

## **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: Προοπτικές.**

Δρ. Η/Μ Ευάγγελος Τσιμπλοστεφανάκης, Καθηγητής Δρ. Η/Μ Αθανάσιος Σαφάκας

Εργαστήριο Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών  
Πανεπιστήμιο Πατρών  
Τηλ. (2610) 997351-6, fax: 997362  
e-mail: a.n.safacas@ee.upatras.gr

### **1.ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην εργασία αυτή εξετάζεται η συνεισφορά της δημόσιας χρηματοδότησης διαφόρων παρεμβάσεων με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) λαμβάνοντας υπόψη ιδιαίτερα τις μεταβολές στις τιμές των τελευταίων ετών κύρια στα ΦΒ συστήματα και την αποδοτικότητα των επενδύσεων, οι οποίες καθορίζονται από Δείκτες οικονομικής αποδοτικότητας όπως ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ), η καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης και τα ποσοστά κερδοφορίας. Επίσης θα γίνει συγκριτική κατάταξη ανά κατηγορία τεχνολογικών παρεμβάσεων με σενάρια πενταετίας. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας που διερευνώνται είναι: η υδροηλεκτρική ενέργεια, η αιολική ενέργεια και η ηλιακή ενέργεια. Η αξία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα σημαντική τόσο από περιβαλλοντικής άποψης όσο και από την αναγκαιότητα ευσταθούς λειτουργίας του δικτύου.

## 1. ΓΕΝΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Ο 21ος αιώνας θα είναι ο αιώνας των ανανεώσιμων ενεργειών – των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εκτιμάται ότι θα διαδραματίσουν ένα συνεχώς αυξανόμενο ρόλο τις επόμενες δεκαετίες.

Επιπλέον σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες σημαντική είναι η συνεισφορά τους στη δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης και στην ανάπτυξη τοπικού οικονομικού δυναμικού προστιθέμενης αξίας.

Η δυνατότητα αξιοποίησής τους θα εξαρτηθεί τόσο από τη δυνατότητα μείωσης των αντικινήτρων (αδειοδοτήσεις, κ.λπ) αλλά και από τη σταθερότητα στο φορολογικό και επενδυτικό πλαίσιο, το οποίο θα πρέπει να μην κινείται στα δύο άκρα, ήτοι είτε στην άκριτη παροχή κινήτρων είτε στην απαξίωσή τους, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την κατάρρευση οποιουδήποτε ορθολογικού σχεδιασμού.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι απαιτήσεις εγκατάστασης Α.Π.Ε. για την επίτευξη του στόχου το 2010 [1].

	Απαιτήσεις σε Εγκατεστημένη ισχύς το 2010 σε MW	Παραγωγή ενέργειας το 2010 σε δις kWh	Ποσοστιαία συμμετοχή ανά τύπο ΑΠΕ το 2010
Αιολικά πάρκα	3.648	7,67	10,67
Μικρά υδροηλεκτρικά	364	1,09	1,52
Μεγάλα υδροηλεκτρικά	3.325	4,58	6,37
Βιομάζα	103	0,81	1,13
Γεωθερμία	12	0,10	0,14
Φωτοβολταϊκά	200	0,20	0,28
<b>Σύνολα</b>	<b>7.652</b>	<b>14,45</b>	<b>20,10</b>

Πίνακας 1. Απαιτήσεις εγκατάστασης ΑΠΕ για επίτευξη στόχου 2010 [1]

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς συστημάτων ΑΠΕ σε MW (Δεκέμβριος 2007 – Ιανουάριος 2008) [1].

<b>Περιφέρεια</b>	<b>Μεγάλα υδροηλεκτρικά</b>	<b>Αιολικά</b>	<b>Μικρά υδρο- ηλεκτρικά</b>	<b>Φωτοβολταϊκά</b>	<b>Βιομάζα</b>	<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>
<b>Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης</b>	500,00	196,67	2,97	0,00	0,00	<b>699,64</b>
<b>Αττικής</b>	0,00	3,11	0,99	0,10	29,63	<b>33,83</b>
<b>Βορείου Αιγαίου</b>	0,00	29,90	0,00	0,00	0,00	<b>29,90</b>
<b>Δυτικής Ελλάδος</b>	907,20	58,15	24,31	0,00	0,00	<b>989,66</b>
<b>Δυτικής Μακεδονίας</b>	375,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>375,00</b>
<b>Κεντρικής Μακεδονίας</b>	492,00	17,00	34,00	0,40	8,38	<b>551,78</b>
<b>Ηπείρου</b>	543,60	0,00	45,75	0,00	0,00	<b>589,35</b>
<b>Ιονίων Νήσων</b>	0,00	40,20	0,00	0,00	0,00	<b>40,20</b>
<b>Θεσσαλίας</b>	130,00	17,00	11,43	0,00	0,35	<b>158,78</b>
<b>Κρήτης</b>	0,00	129,50	1,00	0,80	0,36	<b>131,66</b>
<b>Νοτίου Αιγαίου</b>	0,00	37,56	0,00	0,00	0,00	<b>37,56</b>
<b>Πελοποννήσου</b>	70,00	119,80	2,00	0,00	0,00	<b>191,80</b>
<b>Στερεάς Ελλάδος</b>	0,00	204,30	24,62	0,00	0,00	<b>228,92</b>
<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>	<b>3.017,80</b>	<b>853,19</b>	<b>147,07</b>	<b>1,30*</b>	<b>38,72</b>	<b>4.058,08</b>

Πίνακας 2: Εγκατεστημένη ισχύς συστημάτων ΑΠΕ σε MW έως 12/2007–1/2008 [1]

## 2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Α.Π.Ε.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που διερευνώνται στην παρούσα εργασία είναι:

**Α. Υδροηλεκτρική ενέργεια,**

**Β. Αιολική ενέργεια και**

**Γ. Ηλιακή ενέργεια.**

Για τον υπολογισμό του κόστους, η οποία έγινε λαμβάνοντας υπόψη τις υφιστάμενες τιμές εγκατάστασης και λειτουργίας αντίστοιχων επενδυτικών σχεδίων καθώς και τον τρόπο υπολογισμού των οικονομικών δεικτών σύμφωνα με τα δεδομένα του αναπτυξιακού νόμου (Ν. 3299/04 και 3522/06), ελήφθησαν υπόψη το κόστος εγκατάστασης και το λειτουργικό κόστος είτε το σταθερό είτε το μεταβλητό.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές πώλησης ανά μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας των κύριων ανανεώσιμων πηγών στη χώρα μας.

ΤΥΠΟΣ	ΠΩΛΗΣΗ € / kWh (ΕΤΟΣ 2006)	ΠΩΛΗΣΗ €/ kWh (ΕΤΟΣ 2010 – στοιχεία ΡΑΕ)
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	0,073	0,08785
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	0,45 ή 0,4	0,40714
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	0,073	0,08785

Πίνακας 3: Τιμές πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.

Για τις ανάγκες της αξιολόγησης ως τυπικές τιμές εγκατάστασης και θέσης σε λειτουργία των σταθμών παραγωγής από ηλεκτρική ενέργεια τέθηκαν οι κάτωθι:

ΤΥΠΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Χιλ. €/ kW (ΕΤΟΣ 2006)	ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Χιλ. €/ kW (ΕΤΟΣ 2010)
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	1000	1150
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	6300	3600
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	1200	1350

Πίνακας 4: Κόστος κατασκευής / kW

Όσον αφορά το χρηματοδοτικό σχήμα της επένδυσης, τούτο θεωρήθηκε κοινό, ήτοι:

**25% ίδια κεφάλαια,**

**50% δημόσια δαπάνη για ΑΙΟ και ΥΗΣ και**

**40% για ΦΒ**

**25% μεσομακροπρόθεσμος δανεισμός για επενδύσεις στα ΑΙΟ και ΥΗΣ και**

**35% για τα ΦΒ αντίστοιχα.**

ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΑΙΟΛΙΚΗ	ΗΛΙΑΚΗ	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ
<b>ΚΟΣΤΟΣ</b> χιλ. €/ MW	<b>1.150,000</b>	<b>3.600,000</b>	<b>1.350,000</b>
ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ χιλ. €	287,500	900,000	337,500
ΔΗΜΟΣΙΑ ΔΑΠΑΝΗ χιλ. €	575,000	1.440,000	675,000
ΜΕΣΟΜΑΚΡΟ- ΠΡΟΘΕΣΜΟΣ ΔΑΝΕΙΣΜΟΣ χιλ €	287,500	1.260,000	337,500

Πίνακας 5: Βασικό χρηματοδοτικό σχήμα επενδύσεων.

Τέλος, όσον αφορά την τιμή πώλησης θεωρήθηκε ετήσια αύξηση στο 80% του ετήσιου πληθωρισμού, που λήφθηκε σταθερός και ίσος με 3% ετησίως και θεωρείται σταθερός και μετά την πενταετία.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

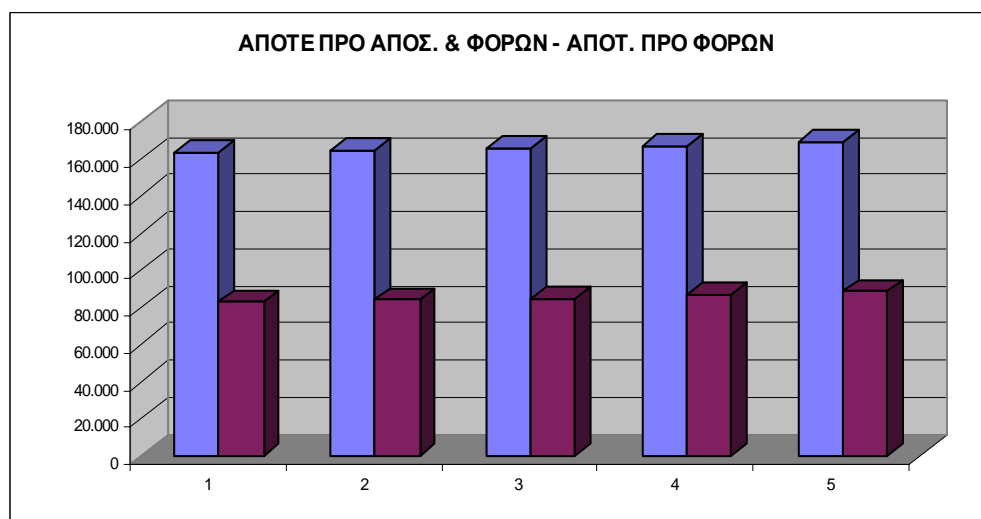
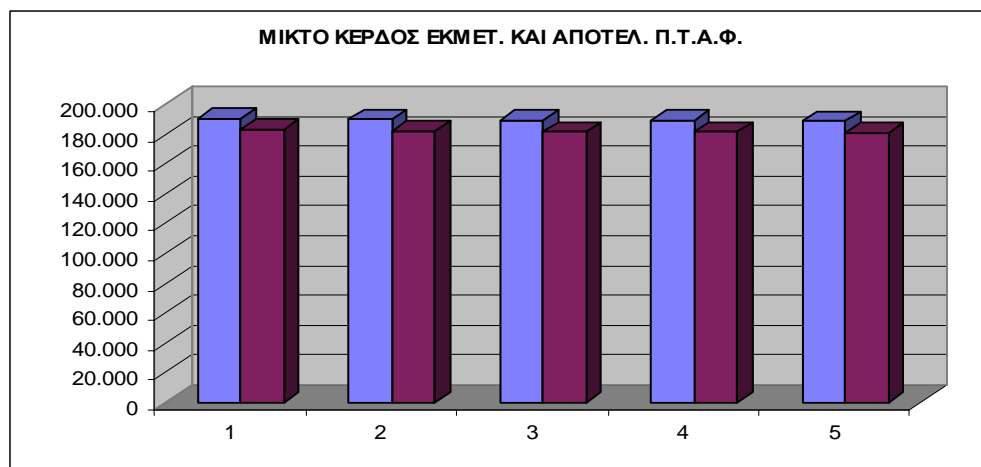
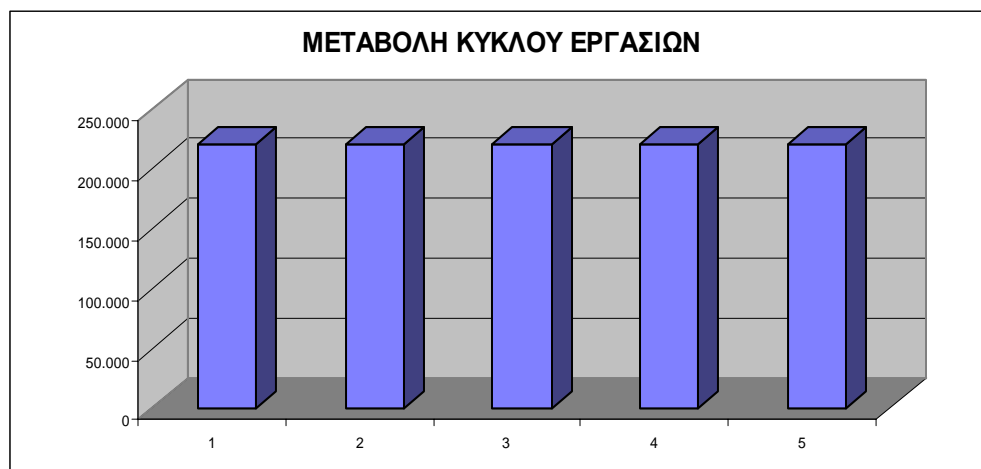
Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται συνοπτικά και ανά κατηγορία επένδυσης, τα ετήσια έσοδα, τα καθαρά και μικτά κέρδη και τα κέρδη προ φόρων και τα κέρδη προ αποσβέσεων.

Επίσης παρουσιάζονται συνοπτικά γραφήματα στα οποία παρουσιάζονται μέρος από τα αξιολογηθέντα σενάρια.

Τα γραφήματα αυτά βασίζονται στα στοιχεία που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο και ως **Π.Α.Φ.** θεωρούνται τα αποτελέσματα προ αποσβέσεων και φόρων, ως **καθαρά αποτελέσματα** τα αποτελέσματα μετά φόρων, ως **ΑΠΟΤ. Π. Φ.** τα αποτελέσματα προ φόρων και ως **Κ. Ε.** ο κύκλος εργασιών.

Επίσης ως **I.R.R.** θεωρείται ο συντελεστής εσωτερικής απόδοσης της επένδυσης και ως **N.P.V.** η καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης.

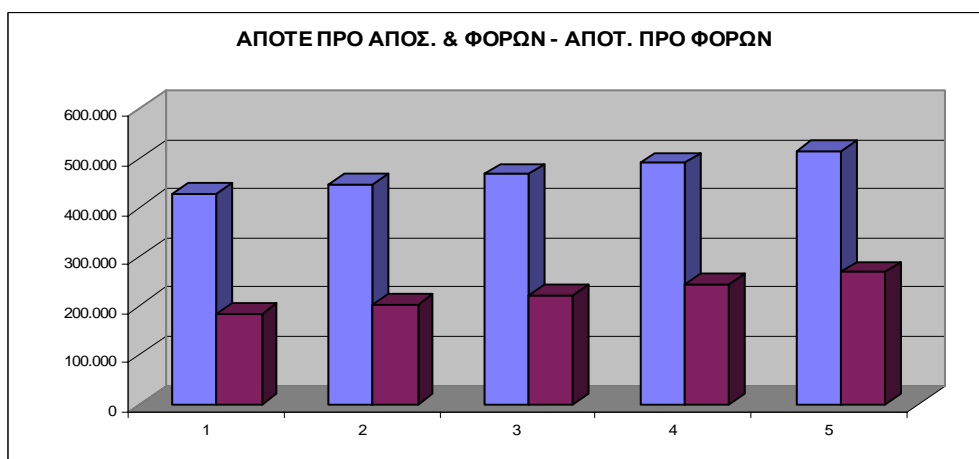
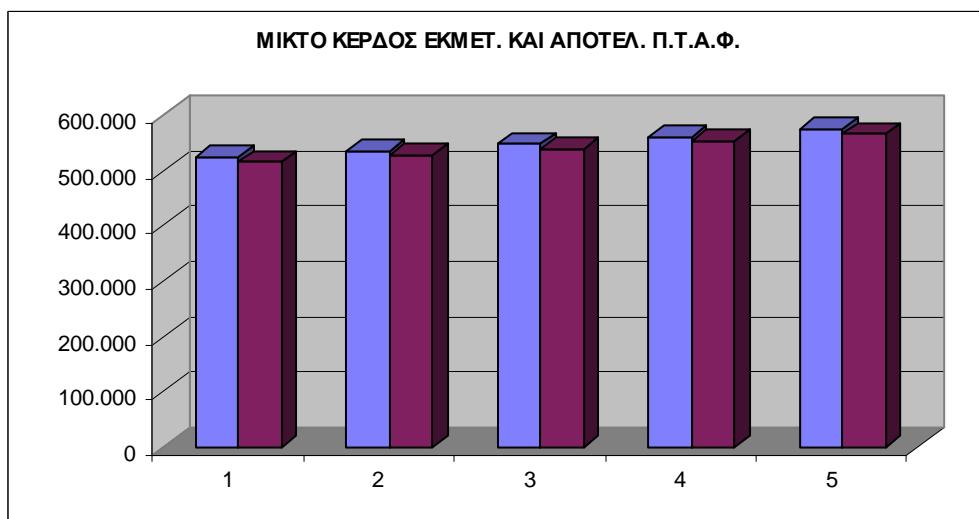
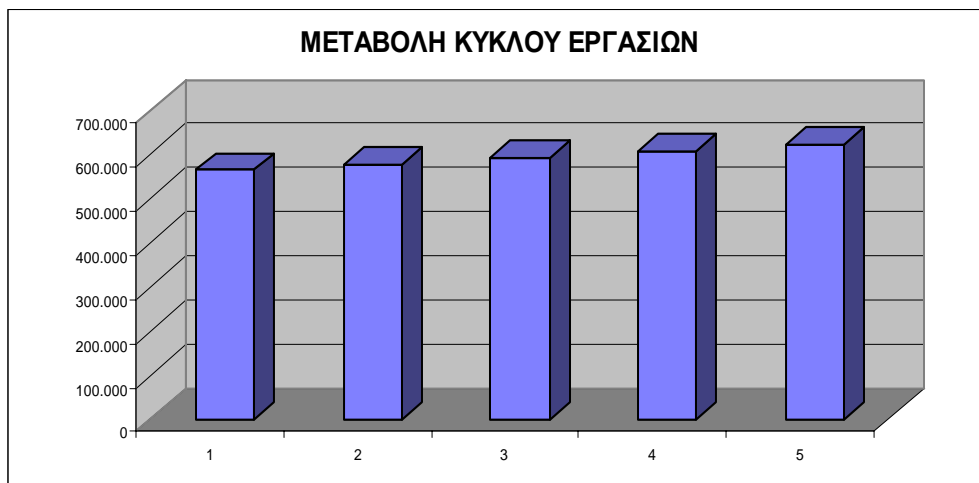
## Α. ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 1 MW (αποτελέσματα πενταετίας μετά την επένδυση)



ΠΑΦ/Κ.Ε.	74,3%	74,7%	75,2%	76,0%	76,8%
ΚΑΘΑΡΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ / Κ.Ε.	28,25%	28,57%	28,93%	29,50%	30,12%
ΑΠΟΤ Π.Φ. / Κ.Ε.	37,7%	38,1%	38,6%	39,3%	40,2%
ΚΟΣΤΟΣ ΠΩΛΗΘ / Κ.Ε.	13,20%	13,55%	13,91%	14,03%	14,16%

Γράφημα 1: Παρουσίαση βασικών αποτελεσμάτων σε αιολικό πάρκο 1 MW

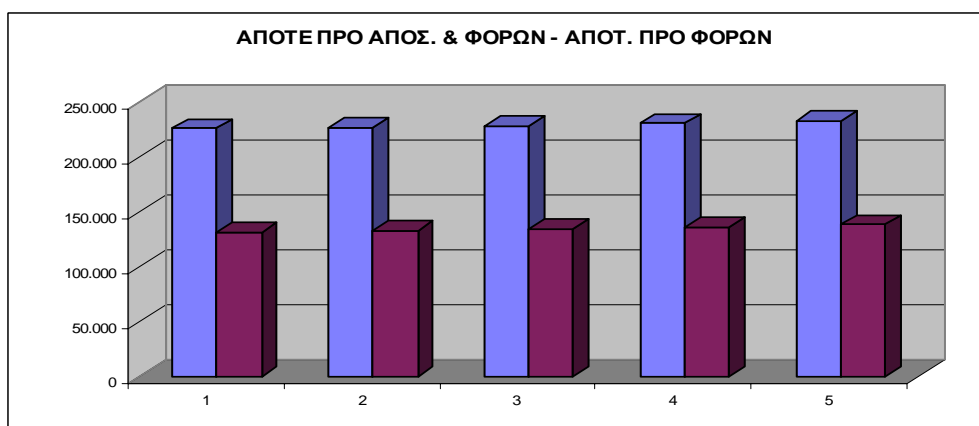
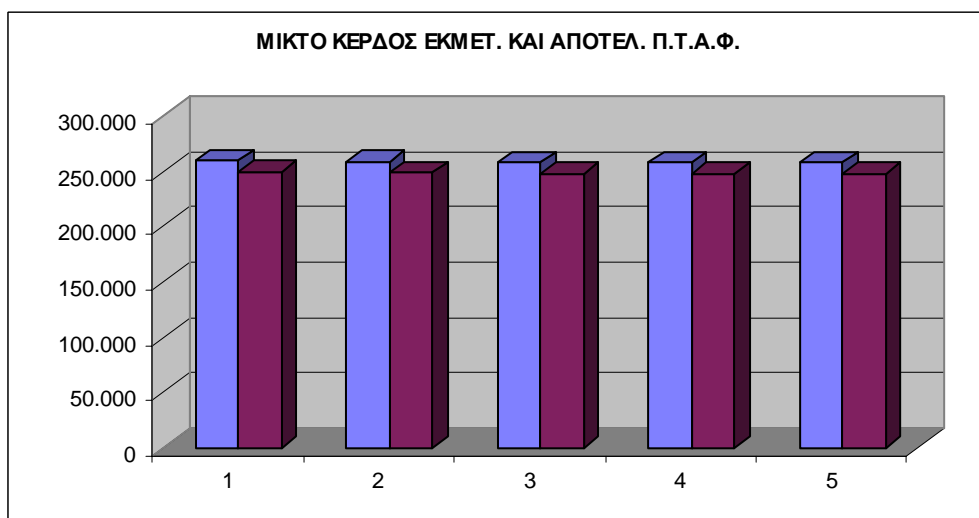
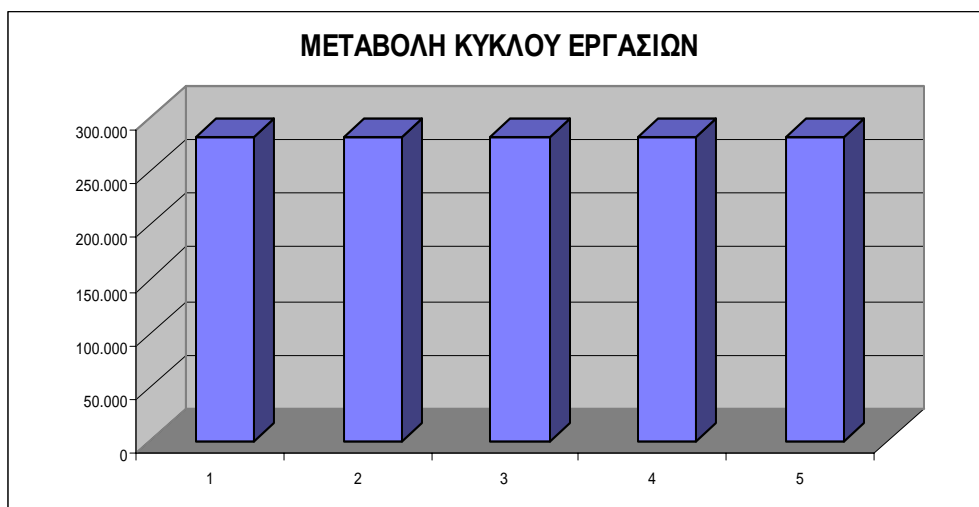
## Β. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΠΑΡΚΟ 1 MW (αποτελέσματα πενταετίας μετά την επένδυση)



ΠΑΦ/Κ.Ε.	76,3%	77,7%	79,2%	80,9%	82,7%
ΚΑΘΑΡΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ / Κ.Ε.	24,53%	26,40%	28,26%	30,33%	32,40%
ΑΠΟΤ Π.Φ. / Κ.Ε.	32,7%	35,2%	37,7%	40,4%	43,2%
ΚΟΣΤΟΣ ΠΩΛΗΘ / Κ.Ε.	6,80%	7,06%	7,29%	7,25%	7,21%

Γράφημα 2: Παρουσίαση βασικών αποτελεσμάτων σε ΦΒ πάρκο 1 MW

**Γ. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ 1 MW (αποτελέσματα πενταετίας μετά την επένδυση)**



ΠΑΦ/Κ.Ε.	80,4%	80,8%	81,4%	82,1%	83,0%
ΚΑΘΑΡΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ / Κ.Ε.	35,00%	35,35%	35,74%	36,32%	36,95%
ΑΠΟΤ Π.Φ. / Κ.Ε.	46,7%	47,1%	47,6%	48,4%	49,3%
ΚΟΣΤΟΣ ΠΩΛΗΘ / Κ.Ε.	7,89%	8,14%	8,39%	8,42%	8,46%

Γράφημα 3: Παρουσίαση βασικών αποτελεσμάτων σε ΥΗΣ 1 MW



#### 4. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

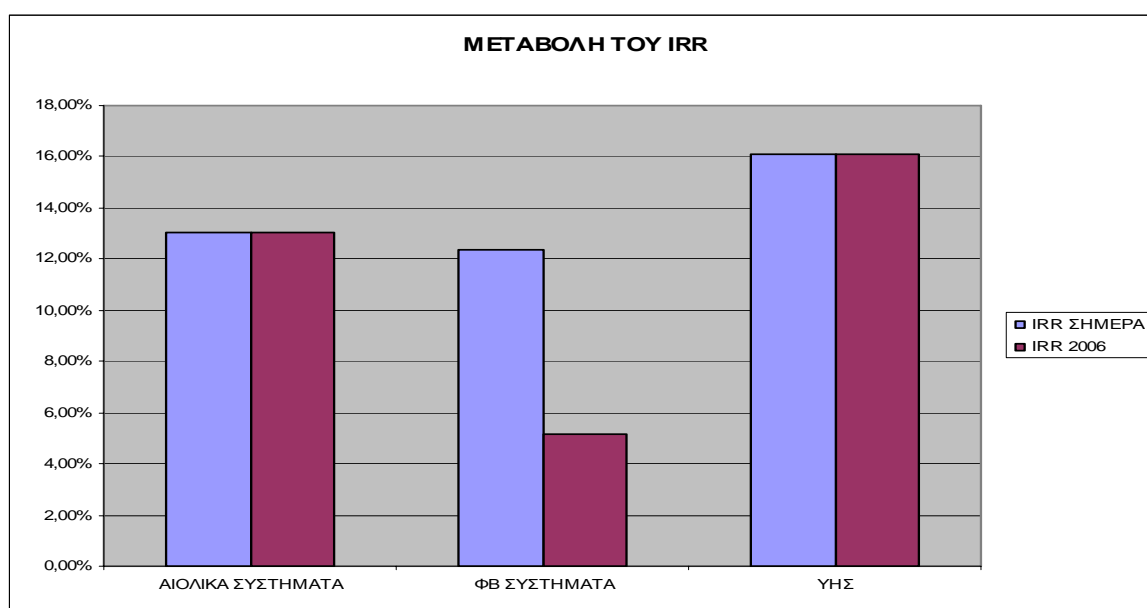
Βασικό κριτήριο για την αποδοχή της σκοπιμότητας του εκάστου από τα εξεταζόμενα επενδυτικά σχέδια αποτελεί ο υπολογισμός του Συντελεστή Εσωτερικής Απόδοσης (IRR) ο οποίος υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα προ τόκων αποσβέσεων και φόρων.

Ο Συντελεστής Εσωτερικής Απόδοσης υπολογίζεται ως το προεξοφλητικό επιτόκιο με τη χρήση του οποίου, για την προεξόφληση όλων των χρηματοροών του προγράμματος, μηδενίζεται η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης (NPV).

Το κριτήριο, λοιπόν, που παρέχει η παραπάνω μέθοδος είναι η αποδοχή ενός επενδυτικού σχεδίου, όταν αυτό εμφανίζει εσωτερικό συντελεστή απόδοσης μεγαλύτερο από την ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση που ορίζει ο επενδυτής.

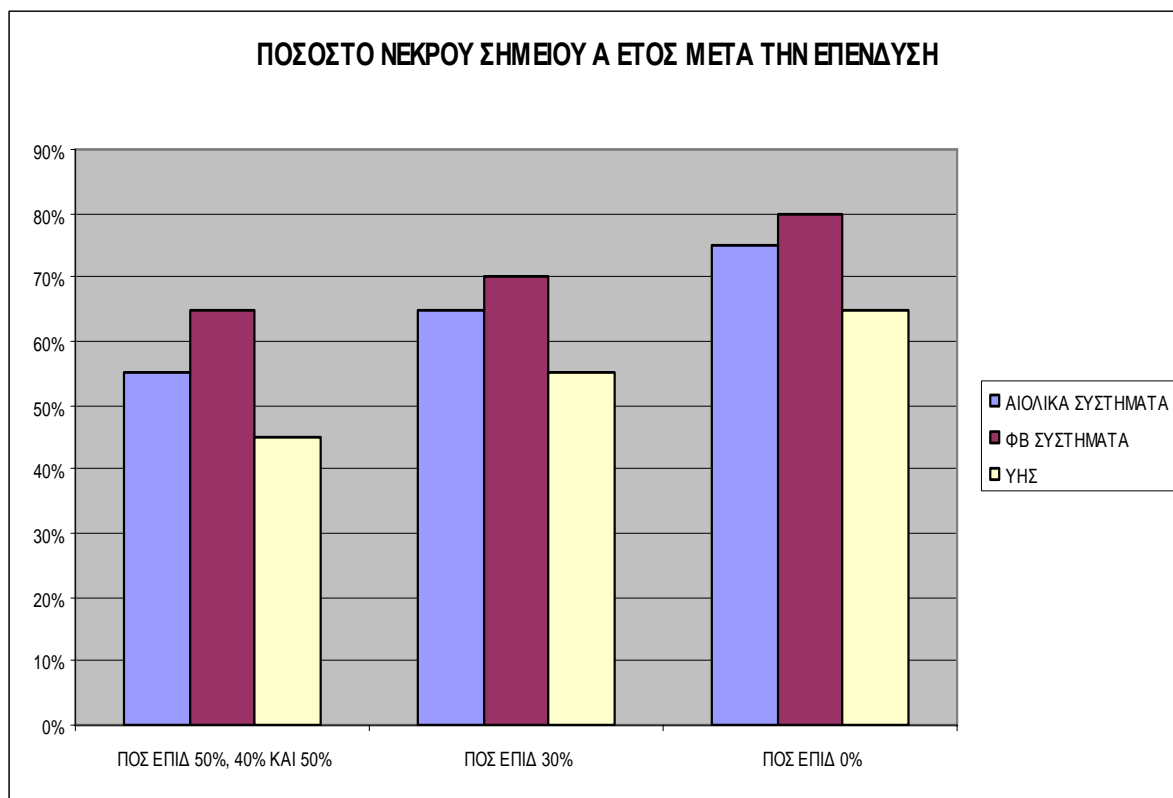
ΤΥΠΟΣ ΑΠΕ	IRR	NPV (ΧΙΛ. €)	ΝΕΚΡΟ ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΘΑΡΑ ΚΕΡΑΗ
ΑΙΟΛΙΚΗ	13,05%	166,960	55%	35,70%
ΗΛΙΑΚΗ (σήμερα)	12,38%	412,598	65%	32,70%
ΗΛΙΑΚΗ (έτος 2006)	5,15%	-1292312	65%	-3,7%
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	16,08%	395,662	45%	46,70%

Πίνακας 4: Οικονομικοί δείκτες επενδύσεων Α.Π.Ε. σύμφωνα με τα βασικά ποσοστά επιδότησης όπως κατά μέσα όρο ίσχυαν τα τελευταία έτη στον αναπτυξιακό νόμο της χώρας (Ν. 3299/04 και 3522/06) και για τα βασικά κόστη επένδυσης.



Γράφημα 4: Οικονομικοί δείκτες επενδύσεων Α.Π.Ε. σύμφωνα με τα βασικά ποσοστά επιδότησης όπως κατά μέσα όρο ίσχυαν τα τελευταία έτη στον αναπτυξιακό νόμο της χώρας (Ν. 3299/04 και 3522/06) και για τα βασικά κόστη επένδυσης.

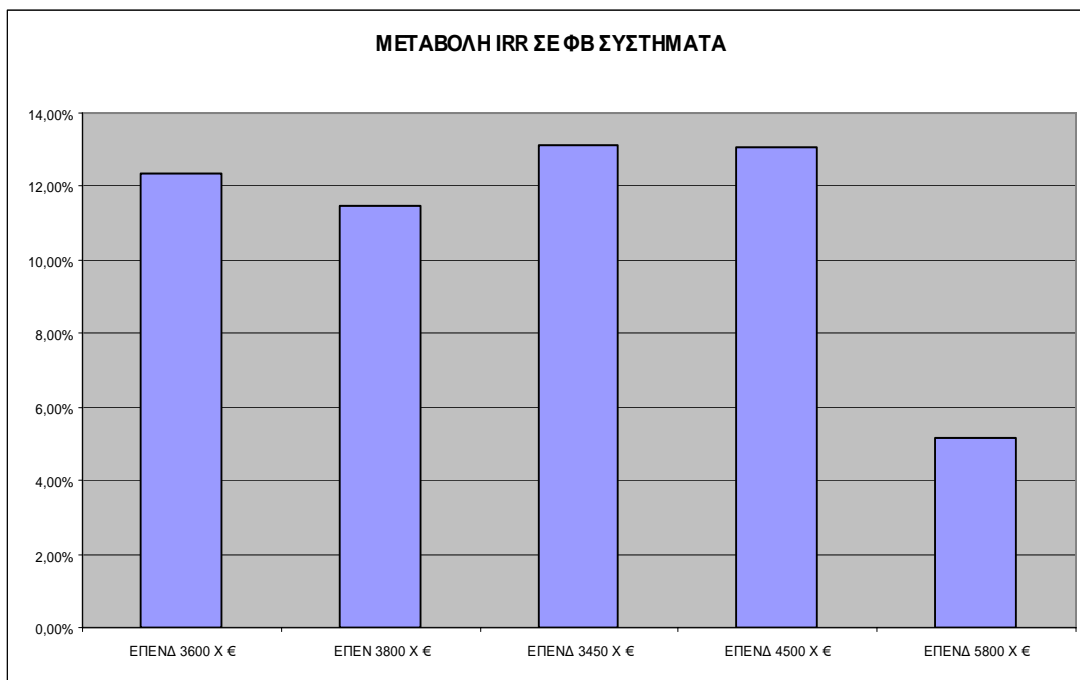
Εκτός αυτών, μεγέθη όπως το νεκρό σημείο, τα καθαρά κέρδη προ φόρων και τα καθαρά κέρδη προ αποσβέσεων και φόρων αποτελούν παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη αξιολόγηση μιας επένδυσης σε Α.Π.Ε..



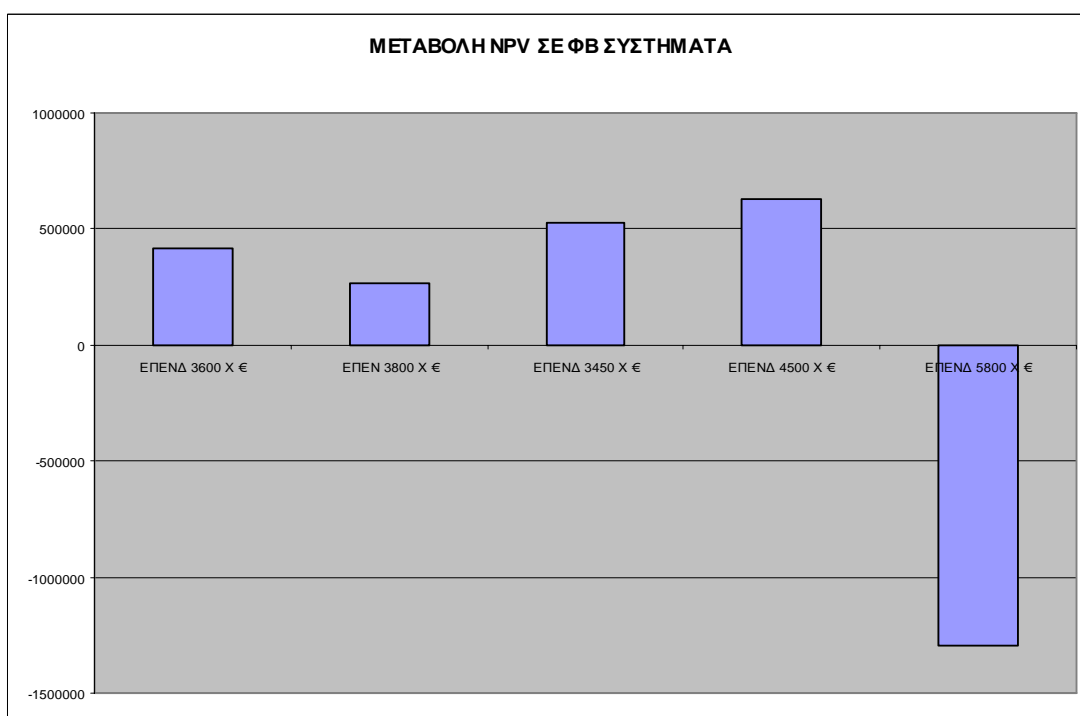
Γράφημα 5: Νεκρό σημείο για το α' έτος μετά την επένδυση για τρία είδη ΑΠΕ και για διαφορετικά ποσοστά δημόσιας δαπάνης

Τέλος επισημαίνεται ότι ουσιαστικές διαφοροποιήσεις την τελευταία τριετία (2007 – 2009) προκύπτουν αποκλειστικά στον τομέα των παρεμβάσεων των ΦΒ συστημάτων και όχι στις λοιπές παρεμβάσεις τεχνολογιών Α.Π.Ε. και οφείλονται αποκλειστικά στη ραγδαία μείωση των τιμών αγοράς και εγκατάστασης των ΦΒ πάρκων, όπως προκύπτει από τις συνήθεις προσφερόμενες τιμές των προμηθευτών φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Στα επόμενα γραφήματα παρουσιάζονται στοιχεία οικονομικών δεικτών σε βάθος τριετίας για τα ΦΒ συστήματα και για διάφορα εναλλακτικά σενάρια (διαφορετικά κόστη ΦΒ πάρκων ως αποτέλεσμα της ποιότητάς τους ή και της δυνατότητας επιλογής τεχνικών διατάξεων για τη σταθερή ή μεταβλητή κλίση τους).



Γράφημα 6: Μεταβολή του IRR για εγκαταστάσεις ΦΒ συστημάτων για διαφορετικά κόσθη επενδυτικών σχεδίων



Γράφημα 7: Μεταβολή του NPV για εγκαταστάσεις ΦΒ συστημάτων για διαφορετικά κόσθη επενδυτικών σχεδίων

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα προαναφερόμενα καθίσταται προφανές ότι, η σειρά κατάταξης των Α.Π.Ε. ως προς την οικονομική τους αποδοτικότητα σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχει ως ακολούθως:

Α. Υδροηλεκτρική ενέργεια, Β. Αιολική ενέργεια και Γ. Ηλιακή ενέργεια.

Όμως θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οριακή είναι πλέον η διαφορά μεταξύ των επενδύσεων σε ΦΒ συστήματα και στα αιολικά πάρκα συγκριτικά προς τις μεγάλες διαφοροποιήσεις στην οικονομική αποδοτικότητα αντίστοιχων επενδύσεων πριν τρία έτη.

Η κατάταξη αυτή, προφανώς, αποτελεί ένα βασικό εργαλείο για τη λήψη των αποφάσεων σχετικά με τις επενδύσεις στον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς μια προγραμματισμένη σε βάθος χρόνου πολιτική ανάπτυξης των Α.Π.Ε. θα πρέπει να λάβει υπόψη της την προοπτική των τιμών εγκατάστασης και συντήρησης των συστημάτων Α.Π.Ε., τη συνεισφορά τους στη μείωση των ρύπων ανά ποσό Δημόσιας Δαπάνης [5] αλλά και τη συνεισφορά τους στη λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου της χώρας.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] 4<sup>rd</sup> National Report - REGARDING THE PENETRATION LEVEL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES UP TO THE YEAR 2010 (ARTICLE 3 OF DIRECTIVE 2001/77/EC), HELLENIC REPUBLIC MINISTRY OF DEVELOPMENT DIRECTORATE GENERAL FOR ENERGY RENEWABLE ENERGY SOURCES AND ENERGY SAVING DIRECTORATE, 2007

[2] «Key World Energy Statistics», 2004, IEA.

[3]. Molly k.Macauley, Jih-Shyang Shih, Emily Aronow, David Austin, Tom Bath and Joel Darmstadter : «Measuring the Contribution to the Economy of Investments in Renewable Energy: Estimates of Future Consumer Gains, Resources for the future», 2002, <http://www.rff.org>.

[4] J.I.Vargas, «The Technological Prospective: Prediction with a simple mathematical modeling», Economy and Energy Periodical, <http://ecen.com>, No 45, August-September 2006.

[5] Γ. Καββαδίας, Ε. Τσιμπλοστεφανάκης, Α. Σαφάκας: ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, Πρακτικά Συνεδρίου ΠΣΔΜΗ – 2005.

[6]. Σχέδιο Έκθεσης της Ε.Ε., 2004/2153 (INI) – Προσωρινό, 2005.