



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ – ΟΛΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ (ΕΜΠΣ.ΔΕ-ΔΟΠ)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ

ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΟΛΕΜΙΚΗΣ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΓΕΩΡΓΑΚΕΛΛΟΣ

ΞΥΝΟΓΑΛΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΤΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ (mde-op 1532)

ΑΠΟΦΟΙΤΟΣ ΣΧΟΛΗΣ ΙΚΑΡΩΝ (ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ)

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2017

Παράρτημα Β: Βεβαίωση Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ – ΟΛΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ (MBA TQM International)

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

(περιλαμβάνεται ως ξεχωριστή (δεύτερη) σελίδα στο σώμα της διπλωματικής εργασίας)

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα με Διεθνή Προσανατολισμό : MBA TQM International» με τίτλο «Εναλλακτικές μορφές ενέργειας και εφαρμογή τους σε εγκαταστάσεις της Πολεμικής Αεροπορίας» έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Όνοματεπώνυμο

Eudoxios Fyroyalidis

Ημερομηνία

24 / 7 / 2017

Η παρούσα εργασία έγινε για εκπαιδευτικούς σκοπούς και ορισμένα από τα στοιχεία που περιέχει ενδέχεται να μην είναι απολύτως ακριβή.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε με σκοπό τη διερεύνηση της δυνατότητας κάλυψης των αναγκών σε ενέργεια ενός εργοστασίου της Πολεμικής Αεροπορίας με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).

Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται μία συνοπτική παρουσίαση της εγκατεστημένης ισχύος και της παραγόμενης ενέργειας των κυριότερων ειδών ΑΠΕ σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και εγχώριο επίπεδο.

Στο 2^ο κεφάλαιο αναλύεται το διεθνές και ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο καθώς και το εθνικό νομικό πλαίσιο που διέπει τη χρήση και εφαρμογή των ΑΠΕ.

Στο 3^ο κεφάλαιο εκτελείται βιβλιογραφική ανασκόπηση της ενεργειακής ασφάλειας, η οποία σε συνδυασμό με την ανεξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας και τη συμμόρφωση με το διεθνές και εγχώριο κανονιστικό πλαίσιο, αποτελεί την κυριότερη αιτία στροφής των Ενόπλων Δυνάμεων παγκοσμίως προς τις ΑΠΕ. Επίσης, γίνεται αναφορά στη σημασία που δίνουν οι ΕΔ των ΗΠΑ, των χωρών του ΝΑΤΟ και της Ελλάδας στην κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από ΑΠΕ.

Τέλος το 4^ο κεφάλαιο αφορά τη μελέτη περίπτωσης εφαρμογής ΑΠΕ σε ένα εργοστάσιο της Ελληνικής Πολεμικής Αεροπορίας. Πιο συγκεκριμένα στο πρώτο μέρος μελετάται η εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των απαιτήσεων ηλεκτρικής ενέργειας και στη συνέχεια εξετάζεται η εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας για την κάλυψη των αναγκών ψύξης και θέρμανσης του εργοστασίου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πίνακας περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ –ΕΙΔΗ ΑΠΕ	1
Εισαγωγή	1
1.1 Υδροηλεκτρική ενέργεια	2
1.2. Αιολική ενέργεια.....	5
1.3 Ηλιακή ενέργεια.....	10
1.4. Βιομάζα.....	14
1.5 Γεωθερμία.....	16
1.6 Ενέργεια ωκεανών	20
1.7 Συμπέρασμα.....	21
Βιβλιογραφία 1ου Κεφαλαίου	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΠΕ	26
Εισαγωγή	26
2.1 Διεθνές και Ευρωπαϊκό Θεσμικό πλαίσιο ΑΠΕ	26
2.1.1 Διεθνές Θεσμικό Πλαίσιο	26
2.1.2 Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο	27
2.1.3 Εθνικό Νομικό Πλαίσιο	28
2.2 Νομικό Πλαίσιο ΑΠΕ στις Ένοπλες Δυνάμεις (ΕΔ)	37
2.2.1 Πρόγραμμα «LIFE»	38
Βιβλιογραφία 2 ^{ου} Κεφαλαίου.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	43
Εισαγωγή	43
3.1 Εννοιολογική προσέγγιση της ενεργειακής ασφάλειας.....	43
3.2 Η ενεργειακή ασφάλεια και οι ΕΔ των ΗΠΑ	47
3.3 Η ενεργειακή ασφάλεια στην ΕΕ.....	48
3.4 Η ενεργειακή ασφάλεια στο ΝΑΤΟ	49
3.5 Ενέργεια και ΥΠΕΘΑ.....	49
3.6 Ενεργεία και Πολεμική Αεροπορία	50
3.7 Αλλαγές στο σύγχρονο πεδίο της μάχης.....	53
Βιβλιογραφία 3 ^{ου} Κεφαλαίου.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ	
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ Π.Α.	57
Εισαγωγή	57
4.1 Εφαρμογή ΑΠΕ σε εργοστάσιο της Π.Α.	58
4.2 Εγκατάσταση φ/β συστήματος	63
4.2.1 Χρηματοοικονομικά στοιχεία εγκατάστασης φ/β συστήματος	73
4.2.2 Χρηματοοικονομική αξιολόγηση εγκατάστασης φ/β συστήματος.....	78
4.3 Εγκατάσταση αντλίας θερμότητας	84
4.3.1 Χρηματοοικονομικά στοιχεία εγκατάστασης αντλίας θερμότητας	86
4.3.2 Χρηματοοικονομική αξιολόγηση εγκατάστασης αντλίας θερμότητας.....	89
Βιβλιογραφία	93
Παραρτήματα.....	97
Παράρτημα Α: «Μνημόνιο Συνεργασίας ΥΠΕΚΑ και ΥΠΕΘΑ»	97
Παράρτημα Β: Τεχνικές προδιαγραφές τετρασωλήνιας αντλίας θερμότητας.....	101

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τον επιβλέποντα της παρούσης εργασίας καθηγητή κ. Δημήτριο Γεωργακέλο για τη βοήθεια, τις κατευθύνσεις και το βιβλιογραφικό υλικό που μου παρείχε, καθώς και το χρόνο που αφιέρωσε για την παρούσα διπλωματική εργασία. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα για τις γνώσεις και τις εμπειρίες που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους μου για τη συνδρομή τους με την παροχή στοιχείων για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία και κατηγορία παραγωγού σε MW.	31
Πίνακας 2: Περιβαλλοντικές Μελέτες Π.Α.	52
Πίνακας 3: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στρατοπέδου σε kWh.....	58
Πίνακας 4: Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης εργοστασίου σε lt.....	59
Πίνακας 5: Τεχνικές μείωσης θερμικών φορτίων κατά την θερινή περίοδο.	62
Πίνακας 6: Σύγκριση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από σταθερό και από κινούμενο σύστημα 2 αξόνων ονομαστικής ισχύος 1 kWp στην περιοχή ενδιαφέροντος, ανά μήνα , ανά ημέρα και συνολική ετήσια παραγωγή σε kWh.	67
Πίνακας 7: Ετήσια παραγωγή ενέργειας ανά τεχνολογία φ/β συλλέκτη σε kWh για σταθερό σύστημα ονομαστικής ισχύος 1 kWp με κλίση 31° και προσανατολισμό -1°..	69
Πίνακας 8: Ετήσια παραγωγή ενέργειας ανά τεχνολογία φ/β συλλέκτη για κινούμενο σύστημα 2 αξόνων ονομαστικής ισχύος 1 kWp σε kWh.....	69
Πίνακας 9: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε kWh από την εγκατάσταση 200 kWp σταθερών πλαισίων κρυσταλλικού πυριτίου.	70
Πίνακας 10: Παραγόμενη ενέργεια από την εγκατάσταση 100 kWp περιστρεφόμενων σε 2 άξονες πλαισίων κρυσταλλικού πυριτίου.	71
Πίνακας 11: Παραγόμενες kWh και εξοικονόμηση ενέργειας με την εγκατάσταση 200 kWp (kWh/200 kWp) για τα επόμενα 20 χρόνια.	72
Πίνακας 12: Κόστος επένδυσης φ/β εγκατάστασης (ανά κατηγορία).	74
Πίνακας 13: Ετήσια γενικά έξοδα λειτουργίας επένδυσης φ/β εγκατάστασης.	74
Πίνακας 14: Οικονομικά στοιχεία επένδυσης φ/β εγκατάστασης.	75
Πίνακας 15: Πίνακας αποσβέσεων φ/β εγκατάστασης.....	75
Πίνακας 16: Ανάλυση στοιχείων κόστους παραγωγής (1° έτος λειτουργίας).	76
Πίνακας 17:Κόστος παραγωγής ανά έτος λειτουργίας (1° έως το 20° έτος).	76
Πίνακας 18: Ετήσια εξοικονόμηση παραγόμενης ενέργειας σε ευρώ (€).	77
Πίνακας 19:Καθαρές Ταμειακές ροές για 20 έτη.	78
Πίνακας 20: Συνολική ΚΠΑ των Καθαρών Ταμειακών Ροών με συντελεστή προεξόφλησης 10%.	80
Πίνακας 21: Υπολογισμός ΚΠΑ με εναλλακτικούς συντελεστές προεξόφλησης.	82
Πίνακας 22: Κόστος επένδυσης εγκατάστασης αντλίας θερμότητας (ανά κατηγορία). .	86
Πίνακας 23: Ετήσια γενικά έξοδα λειτουργίας επένδυσης αντλίας θερμότητας σε Ευρώ (€).	87
Πίνακας 24: Οικονομικά στοιχεία επένδυσης αντλίας θερμότητας σε Ευρώ (€).	87
Πίνακας 25: Πίνακας αποσβέσεων.	88
Πίνακας 26: Ανάλυση στοιχείων κόστους παραγωγής.....	88
Πίνακας 27: Κόστος παραγωγής ανά έτος από το 1° έως το 20° έτος λειτουργίας.	89
Πίνακας 28: Καθαρές Ταμειακές ροές για 20 έτη.	90
Πίνακας 29: Συνολική ΚΠΑ των Καθαρών Ταμειακών Ροών με συντελεστή προεξόφλησης 10%.	91
Πίνακας 30: Τεχνικές προδιαγραφές τετρασωλήνιας αντλίας θερμότητας.....	101
Πίνακας 31: Πρόσθετα τεχνικά χαρακτηριστικά αντλίας θερμότητας.....	101

Ευρετήριο Σχημάτων

Εικόνα 1: Διάγραμμα ενός υδροηλεκτρικού σταθμού.....	2
Εικόνα 2: Τυπική διάταξη ανεμογεννήτριας οριζοντίου και κάθετου άξονα.	6
Εικόνα 3: Αρχή λειτουργίας φωτοβολταϊκού φαινομένου.	11

Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση γεωθερμικού πεδίου.	17
Εικόνα 5: Μια αιτιώδης ταξινόμηση του ενεργειακού κινδύνου.	45
Εικόνα 6: Εγκαταστάσεις ΑΠΕ της USAF.	51
Εικόνα 7: Υπηρεσία Διακριβώσεις (ΥΠΗΔ).	58
Εικόνα 8: Ετήσια ηλιακή ηλεκτρική ενέργεια σε kWh που παράγεται από 1 kWp φωτοβολταϊκού συστήματος με βέλτιστη κλίση συλλέκτη.	63

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Μέσος όρος τιμών και φόρων βενζίνης και πετρελαίου στην Ελλάδα σε €/lt (1999- 2010)	1
Διάγραμμα 2: Παγκόσμια κατανάλωση υδροηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως σε TWh (1965-2010).	3
Διάγραμμα 3: Παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας ανά περιοχή σε χιλιάδες TWh.	4
Διάγραμμα 4: Παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, εγκατεστημένη δυναμικότητα (2014) και πρόσθετη δυναμικότητα (2015) ανά περιοχή σε GW.	4
Διάγραμμα 5: Εγκατεστημένη υδροηλεκτρική ισχύς στην Ελλάδα ανά έτος σε GW και συνολική υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα ανά έτος σε TWh (1995 – 2010).	5
Διάγραμμα 6: Παγκόσμια ετήσια εγκατεστημένη αιολική ισχύς σε MW (2000-2015).	7
Διάγραμμα 7: Παγκόσμια αθροιστική εγκατεστημένη αιολική ισχύς σε MW (2000-2015).	7
Διάγραμμα 8: Οι 10 χώρες με την μεγαλύτερη συνολικά εγκατεστημένη αιολική ισχύ... 8	
Διάγραμμα 9: Εγκατεστημένη αιολική ισχύς στην Ελλάδα ανά έτος σε GW και συνολική παραγόμενη αιολική ενέργεια στην Ελλάδα ανά έτος σε TWh (200-2013).	9
Διάγραμμα 10: Παγκόσμια εγκατεστημένη δυναμικότητα φ/β σε GW (2005-2015).	12
Διάγραμμα 11: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φ/β στην Ευρώπη σε GWh (2014)	13
Διάγραμμα 12: Εγκατεστημένη ισχύς φ/β στην Ελλάδα σε GW (2007-2015) και ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φ/β στην Ελλάδα σε GWh (2004-2014)	13
Διάγραμμα 13: Παγκόσμια παραγωγή βιοενέργειας ανά χώρα/περιοχή σε TWh (2005-2015).	15
Διάγραμμα 14: Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα κ-μ ΕΕ σε GWh (2015).	16
Διάγραμμα 15: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από βιομάζα στην Ελλάδα σε GWh (2004-2015).	16
Διάγραμμα 16: Συνολική παγκόσμια εγκατεστημένη γεωθερμική ισχύς σε MW έως το 2014 και πρόσθετη γεωθερμική ισχύς σε MW κατά το έτος 2015.	19
Διάγραμμα 17: Ετήσια παραγωγή ενέργειας από γεωθερμία σε κ-μ της ΕΕ σε GWh (2014).	19
Διάγραμμα 18: Συνολική ενέργεια από γεωθερμία στην Ελλάδα σε GWh (1990-2014).	20
Διάγραμμα 19: Εγκατεστημένη ισχύς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε GW(2002-2015), 2016-2017 Πρόβλεψη ΛΑΓΗΕ, Στόχος 2020.	22
Διάγραμμα 20: Εξέλιξη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα σε GWh (2006-2015).	22
Διάγραμμα 21: Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα ανά τεχνολογία σε GWh (2015).	23
Διάγραμμα 22: Ενεργειακές απαιτήσεις εργοστασίου σε kWh.	60
Διάγραμμα 23: Ενεργειακές απαιτήσεις εργοστασίου σε ευρώ (€).	61

Διάγραμμα 24: Ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας ανά ημέρα σε kWh/m ² σε οριζόντια επιφάνεια.....	66
Διάγραμμα 25: Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ακτινοβολία ανά μήνα για σταθερό και για κινούμενο σύστημα 2 αξόνων σύστημα 1kWp σε kWh. 68	68
Διάγραμμα 26: Κόστος ωφέλιμης θερμικής ενέργειας ανά είδος θερμικού συγκροτήματος.	92

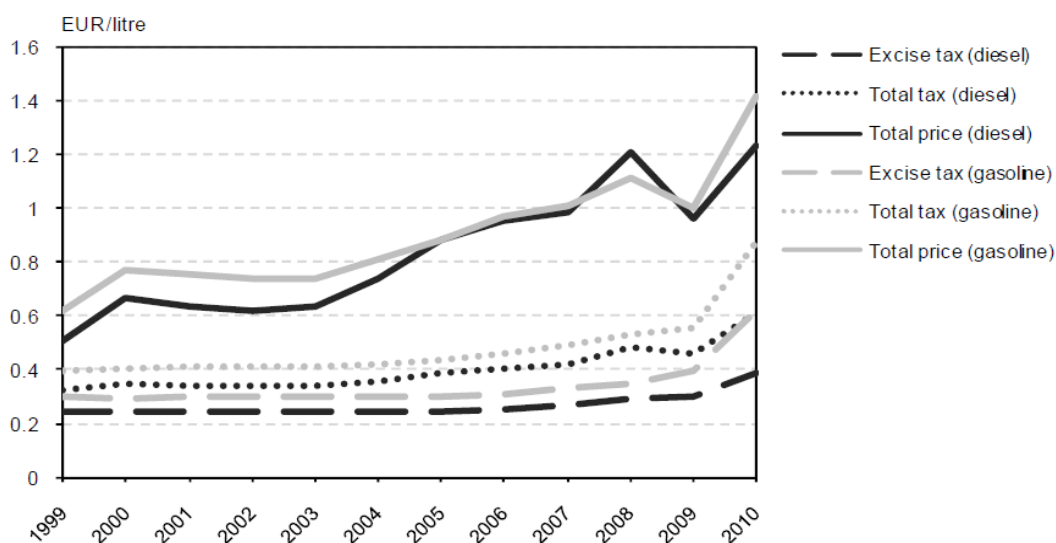
Ακρωνύμια

ΑΔΜΗΕ	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΑΧΣ	Ανώτατο Χημικό Συμβούλιο
ΔΕΔΔΗΕ	Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΔΕΣΜΗΕ	Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΕΒΕΑ	Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Αθηνών
ΕΔ	Ένοπλες Δυνάμεις
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΣΑ	Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης
ΕΣΜΗΕ	Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΗΕ	Ηλεκτρική Ενέργεια
ΚΑΠΕ	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
ΚΚΜ	Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα
κ-μ	Κράτος- μέλος
ΚΠΑ	Καθαρή Παρούσα Αξία
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΛΑΓΗΕ	Λειτουργός Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΜΑΝ	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
Ν.	Νόμος
ΟΕΣ	Όργανα – Εργαλεία - Συσκευές
ΠΑ	Πολεμική Αεροπορία
ΠΕΔ	Περιφερειακό Εργαστήριο Διακρίβωσης
ΠΔ	Προεδρικό Διάταγμα
ΠΠΑ	Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις
ΠΨ	Πύργος Ψύξης
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΣΔΕ	Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας
ΣΕΒ	Σύνδεσμος Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών
ΣΗΘΥΑ	Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
ΣΠΕΔ	Συνεργείο Περιορισμένης Διακρίβωσης
ΣΠΕΔ	Συνεργείο Περιοδικής Διακρίβωσης
ΥΠΕΘΑ	Υπουργείο Εθνικής Άμυνας
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
ΥΠΕΠΑ	Υπηρεσία Έργων Πολεμικής Αεροπορίας
ΥΠΕΝ	Υπουργείο Ενέργειας
ΥΠΗΔ	Υπηρεσία Διακρίβώσεων
φ/β	Φωτοβολταϊκά
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας Κυβέρνησης
DECC	Department of Energy & Climate Change (United Kingdom)
IEA	Institute of Economic Affairs
GWEC	Global Wind Energy Council
MECM	Military Energy and Carbon Management
NATO	North Atlantic Treaty Organization
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
USAF	United States Air Force
TUV	Technischer Überwachungs-Verein

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ –ΕΙΔΗ ΑΠΕ

Εισαγωγή

Ο σημαντικότερος λόγος απεξάρτησης από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, όπως άνθρακα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ουράνιο, έγκειται στην εκτίμηση ότι οι περισσότερες από αυτές, καίτοι δεν έχουν παρουσιάσει αισθητή μείωση των αποθεμάτων τους κατά την τελευταία δεκαετία, θα εξαντληθούν μέσα στα επόμενα 50 με 100 χρόνια (Shafiee & Toral, 2009). Επιπρόσθετα είναι σημαντική και η αύξηση της τιμής που παρατηρείται συνεχώς στις παραπάνω μορφές ενέργειας, όπως χαρακτηριστικά απεικονίζεται παρακάτω για τη βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης:



Διάγραμμα 1: Μέσος όρος τιμών και φόρων βενζίνης και πετρελαίου στην Ελλάδα σε €/lt (1999-2010) .

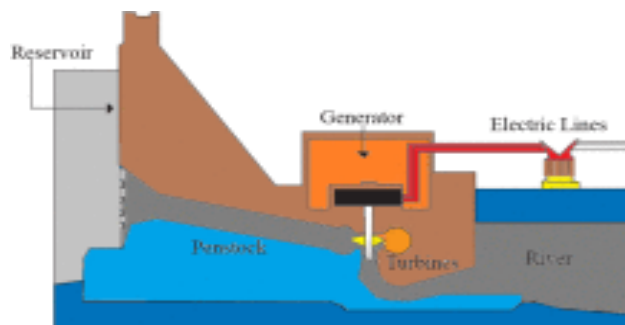
Πηγή: IEA Energy Prices & Taxes, IEA/OECD Paris, 2011.

Τα παραπάνω σε συνδυασμό με τη μεγάλη αβεβαιότητα στην παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού των συμβατικών πηγών ενέργειας, λόγω του ευμετάβλητου γεωπολιτικού περιβάλλοντος, καθώς και τα σοβαρά τεχνολογικά ατυχήματα που έχουν συμβεί όπως στην περίπτωση της Φουκοσίμα (Fukushima Daiichi), αποτελούν τις κυριότερες αιτίες για τον προσανατολισμό προς τη χρήση των ΑΠΕ (Stein, 2013).

Η χρήση των ΑΠΕ παρουσίασε ραγδαία αύξηση μετά την πετρελαϊκή κρίση στα τέλη της δεκαετίας του '70 και τα κυριότερα είδη αυτών αναλύονται στη συνέχεια.

1.1 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Κυριότερη πηγή της υδροηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί η «μηχανική» ενέργεια του νερού, η κίνηση του οποίου μετατρέπεται σε «ηλεκτρική» ενέργεια με την εκμετάλλευση των ποταμών και των φυσικών ή τεχνητών φραγμάτων. Τούτο καθιστά το νερό σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία πρακτικά είναι ανεξάντλητη. Πιο συγκεκριμένα, η υδροηλεκτρική ενέργεια παράγεται από την εκμετάλλευση είτε της δυναμικής (πτώση) είτε της κινητικής ενέργειας των υδάτινων μαζών με τη χρήση ηλεκτρικών γεννητριών. Η ποσότητα της υδροηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται είναι συνάρτηση όχι μόνο της ποσότητας του νερού, αλλά και της διαφοράς ύψους μεταξύ της πηγής και της εκροής του νερού. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ένας μεγάλος σωλήνας που ονομάζεται «αγωγός πτώσης», ώστε το νερό που διέρχεται από αυτόν αποκτά μεγαλύτερη δυναμική πίεση, ενώ πλεονέκτημα θεωρείται και η κατασκευή τεχνητού φράγματος, προκειμένου το νερό να πέφτει από το υψηλότερο δυνατό σημείο. Όταν το νερό φθάνει στο τέλος του αγωγού πτώσης, περιστρέφει μία «ρόδα» ή τουρμπίνα σε υψηλές ταχύτητες, που με τη σειρά τους περιστρέφουν έναν άξονα συνδεδεμένο σε μια ηλεκτρική γεννήτρια, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό ηλεκτρισμό. Υπάρχουν αρκετοί μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας (π.χ. καταρράκτες Νιαγάρα), αλλά και μικρότερης κλίμακας, όπως η περίπτωση ενός μύλου, όπου το ρεύμα παράγεται από ένα ταχέως κινούμενο ρεύμα νερού (Ele17). Μία τυπική υδροηλεκτρική εγκατάσταση εικονίζεται παρακάτω (Hossain et al. 2016):



Εικόνα 1: Διάγραμμα ενός υδροηλεκτρικού σταθμού.
Πηγή: Hossain et al., 2016.

Παγκοσμίως υπάρχουν μόνο τρεις υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις κλίμακας άνω των 10 GW: Στην Κίνα της Itaipu Dam με 14 GW, στη Βραζιλία της Guri με 10,2 GW και στη Βενεζουέλα της Gorges Dam με 22,5 GW. Ωστόσο, αποτελεί κοινή λογική ότι όσο μεγαλύτερες είναι εγκαταστάσεις ενός εργοστασίου υδροηλεκτρικής ενέργειας τόσο μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας θα παράγουν. Αξιοσημείωτο είναι μάλιστα το γεγονός ότι πολλές φορές η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας, που παράγεται σε υδροηλεκτρικά εργοστάσια με προηγμένες εγκαταστάσεις, είναι διπλάσια της εγκατεστημένης τους δυναμικότητας και ξεπερνά ακόμη και αυτή ενός πυρηνικού εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Hossain et al., ό.π.).

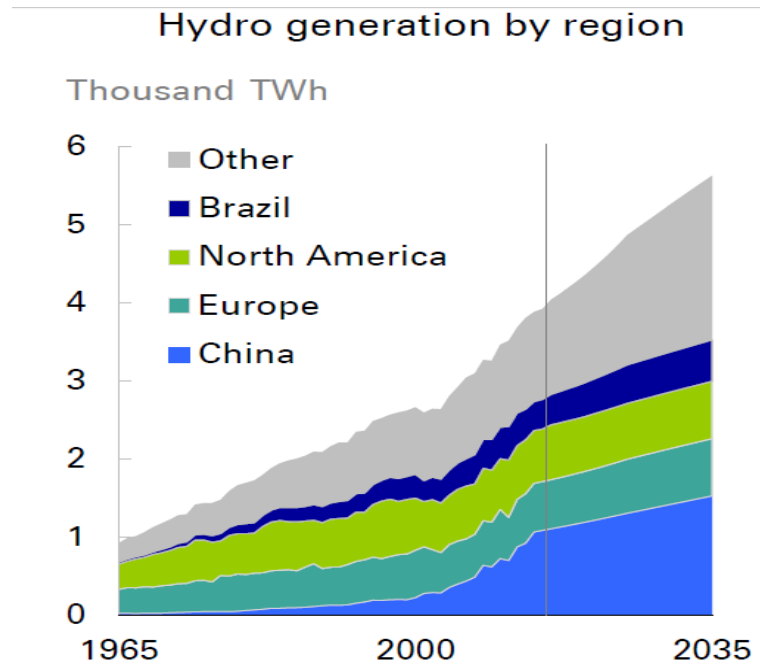
Η χρήση της υδροηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως αυξήθηκε κατά περισσότερο από 5,3% μεταξύ 2009 και 2010 (Διάγραμμα 2), φθάνοντας τα 3.427 TWh μέχρι το τέλος του εν λόγω έτους. Μεταξύ των ετών 2003 και 2012 παρατηρείται σημαντική αύξηση της συνολικής κατανάλωσης, ενώ σημειώνεται τουλάχιστον 3,5% αύξηση σε ετήσια βάση κατά τη διάρκεια μεταξύ του 2003 και του 2010 (Lucky, 2012).



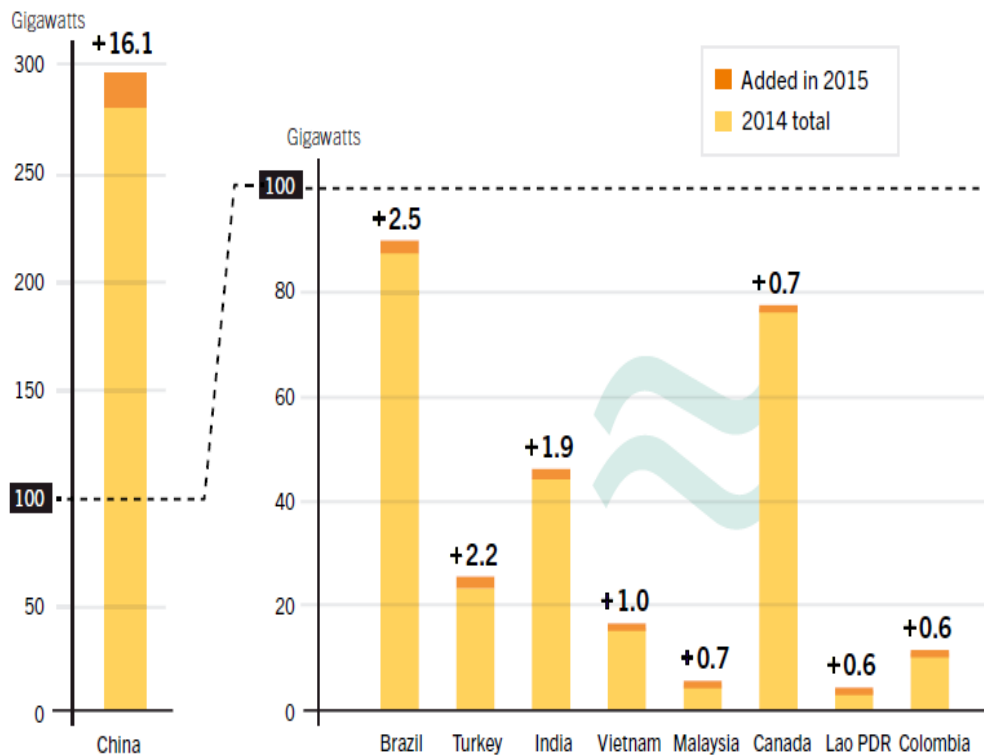
Διάγραμμα 2: Παγκόσμια κατανάλωση υδροηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως σε TWh (1965-2010).

Πηγή: Lucky, <http://www.worldwatch.org/node/9527>

Η Κίνα ήταν ο μεγαλύτερος παραγωγός υδροηλεκτρικής ενέργειας και αναμένεται να συνεχίσει να ηγείται της παγκόσμιας παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας, παράγοντας 721 TWh το 2010, ποσό που αντιστοιχεί περίπου στο 17% της εγχώριας χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης κατείχε την υψηλότερη εγκατεστημένη δυναμικότητα υδροηλεκτρικής ενέργειας, περίπου με 300 GW στο τέλος του 2015 (Ren, 2016).

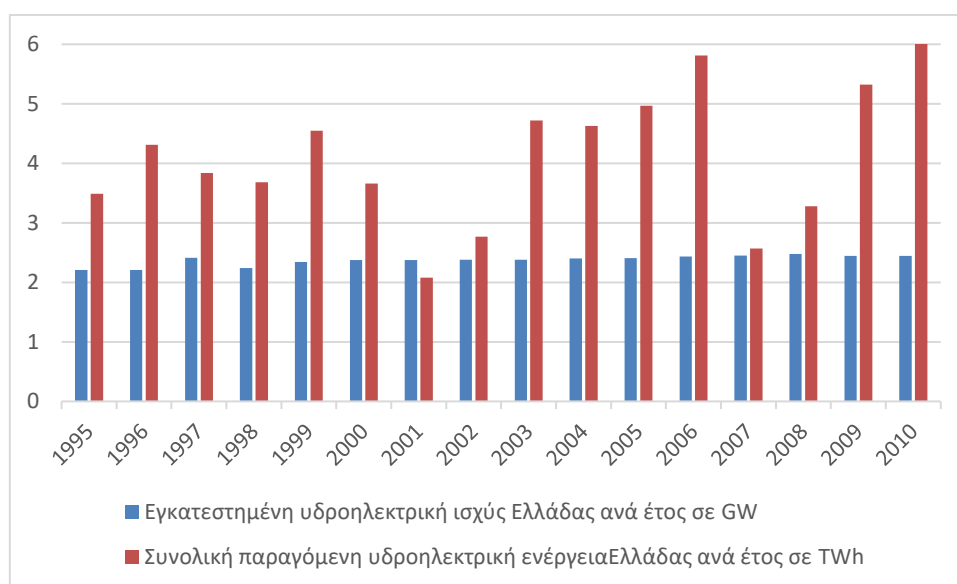


Διάγραμμα 3: Παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας ανά περιοχή σε χιλιάδες TWh.
Πηγή: Dudley, BP Energy Outlook 2035, 2016 edition και Ren 21, Global Status Report 2016.



Διάγραμμα 4: Παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, εγκατεστημένη δυναμικότητα (2014) και πρόσθετη δυναμικότητα (2015) ανά περιοχή σε GW.
Πηγή: Dudley, BP Energy Outlook 2035, 2016 edition και Ren 21, Global Status Report 2016.

Στην Ευρώπη διαφαίνεται μία συνεχής- αν και αργή- ανοδική τάση, κυρίως χάρη σε νέες επενδύσεις στις βόρειες ως επί τω πλείστον χώρες. Οι χώρες με την υψηλότερη παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας το 2010 ήταν η Νορβηγία με παραγωγή 120 TWh (αντιστοιχεί στο 21,81% του συνόλου της Ευρώπης και στο 3,54% παγκοσμίως), η Σουηδία με 66 TWh (αντιστοιχεί στο 12,03% του συνόλου της Ευρώπης και στο 1,95% παγκοσμίως) και η Γαλλία με 61 TWh (αντιστοιχεί στο 11,08% του συνόλου της Ευρώπης και στο 1,95% παγκοσμίως). Η εγκατεστημένη δυναμικότητα για το ίδιο έτος ανήλθε σε 160 GW, ποσοστό 21,6% της παγκόσμιας δυναμικότητας. Στην Ελλάδα η εγκατεστημένη δυναμικότητα κατά την ίδια περίοδο παραμένει σταθερή κατά μέσο όρο στις 2,3 GW χωρίς να εμφανίσει κάποια ιδιαίτερη μεταβολή (Διάγραμμα 5), ενώ η υδροηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη κυμαίνεται μεταξύ 2 και 4 TWh (Διάγραμμα 5) (Zimny et al., 2013).



Διάγραμμα 5: Εγκατεστημένη υδροηλεκτρική ισχύς στην Ελλάδα ανά έτος σε GW και συνολική υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα ανά έτος σε TWh (1995 – 2010).
Πηγή: Zimny et al., 2013.

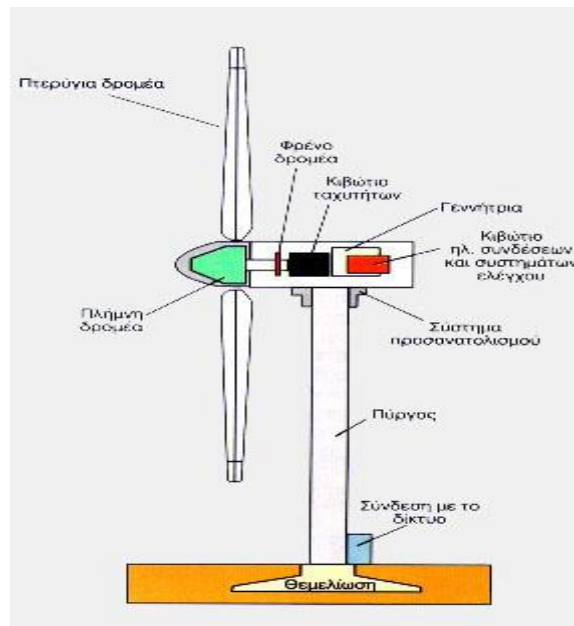
1.2. Αιολική ενέργεια

Μία ακόμη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι η αιολική, κατά την οποία η μηχανική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εκμετάλλευσης του ανέμου αποτελούν οι ανεμόμυλοι, οι αντλίες αέρα, τα ιστιοφόρα

πλοία κ.α.. Παγκοσμίως υπάρχουν αρκετά αιολικά πάρκα που συνεισφέρουν στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, ωστόσο ολοένα και πιο διαδεδομένη γίνεται η κατασκευή ανεμογεννητριών μικρότερης δυναμικότητας (Hossain et al., 2016).

Η μετατροπή της ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική γίνεται σε δύο στάδια. Αρχικά δεσμεύεται η κινητική ενέργεια του ανέμου μέσω μιας κατάλληλα σχεδιασμένης αεροδυναμικής κατασκευής (ρότορας ανεμογεννήτριας) και μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια. Στη συνέχεια ο εν λόγω ρότορας περιστρέφει μία γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα.

Οι ανεμογεννήτριες κατατάσσονται σε δυο κατηγορίες: α) οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους, και β) κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους. Επικρατέστερες- χωρίς να υπάρχει συγκεκριμένη αιτία- είναι οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα με δύο ή τρία πτερύγια (ΚΑΠΕ).

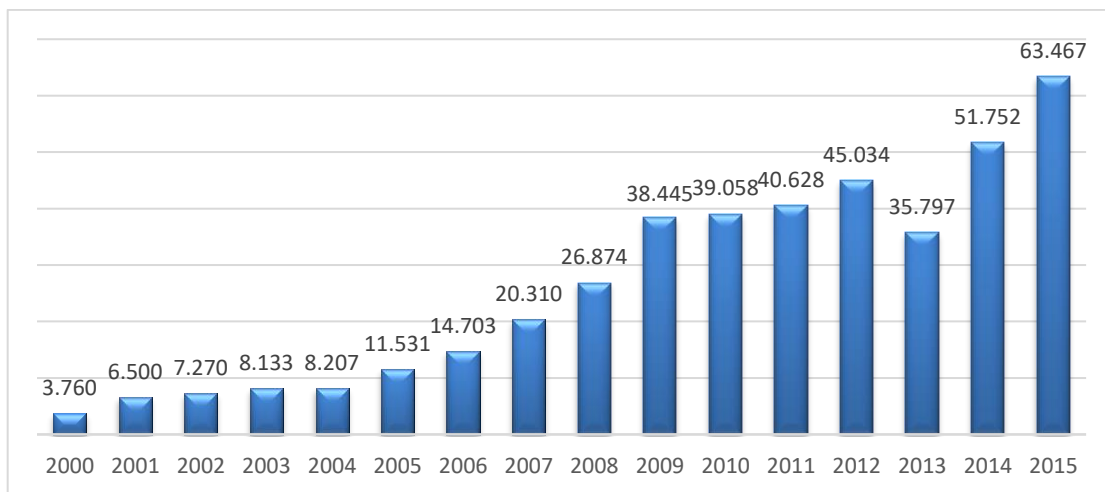


**Εικόνα 2: Τυπική διάταξη ανεμογεννήτριας οριζοντίου και κάθετου άξονα.
Πηγή: ΚΑΠΕ.**

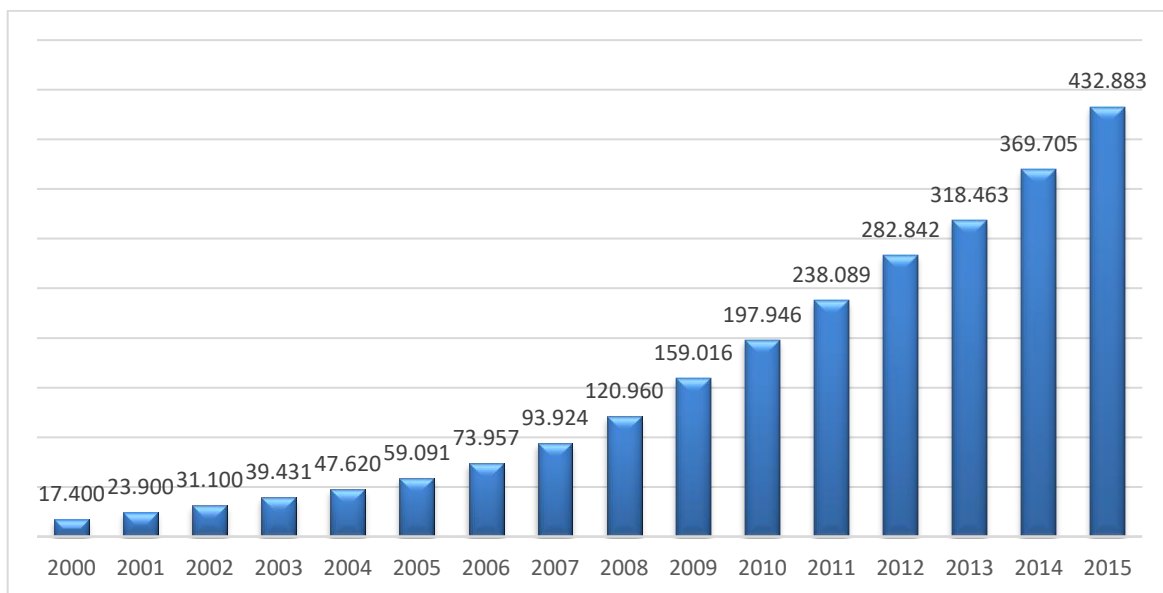
Οι κυριότεροι παράγοντες, από τους οποίους εξαρτάται η ενεργειακή απόδοση μιας ανεμογεννήτριας, είναι η διάμετρος του έλικα της ανεμογεννήτριας, ο συντελεστής

απόδοσης του έλικα της ανεμογεννήτριας καθώς και η ταχύτητα του άνεμου στο σημείο εγκατάστασης. Σταθμό στην εξέλιξη των ανεμογεννητριών διαδραμάτισε η δυνατότητα κατασκευής ανεμογεννητριών μεγαλύτερης διαμέτρου και μικρότερου βάρους από ανθρακονήματα.

Το 2015 η συνολική ετήσια εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας παγκοσμίως ξεπέρασε για πρώτη φορά τα 60 GW, φτάνοντας τα 63 GW, με το σύνολο της αιολικής ενέργειας στο τέλος του 2015 να είναι 432.9 GW (GWEC, 2015).

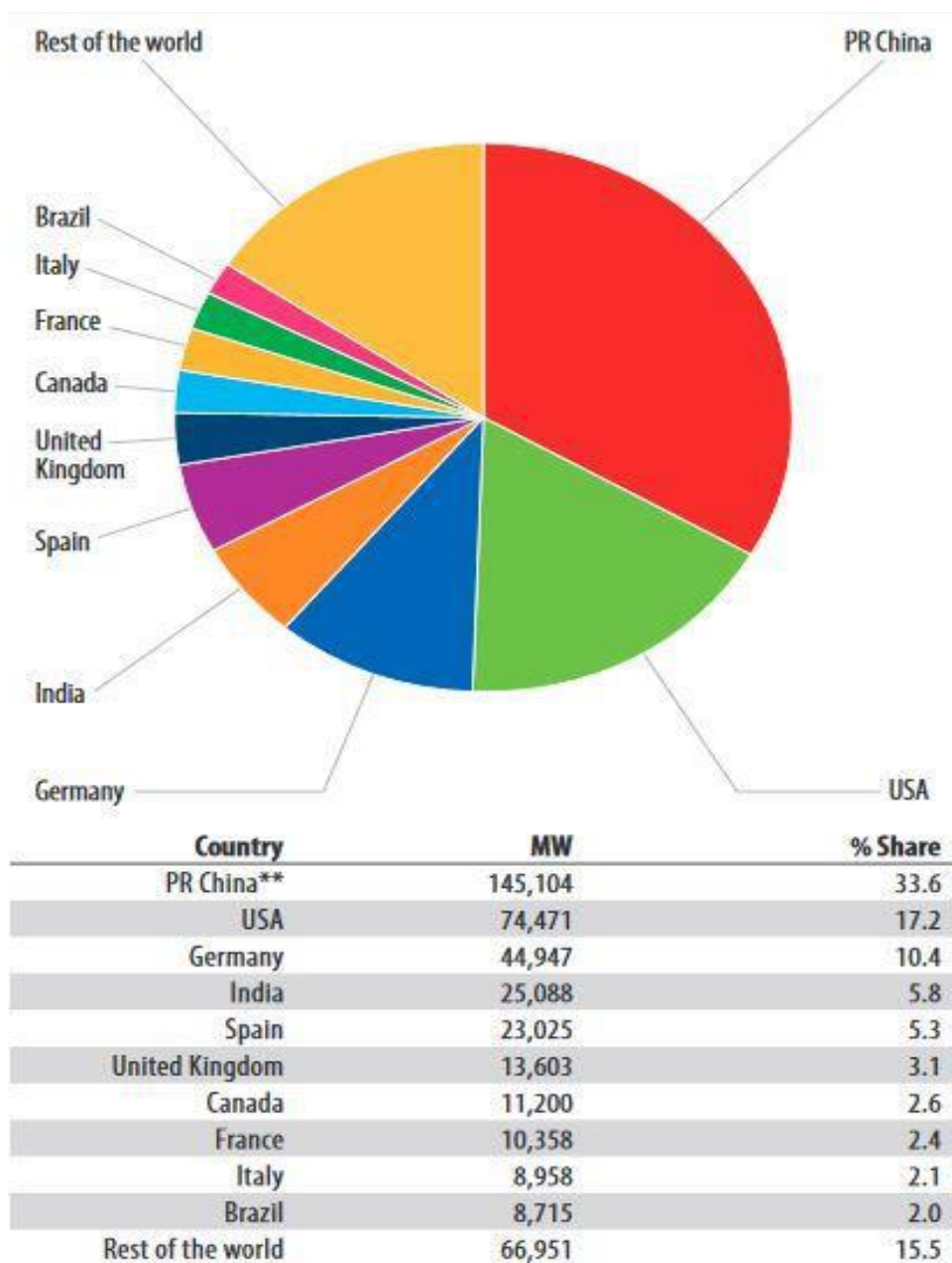


Διάγραμμα 6: Παγκόσμια ετήσια εγκατεστημένη αιολική ισχύς σε MW (2000-2015).
Πηγή: GWEC – Global Wind 2015 Report.



Διάγραμμα 7: Παγκόσμια αθροιστική εγκατεστημένη αιολική ισχύς σε MW (2000-2015).
Πηγή: GWEC – Global Wind 2015 Report.

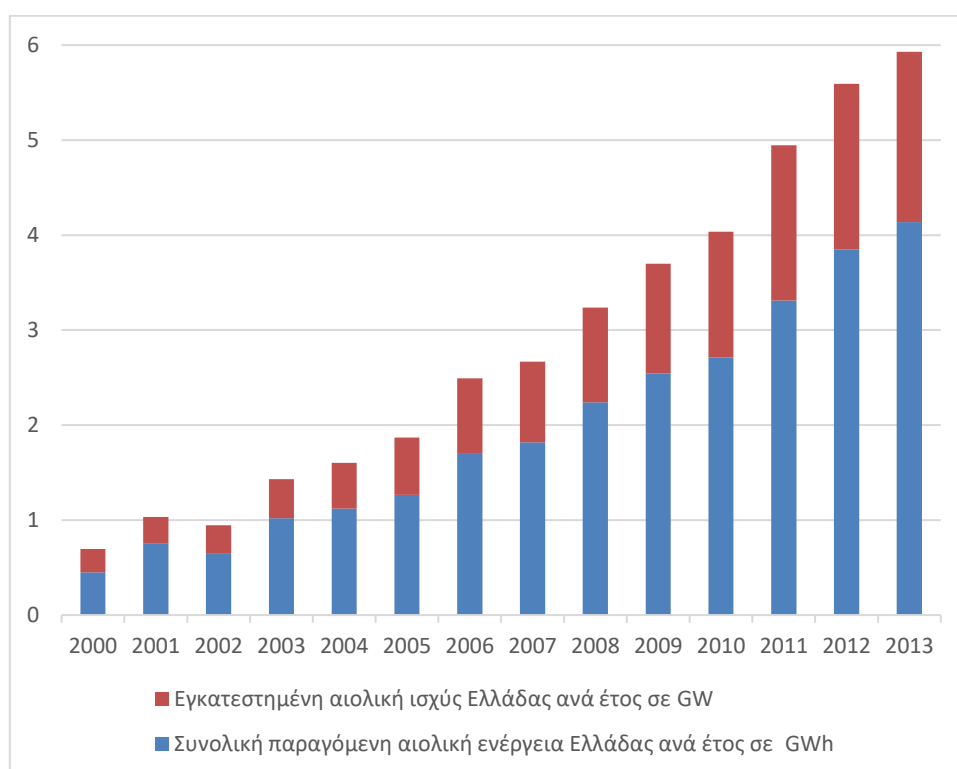
Μέχρι το τέλος του 2015 οι χώρες με εγκατεστημένη ισχύ πάνω από 1.000 MW ήταν 26, από τις οποίες 17 χώρες από την Ευρώπη, 4 από Ασία και Ειρηνικό Ωκεανό (Κίνα, Ινδία, Ιαπωνία και Αυστραλία), 3 από Βόρεια Αμερική (Καναδά, Μεξικό και Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής), 1 από την Λατινική Αμερική (Βραζιλία) και 1 από Αφρική (Νότια Αφρική). Ισχύς μεγαλύτερη από 10.000 MW έχουν μόνο 8 χώρες σε ολόκληρο τον κόσμο: η Κίνα (145.362 MW), οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (74.471 MW), η Γερμανία (44.947 MW), η Ινδία (25.088 MW), η Ισπανία (23.025 MW), ο Καναδάς (11.205 MW) και η Γαλλία (10.358 MW) (GWEC, ό.π.)



Διάγραμμα 8: Οι 10 χώρες με την μεγαλύτερη συνολικά εγκατεστημένη αιολική ισχύ
Πηγή: GWEC – Global Wind 2015 Report

Το 2015 στην Ευρώπη εγκαταστάθηκε συνολική δυναμικότητα 13,805 MW αιολικής ισχύος, τα 12,8 MW εκ των οποίων σε κράτη-μέλη (κ-μ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ). Συνολικά υπάρχουν 147,8 GW σε όλη την Ευρώπη και ειδικότερα 141,6 GW στην ΕΕ. Οι πρόσθετες εγκαταστάσεις για αιολική ενέργεια ξεπέρασαν οποιαδήποτε άλλη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας το 2015, αντιπροσωπεύοντας το 44.2% των συνολικών εγκαταστάσεων σε ΑΠΕ. Πρωτοπόρος χώρα σε εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας είναι η Γερμανία με 6,013 MW και ακολουθούν η Πολωνία με 1,266 MW και η Γαλλία με 1,073 MW. Από πλευράς εγκατεστημένης δυναμικότητας η Γερμανία κατέχει 44,9 GW και ακολουθεί η Ισπανία με 23 GW, το Ηνωμένο Βασίλειο με 13,6 GW, η Γαλλία με 10 GW και η Ιταλία με 9 GW. Τέλος η Σουηδία, η Δανία, η Πολωνία και η Πορτογαλία έχουν περισσότερο από 5 GW η κάθε μία.

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, την τελευταία δεκαετία παρατηρείται σημαντική αύξηση παραγωγής αιολικής ενέργεια, όπως φαίνεται παρακάτω. Η αύξηση που παρατηρείται δικαιολογείται από την επιπλέον δυναμικότητα που εγκαταστάθηκε από το 2000 και μετά (Η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα, 2013).



Διάγραμμα 9: Εγκατεστημένη αιολική ισχύς στην Ελλάδα ανά έτος σε GW και συνολική παραγόμενη αιολική ενέργεια στην Ελλάδα ανά έτος σε TWh (200-2013)

Πηγή: Eurostat Supply, transformation and consumption of renewable energies - annual data

1.3 Ηλιακή ενέργεια

Η ενέργεια που προέρχεται από τη μετατροπή της ακτινοβολίας του ήλιου, που φτάνει στην επιφάνεια της γης, ονομάζεται ηλιακή ενέργεια. Η εκμετάλλευση της ενέργειας αυτής καθίσταται δυνατή είτε μέσω της παραγωγής θερμότητας είτε μέσω της παραγωγής ηλεκτρισμού με τη χρήση κατάλληλων διατάξεων που ονομάζονται φωτοβολταϊκά στοιχεία (Σύνδεσμος Εταιρειών φ/β).

Η μεγαλύτερη συγκεντρωμένη εγκατάσταση ηλιακών πάνελ βρίσκεται στην έρημο Mojave της Καλιφόρνια με 354 MW, ενώ άλλοι δύο μεγάλοι σταθμοί ηλιακής ενέργειας βρίσκονται στις πόλεις Solnova και Andasol της Ισπανία παραγωγής 150 MW αντίστοιχα. Ωστόσο, οι μεγαλύτεροι φωτοβολταϊκοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας είναι αυτοί του Agua Caliente στις ΗΠΑ και το ηλιακό πάρκο Charanka στην Ινδία παραγωγής περίπου 250 MW και 221 MW αντίστοιχα (Hossain et al. ό.π.).

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ερμηνεύτηκε αναλυτικά σε θεωρητικό επίπεδο από τον Albert Einstein το 1904, εργασία για την οποία του απονεμήθηκε το βραβείο Nobel το 1924. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική βασίζεται στις ιδιότητες των ημιαγωγικών υλικών, που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των φ/β στοιχείων. Το βασικό υλικό κατασκευής φ/β στοιχείων είναι το πυρίτιο (Si) το οποίο σήμερα αποτελεί την πρώτη ύλη για το 90% της βιομηχανίας των φ/β. Παρά το γεγονός ότι οι ιδιότητές του δεν το καθιστούν ως τον ιδανικότερο ημιαγωγό για μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας, εντούτοις κατέχει κυρίαρχη θέση στην κατασκευή φ/β εξαιτίας των παρακάτω χαρακτηριστικών του (Ροδόπουλος, 2012):

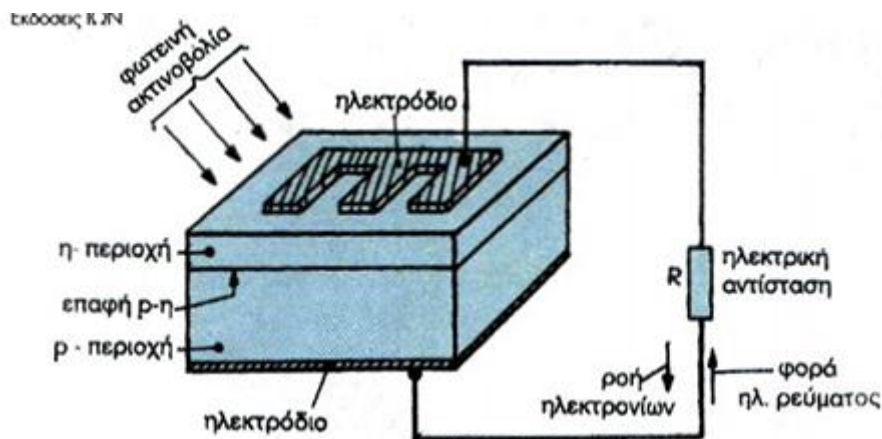
1. Μπορεί να βρεθεί πολύ εύκολα στη φύση και είναι το δεύτερο υλικό σε αφθονία στον πλανήτη.
2. Αποκτά ικανοποιητική καθαρότητα κατόπιν απαραίτητης επεξεργασίας.
3. Οι ηλεκτρικές του ιδιότητες μπορούν να διατηρηθούν μέχρι και στους 125 °C, γεγονός που επιτρέπει τη χρήση του σε ιδιαίτερα δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες.

4. Χρησιμοποιείται ευρέως στον τομέα των ηλεκτρονικών με αποτέλεσμα η τεχνολογία που αναπτύχθηκε να συμβάλλει σημαντικά στην κατασκευή των φ/β στοιχείων.

Με τη νόθευση του καθαρού πυριτίου με άτομα φωσφόρου επιτυγχάνεται η δημιουργία ενός ημιαγωγού υψηλότερης αγωγιμότητας. Αυτός ο ημιαγωγός αποκαλείται πυρίτιο τύπου n (N-type silicon) λόγω της αφθονίας ελευθέρων ηλεκτρονίων εντός αυτού. Αντίστοιχα με τη νόθευση καθαρού πυριτίου με άτομα βορίου δημιουργείται ημιαγωγός πάλι υψηλής αγωγιμότητας, ωστόσο σε αυτή την περίπτωση αποκαλείται πυρίτιο τύπου p (P- type silicon) λόγω της ανεπάρκειας ηλεκτρονίων.

Όταν έλθουν σε επαφή οι δυο ημιαγωγοί πυριτίου (τύπου n και p) δημιουργείται μετακίνηση ηλεκτρονίων από τον ημιαγωγό τύπου n προς αυτόν τύπου p με απώτερο στόχο την επίτευξη ηλεκτρικής ουδετερότητας. Αυτή δεν γίνεται εφικτή στην περιοχή επαφής των δυο ημιαγωγών με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα διαρκές φυσικό ηλεκτρικό πεδίο (φωτοβολταϊκό φαινόμενο ένωσης).

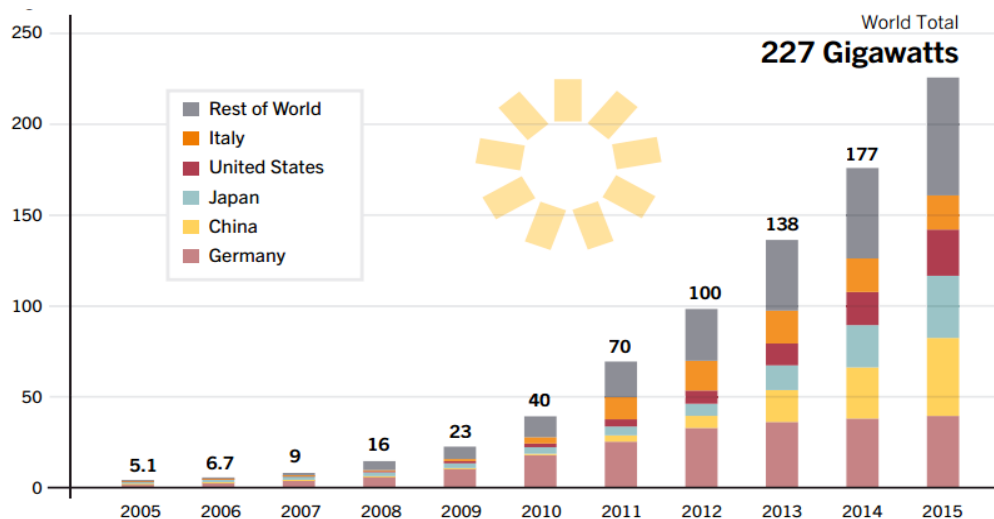
Η έκθεση των δυο ημιαγωγών στην ηλιακή ακτινοβολία και ο βομβαρδισμός τους από φωτόνια έχει σαν αποτέλεσμα την απορρόφηση της ενέργειας από ηλεκτρόνια που απελευθερώνονται και κινούνται ελεύθερα. Τα ηλεκτρόνια, που βρίσκονται εντός του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο επαφής των δυο ημιαγωγών, αρχίζουν να κινούνται εντός αυτού με συγκεκριμένη κατεύθυνση με αποτέλεσμα τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος (Ροδόπουλος, ό.π.).



Εικόνα 3: Αρχή λειτουργίας φωτοβολταϊκού φαινομένου.
Πηγή: Πάγκαλος Σ. Στοιχεία Ηλεκτρισμού Εκδόσεις ΙΩΝ.

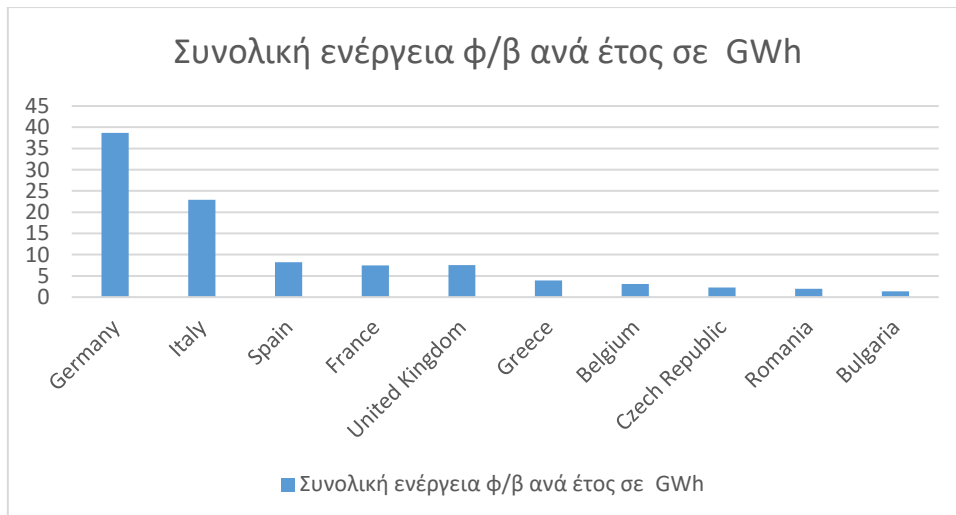
Η παρουσία τάσεως, που προκαλείται από την παρουσία του ηλεκτρικού πεδίου, σε συνδυασμό με την κατευθυνόμενη κίνηση των ηλεκτρονίων εντός του προαναφερθέντος ηλεκτρικού πεδίου έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Ροδόπουλος, ό.π.).

Το 2015 προστέθηκε συνολική δυναμικότητα 50 GW, η οποία ισοδυναμεί με 185 εκατομμύρια ηλιακά πάνελ, και ως εκ τούτου η συνολική παγκόσμια εγκατεστημένη δυναμικότητα ανέρχεται περίπου σε 227 GW με τις χώρες της Ασίας να συνεισφέρουν πάνω από το 60% αυτής. Η Κίνα, η Ιαπωνία και οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ) κατέχουν τις τρεις πρώτες θέσεις σε εγκατεστημένη δυναμικότητα (Ren 21, Global Status Report 2016).



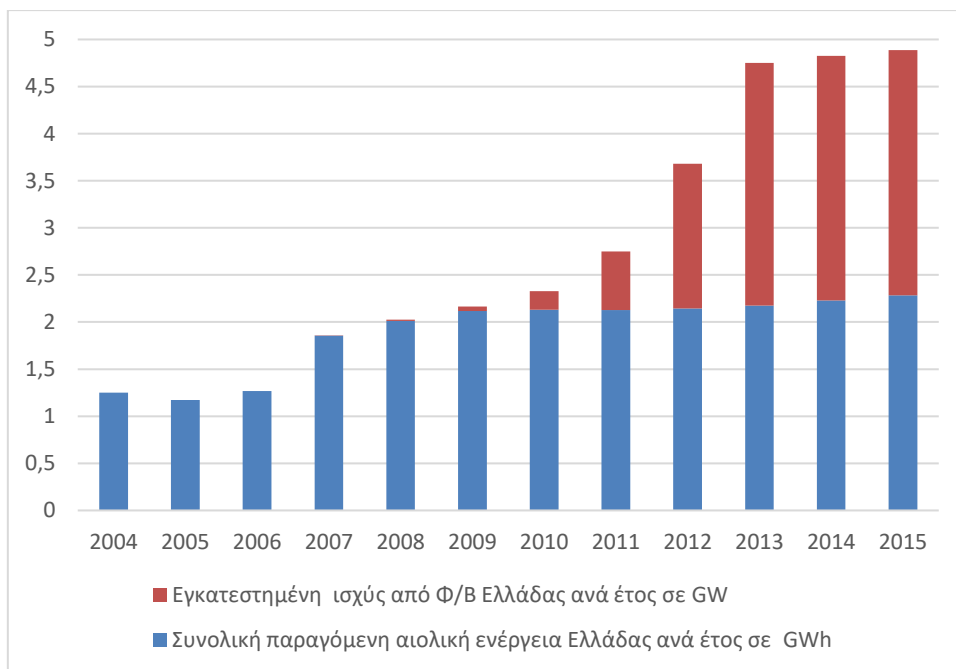
Διάγραμμα 10: Παγκόσμια εγκατεστημένη δυναμικότητα φ/β σε GW (2005-2015).
Πηγή: Ren 21, Global Status Report 2016.

Μέσα στις δέκα πρώτες θέσεις βρίσκονται η Γερμανία και η Ιταλία. Αξιοσημείωτο είναι πως οι χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό φ/β ανά κάτοικο είναι η Γερμανία, η Ιταλία, το Βέλγιο, η Ιαπωνία και η Ελλάδα (Ren 21, ό.π.). Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat οι δέκα ευρωπαϊκές χώρες (συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας) με τη μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας από φ/β συστήματα το 2015 απεικονίζονται παρακάτω:



Διάγραμμα 11: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φ/β στην Ευρώπη σε GWh (2014)
Πηγή: Eurostat Supply, transformation and consumption of renewable energies - annual data

Στη χώρα μας το 2015 δεν προστέθηκε νέα δυναμικότητα, ενώ σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat η παραγωγή ενέργειας από φ/β συστήματα ξεκίνησε το 2004 και είχε ανοδική πορεία, όπως απεικονίζεται παρακάτω:



Διάγραμμα 12: Εγκατεστημένη ισχύς φ/β στην Ελλάδα σε GW (2007-2015) και ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φ/β στην Ελλάδα σε GWh (2004-2014)
Πηγή: Σύνδεσμος Εταιρειών φ/β, «Στοιχεία Αγοράς φ/β έτους 2015», 2015
http://helapco.gr/wp-content/uploads/pv-stats_greece_2015_10Feb2016.pdf

Eurostat Supply, transformation and consumption of renewable energies - annual data

1.4. Βιομάζα

Η βιομάζα είναι βιολογικό υλικό που προέρχεται από ζωντανούς ή προσφάτως ζωντανούς οργανισμούς. Σε σχέση με την ενέργεια πιο συχνά αναφέρεται ως υλικό που έχει βάση τα φυτά, χωρίς βέβαια να αποκλείονται υλικά που προέρχονται από το ζωικό βασίλειο. Η βιομάζα αφορά όλα τα κατάλοιπα φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, τα υποπροϊόντα από τη βιομηχανική επεξεργασία αυτών, τα αστικά λύματα και τα σκουπίδια (Hossain et al., ό.π.).

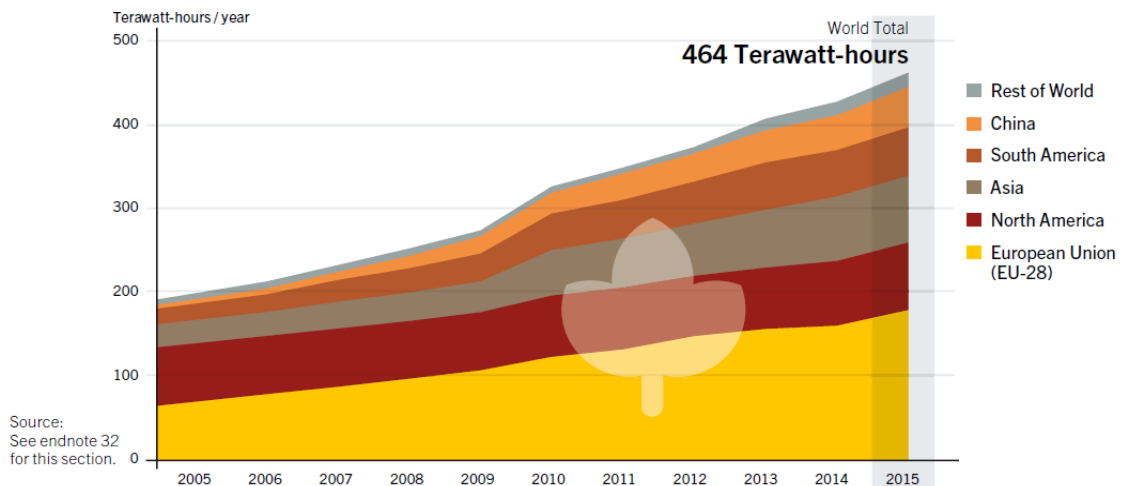
Η βιομάζα έχει ως βάση τον άνθρακα και αποτελείται από ένα μείγμα οργανικών μορίων που περιέχουν υδρογόνο καθώς και άτομα οξυγόνου, αζώτου και συχνά μικρές ποσότητες άλλων ατόμων, κυρίως αλκαλίων, αλκαλικών γαιών και βαρέων μετάλλων (Γεωργίου και συν.).

Ο άνθρακας, που χρησιμοποιείται για την κατασκευή της βιομάζας, απορροφάται από την ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) από τα φυτά, τα οποία είτε αποσυντίθενται από μικροοργανισμούς ή καίγονται, επιστρέφοντας στην ατμόσφαιρα το CO_2 είτε αποτελούν τροφή για τα ζώα με αποτέλεσμα τη δημιουργία βιομάζας ζώων. Εκεί έγκειται και η κυριότερη διαφορά της βιομάζας από τα ορυκτά καύσιμα. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία όταν καίγονται απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα CO_2 που είχαν απορροφήσει εκατομμύρια χρόνια πριν, αυξάνοντας τις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις και επιβαρύνοντας με τον τρόπο αυτό το περιβάλλον, η βιομάζα επιστρέφει στην ατμόσφαιρα την ποσότητα CO_2 που είχε απορροφήσει κατά την περίοδο που το φυτό αναπτυσσόταν, αποδίδοντάς το ξανά σε αυτό με την αποσύνθεσή της και έτσι καθίσταται μέρος μιας καλλιέργειας που συνεχώς αυτοαναπληρώνεται (Γεωργίου, ό.π.).

Η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε θερμότητα για χρήση σε κτήρια, σε ηλεκτρική ενέργεια καθώς και σε αέρια ή υγρά καύσιμα (βιοκαύσιμα), τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθούν στις μεταφορές. Αυτή η ευελιξία της βιομάζας την καθιστά μοναδική μεταξύ των διαφόρων μορφών ΑΠΕ (Ren 21, Global Status Report 2016).

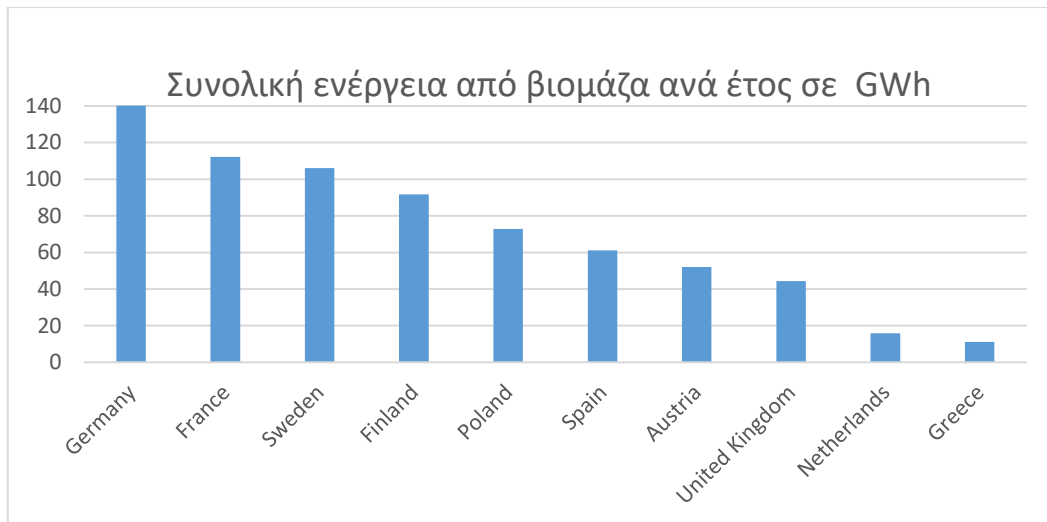
Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα αυξήθηκε κατά 5% το 2015, συμβάλλοντας στην κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης σε ενέργεια σε ορισμένες χώρες και στην επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων με τη μείωση εκπομπών CO₂. Η βιοενέργεια συμβάλλει περισσότερο από κάθε άλλη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στην παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση και χαρακτηριστικά το 2015 κάλυψε συνολικά ενεργειακή ζήτηση περίπου 60 exajoules (16.680 Terawatt hours). Το συνολικό μερίδιο της βιοενέργειας επί του συνόλου της παγκόσμιας κατανάλωσης παραμένει στο 10%, παρά την αύξηση κατά 24% της συνολικής παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας μεταξύ 2005 και 2015 (Ren 21, Global Status Report 2016). Η εξέλιξη παραγωγής βιοενέργειας παγκοσμίως απεικονίζεται παρακάτω:

Figure 8. Bio-power Global Generation, by Country/Region, 2005–2015

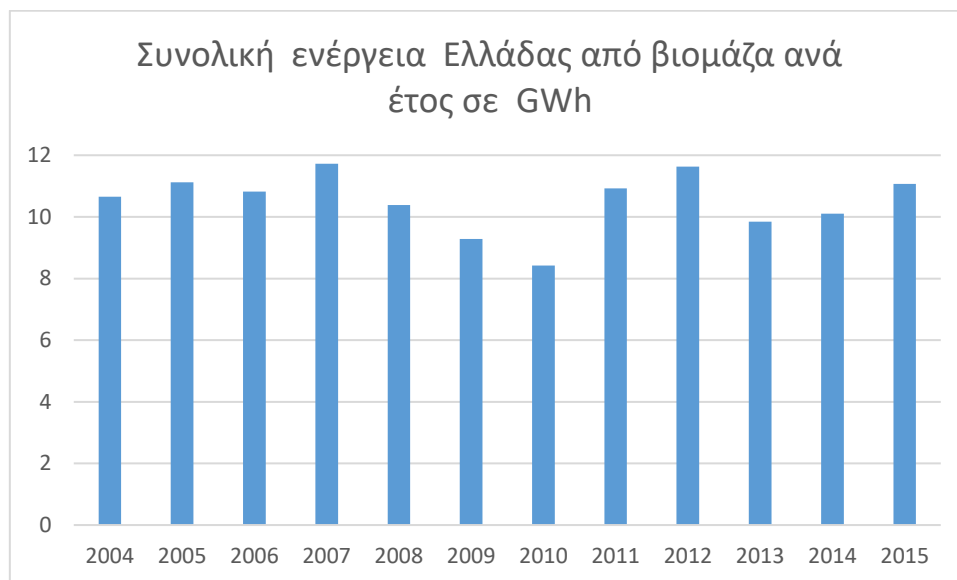


**Διάγραμμα 13: Παγκόσμια παραγωγή βιοενέργειας ανά χώρα/περιοχή σε TWh (2005-2015).
Πηγή: Ren 21, Global Status Report 2016.**

Η παραγωγή βιοηλεκτρικής ενέργειας, τόσο από στερεά βιομάζα όσο και από βιοαέριο, αυξάνεται και στην Ευρώπη με τη Γερμανία να παραμένει η μεγαλύτερη παραγωγός χώρα με συνολική δυναμικότητα 7,1 GW το 2015. Μεγάλο μέρος αυτής (4,8 GW) αφορά βιοαέριο που χρησιμοποιείται ως καύσιμο εγκαταστάσεων σε ενεργειακές καλλιέργειες. Τη Γερμανία ακολουθεί το Ηνωμένο Βασίλειο, όπου σημειώθηκε αύξηση της δυναμικότητας και της παραγόμενης ενέργειας από βιομάζα κατά 12% και 27% αντίστοιχα το 2015 (Ren 21, Global Status Report 2016). Οι δέκα ευρωπαϊκές χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας από βιομάζα απεικονίζονται παρακάτω με την Ελλάδα να βρίσκεται μόλις στην 25η θέση, με παραγωγή κατά μέσο όρο 11,28 TWh.



Διάγραμμα 14: Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα κ-μ ΕΕ σε GWh (2015).
 Πηγή: Eurostat Supply, transformation and consumption of renewable energies - annual data.



Διάγραμμα 15: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από βιομάζα στην Ελλάδα σε GWh (2004-2015).
 Πηγή: Eurostat Supply, transformation and consumption of renewable energies - annual data.

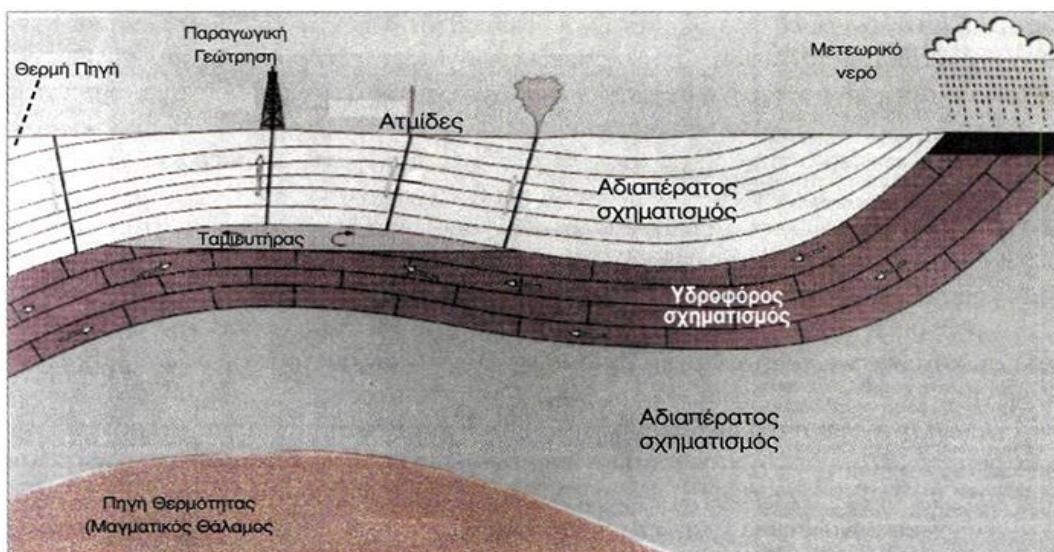
1.5 Γεωθερμία

Η γεωθερμία είναι μια ακόμη μορφή ΑΠΕ, η οποία εκμεταλλεύεται τη θερμοκρασία στο εσωτερικό της γης. Πιο συγκεκριμένα η διαφορά θερμοκρασίας που υπάρχει ανάμεσα στον πυρήνα (όπου υπερβαίνει τους 3000 °C) και την επιφάνεια της γης προκαλεί συνεχή ροή θερμότητας με μέση τιμή 60 mW/m². Μάλιστα ακόμα και σε βάθος μερικών χιλιομέτρων η θερμοκρασία του εδάφους διαμορφώνεται περίπου στους

250°C, με αποτέλεσμα κατά μέσο όρο για κάθε 36m να παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C (Γεωργίου και συν. ό.π.).

Το ζεστό νερό στην επιφάνεια της Γης δύναται να αξιοποιηθεί για διάφορες εμπορικές και βιομηχανικές χρήσεις όπως την ξήρανση προϊόντων, τη θέρμανση κτιρίων, τη θέρμανση του νερού σε υδατοκαλλιέργειες, τη θέρμανση θερμοκηπίων και οικισμών καθώς επίσης και την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ανάλογα με τις ιδιότητες της γεωθερμικής πηγής (Hossain et al., ό.π.).

Προκειμένου να υπάρχει εκμεταλλεύσιμη γεωθερμική πηγή θα πρέπει ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας από το εσωτερικό προς το εξωτερικό της γης (γεωθερμική βαθμίδα) να αυξάνεται με ρυθμό μεγαλύτερο από 30 °C ανά χιλιόμετρο που είναι η κανονική της τιμή. Για να υπάρχει θερμό νερό ή ατμός σε μια περιοχή είναι απαραίτητος ένας ταμιευτήρας αποθήκευσής του. Ο ταμιευτήρας σχηματίζεται όταν ένας αδιαπέραστος από το νερό ορίζοντας βρίσκεται κάτω από έναν περατό. Όταν η γεωμορφολογία της περιοχής είναι τέτοια ώστε το βρόχινο νερό να μπορεί να διεισδύσει σε αυτούς τους βαθύτερους ορίζοντες, τότε το νερό του ταμιευτήρα θερμαίνεται και ανεβαίνει στην επιφάνεια, ενώ το ψυχρότερο νερό κατεβαίνει βαθύτερα όπου στη συνέχεια θερμαίνεται, δημιουργώντας έτσι ένα γεωθερμικό πεδίο (Γεωργίου και συν. ό.π.).

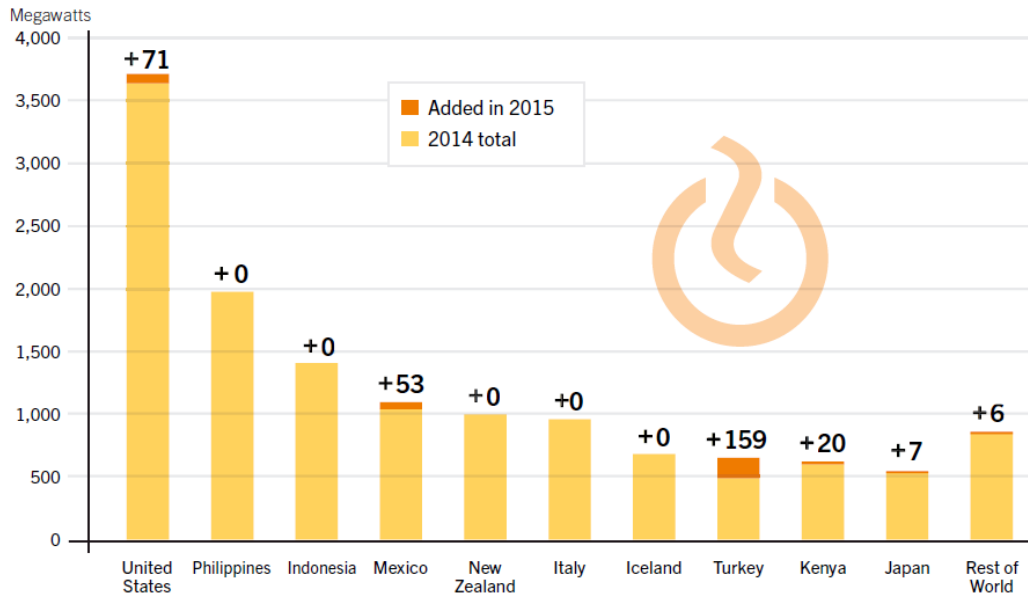


Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση γεωθερμικού πεδίου.
Πηγή: Γεωργίου Χρήστος και συν. Βιομηχανική Παραγωγή και Ενέργεια , Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων- Αθήνα, .Παρ.4.3.5.

Τα γεωθερμικά πεδία στη βιβλιογραφία διακρίνονται ανάλογα με τη θερμοκρασία του ρευστού στις τρεις παρακάτω κατηγορίες (Dickson et al. 2012) :

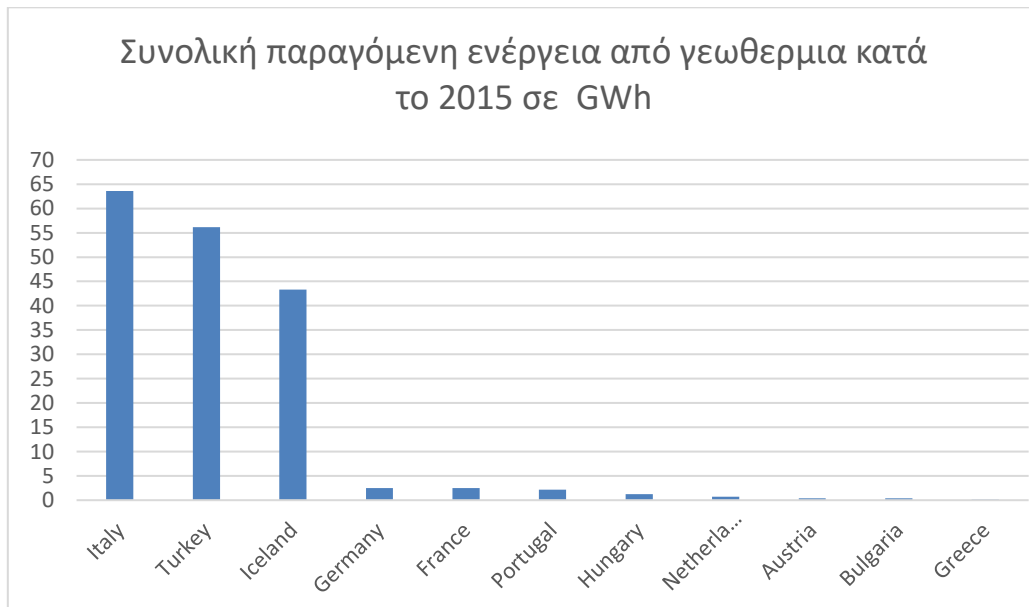
1. Υψηλής ενθαλπίας με θερμοκρασία ρευστού πάνω από 150 °C, όπου τα ρευστά αποτελούνται από μίγμα νερού και ατμού. Αποτελούν την πλέον κατάλληλη μορφή γεωθερμική ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, όπου το γεωθερμικό ρευστό εξερχόμενο με πίεση από τη γεώτρηση διέρχεται από ένα διαχωριστήρα ο ατμού, ο οποίος στη συνέχεια διοχετεύει τον ατμό προς εκτόνωση σε έναν στροβιλοφόρο κινητήρα συνδεδεμένο με μια ηλεκτρογεννήτρια.
2. Μέσης ενθαλπίας με θερμοκρασίες μεταξύ 90 και 150 °C. Τα εν λόγω γεωθερμικά πεδία χρησιμοποιούνται για θέρμανσεις με ειδικές ανάγκες σε θερμικά φορτία κυρίως με νερό που αντλείται από βάθος 200 έως 1800μ.
3. Χαμηλής ενθαλπίας με θερμοκρασίες μεταξύ 25 και 90 °C, η οποία συναντάται σε διάφορες θερμικές εφαρμογές (π.χ. θέρμανση θερμοκηπίων, οικισμών).

Το 2015 η συνολική γεωθερμική ενέργεια που παρήχθη είτε με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας είτε με τη μορφή απευθείας θέρμανσης ανήλθε σε 151 TWh, ενώ εγκαταστάθηκαν περίπου 315 MW παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την παγκόσμια δυναμικότητα να ανέρχεται περίπου στα 13,2 GW. Στο τέλος του ίδιου έτους οι χώρες με τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη δυναμικότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία ήταν οι Ηνωμένες Πολιτείες (3,6 GW), οι Φιλιππίνες (1,9 GW), η Ινδονησία (1,4 GW), το Μεξικό (1,1 GW), η Νέα Ζηλανδία (1,0 GW), η Ιταλία (0,9 GW), η Ισλανδία (0,7 GW), η Τουρκία (0,6 GW), η Κένυα (0,6 GW) και η Ιαπωνία (0,5 GW), όπως απεικονίζεται παρακάτω (Ren, 2016):



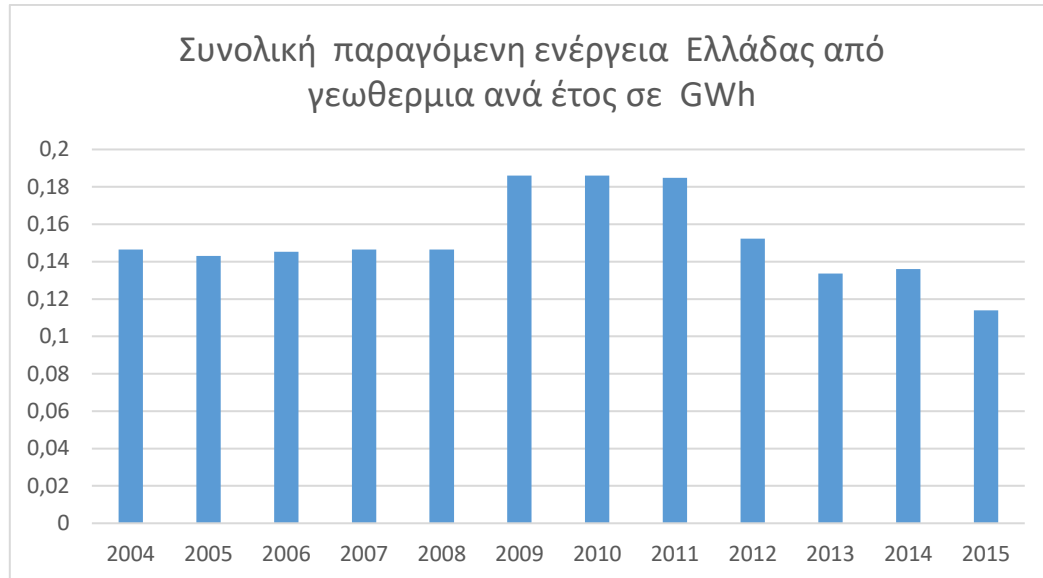
Διάγραμμα 16: Συνολική παγκόσμια εγκατεστημένη γεωθερμική ισχύς σε MW έως το 2014 και πρόσθετη γεωθερμική ισχύς σε MW κατά το έτος 2015.
Πηγή: Ren 21, Global Status Report 2016.

Στην Ευρώπη το 2014 η συνολική παραγωγή ενέργειας των κ-μ από γεωθερμία προέρχεται κατά βάση από την Ιταλία, την Ισλανδία και την Τουρκία που συνεισφέρουν πάνω από 50% της συνολικής ενέργειας σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat.



Διάγραμμα 17: Ετήσια παραγωγή ενέργειας από γεωθερμία σε κ-μ της ΕΕ σε GWh (2014).
Πηγή: Eurostat Supply, transformation and consumption of renewable energies - annual data.

Στη χώρα μας σύμφωνα με την ίδια πηγή η παραγωγή ενέργειας από γεωθερμία, παρά το γεγονός ότι έχει παρουσιάσει σημαντική αύξηση κατά την τελευταία δεκαετία, βρίσκεται στη 15η θέση μεταξύ των κ-μ της ΕΕ :



Διάγραμμα 18: Συνολική ενέργεια από γεωθερμία στην Ελλάδα σε GWh (1990-2014).
Πηγή: Eurostat Supply, transformation and consumption of renewable energies - annual data.

1.6 Ενέργεια ωκεανών

Μία όχι τόσο διαδεδομένη ΑΠΕ σχετίζεται με την ενέργεια των ωκεανών. Πιο συγκεκριμένα η εκμετάλλευση των θαλασσών και των ωκεανών αφορά (Uihlein, 2016):

1. Τα κύματα των ωκεανών, όπου η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να μετατραπεί σε μηχανική με την περιστροφή μιας γεννήτριας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
2. Το παλιρροιακό εύρος ή το παλιρροιακό κύμα, εύρος, όπου τα νερά συλλέγονται κατά την πλημμυρίδα και απελευθερώνονται κατά την άμπωτη, δημιουργώντας ενέργεια με τρόπο όμοιο με αυτό των υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων.
3. Τη θερμική ενέργεια των ωκεανών με την αξιοποίηση της θερμικής διαφοράς μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου στον πυθμένα.

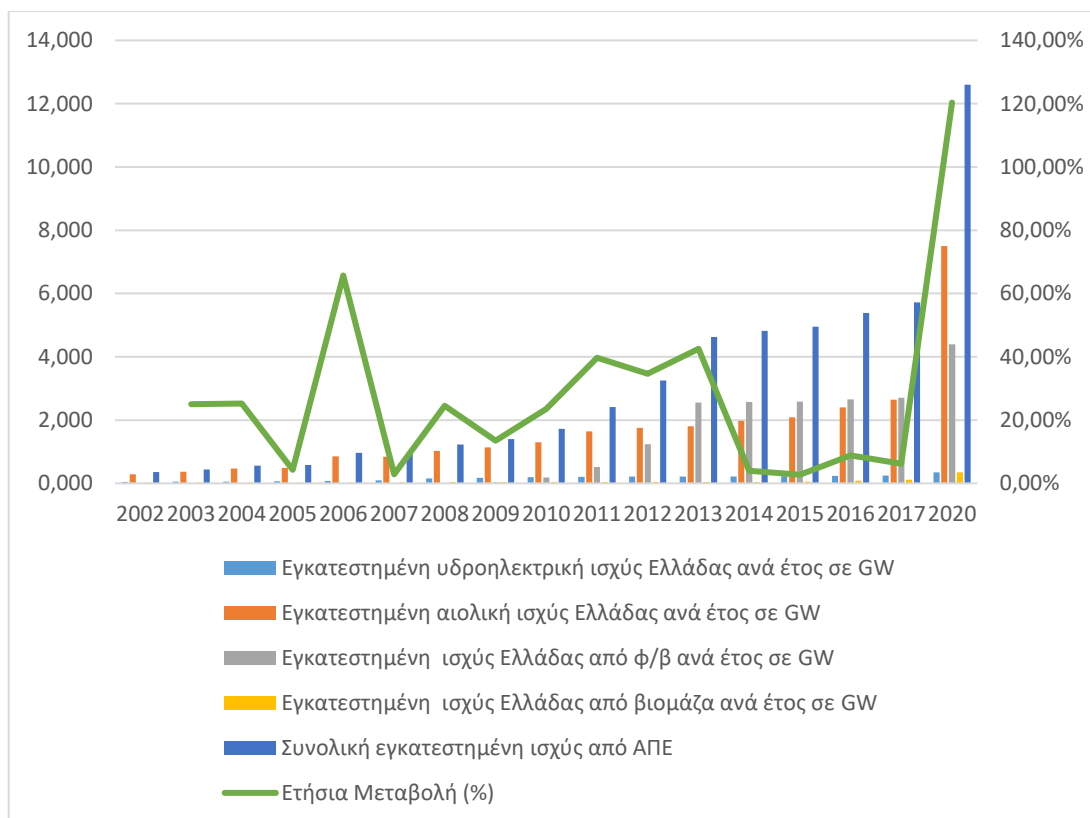
Οι εμπλεκόμενες ενεργειακές βιομηχανίες έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο τα τελευταία χρόνια, ωστόσο βρίσκονται ακόμη σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης, με την εγκατεστημένη δυναμικότητα να παραμένει το 2015 στα επίπεδα των 530 MW (Ren, 2016).

Στην Ευρώπη μόλις το 2008 έγινε εισαγωγή της πρώτης γενιάς των εμπορικών συσκευών ενέργειας των ωκεανών με τις πρώτες μονάδες να εγκαθίστανται στο Ηνωμένο Βασίλειο και την Πορτογαλία στις πόλεις SeaGen και Pelamis αντίστοιχα. Παρά το γεγονός ότι η θεωρητική δυναμικότητα των ωκεανών υπολογίζεται μεταξύ 20.000 και 92.000 TWh ανά έτος, σε σύγκριση με την παγκόσμια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της τάξης των 16.000 TWh ανά έτος, δεν διαφαίνεται ότι μπορεί να καλύψει αποκλειστικά τις ενεργειακές απαιτήσεις του πλανήτη (Esteban et al., 2012).

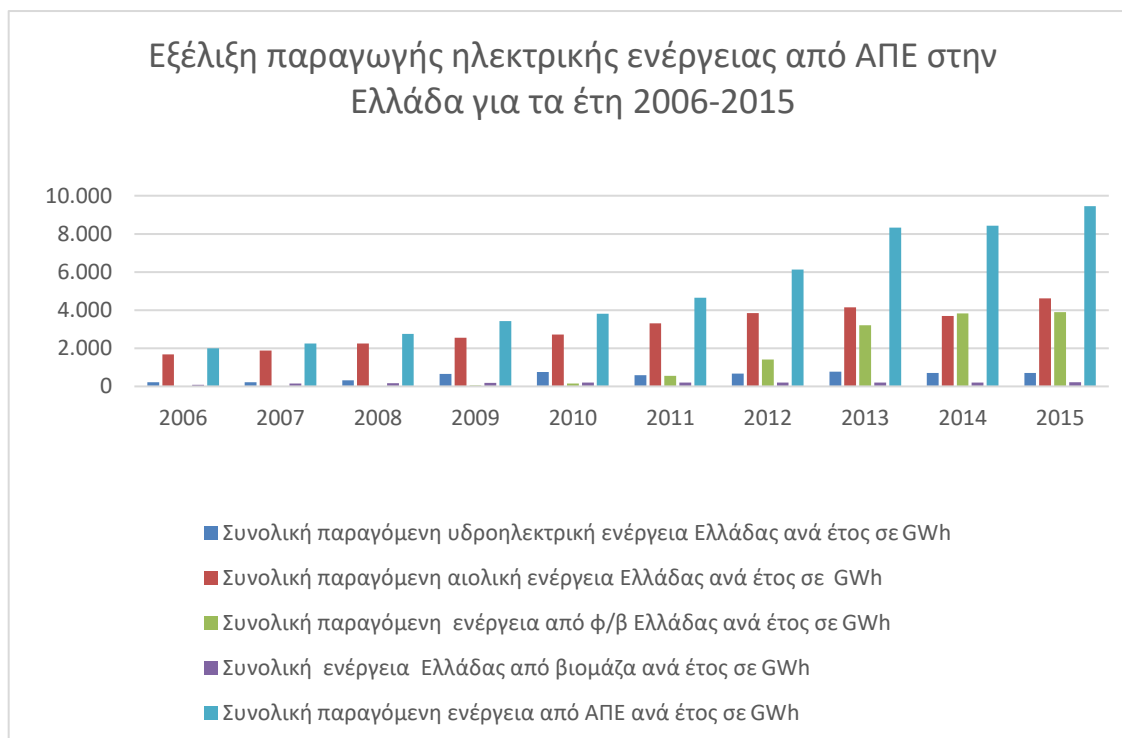
1.7 Συμπέρασμα

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως παρά το γεγονός ότι μέχρι το 2012 στη χώρα μας η εγκατεστημένη ισχύς και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σημείωσε σημαντική αύξηση, όπως φαίνεται και στα διαγράμματα που ακολουθούν, εντούτοις τα τελευταία χρόνια διαφαίνεται μία στασιμότητα.

Η φύση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ανεξάντλητοι/ανανεώσιμοι πόροι) με το υψηλό εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό της (αιολικό, ηλιοφάνεια) σε συνδυασμό με τις δεσμεύσεις της χώρας και της ΕΕ για «πράσινη» ανάπτυξη αποδεικνύουν πως υπάρχει ακόμη αρκετό περιθώριο διεύρυνσης των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μείωση και σταδιακή εξάλειψη περιορισμών όπως συχνές αλλαγές της σχετικής νομοθεσίας καθώς και έλλειψης νέων χρηματοδοτικών εργαλείων θα δώσουν περαιτέρω τη δυνατότητα ακόμη μεγαλύτερου βαθμού εκμετάλλευσης των ΑΠΕ.

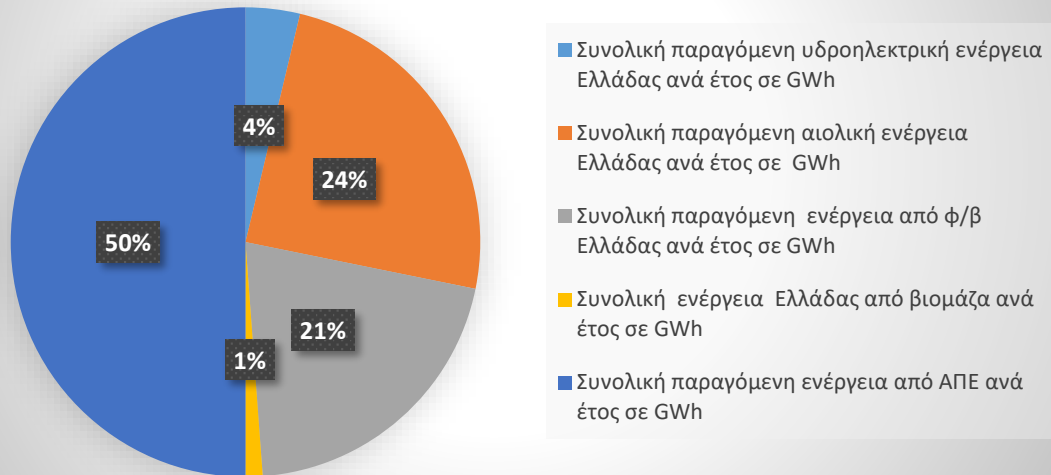


Διάγραμμα 19: Εγκατεστημένη ισχύς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε GW (2002-2015), 2016-2017 Πρόβλεψη ΛΑΓΗΕ, Στόχος 2020.
Πηγή: Κλαδική Μελέτη ICAP για τις ΑΠΕ 2015.



Διάγραμμα 20: Εξέλιξη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα σε GWh (2006-2015).
Πηγή: Κλαδική Μελέτη ICAP για τις ΑΠΕ 2015.

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα για το έτος 2015 ανά τεχνολογία σε GWh



Διάγραμμα 21: Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα ανά τεχνολογία σε GWh (2015).

Πηγή:Κλαδική Μελέτη ICAP για τις ΑΠΕ 2015.

Βιβλιογραφία 1ου Κεφαλαίου

- Shafiee, S., & Topal, E.** (2009, Ιανουάριος), “*When will fossil fuel reserves be diminished?*“, **Energy Policy** Volume 37, Issue 1, January 2009, Pages 181-189.
- Stein W. Eric**, “*A comprehensive multi-criteria model to rank electric energy production technologies*”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 22, June 2013, Pages 640-654.
- Electricity Forum**, Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2016 από Electricity Forum, <http://www.electricityforum.com/hydroelectricity.html>
- Hossain, M. S., Madloul, N. A., Rahim, N. A., Selvaraj, J., & A.K. Pandey**, “*Role of smart grid in renewable energy: An overview*”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 22, July 2013,. Pages 1169-1170.
- Lucky Matt**, “*Global Hydropower Installed Capacity and Use Increase*”, **Vital Signs Online**, Jan 17, 2012.
- Ren 21 Community**, “*Renewables 2016*” **Global Status Report**, 2016.
- DudleyBob**, “*BP Energy Outlook 2035*”, Edition 2016.
- Zimny, J., Michalak, P., Bielik, S., & Szczotka, K.** (2013), “*Directions in development of hydropower in the world, in Europe and Poland in the period 1995–2011*”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews** Volume 21, January 2013, Pages 117-130.
- ΚΑΠΕ** . Ανάκτηση Ιανουάριος 2017 από http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_windmill.htm.
- Ελαφρός Γιάννης**, «*Αιολική ενέργεια στην Ελλάδα*», **Εφ. Καθημερινή**, 29 Ιαν 2015.
- Global Wind Energy Council**, “*Global Wind Report*”, 2015.
- Eurostat**, “*Eurostat Supply, transformation and consumption of renewable energies - annual data*”, http://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-datasets/-/NRG_107A
- Σύνδεσμος Εταιρειών φ/β**, «*Στοιχεία Αγοράς φ/β έτους 2015*», 2015, http://helapco.gr/wp-content/uploads/pv-stats_greece_2015_10Feb2016.pdf.
- Ροδόπουλος Δ.**, «*Μελέτη Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης Ισχύος 100 kW*», Ιούλιος 2012, σελίδες 3-5.

Γεωργίου, Χ., Γιανναράς, Γ., Κούτσικος, Η., & Τσίμας, Σ. (n.d.), «Βιομηχανική Παραγωγή και Ενέργεια», **Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων**- Αθήνα, Παράγραφος 4.3.5.

Esteban, M., & Leary, D., “*Current developments and future prospects of offshore wind and ocean energy*”, **Applied Energy**, Volume 90, February 2012, Pages 128-136.

Dickson, M. H., & Fanelli, M., “*What is Geothermal Energy*”, **International Geothermal Association**, 2012, Page 11.

Uihlein, A., "*Life cycle assessment of ocean energy technologies*", **The International Journal of Life Cycle Assessment**, Volume 21, 2016, Pages 1425-1437.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΠΕ

Εισαγωγή

Η δραστηριοποίηση των επιχειρήσεων στον κλάδο των ΑΠΕ όσον αφορά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται βάσει σχετικού νομοθετικού πλαισίου, το οποίο ως στόχο έχει την υλοποίηση και την προώθηση της ενεργειακής πολιτικής σε θέματα ΑΠΕ.

Η εθνική ενεργειακή πολιτική σε επίπεδο ΑΠΕ βασίζεται ως επί το πλείστον σε ευρωπαϊκές και διεθνείς συμφωνίες, που σαν απώτερο στόχο έχουν τόσο την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της μείωσης εκπομπής ρύπων, όσο και τη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από πόρους εκτός των εθνικών ή ευρωπαϊκών συνόρων.

2.1 Διεθνές και Ευρωπαϊκό Θεσμικό πλαίσιο ΑΠΕ

2.1.1 Διεθνές Θεσμικό Πλαίσιο

Το Πρωτόκολλο του Κιότο στη Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος, αποτελεί ορόσημο σε ό,τι αφορά την προστασία του περιβάλλοντος του πλανήτη. Και τούτο, διότι διάφορα ανεπτυγμένα κράτη με την αποδοχή του πρωτοκόλλου δεσμεύθηκαν να μειώσουν κατά 5,2% τον όγκο των περιβαλλοντικών ρύπων, που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 και βάσει του μέσου όρου εκπομπών για την περίοδο 2008–2012. Η Ελλάδα υπέγραψε το συγκεκριμένο πρωτόκολλο το έτος 1998, ενώ η επικύρωση του έγινε στις 31 Μαΐου 2002 με το ν. 3017/2002 «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος» (ΦΕΚ Α-117).

2.1.2 Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο

Η κυριότερη οδηγία της ΕΕ είναι η 2009/28/ΕΚ με τίτλο: «Σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ» και θέτει τους παρακάτω στόχους:

1. Τη συμμετοχή των ΑΠΕ στον ενεργειακό τομέα της σε ποσοστό 20% στην τελική κατανάλωση και 10% στον τομέα των μεταφορών για το έτος 2020.
2. Τη θέσπιση νέων μηχανισμών, όπως οι στατιστικές μεταβιβάσεις μεταξύ κρατών μελών ή τρίτων χωρών για κοινά έργα μεταξύ κρατών μελών και με τρίτες χώρες.
3. Τη θέσπιση εγγυήσεων προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας και της ενέργειας θέρμανσης και ψύξης, οι οποίες παράγονται από ΑΠΕ.

Για την Ελλάδα ο ενδεικτικός στόχος συμμετοχής των ΑΠΕ διαμορφώνεται στο 18% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για το 2020 και στο 10% για το μερίδιο των βιοκαυσίμων στην κατανάλωση βενζίνης και ντίζελ για τις μεταφορές. Η εν λόγω οδηγία ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία με το Ν.3851/10.

Συναφώς στις 30 Νοεμβρίου 2016 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε πρόταση αναθεωρημένης οδηγίας σχετικής με ΑΠΕ με σκοπό να διασφαλίσει ότι ικανοποιείται ο στόχος της συμμετοχής τουλάχιστον κατά 27% των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ έως το 2030 (European Commission, Directorate General for Energy (<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive>)).

Μία ακόμη πρόσφατη οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου είναι η (ΕΕ) 2015/1513 για την τροποποίηση της οδηγίας 98/70/ΕΚ σχετικά με την ποιότητα των καυσίμων βενζίνης και ντίζελ και την τροποποίηση της οδηγίας 2009/28/ΕΚ σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ΑΠΕ, η οποία μεταξύ άλλων προβλέπει:

1. Τον περιορισμό κατά 7% της συμμετοχής των συμβατικών βιοκαυσίμων έως το 2020.
2. Την υποχρέωση των κ-μ να θεσπίσουν ενδεικτικούς εθνικούς στόχους των προηγμένων βιοκαυσίμων έως το 2020.

3. Τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που επιτυγχάνεται με τη χρήση βιοκαυσίμων, η οποία πρέπει να είναι τουλάχιστον 35% σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Το ποσοστό αυτό αυξάνεται σε τουλάχιστον 50% από το 2017 και σε τουλάχιστον 60% από το 2018 για τα βιοκαύσιμα που παράγονται σε νέες εγκαταστάσεις

(http://www.biograce.net/app/webroot/files/file/BioGrace_information_leaflet_EL.pdf).

Η ενσωμάτωση στην εθνική νομοθεσία έγινε με την τροποποίηση της απόφασης ΑΧΣ 316/2010, (ΦΕΚ 501/Β/2012) (<http://www.nomotelia.gr/photos/File/4217b-16.pdf>).

2.1.3 Εθνικό Νομικό Πλαίσιο

Η εθνική νομοθεσία για τις ΑΠΕ θεωρείται επαρκής και είναι από τις πιο εμπειριστατωμένες μεταξύ των κ-μ. Ωστόσο, το πλήθος των αλλεπάλληλων νομοθετημάτων καθιστούν πολλές φορές την εφαρμογή της δυσχερή και αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα για πολλούς επενδυτές.

Στη συνέχεια θα γίνει συνοπτική παρουσίαση της διαχρονικής εξέλιξης του νομοθετικού πλαισίου για τις ΑΠΕ στην Ελλάδα.

1. Ν. 1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α-35). Ο νόμος αυτός αποτέλεσε την «απαρχή» του κλάδου των ΑΠΕ στην Ελλάδα, βάσει του οποίου επετράπη η δραστηριοποίηση του ΚΦΕ-ΔΕΗ και των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) στον κλάδο των ΑΠΕ.

2. Ν. 2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α-168). Με την ψήφιση του εν λόγω νόμου γίνεται η έναρξη του κλάδου των ΑΠΕ, βάσει του οποίου για το διασυνδεδεμένο σύστημα της χώρας και καθορίζονται σταθερές τιμές πώλησης ενέργειας από ΑΠΕ, σε επίπεδο ίσο με το 90% του γενικού τιμολογίου στη μέση τάση και υποχρέωση της ΔΕΗ για αγορά του.

3. Ν. 2773/1999 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας» (ΦΕΚ Α-286). Ο σχετικός νόμος επικύρωσε την ευρωπαϊκή οδηγία ΟJ L27/30.1.1997, βάσει της οποίας θεσμοθετείται η απελευθέρωση των εσωτερικών αγορών ηλεκτρικής ενέργειας των κ-μ. Βάσει του νόμου αυτού προέκυψε η δημιουργία δυο νέων φορέων, της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), υπό την μορφή ανεξάρτητης αρχής, και του Διαχειριστή του Δικτύου (ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.), υπό τη μορφή ανώνυμης εταιρείας. Οι δυο παραπάνω φορείς διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στην εύρυθμη λειτουργία της αγοράς, όσο και στην αποτελεσματική ανάπτυξη του ανταγωνισμού. Και τούτο, διότι δημιουργείται ένα ευνοϊκό καθεστώς για τους σταθμούς παραγωγής ΑΠΕ καθώς δίδεται προτεραιότητα στην απορρόφηση ενέργειας από αυτούς έναντι των συμβατικών μονάδων (άρθρα 35-37) και ορίζεται ιδιαίτερος τρόπος τιμολόγησης.
4. Ν. 2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 201). Βάσει του συγκεκριμένου νόμου έγινε διευθέτηση χωροταξικών θεμάτων που είχαν προκύψει σχετικά με την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ εντός δασικών εκτάσεων και δασών, βάσει διατάξεων οι οποίες έγιναν αποδεκτές από το Συμβούλιο της Επικρατείας.
5. ΚΥΑ 1726/2003 «Διαδικασία προκαταρκτικής εκτίμησης και αξιολόγησης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, καθώς και έγκρισης επέμβασης ή παραχώρησης δάσους ή δασικής έκτασης στα πλαίσια της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» (ΦΕΚ Β' 552).
5. Ν.3468/2006 (ΦΕΚ.Α' 129). Με τον υπόψη νόμο αφ' ενός μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2001/77/ΕΚ, L.283 και αφ' ετέρου προωθείται κατά προτεραιότητα, με κανόνες και αρχές, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες ΑΠΕ και μονάδες Συμπαγωγής.
6. Ν. 3752/2009 «Τροποποιήσεις επενδυτικών νόμων (επενδυτικά σχέδια παραγωγής ηλεκτρισμού από ήπιες μορφές ενέργειας) και άλλες Διατάξεις» (ΦΕΚ40/Α/04.03.2009).

7. Ν. 3734/2009 «Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας» (ΦΕΚ 8/Α/28.01.2009). Με το νόμο αυτό α) εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2004/8/ΕΚ για την προώθηση της Συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά και συμπληρώνεται το σχετικό νομικό πλαίσιο και β) αναπροσαρμόζονται τα τιμολόγια απορρόφησης της ενέργειας που παράγεται από Φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

8. ΚΥΑ «Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» (ΦΕΚ 246/Β/03.12.2008).

9. Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ Β' 1079). Εκδόθηκε τον Ιούνιο του 2009 κατ' εξουσιοδότηση του Ν.3468 όπως αυτός τροποποιήθηκε με τον Ν.3734. Συμβάλει στην κατάρτιση ειδικού προγράμματος ανάπτυξης φ/β και ανοίγει το δρόμο για την εγκατάσταση μικρών συστημάτων πάνω σε κτίρια.

10. Ν. 3851/2010 (ΦΕΚ Α' 85). Με την ψήφισή του τον Ιούνιο του 2010 γίνεται προσπάθεια περαιτέρω απλούστευσης και συντόμευσης της διαδικασίας αδειοδότησης νέων έργων ΑΠΕ με τον παραλληλισμό ορισμένων χρονοβόρων επιμέρους βημάτων και την κατάργηση άλλων. Ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο αυτό έχει το γεγονός ότι δεν απαιτείται πλέον Άδεια Παραγωγής, εξαίρεση από την ΡΑΕ ή άλλη σχετική διαπιστωτική πράξη, για φ/β και ηλιοθερμικούς σταθμούς ισχύος ως και 1 MW. Επιπλέον, με τον Ν.3851 και την κατ' εξουσιοδότηση του Απόφαση της Υπουργού Ανάπτυξης Α.Υ./Φ1/οικ.19598 (ΦΕΚ Β'1630/11.10.2010), καθορίστηκαν οι παρακάτω εθνικοί στόχοι για τη διείσδυση των ΑΠΕ ως το 2020 (αναθεωρήσιμοι ανά διετία):

α) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20%.

β) Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%. Η επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία και κατηγορία παραγωγού παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

γ) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε ποσοστό τουλάχιστον 20%.

δ) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.

Πίνακας 1: Επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία και κατηγορία παραγωγού σε MW.

Πηγή: Κλαδική μελέτη ΑΠΕ ICAP, 2016 .

Κατηγορία	MW
Υδροηλεκτρικά	4.650
❖ Μικρά (Ο -15MM)	350
❖ Μεγάλα (> 15 MM)	4.300
Φωτοβολταϊκά (σύνολο)	2.200
❖ Εγκαταστάσεις από επαγγελματίες αγρότες της περίπτωσης (β) της§6 του αρθ.15 του Ν.3851	750
❖ Λοιπές Εγκαταστάσεις	1.450
Ηλιοθερμικά	250
Αιολικά (περιλαμβανομένων των θαλασσιών)	7.500
Βιομάζα	350
Σύνολο	14.950

11. Ν. 4001/2011 (ΦΕΚ.Α' 179) «Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις». Δρομολογεί σημαντικές αλλαγές στην διάρθρωση και τον τρόπο λειτουργίας της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με την σύσταση ανεξάρτητων διαχειριστών για το σύστημα μεταφοράς (ΑΔΜΗΕ) και για το δίκτυο διανομής (ΔΕΔΔΗΕ), καθώς και ανεξάρτητου Λειτουργού της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας. Ο ΛΑΓΗΕ ΑΕ ασκεί πλέον τις δραστηριότητες της σύναψης συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και της καταβολής των πληρωμών που πριν ασκούσε ο ΔΕΣΜΗΕ (άρθρα 117 και 118).

12. ΥΑΠΕ/Φ1/14810 (ΦΕΚ 2373 Β725.10.2011): «Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.)».

13. ΥΑΠΕ/ΦΙ/οικ.2262 & 2266 (ΦΕΚ 97B/31-01-2012) «Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς» και «Τροποποίηση του

Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων».

14. ΥΑΠΕ/Φ1/οικ.2262 & 2266 (ΦΕΚ 97B/31-01-2012) «Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς» και «Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων».

15. Ν. 4062/2012 (ΦΕΚ 70A/30-3-2012): «Αξιοποίηση του πρώην Αεροδρομίου Ελληνικού -Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ - Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) - Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/30/ΕΚ)».

16. Υπουργικές Αποφάσεις (ΦΕΚ 2317B/10-08-2012):

α) ΥΑΠΕ/Φ1/2300/16932: «Αναστολή διαδικασίας αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς, λόγω κάλυψης των στόχων που έχουν τεθεί με την απόφαση Α.Υ. /Φ1/οικ.19598/ 01.10.2010 του Υπουργού Π.Ε.Κ.Α.»

β) β) ΥΑΠΕ/Φ1/2301/16933: «Τροποποίηση της απόφασης με αριθμό Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2262/ 31.1.2012 (B197) σχετικά με την τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς».

γ) ΥΑΠΕ/Φ12302/16934: «Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων».

δ) ΥΑΠΕ/Φ1/2303/16935: «Προσδιορισμός ποσοστού της εισφοράς υπέρ της Ε.Ρ.Τ. Α.Ε. του άρθρου 14 του ν. 1730/1987, το οποίο αποτελεί πόρο του Ειδικού Λογαριασμού του άρθρου 40 του ν.2773/1999».

17. Ν. 4093/2012 (ΦΕΚ 222A/12/11/2012): «Έγκριση Μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013-2016 - Επείγοντα Μέτρα Εφαρμογής του ν. 4046/2012 και του Μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013-2016». Με το συγκεκριμένο νόμο, μεταξύ άλλων, επιβάλλεται έκτακτη ειδική εισφορά αλληλεγγύης στους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ που λαμβάνουν χώρα κατά το χρονικό διάστημα 01.07.2012-30.06.2014 και

αφορά λειτουργούντες σταθμούς καθώς και όσους σταθμούς τεθούν σε δοκιμαστική λειτουργία ή ενεργοποιηθεί η σύνδεση τους εφεξής. Η εισφορά υπολογίζεται ως ποσοστό επί του, προ ΦΠΑ, τμήματος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται από τον παραγωγό στο Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο ή στα ηλεκτρικά συστήματα των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

18. ΥΑ 3791/2013 (ΦΕΚ 104B/24-1-2013): «Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ) για έργα ΑΠΕ».

19. Κώδικας Διαχείρισης Ηλεκτρικών Συστημάτων Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (Κώδικας ΜΔΝ) (ΦΕΚ 304 Β/11.02.2014). Με τον Κώδικα αυτό απελευθερώθηκε η ηλεκτρική αγορά στα ΜΔΝ και θεσπίζονται κανόνες για τη λειτουργία και τη διαχείριση των μικρών απομονωμένων ηλεκτρικών συστημάτων. Ο Κώδικας ορίζει την εποπτεία διαχείρισης των συστημάτων ΜΔΝ και καθορίζει την ύπαρξη Κέντρων Ελέγχου Ενέργειας και τις προϋποθέσεις για την άσκηση δραστηριότητας Προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας στα ΜΔΝ. Επιπλέον, ορίζονται τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων για τη διασύνδεση τους με το ηλεκτρικό σύστημα ενός ΜΔΝ και ο τρόπος πρόσβασης των παραγωγών στο Δίκτυο ΜΔΝ. Επιπλέον, αναφέρεται ο τρόπος υπολογισμού του κόστους αμοιβής των μονάδων παραγωγής συμπεριλαμβάνοντας το κόστος παραγωγής τους το κόστος διαθεσιμότητας τους και το κόστος επικουρικών υπηρεσιών.

20. Ν. 4254/2014 Σύμφωνα με τον εν λόγω νόμο ρυθμίζονται διάφορα θέματα των Α.Π.Ε. και κυρίως η τιμολόγηση σταθμών εν λειτουργία και νέων σταθμών, η επιμήκυνση της Σύμβασης Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας και η επανέναρξη υποδοχής και εξέτασης νέων αιτημάτων φωτοβολταϊκών πάρκων. Πιο συγκεκριμένα, αναθεωρείται η τιμολόγηση των φωτοβολταϊκών σταθμών εν λειτουργία αναφορικά με την Περίοδο Διασύνδεσης την υλοποίηση της επένδυσης με ή χωρίς χρήση δημόσιας ενίσχυσης, το Σύστημα στο οποίο έχει συνδεθεί το πάρκο (εάν βρίσκεται στο Διασυνδεδεμένο ή Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα) και την ισχύ του πάρκου. Επιπλέον, στον ως άνω νόμο ορίζεται και η επιμήκυνση της Σύμβασης Πώλησης Και Σύμβασης Συμψηφισμού για τους παραγωγούς του «Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων» κατά 7 έτη, εφόσον λειτουργούν για λιγότερα από 12

έτη κατά την 1η Ιανουαρίου 2014. Κατά το διάστημα της επέκτασης, οι παραγωγοί των σταθμών θα πρέπει να επιλέξουν τον τρόπο με τον οποίο θα τιμολογούνται.

2.1.4 Εγχώριοι φορείς ΑΠΕ

1. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), η οποία συγκροτήθηκε τον Ιούλιο του 2000 και αποτελεί ανεξάρτητη διοικητική αρχή, έχει αναλάβει την παρακολούθηση της αγοράς ενέργειας. Συστήθηκε με το Ν. 2773/1999 στο πλαίσιο εναρμόνισης με τις οδηγίες 2003/54/ΕΚ και 2003/55/ΕΚ για τον ηλεκτρισμό και το φυσικό αέριο. Με το νόμο αυτόν, τον εσωτερικό κανονισμό της (Π.Δ. 139/01) και κυρίως με τις τροποποιήσεις του Ν. 2773/1999 που ακολούθησαν στη συνέχεια, της δόθηκαν αρμοδιότητες παρακολούθησης και ελέγχου της αγοράς ενέργειας σε όλους τους τομείς, ήτοι στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και φυσικό αέριο. Περαιτέρω, η ΡΑΕ έχει συγκεκριμένες αρμοδιότητες σε σχέση με την αγορά των πετρελαιοειδών.

Ειδικότερα, η ΡΑΕ έχει γνωμοδοτική αρμοδιότητα στη χορήγηση αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα. Με τον δε πρόσφατο Ν. 3851/2010, η ΡΑΕ έχει αποφασιστική αρμοδιότητα για τη χορήγηση αδειών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Είναι υπεύθυνη να παρακολουθεί τη διασφάλιση πρόσβασης τρίτων στο δίκτυο της χώρας και τη λειτουργία του διασυνδεδετικού εμπορίου εισαγωγών και εξαγωγών, καθώς και να ελέγχει ότι η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας -όπως αυτή λειτουργεί μέσω του ηλεκτρονικού συστήματος που εκτελεί ο Διαχειριστής του ελληνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας- λειτουργεί ομαλά. Στην ίδια βάση, γνωμοδοτεί για τη χορήγηση αδειών για τη προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας.

2. Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ ΑΕ).

Η ΑΔΜΗΕ Α.Ε. είναι ο νέος Διαχειριστής του Συστήματος και διαδέχεται τον ΔΕΣΜΗΕ ΑΕ στις δραστηριότητες σχετικά με τη λειτουργία, συντήρηση και ανάπτυξη του Συστήματος Μεταφοράς¹.

Σκοπός του είναι η λειτουργία, συντήρηση και ανάπτυξη του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ), ώστε να διασφαλίζεται ο εφοδιασμός της χώρας με ηλεκτρική ενέργεια με τρόπο ασφαλή, αποδοτικό και αξιόπιστο. Ο ΑΔΜΗΕ είναι 100% θυγατρική της ΔΕΗ Α.Ε., ωστόσο είναι ανεξάρτητος λειτουργικά και διοικητικά, έχοντας ουσιαστικές εξουσίες λήψης αποφάσεων, τηρώντας όλες τις προς αυτό απαιτήσεις ανεξαρτησίας που ενσωματώνονται στο Ν. 4001/2011 και στην Οδηγία 2009/72/ΕΚ.

3. Ο Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΛΑΓΗΕ ΑΕ)

Ασκή τις δραστηριότητες που ασκούνταν από τον Διαχειριστή Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ ΑΕ)². Πιο συγκεκριμένα ο ΛΑΓΗΕ εφαρμόζει τους κανόνες για τη λειτουργία της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, ασκώντας τις ακόλουθες αρμοδιότητες:

α) Διενεργεί τον Ημερήσιο Ενεργειακό Προγραμματισμό με το να:

Προγραμματίζει τις εγχύσεις ηλεκτρικής ενέργειας στο ΕΣΜΗΕ, καθώς και τις απορροφήσεις ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτό, κατά τα προβλεπόμενα στον Κώδικα Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Υπολογίζει την Οριακή Τιμή Συστήματος.

Εκκαθαρίζει τις συναλλαγές στο πλαίσιο του Ημερήσιου Ενεργειακού Προγραμματισμού.

β) Συνεργάζεται με τον Διαχειριστή του ΕΣΜΗΕ.

γ) Τηρεί ειδικό Μητρώο Συμμετεχόντων στην Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας και εγγράφει τους συμμετέχοντες.

¹ Ισχύουν από την 1η Φεβρουαρίου 2012, μετά την ολοκλήρωση της απόσχισης της Δραστηριότητας Μεταφοράς της ΔΕΗ Α.Ε. και την εισφορά του Κλάδου της Γενικής Διεύθυνσης Μεταφοράς στην Εταιρεία ΑΔΜΗΕ Α.Ε. (σύμφωνα με το Ν.4001/2011) καθώς και την ολοκλήρωση της απόσχισης του Κλάδου Μεταφοράς της ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε. και την εισφορά του στην ΑΔΜΗΕ. Α.Ε.,

² Πλην εκείνων που κατά το άρθρο 99 του ν.4001/2011 μεταφέρονται στον ΑΔΜΗΕ ΑΕ.

δ) Παρέχει έγκαιρα και με κάθε πρόσφορο τρόπο στους συμμετέχοντες στην Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας τις απαραίτητες πληροφορίες για τη συμμετοχή τους στην Αγορά.

ε) Αποφεύγει κάθε διάκριση μεταξύ των συμμετεχόντων στην Αγορά Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας και εφαρμόζει κατά την παροχή των υπηρεσιών του διαφανή, αντικειμενικά και αμερόληπτα κριτήρια.

στ) Συμμετέχει σε κοινές επιχειρήσεις ιδίως με διαχειριστές συστημάτων μεταφοράς, καθώς και χρηματιστήρια ηλεκτρικής ενεργείας και άλλους ανάλογους φορείς με στόχο τη δημιουργία περιφερειακών αγορών στο πλαίσιο της εσωτερικής αγοράς ενέργειας.

ζ) Εισπράττει από τους συμμετέχοντες τέλη για τη διαχείριση και λειτουργία της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας και τηρεί τους αναγκαίους λογαριασμούς.

η) Συμμετέχει σε ενώσεις οργανώσεις ή εταιρείες μέλη των οποίων είναι λειτουργοί αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και χρηματιστήρια ηλεκτρικής ενέργειας.

θ) Συνάπτει συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τα προβλεπόμενα στο άρθρο 12 του ν. 3468/2006 που παράγονται από εγκαταστάσεις ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ, εφόσον οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέονται στο Σύστημα είτε απευθείας, είτε μέσω του Δικτύου, και καταβάλλει τις πληρωμές που προβλέπονται στις συμβάσεις αυτές. Τα ποσά που καταβάλλονται στους αντισυμβαλλόμενους ανακτώνται κατά τα προβλεπόμενα στο άρθρο 143 του Ν. 4001/2011.

ι) Διενεργεί τη διευθέτηση των χρηματικών συναλλαγών στο πλαίσιο του Ημερήσιου Ενεργειακού Προγραμματισμού σε συνεργασία με τους Διαχειριστές του ΕΣΜΗΕ και του ΕΔΔΗΕ.

4. Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ)

Η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. είναι ανώνυμη εταιρεία, θυγατρική της ΔΕΗ, η οποία είναι και ο μοναδικός (100%) ιδιοκτήτης της³. Είναι ο Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής ΗΕ (ΕΔΔΗΕ) έχοντας λάβει από τη ΡΑΕ σχετική Άδεια Διαχείρισης. Επιπλέον, στις αρμοδιότητες του ΔΕΔΔΗΕ περιλαμβάνεται η διαχείριση των

³ Συστάθηκε με το Ν. 4001/2011, με τον οποίο η Οδηγία 2009/72/ΕΚ της ΕΕ, ενσωματώθηκε στο ελληνικό δίκαιο. Η εν λόγω οδηγία επιβάλλει το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των δραστηριοτήτων της Μεταφοράς και Διανομής από τις κατοπινημένες ηλεκτρικές επιχειρήσεις όπως η ΔΕΗ.

ηλεκτρικών συστημάτων των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (διαχείριση της παραγωγής και λειτουργία της αγοράς των συστημάτων των νησιών αυτών).

5. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.)⁴

Σκοπός του Κέντρου είναι η προώθηση των ΑΠΕ, της εξοικονόμησης και της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας, καθώς και η κάθε είδους υποστήριξη δραστηριοτήτων στους εν λόγω τομείς. Επιπλέον, με το Ν. 2244/94 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» και το άρθρο 11 του Ν. 2702/1999 «Διάφορες ρυθμίσεις θεμάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Ανάπτυξης και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α1-70) το ΚΑΠΕ λειτουργεί ως εθνικό συντονιστικό κέντρο των εν λόγω δραστηριοτήτων.

Το ΚΑΠΕ διαθέτει εργαστήρια πιστοποίησης τεχνολογιών ΑΠΕ, εκπονεί μελέτες προσδιορισμού του φυσικού και οικονομικού δυναμικού των ΑΠΕ και συμμετέχει ενεργά στην αξιολόγηση και παρακολούθηση των επενδύσεων του χώρου, περιλαμβανομένου του τομέα εξοικονόμησης ενέργειας. Διοικείται από επταμελές Διοικητικό Συμβούλιο, το οποίο περιλαμβάνει εκπροσώπους της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας/Υπουργείο Ανάπτυξης, της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού καθώς, του ΣΕΒ (Συνδέσμου Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών) και του ΕΒΕΑ (Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Αθηνών), ενώ διαθέτει επιστημονικό επιτελείο 120 και πλέον επιστημόνων, εμπειρών και εξειδικευμένων στους τομείς που δραστηριοποιείται.

2.2 Νομικό Πλαίσιο ΑΠΕ στις Ένοπλες Δυνάμεις (ΕΔ)

Στη χώρα μας το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας (ΥΠΕΘΑ) στο πλαίσιο εναρμόνισης με την ευρωπαϊκή και ελληνική νομοθεσία στα θέματα ενέργειας υπέγραψε το Σεπτέμβριο

⁴ Η ίδρυση του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) προβλέφθηκε με τις διατάξεις του άρθρου 25 του Ν. 1514/1985 "Ανάπτυξη της επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας" (ΦΕΚ Α' 13) και υλοποιήθηκε με το Π.Δ. 375/1987 "Ίδρυση Νομικού Προσώπου Ιδιωτικού Δικαίου με την επωνυμία Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας" (ΦΕΚ Α'-167).

του 2010 μνημόνιο συνεργασίας με το Υπουργείο Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ νυν ΥΠΕΝ). Το εν λόγω μνημόνιο επικυρώθηκε με το Ν. 4376/2010 (ΦΕΚ 53/Α/5-4-2016) και αποβλέπει στην προώθηση πρωτοβουλιών για την υλοποίηση περιβαλλοντικών δράσεων σε τομείς ευθύνης του ΥΠΕΘΑ. Κυριότεροι στόχοι της συνεργασίας αυτής είναι:

1. Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.
2. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
3. Η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.
4. Η δημιουργία συνθηκών που θα επιτρέπουν την εγκατάσταση ΑΠΕ σε χώρους ευθύνης και αρμοδιότητας του ΥΠΕΘΑ.
5. Η υποστήριξη από πλευράς ΥΠΕΚΑ στους μηχανισμούς περιβαλλοντικού και ενεργειακού ελέγχου του ΥΠΕΘΑ.
6. Η ανάπτυξη δράσεων περιβαλλοντικής διαχείρισης σε επιλεγμένες δραστηριότητες και εγκαταστάσεις του ΥΠΕΘΑ

Αναλυτικά οι όροι συνεργασίας του μνημονίου περιλαμβάνονται στο Παράρτημα «Α».

2.2.1 Πρόγραμμα «LIFE»

Το πρόγραμμα LIFE είναι το βασικότερο οικονομικό εργαλείο της ΕΕ για την υποστήριξη προγραμμάτων διατήρησης του περιβάλλοντος και της φύσης των κ-μ. Ο Κανονισμός LIFE, που προετοίμασε το έδαφος για την εφαρμογή του προγράμματος LIFE, θεσμοθετήθηκε με νόμο στις 21 Μαΐου 1992. Από τότε, το πρόγραμμα LIFE στις διάφορες φάσεις του έχει συγχρηματοδοτήσει περισσότερα από 3.700 προγράμματα συνολικού κόστους 2,8 δισεκατομμυρίων ευρώ (European Commission (<http://ec.europa.eu/life/>)).

Οι δράσεις του προγράμματος αφορούν στους τομείς του περιβάλλοντος και της κλιματικής αλλαγής (ΥΠΕΚΑ, <http://www.ypeka.gr/?tabid=468>). Στο σκέλος του περιβάλλοντος υποστηρίζει υποπρογράμματα σχετικά με:

1. Το περιβάλλον και τη διαχείριση πόρων που περιλαμβάνουν έργα όπως η διαχείριση και παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα, η διαχείριση δασών, η πρόληψη φυσικών κινδύνων (δασικών πυρκαγιών και πλημμυρών), η διαχείριση αποβλήτων και η ανακύκλωση, τα βιομηχανικά, αστικά και γεωργικά απόβλητα, η αξιολόγηση κινδύνων (κυρίως για την προστασία της ανθρώπινης υγείας), η απολύμανση και ο έλεγχος ρύπανσης, η κλιματική αλλαγή (μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και εξοικονόμηση ενέργειας), η επεξεργασία λυμάτων, η ύδρευση και η προστασία του εδάφους.
2. Τη φύση και βιοποικιλότητα με έργα που εστιάζουν στη διατήρηση των οικοτόπων.
3. Την περιβαλλοντική διακυβέρνηση και πληροφόρηση με την υποστήριξη έργων που συμβάλλουν στην εφαρμογή της ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής.

Επιπρόσθετα περιλαμβάνει δράσεις σχετικές με την αντιμετώπιση, την προσαρμογή και την πληροφόρηση για την κλιματική αλλαγή.

Η τρέχουσα φάση του προγράμματος ονομάζεται LIFE+, είναι σε εξέλιξη από το 2007 έως το 2013 και η νομοθετική του βάση είναι ο Κανονισμός (ΕΚ) Νο 614/2007.

Το ΥΠΕΘΑ στο πλαίσιο προσπάθειας συνεχούς ελέγχου των εκπομπών CO₂ και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στις πρακτικές περιβαλλοντικής διαχείρισης συμμετέχει στο πρόγραμμα LIFE+. Το έργο τιτλοφορείται «Military Energy and Carbon Management" (MECM) LIFE11 ENV/GR/938/MECM και αφορά (<http://www.life.mil.gr/>):

1. Στην ανάπτυξη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας (ΣΔΕ) σε τρία Στρατόπεδα των ΕΔ, σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο EN ISO 50001:2011. Το υπόψη ΣΔΕ είναι προσαρμοσμένο στις ιδιαιτερότητες των στρατιωτικών μονάδων και εφαρμόζεται αρχικά σε μη επιχειρησιακές δραστηριότητες.
2. Στην υλοποίηση τεχνικών πιλοτικών έργων - παρεμβάσεων σε επιλεγμένες εγκαταστάσεις των υπόψη Στρατοπέδων με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, χωρίς να παρακωλύεται η αποστολή τους, μέσω καλύτερης ενεργειακής διαχείρισης των μη επιχειρησιακών δραστηριοτήτων.

Οι κύριοι δείκτες παρακολούθησης του προγράμματος είναι οι ακόλουθοι :

- Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
- Η κατανάλωση καυσίμων για θέρμανση
- Η κατανάλωση καυσίμων για κίνηση οχημάτων

Οι παρεμβάσεις έγιναν σε επιμέρους εγκαταστάσεις τριών στρατιωτικών μονάδων (μία για κάθε κλάδο των ΕΔ) (energypress.gr/news/systima-diaheirisis-energeias-kai-pilotika-erga-gia-tin-exoikonomisi-energeias-sta-ellinika) με στόχο την ετήσια μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 3%. Πιο συγκριμένα:

1. Από το Στρατό Ξηράς οι παρεμβάσεις έγιναν στο Στρατόπεδο «Τριανταφυλλίδη» (25 ΤΘΤ), στην Ξάνθη, όπου:

α. Αντικαταστάθηκαν 43 φωτιστικά σώματα νατρίου 400W με νέα σώματα led (ισχύος 150W, φωτεινότητας 15.000 LU και μέσης διάρκειας ζωής 50.000 ώρες) στους υφιστάμενους ιστούς.

β. Αντικαταστάθηκαν 6 ιστοί φωτισμού με νέους και τοποθετήθηκαν 22 επί πλέον, με φωτιστικά σώματα led όμοια με τα παραπάνω.

γ. Τοποθετήθηκαν 37 ενεργειακά αυτόνομοι ιστοί φωτισμού με λάμπες led (ισχύος 30W, φωτεινότητας 3.000 LU) οι οποίοι ηλεκτροδοτούνται από φωτοβολταϊκά στοιχεία (μονοκρυσταλλικό πυρίτιο, ισχύος 120 Wp). Η ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά αποθηκεύεται σε συσσωρευτές 150 Ah.

δ. Αντικαταστάθηκαν 3 προβολείς ιωδίνης ισχύος 700 W με προβολείς led (ισχύος 250W, φωτεινότητας 20.000 LU).

2. Από το Πολεμικό Ναυτικό συμμετείχε ο Ναύσταθμος Κρήτης (NK), στη Σούδα, όπου έγινε εγκατάσταση 40 ηλιακών συλλεκτών (συνολικής επιφάνειας 80 m²), 2 μπόιλερ (τριπλής ενέργειας, χωρητικότητας 2.000 lt έκαστο) και αυτοματισμών για την παροχή ζεστού νερού χρήσης στη λέσχη υπαξιωματικών στόλου Κρήτης, ενώ προγραμματίζονται αντίστοιχες παρεμβάσεις σε δύο πολυκατοικίες διαμονής του προσωπικού του ναυστάθμου.

3. Η 110 Πτέρυγα Μάχης (ΠΜ) στη Λάρισα εκπροσώπησε την Πολεμική Αεροπορία στο πρόγραμμα LIFE11 ENV/GR/938/MECM. Στα πλαίσια υλοποίησης του προγράμματος ανέπτυξε και εφάρμοσε σύστημα διαχείρισης ενέργειας σύμφωνα με το πρότυπο ISO 5001/2011, το οποίο πιστοποιήθηκε για πρώτη φορά τον Αύγουστο

του 2015 από τον οργανισμό TÜV⁵ Austria Hellas. Το γεγονός αυτό αποτελεί σημαντικό σταθμό στις ΕΔ, καθώς είναι η μοναδική περίπτωση εφαρμογής του προτύπου σε ΕΔ της ΕΕ. Η σπουδαιότητά του έγκειται κυρίως στο γεγονός ότι με την καταγραφή των ενεργειακών καταναλώσεων και την επιμέρους ανάλυσή τους καθίσταται εφικτή η αποτελεσματική ενεργειακή διαχείριση και η αξιολόγηση παρεμβάσεων (π.χ. ενσωμάτωση ΑΠΕ) για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Στο αρχικό στάδιο εκτελέστηκε ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου διαμονής προσωπικού «Ερμής», με σκοπό τόσο τη βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του κτηρίου όσο και την εξοικονόμηση ενέργειας. Συνοπτικά οι εργασίες που εκτελέστηκαν είναι:

- α. Τοποθέτηση θερμομόνωσης στις εξωτερικές τοιχοποιίες.
- β. Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα αλουμινίου με θερμοδιακοπή.
- γ. Ανακατασκευή της υγρομόνωσης στην οροφή του κτηρίου.
- δ. Τοποθέτηση μπόιλερ τριπλής ενέργειας με ηλιακούς συλλέκτες.

Στο προσεχές μέλλον αναμένονται περαιτέρω παρεμβάσεις στα πλαίσια της συνεχούς βελτίωσης που προβλέπει το πρότυπο ΣΔΕ.

⁵ Το TÜV (Technischer Überwachungs-Verein) είναι ένα ακρωνύμιο του όρου *Τεχνικός Σύλλογος Ελέγχου*, όπως μεταφράζεται από τα γερμανικά και χρησιμοποιείται από ιδιωτικές επιχειρήσεις, παρέχοντας πιστοποίηση για τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες τους, ώστε αυτές να συμμορφώνονται προς συγκεκριμένες προδιαγραφές. Στην Γερμανία παλαιότερα τα TÜV (TÜV Nord, TÜV Rheinland και TÜV Süd) είχαν την αποκλειστικότητα για τα ΚΤΕΟ και στην Αυστρία η *TÜV Austria*.(<https://el.wikipedia.org/wiki/T%C3%9CV>)

Βιβλιογραφία 2^ο Κεφαλαίου

European Commission. Ανάκτηση Ιανουάριος 2017 από <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directiv/>

ICAP, «Κλαδική μελέτη ΑΠΕ», 2016.

ΥΠΕΚΑ, «Πρόγραμμα Life» <http://www.ypeka.gr/?tabid=468>.

ENV/GR/938/MECMLIFE11, “*Military Energy and Carbon Management*”, <http://www.life.mil.gr/>.

Energy Press, Ανάκτηση Ιανουάριος 2017 από energy.press.gr/news/systima-diaheirisis-energeias-kai-pilotika-erga-gia-tin-exoikonomisi-energeias-sta-ellinika.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Εισαγωγή

Η στροφή των ΕΔ προς τη χρήση ΑΠΕ για κάλυψη των ενεργειακών τους απαιτήσεων αποτελεί επιτακτική ανάγκη στη σύγχρονη εποχή. Αυτό καθίσταται σαφές και στη διεθνή βιβλιογραφία, όπου προβάλλονται ως επιχειρήματα υπέρ των ΑΠΕ πρωτίστως η επίτευξη ενεργειακής ασφάλειας και η απεξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας πέρα από τη συμμόρφωση με διεθνείς και ευρωπαϊκούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς.

3.1 Εννοιολογική προσέγγιση της ενεργειακής ασφάλειας

Η έννοια της ενεργειακής ασφάλειας σε εκθέσεις του Εθνικού Οργανισμού Ενέργειας International Energy Agency (IEA) το 2008 αφορούσε το πετρέλαιο και το αέριο ως τις δύο βασικότερες πηγές ενέργειας. Στη συνέχεια συμπεριελήφθη και η ηλεκτρική ενέργεια ως η δεύτερη (μετά το πετρέλαιο) πηγή ενέργειας από πλευράς κατανάλωσης, αλλά η πρώτη ως προς τη συνεισφορά στην παγκόσμια οικονομία (Chester, 2010).

Στη βιβλιογραφία κυρίαρχη θέση όσον αφορά τον ορισμό της ενεργειακής ασφάλειας κατέχουν οι έννοιες της διαθεσιμότητας της ενέργειας καθώς και της πρόσβασης στις ενεργειακές πηγές. Το Υπουργείο Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής του Ηνωμένου Βασιλείου (DECC) ορίζει την ενεργειακή ασφάλεια ως την ελαχιστοποίηση των κινδύνων διακοπής παροχής ενέργειας, ενώ ο IEA την ορίζει ως τη φυσική διαθεσιμότητα προμηθειών που θα ικανοποιήσουν τη ζήτηση ενέργειας σε μια δεδομένη τιμή. Κατά τον Mabro (2008) η ενεργειακή ασφάλεια διαταράσσεται όταν η τα αποθέματα ενέργειας μειωθούν σε τέτοιο βαθμό που θα προκαλέσουν μία ξαφνική, σημαντική και σταθερή αύξηση των τιμών. Άξια αναφοράς είναι και η ερμηνεία του Milon (2005) που την προσδιορίζει ως μια έννοια, η οποία έχει στόχο την προστασία

των πολιτών από τυχόν διακοπές στις ενεργειακές τους προμήθειες σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, τρομοκρατίας, ανεπαρκών επενδύσεων σε υποδομές ή κακής λειτουργίας των αγορών. Οι Bohi and Toman (1993) προβάλλουν την οικονομική διάσταση της ενεργειακής ασφάλειας, ορίζοντάς την ως την απώλεια της οικονομικής ευημερίας που μπορεί να προκύψει από την αλλαγή της τιμής, η οποία κατά βάση προέρχεται από την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας. Για το λόγο αυτό ο Noël (2008) εκτιμά ότι η ενεργειακή ασφάλεια μπορεί να επιτευχθεί με την επαναφορά της αγοράς ενέργειας σε κατάσταση τέλειου ανταγωνισμού.

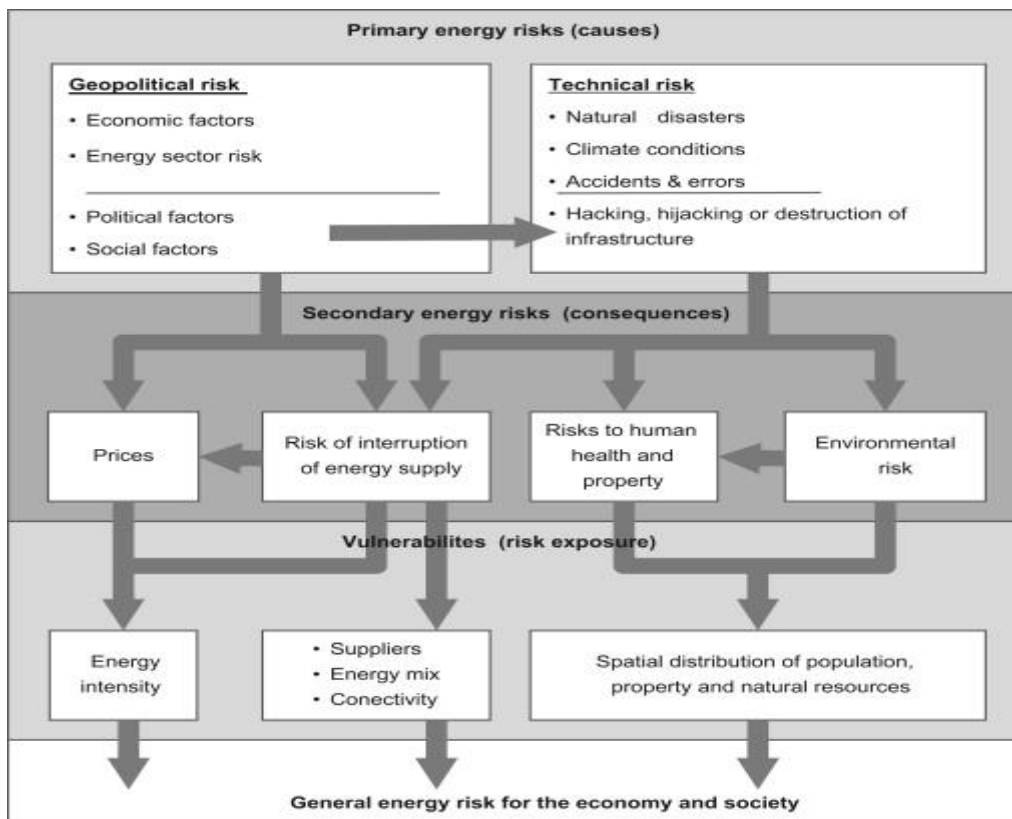
Για την ΕΕ ο όρος της ενεργειακής ασφάλειας απαντάται στην Πράσινη Βίβλο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (EC, 2000), η οποία αναφέρει ότι «η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού θα πρέπει να αποσκοπεί στην ευημερία των πολιτών και την εύρυθμη λειτουργία της οικονομίας, την απρόσκοπτη φυσική διαθεσιμότητα των ενεργειακών προϊόντων στην αγορά σε τιμές προσιτές για όλους τους καταναλωτές (ιδιώτες και βιομηχανίες) με σεβασμό στο περιβάλλον και τις προοπτικές της αειφόρου ανάπτυξης» και επεξηγεί ότι «η ενεργειακή ασφάλεια δεν έχει ως στόχο να μεγιστοποιηθεί η ενεργειακή αυτονομία ή να ελαχιστοποιηθεί η εξάρτηση, αλλά στοχεύει στη μείωση των κινδύνων που συνδέονται με αυτήν την εξάρτηση».

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της ενεργειακής ασφάλειας έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς πολλοί δείκτες (Energy Security Indicators-ESI). Χαρακτηριστικά οι Valdés Lucas J.N.et al. (2016) κατατάσσουν τους δείκτες αυτούς σε τρεις κατηγορίες με βάση την περιβαλλοντική διάσταση, την ασφάλεια προμήθειας και την ανταγωνιστικότητα των τιμών της εκάστοτε πηγής ενέργειας, καθορίζοντας κάθε φορά κατάλληλα ποσοτικά μεγέθη για τη μέτρησή τους. Στη μελέτη τους, μάλιστα, σχετικά με το ποια είναι η κρισιμότερη παράμετρος στην οποία οφείλεται η στροφή προς τις ΑΠΕ στην ΕΕ καταδεικνύεται πως η ενεργειακή ασφάλεια- και όχι τόσο η περιβαλλοντική συνείδηση όπως θα ήταν αναμενόμενο- παίζει σπουδαιότερο ρόλο στην προώθηση των ΑΠΕ στην ΕΕ.

Κατά το μοντέλο των Escríbano et al (2013) η ενεργειακή ασφάλεια εξαρτάται από πρωτογενείς (κοινωνικοοικονομικές καταστάσεις) και δευτερογενείς παράγοντες (διακοπή της προμήθειας ενέργειας ή βλάβες στην υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον). Οι ΑΠΕ μπορούν να αποτελέσουν λύση με βάση αυτό το μοντέλο της

ενεργειακής ασφάλειας σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας, καθώς:

1. Οι γεωγραφικά διασπαρμένες εγκαταστάσεις των ΑΠΕ είναι περισσότερο ασφαλείς από τις συγκεντρωτικές εγκαταστάσεις των συμβατικών πηγών ενέργειας όσον αφορά φυσικές αστοχίες ή δολιοφθορές.
2. Θεωρούνται πιο ασφαλείς σε περιπτώσεις ατυχήματος (με εξαίρεση την υδροηλεκτρική ενέργεια).
3. Βασίζονται σε τεχνολογίες «μηδενικού οριακού κόστους», αφού δεν χρειάζονται καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας και ως εκ τούτου δεν επηρεάζονται από την αστάθεια των τιμών στις διεθνείς αγορές ενέργειας, σε αντίθεση με το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τον άνθρακα.
4. Μπορούν να μειώσουν την τρωτότητα μέσω της διαφοροποίησης του ενεργειακού μίγματος.
5. Συμβάλλουν στη βιωσιμότητα παρά το γεγονός ότι στο συγκεκριμένο μοντέλο της ενεργειακής ασφάλειας δεν περιλαμβάνεται η έννοια της βιωσιμότητας. (Escribano et al, ό.π.).



Εικόνα 5: Μια αιτιώδης ταξινόμηση του ενεργειακού κινδύνου.

Πηγή: Escrivano et al, 2013 RES and risk: Renewable energy's contribution to energy security. A portfolio-based approach .

Επιπρόσθετα η ενεργειακή ασφάλεια κατά τους Cherp and Jewell (2011) εξετάζεται υπό το πρίσμα της κυριαρχίας, της στιβαρότητας και της ανθεκτικότητας της κάθε πηγής ενέργειας. Η κυριαρχία αναφέρεται σε προβλήματα που διαμορφώθηκαν έως τώρα εξαιτίας της ασφάλειας πετρελαίου. Η ανθεκτικότητα περιλαμβάνει όλους τους ποσοτικούς δείκτες ενεργειακής ασφάλειας (εξάντληση αποθεμάτων πηγών ενέργειας, ζήτηση ενέργειας, κ.ά.), ενώ η στιβαρότητα έγκειται στην αβεβαιότητα των ενεργειακών συστημάτων, των αγορών και των τεχνολογιών. Σε κάθε ένα από τα παραπάνω στοιχεία οι ΑΠΕ:

1. Κάνουν λιγότερο ευάλωτη τη χρήση της ενέργειας ως «πολιτικό» όπλο με το μη συγκεντρωτικό τους χαρακτήρα.
2. Έχουν μικρότερο αντίκτυπο στην περίπτωση φυσικών καταστροφών με την ευρύτερη γεωγραφική τους διασπορά, καθόσον το σύνολο των εγκαταστάσεων δεν είναι ευάλωτο σε ακραία καιρικά φαινόμενα.
3. Εξαφανίζουν τον αντίστοιχο κίνδυνο της εξάντλησης που υφίσταται στις συμβατικές πηγές ενέργειας.
4. Δύνανται να αντιμετωπίσουν απρόβλεπτες αλλαγές, όπως τις εξελίξεις της τεχνολογίας, τις μεταβολές του κλίματος ή τη μεταβλητότητα της αγοράς, αφού τέτοιες αλλαγές είναι πιο πιθανό να εμφανιστούν από τη ραγδαία ανάπτυξη των ΑΠΕ.

Η μοναδική υστέρηση των ΑΠΕ σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας διαπιστώνεται στο επίπεδο των κανονισμών, δεδομένου ότι οι περισσότεροι κανονισμοί ευνοούν την ανάπτυξη των συμβατικών πηγών ενέργειας και όχι των ΑΠΕ⁶, ενώ το μειονέκτημα της κυμαινόμενης φύσης τους μπορεί εύκολα να αντιμετωπιστεί με την αποθήκευση ενέργειας.

⁶ Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο Νέος Αναπτυξιακός Νόμος 4146/2013 και 4155/2013 και οι τροποποιήσεις του, όπου τίθενται οι ΑΠΕ εκτός επιδοτούμενων προγραμμάτων του ΕΣΠΑ.

3.2 Η ενεργειακή ασφάλεια και οι ΕΔ των ΗΠΑ

Το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ στην Έκθεση Quadrennial Defense Review (2010) ορίζει την ενεργειακή ασφάλεια ως «τη διασφάλιση πρόσβασης σε επαρκείς πηγές προμήθειας ενέργειας και την ικανότητα προστασίας και διάθεσης της απαιτούμενης ενέργειας για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών». Το εν λόγω Υπουργείο, αποτελώντας τον κυριότερο καταναλωτή ενέργειας της ομοσπονδιακής κυβέρνησης των ΗΠΑ, στηρίζει τη στρατηγική του σε τρεις πυλώνες (Strakos et al., 2016):

1. Τη μείωση της απαιτούμενης ενέργειας στις επιχειρησιακές δραστηριότητες.
2. Την εξασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας σε σταθερές εγκαταστάσεις και την προώθηση της ανάπτυξης των ΑΠΕ.
3. Τη διασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας στο μέλλον διά της ενσωμάτωσής της στο στρατηγικό σχεδιασμό του Υπουργείου Άμυνας.

Παρά το γεγονός ότι η υλοποίηση της εν λόγω στρατηγικής δεν είναι εύκολη, αφού σε πολλές περιπτώσεις τόσο από πλευράς κόστους όσο και υποδομών ευνοείται η χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας, πολλοί εκτιμούν (Strakos et al. ό.π.) πως το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ, ικανοποιώντας τις δικές του ενεργειακές απαιτήσεις, θα αποτελέσει αφορμή για ανάπτυξη νέων τεχνολογιών βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και ταυτόχρονα θα περιορίσει την εθνική εξάρτηση των ΗΠΑ από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Στην παραπάνω άποψη, ωστόσο, εκφράζονται και αρκετές επιφυλάξεις σχετικά με:

1. Την επιρροή που θα έχουν οι ΕΔ (των ΗΠΑ) στην ανάπτυξη των ΑΠΕ.
2. Την ικανοποίηση των αυστηρών τεχνικών προδιαγραφών της παραγόμενης από ΑΠΕ ενέργειας (σημείο ανάφλεξης, σημείο πήξης, θερμική σταθερότητα, λιπαντικές ιδιότητες, ιξώδες) για την εκπλήρωση των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων.

Για το λόγο αυτό θεωρείται σημαντικό πως οποιαδήποτε στροφή στη χρήση ΑΠΕ θα πρέπει να είναι συγχρονισμένη με προσπάθειες εξορθολογισμού και μείωσης των ενεργειακών απαιτήσεων, ώστε να μη συμβεί απλά μια μετατόπιση από τη μια πηγή ενέργειας στην άλλη (Northern, 2009).

3.3 Η ενεργειακή ασφάλεια στην ΕΕ

Στην ΕΕ παρά τις αντιρρήσεις, που εγείρει πολλές φορές το κόστος ανάπτυξης και εφαρμογής τους, οι ΑΠΕ θεωρούνται κρίσιμες στην υλοποίηση της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ. Και τούτο, διότι με το να καλύπτεται σημαντικό ποσοστό των ενεργειακών απαιτήσεων από τις ΑΠΕ, η ΕΕ θα καταστεί πρωτοπόρος σε θέματα έρευνας και δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας (Pacesila et al., 2016).

Επιπρόσθετα οι ΑΠΕ δύνανται να προσδώσουν στα κ-μ της ΕΕ τη δυνατότητα ανάπτυξης ενός ανταγωνιστικού, αξιόπιστου και βιώσιμου ενεργειακού τομέα, συμβάλλοντας στην επίλυση σημαντικών στόχων που έχει θέσει η Ένωση, οι κυριότεροι των οποίων είναι (Pacesila et al ό.π.):

1. Η μείωση εξάρτησης των κ-μ από τις εισαγόμενες πηγές ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακα), οι οποίες σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat καλύπτουν το 50% των συνολικών απαιτήσεων σε ενέργεια.
2. Η επίτευξη ενεργειακής ασφάλειας για τα κ-μ.
3. Η μείωση των εκπομπών CO₂ και η εν γένει προστασία του περιβάλλοντος.

Τα κ-μ της ΕΕ αποτελούν ταυτόχρονα μέλη (πλην της Δανίας) του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Άμυνας (ΕΟΑ), ο οποίος ιδρύθηκε πριν από δέκα χρόνια με σκοπό να ενισχύσει την αμυντική ικανότητα των κ-μ και της ΕΕ. Ένα από τα βασικά προγράμματα του ΕΟΑ αποτελεί το «Πρόγραμμα για την Ενέργεια και το Περιβάλλον», το οποίο έχει ως στόχο να υποστηρίξει τη βιωσιμότητα των ΕΔ των κ-μ. Επίκεντρο του προγράμματος αποτελούν η συλλογή και ανάλυση ενεργειακών δεδομένων, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, οι ΑΠΕ, η συνεργασία μεταξύ των ΕΔ των κ-μ και η κατά το δυνατό ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών μεταξύ τους με σκοπό τόσο την εξοικονόμηση ενέργειας όσο και τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των ΕΔ (<https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/energy-and-environment-programme>). Στα πλαίσια του εν λόγω προγράμματος

εγκαταστάθηκαν στο αεροδρόμιο (Α/Δ) της Πάφου στην Κύπρο Φ/Β πάνελ, τα οποία θα τροφοδοτούν το Α/Δ με ηλεκτρική ενέργεια για τα επόμενα 20 χρόνια (<https://www.eda.europa.eu/info-hub/press-centre/latest-news/2015/01/09/-go-green-eda-brings-solar-energy-to-airbase-in-cyprus>).

3.4 Η ενεργειακή ασφάλεια στο NATO

Η ενεργειακή ασφάλεια αποτελεί σημαντική προτεραιότητα και του Οργανισμού Βορειοατλαντικού Συμφώνου (North Atlantic Treaty Organization - NATO). Πιο συγκεκριμένα στην παράγραφο 135 της Συνόδου Κορυφής του 2016 στο Warsaw δηλώνεται ότι το NATO «θα βελτιώσει περαιτέρω την ενεργειακή απόδοση των στρατιωτικών δυνάμεων μέσα από τη θέσπιση κοινών προτύπων, τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και την επίδειξη ενεργειακά αποδοτικότερων λύσεων για το στρατό (<http://www.natolibguides.info/smartenergy>).

3.5 Ενέργεια και ΥΠΕΘΑ

Το ΥΠΕΘΑ ως ένας από τους σημαντικότερους φορείς κατανάλωσης ενέργειας και ρύπανσης του περιβάλλοντος κατά την εκπλήρωση της αποστολής του έχει αναγνωρίσει τη σημασία της βιωσιμότητας στις ΕΔ, δηλαδή την ικανότητα να εκπληρώνει την αποστολή του χωρίς να υποβαθμίζεται το περιβάλλον. Τούτο συμβαίνει τόσο στο επίπεδο εναρμόνισης με την ευρωπαϊκή και την ελληνική νομοθεσία, όσο και στο πλαίσιο των υποχρεώσεων του ως μέλους του NATO και του ΕΟΑ. Μέσω της ενεργειακής του στρατηγικής το ΥΠΕΘΑ έχει συνεργαστεί με το ΚΑΠΕ κατά την υλοποίηση του προγράμματος LIFE11 ENV/GR/938/MECM για την αξιοποίηση των ΑΠΕ κυρίως για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και φωτισμού σε τρία στρατόπεδα (ένα για κάθε κλάδο των ΕΔ).

Οι ΕΔ δρουν υπεύθυνα ως μια επιχείρηση που πέρα από τις νομικές της υποχρεώσεις

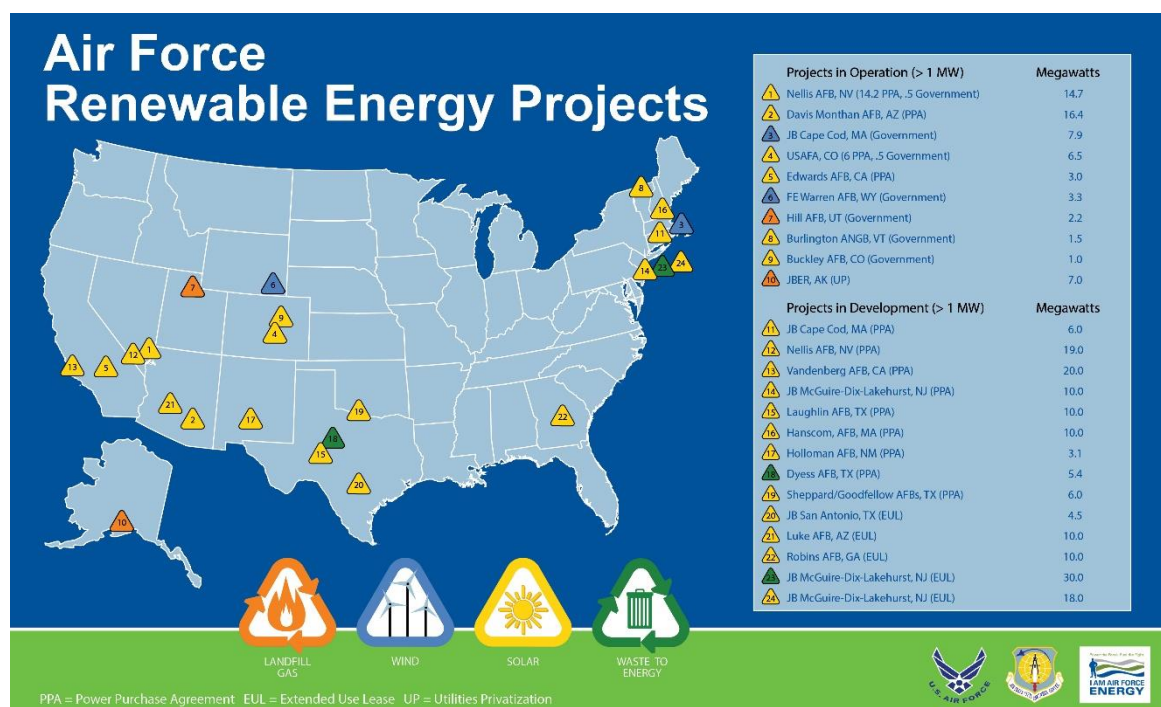
προσπαθεί να εκπληρώσει σε ικανοποιητικό ποσοστό τόσο τις ηθικές (ethical) όσο και τις διακριτικές (discretionary) της υποχρεώσεις (Wheelen et al., 2012), παρά το γεγονός ότι για τις ΕΔ η περιβαλλοντική συνείδηση και η εν γένει στροφή προς τις ΑΠΕ έρχεται σε δεύτερο χρόνο μετά την εκπλήρωση της αποστολής τους. Με άλλα λόγια παρά το γεγονός ότι οι ΕΔ εξαιρούνται από την εφαρμογή κανονισμών για την απρόσκοπτη διασφάλιση της αποστολή τους, που στηρίζεται στο τρίπτυχο Αποστολή – Προστασία Περιβάλλοντος – Κοινωνικό Έργο, εντούτοις προσπαθούν στο μέτρο του δυνατού, ακόμα και σε περιπτώσεις που υφίσταται νομικό κενό, να το καλύπτουν με τη θέσπιση εσωτερικών κανονισμών, με τους οποίους επιδιώκεται η τήρηση των γενικότερων αρχών περιβαλλοντικής προστασίας. Και τούτο, διότι οι ΕΔ προσπαθούν σε οποιαδήποτε απόφαση αξιοποίησης ΑΠΕ να λαμβάνουν υπόψη τους όχι μόνο τους άμεσους συμφεροντούχους (stakeholders), αλλά και τους έμμεσους, εκτιμώντας κάθε φορά τις επιπτώσεις που θα έχει οποιαδήποτε απόφαση (Wheelen et al, ό.π.) .

Με τον τρόπο αυτό φαίνεται πως το ΥΠΕΘΑ τουλάχιστον εκ του αποτελέσματος συμβαδίζει με την παραβολή του «σπασμένου παραθύρου», την οποία πρώτος ανέλυσε ο οικονομολόγος Frédéric Bastiat (1850). Η παραβολή ανέφερε για ένα παράθυρο το οποίο έσπασε ο γιος ενός τσαγκάρη. Ο τσαγκάρης θύμωσε αρκετά, ωστόσο οι γείτονες τον καθησύχασαν λέγοντάς του ότι ο τεχνικός που θα επισκεύαζε το τζάμι με τα χρήματα που θα κέρδιζε θα αγόραζε επιπλέον προϊόντα ή ακόμη θα προσλάμβανε κάποιο νέο υπάλληλο. Ο Bastiat αναφέρεται σε αυτό ως «αυτό που φαίνεται» (“that which is seen”) και χρησιμοποιεί ως επιχείρημα πως αν δεν έσπαγε το παράθυρο ο τσαγκάρης θα διατηρούσε το παράθυρο και θα μπορούσε να αγοράσει με τα λεφτά της επισκευής ένα κουστούμι. Με τον τρόπο αυτό θέλει να τονίσει ότι σε κάθε περίπτωση αυτό που τις περισσότερες φορές δεν φαίνεται (“that which is not seen”) θα πρέπει να λαμβάνεται εξίσου υπόψη με αυτό που φαίνεται σε κάθε διαδικασία λήψης απόφασης.

3.6 Ενεργεία και Πολεμική Αεροπορία

Οι ΑΠΕ, όπως είναι αναμενόμενο κατά την υλοποίηση της περιβαλλοντικής πολιτικής των εκάστοτε Υπουργείων Άμυνας, έχουν εισχωρήσει σταδιακά και στον κλάδο των

Πολεμικών Αεροποριών των κρατών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Πολεμική Αεροπορία των ΗΠΑ (USAF), η οποία το 2011 ικανοποίησε μέσω ΑΠΕ το 6% των συνολικών ενεργειακών της απαιτήσεων και έχει θέσει ως στόχο την παραγωγή 1 GW ενέργειας από ΑΠΕ το 2016. Ένα από τα μεγαλύτερα έργα αποτελεί η ηλιακή συστοιχία στην αεροπορική βάση του Nellis με έκταση πάνω από 140 στρέμματα, που είναι το μεγαλύτερο ηλιακό Φ/Β σύστημα της Βόρειας Αμερικής με παραγωγή 14 MW ηλεκτρικής ενέργειας και εξοικονόμηση περίπου 1 εκ \$/έτος (<http://www.vandenberg.af.mil/News/Article-Display/Article/338718/af-to-rely-more-on-renewable-energy-1-gigawatt-by-2016>). Μία συνολική εικόνα εγκαταστάσεων ΑΠΕ σε αμερικανικές αεροπορικές βάσεις φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 6: Εγκαταστάσεις ΑΠΕ της USAF.

Πηγή: <http://www.afcec.af.mil/Portals/17/images/Energy/AFD-141121-043.jpg> .

Στις Πολεμικές Αεροπορίες της ΕΕ η εισαγωγή των ΑΠΕ παραμένει σε αρχικό στάδιο και πιο συγκεκριμένα σε επίπεδο υλοποίησης στρατηγικού σχεδιασμού. Η Ελληνική Πολεμική Αεροπορία στα πλαίσια της ευρύτερης στρατηγικής του ΥΠΕΘΑ έχει εκπονήσει αρκετές μελέτες σχετικές με τη στροφή προς τις ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας, κατανοώντας τον κρίσιμο ρόλο που έχει για την υλοποίηση των στόχων του ΥΠΕΘΑ. Ενδεικτικά παρακάτω παρατίθενται λίστα των εν λόγω μελετών.

**Πίνακας 2: Περιβαλλοντικές Μελέτες Π.Α.
Πηγή: (Υπηρεσία Έργων ΠΑ (ΥΠΕΠΑ) (Ίδια Επεξεργασία)**

A/A	Τίτλος Μελέτης	Σκοπός Μελέτης	Σύντομη περιγραφή Παρατηρήσεις
1	Εγκατάσταση Μονάδας Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού - Θερμότητας/Ψύξης στο 251 Γενικό Νοσοκομείο Αεροπορίας (ΓΝΑ)	Εξοικονόμηση Ενέργειας	Εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θερμότητας - ψύξης ισχύος 1,4 MW με χρήση φυσικού αερίου
2	Εξοικονόμηση Ενέργειας στο Βοηθητικό Κτίριο ΓΕΝ	Εξοικονόμηση Ενέργειας	Αναβάθμιση κτιρίου εμβαδού 12.000 m ² από ενεργειακή κατηγορία «Ε» σε «Α». με συνολική εξοικονόμηση ενέργειας 65%. Οι παρεμβάσεις αφορούσαν θερμομόνωση κελύφους, ενεργειακά κουφώματα και υαλοπίνακες, αυτόματα σκίαστρα, κεντρικό σύστημα ψύξης, θέρμανσης, αερισμού, φωτισμού και συστήματος διαχείρισης κτιρίου. Είναι το πρώτο δημόσιο κτίριο που αναβαθμίζεται στην κατηγορία «Α»
3	Εγκατάσταση Φ/Β συστήματος στην 110ΠΜ ισχύος 300kWp	ΑΠΕ	Υπό έγκριση
4	Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια κατοικιών ΟΣΕΑΥ και στην λέσχη Αξιωματικών της 110ΠΜ.	ΑΠΕ	Υπό έγκριση

Ευρωπαϊκή και ίσως παγκόσμια καινοτομία αποτελεί η εφαρμογή του Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας (ΣΔΕ) σύμφωνα με το πρότυπο ISO 5001/2011 σε αεροπορική βάση της Πολεμικής Αεροπορίας. Με την εφαρμογή του υπόψη ΣΔΕ θα καταστεί εφικτός ο προσδιορισμός του ενεργειακού αποτυπώματος της εν λόγω αεροπορικής βάσης και κατ' επέκταση η δημιουργία ενός οδηγού κάλυψης ενεργειακών αναγκών μέσω ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας.

3.7 Αλλαγές στο σύγχρονο πεδίο της μάχης

Η ενέργεια ήταν και εξακολουθεί να είναι ένας από τους καθοριστικότερους παράγοντες για την επιβίωση των σύγχρονων κοινωνιών. Η κατανάλωση ενέργειας συνεχώς αυξάνεται και παρά τη σημαντική συμβολή των ΑΠΕ οι συμβατικές πηγές ενέργειας (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) εξακολουθούν να κατέχουν τη μερίδα του λέοντος στη συνολική ποσότητα παραγόμενης ενέργειας, (BP Energy Outlook, 2016 Edition). Οι ΕΔ ως αναπόσπαστο τμήμα της κοινωνίας δεν θα μπορούσαν να αποτελούν εξαίρεση από αυτή τη διαπίστωση.

Η ζωτικής σημασίας σχέση μεταξύ των ΕΔ και της ενέργειας μπορεί να γίνει ακόμη πιο κατανοητή αν θυμηθεί κανείς ένα περιστατικό μεταξύ ΗΠΑ και Πακιστάν. Στις 26 Νοεμβρίου 2011 το NATO επιτέθηκε στη θέση Salala στα σύνορα Πακιστάν-Αφγανιστάν. Κατά τη διάρκεια της επίθεσης 24 Πακιστανοί στρατιώτες σκοτώθηκαν. Ταραγμένη από τις απώλειες η κυβέρνηση του Πακιστάν αντέδρασε άμεσα με το κλείσιμο της γραμμής προμήθειας πετρελαίου του NATO και απαίτησε μια συγγνώμη από την κυβέρνηση των ΗΠΑ. Η έλλειψη του ενεργειακού εφοδιασμού «παρέλυσε» τις επιχειρήσεις και οδήγησε αναπόφευκτα στην επίσημη συγγνώμη της κυβέρνησης των ΗΠΑ στις 3 Ιουλίου του 2012. Αμέσως μετά την επίτευξη συμφωνίας η γραμμή εφοδιασμού πετρελαίου άνοιξε ξανά έχοντας προκαλέσει ζημιές για τις ΗΠΑ οικονομικού κόστους πάνω από 700 εκ \$. Ωστόσο παρά τις οικονομικές συνέπειες το παραπάνω περιστατικό αναδεικνύει τη σημασία που διαδραματίζει η αδιάλειπτη προμήθεια ενέργειας για την απρόσκοπτη διεξαγωγή των στρατιωτικών επιχειρήσεων, δηλαδή τη βιωσιμότητα της επιχειρησιακής λειτουργίας των ΕΔ στο σύγχρονο πεδίο της μάχης (Saritas et al., 2016).

Σημαντική είναι και η αλλαγή που παρατηρείται στις ενεργειακές απαιτήσεις των σύγχρονων ΕΔ. Άξιο αναφοράς είναι πως ένας στρατιώτης κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο χρειαζόταν περίπου 3,78 λίτρα (1 γαλόνι) ενέργειας, ποσότητα που τετραπλασιάστηκε στην περίπτωση της «Καταιγίδας της Ερήμου» (LMI Report, 2007). Μάλιστα σύμφωνα με τους Seah και Tang (2011) ο σύγχρονος στρατιώτης χρειάζεται περίπου 30W ενέργειας, για να τροφοδοτήσει συσκευές που έχουν σχεδιαστεί για να

αυξήσουν την ασφάλεια και τη μαχητική του ικανότητα. Πέραν όμως των ατομικών αναγκών έχουν αυξηθεί σημαντικά και οι ενεργειακές απαιτήσεις των στρατιωτικών εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού (συστήματα ασφαλείας, ραντάρ, οχήματα, αεροσκάφη κ.ά.) σε βαθμό που μια υποτιθέμενη έλλειψη ενέργειας είναι ικανή να καταστήσει τις ΕΔ «ανήμπορες» να εκτελέσουν την αποστολή τους.

Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές πως παρά το γεγονός ότι η έννοια του πολέμου διαχρονικά δεν έχει αλλάξει, εντούτοις τα μέσα διεξαγωγής των επιχειρήσεων έχουν εκσυγχρονιστεί εξαιτίας της τεχνολογικής ανάπτυξης. Η ανάπτυξη αυτή έχει ως αποτέλεσμα τις αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις του σύγχρονου στρατιωτικού εξοπλισμού σε βαθμό που η ασφάλεια εφοδιασμού καθίσταται ένας από τους κρισιμότερους παράγοντες για τη βιωσιμότητα των στρατιωτικών επιχειρήσεων.

Οι Saritas et al.ό.π. περιγράφουν τρεις βασικούς τομείς της ενέργειας, οι οποίοι έχουν την ίδια βαρύτητα για τη διεξαγωγή στρατιωτικών επιχειρήσεων, που θα στηρίζονται σε τεχνολογίες ΑΠΕ. Ο πρώτος αφορά την παραγωγή, ο δεύτερος την αποθήκευση και ο τρίτος τη μεταφορά ενέργειας στο πεδίο της μάχης. Επιπρόσθετα στο μοντέλο, που περιγράφουν την εισαγωγή των ΑΠΕ στις στρατιωτικές επιχειρήσεις, προτείνουν τη σταδιακή ανάπτυξή τους σε τρία επίπεδα: αρχικά στο επίπεδο της ικανοποίησης των ενεργειακών απαιτήσεων των μητρικών μονάδων, στη συνέχεια σε επίπεδο τροφοδοσίας των δυνάμεων που αναπτύσσονται μακριά από τη μητρική βάση και τέλος σε επίπεδο κάλυψης των ενεργειακών απαιτήσεων του ατομικού στρατιώτη. Ακολούθως η ανάπτυξη σε κάθε επίπεδο διαχωρίζεται σε τρία στάδια. Το πρώτο αφορά την παρούσα κατάσταση των περισσότερων ΕΔ όπου οι ενεργειακές απαιτήσεις των μητρικών μονάδων καλύπτονται από τα υπάρχοντα εθνικά δίκτυα, οι ενεργειακές απαιτήσεις μακριά από αυτή ικανοποιούνται κυρίως από πετρέλαιο και για τις ανάγκες των στρατιωτών χρησιμοποιούνται επαναφορτιζόμενες μπαταρίες. Στο δεύτερο στάδιο εγκαθίστανται ΑΠΕ και πιο εκσυγχρονισμένες συσκευές αποθήκευσης ενέργειας για τη χρήση της, όταν οι επιχειρησιακές ανάγκες το επιβάλλουν. Στο τελευταίο στάδιο θα χρησιμοποιούνται πιο σύγχρονες μέθοδοι μεταφοράς της ενέργειας στο πεδίο της μάχης.

Βιβλιογραφία 3^ο Κεφαλαίου

- Chester Lynne**, “*Conceptualizing energy security and making explicit its polysemic nature*”, **Energy Policy**, Volume 38, Issue 2, February 2010, Pages 887–895.
- Mabro Robert**, “*On the security of oil supplies, oil weapons, oil nationalism and all that*”, OPEC Energy Review 2008, Published by Blackwell Publishing.
- Douglas R. Bohi, Michael A. Toman**, “*Energy security: externalities and policies*”, **Energy Policy**, Volume 21, Issue 11, November 1993, Pages 1093-1109.
- Noël P.**, “*Is energy security a political, military or market problem?*”, **Financial Times** 2008.
- Πράσινη Βίβλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής**, Commission European, 2000.
- Valdés Lucas J.N., Escribano Francés G., San Martín González E.**, “*Energy security and renewable energy deployment in the EU: Liaisons Dangereuses or Virtuous Circle?*”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 62, September 2016, Pages 1032-1046.
- Escribano G., Marín, J., & San Martín González, E.**, “*RES and risk: Renewable energy's contribution to energy security A portfolio-based approach*”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 26, October 2013, Pages 549-559.
- Cherp Aleh, Jewell Jessica**, “*The three perspectives on energy security: intellectual history, disciplinary roots and the potential for integration*”, **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Volume 3, Issue 4, September 2011, Pages 202-212.
- USA Department of Defense**, “*Quadrennial Defense Review Report*”, **Quadrennial Defense Review**, 2010.
- Strakos, J. K., Quintanilla, J. A., & Huscroft, J. R.**, “*Department of Defense energy policy and research: A framework to support strategy*”, **Energy Policy**, Volume 92, May 2016, Pages 83-91.
- Northern D. Natalie**, “*Energy Sustainability and the Army: The Current Transformation*”, **U.S. Army War College**, 2009.
- Pacesila, M., Burceaa, S., & Colesca, S.**, “*Analysis of renewable energies in European Union*”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 56, April 2016, Pages 156–170.

European Defense Agency, www.eda.europa.eu, <https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/energy-and-environment-programme>,
<https://www.eda.europa.eu/info-hub/press-centre/latest-news/2015/01/09/-go-green-eda-brings-solar-energy-to-airbase-in-cyprus>.

Smart Energy LibGuide, <http://www.natolibguides.info/smartenergy>.

Wheelen, T. L., & Hunger, J., “*Strategic Management and Business Policy*”, Prentice Hall, 2012, 13th ed.

DudleyBob, “*BP Energy Outlook 2035*”, Edition 2016.

Saritas Ozcan, Burmaoglu Serhat, “*Future of sustainable military operations under emerging energy and security considerations*”, **Technological Forecasting and Social Change**, Volume 102, January 2016, Pages 331-343.

LMI Report, “*Transforming the way DOD looks at energy an approach to establishing an energy strategy*”, **Report FT602T1**, 2007.

Seah, C., Tang, G., “*The defence energy and power conundrum*”. **J. Singap. Armed Forces** Volume 37, Issue 3-4, Pages 73-78.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ Π.Α.

Εισαγωγή

Ως γνωστόν τα κτήρια αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα του περιβάλλοντος και αλληλοεπιδρούν με αυτό. Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΝ για το 2013 τα κτήρια του τριτογενή τομέα αύξησαν την κατανάλωση ενέργειας κατά 30% (2,233 Mtoe). Η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης βρίσκεται υψηλά στις προτεραιότητες της ΕΕ, καθώς δύναται να συμβάλει σημαντικά στην αντιμετώπιση της τριπλής πρόκλησης, που συνοψίζεται στην τρέχουσα οικονομική ύφεση, την ενεργειακή εξάρτηση και την κλιματική αλλαγή.

Η αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας αποτελεί σημαντική προτεραιότητα κατά τη χάραξη της περιβαλλοντικής πολιτικής του ΥΠΕΘΑ και συνακόλουθα της Π.Α. Για το λόγο αυτό κατάλληλα εκπαιδευμένα στελέχη της Π.Α. σε συνεργασία με την ΥΠΕΠΑ εκπονούν μελέτες βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης εγκαταστάσεων, οι οποίες στοχεύουν πέρα από την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος της Π.Α. στη σταδιακή απεξάρτηση των Ε.Δ. από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Η μελέτη που θα παρουσιασθεί στη συνέχεια αφορά το Στρατόπεδο στο οποίο στεγάζεται το εργοστάσιο της διακλαδικής Υπηρεσίας Διακριβώσεων (ΥΠΗΔ) των Ε.Δ. Αποστολή της ΥΠΗΔ είναι η διακρίβωση και επισκευή των Οργάνων – Εργαλείων και Συσκευών (ΟΕΣ) των ΕΔ, Δημοσίων και Ιδιωτικών φορέων, η ανάπτυξη μετρητικών διατάξεων και διαδικασιών διακρίβωσης και η περιοδική αξιολόγηση και πιστοποίηση υπηρεσιών και προσωπικού των Περιφερειακών Εργαστηρίων Διακρίβωσης (ΠΕΔ), των Συνεργείων Περιορισμένης Διακρίβωσης (ΣΠΕΔ) και των Συνεργείων Διακρίβωσης Μηχανικών Εργαλείων (ΣΔΜΕ) (<https://www.haf.gr/structure/day/yphd/>).

4.1 Εφαρμογή ΑΠΕ σε εργοστάσιο της Π.Α.

Το εργοστάσιο εδρεύει στο Στρατόπεδο Αερονομίας στην περιοχή Κουταλά του Δήμου Βύρωνα Αττικής και αποτελείται από ένα ενιαίο κτήριο, το οποίο περιλαμβάνει εργαστήρια διακρίβωσης, γραφεία, χώρους αποθήκευσης και κοινόχρηστους χώρους. Παρακάτω παρατίθεται μία άποψη του εργοστασίου:



Εικόνα 7: Υπηρεσία Διακρίβωσης (ΥΠΗΔ).

Πηγή : <http://www.stratiotikosgr.com/2017/04/asfalia-ptiseon-pii-epistimonos-kanoun-tin-diafora-vinteo-.html>.

Σημειώνεται ότι το εργοστάσιο δεν αποτελεί τη μοναδική δραστηριότητα του στρατοπέδου. Εντούτοις, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καταγράφεται από ένα μοναδικό μετρητή. Η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τα έτη 2013, 2014 και 2015, που αφορά εξ ολοκλήρου το στρατόπεδο, απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στρατοπέδου σε kWh.

	2012	2013	2014
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh	477.000	443.580	428.291

Για τις ανάγκες της μελέτης και δεδομένου ότι στο εργαστήριο χρησιμοποιούνται πολλές ηλεκτρονικές συσκευές οι ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας του στρατοπέδου εκτιμώνται σε 300.000 kWh ετησίως. Οι ανάγκες αυτές επιμερίζονται ισόποσα στους 12 μήνες του έτους.

Σημαντική ιδιαιτερότητα του εργοστασίου, που λαμβάνεται υπόψη στην παρούσα μελέτη, αποτελεί η επιβεβλημένη ανάγκη για εξασφάλιση σταθερής θερμοκρασίας και υγρασίας στις αίθουσες διακρίβωσης καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιμων ημερών. Με άλλα λόγια καθίσταται σαφές πως για την εκπλήρωση της αποστολής του εργοστασίου απαιτείται ταυτόχρονα θέρμανση και ψύξη του εργοστασίου. Κατά τους χειμερινούς μήνες υπάρχει μεγαλύτερη κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης, ενώ κατά τους θερινούς μήνες λειτουργεί κυρίως η μονάδα ψύξης χωρίς ωστόσο να διακόπτεται τελείως η λειτουργία των καυστήρων πετρελαίου (κυρίως για σκοπούς μεταθέρμανσης).

Οι ανάγκες θέρμανσης του υπόψη εργοστασίου καλύπτονται από δύο λέβητες πετρελαίου ονομαστικής ισχύος 500.000 kcal (581.5 kW) και 350.000 kcal (407,05 kW). Από τα τηρούμενα στοιχεία προκύπτει ότι η ετήσια κατανάλωση πετρελαίου του εργοστασίου για την ίδια χρονική περίοδο ανήλθε σε:

Πίνακας 4: Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης εργοστασίου σε lt.

	2012	2013	2014
Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου σε lt	40.000	40.0000	40.000

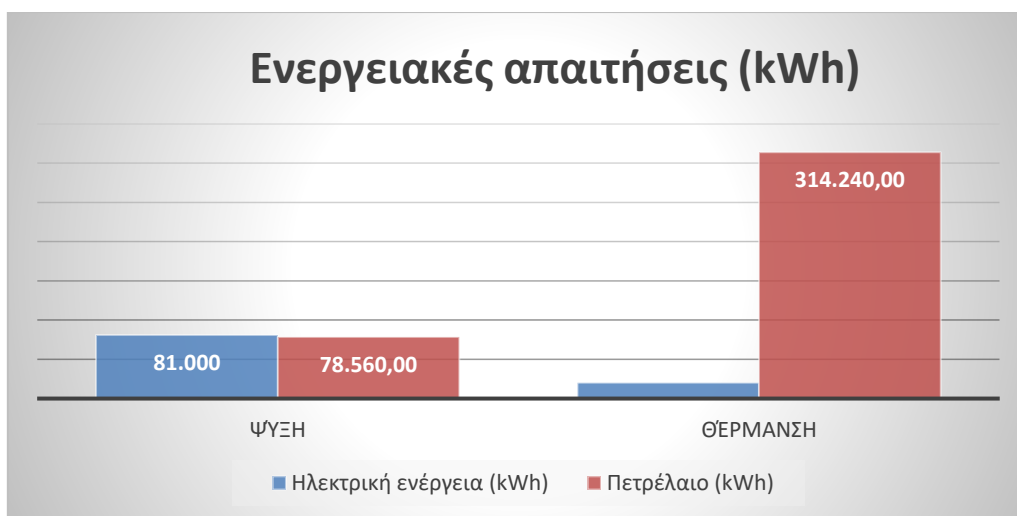
Η ετήσια κατανάλωση πετρελαίου αφορά πέρα από την κάλυψη των θερμικών αναγκών του κτηρίου σε ποσοστό περίπου 80%, την κάλυψη των αναγκών για μεταθέρμανση σε ποσοστό 20% κατά τους καλοκαιρινούς μήνες⁷. Για τους εγκατεστημένους λέβητες ο βαθμός απόδοσης επιλέγεται στο 80% με σαράντα (40) ώρες λειτουργίας εβδομαδιαίως για όλο το εργοστάσιο από 01/11 έως και 31/03 και σαράντα (40) ώρες λειτουργίας εβδομαδιαίως για όλο το έτος για τις αίθουσες

⁷Λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που πρέπει να επικρατούν εντός των εργαστηρίων διακρίβωσης.

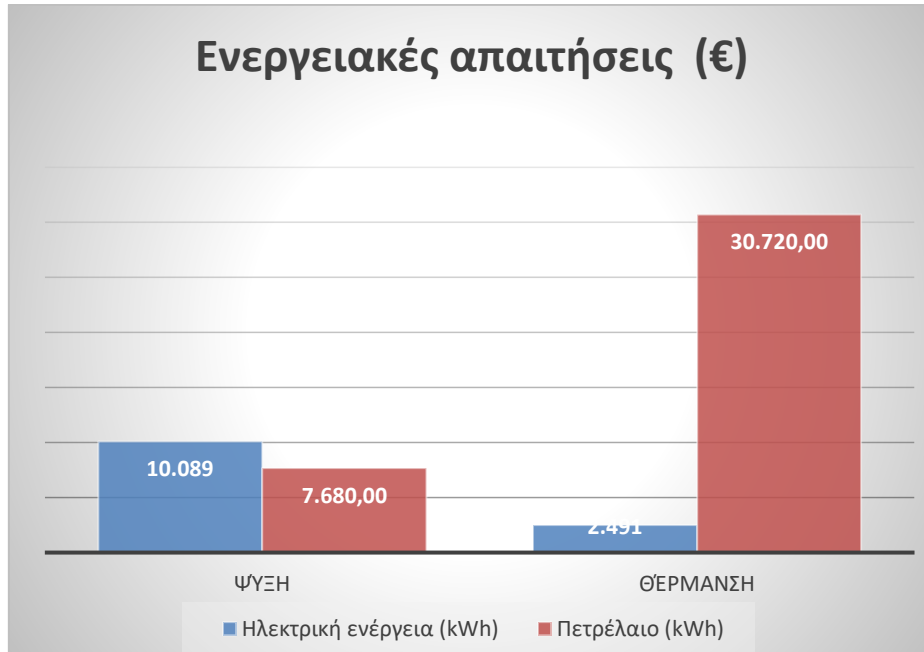
διακρίβωσης. Για τον υπολογισμό του ισοδύναμου ετήσιας κατανάλωσης σε πετρέλαιο θέρμανσης ελήφθησαν υπόψη η θερμογόνο δύναμη πετρελαίου (10.200 Kcal/Kg) και η πυκνότητά του (0,83 kg/l). Με μετασχηματισμούς των μονάδων προκύπτει ότι η ισοδύναμη ενέργεια σε kWh από την καύση ενός λίτρου πετρελαίου είναι 9,82 kWh/l. Κατά συνέπεια η ετήσια απαίτηση σε κατανάλωση ενέργειας όσον αφορά τη θέρμανση του εργοστασίου είναι 314.420 kWh.

Για την κάλυψη των αναγκών σε ψύξη είναι εγκατεστημένη μία κεντρική κλιματιστική μονάδα με ονομαστική κατανάλωση 120 kW, η οποία λειτουργεί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες 7,5 ώρες ημερησίως (πέντε ημέρες την εβδομάδα για έξι μήνες) και κατά μέσο όρο το 75% του συνολικού χρόνου. Λαμβάνοντας υπόψη και τις ημέρες των αργιών οι ημέρες λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας υπολογίζονται σε 120 και κατ' επέκταση οι πραγματικές ώρες λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας κατά τη θερινή περίοδο είναι $120 * 7,5 * 75\% = 675$ ώρες. Κατά συνέπεια η συνολική ισχύς, που δαπανάται για την ψύξη τους καλοκαιρινούς μήνες με βάση την ονομαστική ισχύ της μονάδας, είναι $675 \text{ h} \times 120 \text{ kW}$, ήτοι 81.000 kWh. Για τη χειμερινή περίοδο εκτιμάται ότι η δαπανώμενη ισχύς αντιστοιχεί στο 1/4 της κατανάλωσης των καλοκαιρινών μηνών, ήτοι περί τις 20.000 kWh και 165 ισοδύναμες ώρες λειτουργίας. Συνολικά, επομένως οι απαιτήσεις για την ψύξη του κτηρίου ανέρχονται σε 101.000 kWh ετησίως.

Συγκεντρωτικά, οι ανάγκες ψύξης και θέρμανσης του εργοστασίου τόσο σε kWh όσο και σε ευρώ απεικονίζονται παρακάτω:



Διάγραμμα 22: Ενεργειακές απαιτήσεις εργοστασίου σε kWh.



Διάγραμμα 23: Ενεργειακές απαιτήσεις εργοστασίου σε ευρώ (€).

Στη συνέχεια θα εξεταστούν δύο (2) σενάρια κάλυψης των ενεργειακών απαιτήσεων του εργοστασίου από ΑΠΕ. Το πρώτο σενάριο αφορά την εγκατάσταση φ/β πάνελ στην ταράτσα κτηρίων όλου του στρατοπέδου για την κάλυψη των απαιτήσεων ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια της εν λόγω εγκατάστασης θα αποδίδεται στο δίκτυο της ΔΕΗ και θα αφαιρείται από τη συνολική κατανάλωση του εργοστασίου με τη μέθοδο του ενεργειακού συμψηφισμού γνωστή και ως "net metering". Πιο συγκεκριμένα σε αντίθεση προς τα φωτοβολταϊκά με ταρίφα ("feed-in tariff"), στα συστήματα "net metering" ο συμψηφισμός παραγόμενου και καταναλισκόμενου ηλεκτρικού ρεύματος είναι «ενεργειακός» (σε kWh) και όχι «λογιστικός» (σε ευρώ €). Το δεύτερο σενάριο αφορά την εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας για την κάλυψη ενεργειακών απαιτήσεων ψύξης- θέρμανσης του εργοστασίου.

Για την υπόψη μελέτη θεωρείται ότι οι ανάγκες για θέρμανση και ψύξη δεν επηρεάζουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπρόσθετα, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, οποιαδήποτε στροφή προς τις ΑΠΕ θα πρέπει να συνδυάζεται με προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας και ορθολογικής χρήσης των ενεργειακών πόρων. Για το λόγο αυτό στους υπολογισμούς που λαμβάνουν χώρα εκτιμάται ότι παρά τις ιδιαιτερότητες του εργοστασίου υπάρχει περιθώριο μείωσης των ενεργειακών

απαιτήσεων με τη λήψη χαμηλού έως και μηδενικού κόστους μέτρων, όπως ενδεικτικά αναφέρονται παρακάτω:

Πίνακας 5: Τεχνικές μείωσης θερμικών φορτίων κατά την θερινή περίοδο.
 Πηγή: http://www.cres.gr/kape/education/solar_cooling_brochure-SMALL.pdf

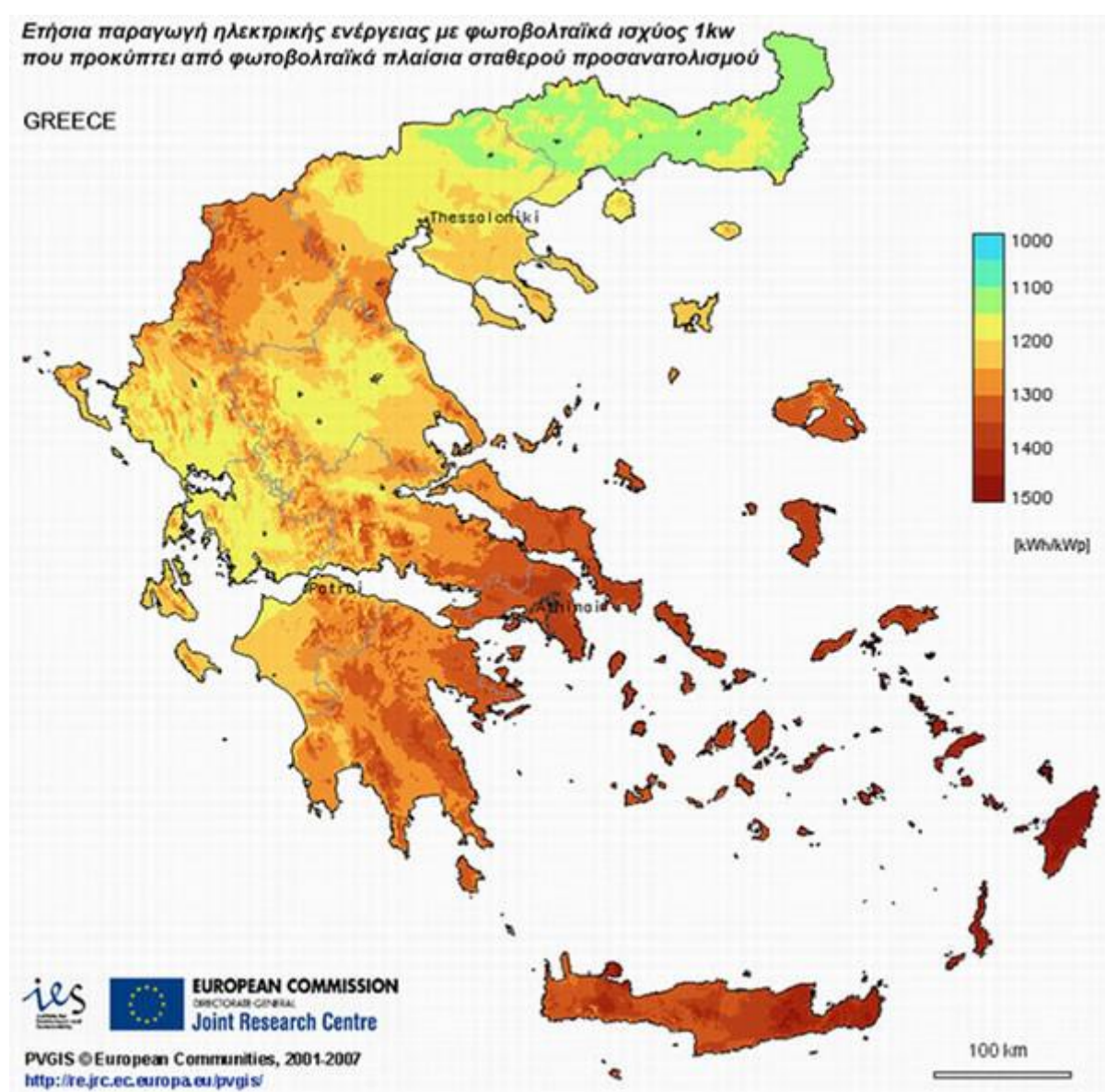
Πεδίο χειρισμού	Περιγραφή της επέμβασης	Κόστος	Κέρδος
Λειτουργική διαχείριση	Ρύθμιση της εσωτερικής θερμοκρασίας σε κάθε χώρο (πλην εργαστηρίων)	Μηδενικό	0% - 6%
	Αύξηση της επιθυμητής θερμοκρασίας χώρου (π.χ. 27 °C αντί 25 °C) (πλην εργαστηρίων)	Μηδενικό	4% - 8%
	Ορθή χρήση των φωτιστικών στοιχείων και των ηλεκτρικών συσκευών	Μηδενικό	3% - 7%
	Ορθή διαχείριση των εξωτερικών παραθύρων και παραθυρόφυλλων	Μηδενικό	0% - 5%
Μείωση των Εσωτερικών θερμικών κερδών	Ρύθμιση του συστήματος φωτισμού με λαμπτήρες πυρακτώσεως (μεταβολή της έντασης, αισθητήρες ανίχνευσης ανθρώπων, κλπ.)	Χαμηλό	4% - 6%
	Χρήση συσκευών φωτισμού χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (π.χ. λαμπτήρων φθορισμού αντί λαμπτήρων πυρακτώσεως)	Μεσαίο	10% - 13%

Επίσης, εκτιμάται ότι για λόγους αποφυγής σφαλμάτων κρίνεται κομβικής σημασίας η εγκατάσταση επιμέρους μετρητών κατανάλωσης ενέργειας. Και τούτο, διότι με τον τρόπο αυτό θα δοθεί η δυνατότητα λεπτομερούς καταγραφής των ενεργειακών καταναλώσεων και θα καταστεί εφικτή η αντικειμενική λήψη των αποφάσεων ενεργειακής αναβάθμισης. Στην κατεύθυνση αυτή σίγουρα θα βοηθούσε και η ενσωμάτωση των απαιτήσεων του προτύπου ISO 50.000:1 στο ήδη υπάρχον σύστημα διαχείρισης που εφαρμόζει το εργοστάσιο σύμφωνα με το πρότυπο ISO/IEC 17025:2005 ⁸.

⁸ Το πρότυπο ISO/IEC 17025:2005 καθορίζει τις γενικές απαιτήσεις ικανότητας για τη διεξαγωγή διακρίβωσης (ΕΛΟΤ).

4.2 Εγκατάσταση φ/β συστήματος

Μία αρχική αξιολόγηση για την παραγόμενη ενέργεια μιας φ/β εγκατάστασης είναι η εξέταση της παραγόμενης ενέργειας σε ετήσια, μηνιαία ακόμη και ημερήσια βάση, καθώς παράγοντες όπως ορεινοί όγκοι ή ιδιαίτερες τοπικές κλιματολογικές συνθήκες δύνανται να επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την απόδοση μιας εγκατάστασης. Μία πρώτη εκτίμηση από την περιοχή ενδιαφέροντος δίδεται στον παρακάτω χάρτη φωτοβολταϊκού δυναμικού της Ελλάδας.



Εικόνα 8: Ετήσια ηλιακή ηλεκτρική ενέργεια σε kWh που παράγεται από 1 kWp φωτοβολταϊκού συστήματος με βέλτιστη κλίση συλλέκτη.

Πηγή: <http://www.sillis.gr/proionta/fotovoltaika/fotovoltaika-me-apla-logia>.

Σε δεύτερο στάδιο και προκειμένου να εκτιμηθεί η απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι δυνατή η προσομοίωση μέσω λογισμικών, ορισμένα από τα οποία είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο, όπως η βάση PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που χρησιμοποιείται στην παρούσα μελέτη, καθώς και το λογισμικό BEES (“Building for Environmental and Economic Sustainability”), που αναπτύχθηκε από το Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας (“National Institute of Standards and Technology– NIST), το οποίο απευθύνεται σε σχεδιαστές, κατασκευαστές και κατασκευαστές προϊόντων και περιλαμβάνει πραγματικά στοιχεία περιβαλλοντικών και οικονομικών επιδόσεων για 230 κατασκευαστικά προϊόντα. Παράλληλα υπάρχουν αρκετά λογισμικά, τα οποία μπορεί να προμηθευτεί επί πληρωμή ο κάθε ενδιαφερόμενος.

Συγκεκριμένα, η βάση PVGIS αποτελεί μια βάση δεδομένων που συνδυάζει δεδομένα γεωγραφικά, μετεωρολογικά και ηλιακής ακτινοβολίας. Αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος SOLAREC της ΕΕ και παρέχει χωρική διακριτική ικανότητα 100 m, γεγονός που οδηγεί σε ικανοποιητικά ακριβείς εκτιμήσεις της έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία ειδικά σε ορεινές περιοχές, όπου ο υπολογισμός των σκιάσεων έχει μεγάλη σημασία.

Στη διαδικτυακή εφαρμογή της βάσης PVGIS με την εισαγωγή του γεωγραφικού μήκους και πλάτους της περιοχής ενδιαφέροντος εξάγονται χρήσιμες πληροφορίες, όπως:

1. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (μέση ημερήσια, μέση μηνιαία, συνολική ανά χρόνο) σε kWh και το μέσο ποσό της ολικής ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο σε kWh/m².
2. Η ηλιακή ακτινοβολία οριζοντίου επιπέδου και ηλιακή ακτινοβολία κεκλιμένου επιπέδου με βέλτιστη κλίση σε Wh/m² σε μηνιαία και ετήσια βάση. Επίσης υπολογίζονται η βέλτιστη κλίση των φ/β πάνελ ανά μήνα και έτος, η μέση θερμοκρασία 24ωρου ανά μήνα και έτος, καθώς και ο αριθμός θερμοημερών⁹ ανά μήνα και έτος.

⁹ Ο αριθμός των βαθμών που η μέση θερμοκρασία μιας ημέρας είναι κάτω από 65 βαθμούς Fahrenheit (18 °C), η θερμοκρασία κάτω από την οποία τα κτίρια πρέπει να θερμανθούν (Investopedia).

3. Η ολική και διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία για την κλίση και τον προσανατολισμό των συλλεκτών ανά 15 λεπτά της ώρας για τον κάθε μήνα σε W/m^2 και η ολική ακτινοβολία τυπικής διαυγούς ημέρας για την κλίση και τον προσανατολισμό ανά 15 λεπτά της ώρας για τον κάθε μήνα σε W/m^2 .

4. Η βέλτιστη κλίση και ο βέλτιστος προσανατολισμός με στόχο τη μεγιστοποίηση της ετήσιας ενέργειας για τις συντεταγμένες της τοποθεσίας εγκατάστασης.

Για να επιτευχθεί η προσομοίωση εισάγονται στην εφαρμογή οι παράμετροι του σημείου ενδιαφέροντος:

1. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του σημείου (γεωγραφικό μήκος – γεωγραφικό πλάτος).

2. Ο τύπος της τεχνολογίας του φ/β συστήματος, που θα επιλεγεί από τις κατηγορίες κρυσταλλικού πυριτίου (Crystalline Silicon), Δισεληνοειδίου Χαλκού (CIS), Τελουριούχου Κάδμιου (CdTe), δεδομένου ότι με την εξέλιξη της τεχνολογίας όπως φαίνεται στην εικόνα 6, η απόδοση των φ/β συστημάτων αυξάνεται συνεχώς¹⁰:

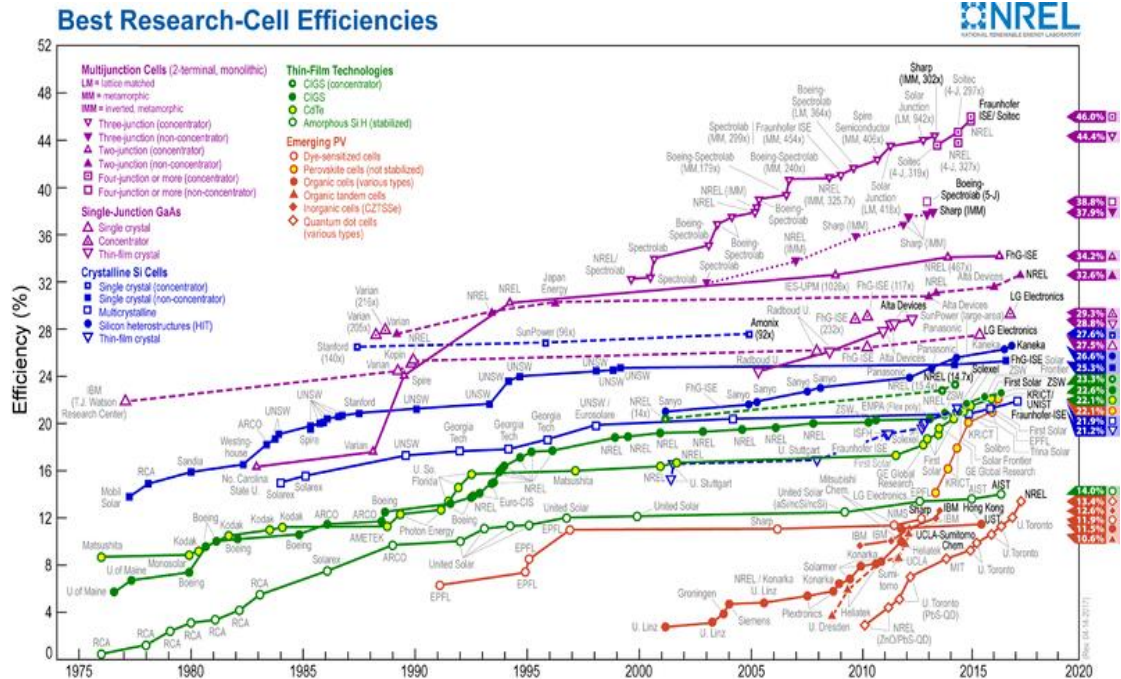
3. Τη μέγιστη εγκατεστημένη μέγιστη ισχύ του φ/β συστήματος, δηλαδή τη μέγιστη ισχύ που μπορεί να αποδώσει το φ/β.

4. Τον τύπο της εγκατάστασης, εάν πρόκειται δηλαδή για σταθερής ή κινούμενης θέσης.

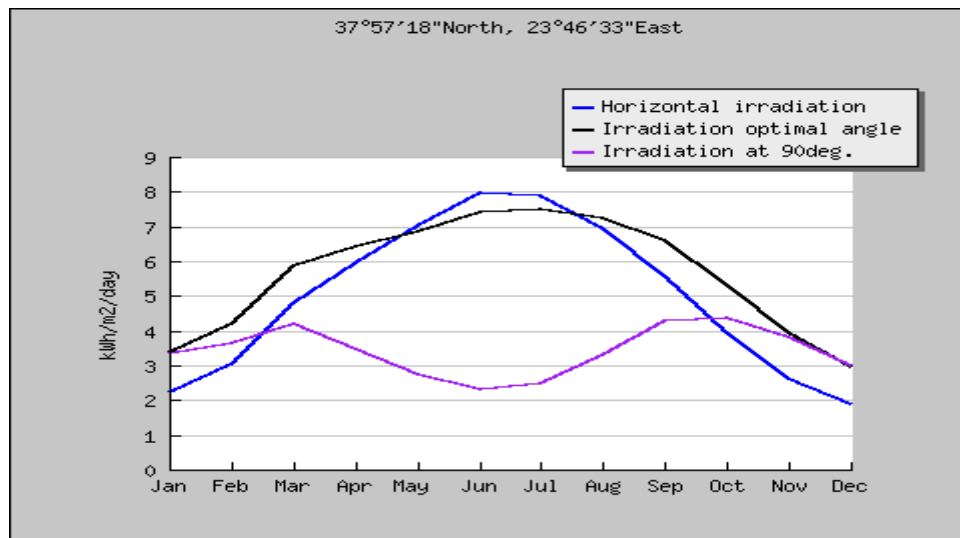
¹⁰ Η απόδοση ενός φ/β στοιχείου αφορά στις αποκλίσεις της παραγόμενης ενέργειας σε συνθήκες αναφοράς standard test condition (STC) (λαμβάνονται συνήθως για ακτινοβολία $1000 W/m^2$ και για τη θερμοκρασία $25^\circ C$). Οι αποκλίσεις αυτές αφορούν κυρίως στη διαφορά της θερμοκρασίας λειτουργίας του πλαισίου από τη θερμοκρασία λειτουργίας του στις πρότυπες καθώς και στη διαφορά της πυκνότητας της ηλιακής ακτινοβολίας που τελικά προσπίπτει στην επιφάνεια του συλλέκτη από αυτήν που προσπίπτει στις Πρότυπες Συνθήκες Δοκιμής.

Εικόνα 6: Εξέλιξη ανά έτος της απόδοσης των φ/β στοιχείων

Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Best_Research-Cell_Efficiencies.png



Μετά την εισαγωγή των γεωγραφικών συντεταγμένων του σημείου ενδιαφέροντος (Location: 37°57'18" North, 23°46'34" East, Elevation: 248 m a.s.l.) μπορεί να εκτιμηθεί η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας ανά ημέρα σε kWh/m² (σε οριζόντια επιφάνεια), όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:

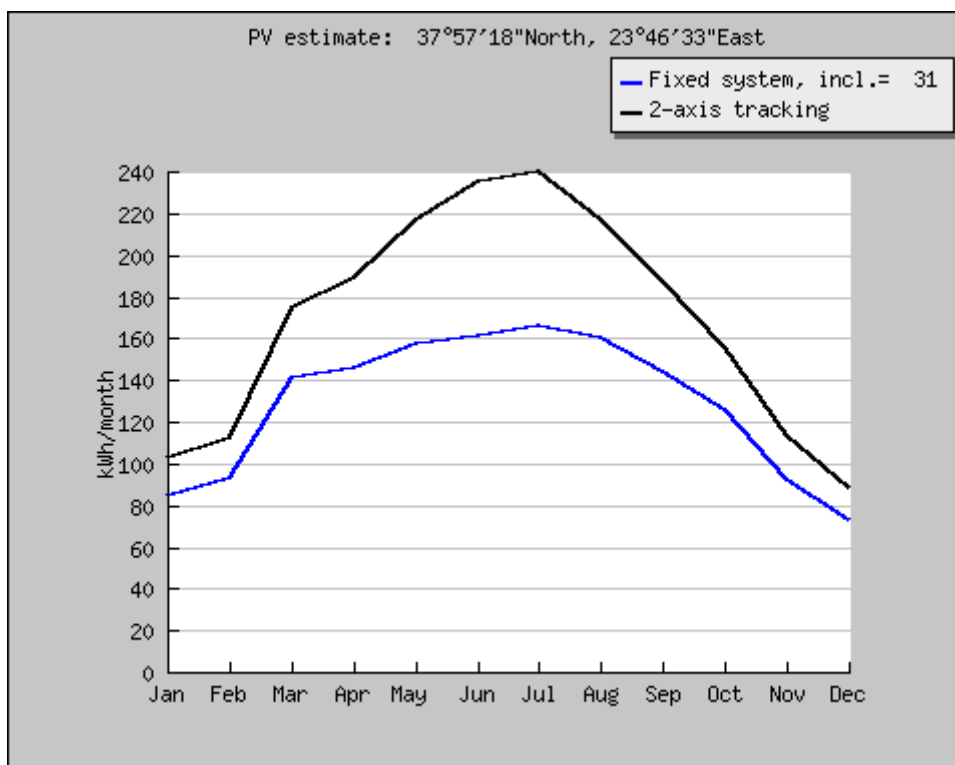


Διάγραμμα 24: Ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας ανά ημέρα σε kWh/m² σε οριζόντια επιφάνεια.

Η εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh από ηλιακή ακτινοβολία ανά μήνα στην ίδια περιοχή για σταθερό σύστημα 1kWp καθώς και για κινούμενο σύστημα 2 αξόνων απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα και συγκριτικά στο παρακάτω διάγραμμα:

Πίνακας 6: Σύγκριση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από σταθερό και από κινούμενο σύστημα 2 αξόνων ονομαστικής ισχύος 1 kWp στην περιοχή ενδιαφέροντος, ανά μήνα, ανά ημέρα και συνολική ετήσια παραγωγή σε kWh.

Μήνας	Μέση ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για σταθερό σύστημα (kWh)	Μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για σταθερό σύστημα (kWh)	Μέση ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κινούμενο σύστημα 2 αξόνων (kWh)	Μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κινούμενο σύστημα 2 αξόνων (kWh)
Ιανουάριος	2,79	86,5	3,31	102
Φεβρουάριος	3,37	94,5	4,01	112
Μάρτιος	4,6	143	5,64	175
Απρίλιος	4,84	145	6,31	189
Μάιος	4,99	155	7	217
Ιούνιος	5,24	157	7,84	235
Ιούλιος	5,21	162	7,74	240
Αύγουστος	5,11	159	7,01	217
Σεπτέμβριος	4,83	145	6,24	187
Οκτώβριος	4,11	127	5	155
Νοέμβριος	3,16	94,9	3,78	114
Δεκέμβριος	2,42	75	2,85	88,5
Ετήσιος μέσος όρος (kWh)	4,22	128,66	5,56	169,29
Συνολική ετήσια παραγωγή (kWh)		1.543,9		2.031,5



Διάγραμμα 25: Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ακτινοβολία ανά μήνα για σταθερό και για κινούμενο σύστημα 2 αξόνων σύστημα 1kWp σε kWh.

Επιπρόσθετα, από τη σύγκριση του σταθερού και του κινούμενου πλαισίου προκύπτει:

1. Η παραγωγή ενέργειας από σύστημα με στρεφόμενο άξονα είναι κατά 28% % μεγαλύτερη, λόγω της δυνατότητας του συστήματος να απορροφά μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.
2. Η μέγιστη ετήσια ενέργεια προϋποθέτει κλίση συλλέκτη ίση με 31° και προσανατολισμό -1° .
3. Μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας με λιγότερα εγκατεστημένα κιλοβάτ (kW) παρουσιάζουν τα φωτοβολταϊκά τεχνολογίας CdTe. Αυτό παρατηρείται διότι πρώτον παρουσιάζει τις λιγότερες συνολικές απώλειες και δεύτερον, έχοντας ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV που είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα, μπορεί να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, όπως φαίνεται στους πίνακες που ακολουθούν:

Πίνακας 7: Ετήσια παραγωγή ενέργειας ανά τεχνολογία φ/β συλλέκτη σε kWh για σταθερό σύστημα ονομαστικής ισχύος 1 kWp με κλίση 31° και προσανατολισμό -1°.

Τεχνολογία φ/β Συλλέκτη	Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας σε kWh	Ετήσιο Ποσό Ολικής Ακτινοβολίας ανά m² στον συλλέκτη σε kWh/m²
Crystalline Silicon (Κρυσταλλικό Πυρίτιο)	1540	2070
Cis (Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός)	1580	2070
CdTe (Τελουριούχο Κάδμιο)	1710	2070

Πίνακας 8: Ετήσια παραγωγή ενέργειας ανά τεχνολογία φ/β συλλέκτη για κινούμενο σύστημα 2 αξόνων ονομαστικής ισχύος 1 kWp σε kWh.

Τεχνολογία φ/β Συλλέκτη	Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας kWh	Ετήσιο Ποσό Ολικής Ακτινοβολίας ανά m² στον συλλέκτη kWh/m²
Crystalline Silicon (Κρυσταλλικό Πυρίτιο)	2.030	2.720
Cis (Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός)	2.090	2.720
CdTe (Τελουριούχο Κάδμιο)	2.220	2.720

Όλα τα ανωτέρω στοιχεία ελήφθησαν από την ιστοσελίδα του PVGIS για τις συντεταγμένες της περιοχής ενδιαφέροντος.

Στο υπόψη στρατόπεδο υπάρχουν περίπου 3.000 τ.μ. ελεύθερη επιφάνεια πάνω σε ταράτσες με νότιο προσανατολισμό, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση φ/β πάνελ. Ο απαραίτητος χώρος για την εγκατάσταση πλαισίων κρυσταλλικού πυριτίου σε ταράτσα είναι περίπου 12 m²/kWp για το μονοκρυσταλλικό και 15 m²/kWp για το πολυκρυσταλλικό. Αντίστοιχα για εγκατάσταση πλαισίων από

άμορφο πυρίτιο απαιτείται, λόγω της χαμηλότερης απόδοσης, διπλάσια επιφάνεια περίπου 30 m²/kWp. Επομένως για κάθε τύπο φ/β πάνελ στη διαθέσιμη επιφάνεια δύνανται να τοποθετηθούν 3000/12=250 kWp σταθερών πλαισίων με συλλέκτες μονοκρυσταλλικού πυριτίου ή 3000/15=200 kWp σταθερών πλαισίων με συλλέκτες πολυκρυσταλλικού πυριτίου. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η παραγόμενη ενέργεια των σταθερών φωτοβολταϊκών πλαισίων τεχνολογίας κρυσταλλικού πυριτίου για την περιοχή του στρατοπέδου και για βέλτιστη κλίση και προσανατολισμό:

Πίνακας 9: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε kWh από την εγκατάσταση 200 kWp σταθερών πλαισίων κρυσταλλικού πυριτίου.

Μήνας	Μέση ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για σταθερό σύστημα (kWh)	Μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για σταθερό σύστημα (kWh)	Παραγόμενες kWh με την εγκατάσταση 200 kWp (kWh/200 kWp)
Ιανουάριος	2,79	86,5	17.300,00
Φεβρουάριος	3,37	94,5	18.900,00
Μάρτιος	4,6	143	28.500,00
Απρίλιος	4,84	145	29.100,00
Μάιος	4,99	155	30.900,00
Ιούνιος	5,24	157	31.400,00
Ιούλιος	5,21	162	32.300,00
Αύγουστος	5,11	159	31.700,00
Σεπτέμβριος	4,83	145	29.000,00
Οκτώβριος	4,11	127	25.500,00
Νοέμβριος	3,16	94,9	19.000,00
Δεκέμβριος	2,42	75	15.000,00
Ετήσιος μέσος όρος (kWh)	4,2225	128,66	25.716,67
Συνολική ετήσια παραγωγή (kWh)		1.543,9	308.600,00

Για την εγκατάσταση ενός φ/β πάρκου σε οικόπεδο , με περιστρεφόμενα πλαίσια κινούμενα σε 2 άξονες, τεχνολογίας πολυκρυσταλλικού πυριτίου, απαιτείται τουλάχιστον η διπλάσια έκταση, ήτοι 30 m²/kWp, προς αποφυγή σκιάσεων κατά την

κίνηση των φ/β πάνελ. Στην υπό εξέταση περίπτωση δύναται στη διατιθέμενη επιφάνεια να εγκατασταθούν φ/β πάνελ ισχύος 100 kWp και η παραγόμενη αυτή ενέργεια είναι η εικονιζόμενη στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 10: Παραγόμενη ενέργεια από την εγκατάσταση 100 kWp περιστρεφόμενων σε 2 άξονες πλαίσιων κρυσταλλικού πυριτίου.

Μήνας	Μέση ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κινούμενο σύστημα 2 αξόνων (kWh/1 kWp)	Μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κινούμενο σύστημα 2 αξόνων (kWh/1 kWp)	Μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κινούμενο σύστημα 2 αξόνων (kWh/100kWp)
Ιανουάριος	3,31	102	10.200,00
Φεβρουάριος	4,01	112	11.200,00
Μάρτιος	5,64	175	17.500,00
Απρίλιος	6,31	189	18.900,00
Μάιος	7	217	21.700,00
Ιούνιος	7,84	235	23.500,00
Ιούλιος	7,74	240	24.000,00
Αύγουστος	7,01	217	21.700,00
Σεπτέμβριος	6,24	187	18.700,00
Οκτώβριος	5	155	15.500,00
Νοέμβριος	3,78	114	11.400,00
Δεκέμβριος	2,85	88,5	8.850,00
Ετήσιος μέσος όρος (kWh)	5,56	169,29	16.929,17
Συνολική ετήσια παραγωγή (kWh)		2.031,5	203.150,00

Η παραπάνω επιλογή δεν θα εξεταστεί εξαιτίας πρώτον της μεγαλύτερης επιφάνειας που απαιτεί, δεύτερον του αυξημένου κόστους εγκατάστασης και τρίτον της μη δυνατότητας κάλυψης των απαιτήσεων ηλεκτρικής ενέργειας.

Από τα στοιχεία του Πίνακα 8 προκύπτει ότι από την εγκατάσταση 200 kWp σταθερών πλαισίων με συλλέκτες κρυσταλλικού πυριτίου δύνανται να παραχθούν 308.600 kWh ετησίως. Λαμβάνοντας υπόψη ότι:

1. Δεν θα υπάρξει κάποιου είδους αστοχία που θα θέσει εκτός παραγωγής την εγκατάσταση ή μέρος αυτής
2. Η μείωση της απόδοσης των φ/β θα επιφέρει μείωση της παραγωγής κατά 1%
3. Η τιμή χρέωσης της κιλοβατώρας του βιομηχανικού τιμολογίου Γ22 είναι 0,12456 €/kWh

υπολογίζεται ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια της εγκατάστασης για τα επόμενα 20 έτη θα είναι συνολικά 4.503.857,85kWh με ετήσιο μέσο όρο 225.192,89kWh, και αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 11: Παραγόμενες kWh και εξοικονόμηση ενέργειας με την εγκατάσταση 200 kWp (kWh/200 kWp) για τα επόμενα 20 χρόνια.

Έτος επένδυσης	Παραγόμενες kWh με την εγκατάσταση 200 kWp (kWh/200 kWp) για τα επόμενα 20 χρόνια (kWh)	Εξοικονόμηση παραγόμενης ενέργειας (€)
1	308.600,00	38.439,22
2	305.514,00	38.054,82
3	302.458,86	37.674,28
4	299.434,27	37.297,53
5	296.439,93	36.924,56
6	293.475,53	36.555,31
7	290.540,77	36.189,76
8	287.635,37	35.827,86
9	284.759,01	35.469,58
10	281.911,42	35.114,89
11	279.092,31	34.763,74
12	276.301,39	34.416,10
13	273.538,37	34.071,94
14	270.802,99	33.731,22
15	268.094,96	33.393,91
16	265.414,01	33.059,97
17	262.759,87	32.729,37
18	260.132,27	32.402,08
19	257.530,95	32.078,05
20	254.955,64	31.757,27
Σύνολο	5.619.391,91	699.951,46
M.O.	280.969,60	34.997,57

4.2.1 Χρηματοοικονομικά στοιχεία εγκατάστασης φ/β συστήματος

Το κόστος εξοπλισμού της επένδυσης χωρίζεται στις τρεις (3) παρακάτω κατηγορίες:

1. Το κόστος του κύριου παραγωγικού εξοπλισμού
2. Το κόστος για τον βοηθητικό εξοπλισμό
3. Το κόστος του εξοπλισμού υποστήριξης.

Το κόστος της εν λόγω επένδυσης, η τεχνολογία της οποίας θα αγορασθεί με όλα τα δικαιώματα χρήσης επένδυσης, περιλαμβάνει:

1. Τα φωτοβολταϊκά φ/β πάνελ.
2. Τις βάσεις στήριξης των φ/β πάνελ.
3. Τους μετατροπείς (inverters).
4. Τα καλώδια και τα υλικά σύνδεσης.
5. Τις εργασίες τοποθέτησης- σύνδεσης.

Πέραν του κύριου εξοπλισμού για τη συνεχή παρακολούθηση της καλής λειτουργίας του συστήματος, που θα εγκατασταθεί, θα γίνει προμήθεια βοηθητικού εξοπλισμού που περιλαμβάνει δύο (2) επιπλέον υλικά.

1. Ένα σύστημα συνεχούς παρακολούθησης καλής λειτουργίας των μετατροπέων, το οποίο σε πραγματικό χρόνο μέσω κατάλληλου λογισμικού καταγράφει στοιχεία λειτουργίας του συστήματος, παρέχοντας ενημέρωση σε περιπτώσεις δυσλειτουργίας.
2. Ένα σύστημα αισθητήρων, οι οποίοι μετρούν την ηλιακή ακτινοβολία πρόσπτωσης και τη θερμοκρασία των φ/β στοιχείων και δίνουν τη δυνατότητα σύγκρισης της πραγματικής απόδοσης των φ/β στοιχείων με την ονομαστική απόδοση που προβλέπει ο κατασκευαστής (τέτοιες διαφορές στην απόδοση μπορούν να προκύψουν από σκιά ή από σκόνη πάνω στα πάνελ).

Σημειώνεται ότι στο κόστος επένδυσης δεν έχει συμπεριληφθεί το κόστος σύνδεσης της υπόψη εγκατάστασης στη ΔΕΗ, καθώς η σύνδεση στο δίκτυο δύναται να επιτευχθεί μέσω του υπάρχοντος υποσταθμού.

Συγκεντρωτικά, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας για το κόστος επένδυσης της εγκατάστασης:

Πίνακας 12: Κόστος επένδυσης φ/β εγκατάστασης (ανά κατηγορία).

ΚΥΡΙΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ			
Περιγραφή	Τεμάχια	Τιμή ανά τεμάχιο	Σύνολο
Φωτοβολταϊκά Πλαίσια Πολυκρυσταλλικού Πυριτίου 250W	800	187,5	150.000
Μετατροπέας (Inverter) συνεχούς / εναλλασσόμενου ρεύματος, ισχύος 10 kW	20	2525	50.500
Καλώδια και Υλικά Σύνδεσης			8000
Εργασίες Σύνδεσης			3.500
Υλικά Στήριξης			30.500
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ			
Πολυλειτουργικός καταγραφέας			250
Αισθητήρας θερμοκρασίας, ανέμου, ηλιακής ακτινοβολίας, εξωτερικής θερμοκρασίας και ανέμου			250
Σύνολο			243.000
Κόστος ανά kW			1215€/kW

Το κόστος λειτουργίας της υπόψη επένδυσης αφορά

1. Την ετήσια προληπτική συντήρηση, η οποία υπολογίζεται σε 200€/ετησίως. Η εν λόγω συντήρηση αφορά την περιοδική επιθεώρηση του συστήματος και την έγκαιρη παροχή ανταλλακτικών σε περίπτωση έκτακτων βλαβών, από την εταιρεία που θα εγκαταστήσει το σύστημα.
2. Το κόστος ασφάλισης που υπολογίζεται στο 0,3% του συνολικού κόστους επένδυσης και ανέρχεται σε 300€/ετησίως. Η ασφάλιση θα καλύπτει την επένδυση από μία σειρά κινδύνων, όπως κεραυνούς, φωτιά κλπ.

Πίνακας 13: Ετήσια γενικά έξοδα λειτουργίας επένδυσης φ/β εγκατάστασης.

ΕΤΗΣΙΑ ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	
Έξοδα συντήρησης	1000€
Ασφάλιστρα	300€
Σύνολο	1300€/έτος

Συγκεντρωτικά τα οικονομικά στοιχεία του επενδυτικού σχεδίου είναι:

Πίνακας 14: Οικονομικά στοιχεία επένδυσης φ/β εγκατάστασης.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	
Κόστος κατασκευής- εγκατάστασης	243.000€
Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης	1.300€
Ετήσια εξοικονόμηση από την παραγωγή ενέργειας κατά το 1 ^ο έτος	38.439,22€

Οι αποσβέσεις αφορούν τα πάγια στοιχεία της εγκατάστασης και για τον υπολογισμό τους ακολουθείται η σταθερή μέθοδος με συντελεστή 7%. Έτσι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας αποσβέσεων:

Πίνακας 15: Πίνακας αποσβέσεων φ/β εγκατάστασης.

Έτος επένδυσης	Κόστος επένδυσης	Ετήσιος ρυθμός απόσβεσης	Αποσβέσεις
1	243.000	7%	16.975,00
2	243.000	7%	16.975,00
3	243.000	7%	16.975,00
4	243.000	7%	16.975,00
5	243.000	7%	16.975,00
6	243.000	7%	16.975,00
7	243.000	7%	16.975,00
8	243.000	7%	16.975,00
9	243.000	7%	16.975,00
10	243.000	7%	16.975,00
11	243.000	7%	16.975,00
12	243.000	7%	16.975,00
13	243.000	7%	16.975,00
14	243.000	7%	16.975,00
15	243.000	7%	4.850,00
16	243.000	7%	0,00
17	243.000	7%	0,00
18	243.000	7%	0,00
19	243.000	7%	0,00
20	243.000	7%	0,00

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, το κόστος παραγωγής για τον πρώτο χρόνο λειτουργίας της επένδυσης καθώς και τα επόμενα έτη, είναι το εξής:

Πίνακας 16: Ανάλυση στοιχείων κόστους παραγωγής (1^ο έτος λειτουργίας).

Στοιχεία κόστος	Κόστος (€)
A. Κόστος παραγωγής	32,5
1. Εισροές υλικών	32,5
2. Κόστος εργασίας	0
B. Γενικά Έξοδα	1.300
Γ. Γενικά Διοικητικά Έξοδα	0
Δ. Λειτουργικό κόστος (A+B+Γ)	1.332,5
E. Κόστος αποσβέσεων	16.975
Z. Χρηματοοικονομικό κόστος (Τόκοι)	0
ΣΤ. Κόστος παραγωγής (Δ+E+Z)	18.307,5

Πίνακας 17: Κόστος παραγωγής ανά έτος λειτουργίας (1^ο έως το 20^ο έτος).

Έτος επένδυσης	Λειτουργικό κόστος	Αποσβέσεις	Κόστος παραγωγής
1	1.332,50	16.975,00	18.307,50
2	1.365,81	16.975,00	18.340,81
3	1.399,96	16.975,00	18.374,96
4	1.434,96	16.975,00	18.409,96
5	1.470,83	16.975,00	18.445,83
6	1.507,60	16.975,00	18.482,60
7	1.545,29	16.975,00	18.520,29
8	1.583,92	16.975,00	18.558,92
9	1.623,52	16.975,00	18.598,52
10	1.664,11	16.975,00	18.639,11
11	1.705,71	16.975,00	18.680,71
12	1.748,36	16.975,00	18.723,36
13	1.792,06	16.975,00	18.767,06
14	1.836,87	16.975,00	18.811,87
15	1.882,79	4.850,00	6.732,79
16	1.929,86	0,00	1.929,86
17	1.978,10	0,00	1.978,10
18	2.027,56	0,00	2.027,56
19	2.078,25	0,00	2.078,25
20	2.130,20	0,00	2.130,20

Τα έσοδα που θα προκύψουν σαν εξοικονόμηση από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό της εκτιμώμενης παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με την τιμή χρέωσης κάθε kWh.

Πίνακας 18: Ετήσια εξοικονόμηση παραγόμενης ενέργειας σε ευρώ (€).

Έτος επένδυσης	Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά έτος σε kWh	Ετήσια εξοικονόμηση σε Ευρώ
1	308.600,00	38.439,22
2	305.514,00	38.054,82
3	302.458,86	37.674,28
4	299.434,27	37.297,53
5	296.439,93	36.924,56
6	293.475,53	36.555,31
7	290.540,77	36.189,76
8	287.635,37	35.827,86
9	284.759,01	35.469,58
10	281.911,42	35.114,89
11	279.092,31	34.763,74
12	276.301,39	34.416,10
13	273.538,37	34.071,94
14	270.802,99	33.731,22
15	268.094,96	33.393,91
16	265.414,01	33.059,97
17	262.759,87	32.729,37
18	260.132,27	32.402,08
19	257.530,95	32.078,05
20	254.955,64	31.757,27

4.2.2 Χρηματοοικονομική αξιολόγηση εγκατάστασης φ/β συστήματος

Στην παρακάτω ενότητα θα παρουσιασθεί η χρηματοοικονομική ανάλυση και η αξιολόγηση του παραπάνω επενδυτικού σχεδίου με σκοπό την παρουσίαση των χρηματοοικονομικών ωφελειών του.

Αρχικά θα υπολογισθεί ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης από τον πίνακα κατάστασης ταμειακών ροών (ΚΤΡ) της επένδυσης:

Πίνακας 19:Καθαρές Ταμειακές ροές για 20 έτη.

Έτος επένδυσης	Καθαρά Κέρδη	Αποσβέσεις	ΚΤΡ	Αθροιστική ΚΤΡ
1	20.131,72	16.975,00	37.106,72	37.106,72
2	19.714,01	16.975,00	36.689,01	73.795,73
3	19.299,32	16.975,00	36.274,32	110.070,05
4	18.887,58	16.975,00	35.862,58	145.932,63
5	18.478,73	16.975,00	35.453,73	181.386,35
6	18.072,71	16.975,00	35.047,71	216.434,06
7	17.669,47	16.975,00	34.644,47	251.078,53
8	17.268,94	16.975,00	34.243,94	285.322,47
9	16.871,06	16.975,00	33.846,06	319.168,53
10	16.475,78	16.975,00	33.450,78	352.619,31
11	16.083,03	16.975,00	33.058,03	385.677,33
12	15.692,75	16.975,00	32.667,75	418.345,08
13	15.304,88	16.975,00	32.279,88	450.624,95
14	14.919,35	16.975,00	31.894,35	482.519,30
15	26.661,12	4.850,00	31.511,12	514.030,43
16	31.130,11	0,00	31.130,11	545.160,54
17	30.751,27	0,00	30.751,27	575.911,80
18	30.374,52	0,00	30.374,52	606.286,32
19	29.999,81	0,00	29.999,81	636.286,13
20	29.627,07	0,00	29.627,07	665.913,20

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι τα χρήματα της επένδυσης θα επανεισαχθούν σε 7 έτη.

Στη συνέχεια θα αξιολογηθεί η επένδυση με τη μέθοδο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ). Η μέθοδος αυτή εκφράζει την αξία σε χρηματικές μονάδες προεξοφλώντας στο παρόν όλες τις καθαρές χρηματοροές κάθε έτους (διαφορά των μελλοντικών εισροών ή εξόδων) για ολόκληρο τον χρονικό ορίζοντα του σχεδίου επένδυσης. Είναι δε μια αξιόπιστη μέθοδος αξιολόγησης, γιατί μετατρέπει τις μελλοντικές ροές αξιών του σχεδίου επένδυσης σε παρούσες αξίες, δηλαδή αυτές που ισχύουν την στιγμή λήψης της απόφασης. Η ίδια η τιμή της ΚΠΑ δεν έχει κάποια συγκεκριμένη σημασία. Ανάλογα με την τιμή της ΚΠΑ διακρίνονται οι παρακάτω περιπτώσεις:

ΚΠΑ > 0 : Η απόδοση της επένδυσης είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση είναι βιώσιμη.

ΚΠΑ < 0: Η απόδοση της επένδυσης είναι μικρότερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση δεν είναι βιώσιμη.

ΚΠΑ = 0 : Η απόδοση της επένδυσης είναι οριακή με ετήσιο ρυθμό απόδοσης ίσο με το επιτόκιο προεξόφλησης i .

Πιο συγκεκριμένα, για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας ισχύει ο ακόλουθος τύπος:

$$ΚΠΑ = \sum [KTP\tau v^{\tau} = 1/(1+\kappa)^{\tau}] - KE$$

Ωστόσο, στην περίπτωση άνισων μελλοντικών ετήσιων καθαρών ταμειακών ροών (όπως ισχύει στην περίπτωση που εξετάζεται), η εξίσωση της ΚΠΑ μπορεί να διατυπωθεί με την εξής μορφή:

$$ΚΠΑ = \sum [KTP\tau (\Sigma ΠΑ_{\kappa, \nu})] - KE$$

Ο συντελεστής $\Sigma ΠΑ_{\kappa, \nu}$ αντιπροσωπεύει το συντελεστή παρούσας αξίας, ο οποίος προκύπτει από ειδικούς πίνακες και ισούται με:

$$\Sigma ΠΑ_{\kappa, \nu} = 1 / (1 + \kappa)^{\nu}$$

Εφαρμόζοντας τα παραπάνω προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας υπολογισμού της ΚΠΑ, για τον οποίο χρησιμοποιήθηκε συντελεστής προεξόφλησης 10%:

Πίνακας 20: Συνολική ΚΠΑ των Καθαρών Ταμειακών Ροών με συντελεστή προεξόφλησης 10%.

Έτος επένδυσης	ΚΤΡ (1)	ΣΠΑ 10%, ν (2)	ΚΠΑ (1) * (2)
1	37.106,72	0,909091	33.733,38
2	36.689,01	0,826446	30.321,49
3	36.274,32	0,751315	27.253,44
4	35.862,58	0,683013	24.494,61
5	35.453,73	0,620921	22.013,96
6	35.047,71	0,564474	19.783,52
7	34.644,47	0,513158	17.778,09
8	34.243,94	0,466507	15.975,04
9	33.846,06	0,424098	14.354,05
10	33.450,78	0,385543	12.896,71
11	33.058,03	0,350494	11.586,64
12	32.667,75	0,318631	10.408,96
13	32.279,88	0,289664	9.350,32
14	31.894,35	0,263331	8.398,77
15	31.511,12	0,239392	7.543,51
16	31.130,11	0,217629	6.774,82
17	30.751,27	0,197845	6.083,98
18	30.374,52	0,179859	5.463,13
19	29.999,81	0,163508	4.905,21
20	29.627,07	0,148644	4.403,89
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΠΑ			50.523,50

Μία άλλη εναλλακτική μέθοδος σε σχέση με την ΚΠΑ είναι αυτή του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης (ΕΣΑ). Ο ΕΣΑ είναι το υπολογιζόμενο επιτόκιο (εσωτερική αποδοτικότητα) σύμφωνα με το οποίο η παρούσα αξία των ταμειακών εισροών είναι ίση με την παρούσα αξία των ταμειακών εκροών. Αποτελεί με άλλα λόγια το μοναδικό επιτόκιο που μηδενίζει την ΚΠΑ. Από τη σύγκριση της τιμής του ΕΣΑ με το επίσημο επιτόκιο της αγοράς i συμπεραίνεται η αποδοτικότητα ή μη ενός επενδυτικού σχεδίου.

Πιο συγκεκριμένα:

Αν $EΣΑ > i$ η απόδοση της επένδυσης είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση εγκρίνεται.

Αν $EΣΑ < i$ η απόδοση της επένδυσης είναι μικρότερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση απορρίπτεται.

Αν $EΣΑ = i$ η απόδοση της επένδυσης είναι οριακή

Στη μαθηματική του απόδοσης ισχύει ο ακόλουθος τύπος:

$$ΚΠΑ = \sum [KTP_{tvt=1}(\Sigma ΠΑ_{κ,v})] - KE = 0 \text{ ή } \sum [KTP_{tvt=1}(\Sigma ΠΑ_{κ,v})] = KE$$

Προκειμένου να υπολογιστεί ο ΕΣΑ ακολουθείται η εξής διαδικασία:

1. Υπολογίζονται οι σχετικές καθαρές ταμειακές ροές της επένδυσης
2. Γίνεται η προεξόφληση των καθαρών ταμειακών ροών στο παρόν, όχι μόνο με το προαναφερθέν επιτόκιο (10%), αλλά και με άλλα επιτόκια (ένα υψηλό: IRR1 και ένα χαμηλό: IRR2).
3. Εντοπίζεται ο ακριβής ΕΣΑ βάσει του ακόλουθου τύπου
 $IRR = IRR1 + [\Theta ΚΠΑ * (IRR2 - IRR1) / \Theta ΚΠΑ + ΑΚΠΑ]$, όπου
 $\Theta ΚΠΑ$ = η θετική ΚΠΑ (στο χαμηλότερο επιτόκιο προεξόφλησης)
 $ΑΚΠΑ$ = η αρνητική ΚΠΑ (στο υψηλότερο επιτόκιο προεξόφλησης)

Με βάση τα παραπάνω κατασκευάζεται ο ακόλουθος πίνακας εκτίμησης του ΕΣΑ, χρησιμοποιώντας τρία εναλλακτικά επιτόκια προεξόφλησης κεφαλαίου.

Πίνακας 21: Υπολογισμός ΚΠΑ με εναλλακτικούς συντελεστές προεξόφλησης.

Έτος επένδυσης	ΣΠΑ ΚΤΡ (1)	ΣΠΑ	ΣΠΑ	ΣΠΑ	ΚΠΑ (1)*(2)	ΚΠΑ (1)*(3)	ΚΠΑ (1)*(4)
		10%,ν (2)	8%,ν (3)	14%,ν (4)			
1	37.106,72	0,909091	32550	0,877193	32550	32550	32550
2	36.689,01	0,826446	28231	0,769468	28231	28231	28231
3	36.274,32	0,751315	24484	0,674972	24484	24484	24484
4	35.862,58	0,683013	21234	0,592080	21234	21234	21234
5	35.453,73	0,620921	18414	0,519369	18414	18414	18414
6	35.047,71	0,564474	15967	0,455587	15967	15967	15967
7	34.644,47	0,513158	13845	0,399637	13845	13845	13845
8	34.243,94	0,466507	12005	0,350559	12005	12005	12005
9	33.846,06	0,424098	10408	0,307508	10408	10408	10408
10	33.450,78	0,385543	9023	0,269744	9023	9023	9023
11	33.058,03	0,350494	7822	0,236617	7822	7822	7822
12	32.667,75	0,318631	6780	0,207559	6780	6780	6780
13	32.279,88	0,289664	5877	0,182069	5877	5877	5877
14	31.894,35	0,263331	5094	0,159710	5094	5094	5094
15	31.511,12	0,239392	4415	0,140096	4415	4415	4415
16	31.130,11	0,217629	3826	0,122892	3826	3826	3826
17	30.751,27	0,197845	3315	0,107800	3315	3315	3315
18	30.374,52	0,179859	2872	0,094561	2872	2872	2872
19	29.999,81	0,163508	2488	0,082948	2488	2488	2488
20	29.627,07	0,148644	2156	0,072762	2156	2156	2156
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΠΑ					293.524	336.444	230.805

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ανωτέρω πίνακα προκύπτουν τα εξής:

Για $IRR1 = 8\% \Rightarrow ΚΠΑ = 336.444 - 243.000 = 93.444 \text{ €} \Rightarrow ΚΠΑ = > 0$ και $\Theta ΚΠΑ = 93.444 \text{ €}$

Για $IRR2 = 14\% \Rightarrow ΚΠΑ = 230.805 - 243.000 \text{ €} = -12.195 \text{ €} \Rightarrow ΚΠΑ = > 0$ και $ΑΚΠΑ = -12.195 \text{ €}$

Βάσει λοιπόν του προηγούμενου τύπου ισχύει:

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= 8\% + [93.444 * (14\% - 8\%) / (93.444 - 12.195)] = \\ &= 8\% + (93.444 * 6\%) / 81250 = 14,9\% \end{aligned}$$

Επομένως, το επιτόκιο της τάξης του 14,9% αντανακλά το υψηλότερο επιτόκιο που θα μπορούσε να καλύψει ο επενδυτής, δίχως να υπάρχει κανένας κίνδυνος απώλειας των επενδύμενων κεφαλαίων.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η εγκατάσταση φ/β συστήματος κρίνεται συμφέρουσα.

4.3 Εγκατάσταση αντλίας θερμότητας

Στη συνέχεια θα εξεταστεί το σενάριο ικανοποίησης των αναγκών θέρμανσης και ψύξης του εργοστασίου με την εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας. Παρά το γεγονός ότι μια αντλία θερμότητας δεν αποτελεί άμεση ανανεώσιμη πηγή ενέργειας¹¹, εντούτοις αποτελεί τη μόνη δυνατή λύση στην περίπτωση του συγκεκριμένου εργοστασίου καθώς:

1. Η εγκατάσταση συστήματος αβαθούς γεωθερμίας δεν είναι εφικτή καθώς για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών θα απαιτούντο περί τις εβδομήντα γεωτρήσεις βάθους 100 μ. για κλειστό σύστημα γεωθερμίας.
2. Η κάλυψη των αναγκών θέρμανσης με χρήση λέβητα βιομάζας δεν θα κάλυπτε την ταυτόχρονη απαίτηση για θέρμανση - ψύξη του εργοστασίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Ωστόσο, εκτιμάται ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των αντλιών θερμότητας δύναται να καλυφθεί σε μεγάλο βαθμό από την παραγόμενη ενέργεια του φ/β συστήματος που μελετήθηκε στο πρώτο σενάριο. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό, με τον υψηλό βαθμό απόδοσης¹² (Coefficient of Performance– COP) μιας τέτοιας αντλίας (στην παρούσα μελέτη υπολογίζεται ίσως με 6) θα δώσει τη δυνατότητα στο εργοστάσιο να καλύψει τις υφιστάμενες ενεργειακές ανάγκες.

Πιο συγκεκριμένα θα εξεταστεί η εγκατάσταση μιας Αερόψυκτης Τετρασωλήνιας Αντλίας Θερμότητας ισχύος 280 kW (+ - 5%) (ολικής ανάκτησης) με σκοπό την μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας.

Η εγκατάσταση κλιματισμού, που εξυπηρετεί τα τμήματα παραγωγής (επισκευών, ελέγχου και διακριβώσεων) και τα τμήματα διοικητικών υπηρεσιών, κατασκευάστηκε τη δεκαετία του 1970 και αποτελείται από :

¹¹ Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή οδηγία 2009/28/EC, οι αντλίες θερμότητας που προσφέρουν σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό θερμικής ενέργειας από αυτό που καταναλώνουν για τη λειτουργία τους θεωρούνται σύστημα ανανεώσιμης πηγής ενέργειας (ΑΠΕ).

¹² Ο συντελεστής COP (Coefficient of Performance) είναι η αναλογία μεταξύ της ενέργειας που προσφέρει το σύστημα προς την ενέργεια που καταναλώνει. Ένας βαθμός COP: 4=4/1 σημαίνει ότι το σύστημα χρησιμοποιεί μόνο 1kWh ηλεκτρικής ενέργειας για να παραγάγει 4kWh θερμότητας.

1. Δύο υδρόψυκτους ψύκτες 80RT¹³ και 40RT αντίστοιχα για την παραγωγή ψυχρού νερού.
2. Ένα πύργο ψύξης 100RT.
3. Δύο λέβητες πετρελαίου για θέρμανση και μετά-θέρμανση.
4. Δύο Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες επεξεργασίας αέρα για τους χώρους παραγωγής συνδεδεμένες με δίκτυα αεραγωγών και στόμια.
5. Δύο υγραντήρες ατμού.
6. Θερμαντικά σώματα απλά και fan coil units για τους υπόλοιπους χώρους.
7. Μηχανοστάσια με αντλίες νερού και λοιπό εξοπλισμού.
8. Πίνακες ισχύος και αυτοματισμού.

Η υπό εξέταση τετρασωλήνια αντλία θερμότητας διαθέτει δύο εξόδους νερού. Με τη μία έξοδο τροφοδοτεί το σύστημα με ψυχρό νερό κατά τη λειτουργία ψύξης και ταυτόχρονα με τη δεύτερη έξοδο τροφοδοτεί την εγκατάσταση με θερμό νερό (από ανάκτηση), το οποίο προέρχεται από τον ενσωματωμένο εναλλάκτη, εκμεταλλευόμενη τη θερμότητα του συμπυκνωτή. Δηλαδή, αντί να αποβάλλεται η θερμότητα (κατά την ψύξη) στο περιβάλλον με τους ανεμιστήρες του μηχανήματος, αυτή ανακτάται μέσω εναλλάκτη νερού και διατίθεται «δωρεάν» είτε για την τροφοδοσία των στοιχείων μεταθέρμανσης της κύριας κεντρικής κλιματιστικής μονάδας (ΚΚΜ) κατά τον έλεγχο της αφύγρανσης είτε για τη θέρμανση λοιπών χώρων εάν απαιτείται. Αναλυτικά η τεχνική περιγραφή της υπό εξέταση αντλίας θερμότητας παρουσιάζεται στο Παράρτημα «Β».

Οι δυνατοί τρόποι λειτουργίας της υπόψη αντλίας θερμότητας είναι:

1. Μόνο ψύξη
2. Μόνο θέρμανση.
3. Συνδυασμένη λειτουργία Ψύξης– Θέρμανσης και με ανάκτηση

Πιο συγκεκριμένα κατά τη θερινή περίοδο δεν θα απαιτείται η συνεχής λειτουργία του λέβητα, όπως συμβαίνει σήμερα, ενώ κατά τη χειμερινή περίοδο θα λειτουργεί πάλι σε ψύξη, αλλά η ανακτώμενη θερμότητα θα οδηγείται είτε προς τα στοιχεία μεταθέρμανσης είτε προς το λεβητοστάσιο για να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση

¹³ Ο ψυκτικός τόνος είναι μία μονάδα μέτρησης ψυκτικής ισχύος αντιστοιχεί σε 3,517 kW.

χώρων μέσω κατάλληλων διατάξεων (εναλλάκτη και αποθήκη νερού). Επίσης, τη χειμερινή περίοδο, εάν οι απαιτήσεις θέρμανσης είναι περισσότερες (για κύρια θέρμανση όλων των χώρων λ.χ. γραφείων και παραγωγής και για μεταθέρμανση) και οι ανάγκες ψύξης είναι πολύ μικρές (μόνο για αφύγρανση), η αντλία θερμότητας θα λειτουργεί αυτόματα σε θέρμανση, ενώ με ανάκτηση (χωρίς επιπλέον κατανάλωση ενέργειας) θα ικανοποιούνται τα ψυκτικά φορτία της αφύγρανσης.

4.3.1 Χρηματοοικονομικά στοιχεία εγκατάστασης αντλίας θερμότητας

Το κόστος εξοπλισμού της επένδυσης αναλύεται στις δύο (2) παρακάτω κατηγορίες:

1. Το κόστος του κύριου παραγωγικού εξοπλισμού.
2. Το κόστος για τον βοηθητικό εξοπλισμό.

Το κόστος της εν λόγω επένδυσης, της οποίας η τεχνολογία θα αγορασθεί με όλα τα δικαιώματα χρήσης επένδυσης απεικονίζεται συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 22: Κόστος επένδυσης εγκατάστασης αντλίας θερμότητας (ανά κατηγορία).

ΚΥΡΙΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ			
Περιγραφή	Τεμάχια	Τιμή ανά τεμάχιο	Σύνολο
Αερόψυκτη τετρασωλήνια αντλία θερμότητας ολικής ανάκτησης ψυκτικής ισχύος 280KW (+/- 5%) με ψυκτικό μέσο R410a	1	75.000,00	75.000,00
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ			
Δίδυμη Αντλία νερού in line πρωτεύοντος κυκλώματος ψύξης	1	3.500,00	3.500,00
Ηλεκτρικός πίνακας ισχύος και αυτοματισμού που περιλαμβάνει όλες τις διατάξεις ασφαλείας (θερμομαγνητικούς διακόπτες) ρελέ ισχύος κλπ.	1	2.000,00	2.000,00
Ηλεκτρική εγκατάσταση γραμμών ισχύος και αυτοματισμού για την τροφοδότηση της αντλίας θερμότητας, της αντλίας νερού και των απαραίτητων αυτοματισμών.	1	3.000,00	3.000,00
Κατασκευή και εγκατάσταση βάσης για την έδραση της αντλίας θερμότητας .	1	1.500,00	1.500,00
Κατασκευή υδραυλικού δικτύου σωληνώσεων πρωτεύοντος κυκλώματος εκ σιδηροσωλήνων βαρέως «πράσινη ετικέτα» μονωμένο με μονωτικό υλικό τύπου armaflex 19mm μετά των εξαρτημάτων (βανών, αντεπίστροφων βαλβίδων, φίλτρων νερού, ασφαλιστικών, εξαεριστικών, μανομέτρων, θερμομέτρων, δείκτη ροής) και σύνδεση στο υφιστάμενο δίκτυο	1	14.000,00	14.000,00
Σύνολο			99.000

Το κόστος λειτουργίας της υπόψη επένδυσης αφορά:

1. Την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που ανέρχεται σε 9.887€/ετησίως.
2. Την ετήσια προληπτική συντήρηση η οποία υπολογίζεται σε 200€/ετησίως. Η εν λόγω συντήρηση αφορά την περιοδική επιθεώρηση του συστήματος και την έγκαιρη παροχή ανταλλακτικών σε περίπτωση έκτακτων βλαβών, από την εταιρεία που θα εγκαταστήσει το σύστημα.
3. Το κόστος ασφάλισης που υπολογίζεται στο 0,3% του συνολικού κόστους επένδυσης και ανέρχεται σε 300€/ετησίως. Η ασφάλιση θα καλύπτει την επένδυση από μία σειρά κινδύνων, όπως κεραυνούς, φωτιά κλπ.

Πίνακας 23: Ετήσια γενικά έξοδα λειτουργίας επένδυσης αντλίας θερμότητας σε Ευρώ (€).

ΕΤΗΣΙΑ ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	
Έξοδα λειτουργίας	9.887 €
Έξοδα συντήρησης	200 €
Ασφάλιστρα	300 €
Σύνολο	10.387 €/έτος

Συγκεντρωτικά τα οικονομικά στοιχεία του επενδυτικού σχεδίου είναι:

Πίνακας 24: Οικονομικά στοιχεία επένδυσης αντλίας θερμότητας σε Ευρώ (€).

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	
Κόστος κατασκευής- εγκατάστασης	99.000 €
Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης	10.387 €/έτος
Ετήσια εξοικονόμηση από την παραγωγή ενέργειας κατά το 1 ^ο έτος	30.923 €/έτος

Οι αποσβέσεις αφορούν τα πάγια στοιχεία της εγκατάστασης και για τον υπολογισμό τους ακολουθείται η σταθερή μέθοδος με συντελεστή 7%. Έτσι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας αποσβέσεων:

Πίνακας 25: Πίνακας αποσβέσεων.

Έτος επένδυσης	Κόστος επένδυσης	Ετήσιος ρυθμός απόσβεσης	Αποσβέσεις
1	99.000	7%	6.930,00
2	99.000	7%	6.930,00
3	99.000	7%	6.930,00
4	99.000	7%	6.930,00
5	99.000	7%	6.930,00
6	99.000	7%	6.930,00
7	99.000	7%	6.930,00
8	99.000	7%	6.930,00
9	99.000	7%	6.930,00
10	99.000	7%	6.930,00
11	99.000	7%	6.930,00
12	99.000	7%	6.930,00
13	99.000	7%	6.930,00
14	99.000	7%	6.930,00
15	99.000	7%	1.980,00
16	99.000	7%	0
17	99.000	7%	0
18	99.000	7%	0
19	99.000	7%	0
20	99.000	7%	0

Πίνακας 26: Ανάλυση στοιχείων κόστους παραγωγής.

Στοιχεία κόστος	Κόστος (€)
A. Κόστος παραγωγής	260
1. Εισροές υλικών	260
2. Κόστος εργασίας	0
B. Γενικά Έξοδα	10,387
Γ. Γενικά Διοικητικά Έξοδα	0
Δ. Λειτουργικό κόστος (A+B+Γ)	10.647
E. Κόστος αποσβέσεων	6.930
Z. Χρηματοοικονομικό κόστος (Τόκοι)	0
ΣΤ. Κόστος παραγωγής (Δ+E+Z)	17.577

Για τα υπόλοιπα έτη το κόστος παραγωγής διαμορφώνεται όπως καταγράφεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 27: Κόστος παραγωγής ανά έτος από το 1^ο έως το 20^ο έτος λειτουργίας.

Έτος επένδυσης	Λειτουργικό κόστος	Αποσβέσεις	Κόστος παραγωγής
1	10.647	6.930,00	17.577
2	10.913	6.930,00	17.843
3	11.186	6.930,00	18.116
4	11.465	6.930,00	18.395
5	11.752	6.930,00	18.682
6	12.046	6.930,00	18.976
7	12.347	6.930,00	19.277
8	12.656	6.930,00	19.586
9	12.972	6.930,00	19.902
10	13.296	6.930,00	20.226
11	13.629	6.930,00	20.559
12	13.969	6.930,00	20.899
13	14.319	6.930,00	21.249
14	14.677	6.930,00	21.607
15	15.043	1.980,00	17.023
16	15.420	0	15.420
17	15.805	0	15.805
18	16.200	0	16.200
19	16.605	0	16.605
20	17.020	0	17.020

4.3.2 Χρηματοοικονομική αξιολόγηση εγκατάστασης αντλίας θερμότητας

Στη συνέχεια και λαμβάνοντας υπόψη τις ενεργειακές απαιτήσεις του εργοστασίου, όπως απεικονίζονται στο διάγραμμα 22, θα υπολογισθεί η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας από την εγκατάσταση της αντλίας θερμότητας.

Για τη θέρμανση απαιτούνται 392.800 kWh ωφέλιμης θερμότητας. Με βάση το συντελεστή απόδοσης της αντλίας θερμότητας που υπολογίζεται σε 6 (>6,5 σύμφωνα με την τεχνική προδιαγραφή) απαιτούνται $1/6 * 392.800 = 65.467$ kWh, τα οποία κοστίζουν $65.467 * 0,12456 = 8.155$ €. Επομένως για τη θέρμανση το ετήσιο κόστος εξοικονόμησης ανέρχεται σε 24.196,38 €.

Αντίστοιχα για την ψύξη απαιτούνται 81. 000 kWh συνολικής ισχύος. Με βάση τον εκτιμώμενο βαθμό απόδοσης 2 της υπάρχουσας εγκατάστασης η παρεχόμενη ενέργεια ψύξης ανέρχεται σε 162.000 kWh. Με βάση το συντελεστή απόδοσης της της αντλίας θερμότητας, που υπολογίζεται σε 6 (>6,5 σύμφωνα με την τεχνική προδιαγραφή), απαιτούνται $1/6 * 162.000 = 27.000$ kWh, τα οποία κοστίζουν $27.000 * 0,12456 = 8.153.364$ €. Επομένως για τη θέρμανση το ετήσιο κόστος εξοικονόμησης ανέρχεται σε 6.726 €.

Συνολικά το ετήσιο κόστος εξοικονόμησης ανέρχεται σε 30.923 €. Το ποσό αυτό θεωρείται σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής της υπόψη αντλίας θερμότητας.

Πίνακας 28: Καθαρές Ταμειακές ροές για 20 έτη.

Έτος επένδυσης	Καθαρά Κέρδη	Αποσβέσεις	ΚΤΡ	Αθροιστική ΚΤΡ
1	13.346	6.930,00	20.276	20.276
2	13.080	6.930,00	20.010	40.286
3	12.807	6.930,00	19.737	60.023
4	12.528	6.930,00	19.458	79.481
5	12.241	6.930,00	19.171	98.652
6	11.947	6.930,00	18.877	117.529
7	11.646	6.930,00	18.576	136.106
8	11.337	6.930,00	18.267	154.373
9	11.021	6.930,00	17.951	172.324
10	10.697	6.930,00	17.627	189.951
11	10.364	6.930,00	17.294	207.245
12	10.024	6.930,00	16.954	224.199
13	9.674	6.930,00	16.604	240.803
14	9.316	6.930,00	16.246	257.050
15	13.900	1.980,00	15.880	272.929
16	15.503	0	15.503	288.433
17	15.118	0	15.118	303.551
18	14.723	0	14.723	318.273
19	14.318	0	14.318	332.591
20	13.903	0	13.903	346.494

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι τα χρήματα της επένδυσης θα επανεισαχθούν σε 5 περίπου έτη.

Στη συνέχεια αξιολογείται η επένδυση με τη μέθοδο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ).

Πίνακας 29: Συνολική ΚΠΑ των Καθαρών Ταμειακών Ροών με συντελεστή προεξόφλησης 10%.

Έτος επένδυσης	ΚΤΡ (1)	ΣΠΑ 10%, v (2)	ΚΠΑ (1) * (2)
1	20.276	0,909091	18.433
2	20.010	0,826446	16.537
3	19.737	0,751315	14.829
4	19.458	0,683013	13.290
5	19.171	0,620921	11.904
6	18.877	0,564474	10.656
7	18.576	0,513158	9.532
8	18.267	0,466507	8.522
9	17.951	0,424098	7.613
10	17.627	0,385543	6.796
11	17.294	0,350494	6.062
12	16.954	0,318631	5.402
13	16.604	0,289664	4.810
14	16.246	0,263331	4.278
15	15.880	0,239392	3.801
16	15.503	0,217629	3.374
17	15.118	0,197845	2.991
18	14.723	0,179859	2.648
19	14.318	0,163508	2.341
20	13.903	0,148644	2.067
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΠΑ			155.885

Παρατηρείται ότι $ΚΠΑ > 0$ και επομένως η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα.

Η αξιολόγηση του υπόψη σεναρίου με τη μέθοδο του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης δεν αναλύεται περαιτέρω καθώς δεν υπάρχει επιτόκιο, το οποίο να δίνει αρνητική παρούσα αξία.

Ένας ακόμη τρόπος αξιολόγησης της υπό εξέταση επένδυσης είναι ο υπολογισμός του κόστους παραγόμενης ενέργειας σε €/kWh. Το κόστος αυτό εκφράζει κόστος κάλυψης των θερμικών και ψυκτικών αναγκών μιας εγκατάστασης και δίδεται από τη σχέση:

$$ΚΩΕ = \frac{Κόστος \text{ Επένδυσης} * R + Κόστος \text{ Λειτουργίας}}{\Omegaφέλιμη \text{ ενέργεια}}$$

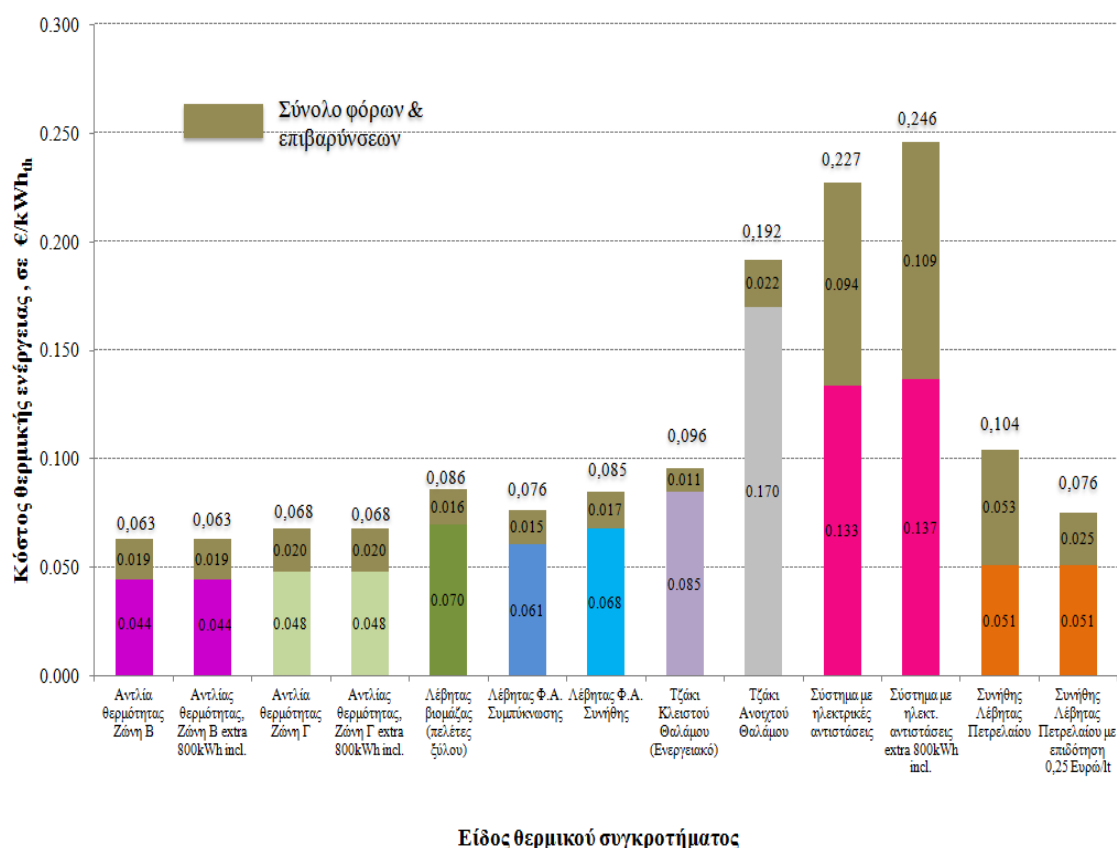
κόστος επένδυσης της τεχνολογίας

R: Ο συντελεστής αναγωγής (ετήσια επιβάρυνση κεφαλαίου) που ορίζεται ως:

$$R = \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

όπου i είναι το επιτόκιο αναγωγής, που είναι της τάξεως του 8%, και n ο χρονικός ορίζοντας της επένδυσης που ορίζεται συνήθως στα 20 χρόνια.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση προκύπτει ότι το κόστος παραγόμενης ενέργειας είναι της τάξης του 0,06 €/kWh, η οποία αποτελεί από τις χαμηλότερες τιμές κόστους ωφέλιμης ενέργειας, όπως προκύπτει και από το παρακάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 26: Κόστος ωφέλιμης θερμικής ενέργειας ανά είδος θερμικού συγκροτήματος. Πηγή: Κάκκαρος και συν 2013.

Με βάση τα παραπάνω η εγκατάσταση της τετρασωλήνιας αντλίας θερμότητας κρίνεται συμφέρουσα.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Γεωργίου, Χ., Γιανναράς, Γ., Κούτσικος, Η., & Τσίμας, Σ. (n.d.), «*Βιομηχανική Παραγωγή και Ενέργεια*», **Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων**, Αθήνα, Παράγραφος 4.3.5.

Ελαφρός Γιάννης, «*Αιολική ενέργεια στην Ελλάδα*», **Εφ. Καθημερινή**, 29 Ιαν 2015.

ΚΑΠΕ, Ανάκτηση Ιανουάριος 2017 από http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_windmill.htm.

Πράσινη Βίβλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, Commission European, 2000.

Ροδόπουλος Δ., «*Μελέτη Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης Ισχύος 100 kW*», Ιούλιος 2012, , σελίδες 3-5.

Σύνδεσμος Εταιρειών φ/β, «*Στοιχεία Αγοράς φ/β έτους 2015*», 2015, http://helapco.gr/wp-content/uploads/pv-stats_greece_2015_10Feb2016.pdf.

ΥΠΕΚΑ, «*Πρόγραμμα Life*» <http://www.ypeka.gr/?tabid=468>.

Ξενόγλωσση

Cherp Aleh, Jewell Jessica, “*The three perspectives on energy security: intellectual history, disciplinary roots and the potential for integration*”, **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Volume 3, Issue 4, September 2011, Pages 202-212.

Chester Lynne, “*Conceptualizing energy security and making explicit its polysemic nature*”, **Energy Policy**, Volume 38, Issue 2, February 2010, Pages 887–895.

Dickson, M. H., & Fanelli, M., “*What is Geothermal Energy*”. **International Geothermal Association**, 2012, Page 11.

Douglas R. Bohi, Michael A. Toman, “*Energy security: externalities and policies*”, **Energy Policy**, Volume 21, Issue 11, November 1993, Pages 1093-1109.

DudleyBob, “*BP Energy Outlook 2035*”, Edition 2016.

- Electricity Forum**, Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2017 από Electricity Forum: <http://www.electricityforum.com/hydroelectricity.html>.
- Energy Press**, Ανάκτηση Ιανουάριος 2017 από <http://energypress.gr/news/systima-diaheirisis-energeias-kai-pilotika-erga-gia-tin-exoikonomisi-energeias-sta-ellinika>.
- ENV/GR/938/MECMLIFE11**, “*Military Energy and Carbon Management*” <http://www.life.mil.gr/>.
- Escribano G., Marín, J., & San Martín González, E.**, “*RES and risk: Renewable energy's contribution to energy security A portfolio-based approach*”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 26, October 2013, Pages 549-559.
- Esteban, M., & Leary, D.**, “*Current developments and future prospects of offshore wind and ocean energy*”, **Applied Energy**, Volume 90, February 2012, Pages. 128-136.
- European Commission**, Ανάκτηση Ιανουάριος 2017 από <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directiv/>.
- European Defense Agency**, www.eda.europa.eu, <https://www.eda.europa.eu/info-hub/press-centre/latest-news/2015/01/09/-go-green-eda-brings-solar-energy-to-airbase-in-cyprus>, <https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/energy-and-environment-programme>.
- Eurostat**, “*Eurostat Supply, transformation and consumption of renewable energies - annual data*”, http://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-datasets/-/NRG_107A
- Global Wind Energy Council**, “*Global Wind Report*” 2015.
- Hossain, M. S., Madloul, N. A., Rahim, N. A., Selvaraj, J., & A.K. Pandey**, “*Role of smart grid in renewable energy: An overview*”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 22, July 2013, pp. 1169-1170.
- ICAP**, «*Κλαδική μελέτη ΑΠΕ*», 2016.
- LMI Report**, “*Transforming the way DOD looks at energy an approach to establishing an energy strategy*”, **Report FT602T1**, 2007.
- Lucky Matt**, “*Global Hydropower Installed Capacity and Use Increase*”, **Vital Signs Online**, Jan 17, 2012.
- Mabro Robert**, “*On the security of oil supplies, oil weapons, oil nationalism and all that*”, **OPEC Energy Review 2008**, Published by Blackwell Publishing.
- Noël P.**, “*Is energy security a political, military or market problem?*”, **Financial Times** 2008.

- Northern D. Natalie**, “*Energy Sustainability and the Army: The Current Transformation*”, U.S. Army War College, 2009.
- Pacesila, M., Burceaa, S., & Colesca, S.**, “*Analysis of renewable energies in European Union*”. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 56, April 2016, Pages 156–170.
- Ren 21 Community**, “*Renewables 2016*” **Global Status Report**, 2016.
- Saritas Ozcan, Burmaoglu Serhat**, “*Future of sustainable military operations under emerging energy and security considerations*”, **Technological Forecasting and Social Change**, Volume 102, January 2016, Pages 331-343.
- Seah, C., Tang, G.**, “*The defence energy and power conundrum*”. **J. Singap. Armed Forces** Volume 37, Issue 3-4, Pages 73-78.
- Shafiee, S., & Topal, E.**, “*When will fossil fuel reserves be diminished?*”, **Energy Policy**, Volume 37, Issue 1, January 2009, Pages 181-189.
- Smart Energy LibGuide**, <http://www.natolibguides.info/smartenergy>.
- Stein W. Eric**, “*A comprehensive multi-criteria model to rank electric energy production technologies*”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 22, June 2013, Pages 640-654.
- Strakos, J. K., Quintanilla, J. A., & Huscroft, J. R.**, “*Department of Defense energy policy and research: A framework to support strategy*”, **Energy Policy**, Volume 92, May 2016, Pages 83-91.
- Uihlein, A.**, “*Life cycle assessment of ocean energy technologies*”. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, Volume 21, 2016, Pages 1425-1437.
- USA Department of Defense**, “*Quadrennial Defense Review Report*”, **Quadrennial Defense Review**, 2010.
- Valdés Lucas J.N., Escribano Francés G., San Martín González E.**, “*Energy security and renewable energy deployment in the EU: Liaisons Dangereuses or Virtuous Circle?*”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 62, September 2016, Pages 1032-1046.
- Wheelen, T. L., & Hunger, J.**, “*Strategic Management and Business Policy*”, Prentice Hall, 2012, 13th ed.
- Zimny, J., Michalak, P., Bielik, S., & Szczotka, K.**, “*Directions in development of hydropower in the world, in Europe and Poland in the period 1995–2011*”,

Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 21, January 2013, Pages 117-130.

Παραρτήματα

Παράρτημα Α: «Μνημόνιο Συνεργασίας ΥΠΕΚΑ και ΥΠΕΘΑ»

Στην Αθήνα σήμερα την 28η του μηνός Σεπτεμβρίου έτους 2010, ημέρα Τρίτη, το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (εφεξής «ΥΠΕΚΑ») εδρα την Αθήνα (Αμαλιάδος 17), που εκπροσωπείται νόμιμα από την Υπουργό κ. Κωνσταντίνα Μπιρμπίλη, και

το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας (εφεξής «ΥΠΕΘΑ»), με έδρα την Αθήνα Λεωφόρος Μεσογείων 227-231), που εκπροσωπείται νόμιμα από τον Υπουργό κ. Ευάγγελο Βενιζέλο,

οι οποίοι θα καλούνται εφεξής «τα μέρη», συμφώνησαν ότι θα συνεργαστούν με σκοπό την προώθηση πρωτοβουλιών για την υλοποίηση περιβαλλοντικών δράσεων στους τομείς ευθύνης του ΥΠΕΘΑ, με στόχο την :

1. αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής
2. μείωση της κατανάλωσης ενέργειας
3. μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου
4. δημιουργία συνθηκών που θα επιτρέπουν την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) σε χώρους ευθύνης και αρμοδιότητας του ΥΠΕΘΑ
5. υποστήριξη από πλευράς ΥΠΕΚΑ στους μηχανισμούς περιβαλλοντικού και ενεργειακού ελέγχου του ΥΠΕΘΑ, και
6. ανάπτυξη δράσεων περιβαλλοντικής διαχείρισης σε επιλεγμένες δραστηριότητες και εγκαταστάσεις του ΥΠΕΘΑ.

Ειδικότερα η συνεργασία αυτή θα αφορά αρχικά :

1. Στη δημιουργία προτύπων αειφόρου ανάπτυξης για συγκεκριμένες εγκαταστάσεις Ενόπλων Δυνάμεων με τίτλο «πράσινα στρατόπεδα». Οι εγκαταστάσεις αυτές αφορούν ένα (1) στρατόπεδο από κάθε κλάδο (Στρατό Ξηράς - Πολεμικό Ναυτικό - Πολεμική Αεροπορία)..
2. Στην υλοποίηση προγράμματος περιβαλλοντικών επιθεωρήσεων σε στρατιωτικά νοσοκομεία.
3. Στην ανάπτυξη πρότυπου – πράσινου νοσοκομείου σε ένα (1) από τα στρατιωτικά νοσοκομεία.

4. Στην εφαρμογή προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης - επιμόρφωσης στελεχών του ΥΠΕΘΑ.
5. Στην υποστήριξη των κοινών δράσεων περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης των στελεχών του ΥΠΕΘΑ.
6. Στην υποστήριξη του μηχανισμού ελέγχου των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ενεργειακής εξοικονόμησης στις εγκαταστάσεις του ΥΠΕΘΑ.
7. Στην προώθηση της χρήσης του Φυσικού Αερίου (Φ.Α.) σε στρατιωτικές εγκαταστάσεις.
8. Στην εξέταση δυνατοτήτων αξιοποίησης των μετεωρολογικών πληροφοριών που προέρχονται από την ΕΜΥ σε θέματα κλιματικής αλλαγής και ΑΠΕ (π.χ. μελέτες αιολικού και ηλιακού δυναμικού).
9. Στην εξέταση δυνατοτήτων αξιοποίησης των γεωχωρικών πληροφοριών που δύναται να προσφέρουν οι αρμόδιες Υπηρεσίες του ΥΠΕΘΑ (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, Υδρογραφική Υπηρεσία, κλπ), στο πλαίσιο των προσπαθειών που καταβάλλονται από το ΥΠΕΚΑ για τις ανάγκες προστασίας του περιβάλλοντος και κάλυψης διεθνών υποχρεώσεων.
10. Στην προώθηση ενός φιλικότερου προς το περιβάλλον συστήματος μεταφορών (logistics) για τις δραστηριότητες του ΥΠΕΘΑ.
11. Στην πραγματοποίηση θεματικών εκδηλώσεων, με τη συνεργασία των δυο μερών, με σκοπό την προώθηση ευαισθητοποίησης και ενημέρωσης σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος και εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και προβολής όλων των προαναφερθέντων εγχειρημάτων.

Σε σχέση με τα ανωτέρω :

Α) το ΥΠΕΚΑ θα αναλάβει :

1. Τη χρηματοδότηση των έργων που αφορούν στη δημιουργία πράσινων στρατοπέδων από πιστώσεις του ΕΣΠΑ, συμπεριλαμβανομένων των οριστικών μελετών, ώστε τα εν λόγω έργα να καταστούν επιλέξιμα στο ΕΠΠΕΡΑ.
2. Την υποστήριξη του ΥΠΕΘΑ, από πλευράς τεχνογνωσίας, για την πραγματοποίηση περιβαλλοντικών ελέγχων σε στρατιωτικά νοσοκομεία.
3. Τη χρηματοδότηση των έργων που αφορούν στη δημιουργία πρότυπου πράσινου νοσοκομείου από πιστώσεις του ΕΣΠΑ, συμπεριλαμβανομένων των οριστικών μελετών, ώστε τα εν λόγω έργα να καταστούν επιλέξιμα στο ΕΠΠΕΡΑΑ.

4. Τη συνεργασία με το ΥΠΕΘΑ σε περιπτώσεις ανάληψης δράσεων περιβαλλοντικού και κοινωνικού χαρακτήρα (αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών, προγράμματα δασοπροστασίας, κλπ.).
5. Την υποστήριξη του ΥΠΕΘΑ, από πλευράς τεχνογνωσίας, σε θέματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και επιμόρφωσης.
6. Την αναβάθμιση του υφιστάμενου μηχανισμού του ΥΠΕΘΑ για τον έλεγχο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της εξοικονόμησης ενέργειας στις στρατιωτικές εγκαταστάσεις του, μέσω υποστήριξης της εκπαίδευσης και πιστοποίησης περιβαλλοντικών και ενεργειακών επιθεωρητών, επιλεγμένων από τα κλιμάκια μηχανικών του ΥΠΕΘΑ.
7. Την εξέταση δυνατοτήτων προώθησης της υλοποίησης σύνδεσης επιλεγμένων στρατιωτικών εγκαταστάσεων με το υπάρχον δίκτυο Φ.Α.
8. Την εξέταση της δυνατότητας αξιοποίησης των μετεωρολογικών πληροφοριών της ΕΜΥ για θέματα κλιματικής αλλαγής και ΑΠΕ (π.χ. μελέτες ηλιακού και αιολικού δυναμικού).
9. Την εξέταση της δυνατότητας αξιοποίησης των γεωχωρικών πληροφοριών από τις αρμόδιες Υπηρεσίες του ΥΠΕΘΑ για τις ανάγκες προστασίας του περιβάλλοντος και κάλυψης διεθνών υποχρεώσεων.
10. Την υποστήριξη στο ΥΠΕΘΑ για την ανάπτυξη συστήματος μεταφορών φιλικότερων προς το περιβάλλον.

Β) το ΥΠΕΘΑ θα αναλάβει :

1. Την εκπόνηση των προμελετών για τη δημιουργία των πράσινων στρατοπέδων, καθώς και την υλοποίηση των σχετικών έργων ως τελικός δικαιούχος.
2. Τη σταδιακή μετατροπή των υπαρχόντων στρατοπέδων σε «πράσινα», μετά την αξιολόγηση των παραπάνω εφαρμογών.
3. Την πραγματοποίηση των περιβαλλοντικών επιθεωρήσεων στα στρατιωτικά νοσοκομεία.
4. Την εκπόνηση των προμελετών για τη δημιουργία ενός προτύπου πράσινου νοσοκομείου, καθώς και την υλοποίηση των σχετικών έργων ως τελικός δικαιούχος.
5. Τη σταδιακή μετατροπή των υπαρχόντων νοσοκομείων σε «πράσινα», μετά την αξιολόγηση της παραπάνω εφαρμογής.
6. Την κατάρτιση προγράμματος εκπαίδευσης – επιμόρφωσης των στελεχών του σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος.

7. Τη διάθεση κατάλληλου προσωπικού, υλικού και μέσων για την πραγματοποίηση δράσεων περιβαλλοντικού και κοινωνικού χαρακτήρα (αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών, προγράμματα δασοπροστασίας κλπ.).
8. Την υλοποίηση προγραμμάτων εκπαίδευσης περιβαλλοντικών και ενεργειακών επιθεωρητών από τα υφιστάμενα κλιμάκια μηχανικών των Τεχνικών Υπηρεσιών του.
9. Την προώθηση υλοποίησης της σύνδεσης επιλεγμένων στρατιωτικών εγκαταστάσεων με το υπάρχον δίκτυο Φ.Α.
10. Τη χορήγηση στο ΥΠΕΚΑ μετεωρολογικών πληροφοριών της ΕΜΥ με σκοπό την αξιοποίησή τους σε θέματα ΑΠΕ και κλιματικής αλλαγής (π.χ. μελέτες ηλιακού και αιολικού δυναμικού).
11. Τη χορήγηση στο ΥΠΕΚΑ γεωχωρικών πληροφοριών για τις ανάγκες προστασίας του περιβάλλοντος και κάλυψης διεθνών υποχρεώσεων.
12. Την εκπόνηση μελέτης εφαρμογής για τη δημιουργία συστήματος μεταφορών φιλικότερο προς το περιβάλλον.

Γ) Τέλος το ΥΠΕΘΑ και το ΥΠΕΚΑ θα αναλάβουν από κοινού την ευθύνη οργάνωσης εκδηλώσεων με σκοπό την προώθηση ευαισθητοποίησης και ενημέρωσης σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος και εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και προβολή όλων των προαναφερθέντων εγχειρημάτων.

Παράρτημα Β: Τεχνικές προδιαγραφές τετρασωλήνιας αντλίας θερμότητας

Πίνακας 30: Τεχνικές προδιαγραφές τετρασωλήνιας αντλίας θερμότητας

Τεχνικές προδιαγραφές τετρασωλήνιας αντλίας θερμότητας	
Τύπος	Τετρασωλήνια αντλία θερμότητας
Λειτουργία	Μόνο Ψύξη
	Μόνο Θέρμανση
	Συνδυασμένη λειτουργία Ψύξης-Θέρμανσης με ανάκτηση
Ψυκτική Ισχύς	280 kW (+ - 5%)
Ψυκτικό Μέσο	R 410 a
Συμπίεστές/Ποσότητα	SCROLL / Τέσσερις (4)
Ψυκτικά Κυκλώματα	Δύο (2)

Κάθε ψυκτικό κύκλωμα θα είναι εφοδιασμένο με:

1. Βάνα αποκοπής στην κατάθλιψη του συμπιεστή.
2. Βάνα αποκοπής γραμμής υγρού.
3. Φίλτρο αφύγρανσης.
4. Τζάμι επιθεώρησης με ένδειξη παρουσίας υγρασίας.
5. Θερμοεκτονωτικές βαλβίδες.
6. Βαλβίδα ασφαλείας υψηλής πίεσης.
7. Πρεσοστάτες υψηλής και χαμηλής πίεσης.
8. Μανόμετρα υψηλής και χαμηλής πίεσης.
9. Αντιδονητικά ελαστικά πέλματα.
- 10.

Πίνακας 31: Πρόσθετα τεχνικά χαρακτηριστικά αντλίας θερμότητας

Πρόσθετα Τεχνικά Χαρακτηριστικά	
Βήματα Λειτουργίας	Ως 4 ανάλογα με τη λειτουργία
TER Ολ. Βαθμός απόδ.	> 6,5
Πιστοποίηση Απόδοσης	κατά EN 14511
Όρια Λειτουργίας Ψύξης	-5 °C + 45°C (Λειτουργία ψύξης χειμώνα – καλοκαίρι)
Έλεγχος Ανεμιστήρων CONDENSER	Βηματικός
Ηλεκτρικός Πίνακας	Πλήρης με σύστημα εκκίνησης χαμηλού ρεύματος

Τέλος το σύστημα ελέγχου της Μονάδας θα διαθέτει σύστημα ελέγχου με μικροεπεξεργαστή το οποίο θα έχει τις εξής δυνατότητες:

1. Δυνατότητα χειρισμού της μονάδας ON/OFF από απόσταση.
2. Επιτηρητή φάσεων.
3. Ένδειξη θερμοκρασιών εισόδου/εξόδου νερού από τον εξατμιστή.
4. Σύστημα εξισορρόπησης ωρών λειτουργίας συμπιεστών.
5. Δυνατότητα ελέγχου αντλιών ψυχρού.
6. Αυτοδιάγνωση και ένδειξη κωδικών βλαβών.
7. Ενδείξεις βλαβών (alarms) για τους συμπιεστές, τα ψυκτικά κυκλώματα και γενικά για όλη τη μονάδα.
8. Απομνημόνευση συμβάντων συναγερμών .
9. Δυνατότητα σύνδεσης με συστήματα ελέγχου BMS μέσω διαφόρων πρωτοκόλλων και θυρών επικοινωνίας.