

Πτυχιακή Εργασία

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

-

**ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ
ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ
ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΑΠΟΛΛΩΝ – ΑΛΕΞΙΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής: ΤΣΙΩΛΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ - Τμήμα Ηλεκτρολογίας -
Πτυχιακή Εργασία : ΑΝΤΩΝΙΟΥ Α. – ΑΛΕΞΙΟΥ Ε.

Περιεχόμενα

- Διεθνής ενεργειακή κατάσταση - Ενεργειακό πρόβλημα
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
- Τεχνολογία Φωτοβολταϊκών Συστημάτων
- Βασική κατηγοριοποίηση των Φωτοβολταϊκών συστημάτων
και σύνθεση αυτών
- Οικονομοτεχνική σύγκριση των Φωτοβολταϊκών συστημάτων
σε σχέση με άλλα συστήματα Α.Π.Ε

Διεθνής ενεργειακή κατάσταση

- Δημιουργία νέων λειτουργιών και δομών στις σύγχρονες οικονομίες κρατών.
- Η ενέργεια αποτέλεσε ισχυρό αναπτυξιακό μέσο
- Στενή σχέση ενεργειακής κατανάλωσης και οικονομικής ανάπτυξης. Ενεργειακή κατανάλωση προς ΑΕΠ = Δείκτης ανάπτυξης
- Χαρακτηριστικό παράδειγμα βιομηχανικών χωρών-> 1950 – 1970 διπλασιασμός της καταναλισκόμενης ενέργειας
- Από άνθρακα(1950) σε πετρέλαιο (1960). Μεγάλη εξάρτηση, ανεπάρκεια. Μετά το 1970 4πλασιασμός τιμής, κρίσεις χρέους.

Το Ενεργειακό Πρόβλημα

- Οι υπάρχουσες ποσότητες των συμβατικών ενεργειακών πηγών θα εξαντληθούν
- 1^η περίοδος. Στρατηγικές αποδοτικότερης χρήσης της ενέργειας
- 2^η περίοδος. Εκμετάλλευση νέων πηγών ενέργειας και ανάπτυξη τεχνολογίας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Ηλιακή Ενέργεια

- Ανεξάντλητη πηγή ενέργειας
- 1 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα (Παραγωγή θερμού νερού, κλιματισμός χώρων, Ηλεκτροπαραγωγή με χρήση παραβολοειδών κατόπτρων, γεωργικές χρήσεις κ.α.)
- 2 Παθητικά ηλιακά συστήματα
άμεσου κέρδους, έμμεσου κέρδους, απομονωμένου κέρδους
- 3 Φωτοβολταϊκά Συστήματα
Αυτόνομα συστήματα μικρής ισχύος (0,001 – 100 Wp)
Αυτόνομα συστήματα μέσης ισχύος (100Wp – 200KWp)
Συστήματα μέσης ισχύος (200KWp – αρκετά MWp)

Αιολική Ενέργεια

- Η κινητική ενέργεια των ανέμων, είναι δυνατόν με τη χρήση των σύγχρονων τεχνολογικών εφαρμογών να υπερκαλύψει τις παγκόσμιες ανάγκες σε κατανάλωση ενέργειας.

- 1 Ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα

Δρομέας τύπου έλικα και διαρκώς παράλληλος ως προς την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους

- 2 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα

Ο δρομέας παραμένει σταθερός και κάθετος ως προς το επίπεδο του εδάφους.

- Η απόδοση εξαρτάται από 2 παράγοντες : μέγεθος και ταχύτητα ανέμου

Αιολική Ενέργεια

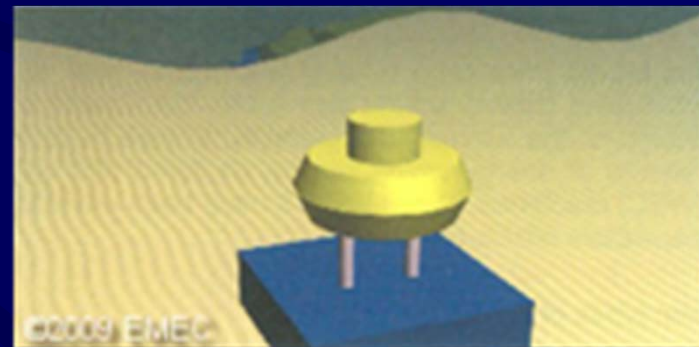
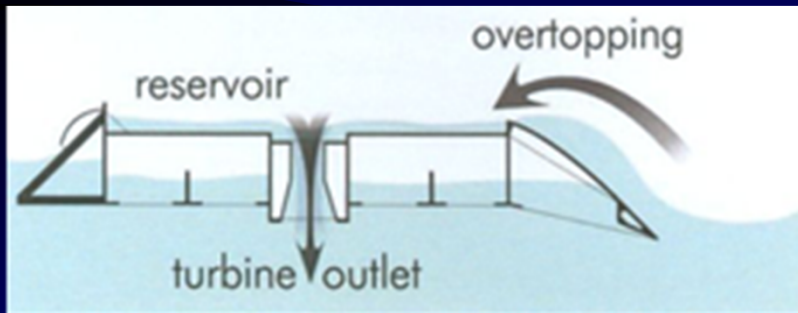
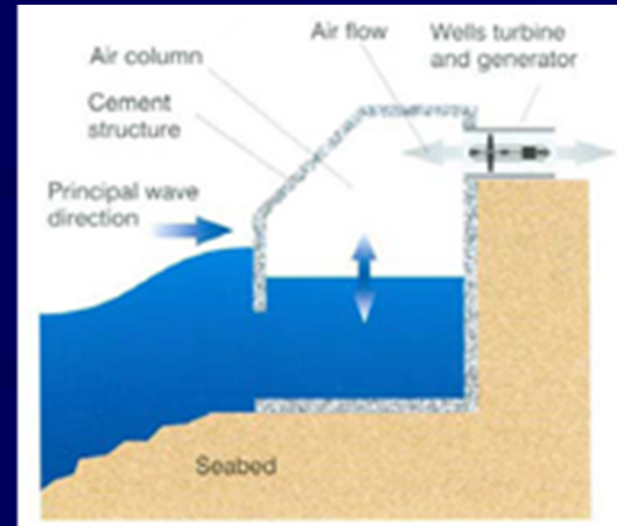
- Στην αγορά έχουν επικρατήσει κατά κύριο λόγο οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα, δύο ή τριών πτερυγίων

Πλεονεκτήματα:

- Ανεξάντλητη πηγή ενέργειας
- Τεχνολογικά ώριμες, οικονομικά ανταγωνιστικές, φιλικές προς το περιβάλλον
- Μη επιβάρυνση της περιοχής με αέριους ρύπους
- Ενίσχυση ενεργειακής ανεξαρτησίας
- Αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος-> μείωση απωλειών μεταφοράς ενέργειας
- Αρνητικές επιπτώσεις: Θόρυβος (αεροδυναμικός, μηχανικός), ατυχήματα σε πτηνά, οπτική όχληση, ηλεκτρομαγνητική παρενόχληση

Κινητική Ενέργεια Κυμάτων

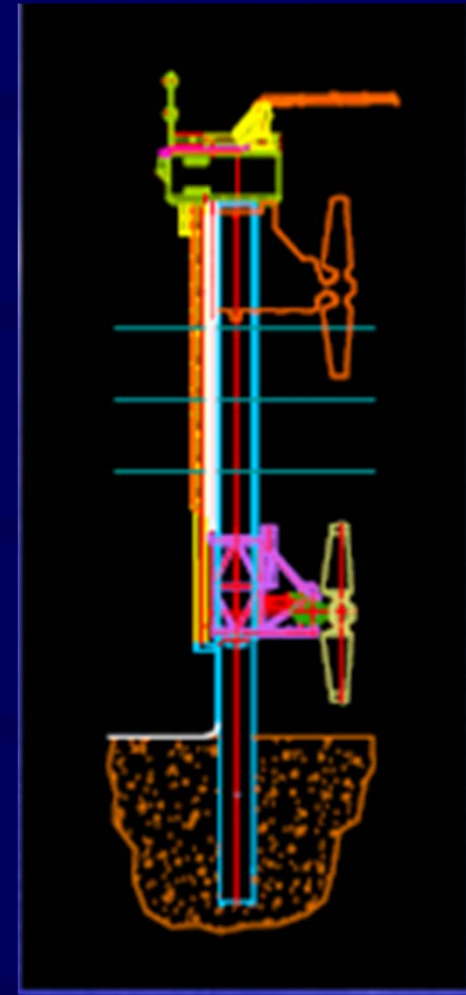
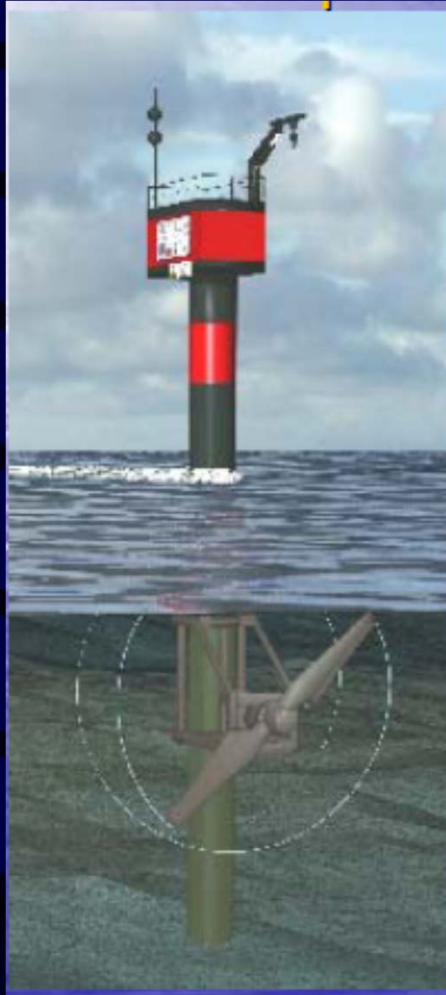
- Δυσκολίες που προκύπτουν
- Συσκευές μακρόστενης μορφής (Attenuator)
- Σημειακοί απορροφητές ενέργειας (Point Absorbers)
- Συσκευές οριζόντιας κυματικής παλινδρόμησης (Oscillating Wave Surge Converter)
- Παλινδρομούσα στήλη νερού (Oscillating Water Column)
- Συσκευές υπερπήδησης του νερού (Overtopping device)
- Βυθισμένες συσκευές διαφοράς πίεσης (Submerged pressure differential)
- Άλλες συσκευές (π.χ. Waverotor)



ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ - Τμήμα Ηλεκτρολογίας -
Πτυχιακή Εργασία : ΑΝΤΩΝΙΟΥ Α. – ΑΛΕΞΙΟΥ Ε.

Ενέργεια από θαλάσσια ρεύματα

- Δημιουργείται από: Παλίρροιες, ανέμους, θερμοκρασιακές διαφορές και διαφορές αλατότητας
- Η τεχνολογία εκμεταλλεύεται την άνοδο και την πτώση της στάθμης των ωκεανών
- Η παγκόσμια δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια εκτιμάται σε 3 TW εκ των οποίων το 1 TW είναι διαθέσιμο σε σχετικά αβαθή νερά.

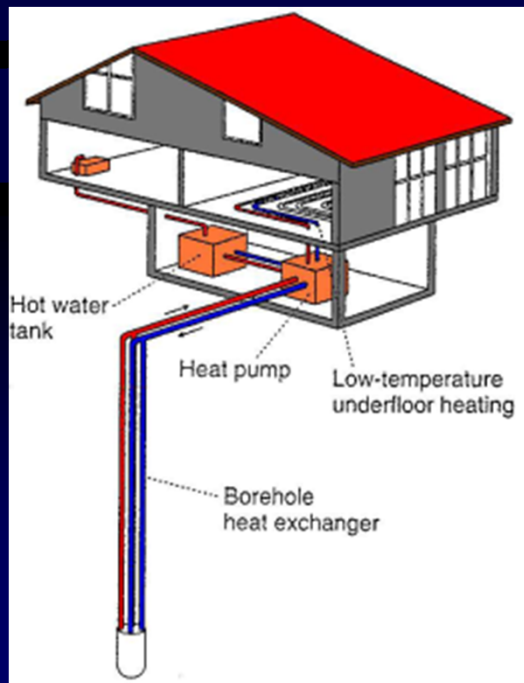


Συσκευή Seaflow (Marine Current Turbines Ltd, UK)

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ - Τμήμα Ηλεκτρολογίας -
Πτυχιακή Εργασία : ΑΝΤΩΝΙΟΥ Α. – ΑΛΕΞΙΟΥ Ε.

Γεωθερμική – Βιομάζα

- Γεωθερμική ενέργεια: είναι η περιεχόμενη θερμότητα στο εσωτερικό της γης
- Βιομάζα: Φυτικές ύλες, παραπροϊόντα, αστικά λύματα, απορρίμματα με βιολογική προέλευση.

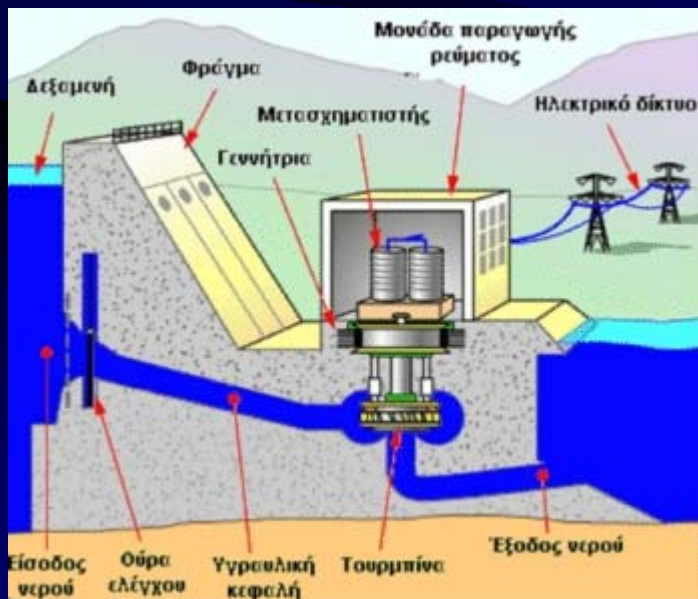


ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ - Τμήμα Ηλεκτρολογίας -
Πτυχιακή Εργασία : ΑΝΤΩΝΙΟΥ Α. – ΑΛΕΞΙΟΥ Α.



Υδροηλεκτρική Ενέργεια

- Αξιοποίηση των υδατοπτώσεων-> παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και μετασχηματισμός σε απολήψιμη μηχανική
- Υψηλοί βαθμοί απόδοσης (90% και άνω)
- Πολύ υψηλή διάρκεια ζωής (μπορεί να υπερβαίνει τα 100 έτη)
- Σε γενικές γραμμές, μικρές και μεσαίες υδροηλεκτρικές μονάδες έχουν μικρή έκταση παρεμβάσεων στο περιβάλλον



ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ - Τμήμα Ηλεκτρολογίας -
Πτυχιακή Εργασία : ΑΝΤΩΝΙΟΥ Α. – ΑΛΕΞΙΟΥ Ε.

Τεχνολογία Φωτοβολταϊκών

- Ηλιακές κυψέλες: Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε μια ημιαγωγική διάταξη δύο στρωμάτων παράγει διαφορά δυναμικού μεταξύ των στρωμάτων-> εξωτερικό κύκλωμα ->ωφέλιμο έργο
- Εφαρμοσμένη παραγωγή ηλιακών κυψελών πυριτίου (άμορφο, μονοκρυσταλλικό, πολυκρυσταλλικό) καθώς και άλλων υλικών όπως δισεληνιούχος ινδικός χαλκός και τελλουριούχο κάδμιο

Μέθοδος Παραγωγής Κυψελών

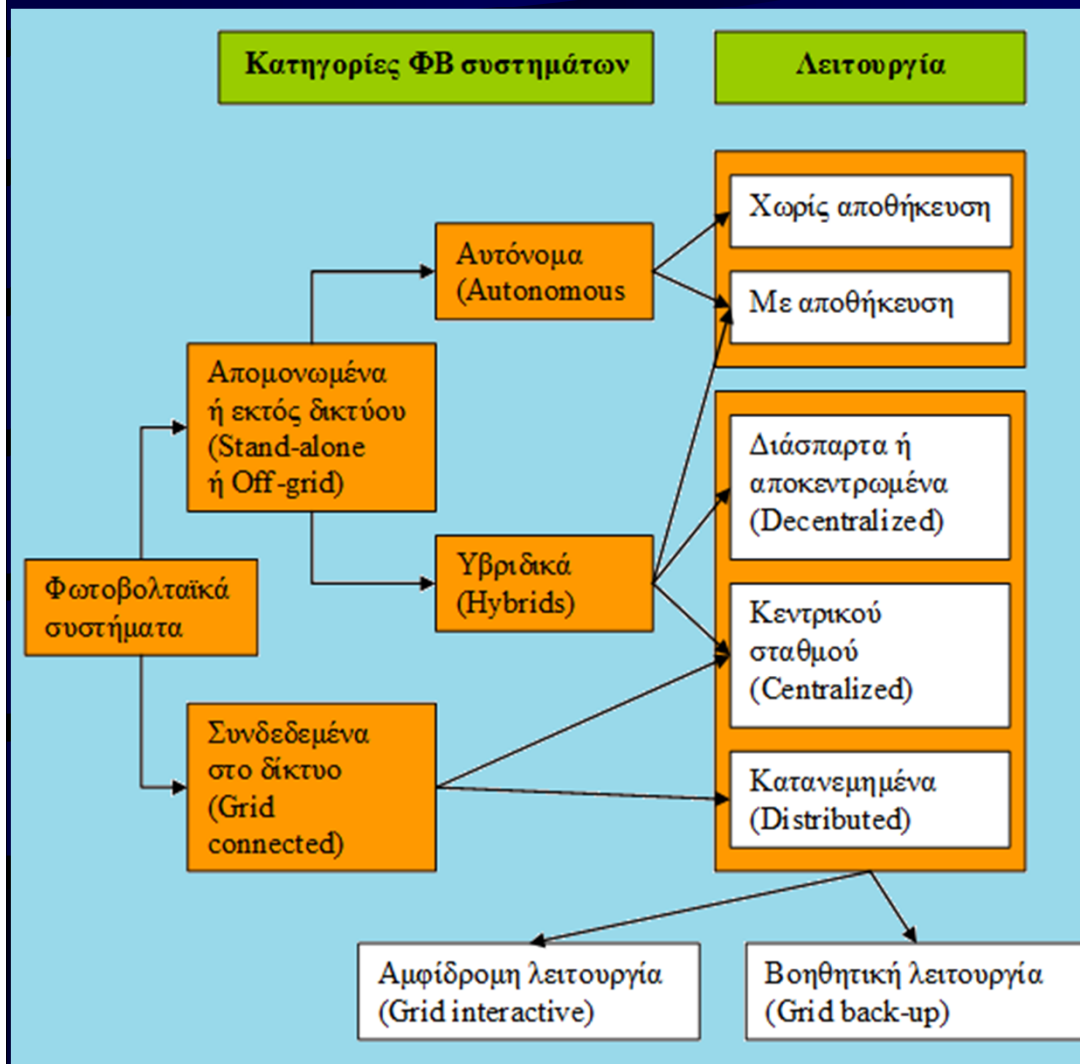
- Κυψέλες πυριτίου με χρήση μονοκρυσταλλικών ή πολυκρυσταλλικών δισκίων ή λεπτών μεμβρανών.
- Μονοκρυσταλλικά δισκία: τεμαχίζονται σε φέτες (1/3mm-1/2mm) από μια μεγάλη ράβδο θερμασμένη στους 1400°C
- Τα πολυκρυσταλλικά δισκία: κατασκευάζονται μέσω χύτευσης και ύστερα τεμαχίζονται σε δισκία.
- Μεμβράνη άμορφου πυριτίου: Παράγεται με εναπόθεση πυριτίου μέσω αέριου αντιδραστηρίου (π.χ. σιλάνιο), σε ένα υπόστρωμα γυαλιού

Μέθοδος Παραγωγής Κυψελών

- Οι υπόλοιπες τεχνολογίες λεπτής μεμβράνης περιλαμβάνουν το λεπτό πολυκρυσταλλικό πυρίτιο, τις κυψέλες δισεληνιούχου ινδικού χαλκού /θειούχου καδμίου, τελλουριούχου καδμίου /θειούχου καδμίου και αρσενιούχου γαλλίου
- Κατά την παραγωγή ηλιακών κυψελών το πυρίτιο περιέχει άτομα πρόσμιξης που εισάγονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να δημιουργηθούν 2 περιοχές p-τύπου και n-τύπου. Έτσι έχουμε μια επαφή p-n
- Κατασκευάζονται ηλεκτρικές επαφές στην εμπρόσθια και οπίσθια επιφάνεια της κυψέλης. Στην οπίσθια με δυνατότητα πλήρης κάλυψης από μέταλλο και στην εμπρόσθια με κάποια δομή πλέγματος ή λεπτών γραμμών μετάλλου

Αξιολόγηση τεχνολογιών Φ/Β πλαισίων

- Άμορφου πυριτίου: Το πιο φθηνό υλικό, πολύ χαμηλή απόδοση (5-8%), περιορισμός χρήσης σε μικρές ενεργειακές ανάγκες καθώς καταλαμβάνουν μεγάλη επιφάνεια. Τιμή από 3€ /Wp έως 4,7 €/Wp , 1KWp 10-20 m², εγγύηση 10 έτη
- Πολυκρυσταλλικού πυριτίου: Καλά χαρακτηριστικά, εφαρμογές σε μεσαίου μεγέθους απαιτήσεις ενεργειακών αναγκών, σχετικά καλή απόδοση (10-14%). Τιμή από 4€/Wp έως 5,5€/Wp, 1KWp 8-10 m² , εγγύηση έως και 25 έτη
- Μονοκρυσταλλικού πυριτίου: Ό,τι καλύτερο υπάρχει τώρα από άποψη απόδοσης(15-20%) και απόσβεσης κεφαλαίου, ιδανικό για μεγάλες απαιτήσεις ενέργειας. Από 4€ - 6.5€/Wp, 1KWp 7-8 m², εγγύηση έως και 25 έτη



Κατηγορίες Φ/Β συστημάτων

- Stand – alone ή Off grid
- Grid connected

Βασικές έννοιες οικονομικής αξιολόγησης ΑΠΕ

- Σκοπός είναι η διερεύνηση της αποδοτικότητας του επενδυτικού σχεδίου και προσδιορισμός της σχέσης απόδοσης και επενδύομένου κεφαλαίου
- Χρηματοροή
- Πληθωρισμός
- Αποσβέσεις
- Κόστος χρηματοδότησης

Κριτήρια οικονομικής αξιολόγησης μιας επένδυσης

- Η απόφαση είναι ιδιαίτερα σοβαρή και επιβάλλεται η εκτίμηση συγκεκριμένων στοιχείων
- Καθαρή παρούσα αξία NPV
- Εσωτερικό ποσοστό απόδοσης επένδυσης IRR
- Περίοδος αποπληρωμής κεφαλαίου
- Ανάλυση ευαισθησίας

Οικονομοτεχνική σύγκριση ΑΠΕ

- Α' χρηματοδοτικό σενάριο:
30% ίδια κεφάλαια, 70% δάνειο, χωρίς επιχορήγηση.
 - Β' χρηματοδοτικό σενάριο:
30% ίδια κεφάλαια, 40% δάνειο, 30% επιχορήγηση.
- Η Διάρκεια αποπληρωμής του δανείου είναι 10 έτη, το επιτόκιο δανεισμού 6%, η διάρκεια ζωής των εγκαταστάσεων 20 έτη, η διάρκεια ζωής των ηλιοθερμικών σταθμών 25 έτη, η υπολειμματική αξία είναι 35%, η φορολόγηση φτάνει στο 35%.

Εφαρμογή	Τυπικό μέγεθος μονάδας (MW)	Τιμή πώλησης (€/MWh)	επιχορήγηση 0%			επιχορήγηση 30%
			IRR	IRR, 20% προσαύξηση	IRR, 15% προσαύξηση	IRR
Αιολική ενέργεια	20	87,85	9,63%	13,29%		14,96%
Αιολική ενέργεια (ΜΔΝ)	10	99,45	16,07%	21,57%		22,86%
Μικρές Α/Γ (<50kW)	0,05	250	9,91%			15,30%
Φωτοβολταϊκά σε στέγες	0,01	550	31,23%			
Φωτοβολταϊκά	0,02	394,89	21,58%			
Φωτοβολταϊκά	0,10	394,89	27,07%			
Φωτοβολταϊκά	0,50	351,01	25,29%			
Φωτοβολταϊκά	2,00	351,01	32,22%			
Μικρά υδροηλεκτρικά	2,00	87,85	12,43	16,86%		18,42%
Ηλιοθερμικά	30	264,85	10,59%			
Ηλιοθερμικά με αποθήκευση	30	248,85	10,85%			
Γεωθερμικά χαμ. Θερμ.	2	150	10,16%	14,26%		15,60%
Γεωθερμικά υψηλ. Θερμ.	20	99,45	11,28%	15,70%		17,00%
Βιομάζα	1	200	11,59%		20,91%	17,38%
Βιομάζα	3	175	12,60%		21,48%	18,62%
Βιομάζα	10	150	13,05%		21,31%	19,17%
Βιοαέριο από ΧΥΤΑ <2MW	1	120	12,66%		17,88%	18,69%
Βιοαέριο από ΧΥΤΑ	5	99,45	13,51%		18,94%	19,73%
Βιοαέριο από οργ. Υπολείμματα	1	220	13,80%		23,05%	20,09%
Βιοαέριο από οργ. Υπολείμματα	3	200	16,08%		26,06%	22,88%

Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής σύγκρισης ΑΠΕ

Για Α' και Β'
χρηματοδοτικό σενάριο

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ - Τμήμα Ηλεκτρολογίας -
Πτυχιακή Εργασία : ΑΝΤΩΝΙΟΥ Α. – ΑΛΕΞΙΟΥ Ε.

Ανάλυση αποτελεσμάτων οικονομοτεχνικής σύγκρισης

- Μέσω του προηγούμενου πίνακα καθίσταται σαφές ότι οι επενδύσεις σε ΑΠΕ αποτελούν ιδιαίτερα ελκυστική επένδυση, ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή μη χρηματοδότησης.
- Κύριο κριτήριο το εσωτερικό ποσοστό απόδοσης επένδυσης IRR
- Σύμφωνα με τον πίνακα, η βέλτιστη επένδυση αφορά στις μη χρηματοδοτούμενες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η αναμενόμενη μείωση του κόστους του εξοπλισμού θα καταστήσει αυτές τις επενδύσεις ακόμη πιο ελκυστικές.

Ανάλυση αποτελεσμάτων οικονομοτεχνικής σύγκρισης

- Μεταξύ των επιδοτούμενων επενδύσεων, δελεαστικές είναι οι επενδύσεις σε εγκαταστάσεις βιοαερίου οργανικών υπολειμάτων μεγάλης κλίμακας και τα αιολικά συστήματα μεγάλης κλίμακας σε μη διασυνδεδεμένα νησιά
- Από τις μη επιδοτούμενες επενδύσεις, επίσης τα αιολικά συστήματα μεγάλης κλίμακας σε μη διασυνδεδεμένα νησιά αποτελούν μια ελκυστική επένδυση
- Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν επίσης υψηλό ποσοστό απόδοσης, αλλά είναι αβέβαια μακροπρόθεσμα, λόγω κλιματικών αλλαγών και δυστοκίας αδειοδότησης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ

ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΑΠΟΛΛΩΝ – ΑΛΕΞΙΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ - Τμήμα Ηλεκτρολογίας -
Πτυχιακή Εργασία : ΑΝΤΩΝΙΟΥ Α. – ΑΛΕΞΙΟΥ Ε.