.309	52.533,65	52.758,11	52.982,63	53.207,15	53.431,66	53.656,11	53.880,47	54.104,70
Μείον : Εξοδα Διοίκησης	134	138	142,58	146,85	151,26	155,80	160,47	165,28	170,24	175,35
Μείον : Εξοδα διάθεσης										
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	51.951	52.171	52.391,07	52.611,26	52.831,37	53.051,36	53.271,19	53.490,82	53.710,22	53.929,35
Πλέον : διάφορα έσοδα										
Μειον : Λοιπές δαπάνες										
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	51.951	52.171	52.391,07	52.611,26	52.831,37	53.051,36	53.271,19	53.490,82	53.710,22	53.929,35
Μείον : τόκοι μακροπρόθεσμων δανείων επένδυσης	0	0	0,00	0,00						

Μείον : τόκοι βραχυπρόθεσμων δανείων επένδυσης	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μείον : δόσεις leasing										
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	51.951	52.171	52.391,07	52.611,26	52.831,37	53.051,36	53.271,19	53.490,82	53.710,22	53.929,35
Μείον : Αποσβέσεις (συνολικές)	17.535	17.535	17.535,00	17.535,00	5.430,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ	34.416	34.636	34.856,07	35.076,26	47.401,37	53.051,36	53.271,19	53.490,82	53.710,22	53.929,35
Μείον: Φόρος εισοδήματος	6.883	6.927	6.971,21	7.015,25	9.480,27	10.610,27	10.654,24	10.698,16	10.742,04	10.785,87
ΚΑΘΑΡΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	27.532	27.709	27.884,86	28.061,01	37.921,09	42.441,08	42.616,95	42.792,66	42.968,18	43.143,48

Όπως φαίνεται από τους δύο παραπάνω πίνακες, το φωτοβολταϊκό πλαίσιο που είναι εγκατεστημένο στην στέγη της ξενοδοχειακής μονάδας, προβλέπεται να αποφέρει αυξανόμενα κέρδη στην επιχείρηση. Συγκεκριμένα, ενώ το πρώτο έτος, η επιχείρηση είχε καθαρό αποτέλεσμα 17.919 €, το δέκατο έφθασε το ποσό των 26.471 €, ενώ μέχρι το 2020 που γίνεται η πρόβλεψη, φαίνεται να έχει καθαρό αποτέλεσμα ίσο με 43.143,48 €.

Προβλεπόμενες ροές σε Ευρώ- Έτη 1-10

ΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ											
	0	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο	6ο	7ο	8ο	9ο	10ο
ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ											
ΕΙΣΡΟΕΣ (Α1)											
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	0	49.754	49.972	50.192	50.411	50.630	50.850	51.070	51.290	51.510	51.730
ΕΚΡΟΕΣ (Β1)											
Δαπάνες επένδυσης	272.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Δαπάνες κεφαλαίου κίνησης		4.661	23	23	23	23	24	24	24	24	24
Σύνολο (Β)	272.000	4.661	23	23	23	23	24	24	24	24	24

ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (Γ1=Α1-Β1)	-272.000	45.092	49.949	50.168	50.388	50.607	50.827	51.046	51.266	51.486	51.706
ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ											
ΕΙΣΡΟΕΣ (Α2)											
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ											
ΕΚΡΟΕΣ (Β2)											
Δαπάνες επένδυσης											
Δαπάνες κεφαλαίου κίνησης											

Σύνολο (B)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (Γ2=Α2-Β2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΔΙΑΦΟΡΑ Γ1-Γ2	-272.000	45.092	49.949	50.168	50.388	50.607	50.827	51.046	51.266	51.486	51.706
	-272.000	-226.908	-176.958	-126.790	-76.402	-25.795	25.031	76.078	127.344	178.830	230.536

Προβλεπόμενες ροές σε Ευρώ – Έτη 11-20

ΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ										
	11ο	12ο	13ο	14ο	15ο	16ο	17ο	18ο	19ο	20ο
ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ										
ΕΙΣΡΟΕΣ (Α1)										
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	51.951	52.171	52.391	52.611	52.831	53.051	53.271	53.491	53.710	53.929
ΕΚΡΟΕΣ (Β1)										
Δαπάνες επένδυσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Δαπάνες κεφαλαίου κίνησης	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25
Σύνολο (Β)	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25

ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (Γ1=Α1-Β1)	51.926	52.147	52.367	52.587	52.807	53.027	53.246	53.466	53.685	53.904
ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ										
ΕΙΣΡΟΕΣ (Α2)										
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ										
ΕΚΡΟΕΣ (Β2)										
<i>Δαπάνες επένδυσης</i>										
<i>Δαπάνες κεφαλαίου κίνησης</i>										
Σύνολο (Β)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (Γ2=Α2-Β2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΔΙΑΦΟΡΑ Γ1-Γ2	51.926	52.147	52.367	52.587	52.807	53.027	53.246	53.466	53.685	53.904
	282.463	334.609	386.976	439.563	492.370	545.396	598.643	652.109	705.794	759.698

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι **IRR=17,70%**

Προβλεπόμενες ροές κεφαλαίου σε Ευρώ – Έτη 1-10

Κύκλος εργασιών	Περίοδος σχεδιασμού & κατασκευής	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ	6ο ΕΤΟΣ	7ο ΕΤΟΣ	8ο ΕΤΟΣ	9ο ΕΤΟΣ	10ο ΕΤΟΣ
A. Εισροές											
Κέρδη προ αποσβέσεων	0	40.234	41.264	42.323	43.412	44.531	45.682	46.865	48.083	49.336	50.624
Ίδια συμμετοχή	0	4.661									
Μακροπρόθεσμα δάνεια	272.000										
Κεφάλαιο κίνησης											
Πιστώσεις προμηθευτών παγίων											
Ενισχύσεις Δημοσίου	0										
Πώληση παγίων											
Λοιπές πηγές											
ΣΥΝΟΛΟ Α	272.000	44.895	41.264	42.323	43.412	44.531	45.682	46.865	48.083	49.336	50.624
B. Εκροές											
Δαπάνες επένδυσης	0										

Λοιπές προλειτουργικές δαπάνες											
Τόκοι κατασκευαστικής περιόδου											
Συνήθεις άλλες επενδύσεις (Αναγκαίες αντικαταστάσεις, εξοπλισμού, ματισμού κ.λπ.)											
Χρεολύσια νέου επενδυτικού δανείου	0	23.186	23.997	24.837	25.706	26.606	27.537	28.501	29.499	30.531	31.600
Χρεολύσια παλαιών μακροπρόθεσμων δανείων		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Εξυπηρέτηση πιστώσεων προμηθευτών (παγίων)											
Φόροι εισοδήματος		4.480	4.686	4.898	5.115	5.339	5.629	5.866	6.110	6.333	6.618
Μερίσματα		-5.267	-4.729	-4.722	-4.721	-4.724	-4.518	-4.533	-4.554	-4.681	-4.615
Αμοιβές Δ.Σ.											
Λοιπές εκροές											

ΣΥΝΟΛΟ Β	0	22.399	23.954	25.013	26.101	27.221	28.649	29.834	31.054	32.183	33.602
Ετήσια Μεταβολή Κεφαλαίου Κίνησης (Α-Β)	272.000	22.496	17.310	17.310	17.310	5.128	17.033	17.031	17.029	17.153	17.022
Αθροιστική Μεταβολή Κεφαλαίου Κίνησης (Α-Β)	272.000	294.496	311.806	329.116	346.427	351.555	368.588	385.619	402.648	419.801	436.823

Προβλεπόμενες ροές κεφαλαίου σε Ευρώ – Έτη 11-20

Κύκλος εργασιών	11ο ΕΤΟΣ	12ο ΕΤΟΣ	13ο ΕΤΟΣ	14ο ΕΤΟΣ	15ο ΕΤΟΣ	16ο ΕΤΟΣ	17ο ΕΤΟΣ	18ο ΕΤΟΣ	19ο ΕΤΟΣ	20ο ΕΤΟΣ
A. Εισροές										
Κέρδη προ αποσβέσεων	51.951	52.171	52.391	52.611	52.831	53.051	53.271	53.491	53.710	53.929
Ίδια συμμετοχή										
Μακροπρόθεσμα δάνεια										
Κεφάλαιο κίνησης										
Πιστώσεις προμηθευτών παγίων										
Ενισχύσεις Δημοσίου										
Πώληση παγίων										
Λοιπές πηγές										
ΣΥΝΟΛΟ Α	51.951	52.171	52.391	52.611	52.831	53.051	53.271	53.491	53.710	53.929
B. Εκροές										
Δαπάνες επένδυσης										

Λοιπές προλειτουργικές δαπάνες										
Τόκοι κατασκευαστικής περιόδου										
Συνήθειες άλλες επενδύσεις (Αναγκαίες αντικαταστάσεις, εξοπλισμού, ματισμού, κ.λπ.										
Χρεολύσια νέου επενδυτικού δανείου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χρεολύσια παλαιών μακροπρόθεσμων δανείων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Εξυπηρέτηση πιστώσεων προμηθευτών (παγίων)										
Φόροι εισοδήματος	6.883	6.927	6.971	7.015	9.480	10.610	10.654	10.698	10.742	10.786
Μερίσματα	24.779	24.938	25.096	25.255	34.129	38.197	38.355	38.513	38.671	38.829
Αμοιβές Δ.Σ.										
Λοιπές εκροές										
ΣΥΝΟΛΟ Β	31.662	31.865	32.068	32.270	43.609	48.807	49.009	49.212	49.413	49.615
Ετήσια Μεταβολή Κεφαλαίου Κίνησης (Α-Β)	20.288	20.306	20.323	20.341	9.222	4.244	4.262	4.279	4.297	4.314
Αθροιστική Μεταβολή Κεφαλαίου Κίνησης (Α-Β)	457.111	477.417	497.741	518.082	527.304	531.548	535.810	540.089	544.386	548.700

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι σύγχρονες κοινωνίες, σήμερα, καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση χώρων (κατοικιών και γραφείων), τα μέσα μεταφοράς, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων. Με την πρόοδο της οικονομίας και την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, η ενεργειακή ζήτηση αυξάνεται ραγδαία. Πλέον, το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιείται, προέρχεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας που είναι το πετρέλαιο, η βενζίνη και ο άνθρακας. Αυτές είναι οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν. Η παραγωγή και η χρήση της ενέργειας που προέρχεται από αυτές τις πηγές δημιουργούν μια σειρά από περιβαλλοντικά προβλήματα με αιχμή τους, το γνωστό «φαινόμενο του θερμοκηπίου».

Από την άλλη πλευρά, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο, ακόμη και τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής εκμετάλλευσης, είναι πηγές ενέργειας που δεν εξαντλούνται ποτέ. Υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον και οι είναι οι πρώτες κορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ, καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους, παρουσιάστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή χρήση του 1979 και παγιώθηκε την επόμενη δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για πολλές χώρες, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του περιβάλλοντος, καθώς η αξιοποίησή τους δεν το επιβαρύνει, αφού δεν συνοδεύεται από παραγωγή ρύπων ή αερίων που ενισχύουν τον κίνδυνο για κλιματικές αλλαγές. Έχει πλέον διαπιστωθεί ότι, ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς το 95% της

ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων.

Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των πολιτών. Οι μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι οι ακόλουθες:

Ηλιακή ενέργεια: η ηλιακή ενέργεια περιλαμβάνει α) τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα, β) τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό, και γ) τα φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια.

Αιολική ενέργεια: είναι η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή/και σε ηλεκτρική ενέργεια.

Υδροηλεκτρική ενέργεια: τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα (μέχρι 10MW ισχύος) αξιοποιούν τις υδατοπτώσεις, με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και το μετασχηματισμό της σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια.

Βιομάζα: είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια σε μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης.

Γεωθερμική ενέργεια: είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα.

Ωστόσο, τα κυριότερα πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι τα ακόλουθα:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.

- Απαντούν στο ενεργειακό πρόβλημα για τη σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, υποκαθιστώντας τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας από συμβατικές πηγές, οδηγούν σε ελάττωση εκπομπών από άλλους ρυπαντές, όπως οξείδια του θείου και αζώτου που προκαλούν την όξινη βροχή.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- Προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών και αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δικτυακός χώρος

Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για την Ενέργεια, (2013), «Ο ρόλος της ενέργειας: Πηγή ζωής: Ο ήλιος», <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu1-2-1-1>

Ενεργειακό Κέντρο Περιφέρειας Κρήτης, (2012), «Ο ήλιος – Η ηλιακή ενέργεια», <http://www.crete-region.gr/greek/energy/feedu/react7.html>

Η ενέργεια γύρω μας (2012), «Γεωθερμία: Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα», <http://ienergiagiromas.weebly.com/pilambdaepsilomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha--muepsiloniotaomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha2.html>

Η ενέργεια γύρω μας (2012), «Υδροηλεκτρική ενέργεια: Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα», <http://ienergiagiromas.weebly.com/pilambdaepsilomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha--muepsiloniotaomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha1.html>

ΘΕΡΜΑΝΣΗ.COM (2013), «Θέρμανση από τον ήλιο με εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας», <http://θερμανση.com/%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7-%CE%B1%CF%80%CE%BF-%CF%84%CE%BF%CE%BD-%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%BF/>

ΙΤΕΣΚ, (2012), «Αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού», <http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi321.html>

ΙΤΕΣΚ, (2012), «Ενέργεια κυμάτων», <http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi326.html>

ΙΤΕΣΚ, (2012), «Ενέργεια των κυμάτων: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα», <http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi3264.html>

ΙΤΕΣΚ, (2012), «Ηλιακή ενέργεια», <http://www.allaboutenergy.gr/HliakiEnergeia.html>

ΙΤΕΣΚ, (2012), «Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την παλίρροια»,
<http://www.allaboutenergy.gr/Paragogi3263.html>

Καλκάνης, Γ. (1997), «Η ενέργεια και οι πηγές της – Τι, πώς, γιατί», *ΚΑΠΕ – CRES*,
Βιβλίο II,
<http://www.cres.gr/kape/education/energeia/I%20Energeia%20kai%20oi%20Piges%20t%20is-%20Vivlio%202%20.pdf>

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (2004),
«Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε οικιστικά σύνολα»,
<http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) 2005, «Βιομάζα»,
http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) 2013,
«Φωτοβολταϊκά Συστήματα»,
http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_photovol.htm

Κορωναίος, Ι. Χ (2012), «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», Εθνικό Μετσόβιο
Πολυτεχνείο: Διδακτικές σημειώσεις, <http://www.survey.ntua.gr/environ/6420/APE-kef1-6.pdf>

Ξενάκης, Μ. (2008), «Παθητικά ηλιακά συστήματα και η απόδοσή τους στην Ελλάδα»,
http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf

Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (2013), «Η στατιστική των ΑΠΕ για το 2012»,
http://www.helapco.gr/ims/file/press_room/RES-stats_greece_2012.pdf

ΥΠΕΚΑ, (2009), «Ηλιακή ενέργεια & Φωτοβολταϊκά»,
<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=286&language=el-GR>

ΥΠΕΚΑ, (2009), «Υδροηλεκτρική ενέργεια»,
<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=484>

Electrology: Ηλεκτρολογία και Εκπαίδευση (2012), «Αιολική ενέργεια: η Ελλάδα 8^η στον κόσμο στην εγκατεστημένη ισχύ/εκατ. κατοίκους»,

<http://electrology.mysch.gr/?p=2453#more-2453>

ForMe.co.il (2013), «Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας»,

<http://el.forme.co.il/%CF%80%CE%BB%CE%B5%CE%BF%CE%BD%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CE%BF%CE%BD%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82111/>

GasClimattica (2009), «Φωτοβολταϊκά συστήματα»,

<http://www.gasclimattica.gr/%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%B1%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1.html>

Geofar (2009), «Τι είναι η Γεωθερμική ενέργεια»,

http://www.energia.gr/geofar/page.asp?p_id=12&lng=5

Online Library (2013), «Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας»,

<http://gr.ixarticle.com/articles/1020364/>

Signanini, P., Crema, G., & Di Fazio, M. (2012), «Γεωθερμική ενέργεια», Ενεργειακή αποδοτικότητα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Υποστήριξη των ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό επίπεδο, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας,

http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

Βιβλία

Γελεγένης Ι, Ι. & Αξάοπουλος Ι, Π. (2005), *Πηγές ενέργειας – Συμβατικές και ανανεώσιμες*, Αθήνα: Σύγχρονη εκδοτική

Μαλεβίτη, Ε. (2012), *Ενεργειακή διαχείριση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, Αθήνα: Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε.