



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΠΜΣ «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»
2^η ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΟΡΕΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ»

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ
ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Μεταπτυχιακή εργασία

Κουτσαμάνη Σταματία

Επιβλέπων : Δαμίγος Δ. , Αναπληρωτής καθηγητής

Επιτροπή Παρακολούθησης :

Καλιαμπάκος Δ., Καθηγητής

Δαμίγος Δ. , Αναπληρωτής Καθηγητής

Σαγιάς Ι., Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα, Ιούνιος 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΠΜΣ «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»
2^η ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΟΡΕΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ»

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ
ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Μεταπτυχιακή εργασία

Κουτσαμάνη Σταματία

Τα μέλη της επιτροπής παρακολούθησης

Δαμίγος Δ.

Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Καλιαμπάκος Δ.

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Σαγιάς Ι.

Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή	17
1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	17
1.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	19
1.2.1 Ηλιακή ενέργεια	19
1.2.2 Αιολική ενέργεια	30
1.2.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια	32
1.2.4 Βιομάζα.....	35
1.2.5 Γεωθερμική ενέργεια	38
1.2.6 Ενέργεια κυμάτων – ωκεανών	40
1.2.7 Ωσμωτική ενέργεια	42
Κεφάλαιο 2: Ορεινές περιοχές και Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	45
2.1 Ορισμοί ορεινών περιοχών	45
2.2 Βουνά. Γιατί είναι σημαντικά;.....	47
2.3 Ενεργειακό δυναμικό ορεινών περιοχών	49
Κεφάλαιο 3: Η σημασία της ποιμενικής κτηνοτροφίας για τις ορεινές περιοχές	55
Κεφάλαιο 4 : Περιοχή μελέτης.....	57
4.1 Γενικά στοιχεία.....	57
4.2 Φυσικό περιβάλλον.....	59
4.3 Οικονομική Δραστηριότητα	60
4.3.1 Πρωτογενής τομέας	60
4.3.2 Δευτερογενής τομέας.....	64
4.3.3 Τριτογενής τομέας.....	64
4.4 Έργα ΑΠΕ στο Δήμο Μετσόβου.....	65
4.5 Ηλιακό δυναμικό Δήμου Μετσόβου	66
Κεφάλαιο 5 : Αυτόνομα Φωτοβολταϊκά Συστήματα	68
5.1 Γενικά.....	68
5.2 Πώς λειτουργεί ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα;.....	70
5.3 Μπαταρίες/συσσωρευτές για αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα και αντριστροφεία	70
5.4 Πώς υπολογίζεται ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα.....	72
Κεφάλαιο 6: Οικονομοτεχνική μελέτη	73
6.1 Έννοια οικονομοτεχνικής μελέτης	73
6.2 Σκοπός της οικονομοτεχνικής μελέτης	73

6.3 Δομή της οικονομοτεχνικής μελέτης	73
6.4 Κριτήρια αξιολόγησης	74
6.4.1 Καθαρή παρούσα αξία	74
6.4.2 Εσωτερικός Βαθμός απόδοσης	75
6.4.3 Χρόνος Ανάκτησης Κεφαλαίου(Payback Period)	76
Κεφάλαιο 7: Μεθοδολογία Μελέτης	79
7.1 Γενικά.....	79
7.2 Εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών	79
7.3 Υπολογισμός χρήσιμων μεταβλητών	81
7.3.1 Δυναμικό ηλιακής Ακτινοβολίας.....	81
7.3.2 Χωρητικότητα συσσωρευτών.....	82
7.3.3 Ισχύς αιχμής	83
7.4 Υπολογισμός κόστους Φ/Β.....	84
Κεφάλαιο 8 : Σενάρια	88
8.1 Σενάριο 1	88
8.2 Σενάριο 2	89
8.3 Σενάριο 3	90
Κεφάλαιο 9 : Επίλογος	96
Βιβλιογραφία	98

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η δυνατότητα ενεργειακής αυτονομίας των κτηνοτροφικών μονάδων έχει ιδιαίτερη σημασία στις ορεινές περιοχές, που σε πολλές περιπτώσεις φιλοξενούν τέτοιες εγκαταστάσεις, σε απομακρυσμένες, χωρίς δίκτυο ηλεκτρισμού περιοχές.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν το ζήτημα αυτό και έπειτα από παρότρυνση του επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Δ. Δαμίγου, γεννήθηκε η ιδέα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση των παραμέτρων που απαιτούνται για την εγκατάσταση ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος σε μια κτηνοτροφική μονάδα. Η έρευνα και οι προτάσεις διαρθρώθηκαν βάσει δυο βασικών παραδοχών. Η πρώτη είναι ότι η μονάδα βρίσκεται κοντά στο τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο και η άλλη ότι είναι πιο απομακρυσμένη, χωρίς πρόσβαση στο ηλεκτρικό δίκτυο. Ως περιοχής μελέτης ορίστηκε ο Δήμος Μετσόβου.

Μεγάλο μέρος της διπλωματικής πραγματοποιήθηκε στο Μετσόβιο Διεπιστημονικό Κέντρο στο Μέτσοβο. Κατά την διεκπεραίωση της έρευνας σημαντική υπήρξε η βοήθεια του επιστημονικού συνεργάτη κ. Νικολάου Κατσουλάκου, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα για την αμέριστη στήριξη του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Δαμίγο για την ανάθεση ενός τόσο ενδιαφέροντος θέματος. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ απευθύνω και στον κ. Δ. Καλιαμπάκο ο οποίος συνέβαλε σημαντικά στην διαμόρφωση του θέματος και τις σημαντικές συμβουλές καθ' όλη την διάρκεια την συγγραφής της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εξετάζει τη δυνατότητα αυτονομίας, σε ενεργειακό επίπεδο, μιας κτηνοτροφικής μονάδας η οποία βρίσκεται σε ορεινή περιοχή. Η περιοχή που επιλέχθηκε για την συγκεκριμένη μελέτη είναι ο Δήμος Μετσόβου. Ο οικισμός επιλέχθηκε μεταξύ των άλλων όντας ένας από τους ορεινότερους δήμους της χώρας μας. Όσον αφορά στην κτηνοτροφική μονάδα δεν επιλέχθηκε μια συγκεκριμένη κτηνοτροφική μονάδα ως δείγμα, αλλά θεωρήθηκε ότι πρόκειται για μια μονάδα μεσαίου μεγέθους, καθώς οι περισσότερες μονάδες της περιοχής είναι αυτής της κλίμακας. Αφού έγινε η εκτίμηση των αναγκών της μονάδας και του κτηνοτρόφου, υπολογίστηκε το μέγεθος του κόστους για την εγκατάσταση ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος.

Η εργασία οργανώθηκε σε 8 κεφάλαια, τα οποία αφορούν την εξής θεματολογία:

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή: το κεφάλαιο αυτό λειτουργεί προλογικά για την εργασία καθώς προσπαθεί να διασαφηνίσει τι είναι ακριβώς οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πως χρησιμοποιούνται, ποια είδη υπάρχουν, και ποια είναι τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επίσης, επεξηγούνται λεπτομερώς όλα οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τα υποείδη στα οποία χωρίζονται.

Κεφάλαιο 2: Ορεινές περιοχές και Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Στο δεύτερο κεφάλαιο αφού γίνεται ο διαχωρισμός μεταξύ πεδινών, ημιορεινών και ορεινών περιοχών, διευκρινίζεται γιατί είναι σημαντικά τα βουνά. Κλείνοντας αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το δυναμικό ΑΠΕ των ορεινών περιοχών, θέλοντας να τονίσει το γεγονός ότι οι ορεινές περιοχές, παρά τις αντίθετες διατυπώσεις, είναι περιοχές πλούσιες σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Κεφάλαιο 3: Η σημασία της ποιμενικής κτηνοτροφίας για τις ορεινές περιοχές: Στο κεφάλαιο αυτό προσπαθεί να εξηγήσει το ρόλο της ποιμενικής κτηνοτροφίας στις ορεινές περιοχές, αφού αποτελούσε και αποτελεί επί σειρά ετών ένας σημαντικό κομμάτι της ζωής και της ενασχόλησης των ορεσίβιων. Δίνονται πληροφορίες για τα μέρη όπου φιλοξενούνται τα κοπάδια και πως αυτά μετακινούνται ανάλογα με την εποχή.

Κεφάλαιο 4: Περιοχή μελέτης: Παρουσιάζονται ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία της περιοχής μελέτης της εργασίας, δηλαδή του Δήμου Μετσόβου, όπως στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος και του κλίματος της περιοχής, οικονομικά στοιχεία και δραστηριότητες των κατοίκων, έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που έχουν γίνει στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου καθώς και το ηλιακό δυναμικό της περιοχής, αφού είναι αυτό που θα μας χρησιμεύσει περισσότερο για την ερευνά μας.

Κεφάλαιο 5 : Αυτόνομα Φωτοβολταϊκά Συστήματα: Μέσα από το 5^ο κεφάλαιο θα αποκτήσουμε μια σαφή εικόνα για το τι είναι ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα, πως λειτουργεί και πως υπολογίζεται το κατάλληλο μέγεθός του.

Κεφάλαιο 6 : Οικονομοτεχνική μελέτη: Κάθε επένδυση πρέπει να βασίζεται στην εκτίμηση της οικονομοτεχνικής της απόδοσης. Στο κεφάλαιο αυτό, θα δούμε την δομή και τον σκοπό μια οικονομοτεχνικής μελέτης αλλά και τα κριτήρια αξιολόγησης που χρησιμοποιεί.

Κεφάλαιο 7 : Μεθοδολογία μελέτης: Το κεφάλαιο 7 ασχολείται με την ανάλυση των παραμέτρων της έρευνας, ως στοιχεία που συνθέτουν το ευρύτερο μεθοδολογικό πλαίσιο σχεδιασμού και υλοποίησης της. Αφού γίνει η εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών της μονάδας, υπολογίζονται ορισμένες χρήσιμες παράμετροι, όπως η χωρητικότητα των συσσωρευτών και η ισχύς αιχμής οι οποίες θα βοηθήσουν με την σειρά τους στον υπολογισμό του κόστους μιας αυτόνομης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Κεφάλαιο 8 : Σενάρια: Με δεδομένα είτε ότι η κτηνοτροφική μονάδα βρίσκεται κοντά σε ηλεκτρικό δίκτυο ή είτε ότι είναι πιο απομακρυσμένη από αυτό, αναπτύχθηκαν ορισμένα σενάρια τα οποία θα οδηγήσουν στο να γίνει πιο εύκολα κατανοητό τι ωφελεί περισσότερο τον παραγωγό, να δημιουργήσει ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα ή να συνδεθεί στο τοπικό δίκτυο.

ABSTRACT

This thesis examines the capability of a farm, which is located in a mountainous area, to have energy independence. The farm is located in the Municipality of Metsovo, one of the most mountainous municipalities in Greece. Referring to the farm, there hasn't been an assessment of needs for a specific one. Due to the fact that the most livestock farms in the area are on, more or less, the same scale a hypothetical farm has been selected that fits the needs of various ones. An assessment of the farm's needs occurred and also the cost of installing an autonomous photovoltaic system calculated.

The dissertation has 8 chapters concerning the following themes:

Chapter 1: Introduction: The first chapter examines in detail the types and forms of renewable energy sources. How they are used and what are the advantages and disadvantages of using them.

Chapter 2: Mountainous areas and renewable energy sources: In this chapter the importance of mountains is noted. Moreover it is presented the RES potential in mountainous areas.

Chapter 3: The importance of pastoral farming in mountainous areas: The role of pastoral farming is presented since it has influenced the lives of people in mountainous areas for a great amount of time.

Chapter 4: Study area: In this chapter qualitative and quantitative data of the study area are presented. For example data of the natural environment and the climate of the study area region, financial information and activities of the residents. Also, renewable energy projects that have been made in the area as well as the solar potential of the region, are presented.

Chapter 5: Autonomous photovoltaic systems: what exactly is an autonomous photovoltaic system, how it works and how can we calculate the needed size for each use? Those are some questions answered in this chapter.

Chapter 6: Feasibility study: Every investment must be based on an assessment of its feasibility study. In this chapter the structure and the purpose of a feasibility study as well as the evaluation criteria that it uses are examined.

Chapter 7: Methodology: Chapter 7 deals with the analysis of the parameters of the research. After the evaluation of the energy needs of the unit, useful parameters are being studied, such as the capacity of the batteries and the peak power. These parameters calculate the cost of an autonomous photovoltaic installation.

Chapter 8: Scenarios: The scenarios developed in this chapter calculate the feasibility of a photovoltaic unit installed in a livestock farm, under different cases regarding the presence/ or not of electrical energy grid. The main question is which case produces more benefits to the producer; to create a stand-alone photovoltaic system or to connect to the local network, is being examined.

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή

1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, ή αλλιώς ήπιες μορφές ενέργειας είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες.

Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Πρώτον, για την εκμετάλλευσή τους δεν είναι απαραίτητη κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά μόνο η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα (<http://www.kpe.gr/documents/kallisto/energy.pdf>). Έτσι, συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στη διαφοροποίηση του ενεργειακού εφοδιασμού και στη μείωση της εξάρτησης από αναξιόπιστες και ασταθείς αγορές ορυκτών καυσίμων, ειδικότερα πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Ο όρος «Ανανεώσιμες» προκύπτει από δυο ακόμα βασικά τους χαρακτηριστικά, ότι ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης. Επίσης, ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο αλλά ακόμα και τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας που η προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ.

Χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση) είτε μετατρέπομενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό από τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα κυρίως των απανωτών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα, όμως, λαμβάνονται υπόψιν στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους.

Η σημαντικότητα των ΑΠΕ έγκειται στα κύρια γνωρίσματά τους, τα οποία είναι (Σμπόνιας, 2011) :

- Η κυκλική τους ανανέωση, η οποία στηρίζεται στην αέναη μεταφορά της ενέργειας εντός του περιβάλλοντος, μετασχηματιζόμενη από μια μορφή ενέργειας σε κάποια άλλη.
- Οι μηδενικές ή ελάχιστες εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα σε αντίθεση με τα συμβατικά καύσιμα τα οποία συγκεντρώνουν σημαντικές ποσότητες αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Τα είδη των Ανανεώσιμων πηγών Ενέργειας, είναι:

1. Ηλιακή ενέργεια
2. Αιολική ενέργεια,
3. Υδροηλεκτρική ενέργεια
4. Βιομάζα
5. Γεωθερμική ενέργεια
6. Ενέργεια κυμάτων - ωκεανών
7. Ωσμωτική ενέργεια

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι τα εξής:

1. Είναι φιλικές προς το περιβάλλον, αφού έχουν μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα, και κατά συνέπεια φιλικές και προς τον άνθρωπο.
2. Είναι πρακτικά ανεξάντλητες, σε αντίθεση με τους συμβατούς ενεργειακούς πόρους, που με το πέρασμα του χρόνου εξαντλούνται.
3. Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
4. Ενισχύουν την ενεργειακή ανεξαρτητοποίηση και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
5. Είναι ευέλικτες εφαρμογές και διάσπαρτες γεωγραφικά. Οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις (μειώνοντας και την απώλεια λόγω της μεταφοράς).
6. Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
7. Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει πολύ μεγάλο χρόνο ζωής.
8. Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

Παρά τα πολλά και σημαντικά πλεονεκτήματα που παρέχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργεια, υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα, κάποια από τα οποία είναι τα εξής:

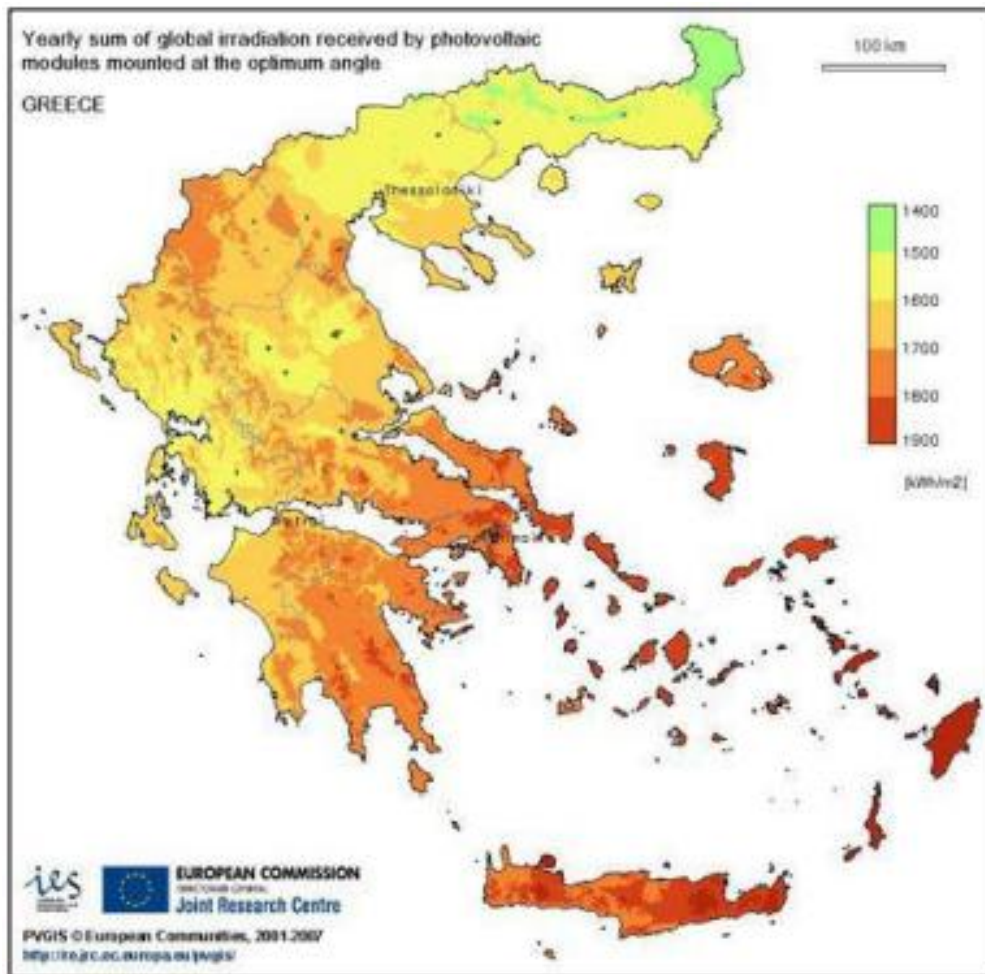
1. Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξεως του 30% ή και χαμηλότερο. Γι' αυτό και μέχρι στιγμής χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
2. Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους, αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
3. Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητικής άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών.
4. Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω από το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
5. Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό.

1.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

1.2.1 Ηλιακή ενέργεια

Με τον όρο ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο, ο οποίος αποτελεί την κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας της γης . Το φώς, η θερμότητα, οι διάφορες ακτινοβολίες και οι κατ' επέκταση μορφές ενέργειας που προκύπτουν από αυτές π.χ. φωτεινή, θερμική κ.α., απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας.

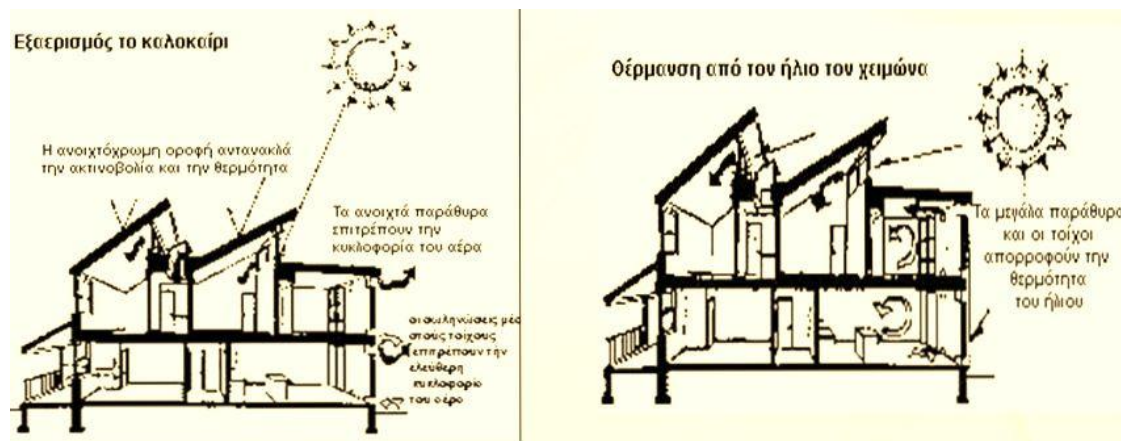
Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεπτικότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.



Εικόνα 1.1 : Ένταση της Ηλιακής ακτινοβολίας στην Ελλάδα (Πηγή : ΚΑΠΕ)

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών:

Παθητικά ηλιακά συστήματα



Εικόνα 1.2 : Παραδείγματα παθητικών ηλιακών συστημάτων (Πηγή: <http://slideplayer.gr/slide/2952927/>)

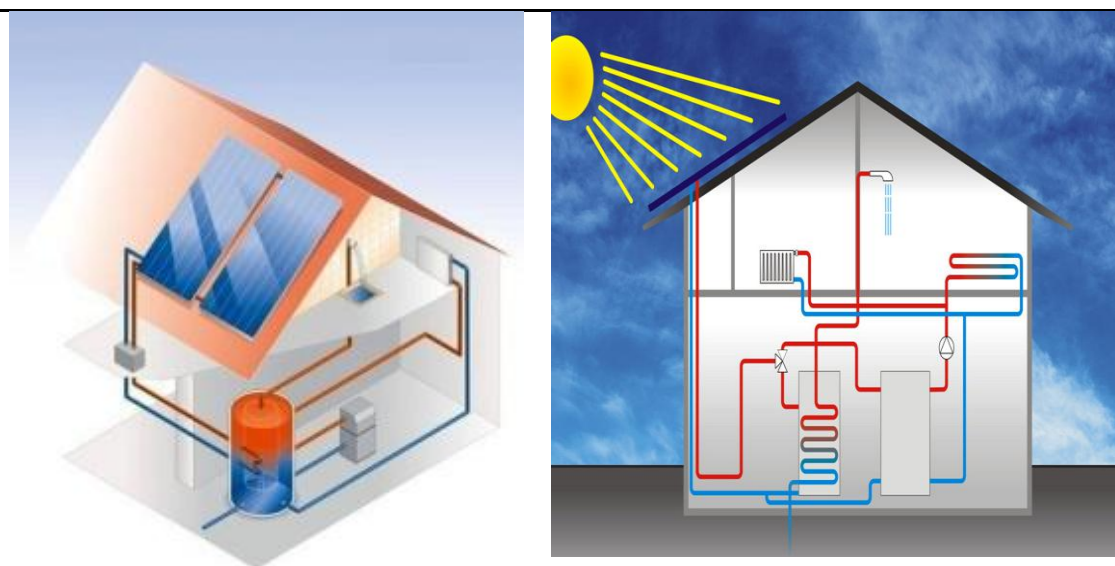
Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δομικά στοιχεία, τα οποία είναι έτσι σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, ώστε να συμβάλλουν στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων ή για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας μέσα σε αυτά. (ΥΠΕΚΑ, 2012)

Ένα κτήριο που περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή ακόμη και φυσικού φωτισμού, κατασκευασμένο εξ αρχής ή έχοντας προκύψει μετά από τροποποιήσεις ονομάζεται "βιοκλιματικό κτήριο" και είναι δυνατό να καλύψει μεγάλο μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Προϋπόθεση για την εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο είναι η θερμομόνωσή του έτσι ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες. Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο "φαινόμενο του θερμοκηπίου" και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου, ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην προστασία του κτιρίου από τον ήλιο, δηλαδή στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων, κατά τη θερινή περίοδο, ακτινών του ήλιου στο κτίριο αλλά και στον φυσικό εξαερισμό που επιτυγχάνεται με τη χρήση μόνιμων ή κινητών σκιάστρων καθώς και με τη διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων. Τέλος τα συστήματα φυσικού φωτισμού στηρίζονται σε κατάλληλες τεχνικές μέσω των οποίων εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν το φαινόμενο της «θάμβωσης».

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα ονομάζονται τα συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX), οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες. Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και σωληνώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα μεταφέρεται στο δοχείο αποθήκευσης. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται συνήθως στην οροφή του κτιρίου, με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30°-60° ως προς τον ορίζοντα, ώστε να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ακτινοβολίας που συλλέγεται ετησίως. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρησιμοποιείται για απλή οικιακή ή πιο σύνθετη βιομηχανική χρήση, τελευταία δε

ακόμη και για τη θέρμανση και ψύξη χώρων μέσω κατάλληλων διατάξεων (ΥΠΕΚΑ,2012).



Εικόνα 1.3 : Παραδείγματα ενεργητικών ηλιακών συστημάτων (Πηγή: <http://www.bavaria.com.gr/> - <http://www.opd.gr/>)

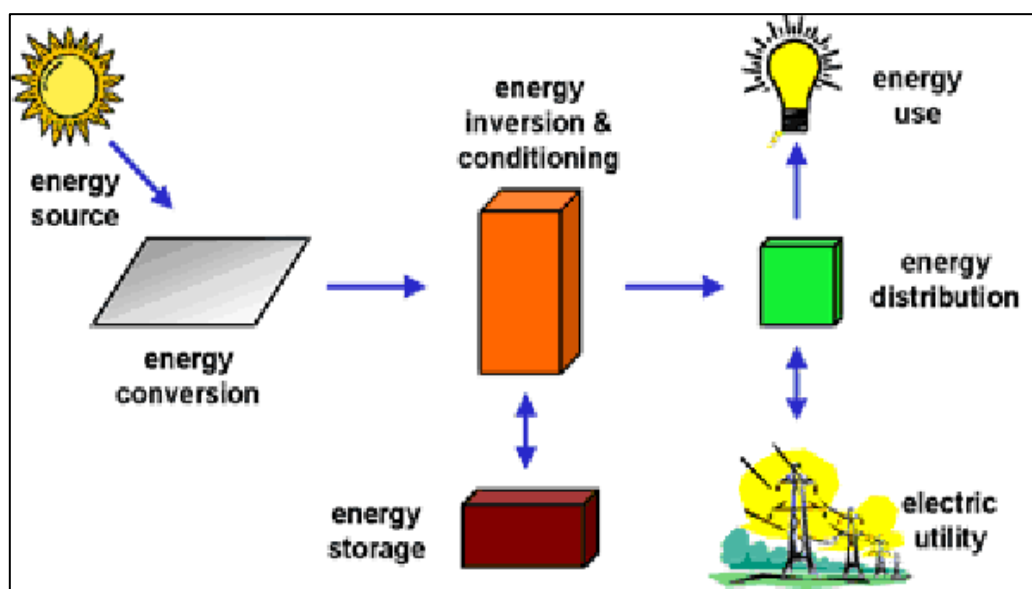
Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

- ✓ Το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας).
- ✓ Το τμήμα αποθήκευσης (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού) που συνήθως διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε περιόδους μικρής ή μηδενικής ηλιοφάνειας.

Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα

Είναι συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια και που, εδώ και πολλά χρόνια, χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση μη διασυνδεδεμένων στο ηλεκτρικό δίκτυο καταναλώσεων. Δορυφόροι, φάροι και απομονωμένα σπίτια χρησιμοποιούν παραδοσιακά τα φωτοβολταϊκά για την ηλεκτροδότησή τους. Στην Ελλάδα, η προοπτική ανάπτυξης και εφαρμογής των Φ/Β συστημάτων είναι τεράστια, λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Η ηλεκτροπαραγωγή από Φωτοβολταϊκά έχει ένα τεράστιο πλεονέκτημα αποδίδει την μέγιστη ισχύ της κατά τη διάρκεια της ημέρας που παρουσιάζεται η μέγιστη ζήτηση.

Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων βασίζεται στο ότι η ηλιακή ακτινοβολία είναι δυνατό να αλλάξει τις ιδιότητες ορισμένων υλικών (ημιαγωγών) παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του “φωτοβολταϊκού φαινομένου”. Κατά το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το ηλιακό φως που προσπίπτει σε έναν ημιαγωγό δυο στρωμάτων δημιουργεί ηλεκτρικό δυναμικό μεταξύ τους. Η τάση αυτή μπορεί να ενεργοποιήσει μια, ανάλογης τάσης και ισχύος, συσκευή ή να διανεμηθεί στο ηλεκτρικό σύστημα. Το σύνολο των φωτοβολταϊκών στοιχείων που συνδέονται ηλεκτρονικά μεταξύ τους ονομάζεται φωτοβολταϊκή γεννήτρια και το σύνολο των φωτοβολταϊκών γεννητριών συνδεδεμένων μεταξύ τους ονομάζεται φωτοβολταϊκή συστοιχία. Η φωτοβολταϊκή συστοιχία αποτελεί το βασικότερο μέρος του φωτοβολταϊκού συστήματος και συνοδεύεται από κατάλληλα ηλεκτρονικά κυκλώματα για έλεγχο και διαχείριση της παραγόμενης ενέργειας, καθώς και από σύστημα αποθήκευσης (μπαταρίες).



Εικόνα 1.4: Παράδειγμα λειτουργίας φωτοβολταϊκού συστήματος ()

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να αξιοποιηθούν ως:

- Αυτόνομα, όπου η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται μόνο για κάλυψη του χρήστη και συνήθως διαθέτουν σύστημα αποθήκευσης (μπαταριών). Εφαρμόζονται για τη δημιουργία μικρών τοπικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, εξοικονομώντας σημαντικό κόστος από την εγκατάσταση νέων δικτύων και γραμμών μεταφοράς ηλεκτρισμού σε περιοχές που δεν καλύπτει το υφιστάμενο δίκτυο.
- Ενωμένα με το ηλεκτρικό δίκτυο, όπου η τυχόν πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια ή το σύνολο της διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Είδη Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Ο διαχωρισμός των φωτοβολταϊκών θα γίνει με βάση τα υλικά κατασκευής τους. Οι βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι οι εξής:

1. Τεχνολογία κρυσταλλικού πυριτίου.

Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο για την κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων στη βιομηχανία είναι το πυρίτιο. Οι μεγάλες (συγκριτικά) αποδόσεις των φωτοβολταϊκών πλαισίων πυριτίου στο εμπόριο δίνουν και ένα σημαντικό πλεονέκτημα στο συγκεκριμένο υλικό. Το πυρίτιο σήμερα αποτελεί την πρώτη ύλη για το 90% της αγοράς των φωτοβολταϊκών. Πολύ πιθανό να είναι και από τα μοναδικά υλικά που παράγονται με τόσο μαζικό τρόπο.

Το πυρίτιο έχει ορισμένα πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα. Αρχικά, μπορεί να βρεθεί πολύ εύκολα στην φύση, μεγαλύτερο σε αφθονία μετά το οξυγόνο, και είναι φιλικό προς το περιβάλλον. Επιπλέον μπορεί εύκολα να λιώσει και να μορφοποιηθεί. *Οι ηλεκτρικές του ιδιότητες μπορούν να διατηρηθούν μέχρι και στους 125° C κάτι που επιτρέπει την χρήση του πυριτίου σε ιδιαίτερα δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες.*

Μονοκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου

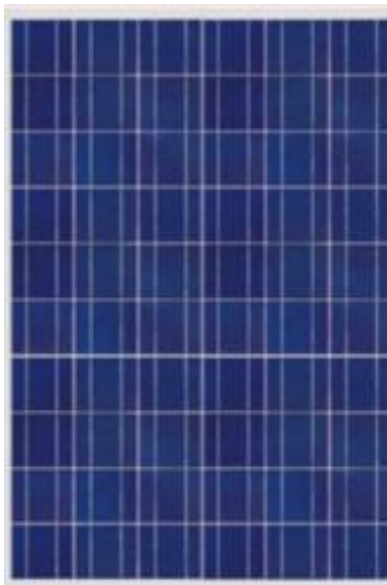
Τα στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι τα πιο διαδεδομένα. Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Αποτελούν τα πιο αποδοτικά φωτοβολταϊκά με αποδόσεις της τάξεως του 15%. Η κατασκευή τους όμως είναι πιο πολύπλοκη γιατί απαιτεί την κατασκευή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος κατασκευής.



Εικόνα 1.5: Μονοκρυσταλλικό Φ/Β πλαίσιο (Πηγή:
<http://www.cea.org.cy/TOPICS/Renewable%20Energy/PV%20for%20households.pdf>)

Πολυκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου

Τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά κατασκευάζονται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Για την παραγωγή τους οι ράβδοι του πυριτίου κόβονται σε λεπτά τμήματα από τα οποία κατασκευάζεται η κυψέλη του φωτοβολταϊκού. Η διαδικασία κατασκευής τους είναι απλούστερη από εκείνη των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών με αποτέλεσμα το φθηνότερο κόστος παραγωγής. Παρουσιάζουν όμως σε γενικές γραμμές μικρότερη απόδοση της τάξεως του 12%.



Εικόνα 1.6: Πολυκρυσταλλικό Φ/Β πλαίσιο (Πηγή:
<http://www.cea.org.cy/TOPICS/Renewable%20Energy/PV%20for%20households.pdf>)

Ταινία πυριτίου

Πρόκειται για μια σχετικά νέα τεχνολογία φωτοβολταϊκών στοιχείων. Προσφέρει έως και 50% μείωση στην χρήση του πυριτίου σε σχέση με τις "παραδοσιακές τεχνικές" κατασκευής μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών κυψελών πυριτίου.

Η απόδοση για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία του έχει φτάσει πλέον γύρω στο 12-13% ενώ το πάχος του είναι περίπου 0,3 χιλιοστά.

2. Τεχνολογία λεπτού υμενίου (Thin film)

Τα πλαίσια κατασκευάζονται με πολύ λεπτές στρώσεις φωτοευαίσθητου υλικού σε βάση από γυαλί, πλαστικό ή ανοξείδωτο χάλυβα. Έχουν χαμηλότερο κόστος παραγωγής που εξισορροπεί το χαμηλότερο βαθμό απόδοσης. Σήμερα υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι πλαισίων αυτής της τεχνολογίας:



Εικόνα 1.7: Φ/Β πλαίσιο λεπτού υμενίου (Πηγή: <http://www.cea.org.cy/TOPICS/Renewable%20Energy/PV%20for%20households.pdf>)

Φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου

Τα φωτοβολταϊκά αυτής της κατηγορίας αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα πυριτίου που έχει εναποτεθεί ομοιόμορφα σε κατάλληλο υπόβαθρο. Σαν υπόβαθρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μεγάλη γκάμα υλικών από δύσκαμπτα μέχρι ελαστικά με αποτέλεσμα να βρίσκει μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών, ιδιαίτερα σε καμπύλες ή εύκαμπτες επιφάνειες. Ενώ το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός, εντούτοις η φωτοβολταϊκή απόδοση του είναι του μικρότερη των κρυσταλλικών, περίπου 6%.

Το φθινό όμως κόστος κατασκευής τους τα κάνει ιδανικά σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται υψηλή απόδοση.

Copper Indium Diselenide (CIS)

Ο Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός έχει εξαιρετική απορροφητικότητα στο προσπίπτον φως αλλά παρόλα αυτά η απόδοση του με τις σύγχρονες τεχνικές κυμαίνεται στο 11% (πλαίσιο).

Τελουρίδιο του καδμίου (CdTe)

Το Τελουριούχο Κάδμιο έχει ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα κάτι που του δίνει σοβαρά πλεονεκτήματα, όπως τη δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Οι σύγχρονες τεχνικές όμως μας προσφέρουν αποδόσεις πλαισίου γύρω στο 6-8%.

Η απαιτούμενη επιφάνεια Φ/Β πλαισίων ανά εγκατεστημένο kWp εξαρτάται από την τεχνολογία που θα επιλεγεί (μονοκρυσταλλικού, πολυκρυσταλλικό, λεπτού υμένα (thin film, κ.α.). Ανάλογα τον τύπο Φ/Β που θα χρησιμοποιηθεί, απαιτείται επιφάνεια 6 έως 20 m² για την εγκατάσταση από 1 kW .

3. Άλλες τεχνολογίες

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και διάφορες εταιρίες στον κόσμο παρουσιάζουν νέες τεχνικές. Κάποιες από τις τεχνολογίες στα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που φαίνεται να ξεχωρίζουν και μελλοντικά πιθανών να γίνει ευρεία η χρήση του, είναι :

- Νανοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου
- Οργανικά / Πολυμερή στοιχεία

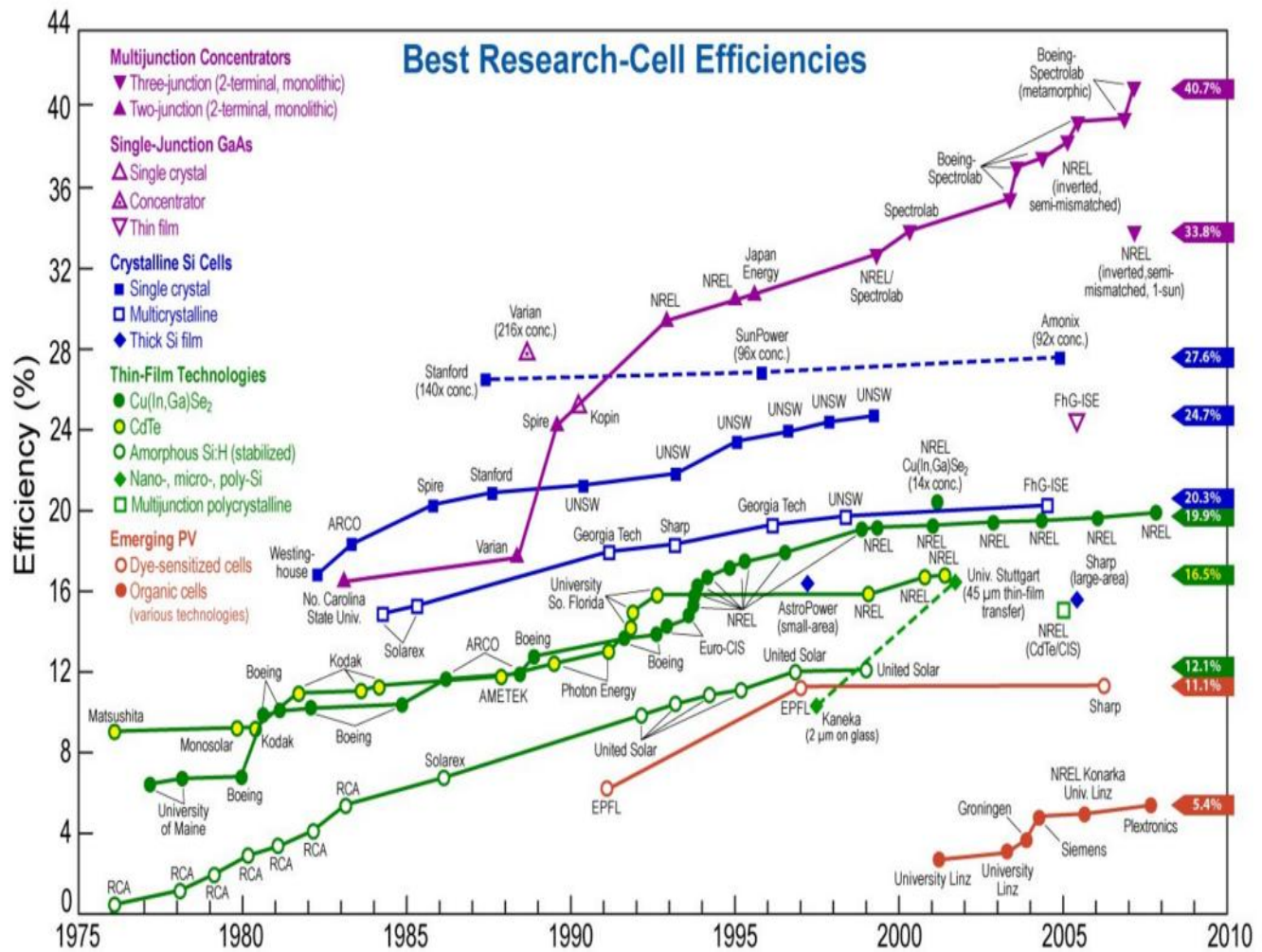
Συγκριτικός πίνακας Φ/Β τεχνολογιών				
Τύπος	Ήλεκτρονίου (Thin Film)	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά	Υβριδικά
Εμφάνιση				
Απόδοση	6-12%	13-15%	14-20%	16-17%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp	10-20 m ²	7-9 m ²	6-9 m ²	6-7 m ²
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp)*	1.400-1.600	1.500	1.500	1.550
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m ²)*	60-160	1445-185	145-235	190-225
Ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ (kg CO ₂ ανά kWp)	1.300-1.485	1.400	1.400	1.440

Εικόνα 1.8: Ενδεικτική σύγκριση βασικών χαρακτηριστικών Φ/Β τεχνολογιών (Πηγή: <http://www.cea.org.cy/TOPICS/Renewable%20Energy>)

Απόδοση Φ/Β συστήματος (<http://www.cea.org.cy>)

Η απόδοση ενός Φ/Β επηρεάζεται από την ετήσια παραγωγή σε κιλοβατώρες (kWh) και το ποσό που κοστίζει η παραγωγή του. Εξαρτάται από:

- το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής (η ένταση της ακτινοβολίας είναι μικρότερη στις βόρειες συγκριτικά με τις νοτιότερες).
- το κλίμα της περιοχής (τα φωτοβολταϊκά έχουν μεγαλύτερη απόδοση όσες περισσότερες είναι οι μέρες με ηλιοφάνεια)
- την κλίση των Φ/Β πάνελ ως προς το οριζόντιο επίπεδο και τον προσανατολισμό τους
- τα έτη χρησιμοποίησης των Φ/Β πλαισίων (υπολογίζεται ότι τα πλαίσια έχουν ζωή 25-30 χρόνια με απόδοση τουλάχιστον 80% τα πρώτα 20 έτη).



Εικόνα 1.9: Εξέλιξη της απόδοσης των Φ/Β στοιχείων (πηγή: http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php#bookmark4)

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των Φ/Β είναι (<http://www.cea.org.cy>) :

- Άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα.
- Αξιοπιστία κατά τη λειτουργία και εγγύηση για πολλά χρόνια λειτουργίας. Οι κατασκευαστές δίνουν περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας .
- Με τη λειτουργία τους να μην γίνεται χρήση ορυκτών, εισαγομένων, καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Δεν δημιουργούν θόρυβο κατά τη λειτουργία τους και δεν έχουν εκπομπές ρύπων.
- Έχουν μικρό λειτουργικό κόστος, δεν χρειάζονται τακτική παρακολούθηση και απαιτούν λίγες φορές συντήρηση.
- Μπορούν να τοποθετηθούν σε απομονωμένες περιοχές και να λειτουργούν ως αποκεντρωμένες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.
- Μπορούν να συνδυαστούν και με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα) και να λειτουργήσουν αποκεντρωμένα αν χρειαστεί , ανάλογα με τις ανάγκες.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των Φ/Β είναι (<http://www.cea.org.cy>) :

- Βασικό μειονέκτημα των Φ/Β συστημάτων είναι το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης, το οποίο οφείλεται στο υψηλό κόστος των υλικών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τους.
- Για την παραγωγή ενός ικανοποιητικού επιπέδου ενέργειας, χρειάζονται μεγάλη έκταση για την εγκατάσταση τους.
- Η παραγωγή ενέργειας μπορεί να επηρεαστεί από πιθανές νεφώσεις και τη ρύπανση του αέρα.
- Τις νυχτερινές ώρες, δεν υπάρχει παραγωγή ενέργειας, για το λόγο αυτό τα αυτόνομα συστήματα απαιτούν να χρησιμοποιούν συσσωρευτές.
- Η συνεχή τάση που παράγουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια πρέπει να μετατραπεί σε εναλλασσόμενη (με τη χρήση αντιστροφέα). Αυτό συνεπάγεται με απώλεια ενέργειας ίση με 4-12%.
- Οι απόψεις για την αισθητική (οπτική) επίπτωση τους δίστανται, αν και σήμερα υπάρχει πληθώρα καινοτόμων υλικών που ικανοποιούν και τις πιο απαιτητικές αισθητικές παραμέτρους της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

1.2.2 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους (http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/eoliki_energy.htm). Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου από τον άνθρωπο αποτελεί μία πρακτική που βρίσκει τις ρίζες της στην αρχαιότητα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας είναι τα ιστιοφόρα και οι ανεμόμυλοι. Σήμερα, για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε τις ανεμογεννήτριες (Α/Γ).



Εικόνα 1.10: Από το χθες στο σήμερα

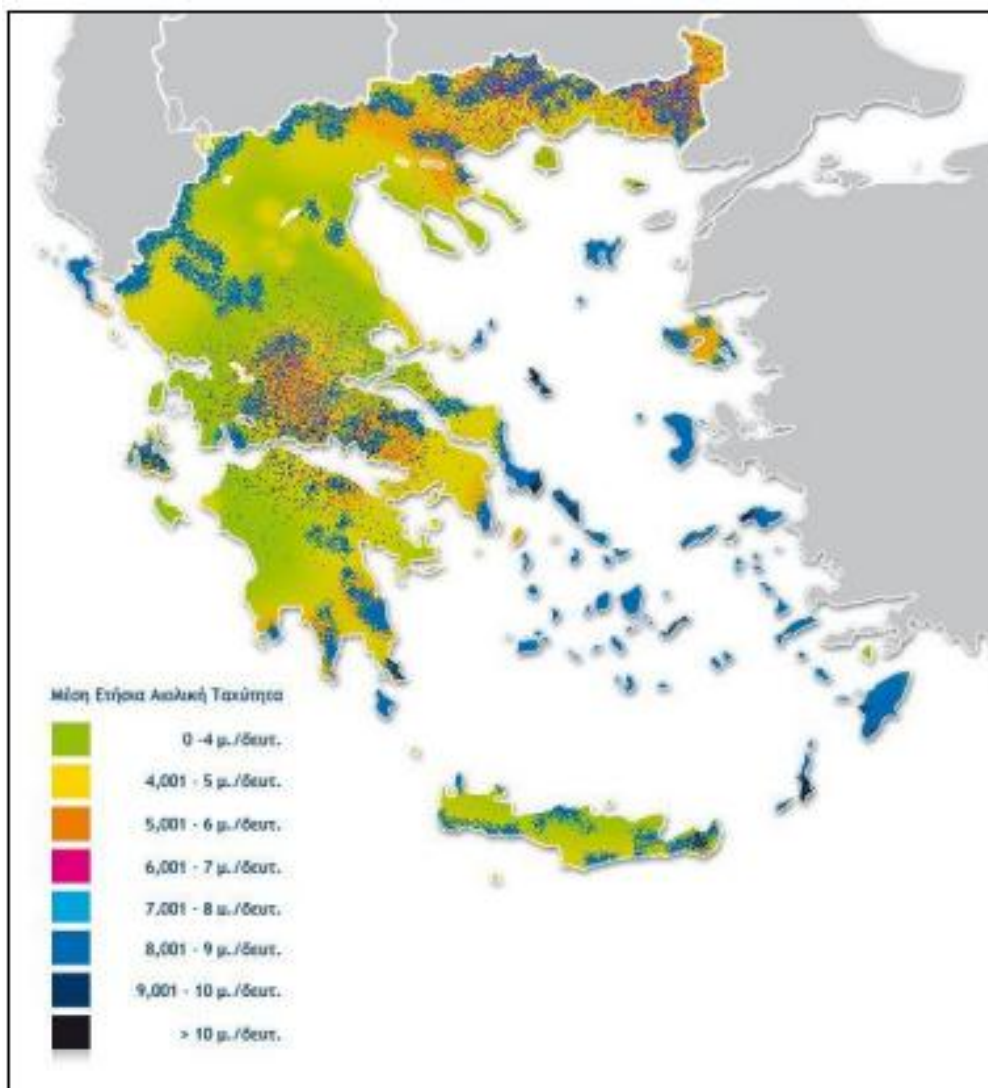
Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες οι οποίες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες (ΚΑΠΕ, 2006) :

- Οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους.
- Κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους.

Παρόλο που δεν υφίσταται κανένας καθοριστικός λόγος, εκτός ίσως από την εμφάνιση, στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει σε ποσοστό 90% οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, με δύο ή τρία πτερύγια

Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας βασίζεται στην κίνηση των πτερυγίων της, τα οποία περιστρέφονται όταν φυσά. Η κίνηση αυτή μεταδίδεται σε ένα άξονα περιστροφής που με τη βοήθεια ενός συστήματος προσανατολισμού, βρίσκεται συνεχώς παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου. Η κινητική ενέργεια του άξονα περιστροφής μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα από μια γεννήτρια. Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου . Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt.

Η πιο σημαντική εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους με το ηλεκτρικό δίκτυο. Τα αιολικά πάρκα (συστοιχίες πολλών ανεμογεννητριών) εγκαθίστανται και λειτουργούν σε περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού και το σύνολο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας διοχετεύεται στο δίκτυο. Υπάρχει επίσης δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα για κάλυψη ή τη συμπλήρωση ενεργειακών αναγκών απομακρυσμένων κατοικιών, αγροκτημάτων κ.ο.κ. Στις περιπτώσεις αυτές υπάρχει, όπως και στην περίπτωση των αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων, ανάγκη για αποθήκευση ενέργειας με εγκατάσταση μπαταριών.



Εικόνα 1.11: Αιολικό Δυναμικό Ελλάδας (Πηγή: ΚΑΠΕ)

1.2.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια

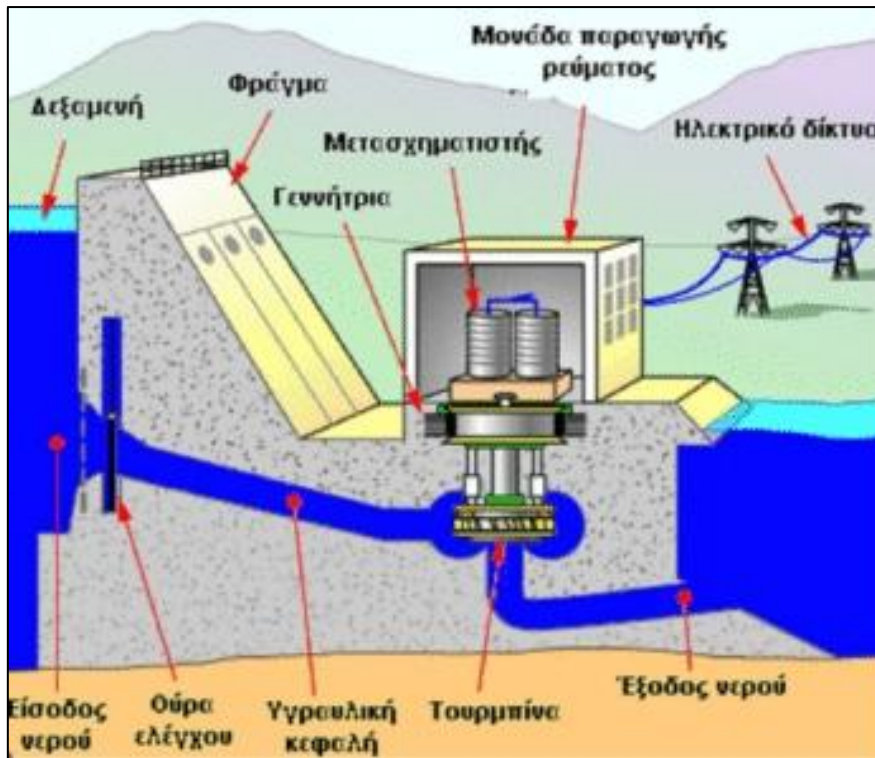
Η υδραυλική ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή «υδροηλεκτρικής ενέργειας», δηλαδή, ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της δυναμικής ενέργειας του νερού σε κινητική και εν συνεχεία σε ηλεκτρισμό (Σμπόνιας, 2011) Πρόκειται για μια πηγή ενέργειας που παράγεται από την μετακίνηση του γλυκού νερού από τις λίμνες και από τους ποταμούς, πιο συγκεκριμένα είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση και την μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η χρήση της υδροηλεκτρικής ενέργειας ήταν γνωστή από τα αρχαία χρόνια. Υδραυλικοί τροχοί, νερόμυλοι, δριστέλλες, υδροτριβεία, πριονιστήρια, κλωστοϋφαντουργεία είναι μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα μηχανισμών που χρησιμοποιούν την κίνηση του νερού και συνεχίζουν ακόμη και σήμερα να

χρησιμοποιούν τη δύναμη του νερού εκμεταλλευόμενοι την κινητική ενέργεια του , συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην πρόοδο της τοπικής οικονομίας πολλών περιοχών, με απόλυτα φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο.

Στην σημερινή εποχή ,με την βοήθεια υδροηλεκτρικών έργων, η υδροηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού. Όπως προαναφέραμε, η συγκεκριμένη ενέργεια είναι αυτή που χρησιμοποιεί τη δυναμική και κινητική ενέργεια του νερού και τις μετατρέπει σε ηλεκτρική. Αυτό επιτυγχάνεται σε δυο στάδια .Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής του στροβίλου, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού μέσω των οποίων γίνεται η μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική, ονομάζεται Υδροηλεκτρικό Έργο (ΥΗΕ).

Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν ένα φράγμα το οποίο συγκρατεί μια μεγάλη ποσότητα νερού δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη δεξαμενή. Κάποιες θύρες στο φράγμα ανοίγουν και λόγω της βαρύτητας το νερό περνάει σε έναν αγωγό ο οποίος το οδηγεί σε μια τουρμπίνα .Καθώς αυτό περνάει από τον αγωγό δημιουργεί μεγάλη πίεση. Το νερό πέφτει πάνω στις φτερωτές μιας τουρμπίνας και την περιστρέφει. Καθώς οι φτερωτές της τουρμπίνας περιστρέφονται, περιστρέφουν τους μαγνήτες της γεννήτριας γύρω από ένα πηνίο θέτοντας σε κίνηση ηλεκτρόνια και δημιουργώντας έτσι εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα (<http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/hydropower.htm>).



Εικόνα 1.12: Υδροηλεκτρικό έργο (Πηγή: <http://renewablegreece.wikispaces.com>)

Τα υδροηλεκτρικά έργα χωρίζονται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας¹ (http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/ydrauliki.html) :

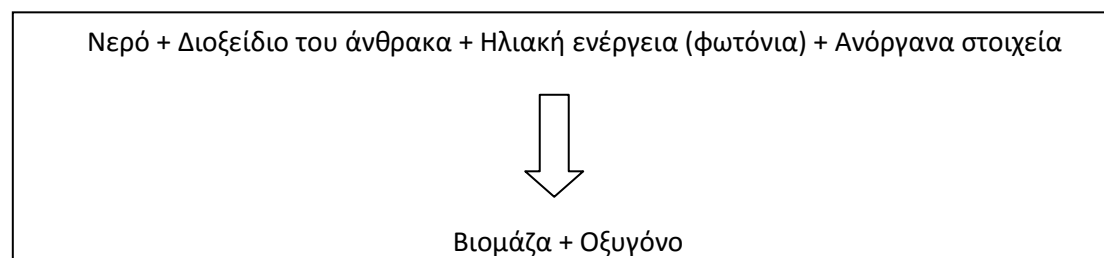
- Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και πολύ μεγάλων δεξαμενών, κάτι που προκαλεί σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων καθιστά μειωμένη τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολοκληρωτικά το οικοσύστημα καθώς αλλάζει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής.
- Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα δημιουργούνται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια και η λειτουργία τους προκαλεί πολύ μικρότερη περιβαλλοντική όχληση. Για το λόγο αυτό, οι υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα και συγκαταλέγονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Μέρος της ροής ενός ποταμού οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας και συνακόλουθα ηλεκτρικής μέσω της γεννήτριας. Η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού κατόπιν επιστρέφει στο φυσικό ταμιευτήρα ακολουθώντας τη φυσική της ροή.

¹ Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον

Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί το 10% των ενεργειακών μας αναγκών.

1.2.4 Βιομάζα

Βιομάζα είναι κάθε οργανική ύλη που προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας και ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η βιομάζα είναι δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας, αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών και αποτελείται κυρίως από ενώσεις που βασικά στοιχεία έχουν τον άνθρακα και το υδρογόνο. Με βάση αυτή τη δραστηριότητα η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, το νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα μπορεί να απεικονιστεί ως εξής (http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf):



Οι κυριότερες μορφές της οργανικής αυτής ύλης περιλαμβάνουν το ξύλο, τα υπολείμματα από γεωργικές και δασικές δραστηριότητες, τα υπολείμματα από αγροτικές βιομηχανίες, καθώς και κάθε άλλο υλικό που περιέχει οργανικό φορτίο, όπως τα υπολείμματα από κτηνοτροφικές ομάδες και ύλη από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού γιατί τα φυτά, μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, δομούνται μετατρέποντας την ηλιακή ενέργεια σε αποθηκευμένη χημική, η οποία αποδίδεται π.χ. κατά την καύση τους.

Η βιομάζα χρησιμοποιείται κατά βάση για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (θέρμανσης, ψύξης, ηλεκτρισμού κ.λπ.) και για την παραγωγή υγρών

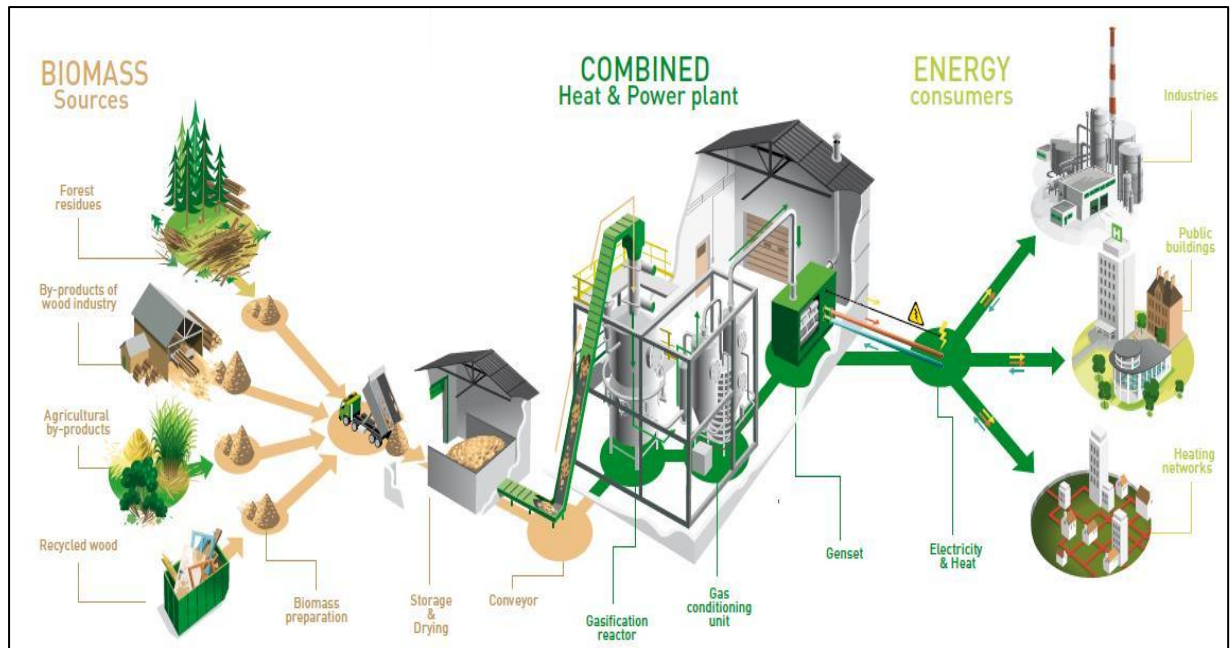
βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλη, βιοντήζελ κ.λπ.) (ΥΠΕΚΑ, 2008) . Για να αξιοποιηθεί ως πηγή ενέργειας πρέπει συνήθως να μετατραπεί σε μορφή κατάλληλη για τελική χρήση. Οι μέθοδοι μετατροπής διακρίνονται σε θερμοχημικές (ξηρές) και βιοχημικές (υγρές). Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής προσδιορίζεται από τα βασικά στοιχεία, που είναι η σχέση άνθρακα/αζώτου (C/N) και η περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων την ώρα της συλλογής.

Στις θερμικές διεργασίες(C/N > 30 και υγρασία < 50 %) περιλαμβάνονται:

- Η πυρόλυση (θέρμανση απουσία οξυγόνου)
- Η απευθείας καύση
- Η αεριοποίηση (θέρμανση παρουσία περιορισμένων ποσοτήτων οξυγόνου ή αέρα με σκοπό τη μέγιστη απελευθέρωση CO και H₂O).
- Η υδρογονοδιάσπαση (αντίδραση H₂ με τη βιομάζα προς παραγωγή μεθανίου και αιθανίου).

Στις βιοχημικές διεργασίες (C/N < 30 και υγρασία > 50 %) συγκαταλέγονται

- Η αερόβια ζύμωση (βιοχημική διεργασία, κατά την οποία αερόβιοι μικροοργανισμοί παρουσία αέρα, μετασχηματίζουν το οργανικό φορτίο των αποβλήτων κυρίως σε νέους μικροοργανισμούς).
- Η αναερόβια ζύμωση (βιοχημική διεργασία, κατά την οποία αναερόβιοι μικροοργανισμοί σε περιβάλλον ελλειμματικό σε οξυγόνο μετασχηματίζουν το οργανικό φορτίο των αποβλήτων σε αέρια προϊόντα, κυρίως μεθάνιο, και διοξείδιο του άνθρακα).
- Η αλκοολική ζύμωση (διάσπαση της γλυκόζης παρουσία ζαχαρομυκήτων και σχηματισμός αιθυλικής αλκοόλης).



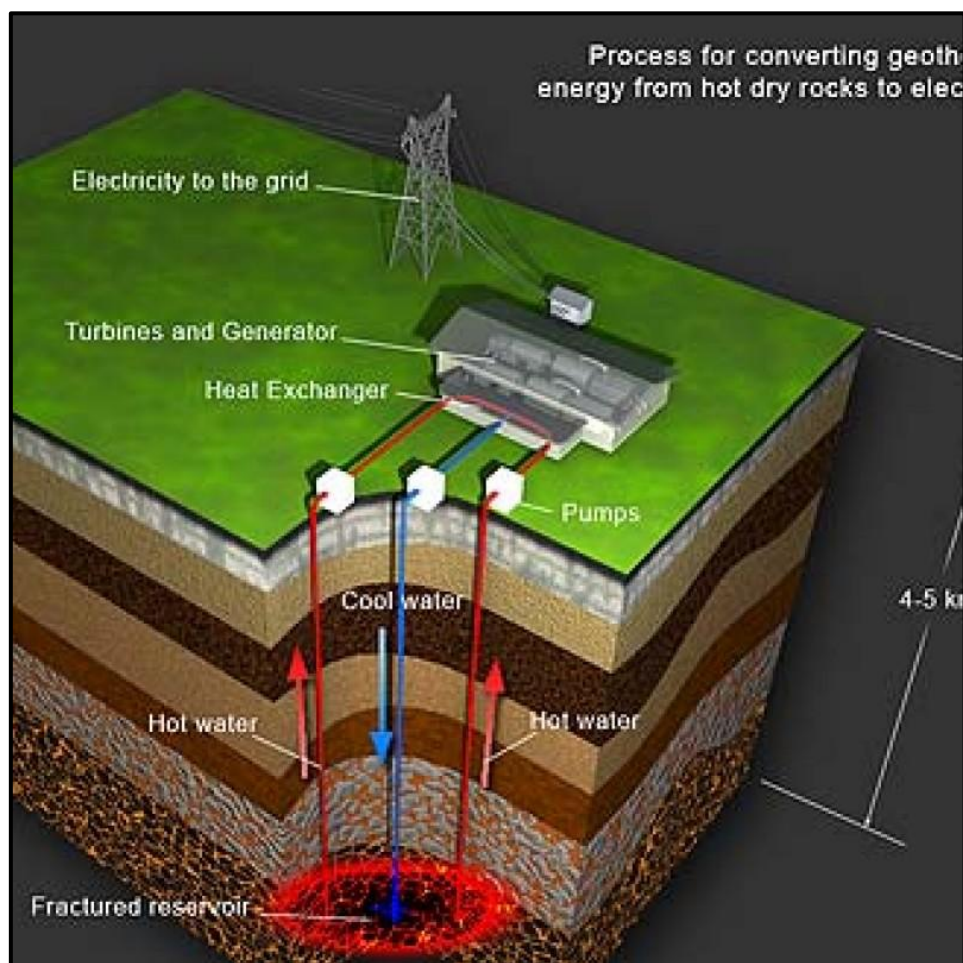
Εικόνα 1.13: Απεικόνιση διαδικασίας αξιοποίησης βιομάζας

Σήμερα, οι βασικότερες εφαρμογές της βιομάζας είναι (www.europarl.europa.eu/atyourservice/el/displayFtu.html?ftuld=FTU_5.7.4.html) :

- ✓ Κάλυψη ενεργειακών αναγκών σε βιομηχανίες και βιοτεχνίες
- ✓ Θέρμανση θερμοκηπίων
- ✓ Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/ κεντρικούς καυστήρες
- ✓ Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες
- ✓ Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου
- ✓ Παραγωγή ενέργειας σε χώρους βιολογικού καθαρισμού και χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ)
- ✓ Παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο και αέριο σύνθεσης
- ✓ Παραγωγή βιοκαυσίμων (υγρών, αέριων, στερεών)
- ✓ Παραγωγή ενέργειας από τα βιοκαύσιμα ή απευθείας από τη βιομάζα με διάφορες διεργασίες
- ✓ Τηλεθέρμανση δηλαδή η διαδικασία κεντρικής παραγωγής θερμότητας και η διανομή της, συνήθως με τη μορφή θερμού (ή ψυχρού) νερού, για θέρμανση (ή ψύξη) κατοικιών ή άλλες εφαρμογές. (Πηγή: www.europarl.europa.eu/atyourservice/el/displayFtu.html?ftuld=FTU_5.7.4.html)

1.2.5 Γεωθερμική ενέργεια

Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε τη φυσική θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια, είναι μια ήπια και πρακτικά ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, που μπορεί με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες να καλύψει ανάγκες θέρμανσης και ψύξης, αλλά και σε ορισμένες περιπτώσεις να παράγει ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται από τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε θερμά νερά, επιφανειακά ή υπόγεια και σε θερμά ή ξηρά πετρώματα. Σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τη γενικότερη γεωδυναμική κατάσταση μιας ευρύτερης περιοχής. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ή ατμού, ποικίλει από περιοχή σε περιοχή, ενώ συνήθως κυμαίνεται από 25° C μέχρι 360° C. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150° C), η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ΥΠΕΚΑ, 2008).



Εικόνα 1.14: Παράδειγμα γεωθερμικής ενέργειας

Ανάλογα με το ενεργειακό περιεχόμενο του γεωθερμικού ρευστού (ενθαλπία, θερμοκρασία και πίεση) διακρίνονται τρεις βαθμίδες γεωθερμικής ενέργειας (<https://el.wikipedia.org/wiki/Γεωθερμία>):

- Γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας: Σαν υψηλής ενθαλπίας χαρακτηρίζονται τα ρευστά με θερμοκρασία μεγαλύτερη των 150° C, που είναι είτε υπέρθερμοι (ξηροί) ατμοί, είτε υγροί ατμοί (μίγμα ατμών και νερού). Χρησιμοποιούνται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Γεωθερμία μέσης ενθαλπίας: Σαν μέσης ενθαλπίας χαρακτηρίζονται τα ρευστά θερμοκρασίας μεταξύ 80 και 150° C. Χρησιμοποιούνται μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού με την χρησιμοποίηση ενδιάμεσου κλειστού κυκλώματος με εργαζόμενο μέσο, ουσία που σε κανονικές συνθήκες έχει χαμηλό σημείο ζέσης, π.χ. φρέον ή ισοβουτάνιο.
- Γεωθερμία χαμηλής ενθαλπίας: Σαν χαμηλής ενθαλπίας χαρακτηρίζονται τα ρευστά με θερμοκρασία από 25 έως 80° C. Είναι άφθονα σε πολλές περιοχές της γης και σε οικονομικά βάθη, αρκεί να υπάρχει ικανοποιητικός υπόγειος υδροφόρος σε κατάλληλο βάθος.

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν ηλεκτροπαραγωγή, θέρμανση χώρων, ψύξη και κλιματισμό, θέρμανση θερμοκηπίων κ.ο.κ.. Εκτός από τα γεωθερμικά πεδία, η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει την εκμετάλλευση της σταθερής θερμοκρασίας των ανώτερων στρωμάτων του εδάφους για θέρμανση και κλιματισμό, με χρήση αντλιών θερμότητας με γεωεναλλάκτη. Τα βασικά κυκλώματα που χρησιμοποιούνται είναι ο γεωεναλλάκτης κάθετου τύπου (κλειστό κύκλωμα με εναλλάκτη σε πηγάδι) ή οριζόντιου τύπου (κλειστό κύκλωμα με οριζόντιες σωληνώσεις). Στους σωλήνες κυκλοφορεί συνήθως αποσκληρωμένο νερό που θερμαίνεται ή ψύχεται απορροφώντας ή απορρίπτοντας αντίστοιχα θερμότητα από και προς το έδαφος.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη της γεωθερμίας μπορούν να συνοψιστούν ως εξής (<https://el.wikipedia.org/wiki/Γεωθερμία>) :

- Συνεχής παροχή ενέργειας, με υψηλό συντελεστή λειτουργίας (load factor), >90%.
- Μικρό λειτουργικό κόστος, αν και το κόστος παγίων είναι αυξημένο αν το συγκρίνουμε με τις συμβατικές μορφές ενέργειας.
- Σχεδόν ανύπαρκτες εκπομπές αερίων στο περιβάλλον.
- Δεν απαιτεί μεγάλη έκταση γης .

- Συμβολή στην επίτευξη των στόχων της Λευκής Βίβλου της Ε.Ε. και του Πρωτοκόλλου του Κιότο.
- Αποτελεί τοπική μορφή ενέργειας με συνέπεια την οικονομική ανάπτυξη της γεωθερμικής περιοχής.
- Συμβάλει στην μείωση της ενεργειακής εξάρτησης μιας χώρας κάτι που το επιτυγχάνει με την μείωση των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων.

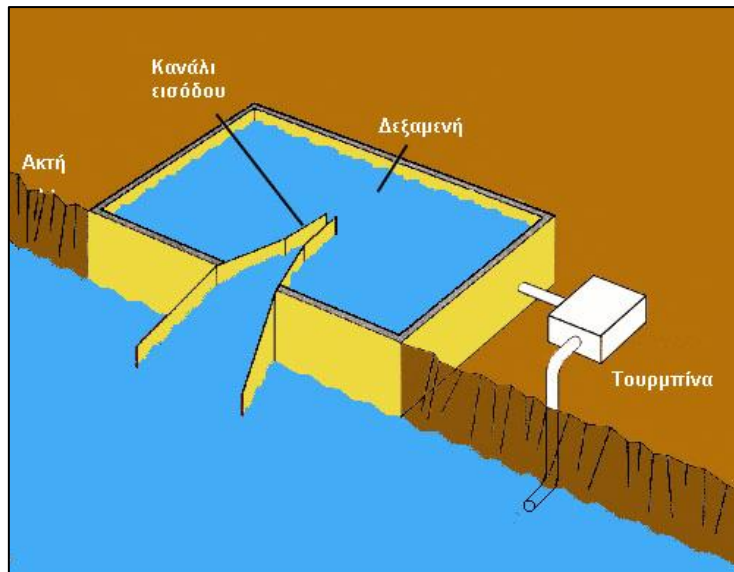
1.2.6 Ενέργεια κυμάτων – ωκεανών

Η θάλασσα καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της γης και είναι μια τεράστια αποθήκη κινητικής ενέργειας αποθηκευμένης στα κύματα, στις παλίρροιες και στα θαλάσσια ρεύματα. Οι ωκεανοί, ως φυσικοί αποταμιευτήρες μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας (<http://www.allaboutenergy.gr/EnergieiaOkeanon.html>):

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

Ενέργεια από τα κύματα

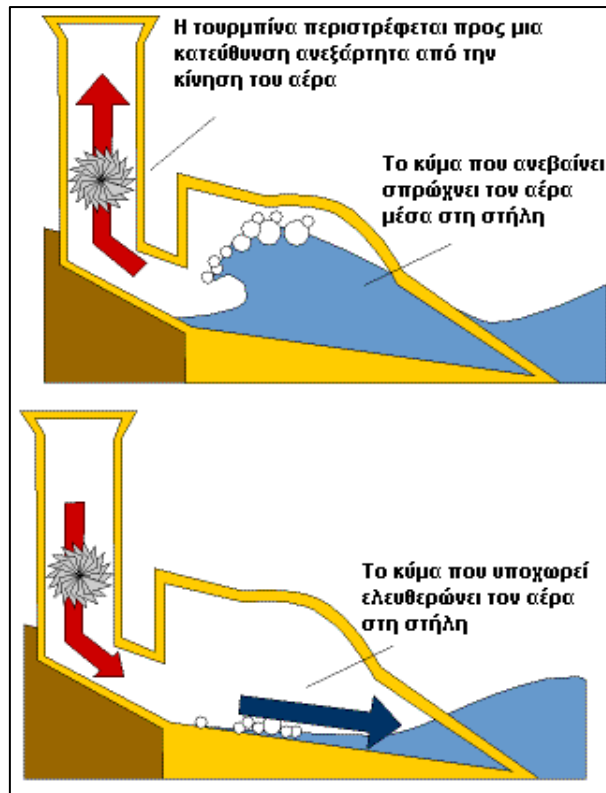
Είναι η μεταφορά ενέργειας μέσω των επιφανειακών κυμάτων των ωκεανών και χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ή και για αφαλάτωση. Η ενέργεια των κυμάτων παράγεται από την κίνηση των κυμάτων στη θαλάσσια επιφάνεια που προκαλείται από τους κατά τόπους ανέμους, ουσιαστικά είναι ενέργεια που προέρχεται από τον άνεμο. Οι πλέον ευνοϊκές τοποθεσίες για να συλλεχθεί η ενέργεια των κυμάτων είναι συγχρόνως οι τοποθεσίες όπου ο άνεμος είναι πολύ ισχυρός (ανάμεσα 40ου και 60ου γεωγραφικού πλάτους) και οι τοποθεσίες όπου η επιφάνεια του ωκεανού είναι αχανής.



Εικόνα 1.15: Παράδειγμα ενέργειας από κύματα

Ενέργεια από παλίρροιας

Αυτή η μορφή είναι ουσιαστικά μια μορφή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η ενέργεια αυτή μετατρέπεται μέσω κατάλληλων διατάξεων σε ηλεκτρική ή άλλες χρήσιμες μορφές ενέργειας. Η επικρατούσα τεχνολογία εκμεταλλεύεται τόσο την κινητική ενέργεια του νερού όσο και τη δυναμική που προκύπτει από την διαφορά ύψους μεταξύ άμπωτης(πτώση της στάθμης της θάλασσας) και πλημμυρίδας (ανύψωση της στάθμης της θάλασσας).



Εικόνα 1.16: Παράδειγμα ενέργειας από παλίρροια

Θερμική ενέργεια

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή αυξάνεται όσο μετακινούμαστε γεωγραφικά προς τον Ισημερινό.

1.2.7 Ωσμωτική ενέργεια

Η ανάμειξη γλυκού και θαλασσινού νερού απελευθερώνει ποσότητες ενέργειας, όπως συμβαίνει όταν ένα ποτάμι εκβάλει στον ωκεανό. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται ωσμωτική ενέργεια (ή γαλάζια ενέργεια) και ανακτάται όταν το νερό του ποταμού και το θαλασσινό νερό είναι διαχωρισμένα από μια ημι-διαπερατή μεμβράνη και το γλυκό νερό περνάει μέσω αυτής.

Η ενέργεια είναι αποτέλεσμα της αλλαγής της εντροπίας από τη διαφορά αλατότητας μεταξύ του νερού του ποταμού με το θαλασσινό νερό. Η πρόκληση είναι η αξιοποίηση αυτής της ενέργειας, καθώς από την ανάμειξη που πραγματοποιείται αυξάνεται ελάχιστα τοπικά η θερμοκρασία του νερού. Σε ένα σύστημα που περιέχει νερό του ποταμού και θαλασσινό νερό η μέγιστη πίεση που μπορεί θεωρητικά να δημιουργηθεί είναι της τάξης των 26bar. Προϋπόθεση για την

επίτευξη της πίεσης είναι η διατήρηση σε σταθερή τιμή της έντασης της πίεσης του θαλασσινού νερού. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από την ανάμειξη του γλυκού νερού με το θαλασσινό νερό μπορεί να γίνει αντιληπτή με την κατανόηση του φαινομένου της ώσμωσης, από όπου προκύπτει και το όνομα "ώσμωτική ενέργεια". Οι μέθοδοι για την μετατροπή αυτής της ενέργειας σε ηλεκτρισμό χρησιμοποιώντας ημι-διαπερατές μεμβράνες είναι:

Αντίστροφη Ηλεκτροδιάλυση (Reverse Electrodialysis, RED)

Η αντίστροφη ηλεκτροδιάλυση (Reverse Electrodialysis, RED), βασίζεται στην θεωρία της ηλεκτροδιάλυσης, όπου ιόντα αλατιού μεταφέρονται από το ένα διάλυμα, μέσω μεμβρανών ανταλλαγής ιόντων, προς το άλλο διάλυμα κάτω από την επίδραση ενός ηλεκτρικού πεδίου. Οι μεμβράνες ανταλλαγής ιόντων είναι δύο τύπων: η μεμβράνη ανταλλαγής κατιόντων (Cation Exchange Membrane, CEM) και η μεμβράνη ανταλλαγής ανιόντων (Anion Exchange Membrane, AEM). Το θαλασσινό και το γλυκό νερό εισέρχονται σε μια στοιβία εναλλασσόμενων καθόδων και ανόδων μεμβρανών ανταλλαγής ιόντων. Σε όλη τη διάρκεια της ροής, τα ιόντα Na^+ διαπερνούν μέσω των μεμβρανών ανταλλαγής κατιόντων προς την κατεύθυνση της καθόδου και τα ιόντα Cl^- διαπερνούν μέσω των μεμβρανών ανταλλαγής ανιόντων προς την κατεύθυνση της ανόδου. Το διάλυμα στη πλευρά της ανόδου είναι αρνητικά φορτισμένο, λόγω της μεταφοράς των αρνητικών ιόντων Cl^- προς την άνοδο. Η ηλεκτρική ουδετερότητα του διαλύματος στη πλευρά της καθόδου μένει αμετάβλητο μέσω αναγωγής στην επιφάνεια της καθόδου, και στη πλευρά της ανόδου μέσω οξείδωσης στην επιφάνεια της ανόδου. Ως αποτέλεσμα, ένα ηλεκτρόνιο μπορεί να μεταφερθεί από την άνοδο προς την κάθοδο μέσω ενός εξωτερικού ηλεκτρικού κυκλώματος. Αυτό το ηλεκτρικό ρεύμα και η διαφορά δυναμικού πάνω από τα ηλεκτρόδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η κινητήρια δύναμη για τη μετακίνηση των ιόντων είναι η διαφορά στην ελεύθερη ενέργεια μεταξύ της συμπυκνωμένης και της αραιωμένης πλευράς του διαλύματος. Η διαφορά δυναμικού επί των ηλεκτροδίων είναι ίση με τη διαφορά δυναμικού του γινομένου της διαφοράς δυναμικού στη μεμβράνη και τον αριθμό των μεμβρανών.

Παρατεταμένης-πίεσης Ώσμωση (Pressure Retarded Osmosis, PRO)

Η μέθοδος της Παρατεταμένης-πίεσης Ώσμωση (Pressure Retarded Osmosis, PRO), εξάγει ενέργεια όταν δυο διαλύματα με διαφορετικές τιμές αλατότητας (συνήθως το νερό του ποταμού με το θαλασσινό νερό) διαχωρίζονται από μια ημι-διαπερατή μεμβράνη, η οποία αποτελείται από πορώδες στρώμα με μικρές οπές. Η μεμβράνη επιτρέπει μικρά μόρια, όπως τα μόρια του νερού, να διαπεράσουν μέσω αυτής. Τα μόρια άλατος, άμμου, λάσπης και άλλες προσμείξεις δεν μπορούν να διαπεράσουν στην αντίθετη πλευρά της μεμβράνης. Το νερό επιδιώκει να μειώσει την συγκέντρωση άλατος στην πλευρά της μεμβράνης που περιέχει το περισσότερο

αλάτι. Το νερό για αυτό τον λόγο ρέει δια μέσω της μεμβράνης και αυξάνει την πίεση στην πλευρά του θαλασσινού νερού. Η πίεση αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας με την κίνηση υδροστρόβιλου παράγοντας ηλεκτρισμό. Το γλυκό νερό εισέρχεται στη μονάδα και φιλτράρεται πριν καταλήξει στη μεμβράνη. Το 80-90% του γλυκού νερού μεταφέρεται δια μέσω της μεμβράνης, εξαιτίας του φαινομένου της ώσμωσης, στην πλευρά της μεμβράνης που περιέχει θαλασσινό νερό σε υψηλότερη πίεση. Το φαινόμενο της ώσμωσης αυξάνει την ογκομετρική ροή του νερού με υψηλή πίεση με αποτέλεσμα την παραγωγή ενέργειας με την περιστροφή τουρμπίνας. Το θαλασσινό νερό αντλείται από τη θάλασσα και φιλτράρεται πριν τροφοδοτηθεί στην πλευρά της μεμβράνης όπου καταλήγει και το γλυκό νερό από το φαινόμενο της ώσμωσης. Για την επίτευξη μεγάλης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας η πίεση λειτουργίας θα πρέπει να είναι από 11 έως 15 bars.

Τα πλεονεκτήματα των εφαρμογών της ωσμωτικής ενέργειας είναι τα παρακάτω:

- Μηδενική εκπομπή CO₂.
- Συνεχής & σταθερή παροχή ενέργειας.
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος και συντήρησης.
- Ευέλικτη μονάδα ως προς τον σχεδιασμό.
- Κατάλληλη για μικρές και μεγάλες μονάδες.

Τα μειονεκτήματα των εφαρμογών της ωσμωτικής ενέργειας είναι τα παρακάτω:

- Μικρή τεχνολογική πρόοδος.
- Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης.
- Λίγη ενέργεια ανά κυβικό μέτρο μεμβράνης.
- Δεν είναι ακόμη εμπορικά αξιοποιήσιμη.

Κεφάλαιο 2: Ορεινές περιοχές και Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

2.1 Ορισμοί ορεινών περιοχών

Η χώρα μας χαρακτηρίζεται κατά βάση ορεινή καθώς οι ορεινές περιοχές της καταλαμβάνουν το 77, 9 % της έκτασης της. Για αυτό τον λόγο μαζί με την Αυστρία αποτελούν τις πιο ορεινές περιοχές της Ευρώπης. Στο πέρασμα των ετών, έχουν δοθεί διάφοροι και διαφορετικοί μεταξύ τους ορισμοί για το τι είναι ορεινή περιοχή.

Αρχικά, θα γίνει ο διαχωρισμός μεταξύ πεδινών , ημιορεινών και ορεινών περιοχών. Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.) οι κοινότητες μπορούν να διακριθούν ως εξής :

Πεδινές Κοινότητες

Εκτιμάται ότι πεδινές κοινότητες είναι εκείνες οι οποίες βρίσκονται στο σύνολο τους ή στο μεγαλύτερο μέρος τους σε οριζόντιο ή σε ελαφρώς κεκλιμένο έδαφος. Ακόμα και στην περίπτωση που ένα βουνό καλύπτει ένα μικρό μέρος τους (μέχρι το 1/3) συνεχίζουμε να τις χαρακτηρίζουμε ως ορεινές. Το υψόμετρο τους πρέπει να είναι μικρότερο των 800m από την επιφάνεια της θάλασσας.

Ημιορεινές Κοινότητες

Είναι οι κοινότητες που η εδαφική τους κάλυψη βρίσκεται στις υπώρειες των βουνών ή εκείνες που η μισή τους έκταση εκτείνεται σε πεδιάδα και η άλλη μισή στο βουνό. Το υψόμετρό πρέπει στο μεγαλύτερο μέρος της έκτασης τους να είναι μέχρι 800m.

Ορεινές κοινότητες

Ορεινές χαρακτηρίζονται οι κοινότητες των οποίων η επιφάνεια τους είναι πολύ κεκλιμένη και ανώμαλη, χωρίζεται από χαράδρες ή καλύπτεται από ορεινούς όγκους που δημιουργούν πτυχώσεις με υψομετρική διαφορά μεγαλύτερες από 400m. Επίσης, η εδαφική τους περιοχή στο μεγαλύτερο μέρος της βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο από 800m από την επιφάνεια της θάλασσας.

Σύμφωνα με το περιοδικό Websters (Καλιαμπάκος, 2009), «Ως ορεινή περιοχή ορίζεται κάθε κομμάτι της γήινης επιφάνειας, που υψώνεται υπεράνω των γειτονικών του περιοχών».

Οι προσπάθειες για να γίνει κατανοητό το ορεινό τοπίο και να του προσδώσουν ένα συγκεκριμένο ορισμό ξεκινούν από το 1936 , που σύμφωνα με τον Peattie :

- Το ορεινό τοπίο πρέπει να είναι εντυπωσιακό
- Το βουνό πρέπει να επιδρά στη φαντασία των ανθρώπων που ζουν στη σκιά του
- Το ορεινό τοπίο πρέπει να διαθέτει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά

Αργότερα, το 1997, οι Messerli και Ives, προσπαθούν να δώσουν μια πιο συγκεκριμένη και τεχνοκρατική προσέγγιση στον ορισμό. Χρησιμοποιώντας τεχνικές ανάλυσης του χώρου και ηλεκτρονική χαρτογράφηση, χαρτοποιούν την γήινη επιφάνεια χρησιμοποιώντας κύριο κριτήριο το υψόμετρο. Ωστόσο αυτό δεν δείχνει να βοηθάει πολύ, αφού μόνο το υψόμετρο δεν επαρκεί για να χαρακτηριστεί μια περιοχή ως ορεινή.

Το 2000, με πρωτοβουλία του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), πραγματοποιείται έρευνα με βάση της οποίας προκύπτει ο ορισμός:

Ύγια να χαρακτηριστεί μία περιοχή ως ορεινή θα πρέπει να παρατηρείται υψομετρική διαφορά τουλάχιστον 300 m σε οριζόντια απόσταση 7km

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή της έρευνα είναι τα εξής:

- Το υψόμετρο για περιοχές άνω των 2500m
- Το υψόμετρο και η κλίση του εδάφους για περιοχές μεταξύ 1000 και 2500m
- Το υψόμετρο, η κλίση του εδάφους και η υψομετρική διαφορά σε τοπική κλίμακα για περιοχές μεταξύ 300 και 1000m

Το 2004, με έρευνα του NORDREGIO (Μιχαηλίδου, 2008) , οι ορεινές περιοχές ορίζονται ως εξής:

- Πάνω από 2500m όλες οι περιοχές θεωρούνται ορεινές.
- Ανάμεσα στα 1500m και στα 2500m θεωρούνται ορεινές όλες οι περιοχές με κλίση μεγαλύτερη από 2 σε ακτίνα 3km.
- Ανάμεσα 1000m και στα 1500m, πρέπει για να θεωρείται μια περιοχή ορεινή να ικανοποιεί ένα από τα εξής δύο κριτήρια:

(α) η κλίση σε ακτίνα 3km να είναι μεγαλύτερη από 5

(β) η υψομετρική διαφορά σε ακτίνα 7km να είναι τουλάχιστον 300m.

- Ανάμεσα στα 300m και στα 1000m, η υψομετρική διαφορά σε ακτίνα 7km να είναι τουλάχιστον 300m.

Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει και η εκδοχή του Υπουργείου Γεωργίας, καθώς εκτός από το υψόμετρο λαμβάνει υπόψη και την κλίση. Πράγμα που το

παρατηρήσαμε και στην παραπάνω τοποθέτηση. Πιο συγκεκριμένα, ορεινός χαρακτηρίζεται ένας Δήμος που :

- Το 80% της έκτασής του βρίσκεται πάνω από τα 800m.
- Βρίσκεται μεταξύ 600 και 800m, αλλά τα εδάφη του έχουν κλίση 16%.
- Βρίσκεται κάτω από τα 600m, αλλά τα εδάφη παρουσιάζουν κλίση 20%.

2.2 Βουνά. Γιατί είναι σημαντικά;

*«Ανέβα στα βουνά και άκου τα
ωραία νέα που έχουν να σου πουν.
Η ηρεμία της φύσης θα σε
πλημμυρίσει όπως ο ήλιος που
λούζει με το φως του τα δέντρα. Οι
άνεμοι θα φυσήξουν μέσα σου τη
φρεσκάδα τους και οι καταιγίδες
θα σου δώσουν τη δύναμή τους,
ενώ οι έγνοιες θα φύγουν από
πάνω σου όπως πέφτουν τα
φθινοπωρινά φύλλα».*
(Τζον Μιουρ)

Η μεγαλοπρέπεια των βουνών εντυπωσιάζει, οδηγώντας αυτούς που το παρατηρούν να τα λατρεύουν, σε πολλές περιπτώσεις δίνοντας τους θεϊκή υπόσταση και να δημιουργούν θρύλους για αυτά. Ωστόσο, τα βουνά δεν διαθέτουν μόνο συμβολική έννοια για τις περιοχές που βρίσκονται. Είναι πηγές νερού, φυσικών πόρων και ενέργειας, εστίες βιοποικιλότητας αλλά και 'χώρος' φιλοξενίας ποικιλίας παραδόσεων.

Παρακάτω ακολουθούν με λεπτομέρεια τα βασικά χαρακτηριστικά τους: (Καλιαμπάκος, 2009)

Τα βουνά εστίες βιοποικιλότητας

Πλούσια οικοσυστήματα και άγρια ζωή βρίσκουν καταφύγιο στους ορεινούς όγκους. Οι ιδιαίτερες κλιματολογικές και γεωλογικές συνθήκες συντελούν στο να φιλοξενούνται διάφορα είδη χλωρίδας και πανίδας. Επίσης, μπορεί να συναντήσουμε διαφορετικούς τύπους οικοσυστημάτων στο ίδιο βουνό, κυρίως λόγω της κατακόρυφης διαμόρφωσης και διαφοροποίησης του ορεινού χώρου. Η κλιματική αλλαγή, η δασική και τουριστική παραγωγή, η κτηνοτροφία καθώς και ο τουρισμός συνδέονται με τη βιοποικιλότητα.

Τα βουνά δεξαμενές νερού του πλανήτη

Σε πολλές περιοχές, τα βουνά συγκρατούν το χιόνι του χειμώνα, απελευθερώνοντας σιγά σιγά τη ζωτική υγρασία του την άνοιξη και το καλοκαίρι. Στα άνυδρα μέρη του κόσμου, η άρδευση εξαρτάται συχνά από το νερό που προέρχεται από το χιόνι το οποίο λιώνει σε μακρινά βουνά. Πολλά βουνά έχουν δασώδεις πλαγιές οι οποίες απορροφούν τη βροχή σαν σφουγγάρι, επιτρέποντάς της να κυλάει απαλά προς τα ποτάμια, αντί να προκαλεί ερημωτικές πλημμύρες. Η ανάγκη για νερό του μισού πληθυσμού παγκοσμίως καλύπτεται από τις ορεινές περιοχές, παρόλο που οι περιοχές με υψόμετρο μεγαλύτερο από 1000m. αποτελεί μόλις το 1/3 της συνολικής έκτασης της γης. Για το λόγο αυτό, καθώς και την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση του νερού (ενώ τα αποθέματα του μειώνονται), τα βουνά αποκτούν γεωπολιτική σημασία.

Τα βουνά 'αποθήκες' φυσικών πόρων και ενέργειας

Οι ορεινές περιοχές θεωρούνται κατ' εξοχήν μειονεκτικές σε φυσικά διαθέσιμα. Κάτι τέτοιο, όμως, θα το χαρακτηρίζαμε άτοπο. Όπως προαναφέραμε, οι ορεινές περιοχές είναι η βασική πηγή τροφοδοσίας του πλανήτη με νερό. Επιπλέον, οι εκτάσεις τους καλύπτονται από το 25% των δασών της γης. Η ξυλεία που προκύπτει από αυτά χρησιμεύουν για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, στεγαστικούς και οικονομικούς/βιοποριστικούς λόγους. Επίσης σημαντικό, είναι και τα κοιτάσματα ορυκτών πόρων που βρίσκονται στα βουνά, και προέρχονται από γεωκτονικές διαδικασίες και τη γεωλογική ποικιλότητα. Τέλος, οι ορεινές περιοχές διαθέτουν πλούσιο ενεργειακό δυναμικό που μπορεί να συμβάλει σε ενεργειακή εκμετάλλευση περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον.

Τα βουνά θύλακες πολιτιστικής ποικιλότητας

Βασική παράμετρος της πολιτιστικής ποικιλομορφίας των ορεινών περιοχών είναι ο αριθμός των γλωσσών και των διαλέκτων που έχουν αναπτυχθεί σε αυτές. Η ιδιαίτερη σχέση που υπάρχει μεταξύ των κατοίκων και του φυσικού περιβάλλοντος αποδεικνύεται μέσα από τον τρόπο που αυτοί οι άνθρωποι έχουν διαμορφώσει την καθημερινότητά τους. Η διατήρηση των εθίμων, των παραδόσεων, ο τρόπος που οικοδομούν τους οικισμούς τους με τα ιδιαίτερα αρχιτεκτονικά τεχνάσματα, ο τρόπος που 'εκμεταλεύονται' και καλλιεργούν τη γη είναι μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της σχέσης και του τρόπου ζωής τους. Επίσης, η παραδοσιακή γνώση που έχουν συσσωρεύσει οι ορεσίβιοι πληθυσμοί μπορεί να αποδειχτεί ανεκτίμητη για την προστασία των βουνών από τα οποία όλοι εξαρτόμαστε.

2.3 Ενεργειακό δυναμικό ορεινών περιοχών

Οι ορεινές περιοχές είχαν πάντα ένα ενδιαφέρον για την ενεργειακή απόδοση τους. Οι κοινότητες υψηλών υψομέτρων έχουν μακρά παράδοση στην κατασκευή και ζουν σε ένα περιβάλλον όπου η μεγιστοποίηση των πόρων θερμότητας και ενέργειας ήταν ζωτικής σημασίας για την επιβίωση. Η ανάγκη για την οικοδόμηση σπιτιών και άλλων κτιρίων που είναι ενεργειακά αποδοτικά συνεχίζεται υπό το φως της κλιματικής αλλαγής. Για την Euromontana², μια σταθερή προμήθεια σε προσιτή τιμή είναι απαραίτητη για να εξασφαλιστεί η ελκυστικότητα των ορεινών περιοχών, ως τόπων διαβίωσης και εργασίας. Οι ορεισίβιοι μπορούν να προσφέρουν τις γνώσεις και την εμπειρία τους σε παραδοσιακά ενεργειακά αποδοτικές δομές ως αφετηρία για νέα έρευνα και την ανάπτυξη τεχνολογιών και προϊόντων.

Πρωταρχικός στόχος τους πρέπει να είναι η μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας, της ηλεκτρικής ενέργειας, της θερμότητας αλλά και η πιο αποτελεσματική χρήση των ενεργειακών πόρων. Λόγω της γειτνίασής τους με τη φύση καθώς και λόγω της παράδοσής τους στην αποδοτική χρήση των πόρων, οι ορεινές περιοχές είναι μια ιδανική περιοχή για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, διατηρώντας παράλληλα ένα υψηλό βιοτικό επίπεδο. Επίσης προσφέρονται για μεγάλης κλίμακας πειραματισμό στη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η ενεργειακή ανεξαρτησία για τις περιοχές που αντιπροσωπεύουν το 40,6% του εδάφους της ΕΕ και το 19,1% των κατοίκων της (περίπου 90 εκ από ένα συνολικό πληθυσμό 450 εκατ.), μπορεί να παρέχει ζωτικής σημασίας ερέθισμα για την ΕΕ να επιτύχει τους στόχους που έχει θέσει για το έτος 2020 («20-20-20»³), και δείχνουν ότι ο στόχος της ενεργειακής ανεξαρτησίας είναι εφικτή και όχι απλά ένα όνειρο.(Euromontana, 2010)

Οι ορεινές περιοχές είναι πλούσιες σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Παρόλα αυτά η συνέχιση της χρήσης συμβατικών μορφών ενέργειας δημιουργούν περιβαλλοντικές πιέσεις. Τα βουνά μπορούν να συμβάλουν καθοριστικά μέσω της χρήσης των φυσικών τους πόρων : νερό, ξύλο, ήλιο, άνεμο κ.τ.λ.. Αυτό το δυναμικό ωστόσο παραμένει αναξιοποίητο ή χρησιμοποιείται λανθασμένα στο βωμό του ιδιωτικού οφέλους. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται μεγάλης κλίμακας, αστικά, ενεργειακά πρότυπα οδηγώντας στην αλλοίωση της εικόνας του ορεινού περιβάλλοντος και στην σταδιακή στρέβλωση του μοντέλου ανάπτυξης αυτών των κοινωνιών.

Σύμφωνα με την Euromontana οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα πρέπει να είναι το θεμέλιο μιας ενεργειακής πολιτικής που θα αναγνωρίζει τα ειδικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος στις ορεινές περιοχές. Για αυτό και η αξιοποίηση των φυσικών διαθεσίμων θα πρέπει να στραφεί προς μικρά

² Βλέπε στο: http://www.euromontana.org/wp-content/uploads/2014/08/2010-04-01_PositionPaperEnergy_EN.pdf

³ Περισσότερες πληροφορίες στο: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=446>

αποκεντρωμένα συστήματα ΑΠΕ, πιο αποδοτικά και φιλικά προς το περιβάλλον. Αυτά τα συστήματα θα θέτουν νέες βάσεις για τη δημιουργία ενός μοντέλου το οποίο, μέσω της αξιοποίησης των τοπικών διαθεσίμων, θα καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες των ορεινών κοινωνιών, διασφαλίζοντας την αυτονόμηση ακόμα και των πιο απομονωμένων περιοχών.

Οι πηγές ενέργειας και τα φυσικά διαθέσιμα των ορεινών περιοχών μπορούν να προσφέρουν μια σειρά πλεονεκτημάτων σε τοπικό επίπεδο, όπως:

- Μπορούν να χρησιμεύσουν ως πηγή πρόσθετων εσόδων για τους παραγωγούς ή τους διαχειριστές των πόρων (π.χ. από την πώληση του πλεονάσματος τοπικά παραγόμενης ενέργειας στην ενεργειακή αγορά).
- Η διαχείριση των υδατικών πόρων μπορεί να εστιάσει, πέραν της ενεργειακής παραγωγής, στον έλεγχο των αποθεμάτων νερού για την αποτροπή πλημμυρικών φαινομένων αλλά και για την εξασφάλιση της ικανοποίησης των αναγκών σε νερό των ορεινών περιοχών κατάντη.
- Η χρήση των καυσίμων βιομάζας μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη των τοπικών πόρων, η οποία μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στη διαχείριση της γης.
- Η παραγωγή βιοαερίου από την κοπριά των ζώων μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της γεωργικής ρύπανση.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που υπάρχουν στις ορεινές περιοχές :

Αιολικό δυναμικό

Η γεωγραφική διαμόρφωση του ορεινού τοπίου, συντελεί στην ύπαρξη αυξημένων τιμών της ταχύτητας του αέρα, ειδικά στις κορυφογραμμές. Τα βουνά, εν γένει, αποτελούν εμπόδιο στην κίνηση των αέριων μαζών, οι οποίες για να τα προσπεράσουν, συνήθως ανέρχονται επιταχυνόμενες. Συνεπώς, υπάρχει σημαντικό αιολικό δυναμικό προς αξιοποίηση στις ορεινές περιοχές (Καλιαμπάκος κ.ά., 2009)

Οι ταχύτητες του ανέμου στις κορυφογραμμές, όπως σημειώσαμε παραπάνω, είναι μεγάλες, ωστόσο το αιολικό δυναμικό που δημιουργείται δεν μπορεί να αξιοποιηθεί στο σύνολο του. Μπορεί να υπάρξουν περιβαλλοντικά και θέματα τοπίου γύρω από την ανάπτυξη μεσαίας και μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεων παραγωγής αιολικής ενέργειας, εκτός και αν δημιουργηθούν εγκαταστάσεις με αυστηρά κριτήρια χωροθέτησης. Επιπλέον, σύμφωνα με την ειδική έκθεση του ευρωπαϊκού οργανισμού περιβάλλοντος (ΕΕΑ), η εκμετάλλευση του πλούσιου αιολικού δυναμικού θεωρείται προβληματική, επειδή δεν υπάρχει μεγάλη πυκνότητα δικτύων υψηλής τάσης που θα κάνουν ευκολότερη τη μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας. Τέλος, θα ήταν παράληψη να αγνοήσουμε τα μεγάλα υψόμετρα (κυρίως τα 2.000 m. και άνω) στα οποία οι μεγάλες ταχύτητες του

ανέμου σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες καθιστούν τις εγκαταστάσεις σε υψηλό κίνδυνο.

Λαμβάνοντας υπόψη τη δυνατότητα του ανέμου για μελλοντική επέκταση αναγνωρίζεται ότι η ανάπτυξη του αιολικού δυναμικού σε μικρο , μέσο και μακροοικονομική κλίμακα θα πρέπει να είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό σε οποιαδήποτε μελλοντική Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική που βασίζεται σε μικτή προσέγγιση πηγών. Επιπλέον, αναγνωρίζεται ότι η ανάπτυξη του τομέα της αιολικής ενέργειας σε μικτή ενεργειακή πολιτική θα επωφεληθεί από περαιτέρω έρευνα σε νέες τεχνολογίες οι οποίες μπορούν να μειώσουν τις επιπτώσεις των εν λόγω εγκαταστάσεων στο περιβάλλον και στο τοπίο, και θα αποτελέσει μια σημαντική παραγωγική δραστηριότητα αλλά και να εξυπηρετήσει ενεργειακές ανάγκες οικισμών που βρίσκονται μακριά από το κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης.

Ηλιακό δυναμικό

Ο ορεινός χώρος και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος του όπως η ποιότητα του αέρα, το ηλιακό φως, η έλλειψη της ομίχλης ή σκόνης και τέλος η θερμοκρασία δημιουργούν τις κατάλληλες συνθήκες για τη διείσδυση περισσότερων φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η αυξημένη απόδοση των συστημάτων αυτών στις ορεινές περιοχές οφείλεται στην υψηλή ηλιοφάνεια και στις χαμηλές θερμοκρασίες των βουνών. Αυτό αποδεικνύεται και από τον συντελεστή σ_{θ} . Ο συντελεστής αυτός απόδοσης, ο οποίος διεισδύει στην απόδοση των φωτοβολταϊκών πλαϊσίων λόγω της διαφορετικής θερμοκρασίας λειτουργίας από αυτή που δοκιμάστηκε για πρώτη φορά το πλαίσιο , δίνεται από τον τύπο:

$$\sigma_{\theta} = 1 - [(t_{\alpha} + 30) - 25] \cdot 0,004$$

Όπου t_{α} , η μέση θερμοκρασία του μήνα κατά τον μήνα μελέτης.

Όσο μεγαλύτερες είναι οι θερμοκρασίες του περιβάλλοντος τόσο μειώνεται ο συντελεστής απόδοσης.

Η ισχύς μιας συστοιχίας φωτοβολταϊκού συστήματος⁴ δίνεται από την σχέση :

$$P_p = \frac{E_k \left[\frac{kWh}{day} \right] \cdot 1kW / m^2}{E_{HA} [] \sigma_{\theta} \cdot \sigma_{\rho} \cdot \sigma_{\eta}}$$

⁴ Έστω ότι το φωτοβολταϊκό είναι αυτόνομο, που σημαίνει ότι η ισχύς αιχμής αντιστοιχεί στην μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ όταν τα πλαίσια δέχονται ακτινοβολία έντασης 1 Kw/m²

Όπου

E_k : το φορτίο που καλύπτει το σύστημα

E_{HA} : Η μέση ετήσια ένταση ηλιακής ακτινοβολίας

σ_{θ} : Ο μειωτικός συντελεστής απόδοσης λόγω θερμοκρασίας

σ_p : Ο μειωτικός συντελεστής απόδοσης λόγω ρύπανσης της επιφάνειας των πλαισίων

σ_{η} : Ο συντελεστής ηλεκτρικών απωλειών του συστήματος

Έστω ότι έχουμε δύο περιοχές (A και B) και έστω ότι όλες οι παράμετροι εκτός από την θερμοκρασία είναι ίδιες . Η διαφορά στην ισχύ της αιχμής για την κάλυψη μιας συγκεκριμένης τιμής ηλεκτρικού φορτίου, δίνεται από :

$$\frac{P_{p,A}}{P_{p,B}} = \frac{\sigma_{\theta,B}}{\sigma_{\theta,A}}$$

Από τον παραπάνω λόγο, βγάζουμε το συμπέρασμα ότι εάν έστω στην περιοχή A η θερμοκρασία είναι πιο υψηλή από την περιοχή B (για τον μήνα που χρησιμοποιείται ως βάση για τους υπολογισμούς μας), για την κάλυψη του ίδιου φορτίου χρειάζεται μεγαλύτερη ισχύς άρα και μεγαλύτερο μέγεθος και κόστος εγκατάστασης. (ΑΕΝΑΟΣ, 2015)

Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται στις ορεινές περιοχές σε ευρεία κλίμακα. Η χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι, αλλά θα πρέπει να αξιοποιηθεί και για την παραγωγή θερμότητας. Τα ενεργειακά και τα παθητικά συστήματα μπορούν να βοηθήσουν για να μειωθούν σημαντικά τα θερμικά φορτία των κατοικιών, μέσω των αυξημένων ποσών ηλιοφάνειας που υπάρχει στα βουνά.

Για να είναι πιο αποδοτικά τα συστήματα φωτοβολταϊκών χρειάζεται εγκατάσταση μεγάλου αριθμού Φ/Β στοιχείων, άρα και περισσότερο χώρο. Αυτό σε συνδυασμό με τις μεγάλες κλίσεις αποτελούν κάποιους από τους περιορισμούς στην εκμετάλλευση του πλούσιου δυναμικού ηλιακής ενέργειας καθώς προβάλλεται επιτακτική η ανάγκη προστασίας της αισθητικής των ορεινών οικισμών και του ορεινού τοπίου γενικότερα. Για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στις ορεινές περιοχές ενδείκνυνται οι μικρές αποκεντρωμένες ηλιακές μονάδες. Επιπλέον, για να υπάρξουν οι ευκαιρίες για μεγαλύτερης κλίμακας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας οι τεχνολογίες αποθήκευσης, τα δίκτυα μετακινήσεων και τα τοπικά δίκτυα θα πρέπει να εξεταστούν και να βελτιωθούν.

Βιομάζα

Σύμφωνα με τους Καλιαμπάκο και Κατσουλάκο (2010) στην Ελλάδα το 50% των δασών βρίσκονται στα βουνά και αποτελούν πηγές σημαντικών ποσοτήτων δασικής βιομάζας γεγονός που τα καθιστά έναν από τους σημαντικότερους φυσικούς πόρους των περιοχών με υψηλό υψόμετρο. Αποτελούν ένα υλικό που συνδέεται άμεσα με την ζωή των ορεσίβιων καθώς δεν καλύπτει μόνο τις ανάγκες τους σε ενέργεια και στέγαση αλλά τους βοηθάει και βιοποριστικά αφού αποτελεί αντικείμενο οικονομικής δραστηριότητας.

Επιπλέον, η ενεργειακά εκμεταλλεύσιμη βιομάζα εκτός από τα δάση προέρχεται και από τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Συγκεκριμένα για την περιοχή μελέτης μας όσον αφορά στο γεωργικό τομέα, διατηρείται μια σημαντική γεωργική παραγωγή για τα δεδομένα της ορεινής Ελλάδας. Κύρια προϊόντα της είναι το κρασί, τα σταφύλια, τα καρύδια και οι πατάτες. Τέλος, τα κτηνοτροφικά υπολείμματα από τις κτηνοτροφικές μονάδες της περιοχής μπορούν να αξιοποιηθούν για την παραγωγή βιοαερίου μέσω της χώνευσης.

Η εντατικοποίηση της χρήσης βιομάζας για παραγωγή ενέργειας προτείνεται σε τοπική κλίμακα όπου οι πρώτες ύλες επαρκούν και η προώθηση τους στις μονάδες είναι άμεση. Η βιωσιμότητα της ενεργειακής παραγωγής από ξύλο ενισχύεται από εγκαταστάσεις κατάλληλου μεγέθους, εναρμονισμένου με τις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται το κόστος συγκομιδής και μεταφοράς, και επιπρόσθετα μειώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση από τη χρήση συμβατικών καυσίμων κατά τη μεταφορά (Καραγκούνη, 2012).

Υδατικό δυναμικό

Τα βουνά αποτελούν «αποθήκες» σημαντικών φυσικών πόρων. Το υδατικό δυναμικό των περιοχών αυτών αποτελεί αναμφισβήτητο το σημαντικότερο φυσικό τους πόρο. Έτσι, τα υδάτινα ρεύματα που πηγάζουν από τα βουνά, σε συνδυασμό με τις υψομετρικές διαφορές, μπορούν να αξιοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων (Καλιαμπάκος, 2009).

Τα υδατορεύματα που σχηματίζονται στις πλαγιές των ορεινών όγκων από υγρές αέριες μάζες προερχόμενες από τη θάλασσα δημιουργούν ένα αξιόπιστο δυναμικό. Το νερό χρησιμοποιείται για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας για περισσότερα από 100 χρόνια.

Ο ορεινός χώρος συγκεντρώνει τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη υδροηλεκτρικής παραγωγής, ειδικά με τη μορφή μικρών υδροηλεκτρικών έργων, αφού το ορεινό κλίμα χαρακτηρίζεται από πλούσιες κατακρημνίσεις, που δημιουργούν πλούσιο υδατικό δυναμικό και το ορεινό ανάγλυφο δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για

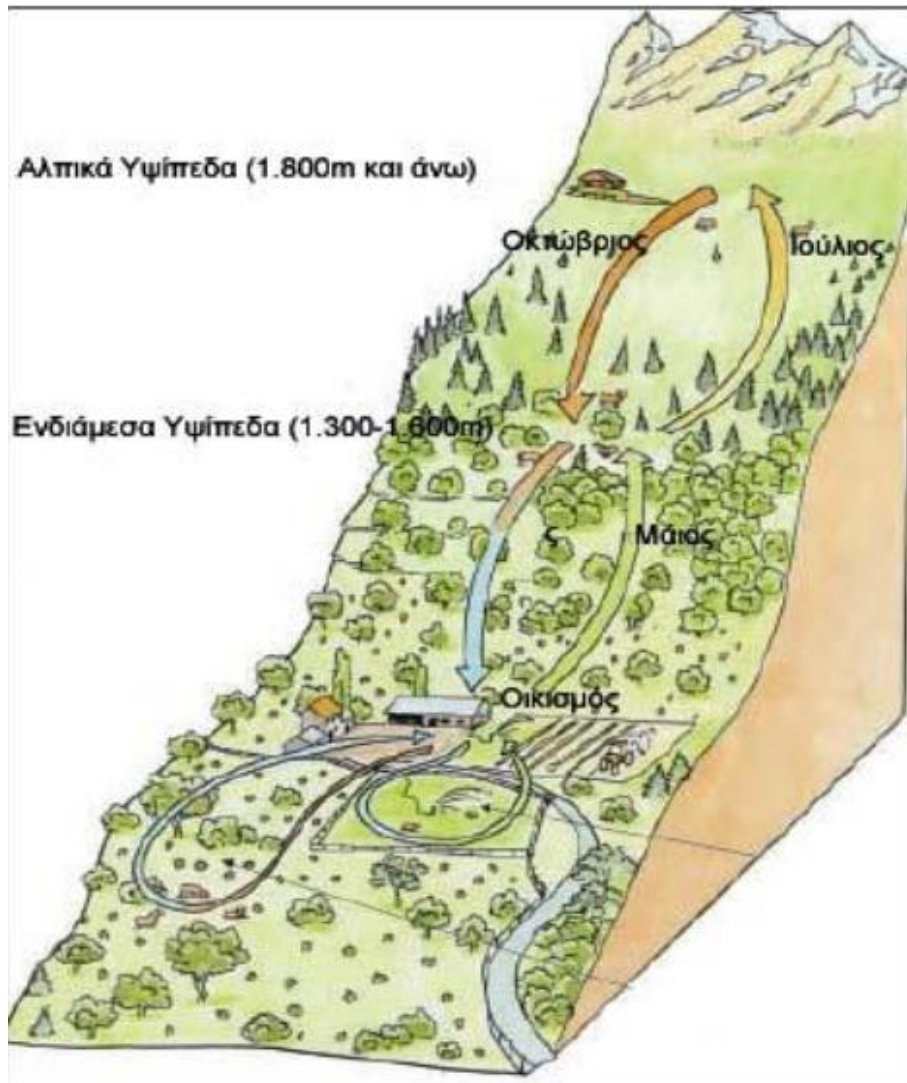
μεγάλα ύψη υδατόπτωσης. Αυτό επιβεβαιώνεται από τα στοιχεία, σχετικά με την υδροηλεκτρική παραγωγή στην Ελλάδα (Κατσουλάκος, 2013). Μεγάλες υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις έχουν φιλοξενηθεί από ορεινές περιοχές με χαρακτηριστικά παραδείγματα τους ΥΔΣ Πηγών Αωού, ΥΔΣ Κρεμαστών κ.α.. Εκτός από τη μεγάλη εμβέλεια έργα, υπάρχει και μεγάλη πληθώρα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικών μονάδων, που το μεγαλύτερο ποσοστό τους βρίσκεται σε ορεινές περιοχές.

Κεφάλαιο 3: Η σημασία της ποιμενικής κτηνοτροφίας για τις ορεινές περιοχές

Η ποιμενική κτηνοτροφία αποτελεί, και αποτελούσε επί σειρά ετών, μια από τις κυριότερες δραστηριότητες των ορεινών περιοχών τόσο του Ελλαδικού χώρου αλλά και της Μεσογείου. Βιοποριστικός παράγοντας, βιώσιμη μορφή ανάπτυξης και τρόπος ζωής είναι κάποιες λέξεις κλειδιά που συνδέουν την κτηνοτροφική δραστηριότητα με τις ορεινές περιοχές και τους ανθρώπους που ζουν σε αυτές. Οι άνθρωποι που ασχολούνται με την κτηνοτροφία δεν είναι απλά παραγωγοί αλλά οι διαμεσολαβητές που προστατεύουν το περιβάλλον και διατηρούν την παράδοση και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ορεινών περιοχών.

Οι περιοχές όπου φιλοξενούνται τα κοπάδια των προβάτων και ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η βόσκηση βοηθάει στη διατήρηση της βιοποικιλότητας της εκάστοτε περιοχής και συγκεκριμένα της χλωρίδας, στην απομάκρυνση της ξερής φυτικής ύλης και κατ' επέκταση στην προστασία τους από πυρκαγιές. Οι φυσικοί αυτοί βοσκότοποι έχουν διατηρηθεί για αιώνες. Η ποιμενική κτηνοτροφία δηλαδή, έχει συμβάλλει περιβαλλοντικά καθώς είναι αυτή που διασφαλίζει την φυσική προστασία των τοπίων και των ευαίσθητων οικοσυστημάτων, τη διατήρηση των όχι και τόσο γόνιμων εκτάσεων, την προστασία των υδάτων και την αντιμετώπιση της διάβρωσης στην οποία συμβάλουν οι πλημμύρες, οι χιονοπτώσεις, οι πυρκαγιές και η σύσταση του εδάφους.

Στην παρακάτω εικόνα , παρουσιάζεται το ποιμενικό μοντέλο κτηνοτροφίας με βάση τις μετακινήσεις των κοπαδιών κατά τη διάρκεια του έτους. Έτσι, όπως βλέπουμε και σχηματικά, τα αλπικά υψίπεδα χρησιμοποιούνται από τους κτηνοτρόφους τους καλοκαιρινούς μήνες, κατεβαίνουν στα πεδινά τον χειμώνα όπου ο χειμώνας είναι πιο ήπιος, και τα ενδιάμεσα υψίπεδα μετακινούνται την άνοιξη. Ωστόσο, σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι οι μετακινήσεις των κτηνοτρόφων της Βόρειας Πίνδου γινόταν δύο φορές τον χρόνο. Οι κτηνοτρόφοι μετακινούσαν τα ζώα από τα ορεινά προς τα πεδινά το φθινόπωρο (συνήθως Οκτώβριο) και επέστρεφαν πάλι στα ορεινά την άνοιξη.



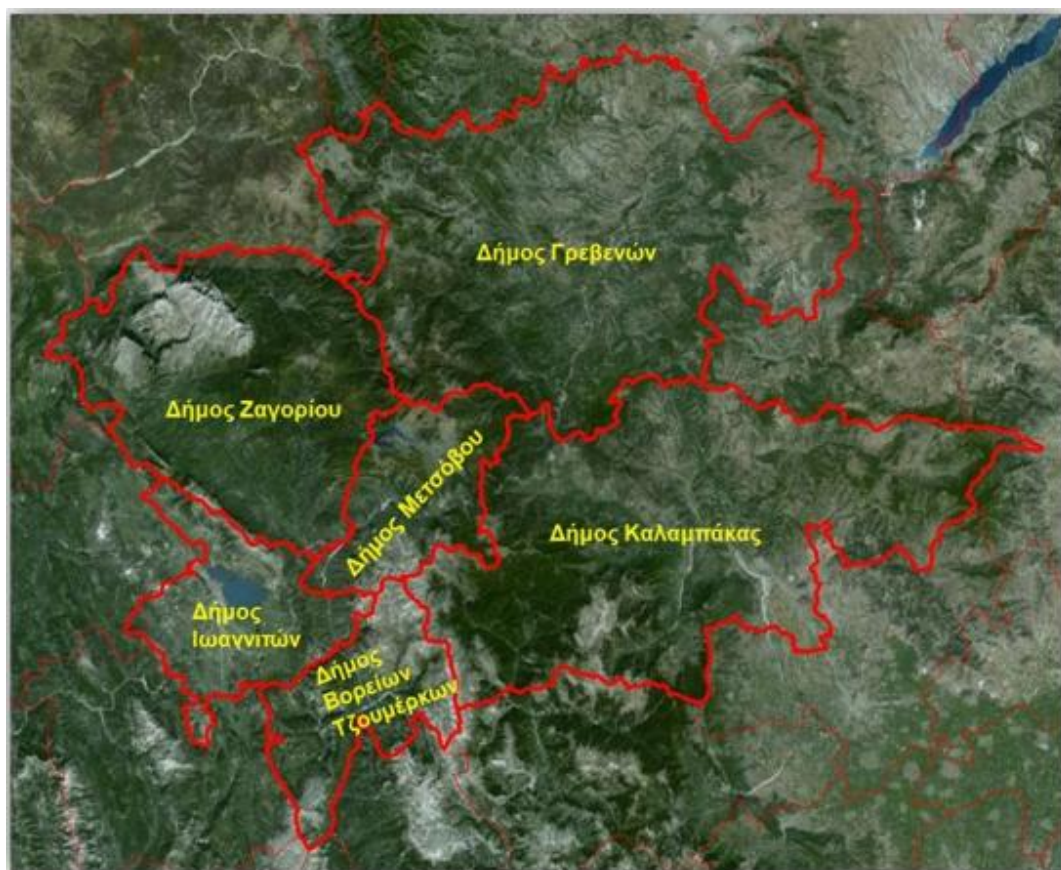
Εικόνα 3.1: Μετακίνηση κοπαδιών και κτηνοτρόφων με βάση το παραδοσιακό, ημνομαδικό τρόπο (Πηγή: Λαντινιώτη, 2010)

Οι κτηνοτροφικές μονάδες, τόσο στα πεδινά όσο και στα ορεινά (ιδίως στα ορεινά), βρίσκονται αρκετά απομακρυσμένα από τους οικισμούς. Για αυτό το λόγο βρίσκονται και μακριά από βασικές ανέσεις, μια από τις σημαντικότερες είναι το ηλεκτρικό ρεύμα. Η σύνδεση με τα δίκτυα ηλεκτρισμού είναι δύσκολη και σε πολλές περιπτώσεις ανέφικτη. Λύση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να δώσει η εκμετάλλευση των φυσικών διαθεσίμων και οι νέες τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Κεφάλαιο 4 : Περιοχή μελέτης

4.1 Γενικά στοιχεία

Ο νέος Καλλικρατικός Δήμος Μετσόβου προέκυψε (με βάση την εφαρμογή του Ν. 3852/2010) από την συνένωση των Καποδιστριακών Δήμων Μετσόβου και Εγνατίας, και της κοινότητας Μηλέας. Συγκεκριμένα αποτελείται από τη δημοτική κοινότητα Μετσόβου και τις τοπικές κοινότητες Ανηλίου, Ανθοχωρίου, Βοτονοσίου, Μικρής Γότισσας, Μεγάλης Γότισσας, Μικρού Περιστερίου, Μεγάλου Περιστερίου, Σίτσαινας, Χρυσοβίτσας και Μηλέας. Συνορεύει με τους Δήμους Γρεβενών βόρεια, Ανατολικά και νοτιοανατολικά με το Δήμο Τρικκαίων, δυτικά με τα Ζαγοροχώρια και νότια με τα Τζουμέρκα και το διευρυμένο Δήμο Ιωαννίνων. Η έδρα του είναι η κωμόπολη του Μετσόβου με αριθμό μόνιμων κατοίκων γύρω στις 3.000. Διοικητικά περιλαμβάνεται στην Περιφερειακή Ενότητα των Ιωαννίνων και την Περιφέρεια Ηπείρου.



Εικόνα 4.1: Άποψη του Καλλικρατικού Δήμου Μετσόβου και οι Δήμοι με τους οποίους συνορεύει(Πηγή: Βραζιτούλη, 2012)



Εικόνα 4.2 : Άποψη των παλιών Δήμων που απαρτίζουν τον νέο Καλλικρατικό Δήμο Μετσόβου (Πηγή: Βραζιτούλη, 2012)

Ο Δήμος καλύπτει τις νότιες απολήξεις της Βόρειας Πίνδου. Βρίσκεται ανάμεσα από τα δυο υψηλότερα όρη της Ηπείρου, το όρος Λάκμος (Περιστέρι) (2.295 m.) στα νότια του οικισμού, και το όρος Μαυροβούνι (2160 m.) στο βόρειο τμήμα του Δήμου. Ανατολικά του βρίσκονται τα βουνά του Ζυγού (1746 m.) και βορειοδυτικά η Τσούκα Ρόσα (1987 m.) .

Η περιοχή διαθέτει ένα πλούσιο υδατογραφικό δίκτυο. Ο Αωός, ο Αλιάκμονας, ο Άραχθος, ο Αχελώος και ο Πηνειός που θεωρούνται από τις σημαντικότερες υδρολογικές λεκάνες της χώρας μας συναντώνται στην περιοχή. Ένα σημαντικό στοιχείο της υδατογραφίας της περιοχής είναι ο ποταμός Μετσοβίτικος, ενώ σε μικρή απόσταση πηγάζουν ο Αωός, ο Αχελώος και παραπόταμοι του Πηνειού και του Αλιάκμονα. Είναι, επίσης, σημαντικό να αναφερθεί ότι στον Δήμο δημιουργήθηκε η τεχνητή λίμνη του Αωού ,που καλύπτει εκτάσεις στο μεγαλύτερο μέρος των κοινοτήτων Μετσόβου και Χρυσοβίτσας καθώς και της τοπικής κοινότητας Γρεβενιτίου, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Δικαιολογημένα, λοιπόν , η ευρύτερη περιοχή έχει χαρακτηριστεί ως η υδρολογική καρδιά της χώρας από την οποία ξεκινούν οι σημαντικότερες υδρολογικές διεργασίες. (Κουτσογιάννης & Μαμάσης , 1998) .

Τέλος, το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως ηπειρωτικό. Παρατεταμένοι ψυχροί έως δρυμοί χειμώνες, πλούσια σε βροχές άνοιξη και καλοκαίρια ζεστά με αρκετές βροχοπτώσεις. Σύμφωνα με τον Μπαλαμπέκο (2010) έχει ένα από τους υψηλότερους δείκτες βροχόπτωσης στην Ελλάδα.

4.2 Φυσικό περιβάλλον

Η περιοχή παρουσιάζει έντονες κλίσεις. Μεταξύ των ορεινών όγκων και των λοφώδη εξάρσεων υπάρχουν επίπεδες επιφάνειες. Η χλωρίδα της περιοχής είναι πλούσια και αποτελείται κυρίως από δασικές και θαμνώδεις εκτάσεις αλλά και βοσκότοπους. Τα κύρια δέντρα που συναντάμε στην περιοχή είναι η δρύς και το έλατο, η μαύρη πεύκη, το ρόμπολο και η οξιά. Οι γεωργικές καλλιέργειες είναι περιορισμένες και περιορίζονται κυρίως εκατέρωθεν του ποταμού Μετσοβίτικου και στο οροπέδιο Πολιτσιές όπου καλλιεργούνται πατάτες. Αμπέλια, κτηνοτροφικά φυτά, καρυδιές, μηλιές κ.α. είναι κάποιες επιπλέον καλλιέργειες που ευδοκούν στο ορεινό τοπίο της περιοχής.

Πίνακας 4.1 : Χρήσεις γης στον Καποδιστριακό Δήμο Μετσόβου (Πηγή: Βραζιτούλη, 2012)

Δ.Μετσόβου	Γεωργικές εκτάσεις	Δασικές εκτάσεις	Βοσκότοποι	Οικοδομικές εκτάσεις	Εκτάσεις με νερά
Μέτσοβο	8.260(5,85%)*	26.750 (18,97%)	5.000(3,54%)	10.890 (1,34%)	900 (0,63%)
Ανήλιο	0 (0%)	49.270 (34,94%)	2.650(1,87%)	2.500 (1,77%)	600 (0,42%)
Ανθοχώρι	700 (0,49%)	19.020 (13,49%)	1.000(0,70%)	2.250 (1,59%)	400 (0,28%)
Βοτονόσι	100 (0,07%)	8.800 (6,24%)	1500 (1,06%)	200 (0,14%)	200 (0,14%)

* ποσοστά επί του συνόλου της έντασης του δήμου

4.3 Οικονομική Δραστηριότητα

4.3.1 Πρωτογενής τομέας

Ο πρωτογενής τομέας στην περιοχή του Μετσόβου είναι άμεσα συνδεδεμένος με την κτηνοτροφία. Τα κύρια είδη που εκτρέφονται είναι αιγοπρόβατα και τα βοειδή, κυρίως στις κοινότητες του Μετσόβου και του Ανηλίου. Επίσης, με σημαντική ανοδική πορεία την τελευταία δεκαετία, συναντάται και η πτηνοτροφία, ιδίως στην περιοχή του Βοτονοσίου.

Η μελισσοκομία παρουσιάζει επίσης, μια δυναμική εμφάνιση τα τελευταία χρόνια. Σε αυτό συμβάλουν οι άριστες περιβαλλοντικές συνθήκες, τα ευνοϊκά κίνητρα και οι ενισχύσεις που δίνονται τόσο από εθνικά όσο και από κοινοτικά προγράμματα. Οι παραπάνω παράγοντες δίνουν έναυσμα για περαιτέρω ανάπτυξη της μελισσοκομίας.

Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας (πίνακας 4.2) με την ακριβή καταγραφή των ζώων κατά είδη και κατά τοπική ενότητα(ΕΛΣΤΑΤ, Απογραφή κτηνοτροφίας 2009/2010) :

Πίνακας 4.2 : Απογραφή κτηνοτροφίας 2009/2010 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

ΔΗΜΟΤΙΚΗ – ΤΟΠΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΒΟΕΙΔΗ	ΠΡΟΒΑΤΑ	ΑΙΓΕΣ	ΧΟΙΡΟΙ	ΙΠΠΟΕΙΔΗ	ΠΟΥΛΕΡΙΚΑ
Δημοτική Κοινότητα Μετσόβου	758	9460	935	0	212	15646
Τοπική Κοινότητα Ανηλίου	1468	3129	657	-	26	806
Τοπική Κοινότητα Ανθοχωρίου Μετσόβου	-	1089	832	0	6	58000
Τοπική Κοινότητα Βοτνοσίου	0	647	283	0	4	227410
Τοπική Κοινότητα Μικρού Περιστερίου	-	807	134	-	-	6206
Τοπική Κοινότητα Μεγάλης Γότιστας	0	3285	196	0	-	102198
Τοπική Κοινότητα Μεγάλου Περιστερίου	-	1424	409	-	8	343
Τοπική Κοινότητα Μικράς Γότιστας	0	3682	630	0	0	12816
Τοπική Κοινότητα Σίτσαينا	0	661	-	0	0	211
Τοπική Κοινότητα Χρυσοβίτσης	0	3101	537	0	-	25057
Τοπική Κοινότητα Μηλέας	0	147	-	0	0	80

Οι καλλιέργειες στην περιοχή δεν συναντώνται ιδιαίτερα, μόνο κυρίως σε επίπεδο για την κάλυψη ιδίων αναγκών των κατοίκων. Αυτό βέβαια δικαιολογείται από το ανάγλυφο της περιοχής και από τις κλιματολογικές συνθήκες. Μικρές καλλιεργήσιμες εκτάσεις, εκτεταμένη δασική κάλυψη και ηπειρώτικο κλίμα με μεγάλους σε διάρκεια χειμώνες, συνθέτουν ένα σκληρό όχι και τόσο ευνοϊκό για την γεωργία. Ωστόσο, στην περιοχή καλλιεργούνται και με επιτυχία ορισμένες ποικιλίες σταφυλιών. Επίσης, σημαντική είναι και η ποικιλία δενδροειδών καλλιεργειών όπως καρυδιές, μηλιές κ.α. , κτηνοτροφικά φυτά όπως χοτρολίβαδα και μηδική.

Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας (πίνακας 4.3) με την ακριβή καταγραφή της γεωργίας κατά είδη,σε εκτάσεις, και κατά τοπική ενότητα (ΕΛΣΤΑΤ, Απογραφή γεωργίας 2009/2010) :

Πίνακας 4.3 : Απογραφή γεωργίας 2009/2010 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

ΔΗΜΟΤΙΚΗ – ΤΟΠΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΛΙΒΑΔΙΑ/ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ	ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΕΙΣ
Δημοτική Κοινότητα Μετσόβου	306	290,3	1364	83,3
Τοπική Κοινότητα Αηγλίου	167,5	4,2	1336,9	25,3
Τοπική Κοινότητα Ανθοχωρίου Μετσόβου	40	0	232	31
Τοπική Κοινότητα Βοτανοσίου	-	7	155	-
Τοπική Κοινότητα Μικρού Περιστερίου	29,1	47,5	4305,4	24
Τοπική Κοινότητα Μεγάλης Γότιστας	-	-	568	24,5
Τοπική Κοινότητα Μεγάλου Περιστερίου	29	50,5	205	86,7
Τοπική Κοινότητα Μικράς Γότιστας	-	-	14863,7	34,7
Τοπική Κοινότητα Σίτσαينا	-	-	2624	28,1
Τοπική Κοινότητα Χρυσοβίτσης	-	-	11244,7	204,5
Τοπική Κοινότητα Μηλέας	-	0	63	-

Τέλος, για τον πρωτογενή τομέα παραγωγής, θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθεί η ξυλεία της περιοχής. Ο παραγόμενος όγκος ξύλου από τα δάση της περιοχής κυμαίνεται περίπου στα 4 εκατομμύρια κυβικά μέτρα για εμπορικό σκοπό και 2 για πρίση. Σήμερα, τα δάση παρέχουν χαμηλή και μέση παραγωγικότητα. (Μπαλαμπέκος, 2010).

4.3.2 Δευτερογενής τομέας

Σύμφωνα με την Ε.Σ.Υ.Ε. (2001) ο δευτερογενής τομέας παραγωγής καταλαμβάνει το 22,3 % της οικονομικής απασχόλησης της περιοχής. Οι δράσεις αυτού του τομέα επικεντρώνονται κυρίως στην μεταποίηση πρώτων υλών μέσω της αξιοποίησης της τοπικής αγροτικής παραγωγής και της δασοκομίας. Στο δήμο λειτουργούν επιχειρήσεις μικρής κλίμακας, κατά κύριο λόγο οικογενειακού χαρακτήρα.

Τόσο το Μέτσοβο όσο και οι περισσότερες τοπικές κοινότητες του Δήμου παρουσιάζουν μεγάλη παράδοση στην επεξεργασία του ξύλου. Η τοπική ξυλεία μεταποιείται σε μια σειρά προϊόντων όπως έπιπλα, βαρέλια και κυψέλες. Ιδιαίτερα αναπτυγμένη στην περιοχή είναι και η τέχνη της ξυλογλυπτικής.

Η τυροκομία και η οινοποιία είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένες. Αυτό αποδεικνύεται και με την ύπαρξη του τυροκομικού ιδρύματος Τοσίτσα και του οινοποιείου. Στο τυροκομείο, το οποίο λειτουργεί τις τελευταίες δεκαετίες, παράγονται φημισμένα, τόσο για την ιδιαιτερότητα όσο και για την ποιότητα, τυροκομικά προϊόντα. Το γάλα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή προέρχεται κατά κόρον από τις κτηνοτροφικές μονάδες της περιοχής. Όσον αφορά στην οινοποιία, τα κλίματα της περιοχής είναι από τα πρώτα που φυτεύονται στην περιοχή. Το 1989, ιδρύεται η εταιρία <<Κατώγι>>, η οποία παράγει ιδιαίτερες ποικιλίες και σε σημαντική ποσότητα.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί και η υφαντουργία. Η υφαντική είναι ένας κλάδος που έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό στο Δήμο. Αυτό το είδος χειροτεχνίας έχει αναπτυχθεί κυρίως σε οικιακό επίπεδο από τις γυναίκες της περιοχής, και αφορά κυρίως ιδιόκτητη χρήση. Ωστόσο, το συγκεκριμένο είδος είναι αναπτυγμένο με ένα ιδιαίτερο τρόπο, ίσως και μοναδικό, που το συναντάς κυρίως στην περιοχή, και που κατατάσσουν τα προϊόντα (κλίμια, βελέτζες, μπερντέδες, μαξιλάρια και στρωσίδια) στα λαμπρότερα έργα της νεοελληνικής κεντητικής (Μπαλαμπέκος, 2010).

4.3.3 Τριτογενής τομέας

Τουρισμός, μεταφορές, εμπόριο, υγεία, εκπαίδευση, δημόσια διοίκηση και τράπεζες είναι οι σημαντικότεροι κλάδοι που συγκαταλέγονται στον τριτογενή τομέα του Δήμου. Βέβαια, είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι στην περίπτωση του τριτογενή τομέα οι δραστηριότητες είναι συγκεντρωμένες στην τοπική κοινότητα του Μετσόβου, κυρίως λόγω της στέγασσης στην περιοχή των περισσότερων υπηρεσιών διοίκησης και υγείας.

Στο πέρασμα των ετών, ο τριτογενής τομέας ενισχύεται σε σημαντικό βαθμό ακολουθώντας μια πορεία αντιστρόφως ανάλογη με τον πρωτογενή τομέα. Δηλαδή

βλέπουμε τον τριτογενή τομέα να κερδίζει συνεχώς έδαφος σε βάρος του πρωτογενή τομέα, και λιγότερο του δευτερογενή. Συγκεκριμένα, ο τριτογενής τομέας καταλαμβάνει ποσοστό 54% στη διάρθρωση της οικονομίας του Δήμου (Μπαλαμπέκος, 2010)

Το σημαντικότερο κομμάτι αυτού του τομέα κατέχει ο τουρισμός. Ο τουρισμός βιώνει μεγάλη άνθηση και αποτελεί πόλο έλξης των τουριστών όχι μόνο για την ευρύτερη περιοχή και την περιφέρεια Ιωαννίνων αλλά και για όλη τη χώρα. Βασικό ρόλο σε αυτό, ιδίως τα τελευταία χρόνια έχει αποτελέσει και η ολοκλήρωση της Εγνατίας οδού.

4.4 Έργα ΑΠΕ στο Δήμο Μετσόβου

Ο Δήμος Μετσόβου είναι ένας δήμος που έχει δείξει μεγάλο ενδιαφέρον στην αξιοποίηση των ΑΠΕ, αφού η περιοχή διαθέτει πλούσιο δυναμικό ΑΠΕ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο Υδροηλεκτρικός Σταθμός πηγών Αώου, ένα ενεργειακό έργο με μεγάλη σημασία τόσο για την ηλεκτροδότηση της Ηπείρου όσο και ολόκληρης της χώρας. Παρακάτω παρατίθενται ένα συγκεντρωτικός κατάλογος, ο οποίος περιλαμβάνει τα έργα ΑΠΕ που έχουν γίνει στο Δήμο (Καλιαμπάκος, 2015):

- Μικρό υδροηλεκτρικό στη Δ.Ε. Εγνατίας της Λάκμος Ενεργειακής ΑΕ, περιοχή Γκούρα Μικρό Περιστέρι : ισχύς 2,16 MW, εν λειτουργία
- Μικρό υδροηλεκτρικό στη Δ.Ε. Μετσόβου της Υδροενεργειακή ΑΕ, στον Άνω Μετσοβίτικο : ισχύς 3 MW, έχει λάβει άδεια παραγωγής
- Μικρό υδροηλεκτρικό στη Δ.Ε. Μετσόβου της Πίνδος Ενεργειακής ΑΕ, στον Άνω Μετσοβίτικου: ισχύς 2,08 MW , έχει λάβει άδεια παραγωγής
- Μικρό υδροηλεκτρικό στη Δ.Ε. Μετσόβου της Λάκμος Ενεργειακής ΑΕ, πλησίον Ανήλιου : ισχύς 0,8 MW, έχει λάβει άδεια εγκατάστασης
- Αιολικό πάρκο μέρος του οποίου βρίσκεται στη Δ.Ε. Μετσόβου της Αιολική Θεσπρωτία Ε.Ε. στα ορεινά λιβάδια πάνω από το Ανήλιο: ισχύς 144 MW , έχει λάβει άδεια παραγωγής. (Το συγκεκριμένο έργο έχει προκαλέσει αντιδράσεις στην τοπική κοινωνία λόγω του μεγάλου του μεγέθους και της χωροθέτησης του σε μια περιοχή ιδιαίτερου κάλλους)
- Αιολικό πάρκο στη Δ.Ε. Μέτσοβο της Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Μετσόβου ΜΕΠΕ, στη θέση Βάρικο: ισχύς 2,2 MW, έχει λάβει άδεια εγκατάστασης
- Αιολικό πάρκο στις Δ.Ε. Μετσόβου και Μηλιάς της Αιολική Ανάπτυξη Ηπείρου Α.Ε., Ενεργειακή Ηπείρου κ ΣΙΑ Ε.Ε. , στη θέση Θανασάκη- Σταυρωτό : ισχύς 4,8 MW, έχει λάβει άδεια εγκατάστασης
- Αιολικό πάρκο στη Δ.Ε. Μηλιάς της Αίολος Αναπτυξιακή Α.Ε. και ΣΙΑ Ιωάννινα Ε.Ε., πλησίον οικισμού Μηλιάς : ισχύς 4 MW , έχει λάβει άδεια παραγωγής

- Αιολικό πάρκο στη Δ.Ε. Μετσόβου της ΠΑΤΡΙΟΤ ΑΒΕΕ, στη θέση Πάτωμα: ισχύς 2 MW , έχει λάβει άδεια παραγωγής



Εικόνα 4.3: Υδροηλεκτρικό Έργο πηγών Αωού (Πηγή: <http://www.teamenergy.gr>)

4.5 Ηλιακό δυναμικό Δήμου Μετσόβου

Από τα στοιχεία του PVGIS προκύπτει ότι :

- Η μέση ημερήσια προσπίπτουσα ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο είναι 4.090 Wh/ m²
- Η μέση ημερήσια προσπίπτουσα ακτινοβολία σε επίπεδο υπό βέλτιστη κλίση είναι 4.560 Wh/ m²

Αρχικά υπολογίζουμε την έκταση των κατάλληλων εκτάσεων για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών με σκοπό στην συνέχεια να εκτιμήσουμε τη δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι περιοχές οι οποίες είναι δάση, οικισμοί , γεωργικές εκτάσεις δεν επιλέγονται για να τοποθετηθούν φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις κυρίως λόγω περιορισμένης έκτασης και λόγω χρήσης από τους

κατοίκους της περιοχής. Οι υδάτινες επιφάνειες επίσης θεωρούνται ακατάλληλες. Από τα βοσκοτόπια μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μόνο το 1% και αυτό για δυο κυρίως λόγους. Πρώτον, γιατί στην περιοχή υπάρχει σημαντικό ζωικό κεφάλαιο και τα βοσκοτόπια χρησιμοποιούνται από τους κτηνοτρόφους για τη βόσκησή τους. Δεύτερον, γιατί αν και τα βοσκοτόπια είναι χωροθετημένα σε εκτάσεις με ήπιες κλίσεις (κάτι που έρχεται σε αντίθεση με το ανάγλυφο της περιοχής) αλλά με μεγάλο υψόμετρο, συνήθως 1.500 – 1.700, που παρατηρούνται έντονες χιονοπτώσεις. Η τελική συνολική διαθέσιμη έκταση για τα φωτοβολταϊκά είναι 102 στρέμματα.

Με βάση τα στοιχεία του ΚΑΠΕ και Eurotec (2011) για φωτοβολταϊκή ισχύς μεγέθους 1 kW απαιτούνται 15 m². Άρα, για τις διαθέσιμες εκτάσεις που αναφέραμε παραπάνω μπορούμε να εγκαταστήσουμε φωτοβολταϊκά πλαίσια 6.800 kW . Μια επιπλέον επιλογή για φωτοβολταϊκή εγκατάσταση είναι οι στέγες των σπιτιών. Αυτό, βέβαια, υπό την προϋπόθεση να αναθεωρηθούν οι υφιστάμενοι περιορισμοί δόμησης και να καλυφθεί η μισή έκταση από τις κατάλληλες για χρησιμοποίηση στέγες. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι ανά 8 m² μπορεί να εγκαθίσταται φωτοβολταϊκή ισχύς 1 kW , και ότι το 25% από τις στέγες θεωρούνται κατάλληλες για μια τέτοια εγκατάσταση, η συνολική ισχύς φωτοβολταϊκών πλαισίων στις στέγες είναι ίση με 1.383 kW .

Κεφάλαιο 5 : Αυτόνομα Φωτοβολταϊκά Συστήματα

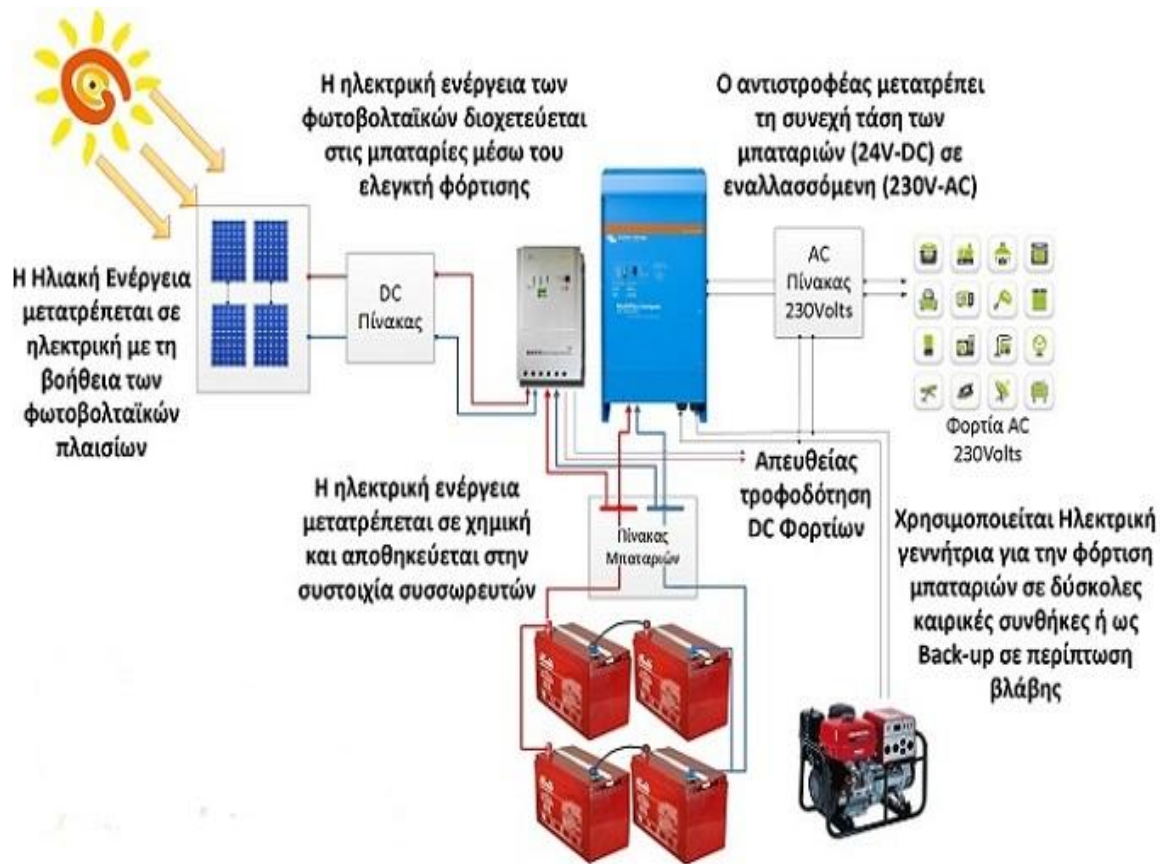
5.1 Γενικά

Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ρεύματος) ονομάζονται εκείνα τα συστήματα ηλεκτροδότησης που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από τον ήλιο (φωτοβολταϊκά) ή τον άνεμο (ανεμογεννήτρια) και την αποθηκεύουν σε συσσωρευτές (μπαταρίες), χωρίς να είναι απαραίτητη η σύνδεση τους με το δημόσιο δίκτυο ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) παρέχοντας ενεργειακή αυτονομία με τη βοήθεια φωτοβολταϊκών. Τα συστήματα αυτόνομης ηλεκτροδότησης μπορούν να είναι και υβριδικά στην περίπτωση που συνεργάζονται και με άλλες πηγές ενέργειας όπως ένα μικρό υδροηλεκτρικό, μια ανεμογεννήτρια ή ακόμη και ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος.

Τα συστήματα αυτόνομης ηλεκτροδότησης διακρίνονται σε δυο συστήματα. Στα συστήματα με αποθήκευση (πραγματική αυτονομία) ή στα συστήματα χωρίς αποθήκευση (συνήθως διατηρείται η σύνδεση με ΔΕΗ). Αν ένα σύστημα είναι αυτόνομο ή καθορίζεται από το μέγεθος της φωτοβολταϊκής συστοιχίας και τη χωρητικότητα της μπαταρίας.

Τα αυτόνομα συστήματα παρέχουν αυτόνομη ηλεκτροδότηση με φωτοβολταϊκά, έχοντας γίνει μια επιλογή όχι μόνο οικονομική αλλά και αξιόπιστη καθώς έχουν εξελιχθεί πολύ σε σχέση με τα αυτόνομα συστήματα της προηγούμενης δεκαετίας. Η ηλεκτρικής ενέργειας παρέχεται αδιάλειπτα και μπορεί να τροφοδοτήσει οποιοδήποτε φορτίο αρκεί να έχει γίνει η σωστή μελέτη από εξειδικευμένο μηχανικό για αυτόνομα φωτοβολταϊκά.

Ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να εξάγει συνεχή τάση (μικρά αυτόνομα σε σκάφη ή τροχόσπιτα που τροφοδοτούν DC μικρές συσκευές όπως ψυγεία και LED) ή εναλλασσόμενη τάση (απαιτείται μετατροπέας από DC σε AC που ονομάζεται αντριστροφέας).



Εικόνα 5.1 : Τρόπος λειτουργίας αυτόνομου Φ/Β συστήματος (Πηγή: <https://www.mp-energy.gr>)

Στα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με αποθήκευση η ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιείται για την άμεση τροφοδοσία των καταναλώσεων και η πλεονάζουσα αποθηκεύεται σε μπαταρίες με σκοπό να καταναλωθεί κατά τη διάρκεια της νύχτας ή περιόδου με σύννεφα. Οι μέρες που μπορεί να στηρίξει ένα αυτόνομο σύστημα την κατανάλωση συνήθως ονομάζεται αυτονομία ρεύματος. Η αυτονομία εξαρτάται από την χωρητικότητα των συσσωρευτών (εκφράζεται σε Ah και πολλαπλασιαζόμενη με την τάση μας δίνει το μέγεθος της αποθηκευμένης ενέργειας σε Wh).



Εικόνα 5.2 : Φωτοβολταϊκή συστοιχία (Πηγή: <https://www.mp-energy.gr>)

5.2 Πώς λειτουργεί ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα;

Τα συστήματα αυτόνομης ρευματοδότησης λειτουργούν ως εξής: τα φ/β πλαίσια λαμβάνουν ενέργεια από τον ήλιο και μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρικό ρεύμα. Κατά τη διάρκεια της ημέρας που έχει ηλιοφάνεια, ενώ ο ρυθμιστής φόρτισης φορτίζει τους συσσωρευτές με τη βοήθεια του φωτοβολταϊκού ρεύματος. Οι συσσωρευτές δίνουν την απαιτούμενη ενέργεια στο χρήστη μέσω του αντιστροφέα ο οποίος μετατρέπει την τάση των συσσωρευτών (συνεχής τάση-DC) σε χρήσιμη εναλλασσόμενη τάση (AC) για τον ιδιοκτήτη-χρήστη. Όταν δεν υπάρχει ηλιοφάνεια ο χρήστης παίρνει ενέργεια μόνο τους συσσωρευτές μέχρι ενός ορίου εκφόρτισης (πχ 30%) ώστε να διαφυλαχθεί και η μακροζωία των μπαταριών.

5.3 Μπαταρίες/συσσωρευτές για αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα και αντιστροφέας

Ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό με αποθήκευση αποτελείται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και τους συσσωρευτές, έναν ελεγκτή φόρτισης, που ελέγχει τους κύκλους φόρτισης και εκφόρτισης των μπαταριών, ανάλογα με τη ζήτηση των καταναλώσεων και τις συνθήκες ηλιοφάνειας, και έναν αντιστροφέα μετατροπής της τάσης από συνεχή σε εναλλασσόμενη.

Το πιο φθαρτό σημείο ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος είναι η συστοιχία συσσωρευτών. Ο χρόνος ζωής τους εξαρτάται από τον τύπο και την ποιότητα των μπαταριών. Ο χρόνος ζωής των μπαταριών καθορίζεται από τον αριθμό των κύκλων φόρτισης-εκφόρτισης σε συγκεκριμένο ποσοστό εκφόρτισης (όσο βαθύτερα εκφορτίζεται μία μπαταρία τόσο λιγότερο χρόνο ζωής έχει).



Εικόνα 5.3 : Τύπος συσσωρευτών που χρησιμοποιούνται σε αυτόνομο Φ/Β σύστημα (Πηγή: <https://www.mp-energy.gr>)

Οι συσσωρευτές αποθηκεύουν την ενέργεια, όταν αυτή περισσεύει, και την αποδίδουν ακόμη και όταν δεν υπάρχει ήλιος ή άνεμος. Υπάρχουν δυο κατηγορίες, ανοικτού και κλειστού τύπου. Χαρακτηριστικά μεγέθη της μπαταρίας είναι η τάση, η χωρητικότητα και οι κύκλοι φόρτισης - εκφόρτισης σε συγκεκριμένο βάθος εκφόρτισης. Η τάση της συστοιχίας συσσωρευτών επιλέγεται ανάλογα με την ισχύ του φωτοβολταϊκού (24V για συστήματα κάτω από 2kWp και 48V για μεγαλύτερα συστήματα).

Ο αντιστροφέας ή μετατροπέας τάσης είναι η μονάδα που μετατρέπει την συνεχή τάση της μπαταρίας σε εναλλασσόμενη με τη βοήθεια συνήθως ενός μετασχηματιστή. Τροποποιημένου και καθαρού ημιτόνου είναι τα δυο είδη αντιστροφέα, με τους πρώτους να έχουν εγκαταλειφθεί πλέον, λόγω της αναξιόπιστης λειτουργίας τους και της φθοράς που προκαλούν στα τροφοδοτούμενα φορτία. Χαρακτηριστικό μέγεθος του αντιστροφέα πέρα από την τάση εισόδου από τις μπαταρίες είναι η ονομαστική του ισχύς, η οποία καθορίζει την ισχύ των φορτίων που μπορεί να τροφοδοτήσει ταυτόχρονα. Συνήθως επιλέγεται αντιστροφέας-φορτιστής (inverter/charger), ώστε να υπάρχει δυνατότητα φόρτισης των μπαταριών με τη βοήθεια γεννήτριας.

5.4 Πώς υπολογίζεται ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα

Ένα από τα πιο σημαντικά κομμάτια πριν την κατασκευή του αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής είναι η σωστή μελέτη, η οποία αφορά κυρίως τα φορτία που θα ηλεκτροδοτηθούν, τις ημέρες αυτονομίας και τον ετεροχρονισμό τους (δηλαδή ποιές συσκευές θα μπορούν να λειτουργούν ταυτόχρονα και για πόσο χρόνο).

Η ισχύς των φορτίων που θα ηλεκτροδοτούνται ταυτόχρονα από ένα αυτόνομο σύστημα επηρεάζει ουσιαστικά την ισχύ των πλαισίων (απαιτούμενη ενέργεια) και τον αντιστροφή (ικανότητα ταυτόχρονης ισχύος) που θα πρέπει να εγκατασταθούν και σε συνδυασμό με τις ανάγκες χρόνου αυτονομίας καθορίζει τον αριθμό και το μέγεθος των συσσωρευτών (τάση-χωρητικότητα) και τον τρόπο σύνδεσής τους.

Η διαστασιολόγηση γίνεται αντίστροφα από τον κλασικό τρόπο για τα διασυνδεδεμένα συστήματα. Πρώτα υπολογίζουμε τις ενεργειακές ανάγκες που απαιτείται να καλυφθούν και στην συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός του συστήματος.

Για επαρκή υπολογισμό κατάλληλου αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος είναι απαραίτητο ο μελετητής να γνωρίζει:

- Τις καταναλώσεις σε WATT της κάθε συσκευής που χρησιμοποιείται (ψυγείο, τηλεόραση, φωτισμός κ.α.)
- Τις ώρες λειτουργίας τους σε ένα 24ωρο (πχ. 4 ώρες TV, 5 ώρες φωτισμός κλπ)
- Τις μέρες λειτουργίας (πχ. μόνο Σαββατοκύριακο ή μόνο 5 μέρες της εβδομάδα, κλπ)
- Την εποχή που τα χρησιμοποιείτε (μόνο το καλοκαίρι ή μόνο το χειμώνα ή όλο το χρόνο)
- Την ακριβή περιοχή τοποθέτησης για να υπολογισθεί το ενεργειακό φορτίο της περιοχής

Κεφάλαιο 6: Οικονομοτεχνική μελέτη

6.1 Έννοια οικονομοτεχνικής μελέτης

Η απόφαση για την υλοποίηση μιας επένδυσης, συνεπάγεται την ανάληψη εκ μέρους των επενδυτών μικρού ή μεγάλου κινδύνου (ρίσκου), ανάλογα με το ύψος της επένδυσης. Για να μειωθεί ο επιχειρηματικός κίνδυνος που αναλαμβάνει ο επενδυτής, χωρίς βέβαια να καταργείται εντελώς, πρέπει η επενδυτική απόφαση να στηριχτεί και να τεκμηριωθεί σε μια μελέτη, μέσω της οποίας θα υπολογιστούν και θα εκτιμηθούν όλα τα δεδομένα, οι τάσεις του κλάδου και της αγοράς, το κόστος της επένδυσης, οι πηγές χρηματοδότησής της, τα αναμενόμενα οικονομικά αποτελέσματα και οι προοπτικές βιωσιμότητας και αποδοτικότητάς της.

6.2 Σκοπός της οικονομοτεχνικής μελέτης

Μέσω της οικονομοτεχνικής μελέτης, εξατομικεύονται επενδυτικές ευκαιρίες, που έχουν αρχικά εντοπιστεί και για τις οποίες τεκμηριώνεται ότι μπορεί δυνητικά κάποιος (επενδυτικός) φορέας (π.χ. μία επιχείρηση, το κράτος) να διαθέσει ένα χρηματικό κεφάλαιο προκειμένου να υλοποιήσει μία επένδυση στο πλαίσιο ενός σχεδίου ή έργου (project), γνωστού ως επενδυτικού σχεδίου ή έργου, που περιλαμβάνει την πρόταση (δυνατότητα) επένδυσης.

6.3 Δομή της οικονομοτεχνικής μελέτης

Η οικονομοτεχνική μελέτη αποτελείται από δύο κομμάτια το τεχνικό και το οικονομικό. Στον παρόν κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με την οικονομική μελέτη.

Η οικονομική μελέτη εξετάζει τη σκοπιμότητα της επένδυσης, τόσο από εμπορικής πλευράς, διερευνώντας δηλαδή την προοπτική των παραγόμενων προϊόντων ή των παρεχόμενων υπηρεσιών, όσο και της οικονομικής, εκτιμώντας τα μελλοντικά οικονομικά μεγέθη. Σκοπός της είναι η υποβοήθηση των φορέων της επιχείρησης στη λήψη της τελικής απόφασης για την υλοποίηση της επένδυσης.

Επίσης, η οικονομοτεχνική μελέτη εξετάζει τους παράγοντες που προσδιορίζουν τη βιωσιμότητα της επιχείρησης, δίνοντας μια ξεκάθαρη εικόνα για τις προϋποθέσεις και τη δυνατότητα της επιχείρησης να ανταποκριθεί στις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις που θα δημιουργηθούν με την επένδυση (Μελέτη Βιωσιμότητας).

Το οικονομικό μέρος της μελέτης περιλαμβάνει τα εξής:

- Μέγεθος αγοράς, τις τάσεις και τις προοπτικές, την ζήτηση δηλαδή και την προσφορά των υπηρεσιών που θα παρέχονται.

- Ανάλυση του κόστους επένδυσης στο οποίο περιλαμβάνονται όλες οι δαπάνες που απαιτούνται για την επένδυση, οι οποίες αναλύονται με βάση τις προσφορές (προτιμολόγια) των προμηθευτών, και χρηματοδοτικό σχήμα στο οποίο προσδιορίζονται οι πηγές της χρηματοδότησης δηλαδή αναλύεται η άντληση των κεφαλαίων από τους επενδυτές, με βάση την ανάλυση του κόστους και μπορεί να περιλαμβάνει ίδια κεφάλαια, τραπεζικό δανεισμό, ή ακόμη και δημόσια επιχορήγηση.
- Προβλεπόμενοι ισολογισμοί με τα αποτελέσματα χρήσης και αναμενόμενες ταμειακές ροές. Ο ισολογισμός απεικονίζει την οικονομική κατάσταση της επιχείρησης σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, όπου γίνεται η απογραφή και αποτίμηση της επαγγελματική περιουσίας.
- Ανάλυση ευαισθησίας αποτελεσμάτων (sensitivity analysis), νεκρό σημείο λειτουργίας (break-even point). Νεκρό σημείο: είναι το ποσό εκείνο των πωλήσεων (κύκλου εργασιών), με το οποίο μια επιχείρηση καλύπτει ακριβώς τόσο τα σταθερά όσο και τα μεταβλητά της έξοδα, χωρίς να πραγματοποιεί ούτε κέρδος ούτε ζημιά. Η βασική αρχή, πάνω στην οποία στηρίζεται η ανάλυση του «νεκρού σημείου» (break even point), είναι η συμπεριφορά του κόστους. Αυτό συμβαίνει γιατί ένα μέρος του κόστους είναι μεταβλητό και ανάλογο των πωλήσεων, ενώ ένα άλλο είναι σταθερό, τουλάχιστον για ένα μεγάλο εύρος πωλήσεων».
- Αξιολόγηση της επένδυσης, Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) - Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (IRR).

6.4 Κριτήρια αξιολόγησης

Τα κριτήρια αξιολόγησης είναι αυτά που συμβάλουν στην οικονομική αξιολόγηση με κύρια να είναι αυτά της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ ή NPV), του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (EBA ή IRR). Παρακάτω ακολουθεί η λεπτομερής ανάλυσή τους.

6.4.1 Καθαρή παρούσα αξία

Η Καθαρή Παρούσα Αξία εκφράζει τη σημερινή αξία των χρημάτων που θα έχει επωφεληθεί ο επενδυτής στο τέλος της επένδυσης. Η τεχνική της Καθαρής Παρούσας Αξίας μετατρέπει όλα τα κόστη (εκροές) και τα οφέλη (εισροές) της επένδυσης σε σημερινές αξίες, δηλαδή εκφράζει το καθαρό όφελος ή κόστος στη χρονική στιγμή που λαμβάνεται η απόφαση. Συγκεκριμένα, είναι η διαφορά της παρούσας αξίας των ετήσιων εισοδημάτων μείον την παρούσα αξία των ετήσιων εξόδων, αφού συμπεριλάβουμε και τις επενδύσεις (Καλιαμπάκος & Δαμίγος, 2008). Για τον υπολογισμό της, βοηθάει να γίνει αρχικά ένας πίνακας ταμειακών ροών, και στην συνέχεια να γίνει η αφαίρεση του κόστους επενδύσεων από τις χρηματικές ροές (καθαρές ταμειακές ροές μετά φόρων).

Ο ακριβής τύπος είναι :

$$ΚΠΑ = [\sum_{i=1}^n \frac{ΚΤΡ_i}{(1+r)^i}] - Κ_0$$

- ΚΠΑ: Καθαρή παρούσα Αξία του σχεδίου
- ΚΤΡ_i : Καθαρή Ταμειακή Ροή του έτους i
- Κ₀ : Αρχική επένδυση του χρόνου i= 0
- n : Διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου
- r : Προεξοφλητικό επιτόκιο

Εάν η καθαρή παρούσα αξία είναι θετική τότε η συγκεκριμένη επένδυση πρέπει να γίνεται αποδεκτή (δηλαδή NPV > 0) γιατί η επένδυση θεωρείται βιώσιμη. Ωστόσο, εάν η καθαρή παρούσα αξία είναι αρνητική, τότε η συγκεκριμένη επένδυση πρέπει να απορριφθεί επειδή οι ροές των χρημάτων είναι αρνητικές (δηλαδή NPV < 0). Εάν η καθαρή παρούσα αξία είναι μηδέν, τότε η συγκεκριμένη επένδυση χαρακτηρίζεται αδιάφορη και πρέπει πιθανώς να απορριφθεί δεδομένου ότι τα έσοδα της επιχείρησης θα είναι ίσα με τα έξοδα της επιχείρησης (δηλαδή NPV = 0).

6.4.2 Εσωτερικός Βαθμός απόδοσης

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ) δείχνει την απόδοση ενός επενδυτικού προγράμματος. Ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης στηρίζεται στην ίδια λογική με το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (στην προεξόφληση των καθαρών χρηματοροών στο παρόν). Εκφράζει το επιτόκιο προεξόφλησης στο οποίο η Καθαρή Παρούσα Αξία μηδενίζεται.⁵ Εναλλακτικά ο ΕΒΑ ορίζεται ως εκείνο το επιτόκιο το οποίο έχει την ιδιότητα να εξισώνει την παρούσα αξία των καθαρών ταμειακών ροών της επένδυσης με το αρχικό κεφάλαιο.

Υπολογίζεται με το τύπο :

$$ΕΒΑ = [\sum_{i=1}^n \frac{ΚΤΡ_i}{(1+ΕΒΑ)^i}] - Κ_0$$

- ΚΤΡ_i : Καθαρή παρούσα αξία του έτους i
- Κ₀: Αρχική επένδυση το χρόνο t= 0

⁵ Η διαφορά μεταξύ επιτοκίου που δίνεται από τον ΕΒΑ και του επιτοκίου προεξόφλησης έγκειται στο γεγονός ότι το πρώτο προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμειακών ροών (για αυτό καλείται και εσωτερική απόδοση) ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται εξωγενώς από τον μελετητή ή από τον επενδυτή.

- v : Διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου
- EBA : Επιτόκιο προεξόφλησης που καθιστά ΚΠΑ= 0

Με βάση το δείκτη EBA η επένδυση αξιολογείται θετικά αν ο δείκτης προκύπτει μεγαλύτερος από το κόστος του κεφαλαίου(i). Όταν ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης και το επιτόκιο είναι ίσα τότε η επένδυση θεωρείται αδιάφορη (αδιάφορος επενδυτής). Και τέλος, όταν ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι μικρότερος από το προεξοφλητικό επιτόκιο (i), η επένδυση θα πρέπει να απορριφθεί.

6.4.3 Χρόνος Ανάκτησης Κεφαλαίου(Payback Period)

Το κριτήριο του χρόνου ανάκτησης του κεφαλαίου (Payback period) ανήκει στα καλούμενα ατελή κριτήρια. Ορίζεται ως το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να καλυφθεί η δαπάνη της αρχικής επένδυσης από τις ετήσιες ταμειακές ροές μετά φόρων.

Το συγκεκριμένο κριτήριο επικρίνεται ως προς δύο σημεία:

- (α) δεν λαμβάνει υπόψη τη διαχρονική αξία του χρήματος και
- (β) δεν λαμβάνει υπόψη τις ταμειακές ροές που πραγματοποιούνται μετά την περίοδο επανείσπραξης του κεφαλαίου επένδυσης.

Το κριτήριο εφαρμόστηκε και εφαρμόζεται ευρέως, καθώς κατά μία έννοια εκφράζει το χρονικό διάστημα κατά το οποίο το επενδυμένο κεφάλαιο βρίσκεται «υπό κίνδυνο». Όσο μικρότερη είναι η περίοδος ανάκτησης του κεφαλαίου τόσο ασφαλέστερη θεωρείται η επένδυση. Γενικά, σχέδια με περίοδο ανάκτησης κεφαλαίου μεγαλύτερη από 7-8 χρόνια θεωρούνται από τους επενδυτές ριψοκίνδυνα ή χαμηλής απόδοσης

Πίνακας 6.1: Συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων ΚΠΑ και ΕΒΑ⁶

ΚΠΑ	ΕΒΑ
Μετράει το απόθεμα του πλούτου, που είναι συμβατό με την οικονομική θεωρία, π.χ. μεγιστοποίηση της χρησιμότητας. Όμως, δεν προσδιορίζει κατά πόσο χρησιμοποιείται αποτελεσματικά το κεφαλαίο.	Μετράει το βαθμό συσσώρευσης πλούτου ή το ρυθμό μεταβολής του πλούτου. Αναδεικνύει την αποτελεσματικότητα της χρήσης του κεφαλαίου, αλλά όχι το συνολικό αποτέλεσμα του σχεδίου.
Το μέγεθος της ΚΠΑ είναι εξαρτώμενο από το επιτόκιο προεξόφλησης και από το μέγεθος της αρχικής επένδυσης. Η ΚΠΑ αυξάνει για σχέδια μεγαλύτερου μεγέθους.	Ο ΕΒΑ είναι ανεξάρτητη του μεγέθους της αρχικής επένδυσης. Για να μεγαλώσει ο ΕΒΑ πρέπει η επένδυση να αποφέρει μεγαλύτερα κέρδη.
Απαιτεί πρόβλεψη τιμών για τα έξοδα και τις πωλήσεις	Απαιτεί πρόβλεψη τιμών για τα έξοδα και τις πωλήσεις.
Απαιτεί την επιλογή ενός εξωτερικού επιτοκίου προεξόφλησης και δεδομένου ότι η επιλογή είναι δύσκολη χαρακτηρίζεται ως αδυναμία της μεθόδου.	Αναφέρεται ότι ο ΕΒΑ δεν απαιτεί παρά μόνο γνώση του ελάχιστου αποδεκτού βαθμού απόδοσης για σύγκριση.
Θεωρεί ότι τα ετήσια μερίσματα επανεπενδύονται με το κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης.	Θεωρεί ότι τα ετήσια μερίσματα επανεπενδύονται με το επιτόκιο ίσο με τον ΕΒΑ
Αναφέρεται συχνά ότι η ΚΠΑ έχει μόνο μια τιμή σε αντίθεση με τον ΕΒΑ που εμφανίζει το πρόβλημα των πολλαπλών ριζών.	Πολλαπλές ρίζες μπορεί να υπάρχουν και αυτό δυσχεραίνει την ανάλυση. Αναφέρεται μόνο ως αδυναμία του ΕΒΑ
Η ΚΠΑ κατατάσσει ορθά αμοιβαίως αποκλειόμενα σχέδια υπό συνθήκες περιορισμένου κεφαλαίου	Ο ΕΒΑ κατατάσσει ορθά αμοιβαίως αποκλειόμενα σχέδια υπό συνθήκες περιορισμένου κεφαλαίου.

⁶ Καλιαμπάκος Δ. και Δαμίγος Δ. (2008). Οικονομικά του περιβάλλοντος και των υδατικών Πόρων: Βασικές αρχές, Μέθοδοι αποτίμησης, Εφαρμογές. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Δ.Π.Μ.Σ. «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2008. (σελ. 11)

Κεφάλαιο 7: Μεθοδολογία Μελέτης

7.1 Γενικά

Η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε στη μελέτη για τη δημιουργία ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των απαραίτητων αναγκών μιας κτηνοτροφικής μονάδας. Έτσι λοιπόν, μετά από εκτεταμένη έρευνα και αφού διερευνήθηκαν οι ενεργειακές ανάγκες της μονάδας, έγινε η διαστασιολόγηση του συστήματος των φωτοβολταϊκών και υπολογίστηκε το κόστος εγκατάστασης του. Επόμενο βήμα ήταν να χωριστεί η έρευνα σε τρία σενάρια , στα οποία οι κύριες παραδοχές ήταν δυο: Η πρώτη ότι η κτηνοτροφική μονάδα είναι κοντά σε ηλεκτρικό δίκτυο και η δεύτερη ότι η μονάδα είναι απομακρυσμένη από το δίκτυο (τουλάχιστον 1 χιλιόμετρο). Με αυτά τα δεδομένα, για το κάθε σενάριο εφαρμόστηκε μια διαδικασία οικονομικής αξιολόγησης με τη βοήθεια της οποίας υπολογίστηκε η Καθαρή Παρούσα Αξία. Μέσα από την παράθεση υπολογισμών, η έρευνα θα οδηγήσει στα απαραίτητα συμπεράσματα για το αν είναι η επένδυση είναι βιώσιμη (άρα και συμφέρουσα να γίνει) ή όχι .

7.2 Εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών

Συλλέγοντας στοιχεία μέσα από συζητήσεις με παραγωγούς/κτηνοτρόφους, από την τοπική αγορά και από στοιχεία που υπάρχουν στο διαδίκτυο, δημιουργήθηκε μια ολοκληρωμένη εικόνα για τις βασικές ανάγκες μιας μικρής κτηνοτροφικής μονάδας. Οι ανάγκες αυτές βέβαια, και συγκεκριμένα οι ενεργειακές, εξαρτώνται και από τις ανάγκες του κάθε κτηνοτρόφου/ βοσκού ωστόσο στον παρακάτω πίνακα προσδιορίζεται ένας μέσος όρος αυτών των αναγκών.

Σύμφωνα με την μελέτη, οι ανάγκες μιας κτηνοτροφικής μονάδας καλύπτονται από εξωτερικό φωτισμό τόσο εσωτερικό όσο και εξωτερικό, γιατί δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι οι μονάδες αυτές βρίσκονται αρκετά απομακρυσμένα από τους οικισμούς και πολλές φορές χρησιμοποιούνται από τους κτηνοτρόφους και τις νυχτερινές ώρες. Οι ηλεκτρικές συσκευές που χρειάζονται είναι ένα ψυγείο, όπου εκτός από κάποια τρόφιμα, προφανώς χρησιμεύει και για την συντήρηση γάλακτος και πιθανόν κρέατος.

Επιπλέον, σε μια τέτοια μονάδα απαραίτητο εξάρτημα είναι μια Παγολεκάνη⁷, που χρησιμοποιείται από τους παραγωγούς για την αποθήκευση του γάλακτος (συντήρηση στους +4°C) αμέσως μετά την άρμεξή του. Οι τρεις κυριότεροι λόγοι για τους οποίους ένας παραγωγός θα προβεί στην αγορά μιας παγολεκάνης είναι είτε η αύξηση της παραγωγής, είτε στα ευρύτερα πλαίσια ενός εκσυγχρονισμού του εξοπλισμού του, είτε η άμεση αντικατάσταση υφιστάμενης παγολεκάνης λόγω βλάβης.



Εικόνα 7.1 : Παγολεκάνη γάλακτος (Πηγή : <http://agro-molservis.all.biz/el/pagholeknes-ghlaktos>)

Τέλος, ίσως δευτερεύουσας σημασίας, αλλά εξίσου σημαντικές ανάγκες αν συλλογιστούμε ότι βρισκόμαστε σε μία σύγχρονη εποχή, είναι η ύπαρξη τηλεόρασης και θερμοσίφωνα. Η τηλεόραση βοηθάει στο να κρατάει τον κτηνοτρόφο ενημερωμένο και να μην νιώθει αποκομμένος από την υπόλοιπη κοινωνία και όσα συμβαίνουν σε αυτή και ο θερμοσίφοντας για την παροχή ζεστού νερού για τις εργασίες της μονάδας και για τον ίδιο σε περίπτωση που χρειαστεί να μείνει κάποιες μέρες στη μονάδα.

Αρχικά ο ιδιοκτήτης σε συνεργασία με μηχανικό πρέπει να συμπληρώσουν ένα πίνακα με τα ηλεκτρικά φορτία και τις επιθυμητές από τον χρήστη ώρες λειτουργίας. Για κάθε φορτίο θα πρέπει να είναι γνωστή η ισχύς του και η ωριαία κατανάλωση ρεύματος. Στη συνέχεια συμπληρώνονται οι εκτιμώμενες ημερήσιες ώρες λειτουργίας για καλοκαίρι και για χειμώνα. Ο διαχωρισμός αυτός είναι

⁷ Παγολεκάνες με κινητήρες μεγαλύτερης ισχύος παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα ανάδευσης του προϊόντος και υψηλότερα επίπεδα ανθεκτικότητας, με αποτέλεσμα την επιμήκυνση του χρόνου ζωής τους.

απαραίτητος καθώς οι ώρες ηλιοφάνειας στην Ελλάδα το χειμώνα είναι τουλάχιστον μισές από το καλοκαίρι με αποτέλεσμα οι ικανότητες του φωτοβολταϊκού να περιορίζονται. Ακολουθεί ο πίνακας (πίνακας 7.1) όπου καταγράφονται οι συσκευές, η ισχύς τους, οι εκτιμώμενες ώρες λειτουργίας τους και η υπολογιζόμενη κατανάλωσή τους.

Πίνακας 7.1 : Υπολογισμός της ενέργειας των συσκευών της κτηνοτροφικής μονάδας

Είδος Φορτίου	Ισχύς (W)	Χρόνος λειτουργίας(h)	Ενέργεια (kWh)
Ψυγείο	200	3	0,6
Φωτισμός	100	12	1,2
Παγολεκάνες	1100	3	3,3
Τηλεόραση	150	2	0,3
Θερμοσίφωνα	3500	0,5	1,75
ΣΥΝΟΛΑ	5050		7,15

- Συντελεστής ετεροχρονισμού : 0,7
- Ισχύς προς κάλυψη : 3535

7.3 Υπολογισμός χρήσιμων μεταβλητών

7.3.1 Δυναμικό ηλιακής Ακτινοβολίας

Μελετώντας τα κλιματικά δεδομένα που αναλύονται στην τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010) έγινε η εκτίμηση του ηλιακού δυναμικού της περιοχής μελέτης μας. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια για να έχουν τη βέλτιστη απόδοση πρέπει να είναι τοποθετημένα σε κατάλληλη κλίση που είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος(Φ) της εκάστοτε περιοχής. Σε εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων και για την αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, τα πλαίσια μπορούν να τοποθετηθούν σε κινούμενες βάσεις μεταβλητής κλίσης, όπου μέσω ειδικού αυτοματισμού κάθε χρονική στιγμή επιτυγχάνεται η βέλτιστη κλίση. Το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής μελέτης μας είναι περίπου 40° ($\Phi=40^\circ$) οπότε και η βέλτιστη κλίση είναι 40° ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Επειδή για την περιοχή μελέτης, το Μέτσοβο, δεν έχουμε ακριβή στοιχεία, θα χρησιμοποιήσουμε τα στοιχεία από την περιοχή των Ιωαννίνων που είναι σε κοντινή απόσταση και έχουν ίδιο γεωγραφικό πλάτος.

Στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 7.2) , καταγράφονται η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο και η μηνιαία ηλιακή ενέργεια υπό βέλτιστη γωνία:

Πίνακας 7.2: Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία/ Ηλιακή ακτινοβολία υπό βέλτιστη γωνία για την περιοχή των Ιωαννίνων (Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010)

Μήνες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ακτινοβολία (οριζόντιο επίπεδο)	51,8	66,4	105,2	134,9	178,3	202,01	212	190,3	136,5	96,1	57,6	45,1
Ακτινοβολία (υπό βέλτιστη γωνία)	86	91	125	137	159	162	177	178	157	140	104	81

7.3.2 Χωρητικότητα συσσωρευτών

Ο αριθμός των ημερών αυτονομίας (νύχτα και ημέρες συννεφιάς) που απαιτεί ο χρήστης μας υπαγορεύει τη χωρητικότητα της συστοιχίας συσσωρευτών. Η χωρητικότητα της συστοιχίας των συσσωρευτών υπολογίζεται με την παρακάτω εξίσωση:

$$C = \frac{(N+p) \cdot m \cdot E_k}{\sigma\beta \cdot \sigma\epsilon\kappa \cdot \beta\epsilon\kappa \cdot V\beta}$$

Όπου:

- N: Αριθμός Ημέρας αυτονομίας(N=3)
- p: Ποσοστό φορτίων που τροφοδοτούνται από τον συσσωρευτή (p= 0,7)
- m: περιθώριο (m=1,2)
- Ek: Ημερήσια Ενέργεια σε kWh (Ek= 7,15)
- σγβ: Συντελεστής απωλειών γήρανσης (σγβ= 0,9)
- σεκ: Συντελεστής απωλειών μεταφοράς (σεκ=0,9)
- βεκ: Βάθος εκφόρτισης(βεκ=0,4)

Το βάθος εκφόρτισης ορίζει πόσο βαθιά θα είναι η χρήση της ενέργειας της μπαταρίας. Ο αριθμός των εκφορτίσεων επί το βάθος εκφόρτισης είναι σταθερός και κατα συνέπεια όσο αυξάνεται το βάθος εκφόρτισης τόσο μειώνεται ο χρόνος ζωής της μπαταρίας. Προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα (πίνακας 7.3) :

Πίνακας 7.3 : Πίνακας υπολογισμού του Βαθμού εκφόρτισης με βάση τις ημέρες αυτονομίας του συστήματος(Πηγή: <https://www.mp-energy.gr>)

Ημέρες Αυτονομίας	Βάθος εκφόρτισης
1-3	0,4
4-6	0,6
7-10	0,8

Ύστερα από την εφαρμογή της εξίσωσης προκύπτει ότι η χωρητικότητα είναι ίση με

$$C=98 \text{ kWh}$$

7.3.3 Ισχύς αιχμής

Η ισχύς αιχμής (P) αντιστοιχεί στην παραγόμενη μέγιστη ηλεκτρική ισχύ όταν το Φ/Β πλαίσιο δεχτεί ηλιακή ακτινοβολία με πυκνότητα ισχύος 1 ήλιου, δηλαδή 1 kW/m² . Η εξίσωση υπολογισμού της είναι :

$$P = \frac{E_k \cdot P_{stc} \cdot m}{E_p \cdot \sigma_{\phi\beta} \cdot \sigma_{\mu}} \cdot \frac{31}{(31-N)}$$

Όπου:

- E_k : Ημερήσια ενέργεια ($E_k= 7,15$)
- P_{stc} : Ισχύς προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε πρότυπες συνθήκες ($P_{stc}=1\text{kW/m}$)
- m : Περιθώριο($m=1,2$)
- $\sigma_{\phi\beta}$: Συντελεστής απωλειών φωτοβολταϊκού συστήματος ($\sigma_{\phi\beta}=0,73$)

Ο συντελεστής $\sigma_{\phi\beta}$ προκύπτει από τον τύπο:

$$\sigma_{\phi\beta}=0,77 \cdot \sigma_{\theta}$$

ή αλλιώς

$$\sigma_{\phi\beta}= 0,77 \cdot [1-[(\theta_{\alpha} +30) - 25] \cdot 0,004]$$

Το θ_{α} είναι η μέση θερμοκρασία του μήνα διαστασιολόγησης , ο οποίος για το φωτοβολταϊκό μας σύστημα που θα λειτουργεί όλο το χρόνο, είναι ο μήνας με την μικρότερη μέση θερμοκρασία , ώστε να υπάρχει η ασφάλεια λειτουργίας του συστήματος ακόμα και σε μέρες χωρίς ηλιοφάνεια οι οποίες ειδικά κατά τους χειμερινούς μήνες είναι αρκετές. Παρατηρούμε ότι, ο δυσμενέστερος μήνας από πλευράς ισχύος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (με βάση

τα στοιχεία της τεχνικής οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010) είναι ο Δεκέμβριος. Συνεπώς, στις τιμές ακτινοβολίας του Δεκεμβρίου θα βασιστούμε για την διαστασιολόγηση της εγκατάστασης.

Πίνακας 7.4: Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία για την περιοχή των Ιωαννίνων (Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010)

Μήνες	Θερμοκρασία (Μέση Μηνιαία)
Ιανουάριος	6,3
Φεβρουάριος	7,6
Μάρτιος	10,5
Απρίλιος	14
Μάιος	19,2
Ιούνιος	23,7
Ιούλιος	26,7
Αύγουστος	26,5
Σεπτέμβριος	22,1
Οκτώβριος	16,9
Νοέμβριος	11,4
Δεκέμβριος	7,3

- σ_m : Συντελεστής απωλειών μεταφοράς ($\sigma_m = 0,9$)
- N: Αριθμός ημερών αυτονομίας (N= 3)

Χρησιμοποιώντας όλα τα παραπάνω, και κάνοντας τους απαραίτητους υπολογισμούς καταλήξαμε ότι :

$$P = 5,5 \text{ Kw}$$

7.4 Υπολογισμός κόστους Φ/Β

Η επένδυση για την εγκατάσταση ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος, το οποίο θα καλύπτει τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια μιας μεσαίας κλίμακας επιχείρησης (στην περίπτωσή μας μιας κτηνοτροφικής μονάδας), απαιτεί επιμελημένη κατασκευή αλλά και προσεχτική τεχνική και οικονομική μελέτη. Όλα

τα παραπάνω θα βοηθήσουν στην εκτίμηση της αποδοτικότητας του συστήματος, καθώς το κόστος των φωτοβολταϊκών και των άλλων μερών παραμένει υψηλό

Πίνακας 7.5 : Υπολογισμός κόστους εγκατάστασης Φ/Β συστήματος

Μέρη Φ/Β συστήματος	Τιμή μονάδος (€)	Κόστος
Φωτοβολταϊκό	800	4.426,824
Συσσωρευτές	55	5.388,981
Inverter	500	500
Controller	200	200
Μερικό σύνολο	-	10.515,81
Καλωδιώσεις/Τοποθέτηση	-	15.77,371
Συνολικό κόστος	-	12.093,18

Αναλυτικότερα, τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους είναι :

Βήμα 1^ο

Υπολογισμός κόστους φωτοβολταϊκής συστοιχίας που προέκυψε από τον πολλαπλασιασμό της τιμής της μίας κιλοβατώρας με την συνολική ισχύ αιχμής (p) του συστήματος μας

Βήμα 2^ο

Πολλαπλασιάσαμε την συνολική χωρητικότητα (C) των συσσωρευτών με την τιμή / κιλοβατώρα

Βήμα 3^ο

Για το σύστημα χρειαζόμαστε έναν αντιστροφέα (inverter). Κατόπιν από έρευνα, το κόστος είναι 500 €

Βήμα 4^ο

Επίσης, χρειαζόμαστε έναν controller, ο οποίος κοστίζει 200€.

Βήμα 5^ο

Προσθέσαμε όλα τα παραπάνω κόστη, και βγάλαμε ότι είναι περίπου 10.516 €

Βήμα 6^ο

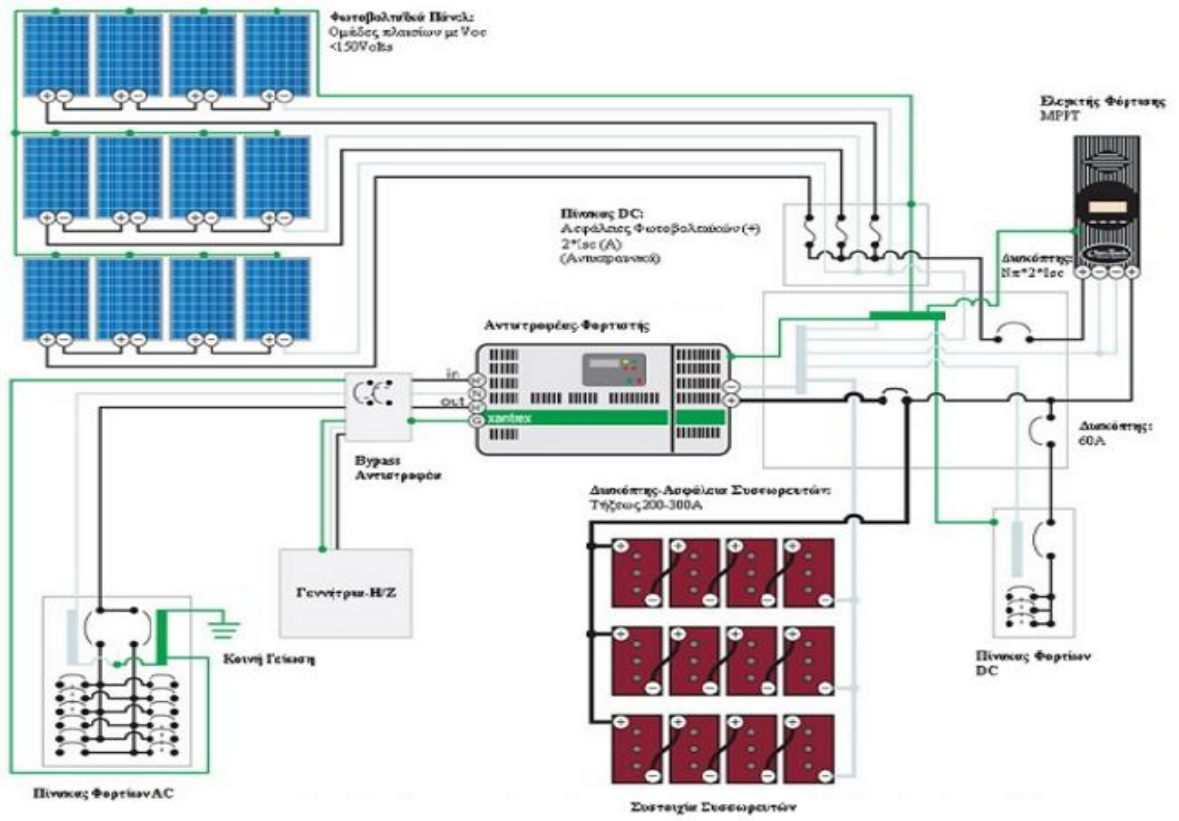
Το σύστημα για να τεθεί σε λειτουργία χρειάζεται τις καλωδιώσεις για τις απαραίτητες συνδέσεις και το κόστος για να γίνει η τοποθέτηση όλων των μερών. Αυτό το κόστος υπολογίζεται αν πολλαπλασιάσουμε το παραπάνω σύνολο (βήμα 5^ο) με το 0,15.

Βήμα 7^ο

Τέλος, το συνολικό κόστος προκύπτει αν προσθέσουμε το κόστος όλων των μερών (και των καλωδιώσεων και της τοποθέτησης) και είναι ίσο με 12.100 €.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι τιμές προέκυψαν μετά από έρευνα αγοράς και την σύγκριση μιας μεγάλης γκάμας προϊόντων και των τιμών τους για να γίνει μια ολοκληρωμένη πρόταση που να συνδυάζει αποδοτικότητα και συμφέρουσες τιμές και να μην υστερεί σε ποιότητα.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται συνεργασία με έμπειρο μηχανικό για τον υπολογισμό ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού. Πέρα από την επιλογή των βασικών υλικών (φωτοβολταικα, μπαταρίες, ρυθμιστής φόρτισης και αντιστροφέας) πρέπει να επιλεγούν και τα κατάλληλα ασφαλιστικά μέσα όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 17.2 : Άποψη τυπικού Φ/Β συστήματος (Πηγή: <https://www.mp-energy.gr>)

Κεφάλαιο 8 : Σενάρια

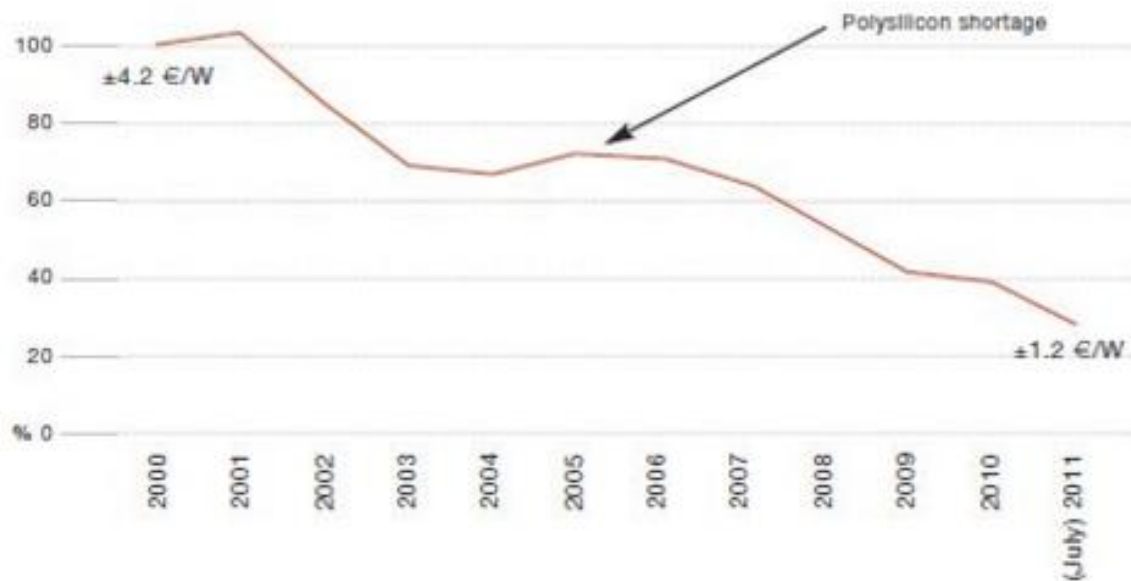
8.1 Σενάριο 1

Η πρόταση στο πρώτο σενάριο αφορά τη δημιουργία αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος σε κτηνοτροφική μονάδα, η οποία βρίσκεται κοντά στο δίκτυο της ΔΕΗ. Η δημιουργία του συστήματος δεν είναι απαραίτητη καθώς η κτηνοτροφική μονάδα για τις ανάγκες της είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο της περιοχής. Ωστόσο, παίρνουμε ως παραδοχή ότι ο κτηνοτρόφος θέλει να κάνει μια επένδυση στην μονάδα του και να διαθέσει ένα κεφάλαιο. Ύστερα από τους κατάλληλους υπολογισμούς, το ποσό της επένδυσης, συμπεριλαμβανομένων των αναγκών τόσο της κτηνοτροφικής μονάδας όσο και του κτηνοτρόφου, είναι 12.000 €. Το σενάριο εκτυλίσσεται σε βάθος μιας 20ετίας, και κάθε χρόνο θα έχουμε μια εξοικονόμηση της τάξεως των 260 €. Στο 10^ο έτος λειτουργίας του συστήματος είναι απαραίτητη η αλλαγή της μπαταρίας για να εξασφαλίσουμε τη συνέχιση της λειτουργίας του μέχρι 20 χρόνια. Με βάση τον πίνακα των ταμειακών ροών και με επιτόκιο προεξόφλησης 5% η καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης είναι ίση με ΚΠΑ= €-12.168,82.

Πίνακας 8.1 : Πίνακας ταμειακών ροών/ Υπολογισμός ΚΠΑ

Έτη	0	1	2	3...9	10	11...20
Επενδύσεις	12.100				5.390	
Εξοικονόμηση		260	260	260	260	260
Ταμειακή ροή	-12.100	260	260	260	-5130	260

Όπως βλέπουμε και από τον Πίνακα 8.1 η καθαρά παρούσα αξία είναι αρνητική. Αυτό σημαίνει ότι η συγκεκριμένη επένδυση πρέπει να απορριφθεί καθώς δεν είναι συμφέρουσα για τον επενδυτή. Με βάση τον παρακάτω διάγραμμα μέσα σε μια 10ετία η τιμή των φωτοβολταϊκών παρουσιάζουν μια συνεχή καθοδική πορεία. Η τιμή τους ανά kW το 2000 ήταν 4.200 € για να καταλήξουμε το 2010 να κοστίζει μόλις 1200 €. Σήμερα η τιμή είναι 800 €/kW. Συνειδητοποιούμε ότι, τα φωτοβολταϊκά είναι μια καινούρια τεχνολογία, παρόλο που η τιμή της κλιματώρας έχει μειωθεί αισθητά, το κόστος εγκατάστασης ενός αυτόνομου συστήματος παραμένει μια ακριβή επένδυση.



Διάγραμμα 8.1 : Εξέλιξη μέσων τιμών Φ/Β συστημάτων 2000-2010 (Πηγή : <http://fotovoltaika.blogspot.com/2011/09/2011-10-50-10-36-51.html>)

8.2 Σενάριο 2

Η παραδοχή που παίρνουμε στο δεύτερο σενάριο είναι ότι η κτηνοτροφική μονάδα βρίσκεται μακριά από το δίκτυο ηλεκτροδότησης (τουλάχιστον 1 km). Για να ηλεκτροδοτηθεί λοιπόν χρειάζεται είτε να γίνει μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος είτε να δημιουργηθεί ένα αυτόνομο σύστημα φωτοβολταϊκών. Για τον σκοπό αυτό πρέπει να υπολογίσουμε την καθαρή παρούσα αξία και για τις δυο περιπτώσεις, δημιουργώντας τον πίνακα ταμειακών ροών, και με βάση το αποτέλεσμα να αποφασίσουμε τι είναι πιο συμφέρον για τον κτηνοτρόφο.

Πίνακας 8.2 : Πίνακας ταμειακών ροών / Υπολογισμός ΚΠΑ σε περίπτωση επέκτασης του ηλεκτρικού δικτύου

Έτη	0	1	2	3...9	10	11...20
Επενδύσεις	20.000				0	
Κόστος ενέργειας		- 260	-260	-260	-260	-260
Ταμειακή ροή	- 20.000	- 260	-260	-260	-260	-260

Πίνακας 8.3 :Πίνακας ταμειακών ροών/ Υπολογισμός ΚΠΑ για τη δημιουργία Αυτόνομου Φ/Β συστήματος

Έτη	0	1	2	3...9	10	11...20
Επενδύσεις	12.000				5.390	
Εξοικονόμηση		260	260	260	260	260
Ταμειακή ροή	-12.000	260	260	260	-5130	260

Όφελος από τη χρήση Φ/Β= ΚΠΑ(2Β) – ΚΠΑ(2Α) = 11.171,36€

Η απομόνωση των ορεινών περιοχών καθιστά την επέκταση της χρήσης των ΑΠΕ ωφέλιμη. Η έλλειψη δικτύου ηλεκτροδότησης ή η ανάγκη μεταφοράς του, κάνει τη χρήση ΑΠΕ ελκυστική τόσο σε οικονομοτεχνικό επίπεδο, όσο και περιβαλλοντικό, καθώς είναι φιλική προς το περιβάλλον. Με βάση τα ελληνικά δεδομένα ενεργειακών καταναλώσεων, αποδείχτηκε ότι στις περιοχές με 1000 m. υψόμετρο και σε απόσταση πάνω από 100 km από το δίκτυο ηλεκτροδότησης, η ηλεκτροδότηση του με έργα ΑΠΕ είναι προτιμότερη (ΑΕΝΑΟΣ, 2015).

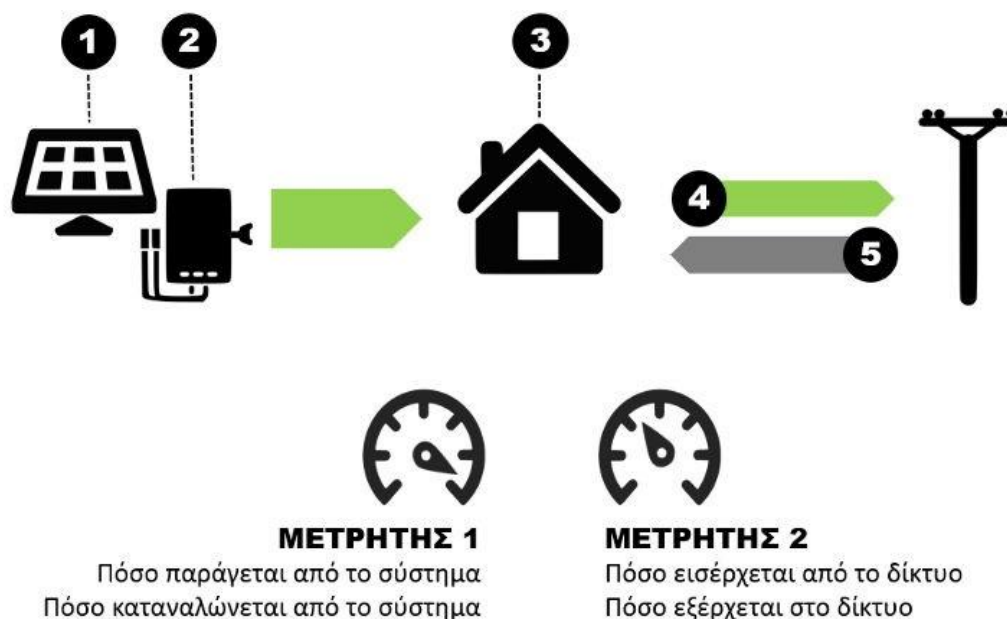
Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται αν παρατηρήσουμε τους πίνακες των ταμειακών ροών για τις δυο περιπτώσεις. Η μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος αγγίζει το ποσό των 20.000 €/km. Το κόστος δημιουργίας ενός αυτόνομου συστήματος Φ/Β στην περίπτωση μας είναι 12.000 €. Υπολογίζοντας την ΚΠΑ, για τις δυο περιπτώσεις, βλέπουμε ότι δημιουργώντας ένα δικό μας δίκτυο θα έχουμε όφελος 11.171,36 €. Άρα, με βάση το δεύτερο σενάριο, λαμβάνοντας ως δεδομένο ότι η κτηνοτροφική μονάδα είναι μακριά από το τοπικό δίκτυο ηλεκτροδότησης, η δημιουργία ενός αυτόνομου Φ/Β συστήματος αποτελεί τη βέλτιστη λύση καθώς θα συμβάλει ώστε να εξοικονομήσει ο κτηνοτρόφος ένα ποσό περίπου 8.000€, χωρίς να ξεχνάμε και το περιβαλλοντικό όφελος.

8.3 Σενάριο 3

Το 3^ο σενάριο βασίζεται στην υπόθεση ότι ο κτηνοτρόφος επιλέγει μια νέα τεχνολογία Φ/Β συστημάτων, το net-metering. Επειδή το net metering είναι μια άγνωστη τεχνολογία ας αναφέρουμε κάποια πράγματα. Το Net Metering είναι η αυτο-παραγωγή ρεύματος από φωτοβολταϊκά που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά με το ρεύμα που καταναλώνεται στο σπίτι ή στην επιχείρηση του αυταπαραγωγού. Ο αυτοπαραγωγός, δηλαδή είναι σα να αποθηκεύει την παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά ενέργεια στο δίκτυο της ΔΕΗ (δεν το αποθηκεύει δηλαδή σε συσσωρευτές που κοστίζουν ακριβά και χρειάζονται αντικατάσταση). Όταν δεν υπάρχει αρκετή ηλιοφάνεια για παραγωγή (π.χ. το βράδυ) μπορεί να γίνει χρήση του αποθηκευμένου ρεύματος. Ο ΔΕΔΔΗΕ δεν αγοράζει το ρεύμα, απλά το

μετράει και το αποθηκεύει. Ο παραγωγός ρεύματος από φωτοβολταϊκά εξοικονομεί όλη την αξία του ρεύματος που παράγει και των φόρων που αντιστοιχούν εκτός από το κόστος των Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας (Υ.Κ.Ω.) που τις πληρώνει για όλο το ρεύμα που κατανάλωσε.

Ο τρόπος λειτουργίας του αναλύεται στην παρακάτω εικόνα :

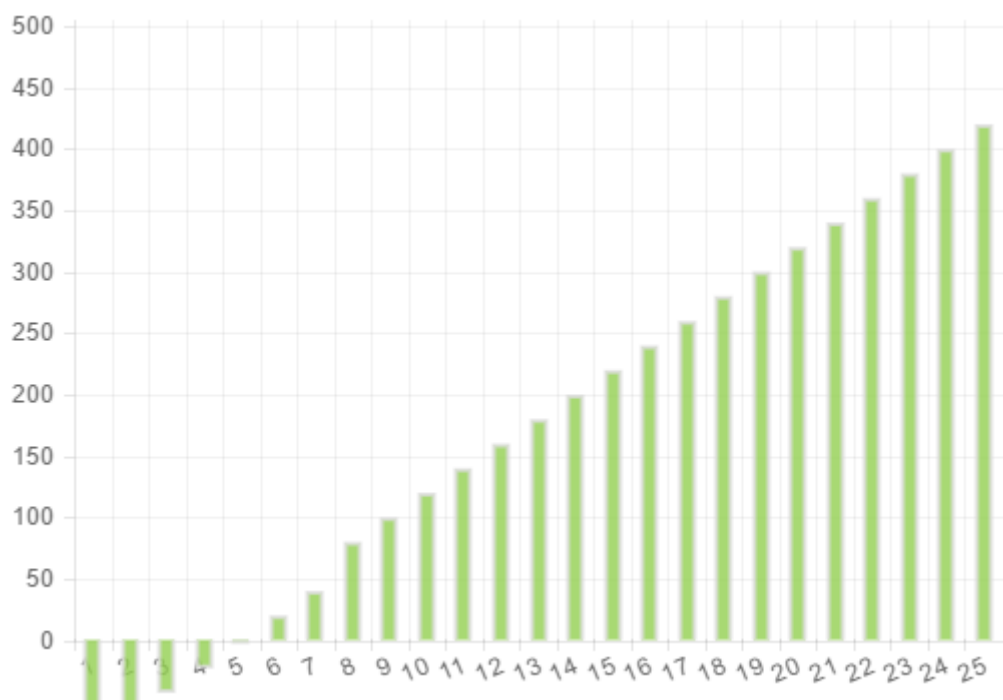


Εικόνα 8.1 : Τρόπος λειτουργίας εγκατάστασης Φ/Β συστήματος με τεχνολογία net- metering (Πηγή : <http://www.netmetering.net.gr>)

Μία εγκατάσταση φωτοβολταϊκών με net metering αποτελείται από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (πάνελ), τον inverter (αντιστροφέας) και τους μετρητές. Το ρεύμα που παράγεται από τα πάνελ μετατρέπεται από συνεχές σε εναλλασσόμενο από τον inverter (2), ο οποίος και τροφοδοτεί τις ανάγκες του επαγγελματικού χώρου ή της οικίας (3). Το πλεονάζων ρεύμα περνάει από τον Μετρητή Νο2 και πιστώνεται στο δίκτυο (4). Η κατανάλωση μέσω του δικτύου γίνεται κανονικά όταν απαιτείται (5) και γίνεται συμψηφισμός της πιστωμένης ενέργειας με αυτήν που καταναλώνεται.

Ένα πρώτο πλεονέκτημα που προκύπτει από το Net Metering είναι ότι ο αυτοπαραγωγός πλέον και στην Ελλάδα είναι ανεξάρτητος από το κράτος και τη ΔΕΗ αφού απλά καταναλώνει την ίδια του την παραγωγή και δεν περιμένει επιδότηση από το κράτος. Το κόστος του ρεύματος είναι πλέον μηδενικό ή έχει σημαντική μείωση για την επιχείρηση ή το νοικοκυριό που το χρησιμοποιεί. Ο

αυτοπαραγωγός αποκτά ασφάλεια για μελλοντικές αλλαγές, αφού και να αυξηθεί η τιμή του ρεύματος αυτός θα παραμείνει ανεπηρέαστος ως προς τα χρήματα που πρέπει να δώσει. Η θέρμανση και η ψύξη γίνεται δωρεάν χρησιμοποιώντας μια αντλία θερμότητας και σαν σύστημα παρέχει λιγότερες απώλειες στην μεταφορά ρεύματος αφού η κατανάλωση γίνεται εκεί που γίνεται και η παραγωγή. Τέλος, οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα μειώνονται.



Διάγραμμα 8.2 : Οικονομική απόδοση της τεχνολογίας net- metering (Πηγή : <http://www.netmetering.net.gr>)

Η απόδοση μίας επένδυσης σε ένα σύστημα net metering είναι πολύ καλή. Σε σύγκριση με τις καλύτερες αποδόσεις τόκων (3% στους παρακάτω υπολογισμούς) ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης ξεκινάει από 14% για τις μικρότερες εγκαταστάσεις και ανεβαίνει πάνω από το 20% στις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις. Η απόσβεση μπορεί να γίνει ακόμη και από 5 έτη, με αποτέλεσμα το ρεύμα να μην κοστίζει τίποτα για τουλάχιστον 20 χρόνια.⁸

Μελετώντας την υπουργική απόφαση⁹ φτάσαμε σε κάποια βασικά συμπεράσματα. Η ισχύς για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα που είναι συνδεδεμένο στο σύστημα της ΔΕΗ δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 500 kW ενώ για τα συστήματα που δεν είναι συνδεδεμένα στο ηλεκτρικό δίκτυο έχει ανώτατο όριο 20 kW (για τα νησιά)

⁸ http://www.netmetering.net.gr/?gclid=CMre6uet_MsCFbcW0woddFAK-Q

⁹ Περισσότερες πληροφορίες στο 'Εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ από αυτοπαραγωγούς με συμψηφισμό ενέργειας κατ' εφαρμογή του άρθρου 14Α του ν.3468/2006.'

και 50 kW(για την Κρήτη)¹⁰. Επίσης, όσον αφορά στα χωρικά κριτήρια για την περιοχή εγκατάστασης ενός συστήματος net- metering μπορεί να γίνει οπουδήποτε, εφόσον τηρούνται οι προβλέψεις του νόμου, ακόμα και στις στέγες. Τέλος, οι χρεώσεις ΥΚΩ υπολογίζονται επί της συνολικής κατανάλωσης του αυτοπαραγωγού για την περίοδο καταμέτρησης. Οι παραγωγοί καταβάλλουν ΕΤΜΕΑΡ μόνο για το ρεύμα που απορροφούν από το Δίκτυο (ΔΕΗ).¹¹

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας (πίνακας 8.4) υπολογισμού της τιμής της κλοβατώρας που χρησίμευσε για όλα τα σενάρια . Αυτός ο πίνακας προέκυψε με βάση το αγροτικό τιμολόγιο της ΔΕΗ και ορισμένες παραδοχές, βασισμένες στα χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περίπτωσης.

Πίνακας 8.4 : Υπολογισμός της τιμής της κλοβατώρας

Ετήσια ενέργεια	2609,75
Ετήσιο κόστος ΔΕΗ	257,38
Τιμή κλοβατώρας (ΔΕΗ)	0,085
ΦΠΑ	0,011
Συνολική τιμή κλοβατώρας	0,096
χρέωση ενέργειας	0,064
πάγια χρέωση ανά μήνα	0,53
λοιπές χρεώσεις	0,00046
ΕΤΜΕΑΡ	0,01069
ΥΚΩ	0,00707
ΕΦΚ	0,0025
Ειδικό τέλος 5/1000	0,0003173
τιμή κλοβατώρας net metering	0,012324315
τιμή κλοβατώρας με φπα	0,013926476

Καθώς η τεχνολογία δεν χρησιμοποιεί μπαταρίες, για το συγκεκριμένο σενάριο πρέπει να υπολογίσουμε εκ νέου το κόστος της επένδυσης μας. Το κόστος υπολογίζεται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 8.5):

¹⁰ Οι τιμές αναφέρονται για το διασυνδεδεμένο δίκτυο στην Ελλάδα

¹¹ Ο ενεργειακός συμψηφισμός θα γίνεται ετησίως στο λογαριασμό του ηλεκτρικού ρεύματος.

Πίνακας 8.5 : Υπολογισμός ενέργειας του αυτόνομου Φ/Β συστήματος με τεχνολογία net- metering της κτηνοτροφικής μονάδας

Μέρη Φ/Β συστήματος	Τιμή μονάδας	Κόστος
Φωτοβολταϊκό	800	4426,82
Inverter	500	500
Controller	200	200
Σύνολο	-	5126,82
Καλωδιώσεις/Τοποθέτηση	-	769
Συνολικό κόστος	-	5895,85

Παρατηρώντας τον Πίνακα 8.5, βλέπουμε ότι για συνολική ισχύς 5,5 kW, με τιμή ανά kW ίση με 800€ το κόστος των φωτοβολταϊκών ίση με 4.426,82 €. Υπολογίζουμε το σύνολο κόστους προσθέτοντας και το κόστος του inverter και του controller, το οποίο είναι ίσο με 5.126,82 €. Οι καλωδιώσεις και η τοποθέτηση είναι το 15% επί του κόστους των υπόλοιπων μερών της εγκατάστασης. Τέλος, αφού προσθέσουμε τα όλα τα κόστη θα προκύψει το συνολικό που είναι ίσο με 5.895,85 €.

Ακολουθεί ο πίνακας ταμειακών ροών, με βάση τον οποίο υπολογίζεται η ΚΠΑ της επένδυσης.

Πίνακας 8.6 : Πίνακας ταμειακών ροών/ Υπολογισμός ΚΠΑ στην περίπτωση χρησιμοποίησης τεχνολογίας net-metering

Έτη	0	1	2	3...20
Επενδύσεις	5896			
Κόστος ενέργειας		-36	-36	-36
Ταμειακή ροή	-5896	-36	-36	-36

Στο σενάριο 3 έχουμε υποθέσει ότι η πλεονάζουσα παραγωγή ρεύματος δεν αγοράζεται από τη ΔΕΗ και, συνεπώς, δεν προκύπτει κάποιο οικονομικό όφελος. Το θετικό στοιχείο σε αυτό το σενάριο είναι ότι το κόστος επένδυσης είναι μικρότερο και επίσης αποφεύγουμε την αλλαγή της μπαταρίας στο 10^ο έτος. Παρόλα αυτά, ο πίνακας μας δίνει μια αρνητική ΚΠΑ (ΚΠΑ_{3α} = - 6.344,64), που σημαίνει ότι η επένδυση δεν είναι συμφέρουσα. Βέβαια, αν συγκρίνουμε τις ΚΠΑ από τα 3 σενάρια και όλες τις περιπτώσεις θα διαπιστώσουμε ότι το Σενάριο 3 είναι αυτό που μας συμφέρει περισσότερο να το υλοποιήσουμε.

Στην συνέχεια, θα εξετάσουμε την περίπτωση η ΔΕΗ να χρειάζεται την πλεονάζουσα ενέργεια που θα παράγεται από το σύστημα μας με αποτέλεσμα να έχουμε οικονομικό όφελος σε βάθος 20ετίας. Ακολουθεί ο πίνακας ταμειακών ρών (πίνακας 8.7):

Πίνακας 8.7 : Πίνακας ταμειακών ρών / Υπολογισμός ΚΠΑ

Έτη	0	1	2	3...20
Επενδύσεις	5896			
Έσοδα από πώληση ενέργειας		737,15	737,15	737,15
Κόστος Ενέργειας		-36	-36	-36
Ταμειακή ροή	-5896	701,15	701,15	701,15

Σε αυτή την περίπτωση του 3^{ου} Σεναρίου διαπιστώνουμε ότι έχουμε θετική παρούσα αξία (ΚΠΑ= 2.841,93). Η συγκεκριμένη επένδυση αποδεικνύεται συμφέρουσα για τον κτηνοτρόφο/ αυτοπαραγωγό.

Με βάση τους πίνακες των ταμειακών ρών είδαμε ότι και εν σύγκριση με τα άλλα σενάρια το τρίτο φαίνεται να είναι η καλύτερη επιλογή για τη λειτουργία της κτηνοτροφικής μονάδας. Η τεχνολογία του net metering, όπως αναφέραμε και παραπάνω, είναι μια καινούργια τεχνολογία για την χώρα μας. Για την εφαρμογή της, εκκρεμεί κάποια υπουργική απόφαση, με την οποία θα μπορέσουν να αρχίσουν οι διαδικασίες για την εφαρμογή της και στην Ελλάδα. Για το λόγο αυτό, δεν μπορεί να γίνει άμεσα η εφαρμογή ενός αυτόνομου Φ/Β συστήματος με Net metering. Ωστόσο, δεν παύει να είναι μια συμφέρουσα και οικονομική πρόταση για την συγκεκριμένη μελέτη με βάση τα μέχρι τώρα δεδομένα που έχουμε για αυτή τη τεχνολογία.

Κεφάλαιο 9 : Επίλογος

Από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα εργασία γίνεται φανερό ότι η χρήση φωτοβολταϊκών σε κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις είναι μια τεχνικά εφικτή λύση. Παρ' όλα αυτά, μία αυτόνομη εγκατάσταση, ενεργειακά, παραμένει μια ακριβή υπόθεση που απαιτεί σημαντικά κεφάλαια για να υλοποιηθεί. Έτσι, όταν υπάρχει κοντά δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, ο κτηνοτρόφος είναι προτιμότερο να συνδεθεί σε αυτό. Οι απομονωμένες, όμως, εγκαταστάσεις, για την ενεργειακή τους τροφοδοσία συμφέρει πιο πολύ να βασιστούν στις ΑΠΕ, αφού η επέκταση του δικτύου είναι αρκετά ακριβή. Το net metering, το οποίο πρόσφατα εφαρμόστηκε στην Ελλάδα αποτελεί μια καλή ευκαιρία εξοικονόμησης ενέργειας για τις κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις. Θα είχε ενδιαφέρον, για τέτοιου είδους περιπτώσεις, προκειμένου να ενισχυθεί το εισόδημα των παραγωγών να δινόταν και κάποιο κίνητρο αγορά της τυχόν περίσσειας ενέργειας.

Σε κάθε περίπτωση, οι εφαρμογές ΑΠΕ στον πρωτογενή τομέα αποτελούν ένα ενδιαφέρον πεδίο, ειδικά για τις ορεινές περιοχές που και σημαντικό ενεργειακό δυναμικό διαθέτουν και έχουν μεγάλες ανάγκες ενίσχυσης των κοινωνιών τους.

Βιβλιογραφία

Βιβλιογραφία στα ελληνικά

- Βραζιτούλη Τ. (2012). Αποτίμηση της στάσης των κατοίκων του Μετσόβου σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και τον ενεργειακό σχεδιασμό. Μεταπτυχιακή εργασία. Δ.Π.Μ.Σ «Περιβάλλον και ανάπτυξη», Ε.Μ.Π.
- Δούλος Η. & Κατσουλάκος Ν. (2008). Μελέτη αυτόνομου και διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος – Προτάσεις αναμόρφωσης του Υφιστάμενου νομικού πλαισίου ενίσχυσης επενδύσεων σε φωτοβολταϊκα συστήματα. Δημοκρατία και Κρατικές Πολιτικές στην Ελλάδα. 11^ο Συνέδριο του Ιδρύματος <<Σάκης Καραγιωργας>>. Αθήνα, 6-8 / 11/2008
- ΕΛΣΤΑΤ(2011). Απογραφή πληθυσμού - κατοικιών 2011. βασικά χαρακτηριστικά δήμων (Δήμος Μετσόβου) . Πειραιάς : Ελληνική Στατιστική Αρχή
- ΕΛΣΤΑΤ (2011). Απογραφή Γεωργίας - Κτηνοτροφίας Έτους 2009 (Δήμος Μετσόβου). Πειραιάς : Ελληνική Στατιστική Αρχή
- Θεοδώρου Α. (2012). Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την εκτίμηση του δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας στις ορεινές περιοχές. Η περίπτωση του Μετσόβου. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών», Ε.Μ.Π., Μέτσοβο.
- Καλιαμπάκος Δ. (2015). Ανάπτυξη πολυπαραμετρικού μαθηματικού μοντέλου για τη βελτιστοποίηση του ενεργειακού σχεδιασμού σε ορεινές περιοχές- ΑΕΝΑΟΣ. Ε.Μ.Π.
- Καλιαμπάκος Δ. και Δαμίγος Δ. (2008). Οικονομικά του περιβάλλοντος και των υδατικών Πόρων: Βασικές αρχές, Μέθοδοι αποτίμησης, Εφαρμογές. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Δ.Π.Μ.Σ. «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2008.
- Καλιαμπάκος Δ., Γιαννακοπούλου Στ., & Κατσουλάκος Ν. (2009). *Εισαγωγή στο Περιβάλλον και την Κοινωνία των Ορεινών Περιοχών*. Σημειώσεις μαθήματος "Εισαγωγή στο Περιβάλλον και την Κοινωνία των Ορεινών Περιοχών", ΔΠΜΣ "Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών" ΕΜΠ.
- ΚΑΠΕ & Eurotec. (2011). Εκτίμηση του Θεωρητικού και Διαθέσιμου Δυναμικού των ΑΠΕ. Μελέτη αποτύπωσης ενεργειακού χάρτη (Ισοζυγίου) της Περιφέρειας Ηπείρου και των Αποθεμάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Καραγκούνη Μ.(2012). Βιώσιμη Ενεργειακή πολιτική σε ορεινές περιοχές. Μεταπτυχιακή εργασία. Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και ανάπτυξη», Ε.Μ.Π.

- Κατσουλάκος Ν. (2013). *Βελτιστοποίηση χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις ορεινές περιοχές. Η περίπτωση του Μετσόβου*. Διδακτορική Διατριβή. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών.
- Κατσουλάκος Ν., Καλιαμπάκος Δ. (2010) *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Ορεινές Περιοχές*. 6ο Διεπανεπιστημιακό συνέδριο του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. του Ε.Μ.Π. 16-19 Σεπτεμβρίου 2010
- Καχριμάνη Μ. Π. (2011). *Η ολοκληρωμένη ανάπτυξη στο νέο Δήμο Μετσόβου*. Διπλωματική εργασία. Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών», Ε.Μ.Π
- Κέντρο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε). *Μελέτη για την προετοιμασία του εθνικού χωροταξικού σχεδίου για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*.
- Κουτσογιάννης Δ., Μαμάσης Ν. (1998). *Μέτσοβο: Η υδρολογική καρδιά της Ελλάδας*. Πρακτικά του πρώτου Διεπιστημονικού Συνεδρίου του Ε.Μ.Π. για το Μέτσοβο, επιμέλεια Δ. Ρόκος, Μέτσοβο, 209-229. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Ε.Μ.Π. – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1998
- Λιαντινιώτη Κ. (2011). *Διερεύνηση δυνατοτήτων παραγωγής και αξιοποίησης βιοαερίου στην περιοχή του Μετσόβου*. Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, ΕΜΠ
- Μαυρική Α. (2015). *Απομόνωση των ορεινών περιοχών. Η περίπτωση της Περιφέρειας Ηπείρου*. Διπλωματική εργασία. Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών», Ε.Μ.Π
- Μπαλαμπέκος Σ. (2010). *Το ενεργειακό αποτύπωμα των ορεινών περιοχών: Η περίπτωση του Μετσόβου*. Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών», Ε.Μ.Π., Μέτσοβο.
- Μπαλάσκας Α.(2015) *Αξιολόγηση εξωτερικότητας εγκαταστάσεων βιοαερίου*. Διπλωματική εργασία. Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών», Ε.Μ.Π
- Περιφέρεια Ηπείρου. (2011). *Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιφέρειας Ηπείρου 2012-2014. Ενότητα Α. Στρατηγικός Σχεδιασμός της Περιφέρειας Ηπείρου*. Ιωάννινα: Περιφέρεια Ηπείρου.
- Σμπόνιας Σ. (2011). *Ανάπτυξη συστήματος λήψης απόφασης για τη βελτιστοποίηση χρήσης πηγών ενέργειας στις ορεινές περιοχές*. Μεταπτυχιακή εργασία. Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και ανάπτυξη», Ε.Μ.Π.
- Τολίδης Κ. (2009). *Εκτίμηση της προθυμίας πληρωμής των κατοίκων του Μετσόβου για τη διατήρηση της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής του οικισμού*. Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών», Ε.Μ.Π., Μέτσοβο.

Νομοθετικά κείμενα – Κανονισμοί

ΤΟΤΕΕ 20701 -3/2010. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας. Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών περιοχών

ΦΕΚ Α 235/1-11-2013. Ρυθμίσεις θεμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και άλλες διατάξεις.

Διαδικτυακές Πηγές

http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php#bookmark1 (φωτοβολταϊκά στοιχεία – αποδόσεις φωτοβολταϊκών στοιχείων)

<http://www.cea.org.cy> (φωτοβολταϊκά συστήματα, εφαρμογές στον οικιακό τομέα)

<https://www.mp-energy.gr> (Υπολογισμοί για αυτόνομα φωτοβολταϊκά)

<http://www.ypeka.gr/?tabid=285> (Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας)

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82_%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AD%CF%82_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82 (Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας)

<http://kpe-kastr.ark.sch.gr/site/presentations/RenEnergy/RenEnergyLyk.pdf> (Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας)

http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/el/displayFtu.html?ftuld=FTU_5.7.4.html

http://www.4green.gr/data/fotovoltaiika/news/preview_news/101646.asp

<https://www.mp-energy.gr> (Αυτόνομα Φωτοβολταϊκά)

<http://food.inoxstyle.gr/pagolekani-se-7-apla-vimata/>

<http://wol.jw.org/el/wol/d/r11/lp-g/102005201> (Βουνά- γιατί τα χρειαζόμαστε)

<http://www.iqsolarpower.com/net-metering.pdf> (Η νέα Απόφαση για το NET METERING)

http://www.netmetering.net.gr/?gclid=CMre6uet_MsCFbcW0woddFAK-Q

<http://www.euromontana.org/> Ιστοσελίδα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Συνεργασίας και Ανάπτυξης Ορεινών Περιοχών

http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/eoliki_energy.htm

<http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/hydropower.htm>

www.europarl.europa.eu/atyourservice/el/displayFtu.html?ftuld=FTU_5.7.4.html

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