



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή: Μηχανικών
Τμήμα: Μηχανολόγων Μηχανικών
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών:
Ενεργειακές και Περιβαλλοντικές Επενδύσεις

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Τίτλος εργασίας :
Βιώσιμες Κατοικίες: Αυτόνομο Σπίτι με Χρήση Φωτοβολταϊκού
Πάρκου και Συστήματος Αποθήκευσης

Συγγραφέας : Σπυρίδων Λιανός
ΑΜ: 202117

Επιβλέπων : Καλδέλλης Ιωάννης

Αθήνα Φεβρουάριος Έτος 2024



University of Western Attica

School: Engineering

Department: Mechanical Engineering Postgraduate

Program (MSc/MBA):

Energy and Environmental Investments

Diploma Thesis

Title :

Sustainable Homes: Autonomous House Using Photovoltaic Park and
Storage System

Student : Spyridon Lianos

Registration Number: 202117

Supervisor: Kaldellis Ioannis

Athens February Year 2024



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή: Μηχανικών
Τμήμα: Μηχανολόγων Μηχανικών
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών:
Ενεργειακές και Περιβαλλοντικές Επενδύσεις

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Τίτλος εργασίας :

Βιώσιμες Κατοικίες: Αυτόνομο Σπίτι με Χρήση Φωτοβολταϊκού Πάρκου και Συστήματος Αποθήκευσης

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/A	ΌΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ / ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δρ Ιωάννης Καλδέλλης	Καθηγητής	
2	Δρ Αιμιλία Κονδύλη	Καθηγήτρια	
3	Δρ Δημήτριος Ζαφειράκης	Επίκουρος Καθηγητής	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

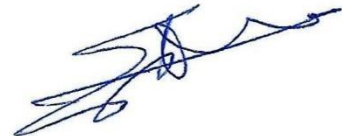
Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Λιανός Σπυρίδων του Αρέτου, με αριθμό μητρώου 202117 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Ενεργειακές και Περιβαλλοντικές Επενδύσεις του Τμήματος Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 3 μήνες και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Ο/Η Δηλών/ούσα



* Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

(Υπογραφή)

* Εάν κάποιος επιθυμεί απαγόρευση πρόσβασης στην εργασία για χρονικό διάστημα 6-12 μηνών (embargo), θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):

https://www.uniwa.gr/wpcontent/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	8
Εισαγωγή.....	9
Θεωρητικό Υπόβαθρο	10
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	10
Ηλιακοί Συλλέκτες	11
Αιολική Ενέργεια.....	12
Υδροηλεκτρική Ενέργεια.....	12
Βιοκαύσιμα Βιομάζα	13
Είδη Συσσωρευτών Αποθήκευσης	14
Συσσωρευτές Μολύβδου-Οξέος	15
Συσσωρευτές Νικελίου-Καδμίου.....	16
Συσσωρευτές Νικελίου-Υδριδίου Μετάλλου.....	17
Συσσωρευτές ιόντων λιθίου.....	17
Συσσωρευτές φωσφορικού λιθίου-σιδήρου	18
Αυτόνομο Κτήριο – Ενεργειακή Ανεξαρτησία	20
Σημασία του Αυτόνομου Κτηρίου	20
Ενεργειακή Ανεξαρτησία.....	21
Οικονομικό - Περιβαλλοντικό Όφελος Επενδύσεων σε ΑΠΕ.....	22
Οικονομικό όφελος.....	22
Περιβαλλοντικό Όφελος.....	23
Στόχος Μελέτης	23
Μεθοδολογία	24
Ανασκόπηση Μεθοδολογίας	24
Εύρεση της ζητούμενης ενέργειας	25
Εύρεση της κατάλληλης θέσης του συλλέκτη ενέργειας – Ηλιακό Δυναμικό Περιοχής.....	26
Εντοπισμός της δυναμικής του συστήματος	29
Οικονομική Αποδοτικότητα.....	32
Περιβαλλοντική Ανάλυση.....	35
Εκπομπές CO ₂	35
Χρήσης Γης	39
Κοινωνική Ανάλυση.....	41
Προγραμματισμός & Έλεγχος Έργου	42
Μελέτη περίπτωσης περιοχής μελέτης	43
Περιοχή Μελέτης.....	43
Εύρεση της ζήτησης σε ενέργεια	44
Δυναμικό Περιοχής.....	48
Προσδιορισμός συστήματος εγκατάστασης	54
Οικονομοτεχνική ανάλυση.....	56
1 ^ο Σενάριο. 10 Πάνελ και 11 Συσσωρευτές	56
2 ^ο Σενάριο. 6 Πάνελ και 8 Συσσωρευτές	59
3 ^ο Σενάριο. 9 Πάνελ και 3 Συσσωρευτές	61
4 ^ο Σενάριο. 8 Πάνελ και 2 Συσσωρευτές	62
Συμπέρασμα Οικονομοτεχνικής.....	63

Σύγκριση 3 ^{ου} σεναρίου & RETScreen σεναρίου	64
Περιβαλλοντικές Βελτιώσεις	66
Εκπομπές Διοξειδίου του Άνθρακα (CO ₂).....	66
Χρήσης Γης	68
Κοινωνική συνεισφορά.....	69
Προγραμματισμός Έργου.....	70
Συμπεράσματα & Προτάσεις Βελτίωσης	72
Αποτελέσματα	72
Προτάσεις Βελτίωσης.....	73
Βιβλιογραφία.....	73
Ξένη Βιβλιογραφία	73
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	74
Ιστοσελίδες	75
<i>Εικόνα 1: Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας</i>	<i>9</i>
<i>Εικόνα 2: Εξέλιξη τιμής Φυσικού Αερίου.....</i>	<i>9</i>
<i>Εικόνα 3: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....</i>	<i>10</i>
<i>Εικόνα 4: Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας ανάλογα την απόδοση και την χρήση</i>	<i>15</i>
<i>Εικόνα 5: Συσσωρευτές Αποθήκευσης.....</i>	<i>15</i>
<i>Εικόνα 6: Αυτόνομη Κατοικία.....</i>	<i>20</i>
<i>Εικόνα 7: Παράδειγμα Γραφήματος Ζήτησης Ενέργειας.....</i>	<i>26</i>
<i>Εικόνα 8: Ζενιθιακή γωνία, κλίση, αζιμούθιο επιφάνειας, και ηλιακό αζιμούθιο για κεκλιμένη επιφάνεια, Κάτοψη όπου φαίνεται το ηλιακό αζιμούθιο</i>	<i>27</i>
<i>Εικόνα 9: Παράδειγμα Σύνδεσης Φ/Β Συστήματος με Συσσωρευτές και στήριξη του συστήματος από Γεννήτρια Ισχύος</i>	<i>31</i>
<i>Εικόνα 10: Παράδειγμα Διάγραμμα Ροής συστήματος Φωτοβολταϊκού & Αποθήκευσης</i>	<i>32</i>
<i>Εικόνα 11: Στοιχεία συστημάτων καύσης με χρήση Ορυκτών Καυσίμων</i>	<i>38</i>
<i>Εικόνα 12: Απόσταση Σειρών Φωτοβολταϊκών Πλαισίων</i>	<i>41</i>
<i>Εικόνα 13: Διαδικασία Υλοποίησης Έργου.....</i>	<i>42</i>
<i>Εικόνα 14: Νομός Ηλείας Περιοχή Μελέτης.....</i>	<i>44</i>
<i>Εικόνα 15: Κλιματικός Ατλαντας της Ελλάδας – Ώρες Ηλιοφάνειας</i>	<i>48</i>
<i>Εικόνα 16: Στοιχεία Περιοχής Μελέτης από RETScreen.....</i>	<i>52</i>
<i>Εικόνα 17: Αλγόριθμός προσομοίωσης μέθοδος 1^η.....</i>	<i>55</i>
<i>Εικόνα 18: Αλγόριθμός προσομοίωσης Μέθοδος 2^η.....</i>	<i>55</i>
<i>Εικόνα 19: Παράδειγμα Σχεδίου τοποθέτησης της εγκατάστασης του συστήματος Φ/Β & Συσσωρευτών.....</i>	<i>69</i>
<i>Εικόνα 20: Εκτιμήσεις Θανάτων από ατμοσφαιρική ρύπανση.....</i>	<i>70</i>
<i>Εικόνα 21: Gant Chart</i>	<i>71</i>
<i>Πίνακας 1: Ενεργειακή Ανεξαρτησία της Χώρας μας Από το 1990 έως το 2020.....</i>	<i>21</i>
<i>Πίνακας 2: Διακύμανση από κλίση ηλιακού-πολιτικού χρόνου συναρτησιμότητας τρέχοντος αριθμού ημέρας έτους</i>	<i>27</i>
<i>Πίνακας 3: Μέσος Όρος αριθμού ημερών βροχόπτωσης στην χώρας μας και η απόδοση ηλιοφάνειας ανά μήνα.....</i>	<i>29</i>
<i>Πίνακας 4: Μέση μέγιστη θερμοκρασία ανά μήνα στην χώρα μας Κα η απόδοση ενός ηλιακού πλαισίου όταν Θερμοκρασία πλαισίου είναι > 25 °C</i>	<i>30</i>
<i>Πίνακας 5: Παράδειγμα Ποσοστού Πιθανότητας Βλαβών / Έτος.....</i>	<i>34</i>
<i>Πίνακας 6: Παράδειγμα Γραφήματος NPV ≥ 0</i>	<i>35</i>
<i>Πίνακας 7: Εκπομπές CO₂/Kwh με την χρήση κάθε πηγή ενέργειας.....</i>	<i>37</i>
<i>Πίνακας 8: Εκπομπές CO₂ με βάση τον τύπο Ορυκτού Καυσίμου ανά Άτομο και Ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.....</i>	<i>37</i>
<i>Πίνακας 9: Απόδοση ηλεκτρικής ενέργειας ανά Πηγή ενέργειας.....</i>	<i>38</i>
<i>Πίνακας 10: Εκπομπές CO₂ kg/kwh χωρητικότητας του συσσωρευτή για το σύνολο του κύκλου ζωής.....</i>	<i>39</i>
<i>Πίνακας 11: Μέσος Όρος χρήσης Γης σε m² ετησίως / Mwh παραγόμενης Ηλεκτρικής ενέργειας</i>	<i>40</i>
<i>Πίνακας 12: Εκπομπές Ουσιών Ορυκτών Καυσίμων Επιβλαβή στο Κοινωνικό σύνολο</i>	<i>41</i>
<i>Πίνακας 13: Γράφημα Ζήτησης Ενέργειας / Ώρα για την Χειμερινή Εποχή για το Οίκημα.....</i>	<i>44</i>
<i>Πίνακας 14: Γράφημα Ζήτησης Ενέργειας / Ώρα για την Ανοιξιάτικη Εποχή για το Οίκημα</i>	<i>45</i>
<i>Πίνακας 15: Γράφημα Ζήτησης Ενέργειας / Ώρα για την Καλοκαιρινή Εποχή για το Οίκημα.....</i>	<i>46</i>
<i>Πίνακας 16: Γράφημα Ζήτησης Ενέργειας / Ώρα για την Φθινοπωρινή Εποχή για το Οίκημα.....</i>	<i>46</i>
<i>Πίνακας 17: Καταναλώσεις Ηλεκτρικών Συσκευών Οικήματος για κάθε Εποχή.....</i>	<i>47</i>

Πίνακας 18: Αναλυτικά στοιχεία καταναλώσεων ηλεκτρικών συσκευών για το Οίκημα	47
Πίνακας 19: Δεδομένα Ηλιοφάνειας Από Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία 1977 – 2002	48
Πίνακας 20: Δεδομένα Ηλιοφάνειας Περιοχής Μελέτης.....	49
Πίνακας 21: Απόδοση ηλιοφάνειας με βάση τον μέσο αριθμό ημερών βροχής	49
Πίνακας 22: Θερμοκρασία & Απόδοση πλαισίου λόγω θερμοκρασίας	50
Πίνακας 23: Θέση Αζιμούθιο & Γωνία Κλίσης συλλέκτη στην ώρα με την μεγαλύτερη απόδοση της ηλιακής ακτινοβολίας	50
Πίνακας 24: Απόδοση ηλιακή ακτινοβολίας με βάση τις Βροχοπτώσεις	51
Πίνακας 25: Απόδοση ηλιακή ακτινοβολίας με βάση την ημερήσια ηλιοφάνεια.....	51
Πίνακας 26: Απόδοση ηλιοφάνειας σε διάφορες κλίσης	52
Πίνακας 27: Ωρες με 100% απόδοση ηλιοφάνειας.....	53
Πίνακας 28: Παραγωγή Ενέργειας kWh/ Ημέρα από Φ/Β Σταθμός της περιοχής μελέτης για το 2017	53
Πίνακας 29: Παραγωγή Ενέργειας kWh/ Ημέρα από Φ/Β Σταθμός της περιοχής μελέτης για το 2018	53
Πίνακας 30: Εξαρτήματα – Υλικά Φωτοβολταϊκού Συστήματος.....	54
Πίνακας 31: Μέθοδος 1 ^η Ποσοστό Αποθέματος Συσσωρευτών	55
Πίνακας 32: Μέθοδος 2 ^η Ποσοστό Αποθέματος Συσσωρευτών	56
Πίνακας 33: Κάλυψη της Ζήτησης Ανά Πηγή Ενέργειας.....	56
Πίνακας 34: 1 ^ο Σενάριο Κόστος Εξαρτημάτων & Υλικών.....	56
Πίνακας 35: Απόδοση Φωτοβολταϊκών Πλαισίων ανά έτος για 12	57
Πίνακας 36: Ποσοστό αποθέματος μπαταριών για 1 ^ο σενάριο	57
Πίνακας 37: Πιθανότητα Εμφάνισης Ζημιάς στο σύστημα παραγωγής ενέργειας.....	58
Πίνακας 38: NPV Επένδυσης.....	59
Πίνακας 39: NPV + Υπολείπουσα Αξία Επένδυσης.....	59
Πίνακας 40: Στοιχεία Σταθερού – Μεταβλητού κόστους & Εξοικονόμησης στην διάρκεια της επένδυσης.....	59
Πίνακας 41: 2 ^ο Σενάριο Κόστος Εξαρτημάτων	59
Πίνακας 42: Ποσοστό αποθέματος μπαταριών για 2 ^ο σενάριο	60
Πίνακας 43: NPV + Υπολείπουσα Αξία για 2 ^ο Σενάριο Οικονομοτεχνικής.....	60
Πίνακας 44: Στοιχεία Σταθερού – Μεταβλητού κόστους & Εξοικονόμησης στην διάρκεια της επένδυσης. 2 ^ο σεναρίου	60
Πίνακας 45: Σενάριο 3 ^ο Κόστος Εξαρτημάτων	61
Πίνακας 46: Ποσοστό αποθέματος μπαταριών για 3 ^ο σενάριο	61
Πίνακας 47: NPV + Υπολείπουσα Αξία 3 ^ο σενάριο	62
Πίνακας 48: Στοιχεία Σταθερού – Μεταβλητού κόστους & Εξοικονόμησης στην διάρκεια της επένδυσης. 3 ^ο σεναρίου	62
Πίνακας 49: Σενάριο 4 ^ο Κόστος Εξαρτημάτων	62
Πίνακας 50: Ποσοστό αποθέματος μπαταριών για 4 ^ο σενάριο	63
Πίνακας 51: NPV + Υπολείπουσα Αξία 4 ^ο σενάριο	63
Πίνακας 52: Στοιχεία Σταθερού – Μεταβλητού κόστους & Εξοικονόμησης στην διάρκεια της επένδυσης. 4 ^ο σεναρίου	63
Πίνακας 53: Χαρακτηριστικά των επενδυτικών σεναρίων.....	63
Πίνακας 54: Έσοδα από την Εξοικονόμηση κόστους ενέργειας / έτος για 1 ^ο , 2 ^ο , 3 ^ο & 4 ^ο Σενάριο σε παρούσες αξίες	64
Πίνακας 55: Κόστος Εξαρτημάτων Σενάριο με βάση των αποδόσεων RETScreen.....	64
Πίνακας 56: Ποσοστό αποθέματος μπαταριών σενάριο RETScreen.....	65
Πίνακας 57: NPV + Υπολείπουσα Αξία Σενάριο RETScreen	65
Πίνακας 58: Στοιχεία Σταθερού – Μεταβλητού κόστους & Εξοικονόμησης στην διάρκεια της επένδυσης. Σενάριο RETScreen.....	65
Πίνακας 59: Έσοδα από την Εξοικονόμηση κόστους Αγοράς ενέργειας για το 3 ^ο σενάριο και το σενάριο RETScreen.....	66
Πίνακας 60: Χαρακτηριστικά Επενδύσεων 3 ^ο & RETScreen Σενάριο	66
Πίνακας 61: Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα 2022 σε Twh	66
Πίνακας 62: Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα 2022 σε Ποσοστό	67
Πίνακας 63: Στοιχεία για κάθε πηγή ενέργεια στο ενεργειακό μείγμα	67
Πίνακας 64: Εκπομπές CO ² / Έτος	68
Πίνακας 65: Στοιχεία χρήσεων γης ανά πηγή ενέργειας	68
Πίνακας 66: Project Management	71
Πίνακας 67: Gant Chart MS Project	72

Abstract

Promoting renewable energy sources, achieving energy independence, and preserving the environment within autonomous homes are creating new economic opportunities and data. Key stakeholders, including experts, policymakers, and industry leaders, envision a future where fossil fuels will be replaced by renewable energy sources. This transition is seen as a way to create an economically efficient framework that will shape a more sustainable economy. Technological advancements have significantly reduced the installation costs for renewable energy technologies like solar panels and wind turbines, making the initial investments more feasible for individuals and communities. Moreover, the long-term energy savings resulting from reduced dependence on conventional sources serve as a strong incentive for adopting renewable energy solutions. Renewable energy systems are becoming increasingly accessible and scalable, becoming vital tools for homes that can generate energy and even produce surplus. Energy independence holds significant economic value, reducing dependence on imported fossil fuels. Countries and communities can insulate themselves from the volatility of global energy markets, enhancing stability and prosperity. Diversifying energy sources through renewables not only ensures energy security but also reduces the risk of geopolitical crises and disruptions in supply. An equally important aspect is integrating renewable energy sources with storage systems. This approach not only contributes to environmental improvement but also stabilizes energy costs, leading to reduced reliance on fossil fuels. Efficient facility design and energy-saving technologies minimize the environmental footprint and result in significant long-term cost savings, including avoiding costly mineral resource imports and environmental fines due to reduced greenhouse gas emissions. Adopting autonomous homes powered by renewable energy sources, in combination with effective energy storage technologies, aims to create a future where energy needs can be met independently. This stability in energy costs offsets the installation investment through long-term savings, significantly contributing to energy conservation and reducing reliance on costly environmental remediation. In conclusion, the seamless integration of renewable energy technology and storage, along with the pursuit of energy independence, environmental enhancement, and economic efficiency within autonomous housing, marks a transformative period of sustainable development and prosperity. It represents a shift towards a sustainable and environmentally conscious future, addressing not only energy needs but also economic and environmental challenges.

Περίληψη.

Με την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την ενεργειακή ανεξαρτησία και τη διατήρηση του περιβάλλοντος στο πλαίσιο αυτόνομων κατοικιών, δημιουργούνται νέες οικονομικές ευκαιρίες και δεδομένα. Τα βασικά ενδιαφερόμενα μέρη, συμπεριλαμβανομένων των ειδικών, των υπευθύνων χάραξης πολιτικής και των ηγετών του κλάδου, οραματίζονται ένα μέλλον όπου τα ορυκτά καύσιμα θα αντικαθίστανται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αυτή η μετάβαση θεωρείται ως ένας τρόπος για τη δημιουργία ενός οικονομικά αποδοτικού πλαισίου που θα διαμορφώσει μια πιο βιώσιμη οικονομία. Οι εξελίξεις στην τεχνολογία έχουν μειώσει σημαντικά το κόστος εγκατάστασης για τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ηλιακούς συλλέκτες και ανεμογεννήτριες, καθιστώντας τις αρχικές επενδύσεις πιο εφικτές για τα άτομα και τις κοινότητες. Επιπλέον, η μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από τη μειωμένη εξάρτηση από συμβατικές πηγές λειτουργεί ως ισχυρό κίνητρο για την υιοθέτηση λύσεων ανανεώσιμης ενέργειας. Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γίνονται όλο και πιο προσιτά και επεκτάσιμα, καθιστώντας ζωτικά εργαλεία για τα σπίτια που μπορούν να παράγουν ενέργεια και ακόμη και να αποφέρουν πλεόνασμα. Η ενεργειακή ανεξαρτησία έχει ουσιαστική οικονομική αξία, μειώνοντας την εξάρτηση από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα, οι χώρες και οι κοινότητες μπορούν να απομονωθούν από την αστάθεια των παγκόσμιων αγορών ενέργειας, ενισχύοντας τη σταθερότητα και την ευημερία. Η διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όχι μόνο διασφαλίζει την ενεργειακή ασφάλεια αλλά και μειώνει τον κίνδυνο γεωπολιτικών κρίσεων και διαταραχών του εφοδιασμού. Μια εξίσου σημαντική πτυχή είναι η ενοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με συστήματα αποθήκευσης. Αυτή η προσέγγιση όχι μόνο συμβάλλει στη βελτίωση του περιβάλλοντος, αλλά και σταθεροποιεί το ενεργειακό κόστος, οδηγώντας σε μειωμένη εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα. Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός εγκαταστάσεων και οι τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας ελαχιστοποιούν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και οδηγούν σε σημαντική μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση κόστους, συμπεριλαμβανομένης της αποφυγής δαπανηρών εισαγωγών ορυκτών πόρων και περιβαλλοντικών προστίμων λόγω μειωμένων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Η υιοθέτηση αυτόνομων κατοικιών που τροφοδοτούνται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σε συνδυασμό με αποτελεσματικές τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας, στοχεύει στη δημιουργία ενός μέλλοντος όπου οι ενεργειακές ανάγκες μπορούν να καλυφθούν ανεξάρτητα. Αυτή η σταθερότητα στο ενεργειακό κόστος αντισταθμίζει την επένδυση εγκατάστασης μέσω μακροπρόθεσμης εξοικονόμησης, συμβάλλοντας σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και μειώνοντας την εξάρτηση από την δαπανηρή περιβαλλοντική αποκατάσταση. Συμπερασματικά, η απρόσκοπτη ενσωμάτωση της τεχνολογίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και αποθήκευσης, μαζί με την επιδίωξη ενεργειακής ανεξαρτησίας, περιβαλλοντικής βελτίωσης και οικονομικής απόδοσης εντός της αυτόνομης κατοικίας, σηματοδοτεί μια μεταμορφωτική περίοδο βιώσιμης ανάπτυξης

και ευημερίας. Αντιπροσωπεύει μια στροφή προς ένα βιώσιμο και περιβαλλοντικά συνειδητό μέλλον, αντιμετωπίζοντας όχι μόνο τις ενεργειακές ανάγκες αλλά και τις οικονομικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις.

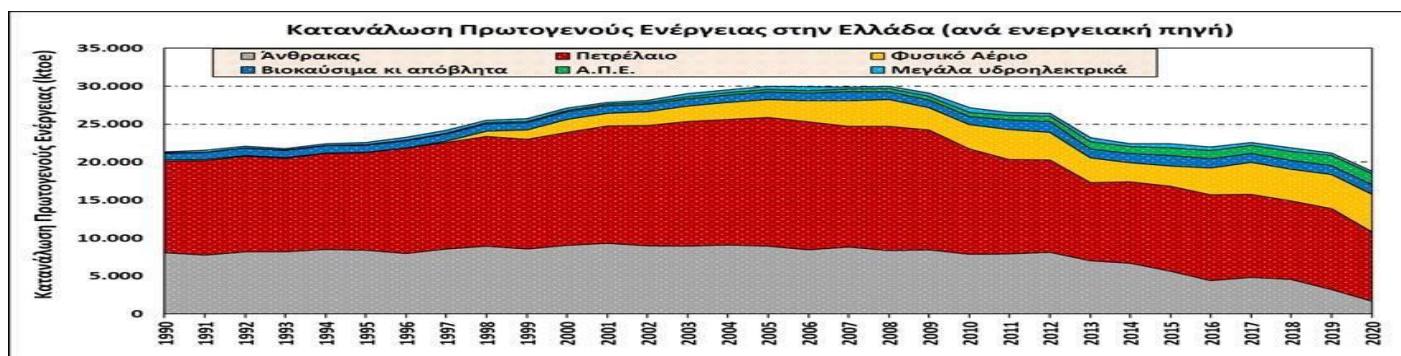
Εισαγωγή

Στην νέα εποχή που διανύουμε η επέκταση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) έχει γίνει αναγκαioτητα, εξαιτίας των ζητημάτων που αντιμετωπίζει η κοινωνία τα τελευταία χρόνια στο τομέα της ενέργειας όπως είναι οι ασταθείς τιμές, οι αυξανόμενες περιβαλλοντικές ανησυχίες καθώς και ζητήματα ενεργειακού εφοδιασμού και ασφάλειας. Ακόμα σαν κοινωνικές ομάδες για την παραγωγή ενέργειας με τον πεπερασμένο ρυθμό εγκαταστάσεων έργων ΑΠΕ κύριο στήριγμα μας για την ασφάλεια συνεχής παραγωγής ενέργειας για την διασφάλιση της ζήτησης είναι τα ορυκτά καύσιμα. Για να ξεπεράσουμε την εξάρτηση των ορυκτών καυσίμων και να απεγκλωβιστούμε είναι μόνο μέσα από την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και την αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα.

«Book Solar Energy Renewable Energy and the Environment by Robert Foster, Majid Ghassemi, Alma Cota & Vaughn Nelson»

Για παράδειγμα στην χώρα μας μέχρι το 2000 οι μοναδικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ήταν τα Υδροηλεκτρικά & Βιομάζα, με την αυξανόμενη συμμετοχή των Αιολικών & Φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων στο ενεργειακό μείγμα κατανάλωσης για το 2020, το ποσοστό συμμετοχής δεν υπερβαίνει 16,5%, αυτό φαίνεται καλύτερα από το παρακάτω γράφημα.

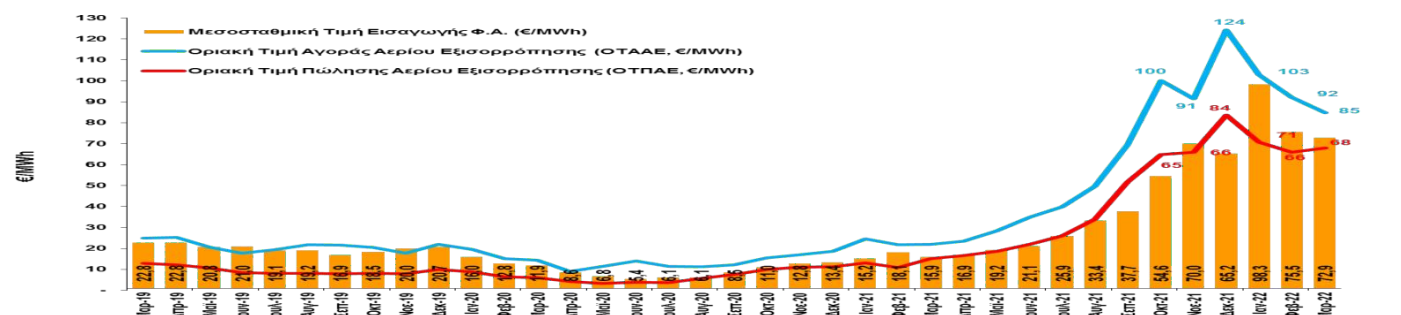
Εικόνα 1: Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας



Πηγή: Η Ενεργειακή Κατάσταση της Ελλάδας • Πόσο ασφαλής & οικονομικά βιώσιμη είναι η επιχειρούμενη Ενεργειακή Μετάβαση; Ετήσια Έκθεση Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας & Προστασίας Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής Ιωάννης Κ. Καλδέλλης, Δέσποινα Μπουλογιώργου, Παναγιώτης Τριανταφύλλου Εργαστήριο Ήπιων Μορφών Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής 22 Φεβρουαρίου, 2022

Στο παραπάνω γράφημα γίνεται ξεκάθαρη η εικόνα της χώρας μας από την εξάρτηση των ορυκτών καυσίμων με μείωση όμως του γενικού συνόλου της κατανάλωσης σε πρωτογενή ενέργεια, κάτι που θα έπρεπε να ανησυχήσει κάποιον σε αυτό το γράφημα είναι το αυξανόμενο ποσοστό συμμετοχής για το Φυσικό Αέριο (ΦΑ) και μεν ένα καύσιμο με χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, αλλά ένα εισαγόμενο καύσιμο που μπορεί να επιφέρει σημαντικές εξελίξεις στην αναδιάταξη των τιμών ενέργειας όπως και έγινε από το Δεκέμβριο του 2020 ξεκίνησε η ανιούσα στη Μεσοσταθμική τιμή Εισαγωγής ΦΑ βάση τα στοιχεία από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).

Εικόνα 2: Εξέλιξη τιμής Φυσικού Αερίου



Πηγή: <https://www.rae.gr/anakoinoseis/31535/>

Στο γενικότερο πλαίσιο η εφαρμογή των ΑΠΕ συμβάλουν σε μια απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα τα οποία παράγονται από ένα συγκεκριμένο αριθμό χωρών, αυτές οι χώρες είναι που επηρεάζουν τις τιμές αυτών με αυτό να σημαίνει ότι συμβάλλουν στις αυξήσεις των τιμών ενέργειας και άλλων υπηρεσιών που εξαρτιούνται σε σημαντικό βαθμό από την ενέργεια, έτσι με την αύξηση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών μειώνουμε τις μεταβολές των τιμών της ενέργειας δημιουργώντας έτσι σταθερές συνθήκες κόστους στο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο.

Εκτός από την σταθερότητα του κόστους ενέργειας που προσφέρει η χρήση των ΑΠΕ, συμβάλλουν σημαντικά στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με αυτό να συνάδει στην μείωση των συνεπειών που προκαλούν, όπως την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης (Φαινόμενο Θερμοκηπίου), υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα, ασκούν αρκετές σοβαρές επιπτώσεις στην ασφάλεια των τροφίμων, στο νερό, στο οικοσύστημα και στο

περιβάλλον. Για παράδειγμα με την αύξηση της θερμοκρασίας της γης συμβάλει στο λιώσιμο των πάγων εάν το στρώμα πάγου της Γροιλανδίας έλιωνε, η παγκόσμια στάθμη της θάλασσας θα ανέβαινε 7 μέτρα. αν λιώσουν οι πάγοι της Ανατολικής και της Δυτικής Ανταρκτικής, η στάθμη της θάλασσας θα ανέβαινε επιπλέον 70 μέτρα.

Οι χώρες χρειάζονται ένα ασφαλές, καθαρό, ασφαλές και οικονομικά ενεργειακό μέλλον, για να ξεκινήσει η αλλαγή, πρέπει να δημιουργηθούν πολιτικές για να προχωρήσουμε σε καθαρές και βιώσιμες ενεργειακές λύσεις. Η απαίτηση σημαντικής παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης είναι δύο βασικά βήματα προς ένα πιο ασφαλές και καθαρό ενεργειακό μέλλον. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να προσφέρουν τοπικές θέσεις εργασίας βελτιώνοντας παράλληλα το βιοτικό τους επίπεδο. Το κόστος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας κοινής ωφέλειας μέσω των γραμμών μεταφοράς και διανομής σε μη ηλεκτροδοτημένα χωριά είναι υψηλό, ειδικά λαμβάνοντας υπόψη τα τυπικά μικρά οικιακά ηλεκτρικά φορτία και το γεγονός ότι πολλά χωριά βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις, σε δύσκολα εδάφη, από το υπάρχον δίκτυο. Τα αυτόνομα συστήματα ηλιακής και αιολικής ενέργειας μπορούν οικονομικά να παρέχουν μέτρια επίπεδα ισχύος για φωτισμό, επικοινωνία, ανεμιστήρες, ψυγεία, άντληση νερού κ.λπ.

«Book Solar Energy Renewable Energy and the Environment by Robert Foster, Majid Ghassemi, Alma Cota & Vaughn Nelson»

«Η παγκόσμια ενεργειακή κατάσταση και η στροφή στις Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας από Ιωάννης Κ. Καλδέλλης & Μαρίνα Καμάλι στο ΘΕΜΑ»

Η μετάβαση στις ΑΠΕ έχουν αρκετά θετικά στοιχεία με την συμβολή τους, αλλά από μόνες τους μόνο δεν μπορούν πετύχουν την πλήρη απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα αλλά έως κάποιο ποσοστό, ο λόγος που δεν μπορεί να συμβεί αυτό είναι το πιο βασικό αρνητικό τους στοιχείο, όπου η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται από την ίδια την φύση και όχι από τον άνθρωπο. Αυτό εμποδίζει στο να γίνεται χρήση της ενέργειας όποτε την έχει ανάγκη ο άνθρωπος, για να γίνει αυτό πρέπει να συνδυαστεί η εγκατάσταση των ΑΠΕ με συστήματα αποθήκευσης ενέργεια όπου θα γίνεται χρήση της ενέργειας σε οποιαδήποτε στιγμή.

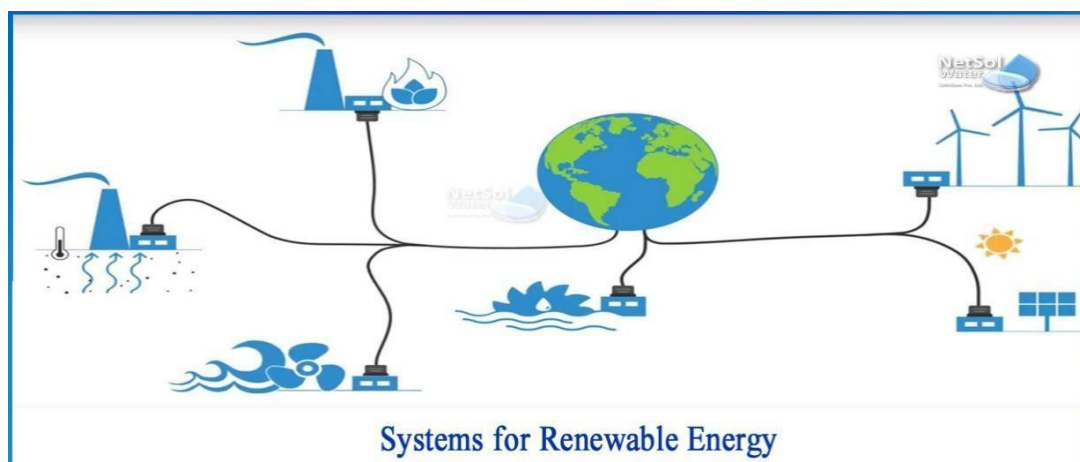
«Commission Staff Working Document Energy Storage – The role of electricity European Commission Brussels 1.2.2017»

Η συνεχής κατανάλωση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο με πηγή ενέργειας τα ορυκτά καύσιμα μόνο θετικά αποτελέσματα δεν θα επιφέρει σε βάθος χρόνου σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Η δημιουργία των ΑΠΕ θα εξασφάλιση στην βιωσιμότητα του ανθρώπου και του πλανήτη εξαιτίας της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με κατά συνέπεια την αύξηση του βιοτικού επιπέδου και την σταθερότητα του κόστους ενός κοινωνικού αγαθού όπως είναι η ενέργεια που όλοι έχουμε το δικαίωμα χρήσης της. Όμως η ΑΠΕ πέραν των θετικών τους έχουν και αρνητικά το πιο σημαντικό είναι ότι η ενέργεια που παράγουν δεν γίνεται να είναι διαθέσιμη όποτε την χρειαζόμαστε, για αυτό λόγο χρειάζεται ο συνδυασμός με τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας, ώστε με αυτό τον τρόπο θα υπάρξει μεγαλύτερο στόχος στο ποσοστό απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Βεβαίως για να προχωρήσουν σε τέτοιου είδους επενδύσεις θα πρέπει να εφαρμοστούν πολιτικές που θα παροτρύνουν επενδυτές να προχωρήσουν σε εγκαταστάσεις τέτοιων μονάδων είτε για παραγωγή ενέργειας για μεταφορά της στο γενικό δίκτυο είτε για ατομική χρήση σε ένα ιδιόκτητο οίκημα.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Εικόνα 3: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας



Πηγή: <https://www.netsolwater.com/systems-for-renewable-energy.php?blog=1854>

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν κερδίσει σημαντική προσοχή τα τελευταία χρόνια ως βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις στα παραδοσιακά ορυκτά καύσιμα. Προσφέρουν πολυάριθμα οφέλη όσον αφορά τη βιωσιμότητα, τις μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την ενεργειακή ασφάλεια. Σε αυτή την ανάλυση, θα διερευνήσουμε τα οφέλη και τους περιορισμούς τεσσάρων βασικών ΑΠΕ: Ηλιακών Συλλεκτών, Ανεμογεννήτριες, Υδροηλεκτρική Ενέργεια και Βιοκαύσιμα/Βιομάζα.

«Book Solar Energy Chapter 1 Introduction to Solar Energy by R. Corkish, W. Lipinski and R. J. Patters in June 2016»

Ηλιακοί Συλλέκτες

Οι ηλιακοί συλλέκτες, συμπεριλαμβανομένων των ηλιακών συλλεκτών και των ηλιακών θερμικών συστημάτων, διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην αξιοποίηση της ισχύος του ήλιου και στη μετατροπή του σε χρησιμοποιήσιμες μορφές ενέργειας, όπως ηλεκτρική ενέργεια ή θερμότητα. Αυτά τα συστήματα προσφέρουν μια σειρά από πλεονεκτήματα, ενώ αντιμετωπίζουν και ορισμένους περιορισμούς. Ας εμβαθύνουμε σε μια πιο λεπτομερή περιγραφή των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων:

Πλεονεκτήματα των ηλιακών συλλεκτών:

1. Αφθονη και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας: Ο ήλιος παρέχει μια τεράστια και ουσιαστικά απεριόριστη ποσότητα ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία είναι πεπερασμένοι και εξαντλούμενοι πόροι, η ηλιακή ενέργεια προσφέρει μια βιώσιμη λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών.
2. Μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου: Η ηλιακή ενέργεια θεωρείται καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Δεν εκπέμπει αέρια θερμοκηπίου ή άλλους ρύπους κατά τη λειτουργία του, σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Χρησιμοποιώντας ηλιακούς συλλέκτες, μπορούμε να μειώσουμε σημαντικά τις εκπομπές άνθρακα και να καταπολεμήσουμε την κλιματική αλλαγή.
3. Δυναμικό κατανεμημένης παραγωγής: Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των ηλιακών συλλεκτών είναι η ικανότητά τους να εγκαθίστανται με αποκεντρωμένο τρόπο. Μπορούν να τοποθετηθούν σε στέγες ή να ενσωματωθούν σε κτίρια, επιτρέποντας την τοπική παραγωγή ενέργειας. Αυτή η κατανεμημένη παραγωγή μειώνει την εξάρτηση από κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και ελαχιστοποιεί τις απώλειες μετάδοσης που συμβαίνουν κατά τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
4. Χαμηλό λειτουργικό κόστος και ελάχιστη συντήρηση: Μόλις εγκατασταθούν οι ηλιακοί συλλέκτες, απαιτούν ελάχιστα λειτουργικά έξοδα. Η ενέργεια του ήλιου είναι άφθονη και ελεύθερα διαθέσιμη, εξαιρέοντας ή μειώνοντας σημαντικά την ανάγκη για δαπανηρή προμήθεια καυσίμων. Επιπλέον, τα ηλιακά συστήματα έχουν λίγα κινούμενα μέρη, με αποτέλεσμα ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης και σχετικό κόστος.

Περιορισμοί ηλιακών συλλεκτών:

1. Διαλείπουσα και καιρική εξάρτηση: Η παραγωγή ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και τη διαθεσιμότητα του ηλιακού φωτός. Οι συννεφιασμένες μέρες, η σκίαση και οι νυχτερινές ώρες μπορούν να περιορίσουν την ποσότητα ενέργειας που μπορούν να παράγουν οι ηλιακοί συλλέκτες. Αυτή η διακοπή απαιτεί τη χρήση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, όπως οι μπαταρίες, για την αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας για χρήση σε περιόδους χαμηλού ηλιακού φωτός ή υψηλής ζήτησης, εξασφαλίζοντας συνεχή παροχή ρεύματος.
2. Υψηλό αρχικό κόστος: Ενώ το λειτουργικό κόστος των ηλιακών συλλεκτών είναι χαμηλό, η αρχική επένδυση που απαιτείται για την εγκατάστασή τους μπορεί να είναι σημαντική. Αυτό περιλαμβάνει την αγορά ηλιακών συλλεκτών, μετατροπέων, κατασκευών τοποθέτησης και συναφών υποδομών. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος της ηλιακής τεχνολογίας μειώνεται σταθερά με την πάροδο των ετών λόγω των εξελίξεων, της αυξημένης παραγωγής και των οικονομικών κλίμακας.
3. Σχετικά χαμηλή απόδοση μετατροπής ενέργειας: Τα ηλιακά πάνελ έχουν περιορισμένη ικανότητα να μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Η απόδοση των εμπορικών ηλιακών συλλεκτών κυμαίνεται συνήθως από 15% έως 20%, αν και υπάρχουν προηγμένα πάνελ που επιτυγχάνουν υψηλότερη απόδοση. Η χαμηλότερη απόδοση μετατροπής επηρεάζει τη συνολική ισχύ εξόδου των ηλιακών συστημάτων και μπορεί να απαιτήσει μεγαλύτερες εγκαταστάσεις για την κάλυψη των επιθυμητών ενεργειακών απαιτήσεων.
4. Περιβαλλοντικές ανησυχίες: Ενώ η ίδια η ηλιακή ενέργεια είναι φιλική προς το περιβάλλον, υπάρχουν ορισμένες περιβαλλοντικές εκτιμήσεις που σχετίζονται με την παραγωγή και τη διάθεση των ηλιακών συλλεκτών. Η διαδικασία παραγωγής περιλαμβάνει τη χρήση ορισμένων υλικών, συμπεριλαμβανομένων των ορυκτών σπάνιων γαιών, τα οποία μπορεί να απαιτούν εξόρυξη και επεξεργασία πόρων. Η σωστή απόρριψη και ανακύκλωση των ηλιακών συλλεκτών είναι απαραίτητη για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων και τη διασφάλιση της βιωσιμότητας.

Συνοπτικά, οι ηλιακοί συλλέκτες προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα πλεονεκτημάτων, συμπεριλαμβανομένης της πρόσβασης σε μια άφθονη και βιώσιμη πηγή ενέργειας, μειωμένες εκπομπές άνθρακα, δυνατότητα για κατανεμημένη παραγωγή ενέργειας και χαμηλό λειτουργικό κόστος. Ωστόσο, αντιμετωπίζουν επίσης περιορισμούς όπως διαλείποντα, προκαταβολικά κόστη, περιορισμένη απόδοση μετατροπής και περιβαλλοντικά ζητήματα. Παρά τους περιορισμούς αυτούς, η ηλιακή ενέργεια συνεχίζει να κερδίζει εξέχουσα θέση ως βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών.

Αιολική Ενέργεια

Οι ανεμογεννήτριες είναι μια σημαντική τεχνολογία για την αξιοποίηση της κινητικής ενέργειας του ανέμου και τη μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια. Προσφέρουν πολλά οφέλη, αλλά έχουν και περιορισμούς. Ακολουθεί μια πιο λεπτομερής εξήγηση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των ανεμογεννητριών:

Οφέλη των ανεμογεννητριών:

1. **Ανανεώσιμες και άφθονη πηγή ενέργειας:** Η αιολική ενέργεια προέρχεται από τη φυσική κίνηση του αέρα, γεγονός που τον καθιστά άφθονο και ανανεώσιμο πόρο. Όσο ο ήλιος συνεχίζει να θερμαίνει τη Γη και να δημιουργεί διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, ο άνεμος θα είναι διαθέσιμος για παραγωγή ενέργειας.
2. **Μηδενικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου:** Οι ανεμογεννήτριες παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να παράγουν εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ή ατμοσφαιρικούς ρύπους. Σε αντίθεση με τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα, οι οποίοι απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα και άλλους επιβλαβείς ρύπους, η αιολική ενέργεια συμβάλλει στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα.
3. **Τεχνολογικές εξελίξεις και μείωση κόστους:** Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών έχει υποστεί σημαντικές προόδους όλα αυτά τα χρόνια. Τα σχέδια, τα υλικά και οι διαδικασίες κατασκευής του ρότορα έχουν βελτιωθεί, με αποτέλεσμα πιο αποδοτικούς τουρμπίνες και χαμηλότερο κόστος παραγωγής. Αυτές οι εξελίξεις έχουν συμβάλει στην ανταγωνιστικότητα της αιολικής ενέργειας στην παγκόσμια αγορά ενέργειας.
4. **Υπεράκτιο αιολικό δυναμικό:** Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα έχουν το πλεονέκτημα των ισχυρότερων και πιο σταθερών ανέμων σε σύγκριση με τις χερσαίες τοποθεσίες. Οι υπεράκτιες τουρμπίνες μπορούν να αξιοποιήσουν αυτές τις υψηλότερες ταχύτητες ανέμου και να παράγουν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια, καθιστώντας την υπεράκτια αιολική ενέργεια έναν πολλά υποσχόμενο τομέα για την επέκταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Περιορισμοί ανεμογεννητριών:

1. **Εξάρτηση από τη διαθεσιμότητα του ανέμου:** Η παραγωγή αιολικής ενέργειας επηρεάζεται από τη διαθεσιμότητα και την ισχύ του ανέμου. Οι ταχύτητες του ανέμου μπορεί να διαφέρουν κατά τη διάρκεια της ημέρας, εποχιακά και γεωγραφικά. Η διαλείπουσα φύση του ανέμου απαιτεί ολοκλήρωση στο δίκτυο και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, όπως μπαταρίες ή αντλία υδροηλεκτρικής αποθήκευσης, για να εξισορροπηθεί η προσφορά και η ζήτηση και να διασφαλιστεί αξιόπιστη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.
2. **Οπτικές επιπτώσεις και επιπτώσεις θορύβου:** Η οπτική επίδραση των ανεμογεννητριών προκαλεί ανησυχία για μερικούς ανθρώπους, ιδιαίτερα όταν οι ανεμογεννήτριες βρίσκονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές ή γραφικά τοπία. Επιπλέον, οι ανεμογεννήτριες εκπέμπουν θόρυβο χαμηλής συχνότητας κατά τη λειτουργία, ο οποίος μπορεί να γίνει αντιληπτός από τους κοντινούς κατοίκους. Η σωστή τοποθεσία, λαμβάνοντας υπόψη την απόσταση, το τοπίο και τη συμμετοχή της κοινότητας, μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών και στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεών τους.
3. **Συγκρούσεις πτηνών και νυχτερίδων:** Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να θέτουν κινδύνους για τους πληθυσμούς πτηνών και νυχτερίδων, ειδικά κατά τη διάρκεια των μεταναστευτικών διαδρομών ή σε ενδιαιτήματα όπου συγκεντρώνονται αυτά τα είδη. Η σύγκρουση με τα πτερύγια του στροβίλου μπορεί να προκαλέσει τραυματισμό ή θνησιμότητα. Οι εκτιμήσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων και η προσεκτική χωροθέτηση μπορούν να συμβάλουν στον μετριασμό αυτών των κινδύνων αποφεύγοντας ευαίσθητες περιοχές και εφαρμόζοντας μέτρα για τη μείωση των αλληλεπιδράσεων πτηνών και νυχτερίδων, όπως ο σωστός φωτισμός και ο περιορισμός κατά τις περιόδους μετανάστευσης.
4. **Περιορισμένες κατάλληλες θέσεις:** Οι ανεμογεννήτριες απαιτούν συγκεκριμένες συνθήκες ανέμου για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά. Δεν έχουν όλες οι περιοχές σταθεροί και αρκετά ισχυροί άνεμοι για να υποστηρίξουν την οικονομικά αποδοτική παραγωγή αιολικής ενέργειας. Η διεξαγωγή ενδεδειγμένων αξιολογήσεων των αιολικών πόρων και αξιολογήσεων του χώρου είναι απαραίτητη για τον εντοπισμό κατάλληλων τοποθεσιών για αιολικά πάρκα και τη μεγιστοποίηση της παραγωγής ενέργειας.

Παρά τους περιορισμούς, οι ανεμογεννήτριες συνεχίζουν να αποτελούν κρίσιμο συστατικό της μετάβασης στην καθαρή ενέργεια. Η συνεχιζόμενη έρευνα και ανάπτυξη στοχεύει στη βελτίωση της τεχνολογίας των ανεμογεννητριών, στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στην αντιμετώπιση των ανησυχιών που σχετίζονται με την παραγωγή αιολικής ενέργειας.

«Book Green Energy And Technology Introduction to Wind Energy Systems by Herman-Jesef Wanger Jyotirmay Mathur Chapter 1 Wind Energy Today», «<https://justenergy.com/blog/wind-energy-pros-and-cons/> Wind Energy: Pros and Cons»

Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια, η οποία εκμεταλλεύεται τη βαρυτική δύναμη του νερού που πέφτει ή ρέει για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελεί σημαντική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας για πολλά χρόνια. Παρόλο που

προσφέρει πολλά οφέλη, έχει επίσης ορισμένους περιορισμούς. Ας εξερευνήσουμε τα οφέλη και τους περιορισμούς της υδροηλεκτρικής ενέργειας με περισσότερες λεπτομέρειες:

Οφέλη από την υδροηλεκτρική ενέργεια:

1. Μεγάλης κλίμακας και αξιόπιστη παραγωγή ενέργειας: Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί έχουν την ικανότητα να παράγουν σημαντική ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, γεγονός που τους καθιστά κατάλληλους για μεγάλης κλίμακας παραγωγή ενέργειας. Παρέχουν μια αξιόπιστη πηγή ενέργειας, καθώς η ροή του νερού μπορεί να ελεγχθεί ώστε να ταιριάζει με τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, συμβάλλοντας στη σταθερότητα του δικτύου.
2. Μεγάλη διάρκεια ζωής και χαμηλό λειτουργικό κόστος: Οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, που συχνά υπερβαίνει τα 50 χρόνια. Αφού κατασκευαστούν, έχουν γενικά χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό τα καθιστά οικονομικά συμφέροντα κατά τη διάρκεια της ζωής τους.
3. Δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας: Ορισμένοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι εξοπλισμένοι με εγκαταστάσεις αποθήκευσης αντλίας, οι οποίες επιτρέπουν την αποθήκευση ενέργειας. Η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άντληση νερού από μια χαμηλότερη δεξαμενή σε μια υψηλότερη, και σε περιόδους υψηλής ζήτησης ή χαμηλής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το αποθηκευμένο νερό μπορεί να απελευθερωθεί για να παράγει πρόσθετη ισχύ. Αυτή η δυνατότητα αποθήκευσης βοηθά στην εξισορρόπηση του φορτίου και στη διαχείριση διακοπόμενων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
4. Ευελιξία στη ρύθμιση της ισχύος εξόδου: Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζουν γρήγορα την ισχύ εξόδου τους. Με τον έλεγχο της ροής του νερού μέσω των στροβίλων, μπορούν να ανταποκριθούν γρήγορα στις διακυμάνσεις της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας ή στις διακυμάνσεις στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, συμβάλλοντας στη σταθερότητα του δικτύου και υποστηρίζοντας την ενοποίηση άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Περιορισμοί Υδροηλεκτρικής Ενέργειας:

1. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις: Η κατασκευή φραγμάτων και ταμιευτήρων για υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μπορεί να οδηγήσει σε αλλοίωση, κατακερματισμό και απώλεια οικοτόπων, επηρεάζοντας τα υδάτινα οικοσυστήματα και τη χερσαία βιοποικιλότητα. Μπορεί επίσης να διαταράξει τις φυσικές ροές των ποταμών, επηρεάζοντας τα κατάντη οικοσυστήματα και αλλάζοντας τα πρότυπα μεταφοράς ιζημάτων.
2. Περιορισμένες κατάλληλες τοποθεσίες: Δεν έχουν όλες οι περιοχές κατάλληλη τοπογραφία και πρόσβαση σε επαρκείς υδάτινους πόρους για την υποστήριξη έργων υδροηλεκτρικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας. Η διαθεσιμότητα κατάλληλων τοποθεσιών είναι περιορισμένη, γεγονός που μπορεί να περιορίσει την ευρεία ανάπτυξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας.
3. Ευπάθεια στην ξηρασία: Η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας βασίζεται σε μια σταθερή και αξιόπιστη ροή νερού. Σε περιόδους ξηρασίας ή μειωμένης διαθεσιμότητας νερού που προκαλείται από την κλιματική αλλαγή, η ικανότητα παραγωγής ενέργειας των υδροηλεκτρικών σταθμών μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά. Αυτή η ευπάθεια στην αλλαγή της διαθεσιμότητας νερού υπογραμμίζει τη σημασία της εξέτασης της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας των έργων υδροηλεκτρικής ενέργειας.
4. Κοινωνικές και πολιτιστικές επιπτώσεις: Η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων για υδροηλεκτρικά έργα μπορεί να απαιτήσει τη μετατόπιση και τη μετεγκατάσταση των κοινοτήτων που ζουν στις πληγείσες περιοχές. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε κοινωνικές και πολιτιστικές διαταραχές, επηρεάζοντας τις τοπικές κοινότητες, τα μέσα διαβίωσής τους και τις παραδοσιακές πρακτικές. Ο σωστός σχεδιασμός, η διαβούλευση και τα μέτρα μετριασμού είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση αυτών των κοινωνικών και πολιτιστικών ανησυχιών.

Συνολικά, η υδροηλεκτρική ενέργεια προσφέρει σημαντικά οφέλη, όπως μεγάλης κλίμακας και αξιόπιστη παραγωγή ενέργειας, μεγάλη διάρκεια ζωής και δυνατότητες αποθήκευσης ενέργειας. Ωστόσο, έχει επίσης περιορισμούς, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, περιορισμένων κατάλληλων τοποθεσιών, ευπάθειας στην ξηρασία και κοινωνικών και πολιτιστικών ανησυχιών. Μια συνολική αξιολόγηση αυτών των παραγόντων είναι απαραίτητη όταν εξετάζεται η ανάπτυξη υδροηλεκτρικών έργων για να διασφαλιστεί η βιωσιμότητά τους και να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις.

«Hydro Power by Mayadhar Swain in Energy May 2013», «The Hydropower Plants Dams by Sawsan Ahmed Elhoury Ahmed, Hammad Ali Ahmed & Mohamed Toum Fadel in IJSET April 2019», «Book Energy Conservation Chapter 4 Hydro Power By Rasim Azeez in Tech 2012»

Βιοκαύσιμα Βιομάζα

Τα βιοκαύσιμα και η βιομάζα είναι μορφές ανανεώσιμης ενέργειας που προέρχονται από οργανική ύλη, όπως γεωργικές καλλιέργειες, δασικά υπολείμματα και απόβλητα. Προσφέρουν πολλά οφέλη, αλλά αντιμετωπίζουν και περιορισμούς. Ας εξερευνήσουμε τα οφέλη και τους περιορισμούς των βιοκαυσίμων και της βιομάζας με περισσότερες λεπτομέρειες:

Οφέλη από βιοκαύσιμα και βιομάζα:

1. Μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα: Τα βιοκαύσιμα παρέχουν μια εναλλακτική λύση στα παραδοσιακά ορυκτά καύσιμα, μειώνοντας την εξάρτηση από πεπερασμένους και περιβαλλοντικά επιζήμιους πόρους. Συμβάλλουν στη διαφοροποίηση του ενεργειακού μείγματος και στην ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας.
2. Ουδετερότητα άνθρακα: Τα βιοκαύσιμα που προέρχονται από βιώσιμες πηγές, όπως οι αποκλειστικές ενεργειακές καλλιέργειες ή τα γεωργικά υπολείμματα, μπορεί να είναι ουδέτερα ως προς τον άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται κατά την καύση αντισταθμίζεται από τον άνθρακα που απορροφάται κατά την ανάπτυξη της πρώτης ύλης βιομάζας. Αυτό βοηθά στον μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.
3. Αξιοποίηση γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων: Η βιοενέργεια μπορεί να κάνει χρήση γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων που διαφορετικά θα πήγαιναν χαμένα. Αυτό περιλαμβάνει υπολείμματα καλλιεργειών, ροκανίδια, πριονίδι και άλλα οργανικά υλικά. Με τη χρήση αυτών των υπολειμμάτων, η βιοενέργεια παρέχει πρόσθετη αξία σε αυτά τα υποπροϊόντα και συμβάλλει στη μείωση των απορριμμάτων.

Περιορισμοί βιοκαυσίμων και βιομάζας:

1. Ανταγωνισμός με την παραγωγή τροφίμων: Ένα σημαντικό πρόβλημα με τα βιοκαύσιμα είναι ο πιθανός ανταγωνισμός τους με την παραγωγή τροφίμων. Όταν οι καλλιέργειες χρησιμοποιούνται για παραγωγή βιοκαυσίμων αντί για παραγωγή τροφίμων, μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες τιμές των τροφίμων και πιθανά ζητήματα επισιτιστικής ασφάλειας. Απαιτούνται προσεκτικός σχεδιασμός και βιώσιμες πρακτικές για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στη διαθεσιμότητα τροφίμων.
2. Συγκρούσεις χρήσης γης: Η επέκταση της παραγωγής βιοκαυσίμων μπορεί να οδηγήσει σε συγκρούσεις σχετικά με τη χρήση γης. Η μετατροπή γεωργικής γης ή φυσικών οικοτόπων για καλλιέργεια πρώτων υλών βιοκαυσίμων μπορεί να εγείρει ανησυχίες σχετικά με την απώλεια της βιοποικιλότητας, την αποψίλωση των δασών και τον εκτοπισμό των τοπικών κοινοτήτων. Η διασφάλιση βιώσιμων πρακτικών χρήσης γης και η αποφυγή περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών αποτελούν σημαντικά ζητήματα.
3. Περιορισμένη ενεργειακή πυκνότητα: Τα βιοκαύσιμα έχουν γενικά χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό σημαίνει ότι απαιτούνται μεγαλύτεροι όγκοι βιοκαυσίμων για να επιτευχθεί ισοδύναμη παραγωγή ενέργειας. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα και την πρακτικότητα της χρήσης βιοκαυσίμων, ειδικά σε ορισμένες εφαρμογές όπως η μεταφορά.
4. Περιβαλλοντικές ανησυχίες: Η παραγωγή βιοκαυσίμων μπορεί να έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ιδίως σε σχέση με αλλαγές χρήσης γης, χρήση νερού και πιθανές εκπομπές από την καλλιέργεια και την επεξεργασία. Οι σαφείς οδηγίες και τα πρότυπα αειφορίας είναι σημαντικά για την ελαχιστοποίηση αυτών των επιπτώσεων και τη διασφάλιση των συνολικών περιβαλλοντικών οφελών των βιοκαυσίμων.

Συμπερασματικά, τα βιοκαύσιμα και η βιομάζα προσφέρουν πλεονεκτήματα όπως η μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα, η ουδετερότητα του άνθρακα και η χρήση απορριμμάτων. Ωστόσο, αντιμετωπίζουν επίσης περιορισμούς, συμπεριλαμβανομένου του πιθανού ανταγωνισμού με την παραγωγή τροφίμων, των συγκρούσεων χρήσης γης, της χαμηλότερης ενεργειακής πυκνότητας και των περιβαλλοντικών ανησυχιών. Η εξισορρόπηση των πλεονεκτημάτων και των περιορισμών των βιοκαυσίμων και της βιομάζας απαιτεί προσεκτική εξέταση των κριτηρίων βιωσιμότητας, των πρακτικών χρήσης γης και των πολιτικών για τη μεγιστοποίηση των δυνατοτήτων τους ως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

«Advantages And Disadvantages of Biofuels: Observations In Latvia By Dani Viesturs & Ligita Mele in Engineering for Rural Development at 05/2014», «Overview of Biomass Energy Shaikh Rashedur Rahman, Nahid-Al-Mahmud, Mumtahina Rahman, Md. Yeakub Hussain, Md. Sekendar Ali5 in IJERT at 11/2013»

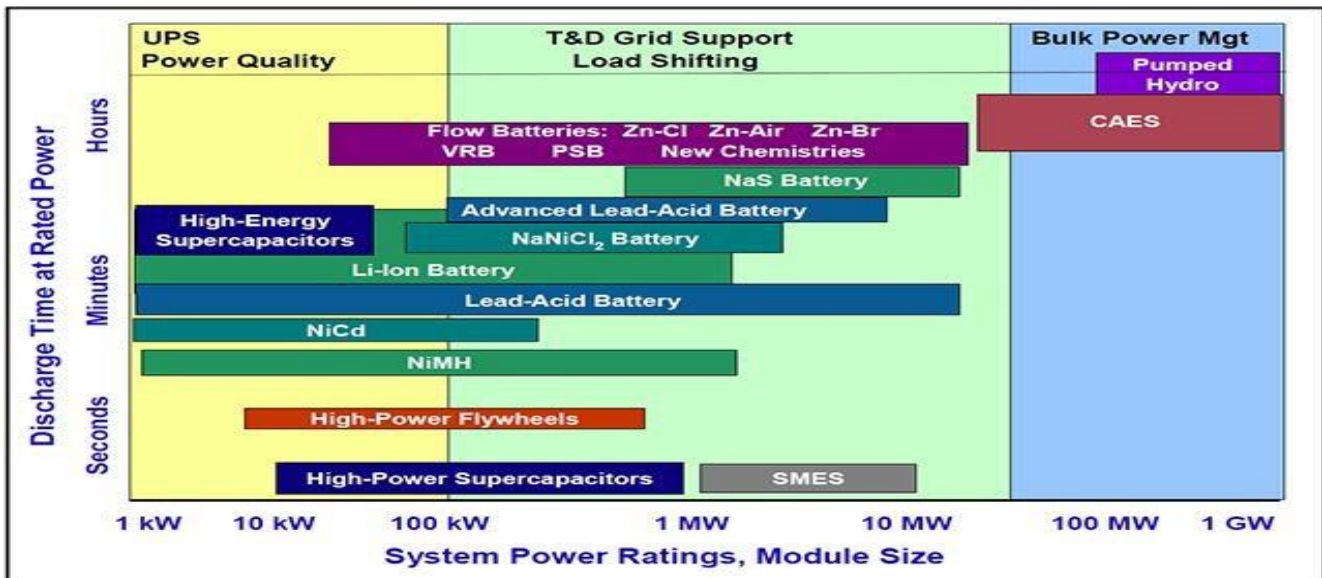
Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας προσφέρουν πολυάριθμα οφέλη όσον αφορά τη βιωσιμότητα, τις μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την ενεργειακή ασφάλεια. Οι ηλιακοί συλλέκτες, οι ανεμογεννήτριες, η υδροηλεκτρική ενέργεια και τα βιοκαύσιμα/βιομάζα έχουν το καθένα μοναδικά πλεονεκτήματα και περιορισμούς. Η κατανόηση αυτών των παραγόντων είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική αξιοποίηση και ενσωμάτωση των τεχνολογιών ΑΠΕ στα ενεργειακά μας συστήματα. Η συνεχής έρευνα, οι τεχνολογικές εξελίξεις και οι υποστηρικτικές πολιτικές είναι απαραίτητες για την υπέρβαση των περιορισμών και τη μεγιστοποίηση των δυνατοτήτων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για ένα καθαρότερο και πιο βιώσιμο μέλλον.

«Stepping into Renewable Energy Advantages & Disadvantages in 6th International Engineering Conference for Energy-Efficient Buildings At: Islamic University Gaza, Gaza Strip, Palestine Hashem by Badra Hashem, Mohamed Elnaggar and Ezzaldeen Edwan in 2016»

Είδη Συσσωρευτών Αποθήκευσης

Υπάρχουν διάφορα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας τα οποία χρησιμοποιούνται και σε διαφορετικές χρήσεις ανάλογα με το σύνολο της ζήτησης που θέλουμε να καλύψουμε αλλά και το χρόνο. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται όλοι μέθοδοι αποθήκευσης ενέργειας με βάση τα χαρακτηριστικά τους σε απόδοση και χρήση.

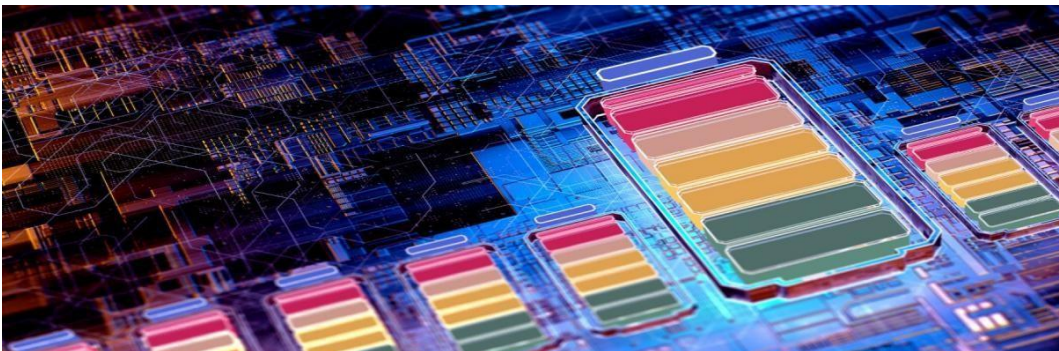
Εικόνα 4: Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας ανάλογα την απόδοση και την χρήση.



Πηγή: <https://www.eesi.org/papers/view/issue-brief-energy-storage>

Τα συστήματα, όπως οι μπαταρίες, κινούνται σε ένα ενδιάμεσο στάδιο ποιοτικής απόδοσης και εξυπηρετούν το γενικό δίκτυο μεταφοράς ενέργειας. Αυτά τα συστήματα λειτουργούν για περίοδο λίγων λεπτών έως αρκετών ωρών. Για μεγαλύτερες εγκαταστάσεις που απαιτούν την αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας στο δίκτυο, χρησιμοποιούνται πιο προηγμένες τεχνολογίες αποθήκευσης όπως η αντλησιοταμίευση και η αποθήκευση πεπιεσμένου αέρα.

Εικόνα 5: Συσσωρευτές Αποθήκευσης



Πηγή: <https://www.macquarie.com/au/en/perspectives/battery-storage-to-power-the-growth-of-renewable-energy.html>

Οι συσσωρευτές, γνωστοί και ως μπαταρίες, είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται για αποθήκευση και απελευθέρωση ενέργειας. Διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο σε διάφορες εφαρμογές όπου απαιτείται μια φορητή και αξιόπιστη πηγή ενέργειας. Οι συσσωρευτές μπορούν να ταξινομηθούν σε διαφορετικούς τύπους με βάση τις αρχές λειτουργίας τους και τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή τους. Ακολουθούν ορισμένοι συνήθεις τύποι συσσωρευτών:

«Battery energy storage technologies overview By Zvonimir Šimić, Danijel Topić, Goran Knežević, Denis Pelin in IJECES at 04/2021»

Συσσωρευτές Μολύβδου-Οξέος

Οι συσσωρευτές μολύβδου-οξέος, κοινώς γνωστοί ως μπαταρίες μολύβδου-οξέος, έχουν θετικά και αρνητικά στοιχεία που σχετίζονται με τη χρήση τους. Ακολουθούν ορισμένες πρόσθετες λεπτομέρειες σχετικά με τις θετικές και αρνητικές πτυχές των συσσωρευτών μολύβδου-οξέος:

Θετικά στοιχεία:

1. Σχετικά χαμηλό κόστος σε σύγκριση με άλλους τύπους συσσωρευτών: Είναι γνωστές για την οικονομική τους αποδοτικότητα. Χρησιμοποιούνται εδώ και πολλές δεκαετίες και οι διαδικασίες κατασκευής και η υποδομή για την παραγωγή αυτών των μπαταριών είναι καλά εδραιωμένες. Αυτό οδηγεί σε χαμηλότερο κόστος παραγωγής, καθιστώντας τις μπαταρίες μολύβδου-οξέος πιο προσιτές σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες μπαταριών.
2. Καθιερωμένη και ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία: Έχουν μακρά ιστορία και χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες εφαρμογές. Έχουν μελετηθεί και βελτιωθεί εκτενώς με την πάροδο του χρόνου, με αποτέλεσμα μια ώριμη και αξιόπιστη τεχνολογία. Αυτό τα καθιστά μια προτιμώμενη επιλογή σε πολλούς κλάδους, όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, οι τηλεπικοινωνίες και τα συστήματα αδιάλειπτης παροχής ρεύματος (UPS).
3. Μπορούν να παρέχουν υψηλά ρεύματα, καθιστώντας τις κατάλληλες για εκκίνηση κινητήρων: Έχουν την ικανότητα να παρέχουν υψηλές εξόδους ρεύματος, κάτι που είναι απαραίτητο για την εκκίνηση κινητήρων σε

οχήματα και άλλες εφαρμογές. Ο υψηλός ρυθμός εκφόρτισης και η στιβαρότητα των μπαταριών μολύβδου-οξέος τις καθιστούν κατάλληλες για εφαρμογές που απαιτούν απότομη αύξηση της ισχύος.

Αρνητικά στοιχεία:

1. Σχετικά χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα: Ένα από τα μειονεκτήματα των συσσωρευτών μολύβδου-οξέος είναι η σχετικά χαμηλή ενεργειακή τους πυκνότητα. Σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες μπαταριών, όπως οι μπαταρίες ιόντων λιθίου, οι μπαταρίες μολύβδου-οξέος αποθηκεύουν λιγότερη ενέργεια ανά μονάδα βάρους ή όγκου. Αυτό περιορίζει την εφαρμογή τους σε καταστάσεις όπου απαιτείται υψηλή αναλογία ενέργειας προς βάρος ή ενέργειας προς όγκο.
2. Απαιτούν τακτική συντήρηση: Χρειάζονται τακτική συντήρηση για να διασφαλιστεί η βέλτιστη απόδοση και μακροζωία τους. Αυτή η συντήρηση περιλαμβάνει εργασίες όπως ο έλεγχος και η συμπλήρωση των επιπέδων ηλεκτρολυτών, η παρακολούθηση και η πρόληψη της θείωσης (μια διαδικασία που μπορεί να μειώσει τη χωρητικότητα της μπαταρίας) και τη διασφάλιση του κατάλληλου αερισμού για τη διάχυση της θερμότητας που παράγεται κατά τη φόρτιση και την εκφόρτιση.
3. Περιέχουν επικίνδυνα υλικά όπως μόλυβδο και θειικό οξύ: Ενέχουν κινδύνους για το περιβάλλον και την υγεία λόγω της παρουσίας μολύβδου και θειικού οξέος. Ο μόλυβδος είναι ένα τοξικό μέταλλο και ο ακατάλληλος χειρισμός και η απόρριψη των μπαταριών μολύβδου-οξέος μπορεί να οδηγήσει σε μόλυνση του εδάφους και του νερού. Το θειικό οξύ είναι διαβρωτικό και μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα σε περίπτωση λανθασμένου χειρισμού. Θα πρέπει να ακολουθούνται οι κατάλληλες διαδικασίες ανακύκλωσης και απόρριψης για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των μπαταριών μολύβδου-οξέος.

Παρά τα μειονεκτήματά τους, οι συσσωρευτές μολύβδου-οξέος συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες εφαρμογές λόγω της οικονομικής τους προσιτότητας, των δυνατοτήτων παράδοσης υψηλού ρεύματος και της εγκατεστημένης υποδομής. Ωστόσο, οι εξελίξεις στην τεχνολογία των μπαταριών έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη εναλλακτικών τύπων μπαταριών με υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως οι μπαταρίες ιόντων λιθίου.

[«https://electricalmag.com/lead-acid-battery/](https://electricalmag.com/lead-acid-battery/) *Lead-Acid Battery Working Advantages & Disadvantages*»,
[«https://www.firstgreen.co/advantages-and-disadvantages-of-lead-acid-batteries/](https://www.firstgreen.co/advantages-and-disadvantages-of-lead-acid-batteries/)»

Συσσωρευτές Νικελίου-Καδμίου

Οι συσσωρευτές νικελίου-καδμίου (Ni-Cd), γνωστοί και ως μπαταρίες Ni-Cd, έχουν θετικά και αρνητικά στοιχεία που σχετίζονται με τη χρήση τους. Ακολουθούν ορισμένες πρόσθετες λεπτομέρειες σχετικά με τις θετικές και αρνητικές πτυχές των συσσωρευτών Ni-Cd:

Θετικά στοιχεία:

1. Υψηλός κύκλος ζωής: Οι μπαταρίες Ni-Cd έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, που σημαίνει ότι μπορούν να υποστούν μεγάλο αριθμό κύκλων φόρτισης-εκφόρτισης προτού υποβαθμιστεί σημαντικά η απόδοσή τους. Αυτό τα καθιστά κατάλληλα για εφαρμογές που απαιτούν συχνή ποδηλασία, όπως σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές και σε συγκεκριμένο βιομηχανικό εξοπλισμό.
2. Καλή απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες: Παρουσιάζουν καλή απόδοση ακόμη και σε ψυχρά περιβάλλοντα. Μπορούν να παρέχουν αξιόπιστη ισχύ εξόδου και να διατηρήσουν τη χωρητικότητά τους σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, κάτι που είναι ευεργετικό για εφαρμογές που λειτουργούν σε συνθήκες κάτω από το μηδέν.
3. Ανθεκτικές σε υπερφόρτιση και βαθιές εκφορτίσεις: Οι μπαταρίες Ni-Cd είναι πιο ανθεκτικές στην υπερφόρτιση και τις βαθιές εκφορτίσεις σε σύγκριση με ορισμένες άλλες χημικές μπαταρίες. Μπορούν να αντέξουν την υπερφόρτιση χωρίς σημαντικές ζημιές και οι βαθιές εκφορτίσεις δεν επηρεάζουν αρνητικά την απόδοσή τους. Αυτό το χαρακτηριστικό τους κάνει πιο επιεικής όσον αφορά τις πρακτικές χρέωσης και εκφόρτισης.

Αρνητικά στοιχεία:

1. Το κάδμιο είναι μια τοξική ουσία που απαιτεί σωστή απόρριψη: Ένα από τα κύρια μειονεκτήματα των συσσωρευτών Ni-Cd είναι η παρουσία καδμίου, το οποίο είναι ένα τοξικό βαρύ μέταλλο. Το κάδμιο ενέχει κινδύνους για το περιβάλλον και την υγεία και ο ακατάλληλος χειρισμός και η απόρριψή του μπορεί να οδηγήσει σε μόλυνση του εδάφους και των υδάτων. Οι κατάλληλες μέθοδοι ανακύκλωσης και απόρριψης είναι απαραίτητες για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων του καδμίου στο περιβάλλον.
2. Χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με ορισμένες νεότερες τεχνολογίες: Οι μπαταρίες Ni-Cd έχουν χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με πιο προηγμένες τεχνολογίες μπαταριών, όπως οι μπαταρίες ιόντων λιθίου. Αυτό σημαίνει ότι οι μπαταρίες Ni-Cd αποθηκεύουν λιγότερη ενέργεια ανά μονάδα βάρους ή όγκου, περιορίζοντας τη χρήση τους σε εφαρμογές όπου η υψηλή αναλογία ενέργειας προς βάρος ή ενέργειας προς όγκο είναι ζωτικής σημασίας.
3. Εφέ μνήμης εάν δεν συντηρείται σωστά: Οι μπαταρίες Ni-Cd μπορεί να υποφέρουν από το "φαινόμενο μνήμης" εάν δεν συντηρούνται σωστά. Το φαινόμενο μνήμης είναι ένα φαινόμενο όπου η χωρητικότητα της μπαταρίας

φαίνεται να είναι μειωμένη, με αποτέλεσμα να θυμάται μικρότερη χωρητικότητα. Αυτό το φαινόμενο εμφανίζεται όταν η μπαταρία επαναφορτίζεται επανειλημμένα χωρίς να έχει αποφορτιστεί πλήρως. Για να μετριαστεί το φαινόμενο της μνήμης, είναι σημαντικό να αποφορτίζετε τακτικά πλήρως τις μπαταρίες Ni-Cd πριν τις επαναφορτίσετε.

Εξαιτίας όμως της χαμηλότερης ενεργειακής τους πυκνότητας και των περιβαλλοντικών ανησυχιών που σχετίζονται με το κάδμιο, οι μπαταρίες Ni-Cd έχουν αντικατασταθεί σε μεγάλο βαθμό από νεότερες τεχνολογίες μπαταριών, όπως οι μπαταρίες ιόντων λιθίου. Ωστόσο, οι μπαταρίες Ni-Cd εξακολουθούν να βρίσκουν ορισμένες εξειδικευμένες εφαρμογές όπου τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, όπως η υψηλή διάρκεια ζωής και η απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες, είναι πλεονεκτήματα.

«*Lifecycle Cost Analysis of Hydrogen Versus Other Technologies for Electrical Energy Storage by D. Steward, G. Saur, M. Penev, and T. Ramsden in NREL in 11/2009*»

Συσσωρευτές Νικελίου-Υδριδίου Μετάλλου

Οι συσσωρευτές νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH), γνωστοί και ως μπαταρίες Ni-MH, έχουν θετικά και αρνητικά στοιχεία που σχετίζονται με τη χρήση τους. Ακολουθούν ορισμένες πρόσθετες λεπτομέρειες σχετικά με τις θετικές και αρνητικές πτυχές των συσσωρευτών Ni-MH:

Θετικά στοιχεία:

1. Υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με τους συσσωρευτές Ni-Cd: Οι μπαταρίες Ni-MH προσφέρουν υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με τις μπαταρίες Ni-Cd. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να αποθηκεύουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα βάρους ή όγκου, επιτρέποντας ισχύ μεγαλύτερης διάρκειας σε εφαρμογές που απαιτούν μεγαλύτερη αποθήκευση ενέργειας.
2. Φιλικές προς το περιβάλλον, καθώς δεν περιέχουν τοξικά μέταλλα όπως το κάδμιο: Σε αντίθεση με τις μπαταρίες Ni-Cd, οι μπαταρίες Ni-MH δεν περιέχουν τοξικά μέταλλα όπως το κάδμιο. Αυτό τα καθιστά πιο φιλικά προς το περιβάλλον και ευκολότερα στην απόρριψη σε σύγκριση με μπαταρίες με επικίνδυνα υλικά. Πρέπει να ακολουθούνται οι κατάλληλες διαδικασίες ανακύκλωσης και απόρριψης για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
3. Παρόμοια χαρακτηριστικά τάσης με τις τυπικές αλκαλικές μπαταρίες: Οι μπαταρίες Ni-MH έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά τάσης με τις τυπικές αλκαλικές μπαταρίες. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως άμεση αντικατάσταση αλκαλικών μπαταριών σε πολλές συσκευές χωρίς την ανάγκη πρόσθετων τροποποιήσεων ή προσαρμογών.

Αρνητικά στοιχεία:

1. Οι συσσωρευτές Ni-MH έχουν υψηλότερο ρυθμό αυτοεκφόρτισης από ορισμένους άλλους τύπους: Οι μπαταρίες Ni-MH τείνουν να έχουν υψηλότερο ρυθμό αυτοεκφόρτισης σε σύγκριση με ορισμένες άλλες τεχνολογίες μπαταριών. Αυτό σημαίνει ότι χάνουν σταδιακά τη φόρτισή τους με την πάροδο του χρόνου, ακόμη και όταν δεν χρησιμοποιούνται. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι σύγχρονες μπαταρίες Ni-MH έχουν σημαντικά μειωμένους ρυθμούς αυτοεκφόρτισης σε σύγκριση με προηγούμενες γενιές, αλλά εξακολουθούν να απαιτούν περιοδική επαναφόρτιση για να διατηρήσουν τη φόρτισή τους.
2. Σχετικά μικρότερη διάρκεια ζωής κύκλου σε σύγκριση με νεότερες τεχνολογίες όπως ιόντων λιθίου: Οι μπαταρίες Ni-MH έχουν σχετικά μικρότερη διάρκεια ζωής σε σύγκριση με νεότερες τεχνολογίες μπαταριών όπως ιόντων λιθίου. Η διάρκεια ζωής του κύκλου αναφέρεται στον αριθμό των κύκλων φόρτισης-εκφόρτισης που μπορεί να υποστεί μια μπαταρία πριν μειωθεί σημαντικά η χωρητικότητά της. Ενώ οι μπαταρίες Ni-MH προσφέρουν μια λογική διάρκεια ζωής, μπορεί να μην είναι τόσο ανθεκτικές ή μακροχρόνιες όσο οι μπαταρίες ιόντων λιθίου σε εφαρμογές υψηλής ζήτησης.

Παρά τους περιορισμούς τους, οι μπαταρίες Ni-MH έχουν βρει ευρεία χρήση σε διάφορες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων φορητών ηλεκτρονικών, υβριδικών οχημάτων και αποθήκευσης ανανεώσιμης ενέργειας. Παρέχουν μια ισορροπία μεταξύ της ενεργειακής πυκνότητας, της φιλικότητας προς το περιβάλλον και της οικονομικής αποδοτικότητας. Ωστόσο, με την ταχεία πρόοδο της τεχνολογίας μπαταριών, ιδιαίτερα με τη δημοτικότητα των μπαταριών ιόντων λιθίου, οι μπαταρίες Ni-MH σταδιακά καταργούνται σε πολλές καταναλωτικές εφαρμογές.

«*Current State and Future Prospects for Electrochemical Energy Storage and Conversion Systems by Qaisar Abbas, Mojtaba Mirzaeian, Michael R.C. Hunt, Peter Hall and Rizwan Raza in energies at 11/2020*»

Συσσωρευτές ιόντων λιθίου

Οι συσσωρευτές ιόντων λιθίου (ιόντων λιθίου), κοινώς γνωστοί ως μπαταρίες ιόντων λιθίου, έχουν θετικά και αρνητικά στοιχεία που σχετίζονται με τη χρήση τους. Ακολουθούν ορισμένες πρόσθετες λεπτομέρειες σχετικά με τις θετικές και αρνητικές πτυχές των συσσωρευτών Li-ion:

Θετικά στοιχεία:

1. Υψηλή ενεργειακή πυκνότητα, παροχή μεγαλύτερου χρόνου λειτουργίας και μικρότερο βάρος: Οι μπαταρίες Li-ion προσφέρουν υψηλή ενεργειακή πυκνότητα, που σημαίνει ότι μπορούν να αποθηκεύσουν σημαντική ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα βάρους ή όγκου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερους χρόνους λειτουργίας για συσκευές και επιτρέπει την ανάπτυξη ελαφρών και φορητών ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών οχημάτων. Η υψηλή ενεργειακή πυκνότητα των μπαταριών Li-ion έχει φέρει επανάσταση στον τομέα των φορητών ηλεκτρονικών και έχει κάνει τα ηλεκτρικά οχήματα πιο πρακτικά.
2. Χωρίς εφέ μνήμης, επιτρέποντας μερική φόρτιση και αποφόρτιση χωρίς απώλεια χωρητικότητας: Δεν υποφέρουν από το φαινόμενο μνήμης, ένα φαινόμενο όπου η χωρητικότητα μιας μπαταρίας φαίνεται να μειώνεται εάν φορτίζεται επανειλημμένα χωρίς να έχει αποφορτιστεί πλήρως. Αυτό σημαίνει ότι οι μπαταρίες Li-ion μπορούν να φορτιστούν ή να αποφορτιστούν μερικώς χωρίς απώλεια χωρητικότητας, προσφέροντας μεγαλύτερη ευελιξία στον τρόπο χρήσης και επαναφόρτισής τους.
3. Χρησιμοποιείται ευρέως σε ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης και ηλεκτρικά οχήματα: Οι μπαταρίες Li-ion χρησιμοποιούνται ευρέως σε ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης όπως smartphone, φορητοί υπολογιστές, tablet και φορητές συσκευές. Αποτελούν επίσης την προτιμώμενη επιλογή για ηλεκτρικά οχήματα λόγω της υψηλής ενεργειακής τους πυκνότητας, της μεγαλύτερης αυτονομίας και της ικανότητάς τους να προσφέρουν υψηλή ισχύ. Η ευρεία χρήση των μπαταριών ιόντων λιθίου οδήγησε σε προόδους στην τεχνολογία τους και σε αυξημένες κατασκευαστικές ικανότητες, με αποτέλεσμα βελτιωμένη απόδοση και προσιτή τιμή.

Αρνητικά στοιχεία:

1. Μπορεί να είναι ακριβότεροι σε σύγκριση με άλλους τύπους συσσωρευτών: Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου μπορεί να είναι πιο ακριβές σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες μπαταριών, όπως μπαταρίες μολύβδου-οξέος ή νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH). Το υψηλότερο κόστος οφείλεται κυρίως στην πολυπλοκότητα των διαδικασιών κατασκευής τους και στη χρήση ορισμένων υλικών, όπως το οξείδιο του κοβαλτίου λιθίου ή το φωσφορικό λίθιο σιδήρου, τα οποία συμβάλλουν στην υψηλή ενεργειακή τους πυκνότητα. Ωστόσο, με την πρόοδο της τεχνολογίας και την αυξημένη κλίμακα παραγωγής, το κόστος των μπαταριών ιόντων λιθίου μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.
2. Απαιτούνται κυκλώματα προστασίας για την αποφυγή υπερφόρτισης και βαθιάς εκφόρτισης: Απαιτούν κυκλώματα προστασίας για την αποφυγή υπερφόρτισης, βαθιάς εκφόρτισης και βραχυκυκλώματος. Αυτά τα κυκλώματα προστασίας είναι απαραίτητα για τη διασφάλιση της ασφαλούς και βέλτιστης λειτουργίας των μπαταριών Li-ion. Η συμπερίληψη κυκλωμάτων προστασίας προσθέτει στο συνολικό κόστος και την πολυπλοκότητα των συστημάτων μπαταριών Li-ion.
3. Οι κυψέλες ιόντων λιθίου μπορεί να είναι ευαίσθητες σε υψηλές θερμοκρασίες και απαιτούν θερμική διαχείριση: Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου μπορεί να είναι ευαίσθητες σε υψηλές θερμοκρασίες και ενδέχεται να υποβαθμίσουν την απόδοση ή ακόμα και προβλήματα ασφάλειας εάν εκτεθούν σε ακραία θερμότητα. Συστήματα θερμικής διαχείρισης, όπως μηχανισμοί ψύξης ή απαγωγής θερμότητας, είναι απαραίτητα για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας των μπαταριών ιόντων λιθίου κατά τη φόρτιση, την εκφόρτιση και τη λειτουργία. Η σωστή θερμική διαχείριση είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της μακροζωίας και της ασφάλειας των συστημάτων μπαταριών Li-ion.

Παρά τα μειονεκτήματά τους, οι μπαταρίες ιόντων λιθίου έχουν γίνει η κυρίαρχη τεχνολογία μπαταριών σε πολλές εφαρμογές λόγω της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας, των μεγάλων χρόνων λειτουργίας και της ευρείας διαθεσιμότητάς τους. Οι συνεχείς προσπάθειες έρευνας και ανάπτυξης στοχεύουν στη βελτίωση της ασφάλειάς τους, στη μείωση του κόστους και στην περαιτέρω βελτίωση των χαρακτηριστικών απόδοσής τους.

«Current State and Future Prospects for Electrochemical Energy Storage and Conversion Systems by Qaisar Abbas, Mojtaba Mirzaeian, Michael R.C. Hunt, Peter Hall and Rizwan Raza in *energies* at 11/2020»

Συσσωρευτές φωσφορικού λιθίου-σιδήρου

Οι συσσωρευτές φωσφορικού σιδήρου λιθίου (LiFePO₄), γνωστοί και ως μπαταρίες LFP, έχουν θετικά και αρνητικά στοιχεία που σχετίζονται με τη χρήση τους. Ακολουθούν ορισμένες πρόσθετες λεπτομέρειες σχετικά με τις θετικές και αρνητικές πτυχές των συσσωρευτών LiFePO₄:

Θετικά στοιχεία:

1. Βελτιωμένη ασφάλεια σε σύγκριση με τις παραδοσιακές κυψέλες ιόντων λιθίου: Οι μπαταρίες LiFePO₄ είναι γνωστές για την ενισχυμένη ασφάλειά τους σε σύγκριση με άλλες χημικές ουσίες ιόντων λιθίου. Έχουν μικρότερο κίνδυνο θερμικής διαρροής, υπερθέρμανσης και πυρκαγιάς, γεγονός που τα καθιστά ασφαλέστερη επιλογή για διάφορες εφαρμογές. Η σταθερή χημεία με βάση τα φωσφορικά άλατα των μπαταριών LiFePO₄ μειώνει την πιθανότητα θερμικών συμβάντων και συμβάλλει στο εξαιρετικό προφίλ ασφαλείας τους.
2. Μεγάλη διάρκεια ζωής και υψηλή θερμική σταθερότητα: Προσφέρουν μεγάλη διάρκεια ζωής, που σημαίνει ότι μπορούν να αντέξουν μεγάλο αριθμό κύκλων φόρτισης-εκφόρτισης προτού υποβαθμιστεί σημαντικά η

χωρητικότητα τους. Είναι επίσης εξαιρετικά θερμικά σταθερά, επιτρέποντάς τους να λειτουργούν αξιόπιστα ακόμη και σε περιβάλλοντα υψηλής θερμοκρασίας. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν τις μπαταρίες LiFePO₄ κατάλληλες για εφαρμογές που απαιτούν λύσεις αποθήκευσης ενέργειας μακράς διάρκειας και ανθεκτικότητας.

3. Μπορούν να παρέχουν υψηλά ρεύματα εκφόρτισης: Είναι ικανές να παρέχουν υψηλά ρεύματα εκφόρτισης, καθιστώντας τις κατάλληλες για εφαρμογές που απαιτούν απότομο κύμα ισχύος ή υψηλή απόδοση ισχύος. Μπορούν να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις απαιτήσεις των ηλεκτρικών οχημάτων, των ηλεκτρικών εργαλείων και άλλων εφαρμογών υψηλής έντασης ρεύματος.

Αρνητικά στοιχεία:

1. Χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με ορισμένες άλλες χημικές ουσίες ιόντων λιθίου: Οι μπαταρίες LiFePO₄ έχουν χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα σε σύγκριση με ορισμένες άλλες χημικές ουσίες ιόντων λιθίου, όπως οξείδιο κοβαλτίου νικελίου λιθίου (NMC) ή οξείδιο κοβαλτίου λιθίου (LCO). Αυτό σημαίνει ότι αποθηκεύουν λιγότερη ενέργεια ανά μονάδα βάρους ή όγκου, με αποτέλεσμα ελαφρώς μειωμένη συνολική ενεργειακή ικανότητα. Ωστόσο, εξακολουθούν να προσφέρουν μια λογική πυκνότητα ενέργειας και έχουν άλλα πλεονεκτήματα που τα καθιστούν μια προτιμώμενη επιλογή σε συγκεκριμένες εφαρμογές.
2. Ελαφρώς υψηλότερο κόστος σε σύγκριση με τους τυπικούς συσσωρευτές ιόντων λιθίου: Οι μπαταρίες LiFePO₄ έχουν γενικά ελαφρώς υψηλότερο αρχικό κόστος σε σύγκριση με τις τυπικές μπαταρίες ιόντων λιθίου. Το υψηλότερο κόστος οφείλεται κυρίως στα υλικά και τις διαδικασίες κατασκευής που εμπλέκονται στην παραγωγή μπαταριών LiFePO₄. Ωστόσο, η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, η βελτιωμένη ασφάλεια και άλλα πλεονεκτήματα μπορούν να αντισταθμίσουν το αρχικό κόστος κατά τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας.
3. Οι κυψέλες LiFePO₄ έχουν χαμηλότερη ονομαστική τάση, απαιτώντας περισσότερες κυψέλες σε σειρά για ορισμένες εφαρμογές: Οι κυψέλες LiFePO₄ έχουν χαμηλότερη ονομαστική τάση περίπου 3,2 βολτ ανά στοιχείο, ενώ άλλες χημικές ουσίες ιόντων λιθίου έχουν τυπικά ονομαστική τάση 3,6 έως 3,7 βολτ ανά κυψέλη. Αυτή η χαμηλότερη τάση απαιτεί τη χρήση περισσότερων κυψελών σε σειρά για να επιτευχθούν τα επιθυμητά επίπεδα τάσης για ορισμένες εφαρμογές. Μπορεί να αυξήσει την πολυπλοκότητα και το κόστος του σχεδιασμού του συστήματος μπαταρίας.

Παρά τη χαμηλότερη ενεργειακή τους πυκνότητα και το ελαφρώς υψηλότερο κόστος, οι μπαταρίες LiFePO₄ χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές που δίνουν προτεραιότητα στην ασφάλεια, τη μεγάλη διάρκεια ζωής και τη θερμική σταθερότητα. Βρίσκουν εφαρμογές σε ηλεκτρικά οχήματα, συστήματα αποθήκευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εφεδρικά τροφοδοτικά και άλλες εφαρμογές υψηλής ζήτησης όπου η ασφάλεια και η ανθεκτικότητα είναι κρίσιμοι παράγοντες. Οι συνεχείς προσπάθειες έρευνας και ανάπτυξης στοχεύουν στην περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής πυκνότητας και στη μείωση του κόστους των μπαταριών LiFePO₄ διατηρώντας παράλληλα τα ανώτερα χαρακτηριστικά ασφαλείας τους.

«<https://www.genixenergy.com/battery-knowledge/advantages-and-disadvantages-of-lithium-iron-phosphate-batteries.html> Advantages and disadvantages of lithium iron phosphate batteries 04/2022», «<https://lithiumhub.com/lifepo4-batteries> LiFePO₄ Batteries: What They Are and Why They're the Best»

Η επιλογή του κατάλληλου τύπου συσσωρευτή εξαρτάται από συγκεκριμένες απαιτήσεις όπως το κόστος, η ενεργειακή πυκνότητα, η διάρκεια ζωής του κύκλου και τα ζητήματα ασφαλείας. Είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη αυτοί οι παράγοντες κατά το σχεδιασμό συστημάτων αποθήκευσης για διάφορες εφαρμογές. Επιπλέον, οι συνεχείς εξελίξεις στις τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας ενδέχεται να εισάγουν νέους τύπους συσσωρευτών με βελτιωμένα χαρακτηριστικά στο μέλλον. Συνολικά, οι συσσωρευτές εξακολουθούν να διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην πρόωση λύσεων αποθήκευσης ενέργειας και στη μετάβαση σε πιο βιώσιμα και αποδοτικά ενεργειακά συστήματα.

Autonomous Building



Πηγή: <https://www.civilengineer9.com/autonomous-building/>

Η έννοια των αυτόνομων κτιρίων περιστρέφεται γύρω από τη δημιουργία δομών που είναι εξαιρετικά αυτόνομες όσον αφορά την παραγωγή, την κατανάλωση και τη διαχείριση ενέργειας. Αυτά τα κτίρια χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες και καινοτόμες αρχές σχεδιασμού για να μειώσουν την εξάρτησή τους από εξωτερικούς πόρους και να ελαχιστοποιήσουν τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Με την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων και έξυπνων αυτοματισμών, τα αυτόνομα κτίρια μπορούν να συμβάλουν σημαντικά σε ένα βιώσιμο μέλλον ζωής με ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια. Ακολουθούν ορισμένοι τρόποι με τους οποίους τα αυτόνομα κτίρια επιτυγχάνουν αυτούς τους στόχους:

- **Ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας:** Τα αυτόνομα κτίρια συνήθως ενσωματώνουν διάφορες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως ηλιακούς συλλέκτες, ανεμογεννήτριες, γεωθερμικά συστήματα ή ακόμη και υδροηλεκτρική ενέργεια μικρής κλίμακας. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν στο κτίριο να παράγει τη δική του ενέργεια, μειώνοντας ή εξαλείφοντας την εξάρτησή του από το παραδοσιακό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και τα ορυκτά καύσιμα.
- **Ενεργειακή απόδοση:** Τα αυτόνομα κτίρια έχουν σχεδιαστεί για να είναι υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Χρησιμοποιούν υπερσύγχρονη μόνωση, ενεργειακά αποδοτικά παράθυρα και παθητικό ηλιακό σχεδιασμό για τη βελτιστοποίηση της θέρμανσης, της ψύξης και του φωτισμού. Επιπλέον, τα προηγμένα συστήματα διαχείρισης ενέργειας και οι έξυπνοι αισθητήρες συμβάλλουν στη ρύθμιση της χρήσης ενέργειας προσαρμόζοντας τον φωτισμό, τη θερμοκρασία και τον αερισμό με βάση τις συνθήκες πληρότητας και πραγματικού χρόνου.
- **Αποθήκευση ενέργειας:** Για να εξασφαλιστεί η συνεχής παροχή ενέργειας, τα αυτόνομα κτίρια συχνά ενσωματώνουν λύσεις αποθήκευσης ενέργειας, όπως μπαταρίες ή συστήματα θερμικής αποθήκευσης. Αυτά επιτρέπουν την αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας που παράγεται κατά τις ώρες αιχμής για μελλοντική χρήση, όταν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενδέχεται να μην είναι άμεσα διαθέσιμες.
- **Έξυπνος αυτοματισμός και έλεγχοι:** Τα αυτόνομα κτίρια χρησιμοποιούν έξυπνα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου για τη διαχείριση διαφόρων πτυχών της χρήσης ενέργειας. Αυτά τα συστήματα μπορούν αυτόνομα να βελτιστοποιούν την κατανάλωση ενέργειας, να αλλάζουν μεταξύ πηγών ενέργειας και να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες και τα πρότυπα πληρότητας.
- **Απόδοση νερού:** Εκτός από την ενέργεια, τα αυτόνομα κτίρια μπορούν επίσης να επικεντρωθούν στην απόδοση του νερού. Μπορούν να εφαρμόσουν συσκευές εξοικονόμησης νερού, συστήματα συλλογής βρόχινου νερού και ανακύκλωση γκρίζου νερού για να μειώσουν τη συνολική κατανάλωση νερού.
- **Αλληλεπίδραση δικτύου:** Ενώ τα αυτόνομα κτίρια προσπαθούν για ενεργειακή ανεξαρτησία, μπορούν ακόμα να συνδεθούν στο κύριο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορούν να τροφοδοτήσουν την πλεονάζουσα ενέργεια πίσω στο δίκτυο, να γίνουν ενεργοί συνεισφέροντες στον συνολικό ενεργειακό εφοδιασμό και να κερδίζουν δυναμικά έσοδα μέσω της καθαρής μέτρησης ή των τιμολογίων τροφοδοσίας.
- **Ανθεκτικότητα και ασφάλεια:** Η αυτονομία αυτών των κτιρίων παρέχει μεγαλύτερη ενεργειακή ανθεκτικότητα και ασφάλεια, καθώς είναι λιγότερο ευάλωτα σε διαταραχές στον εξωτερικό ενεργειακό εφοδιασμό. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιόδους φυσικών καταστροφών ή άλλων καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.
- **Εξοικονόμηση κόστους:** Αν και η αρχική επένδυση για την κατασκευή ενός αυτόνομου κτηρίου μπορεί να είναι υψηλότερη, με την πάροδο του χρόνου, αυτά τα κτίρια μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους λόγω μειωμένων λογαριασμών ενέργειας και χαμηλότερων εξόδων συντήρησης.

- Επίδειξη βιώσιμων πρακτικών: Τα αυτόνομα κτίρια χρησιμεύουν ως ζωντανά παραδείγματα βιώσιμης διαβίωσης και υιοθέτησης πράσινης τεχνολογίας, εμπνέοντας άλλους να ακολουθήσουν το παράδειγμά τους και να προωθήσουν μια ευρύτερη κουλτούρα βιωσιμότητας.

Συνδυάζοντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μέτρα ενεργειακής απόδοσης και έξυπνες τεχνολογίες, τα αυτόνομα κτίρια συμβάλλουν σε ένα πιο βιώσιμο και ανθεκτικό μέλλον διαβίωσης, συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και στην προώθηση ενός καθαρότερου και πιο πράσινου περιβάλλοντος για τις επόμενες γενιές.

«Modern Thermal Energy Storage Systems Dedicated to Autonomous Buildings by Michal Musial, Lech Licholai and Dušan Katunský in Energies at 05/2023»

«Dissertation Master in Civil Engineering Energy Autonomous Buildings House Project By Gabriela Patricia Leite Teixeira in 06/2021»

Ενεργειακή Ανεξαρτησία.

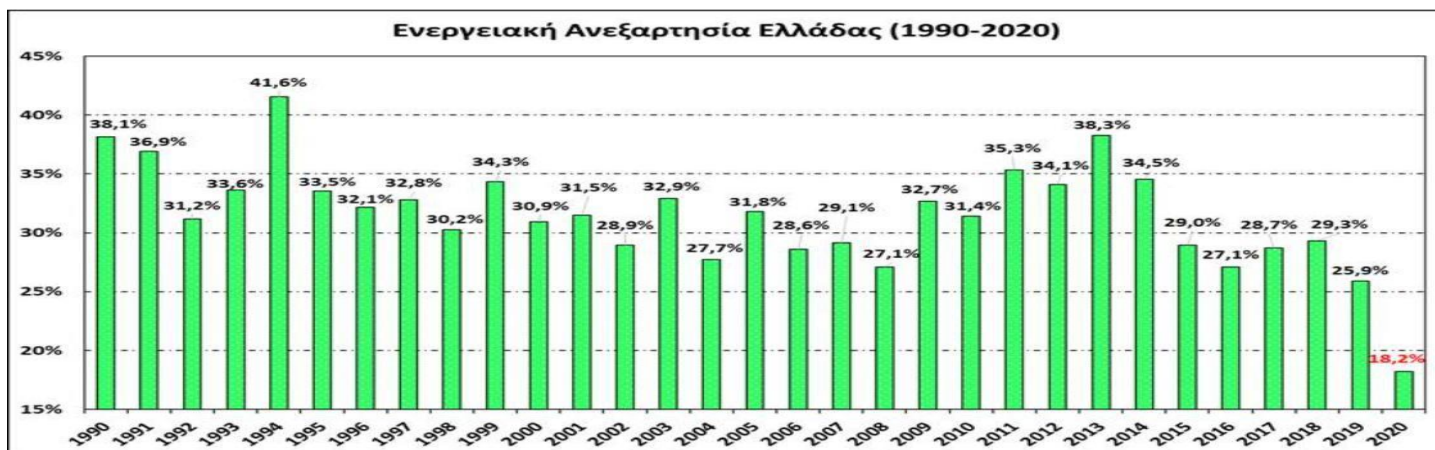
Η ενεργειακή ανεξαρτησία αναφέρεται σε ένα κράτος όπου μια χώρα ή περιοχή παράγει και καταναλώνει τους ενεργειακούς πόρους της χωρίς να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε εξωτερικές πηγές. Θεωρείται σημαντικό για διάφορους λόγους:

- Εθνική Ασφάλεια: Η ενεργειακή ανεξαρτησία μειώνει την ευπάθεια μιας χώρας σε διαταραχές στην παγκόσμια αγορά ενέργειας. Η μεγάλη εξάρτηση από την εισαγόμενη ενέργεια αφήνει ένα έθνος επιρρεπές σε πολιτική αστάθεια, συγκρούσεις ή εμπορικές διαμάχες σε περιοχές πλούσιες σε ενέργεια. Με την επίτευξη ενεργειακής ανεξαρτησίας, μια χώρα μπορεί να εξασφαλίσει έναν ασφαλή και αξιόπιστο ενεργειακό εφοδιασμό, ενισχύοντας την εθνική της ασφάλεια.
- Οικονομική σταθερότητα: Η ενεργειακή ανεξαρτησία προάγει την οικονομική σταθερότητα μειώνοντας την εξάρτηση από τις κυμαινόμενες παγκόσμιες τιμές ενέργειας. Όταν μια χώρα βασίζεται λιγότερο στην εισαγόμενη ενέργεια, εκτίθεται λιγότερο σε κραδασμούς τιμών και αστάθεια της αγοράς. Αυτή η σταθερότητα επιτρέπει καλύτερο οικονομικό σχεδιασμό, ενθαρρύνει τις επενδύσεις σε εγχώριες ενεργειακές υποδομές και προωθεί τη δημιουργία θέσεων εργασίας στον ενεργειακό τομέα.
- Προσιτές τιμές ενέργειας: Η ενεργειακή ανεξαρτησία μπορεί να βοηθήσει στον μετριασμό των επιπτώσεων του αυξανόμενου ενεργειακού κόστους. Με τη διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας και τη μείωση της εξάρτησης από την εισαγόμενη ενέργεια, μια χώρα μπορεί να έχει μεγαλύτερο έλεγχο στις τιμές της ενέργειας της. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πιο προσιτή ενέργεια για τις επιχειρήσεις, τις βιομηχανίες και τα νοικοκυριά, μειώνοντας την επιβάρυνση των καταναλωτών και υποστηρίζοντας την οικονομική ανάπτυξη.
- Περιβαλλοντική βιωσιμότητα: Η επίτευξη ενεργειακής ανεξαρτησίας συχνά περιλαμβάνει διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας και μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα. Η μετάβαση σε καθαρότερες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική ή η γεωθερμική ενέργεια, μπορεί να συμβάλει στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και μετριάζοντας τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

«Η Ενεργειακή Ασφάλεια της Ελλάδας και Προτάσεις για την Βελτίωσή της Έκθεση του IENE στο Πλαίσιο Εκπόνησης του Μακροχρόνιου Ενεργειακού Σχεδιασμού της Ελλάδας από την Εθνική Επιτροπή για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) Αθήνα, Νοέμβριος 2018»

Η ενεργειακή ανεξαρτησία στην χώρα μας βρίσκεται σε χαμηλά αρκετά χαμηλά επίπεδα με βάση τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1: Ενεργειακή Ανεξαρτησία της Χώρας μας Από το 1990 έως το 2020



Πηγή: Η Ενεργειακή Κατάσταση της Ελλάδας • Πόσο ασφαλής & οικονομικά βιώσιμη είναι η επιχειρούμενη Ενεργειακή Μετάβαση: Ετήσια Έκθεση Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας & Προστασίας Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής από Ιωάννης Κ. Καλδέλλης, Δέσποινα Μπουλογιόργου, Παναγιώτης Τριανταφύλλου Εργαστήριο Ήπιων Μορφών Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής 02/2022

Με βάση τα στοιχεία αυτού του πίνακα γίνεται φανερό η εξάρτηση της χώρας μας από τις εισαγωγές σε ενέργεια, όπου με το πέρασμα των ετών αντί να υπάρχει αύξηση του ποσοστού αλλά αντίθετα να κατορθώνει το 2020 να έχει μόλις 18,2%. Αυτό το αποτέλεσμα σε μια χώρα μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην οικονομική ευημερία

της χώρας μπορεί κάποιος να πάρει το παράδειγμα από το εμπάργκο πετρελαίου που είχε γίνει το 1973 που αύξησε σημαντικά τις τιμές των καυσίμων και είχε σημαντικό αντίκτυπο στην παγκόσμια αγορά ενέργειας ήταν η πετρελαϊκή κρίση του 1973. Αυτή η κρίση πυροδοτήθηκε από την απόφαση του Οργανισμού Αραβικών Χωρών Εξαγωγής Πετρελαίου (ΟΑΠΕC), που αποτελούνταν από πολλά αραβικά έθνη, να επιβάλει εμπάργκο πετρελαίου στις χώρες που υποστηρίζουν το Ισραήλ κατά τη διάρκεια του πολέμου του Γιομ Κιπούρ.

Ο πόλεμος του Γιομ Κιπούρ ξεκίνησε στις 6 Οκτωβρίου 1973, όταν η Αίγυπτος και η Συρία εξαπέλυσαν αιφνιδιαστική επίθεση στο Ισραήλ. Ως απάντηση σε αυτή τη σύγκρουση, ο ΟΑΠΕC ανακοίνωσε εμπάργκο πετρελαίου κατά των Ηνωμένων Πολιτειών, του Καναδά και πολλών ευρωπαϊκών χωρών που θεωρήθηκε ότι υποστηρίζουν το Ισραήλ. Μείωσαν επίσης την παραγωγή πετρελαίου και διέκοψαν τις εξαγωγές σε αυτά τα έθνη.

Το εμπάργκο πετρελαίου είχε βαθιές επιπτώσεις στην παγκόσμια αγορά ενέργειας, οδηγώντας σε απότομη αύξηση των τιμών του πετρελαίου. Οι πληγείσες χώρες αντιμετώπισαν σοβαρές ελλείψεις καυσίμων, μεγάλες ουρές στα βενζινάδικα και οικονομική αναταραχή. Η κρίση εξέθεσε επίσης τα τρωτά σημεία των χωρών που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις εισαγωγές πετρελαίου και τόνισε τη σημασία της ενεργειακής ασφάλειας και διαφοροποίησης.

[«https://www.kathimerini.gr/world/1039669/i-proti-petrelaiki-krisi»](https://www.kathimerini.gr/world/1039669/i-proti-petrelaiki-krisi)

Οικονομικό - Περιβαλλοντικό Όφελος Επενδύσεων σε ΑΠΕ

Οικονομικό όφελος

Η επένδυση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) μπορεί να αποφέρει διάφορα οικονομικά οφέλη για ιδιώτες, επιχειρήσεις και κυβερνήσεις. Αυτά τα οφέλη προέρχονται από την εξοικονόμηση κόστους, τη δημιουργία εσόδων και τους μειωμένους οικονομικούς κινδύνους που συνδέονται με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Ορισμένα από τα βασικά οικονομικά οφέλη από την επένδυση σε ΑΠΕ είναι η Εξοικονόμηση κόστους στους λογαριασμούς ενέργειας:

Ένα από τα κύρια οικονομικά οφέλη των ΑΠΕ είναι η δυνατότητα εξοικονόμησης κόστους ενέργειας. Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές όπως η ηλιακή, η αιολική ή η γεωθερμία μπορεί να μειώσει ή να εξαλείψει σημαντικά τους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας για τους ιδιοκτήτες και τις επιχειρήσεις μακροπρόθεσμα. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα σε περιοχές με άφθονους φυσικούς πόρους κατάλληλους για παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας. Ιδιαίτερη βάση στην εφαρμογή παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ είναι τα Φωτοβολταϊκά με τις Ανεμογεννήτριες να έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό εγκατάστασης στην χώρα μας με χρήση κυρίως για πώληση της ενέργειας και αλλά με αντιστάθμιση της ενέργειας που καταναλώνετε από οικήματα ή επιχειρήσεις με την εφαρμογή διάφορων προγραμμάτων που παρότρυναν τους επενδυτές να προχωρήσουν σε τέτοιες επενδύσεις, τέτοια προγράμματα είναι net metering ή feed-in tariff, τα οποία επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες κατοικιών με ΑΠΕ να τροφοδοτούν την περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν πίσω στο δίκτυο. Σε αντάλλαγμα, οι ιδιοκτήτες κατοικιών λαμβάνουν πίστωση ή πληρωμές από την εταιρεία κοινής ωφέλειας.

[«https://greenpowersystems.com/resources/financial-incentives-2/financial-incentives/net-metering-feed-in-tariff-fit/»](https://greenpowersystems.com/resources/financial-incentives-2/financial-incentives/net-metering-feed-in-tariff-fit/)

«Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience By Manuel Frondel, Nolan Ritter, Christoph M. Schmidt, Colin Vance in Energy Policy at 08/2010»

Επίσης συμβάλουν στην δημιουργία ενός σταθερού και προβλέψιμου ενεργειακού κόστους είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Οι τιμές των ορυκτών καυσίμων μπορεί να είναι εξαιρετικά ασταθείς λόγω παραγόντων όπως οι γεωπολιτικές εντάσεις, οι διακοπές της προσφοράς και οι αλλαγές στην παγκόσμια ζήτηση. Αυτές οι διακυμάνσεις μπορεί να οδηγήσουν σε αβεβαιότητα και οικονομικούς κινδύνους για τους ιδιοκτήτες κατοικιών, τις επιχειρήσεις και τις εταιρείες κοινής ωφέλειας που στηρίζονται σε μεγάλο βαθμό στα ορυκτά καύσιμα. Η σταθερότητα του κόστους των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη ενεργειακή ασφάλεια για χώρες που βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Διαφοροποιώντας το ενεργειακό τους μείγμα με ανανεώσιμες πηγές, τα έθνη μπορούν να μειώσουν την ευαλωτότητά τους σε διαταραχές της παγκόσμιας αγοράς ενέργειας και γεωπολιτικούς κινδύνους.

Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που επωφελή την επένδυση σε ΑΠΕ είναι τα σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη αποφεύγοντας το εξωτερικό κόστος που σχετίζεται με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Τα ορυκτά καύσιμα παράγουν επιβλαβείς εκπομπές, συμβάλλοντας στην ατμοσφαιρική ρύπανση, την κλιματική αλλαγή και την υποβάθμιση του οικοσυστήματος. Με την υιοθέτηση καθαρότερων εναλλακτικών λύσεων, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, οι κοινωνίες μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα του αέρα, να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να προστατεύσουν τους φυσικούς οικοτόπους, οδηγώντας σε ενισχυμένη δημόσια υγεία, διατήρηση της βιοποικιλότητας και υπηρεσίες οικοσυστήματος.

«The long-term impact of the market stability reserve on the EU emission trading system By Kenneth Bruninx, Marten Ovaere, Erik Delarue in Energy Economics at 06/2020»

Επειτα συμβάλουν και στην δημιουργία θέσεων εργασίας και οικονομική ανάπτυξη έχει αναδειχθεί ως ισχυρός καταλύτης για τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την οικονομική ανάπτυξη, οδηγώντας την ανάπτυξη νέων βιομηχανιών και ενισχύοντας τους υπάρχοντες τομείς. Καθώς οι κυβερνήσεις και οι επιχειρήσεις αναγνωρίζουν όλο και περισσότερο τις δυνατότητες των ΑΠΕ για την αντιμετώπιση ενεργειακών και περιβαλλοντικών προκλήσεων, οι

επενδύσεις σε τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν αυξηθεί, δημιουργώντας αρκετές ευκαιρίες απασχόλησης και τονώνοντας την οικονομική δραστηριότητα με δημιουργία νέων βιομηχανιών με εξειδίκευση στην εγκατάσταση και κατασκευή έργων για εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενισχύουν τοπικές κοινωνίες με την εμφάνιση νέων εργασιών για την διασφάλιση και έλεγχο της λειτουργίας των συστημάτων.

«*Green jobs? Economic impacts of renewable energy in Germany* By Ulrike Lehr, Christian Lutz & Dietmar Edler in *Energy Policy* At 08/2012»

Συνολικά, τα οικονομικά οφέλη από την επένδυση σε ΑΠΕ εκτείνονται πέρα από την ατομική εξοικονόμηση κόστους, περιλαμβάνοντας την οικονομική ανάπτυξη, τη δημιουργία θέσεων εργασίας, την περιβαλλοντική εξοικονόμηση και τους μειωμένους χρηματοοικονομικούς κινδύνους. Καθώς οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνεχίζουν να προοδεύουν και να γίνονται πιο ανταγωνιστικές ως προς το κόστος, τα οικονομικά τους πλεονεκτήματα θα γίνονται όλο και πιο επιτακτικά για ένα ευρύτερο φάσμα ενδιαφερομένων.

Περιβαλλοντικό Όφελος

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προσφέρουν πολυάριθμα περιβαλλοντικά οφέλη, γεγονός που τις καθιστά κρίσιμη συνιστώσα των προσπαθειών για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και την προστασία του περιβάλλοντος. Τα βασικά περιβαλλοντικά οφέλη των ΑΠΕ περιλαμβάνουν ένα από τα πιο βασικά ζητήματα την Μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου: Το πρωταρχικό περιβαλλοντικό όφελος από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και άλλα αέρια θερμοκηπίου όταν καίγονται, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική και η γεωθερμία, παράγουν ελάχιστες έως καθόλου άμεσες εκπομπές κατά τη λειτουργία. Με τη στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μπορούμε να μετριάσουμε τον ρυθμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη και τις δυσμενείς επιπτώσεις της στο κλίμα επιπρόσθετα έχουμε βελτίωση της ποιότητας του αέρα με την απομάκρυνση από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και η καύση φυσικού αερίου αποφεύγουμε την παράγωγή από επιβλαβείς ατμοσφαιρικούς ρύπους, όπως το διοξείδιο του θείου (SO₂), τα οξειδία του αζώτου (NO_x) και τα σωματίδια (PM). Αυτοί οι ρύποι συμβάλλουν στην αιθαλομίχλη, την όξινη βροχή και τις αναπνευστικές ασθένειες, με την υιοθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βελτιώνετε σημαντικά η ποιότητα του αέρα, μειώνοντας τη συχνότητα εμφάνισης προβλημάτων υγείας που σχετίζονται με την κακή ατμοσφαιρική ρύπανση.

«*Renewable Energy Green Innovation, Fossil Energy Consumption, and Air Pollution—Spatial Empirical Analysis Based on China* By Neng Shen, Yifan Wang, Hui Peng and Zhiping Hou in *Sustainability* at 08/2020»

«*Environmental Impacts of Renewable Energy Technologies* By Ewa Klugmann-Radziemska Gdansk University of Technology, Faculty of Chemistry 2014 5th International Conference on Environmental Science and Technology»

Επιπλέον έχουμε εξοικονόμηση και ποιότητα νερού, διότι η εξόρυξη – επεξεργασία ορυκτών καυσίμων συχνά απαιτούν τεράστιες ποσότητες νερού, οδηγώντας σε εξάντληση και μόλυνση του νερού, σε αντίθεση με τις περισσότερες τεχνολογίες ΑΠΕ που έχουν ελάχιστη χρήση νερού, ιδιαίτερα με την ηλιακή και την αιολική ενέργεια, η διατήρηση των υδάτινων πόρων προστατεύει τα υδάτινα οικοσυστήματα και διασφαλίζει την πρόσβαση των κοινοτήτων σε καθαρό νερό. Ένα ακόμα σημαντικό είναι η διατήρηση των οικοτόπων και της βιοποικιλότητας, εάν συνεχιστή η ανάπτυξη των πόρων ορυκτών καυσίμων μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή και κατακερματισμό των οικοτόπων, θέτοντας σε κίνδυνο την άγρια ζωή και απειλώντας τη βιοποικιλότητα. Σε σχέση με έργα ανάπτυξης ΑΠΕ όταν σχεδιάζονται υπεύθυνα, έχουν μικρότερο οικολογικό αποτύπωμα και μπορούν να συνυπάρξουν πιο αρμονικά με τους φυσικούς οικοτόπους, συμβάλλοντας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

«<https://www.nrdc.org/stories/fossil-fuels-dirty-facts#sec-what-is>»

«*There's a Biodiversity Crisis, and Oil and Gas Are Making It Worse* By Alison Cagle in *Earthjustice* 03/2023»

Τέλος η συμβολή των ΑΠΕ προσφέρουν βιώσιμη αξιοποίηση των πόρων η οποία είναι μια θεμελιώδης πτυχή που τις ξεχωρίζει από τα πεπερασμένα ορυκτά καύσιμα, διότι η πηγές του προέρχονται που είναι άφθονοι στην φύση ή έχουν γρήγορη αναπλήρωση, με αυτό το σύστημα εξασφαλίζουμε σε μια μακροχρόνια περίοδο την διατήρηση των πόρων ώστε να παραμένουν ανεξάντλητη, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα που εξαιτίας της χρονοβόρας αναπλήρωσης των πόρων τους υπάρχει κίνδυνος να εξαντληθούν.

Συνοπτικά, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας. Προσφέρουν μια πορεία προς ένα καθαρότερο, πιο βιώσιμο μέλλον μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα και του νερού, διατηρώντας τους πόρους και διατηρώντας τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα. Η μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι απαραίτητη για την προώθηση ενός πιο υγιούς πλανήτη και τη δημιουργία μιας πιο ανθεκτικής και βιώσιμης παγκόσμιας κοινότητας.

«*Effect of wide observation of nature in renewable energy engineering education* by Yeganeh Ghandriz, Seyed Mohamadreza Ziaiean Noorbakhsh, Roghayeh Gavagsaz-Ghoachani & Matheepot Phattanasak Conference: 2021 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics»

Στόχος Μελέτης

Η μελέτη που κάνουμε σε αυτή την εργασία αφορά στην επίτευξη ενός αυτόνομου οικήματος στον ενεργειακό τομέα, με την χρήση Φωτοβολταϊκού συστήματος σε συνδυασμό με την χρήση συσσωρευτών για

αποθήκευση ενέργειας για χρήση της σε ώρες που δεν υπάρχει παραγωγή ενέργειας από το φωτοβολταϊκό. Αυτό που θα εξετάσουμε είναι:

- Το σύστημα που θα εφαρμοστεί να έχει την δυνατότητα να παρέχει ενέργεια σε οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας ώστε να καλύπτεται πλήρως η ζήτηση του οικήματος για να θεωρείται αυτόνομο και να μην υπάρχουν θέματα στην ασφάλεια παροχής.
- Την οικονομική αποδοτικότητα του συστήματος που θα εγκατασταθεί για να καλύψει πλήρως την ενέργεια που θα γινόταν χρήση από γενικό δίκτυο της χώρα όπου σαν έσοδο θεωρείτε το κόστος που θα πλήρωνε για την αυτήν. Ωστε να δούμε μέσα στα επόμενα έτη αν η ενέργεια που μας καλύπτει το σύστημα θα μας κοστίζει λιγότερο η περισσότερο με βάση τα χρόνια που θα επιλέξουμε να εξετάσουμε οικονομικά την επένδυση και αν εντέλει γίνεται απόσβεση του συνολικού κόστους σε παρούσες αξίες με βάση τις προδιαγραφές που θα θέσουμε στην οικονομοτεχνική για να έχουμε μια πλήρη εικόνα για την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης.
- Περιβαλλοντική συνεισφορά που προσφέρει η εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που θα έχει σε σύγκριση με την παροχή αυτής από το γενικό δίκτυο με βάση το ενεργειακό μείγμα κατανάλωσης στην χώρα μας και την εξέταση της έκτασης χρήσης γης για την κάλυψη της ζήτησης του οικήματος με το σύστημα που θα εγκατασταθεί σε σύγκριση με το γενικό δίκτυο.

Μεθοδολογία

Ανασκόπηση Μεθοδολογίας

Σκοπός της εργασίας όπως έχουμε αναφέρει είναι η επίτευξη ενός συστήματος Φωτοβολταϊκού σταθμού με σύστημα αποθήκευσης για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός οικήματος χωρίς την χρήση του δικτύου. Αυτό που πρέπει να εξετάσουμε πρώτα είναι:

1. Προσέγγιση της ζήτησης της ενέργειας που θέλουμε να καλύψουμε, αυτό θα γίνει με ανάλυση των εκκαθαριστικών τιμολογίων παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα χρόνο για να βρεθεί ποια είναι η συνολική ζήτηση μέσα σε ένα χρόνο, στην συνέχεια θα πρέπει να γίνει ανάλυση των ηλεκτρονικών συσκευών του σπιτιού για την ισχύ που έχουν και στην συνέχεια καταγραφή το προφίλ καταναλωτή για 5 – 10 ημέρες ανά εποχή την διάρκεια χρήση των συσκευών που έχουμε καταγράψει μέσα στην μέρα του.
2. Την εύρεση της κατάλληλης τοποθέτησης του Φωτοβολταϊκού πλαισίου και δυναμικού της περιοχής, αυτό μπορεί να γίνει με την χρήση λογισμικού όπως είναι το RETScreen το οποίο λαμβάνει δεδομένα από διάφορους Μετεωρολογικούς σταθμούς σε παγκόσμιο επίπεδο με αποτέλεσμα να έχουμε μια βάση επεξεργασμένων δεδομένων για την δυναμικότητα της περιοχής για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Επιπλέον μπορούμε χρησιμοποιήσουμε την ηλιακή γεωμετρία για την εύρεση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και αζιμουθιακής θέσης του ηλίου και στην συνέχεια την προσέγγιση της κατάλληλης θέσης του συλλέκτη, στην συνέχεια με βάση τα στοιχεία από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) θα μπορέσουμε να προσεγγίσουμε των Μέσο όρο βροχοπτώσεων και πως αυτό επηρεάζει την απόδοση της ηλιακής ακτινοβολίας.
3. Εντοπισμός της δυναμικής του συστήματος που θα χρειαστούμε, για να γίνει αυτό θα πρέπει πρώτα να γνωρίζουμε το δυναμικό της ζήτησης που θέλουμε να καλύψουμε σε μια ημέρα με χαμηλό ηλιακό δυναμικό με μια μέση τιμή της ζήτησης, θα πρέπει να εξετάσουμε την ισχύ της μπαταρίας που μπορεί να καλύψει την ζήτηση με βάση τις απώλειες, στην συνέχεια με βάση την χωρητικότητα (kwh) της μπαταρίας που θέλουμε να φορτίσουμε θα το ορίσουμε ως το σημείο της ενέργειας που θέλουμε να παράγει το φωτοβολταϊκό σύστημα συμπεριλαμβάνοντας, τις απώλειες κατά την φόρτιση και τις λοιπές απώλειες του φ/β συστήματος για τον εντοπισμό της κατάλληλης ισχύς που θα τοποθετηθεί. Επειδή το σύστημα μας είναι αυτόνομο επιλέξαμε να έχουμε επί τέσσερα την χωρητικότητα της βασικής μπαταρίας για διασφάλιση της παροχής σε συνεχόμενη διάρκεια μη ηλιοφάνεια της περιοχής. Επίσης βασιστήκαμε και σε έναν αλγόριθμο συστήματος που πρωτεύων θα έχει την εξασφάλιση της φόρτισης των συσσωρευτών πάνω από το 95% και εφόσον μπορεί να υποστηρίξει την στιγμιαία ζήτηση ενέργειας να είναι απευθείας η μεταφορά ενέργειας από το φ/β σύστημα και αν όχι να υποστηρίζεται από τους συσσωρευτές.
4. Εντοπισμός της οικονομική απόδοσης για την συγκεκριμένη επένδυση θα πρέπει να εντοπίσουμε το συνολικό κόστος εγκατάστασης, στην συνέχεια να βρεθεί το κόστος υποστήριξης της λειτουργίας του συστήματος (Σταθερό & Μεταβλητό κόστος). Στην συνέχεια να βρεθεί το κόστος της ζήτησης που θέλουμε να καλύψουμε από το δίκτυο για να βρεθεί το ποσό της εξοικονόμησης (κέρδος) που πετυχαίνουμε, έπειτα με βάση στοιχεία δεδομένων να οριστεί επιτόκιο αναγωγής του κόστους της ενέργειας από το δίκτυο και λοιπών επιτοκίων για τον εντοπισμό στοιχείων για τα επόμενα έτη λειτουργίας. Στην συνέχεια με βάση τους οικονομικούς δείκτες απόδοσης επένδυσης θα εξετάσουμε το σύστημα που είναι το NPV, IRR & PR.
5. Εύρεση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του συστήματος σε σύγκριση με το δίκτυο για την παραγωγή ενέργειας, θα πρέπει να προσδιορίσουμε για το δίκτυο της εκπομπές CO2 για κάθε πηγή ενέργειας που περιλαμβάνεται στο ισοζύγιο ενέργειας της χώρας, στην συνέχεια να υπολογιστεί η συνολική ενέργεια που αποδίδει η κάθε πηγή ενέργειας για να δώσει μια μονάδα παραγωγής, έπειτα βάση των αποτελεσμάτων αποδιδόμενης ενέργειας

από κάθε πηγή, θα εντοπίσουμε και τις εκπομπές που έχουν. Στην συνέχεια θα πρέπει να γίνει εντοπισμός των εκπομπών του συστήματος μας, αλλά αυτό θα πρέπει να γίνει με βάση την ενέργεια που παράγεται από το ίδιο το σύστημα και στην συνέχεια να προσδιοριστούν οι εκπομπές CO₂ του συστήματος για κάθε μονάδα παραγωγής. Αυτό θα συγκριθεί με το δίκτυο για τον προσδιορισμό των εκπομπών σε κάθε χρήση ενέργειας. Επιπλέον θα εντοπίσουμε την χρήση γης που απαιτείται με βάση την ενέργεια που καταναλώνεται από το δίκτυο και θα το συγκρίνουμε με την χρήση γης του συστήματος που θα εγκαταστήσουμε για την παροχή αυτόνομης ενέργειας. Επίσης την κοινωνική σημασία της επένδυσης εξαιτίας των όσων προκαλούν τα ορυκτά καύσιμα περιβαλλοντικές βλάβες, ρύπανση, φαινόμενο θερμοκηπίου, θέματα υγείας κλπ.

6. Τέλος έχουμε τον προγραμματισμό του έργου, περιλαμβάνει συστηματική παρακολούθηση και αξιολόγηση της προόδου του έργου για να διασφαλιστεί ότι παραμένει σε καλό δρόμο και εκπληρώνει τους στόχους του. Μέσω της παρακολούθησης, οι βασικοί δείκτες απόδοσης και τα ορόσημα αξιολογούνται συνεχώς, επιτρέποντας τον έγκαιρο εντοπισμό τυχόν αποκλίσεων ή κινδύνων. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές έργων να εφαρμόσουν άμεσα διορθωτικά μέτρα, διασφαλίζοντας ότι το έργο παραμένει ευθυγραμμισμένο με το καθορισμένο σχέδιο.

Εύρεση της ζητούμενης ενέργειας

Για την επίτευξη ενός αυτόνομου οικήματος ενεργειακά με την χρήση Φωτοβολταϊκών συνδεδεμένα με συσσωρευτές αποθήκευσης (μπαταρίες). Παρακάτω θα δούμε τα βασικά βήματα που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

1. Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης: Προσδιορισμός των ενεργειακών αναγκών υπολογίζοντας το συνολικό φορτίο των συσκευών που θα καλύψει το σύστημα και στην συνέχεια να προσδιοριστεί το διάστημα χρήσης τους ανά ημέρα με βάση τις συνήθειες των κατοίκων του οικήματος.
2. Σχεδιασμός Φ/Β Συστήματος: Σχεδιασμός του Φ/Β συστήματος που θα χρειαστεί, ανάλογα του ενεργειακού δυναμικού της περιοχής για να καλύψει των σύνολο των ενεργειακών αναγκών, λαμβάνοντας υπόψη την θέση, την σκίαση, ο προσανατολισμός και τις λοιπές απώλειες του συστήματος.
3. Σχεδιασμός Συστήματος Μπαταριών: Προσδιορισμός της απαιτούμενης χωρητικότητα και τον τύπο των μπαταριών για την αποθήκευση ενέργειας που παράγεται από το Φ/Β σύστημα. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη παράγοντες όπως η χημεία της μπαταρίας, το βάθος εκφόρτισης και η διάρκεια ζωής.
4. Ελεγκτής φόρτισης: Για την ρύθμιση της ροής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά πάνελ προς τις μπαταρίες για να διασφαλίσετε ότι οι μπαταρίες δεν υπερφορτίζονται ή αποφορτίζονται.
5. Μετατροπέας: Για την μετατροπή της ισχύς συνεχούς ρεύματος από τα φωτοβολταϊκά πάνελ και τις μπαταρίες σε εναλλασσόμενο ρεύμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις συσκευές

«Calculations for a Grid-Connected Solar Energy System by Dr. Ed Franklin published at 2019 in The University of Arizona Cooperative Extension»

«A Comparative Review of Lead-Acid, Lithium-Ion and Ultra-Capacitor Technologies and Their Degradation Mechanisms by Ashleigh Townsend and Rupert Gouws, published at 2022 in MDPI»

Με την εύρεση στοιχείων μπορούμε να δούμε τις ανάγκες για ενέργεια που υπάρχουν στο οίκημα που μελετάμε, ώστε να προσαρμόσουμε ένα σύστημα με βάση τα στοιχεία αποδοτικότητας της περιοχής για να καλύψουμε την ζήτηση αυτή.

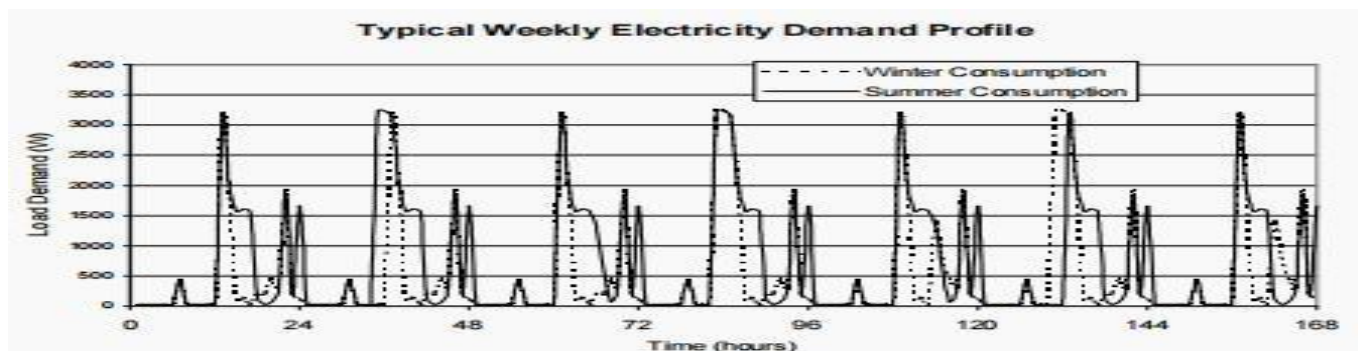
Για να βρεθεί η ζήτηση βάση της οποίας θα πρέπει να γίνει έρευνα αρχικά των καταναλώσεων που θέλουμε να καλύψουμε αυτό μπορεί να βρεθεί με διάφορους τρόπους. Ένας είναι στον εξωτερικό μετρητή κατανάλωσης που υπάρχει σε κάθε σπίτι να καταγράψουμε για μία συγκεκριμένη ημερομηνία την μέτρηση που έχει και να το επαναλάβουμε την επόμενη χρονιά την ίδια ημερομηνία, έτσι αφαιρώντας την τελευταία μέτρηση από την πρώτη θα μπορούμε να υπολογίσουμε πια είναι η κατανάλωση για ένα χρόνο. Επίσης μπορούμε να χρησιμοποιούμε ατομικούς μετρητές κατανάλωσης σε κάθε συσκευή του σπιτιού ώστε στο διάστημα ενός χρόνου να τις προσθέσουμε και να βρεθεί η κατανάλωση. Ένας άλλος τρόπος είναι από την έκδοση των εκκαθαριστικών λογαριασμών παροχής ενέργειας, είναι ένα είδος λογαριασμού που μας στέλνουν διάφορες επιχειρήσεις και οργανισμοί κοινής ωφέλειας. Η λογική του βασίζεται στο να γίνεται εκκαθάριση στις πληρωμές που μπορεί να οφειλή ο πελάτης με βάση την κατανάλωση που έχει γίνει σε περασμένο διάστημα. Ο λογαριασμός αυτός αφορά συνήθως ένα προκαθορισμένο διάστημα. Για παράδειγμα για την ΔΕΗ το διάστημα αυτό είναι κάθε τέσσερις μήνες. Γι' αυτό κάθε 4 μήνες ένας υπάλληλος της ΔΕΗ έρχεται και τσεκάρει τον εξωτερικό μετρητή για να δει τι κατανάλωση έχει γίνει και να προχωρήσουν στην έκδοση. Έτσι αν πάρουμε 3 εκκαθαριστικούς και τους προσθέσουμε θα γνωρίζουμε ποια θα είναι η κατανάλωση ενός χρόνου.

Στην συνέχεια θα πρέπει να γίνει μια καταγραφή όλων των ηλεκτρικών συσκευών του σπιτιού και την ισχύς που έχει κάθε συσκευή, στην συνέχεια επειδή σκοπός είναι να κάνουμε ένα σπίτι ενεργειακά αυτόνομο με την χρήση φωτοβολταϊκού παραγωγής ενέργειας και συσσωρευτών αποθήκευσης της ενέργειας αυτής πρέπει να έχουμε γνώση για κάθε μέρα την ζήτηση σε ενέργεια που χρειάζεται το οίκημα, έτσι θα πρέπει να γίνουν 4 διαφορετικά σενάρια που θα είναι 1 για κάθε εποχή του χρόνου, στα οποία θα αναλύετε το ενεργειακό προφίλ του καταναλωτή όπου θα πάρουμε 5 με 10 ημέρες για κάθε εποχή, οι οποίες θα είναι και οι βασικές μέρες που θα δείχνουν την ζήτηση πώς κυμαίνεται ανά ημέρα και πως αυτές διαφέρουν σε κάθε εποχή, διότι η ζήτηση για παράδειγμα είναι διαφορετική το

καλοκαίρι από το χειμώνα και αυτό οφείλεται στην χρήση διαφορετικών συσκευών που χρησιμοποιούν περισσότερο ή λιγότερο από την μια εποχή σε σχέση με την άλλη.

Ένα παράδειγμα ζήτησης είναι το παρακάτω το οποίο όμως είναι για τις 2 εποχές του χρόνου το Καλοκαίρι και το Χειμώνα που η ζήτηση για ενέργεια είναι σε σημαντικά επίπεδα εξαιτίας των καιρικών φαινομένων.

Εικόνα 7: Παράδειγμα Γραφήματος Ζήτησης Ενέργειας



Πηγή: «Optimum Sizing of a PV-Battery-Diesel Hybrid System for Remote Consumers Dimitrios ZAFIRAKIS, Kosmas KAVADIAS, Emilia KONDILI, John KALDELLIS in Third International Conference on Applied Energy - 16-18 May 2011 - Perugia, Italy»,
«Optimum sizing of stand-alone wind-photovoltaic hybrid systems for representative wind and solar potential cases of the Greek territory J.K. Kaldellis n, D. Zafirakis Published in Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 2012 »

Εύρεση της κατάλληλης θέσης του συλλέκτη ενέργειας – Ηλιακό Δυναμικό Περιοχής

Στην συνέχεια θα πρέπει να γίνει εντοπισμός της δυναμικής της περιοχής μελέτης, θα πρέπει να βρεθούν στοιχεία όπως ποιες είναι οι Ώρες Αιχμής του Ήλιου (PSH) στην περιοχή ενδιαφέροντος, δηλαδή το σύνολο από ώρες/ ημέρα που η ηλιακή απόδοση είναι περίπου 1000 w/m². Για να γίνει αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε με την λήψη δεδομένων ηλιακής ακτινοβολίας: Βρείτε μια αξιόπιστη πηγή για δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας ειδικά για την τοποθεσία σας. Αυτά τα δεδομένα είναι συνήθως διαθέσιμα από μετεωρολογικούς οργανισμούς, βάσεις δεδομένων ηλιακών πόρων ή παρόχους ηλιακής ενέργειας. Παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα ηλιακής ενέργειας που λαμβάνεται σε μια δεδομένη τοποθεσία κατά τη διάρκεια του έτους. Τέτοια πιστοποιημένα προγράμματα είναι το RETScreen το οποίο είναι εγκεκριμένο πρόγραμμα το οποίο αναπτύχθηκε στην Πολιτεία του Καναδά από την Natural Resources που διευκολύνει την αξιολόγηση, ανάλυση και βελτιστοποίηση έργων ανανεώσιμης ενέργειας και ενεργειακής απόδοσης.

«RETScreen Clean Energy Management Software https://energypedia.info/wiki/RETScreen_Clean_Energy_Management_Software»

«Standalone Photovoltaic System Sizing using Peak Sun Hour Method and Evaluation by TRNSYS Simulation, by Dimas Firmanda Al Riza, Syed Ihtsham-ul Haq Gilani in International Journal 2014»

Χρησιμοποιείται ευρέως από επαγγελματίες της ενεργειακής βιομηχανίας, συμπεριλαμβανομένων μηχανικών, συμβούλων και προγραμματιστών έργων. Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα μπορούμε να βρούμε την μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία για κάθε μήνα σε kWh/m²/Ημέρα, όπου μπορούμε να βρούμε από αυτό τις ώρες αιχμής από το τύπο:

$$\diamond Ed = Cfd * Hd * Psun \Rightarrow Cfd = Ed / (Hd * Psun). \text{ *Το περιγράφουμε παρακάτω}$$

Ed – Η συνολική ενέργεια / ημέρα

Cfd – Ο συντελεστής Αξιοποίησης / ημέρα

Hd – Ώρες / ημέρα

Psun – Ισχύς ήλιου

$$\diamond PSH = Cfd * Hd$$

«Capacity factors for electrical power generation from renewable and nonrenewable sources by Natanael Bolson, Pedro Prieto, and Tadeusz Patzek, Published December 20, 2022»

Επίσης μπορούμε να συγκρίνουμε και τα στοιχεία αυτά με διάφορες πηγές αριθμομηχανών υπολογισμού απόδοσης φωτοβολταϊκών, όπως είναι το Footprint Hero. Επιπλέον μπορεί να γίνει με την χρήση δεδομένων καταγραφικού από φωτοβολταϊκά που δραστηριοποιούνται στην ίδια περιοχή.

Μπορούμε ακόμα να χρησιμοποιήσουμε τα εργαλεία μέσω της ηλιακής γεωμετρίας για τον κατάλληλο εντοπισμό της κλίσης που θα πρέπει να έχουν τα πλαίσια για την καλύτερη απόδοση, που εξαρτάται από την γωνία πρόσπτωσης στην επιφάνεια.

Αρχικά θα χρειαστεί να γνωρίζουμε την τοποθεσία εγκατάστασης με συντεταγμένες, γεωγραφικό πλάτος & μήκος, όπου είναι τα ανάλογα X & Ψ σε ένα σύστημα αξόνων με στο X να είναι Βορράς – Νότος με ενδιάμεσο τον Ισημερινό και Ψ Δύση – Ανατολή με ενδιάμεσο τον Μεσημβρινό του Greenwich. Η κινήσεις της Γης είναι 2 η ημερήσια περιστροφή γύρο από τον άξονα της και η περιστροφή της γύρο από τον Ήλιο. Επιπλέον πρέπει να διαχωρίσουμε την σημασία Πολιτικός χρόνος και Ηλιακός χρόνος, ο πολιτικός χρόνος είναι αυτός που μετράμε στα ρολόγια μας δεν είναι σταθερός διαφέρει ανά περιοχή αναλόγως της γεωγραφικής του απόσταση από των μεσημβρινό

με δυτικά θετικό ενώ αρνητικό για ανατολικά. Για το πολιτικό χρόνο έχουμε 360° περιστροφή = 24 ώρες για κάθε ώρα το διάστημα τόξου είναι 15°. Ο χρόνος όμως ο οποίος περιγράφει την πραγματική θέση ενός γεωγραφικού σημείου στην επιφάνεια της Γης ως προς τον ήλιο ονομάζεται πραγματικός ή ηλιακός, ουσιαστικά περιγράφει την πραγματική θέση που έχει ένα γεωγραφικό σημείο ως προς τον ήλιο.

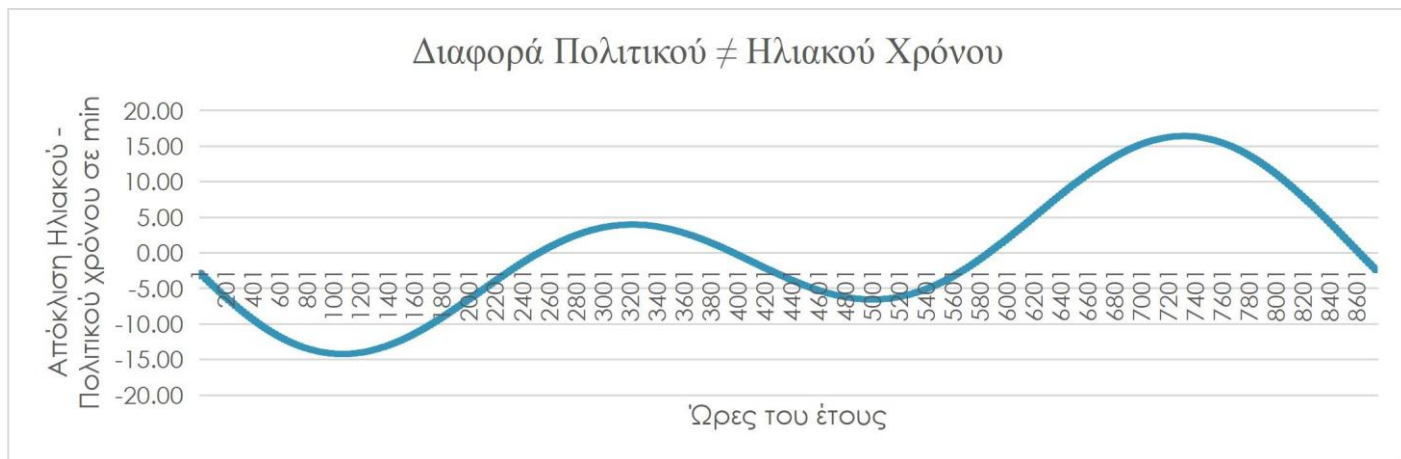
Στον πολιτικό χρόνο, η διάρκεια μιας πλήρους περιστροφής της Γης θεωρείται ακριβώς 24 ώρες. Ωστόσο, υπάρχει μια χρονική διαφορά μεταξύ της πολιτικής ώρας και της ηλιακής ώρας, η οποία ποικίλλει από μέρα σε μέρα κατά τη διάρκεια του έτους. Αυτή η χρονική διαφορά είναι γνωστή ως «Εξίσωση του Χρόνου». (E_t) που δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$E_t = 2,2918 \cdot (0,0075 + 0,1868 \cdot \sin(\Gamma) - 3,2077 \cdot \eta\mu(\Gamma) - 1,4615 \cdot \sin(2\Gamma) - 4,089 \cdot \eta\mu(2\Gamma))$$

Η παράμετρος Γ που εμφανίζεται στην εξίσωση προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$\Gamma = 360^\circ \cdot (n - 1) / 365 \text{ Όπου } n \text{ ο τρέχων αριθμός της ημέρας του έτους.}$$

Πίνακας 2: Διακύμανση απόκλισης ηλιακού-πολιτικού χρόνου συναρτήσει του τρέχοντος αριθμού ημέρας έτους.



Στην συνέχεια θα πρέπει να βρεθεί ο ηλιακός πραγματικός χρόνος συνάρτηση της ώρας του Greenwich.

$$t_{sol} = t_{std} + (\lambda_{std} - \lambda_{loc}) / 15 + (E_t / 60)$$

t_{sol} – ο ηλιακός (πραγματικός) χρόνος σε h

t_{std} – ο επίσημος χρόνος Greenwich της ζώνης σε h

λ_{std} – Γεωγραφικό μήκος περιοχής μελέτης σε μοίρες

λ_{loc} – η ζώνη ώρας στην οποία ανήκει η περιοχή μελέτης σε μοίρες (δυτικά του Greenwich θετικός αριθμός, ανατολικά αρνητικός)

E_t – Εξίσωση του χρόνου

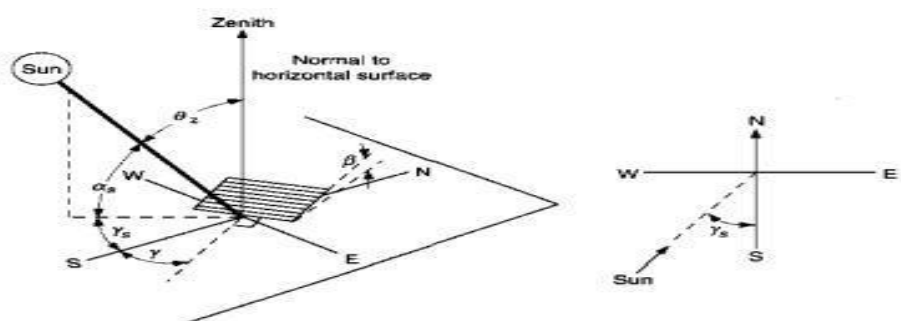
Έπειτα πρέπει να υπολογίσουμε την ωριαία γωνία (ω) από την σχέση:

$$\omega = (t_{sol} - 12) \cdot 15^\circ$$

Επιπλέον στην ετήσια διακύμανση της απόκλισης (δ) του άξονα της σε μοίρες δίνεται από την σχέση:

$\delta = 23,45 \cdot \eta\mu(360 \cdot (n + 284) / 365)$ όπου n ο τρέχων αριθμός της ημέρας του έτους. Αν περιοχή μελέτης βρίσκεται στο νότιο ημισφαίριο βάζουμε (- 23,45)

Εικόνα 8: Ζενιθιακή γωνία, κλίση, αζιμούθιο επιφάνειας, και ηλιακό αζιμούθιο για κεκλιμένη επιφάνεια, Κάτοψη όπου φαίνεται το ηλιακό αζιμούθιο.



Το ηλιακό ύψος β του ηλίου παίρνει τιμές από $0 - 90$ μοίρες η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στην ευθεία που ενώνει το εν λόγω γεωγραφικό σημείο με την θέση του ηλίου στον ορίζοντα.

Η γωνία ζενίθ θ_z του ηλίου παίρνει τιμές από $0 - 90$ μοίρες η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στην ευθεία που ενώνει το εν λόγω γεωγραφικό σημείο με την θέση του ηλίου στον ορίζοντα. Οι γωνίες θ_z & β είναι συμπληρωματικές δηλαδή έχουμε την σχέση: $\theta_z + \beta = 90^\circ$. Επίσης η γωνία θ_z είναι η ίδια που θα πρέπει να έχει ο ηλιακός συλλέκτης με το οριζόντιο έδαφος την συγκεκριμένη στιγμή, ώστε η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία να είναι κάθετη.

Το ηλιακό ύψος (β) υπολογίζεται από την σχέση:

$$\eta\mu(\beta) = \sigma\upsilon\nu(\varphi) * \sigma\upsilon\nu(\delta) * \sigma\upsilon\nu(\omega) + \eta\mu(\varphi) * \eta\mu(\delta)$$

φ – Γεωγραφικό πλάτος

ω – Ωριαία γωνία

δ – Απόκλιση

Για τον υπολογισμό του Αζιμούθιου του ήλιου (φ_s) υπολογίζεται από την σχέση:“

$$\eta\mu(\varphi_s) = (\sigma\upsilon\nu(\delta) * \eta\mu(\omega)) / \sigma\upsilon\nu(\beta)$$

δ – Απόκλιση

ω – Ωριαία γωνία

β – Ηλιακό ύψος

Τέλος τώρα αν θέλουμε να υπολογίσουμε την ηλιακή γωνία πρόσπτωσης (θ_i) προς μια κεκλιμένη ηλιακή επιφάνεια (θ_p) με συγκεκριμένο Αζιμούθιο (φ_p) δίνετε από την σχέση:

$$\sigma\upsilon\nu(\theta_i) = \sigma\upsilon\nu(\beta) * \eta\mu(\theta_p) * \sigma\upsilon\nu(\gamma) + \eta\mu(\beta) * \sigma\upsilon\nu(\theta_p)$$

$$\gamma = \varphi_s - \varphi_p$$

β – ηλιακό ύψος

θ_p – γωνία επιφάνειας συλλέκτη με το έδαφος

φ_s – Αζιμούθιο ηλίου

φ_p – Αζιμούθιο επιφάνειας συλλέκτη

Όσο πιο κοντά στο μηδέν βρίσκονται τα αποτελέσματα για την γωνία θ_i τόσο καλύτερη είναι η απόδοση στην συγκεκριμένη γωνιακή κλίση του συλλέκτη. Διότι θ_i αντιπροσωπεύει την απόσταση του Ηλιακού ύψους από την κάθετη ακτίνα του ήλιου στο συλλέκτη. Η κάθετη ακτίνα του ηλίου σε συλλέκτη θεωρούμε ότι η απόδοση του ήλιου είναι στο 100%, δηλαδή 1000 w/m^2 .

«Κατσαπρακάκης, Δ., & Μονιάκης, Μ. (2015). Ηλιακή γεωμετρία και ακτινοβολία [Κεφάλαιο]. Στο Κατσαπρακάκης, Δ., & Μονιάκης, Μ. 2015. Θέρμανση - ψύξη - κλιματισμός [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.»

«Ελληνική Δημοκρατία Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας, Εργαστήριο ήπιων μορφών ενέργειας, Ενότητα: Υπολογισμός Ηλιακής Ακτινοβολίας, Ταουσανίδης Νίκος, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών & Βιομηχανικού Σχεδιασμού»

Πράγματι όπως αναφέραμε η μέγιστη δυναμική του ήλιου είναι 1000 w/m^2 , κάτι που όμως δεν μπορεί να ισχύει πάντα διότι υπάρχουν συνιστώσες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν, όπως είναι προσδιορισμός της διάρκειας σε ηλιοφάνεια στην συγκεκριμένη περιοχή για κάθε μήνα, αλλά επηρεάζεται και από το μαγνητικά πεδία της Γης που μπορούν να διαστρεβλώσουν την ηλιακή ακτινοβολία.

Οι τιμές για την ηλιοφάνεια μπορούμε να τις προσδιορίσουμε με βάση από κλιματικά δεδομένα με στοιχεία που να αναφέρουν για κάθε μήνα το μέσο όρο ημερών με βροχή μεγαλύτερη από 1 mm το οποίο θα υποδεικνύει ότι τις ημέρες αυτές υπάρχουν σύννεφα που εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία.

Αν για παράδειγμα τον μήνα Δεκέμβριο ο μέσο όρος ημερών βροχοπτώσεων είναι 10 αυτό συμβάλει στην μείωση της ηλιακής απόδοσης του συνόλου του μήνα από το 100% σε ποσοστό $= (31-10)/31 = 67,7\%$. Στην χώρα μας με τα στοιχεία από 21 Μετεωρολογικούς Σταθμούς από διάφορα σημεία στην Ελλάδα.



Πηγή: http://www.emy.gr/emv/en/climatology/climatology_city

Εντοπισμός της δυναμικής του συστήματος

Για τον υπολογισμό της ενέργειας που μπορεί να παράγει μια μονάδα παραγωγής ενέργειας θα χρησιμοποιήσουμε το παρακάτω τύπο:

$$E_{all} = C_f * H_{year} * P_{pv}$$

- E_{all} – Η παραγόμενη ενέργεια από τον σταθμό παραγωγής
- C_f – Ο συντελεστής αξιοποίησης του σταθμού
- P_{pv} – Η ισχύς Φ/Β σταθμού παραγωγής
- H_{year} – Ωρες του χρόνου

Ο Συντελεστής αξιοποίησης (C_f) εκφράζεται ως ποσοστό και αντιπροσωπεύει την πραγματική ποσότητα ενέργειας που παράγει μια μονάδα ηλεκτροπαραγωγής σε μια δεδομένη χρονική περίοδο, διαιρούμενη με την ποσότητα ενέργειας που θα μπορούσε να παράγει η μονάδα εάν λειτουργούσε πλήρως χωρητικότητας για την ίδια χρονική περίοδο. π.χ. (Μέρα, Μήνα & Έτος). Συνήθως για τα Φ/Β συστήματα στην χώρα μας είναι στο (18 – 20) % . Οι συντελεστές αξιοποίησης ποικίλουν σημαντικά ανάλογα με τον τύπο του καυσίμου που χρησιμοποιείται και τον σχεδιασμό της εγκατάστασης. Ο συντελεστής χωρητικότητας δεν πρέπει να συγχέεται με τον συντελεστή διαθεσιμότητας, πίστωσης χωρητικότητας (δυναμικότητα επιχείρησης) ή με την αποδοτικότητα.

«Capacity factors for electrical power generation from renewable and nonrenewable sources by Natanael Bolson, Pedro Prieto, and Tadeusz Patzek, Published December 20, 2022»

Η επιλογή για το σύνολο των συσσωρευτών εξαρτάται:

$$P_{Batteries} = E_{all} / (\%DOD * \% SE * Ah * V).$$

- $P_{Batteries}$ & $E_{Batteries}$ – Σύνολο Συσσωρευτών & Σύνολο Kwh
- E_{all} – Ενεργειακή Ζήτηση
- $\%DOD$ – Βάθος Εκφόρτισης
- $\% SE$ – Βαθμός Απόδοσης Συσσωρευτών
- Ah – αμπέρ ώρες
- V – Τάση Συσσωρευτών

«Book: Solar energy : renewable energy and the environment Robert Foster [et al.]»

«Techno-Economic Analysis of Standalone Solar Photovoltaic-Wind-Biogas Hybrid Renewable Energy System for Community Energy Requirement by Vijay Mudgal, K. S. Reddy and T. K. Mallick published in Future Cities and Environment 2019»

Στην Επιλογή για το σύνολο των ηλιακών πλαισίων που θα χρειαστεί εξαρτάται από το σύνολο των Ωρών που η ηλιακή απόδοση είναι στο 100% για το μήνα με τις λιγότερες ώρες. Αυτό Βγαίνει από το τύπο με το Συντελεστή Αξιοποίησης σε χρονικό διάστημα μιας ημέρας (24 Ωρες), όπου έχουμε.

$$E_{pv} = (E_{Batteries}/4) * \%CL + (E_{Batteries}/4) \quad (\text{Το διαιρούμε με το 4 Διότι το σύστημα αποθήκευσης είναι για διάρκεια 4 μέρες})^*$$

$$CF = P_h / D_h$$

$$M_{pv} = E_{pv} / CF * T_e * P_{pv} * \%L$$

- E_{pv} – Η παραγόμενη ενέργεια που χρειαζόμαστε
- $E_{Batteries}$ - Σύνολο Kwh Συσσωρευτών
- CL – Απώλειες Φόρτισης
- P_h – Ωρες 100% Ηλιακής Απόδοσης
- D_h – Ωρες της μέρας (24)
- M_{pv} – Συνολικός αριθμός πλαισίων

- P_{pv} – Ισχύς / Πλαίσιο
- L – Σύνολο % Απωλειών Φ/Β
- T_e – Απώλειες του συλλέκτη από θερμοκρασίες μεγαλύτερες των προδιαγραφών του συλλέκτη συνήθως είναι περίπου στους 25 °C

Οι απώλειες Φ/Β (%L), προκύπτει από τις αποδόσεις των εξαρτημάτων που απαρτίζουν έναν Φ/Β σταθμό τα οποία είναι τα ίδια τα πλαίσια που χρησιμοποιούμε, οι μετατροπείς (Inverters), οι ελεγκτές φόρτισης και τα καλώδια συνδέσεων, επιπλέον T_e είναι η απώλεια από την μείωση της απόδοσης των πλαισίων από τις υψηλές θερμοκρασίες δηλαδή μεγαλύτερες συνήθως από 25 βαθμούς Κελσίου . Όσο καλύτερης ποιότητας υλικά επιλεγθούν για την επίτευξη του Φ/Β τα οποία θα έχουν μειωμένες απώλειες τόσο καλύτερη απόδοση θα έχει το σύστημα.

«Book: Solar energy : renewable energy and the environment Robert Foster [et al.]»

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται δεδομένα από 21 Μετεωρολογικούς Σταθμούς με την μέση μέγιστη θερμοκρασία για κάθε μήνα με σκοπό ότι θα θεωρήσουμε αυτές τι τιμές θα έχει και το ηλιακό πλαίσιο, η απόδοση μετατροπής ενός ηλιακού πλαισίου μειώνεται κατά περίπου 0,4 έως 0,5% για κάθε βαθμό Κελσίου αύξησης της θερμοκρασίας, για παράδειγμα εάν η θερμοκρασία ενός ηλιακού πάνελ αυξηθεί κατά 10 βαθμούς Κελσίου, η απόδοση μετατροπής του θα μπορούσε να μειωθεί κατά 4 έως 5%, οδηγώντας σε σημαντική μείωση της συνολικής του απόδοσης. «Technical Article PID Control for Solar Panel Temperature Regulation by Shraddha Tupe in Ee Power April 12, 2023»

Πίνακας 4: Μέση μέγιστη θερμοκρασία ανά μήνα στην χώρα μας Κα η απόδοση ενός ηλιακού πλαισίου όταν Θερμοκρασία πλαισίου είναι > 25 °C



Πηγή: http://www.emy.gr/emv/en/climatology/climatology_city & Technical Article PID Control for Solar Panel Temperature Regulation by Shraddha Tupe in Ee Power April 12, 2023

Ας κάνουμε ένα υποθετικό σενάριο στο οποίο θέλουμε να τροφοδοτήσουμε ένα σπίτι για τον μήνα Δεκέμβριο όπου έχουμε την χαμηλότερη απόδοση σε ώρες με 100% ηλιακή απόδοση, αυτό σε νούμερο σημαίνει με βάση τα στοιχεία που έχουμε παραπάνω 1,98 ώρες / ημέρα. Ας υποθέσουμε ότι το σύστημα η μεγαλύτερη ζήτηση σε ενέργεια είναι 10,83 kWh, για το μήνα Δεκέμβριο. Έτσι έχουμε:

Στοιχεία συστήματος.

Μπαταρία = 5,53 kWh, DOD = 80%, SE = 90%, Ah = 100 & V 55,3

$P_{Batteries} = (10,83 \cdot 4) / (80\% \cdot 90\% \cdot 100 \cdot 55,3) = 10,88 \Rightarrow 11 \cdot 5,53 = 60,83 \text{ kWh}$

Φ/Β Σύστημα: Panels = 0,55 kWh, 98% Efficiency

Inverter = 95% Efficiency

Control Charger = 95%

Cable Losses = 98%

Charging Losses = 10%

$E_{pv} = (60,83 / 4) \cdot 10\% + (60,83 / 4) = 16,73 \text{ kWh}$

CF = 1,98 h / 24 h = 8,3%

$M_{pv} = 16,73 / (98\% \cdot 95\% \cdot 95\% \cdot 98\% \cdot 0,55 \cdot 8,3\% \cdot 24) = 17,72 \text{ πλαίσια} \Rightarrow \text{Ισχύς Φ/Β} = 18 \cdot 0,55 = 9,9 \text{ kw}$

Σε αυτό το παράδειγμα δεν συμπεριλάβαμε τις απώλειες από θερμοκρασίες

Οπότε για αυτό το υποτιθέμενο σύστημα που είναι σταθερή η παραγωγή ενέργειας για κάθε μέρα για το μήνα Δεκέμβριο, χρειαζόμαστε για καθημερινή κάλυψη ένα Φ/Β σύστημα που να καλύπτει πλήρως τις ανάγκες για φόρτιση τις μιας από τις 4 ομάδες συσσωρευτών ώστε η συγκεκριμένη να αποδίδει 10,83 kWh καθημερινά.

Στο γενικότερο πλαίσιο θα πρέπει να φτιάξουμε τις παραπάνω εξισώσεις σε καθημερινή βάση, ώστε να δούμε με βάση την ζήτηση σε ενέργεια και την δυναμικότητα της παραγωγής το σύστημα που θα πρέπει να προσαρμόσουμε.

$$EBatteries_n = \sum ((a) / (\%O * \%E * h *))$$

$$Mpv_n = \sum ((EBatteies/4) * \%L + (EBatteies/4)) / (F * e * p * (100\% * (1 - \%ea/365)^ * \%L)$$

Όπου n είναι το σύνολο που έχουμε για την συγκεκριμένη μέρα για την ζητούμενη ενέργεια και για την ηλιακή επίδοση για την περιοχή μελέτης που αυτό θα φανεί από το σύνολο των δεδομένων που έχουμε. Επιπλέον θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας και την μείωση της απόδοσης (ea) της παραγωγικότητας του πάρκου με το πέρασμα των χρόνων.

Το σύστημα που περιγράφουμε συνολικά περιέχει τα παρακάτω λίστα εξαρτημάτων για την επίτευξη της λειτουργίας του, τα εξαρτήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένη τοποθεσία όπου το δίκτυο δεν είναι διαθέσιμο ή αναξιόπιστο.

Ας εξηγήσουμε με λίγες λεπτομέρειες για το σύστημα αυτό:

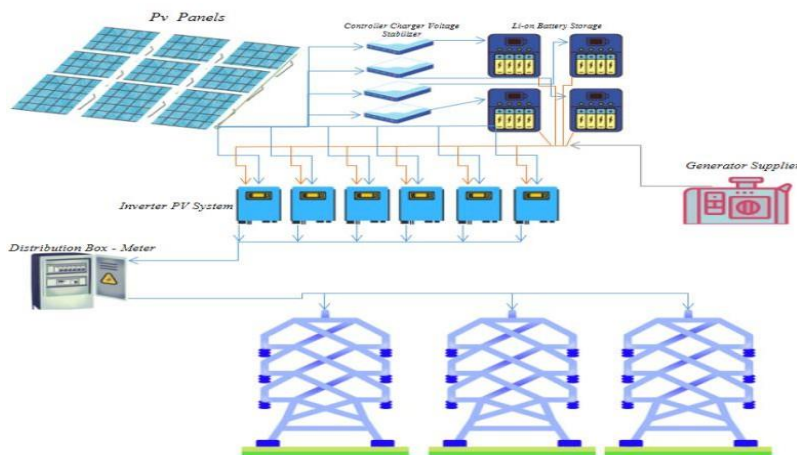
- Φ/Β Σύστημα: Το Φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο αριθμών (v) ηλιακών πλαισίων που μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα ηλιακά πλαίσια έχουν μια συγκεκριμένη ισχύ εξόδου ενέργειας που αν συνδεθούν όλα μαζί σε σειρά ή παράλληλα μπορούν να παράγουν σημαντικά ποσά ενέργειας για να τροφοδοτήσουν μια μπαταρία ή ένα φορτίο.
- Μπαταρία: Είναι ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας, που θα χρησιμοποιηθεί σε μια άλλη στιγμή, υπάρχουν διαφορετικά είδη μπαταριών τα πιο γνωστά είναι οι «μόλυβδου» & «λιθίου». Οι μπαταρίες έχουν μια συγκεκριμένη χωρητικότητα (I = Ah) σε μία συγκεκριμένη τάση (V = Volt) και το ίδιο με τα ηλιακά πλαίσια συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα ή σε σειρά. Επιπλέον έχουν συγκεκριμένη χωρητικότητα ενέργειας να αποδώσουν με βάση το βάθος εκφόρτισης (DOD) το οποίο δεν πρέπει να ξεπεραστεί για να μην προκύψει καμία βλάβη στην μπαταρία.
- Ελεγκτής φόρτισης DC/DC: Ο ελεγκτής φόρτισης DC/DC χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της φόρτισης της μπαταρίας από το Φ/Β σύστημα. Έχει μια συγκεκριμένη ονομαστική ισχύ (Watt) και φορτίζει την μπαταρία σε μια σταθερή τάση (Volt). Επιπλέον αποτρέπει να υπάρχουν στιγμές υπερφόρτισης των συσσωρευτών με σκοπό την αποφυγή βλάβης.
- Μετατροπέας DC/AC: Ο μετατροπέας DC/AC χρησιμοποιείται για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας συνεχούς ρεύματος που είναι αποθηκευμένη στην μπαταρία σε ηλεκτρική ενέργεια AC που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το φορτίο. Ο μετατροπέας έχει μέγιστη ισχύ εξόδου (Watt) και έχει μέγεθος ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις αιχμής φορτίου του συστήματος. Είναι επίσης σχεδιασμένο με κατάλληλο περιθώριο ασφαλείας για να χειρίζεται οποιαδήποτε απότομη αύξηση της ζήτησης φορτίου.

«Optimum Sizing of a PV-Battery-Diesel Hybrid System for Remote Consumers Dimitrios ZAFIRAKIS, Kosmas KAVADIAS, Emilia KONDILI, John KALDELLIS in Third International Conference on Applied Energy - 16-18 May 2011 - Perugia, Ital»,

«Optimum sizing of stand-alone wind-photovoltaic hybrid systems for representative wind and solar potential cases of the Greek territory.J.K. Kaldellis n, D. Zafirakis Published in Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 2012 »

Σημείωση (AC είναι το εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα & DC είναι το συνεχές ρεύμα)

Εικόνα 9: Παράδειγμα Σύνδεσης Φ/Β Συστήματος με Συσσωρευτές και στήριξη του συστήματος από Γεννήτρια Ισχύος.



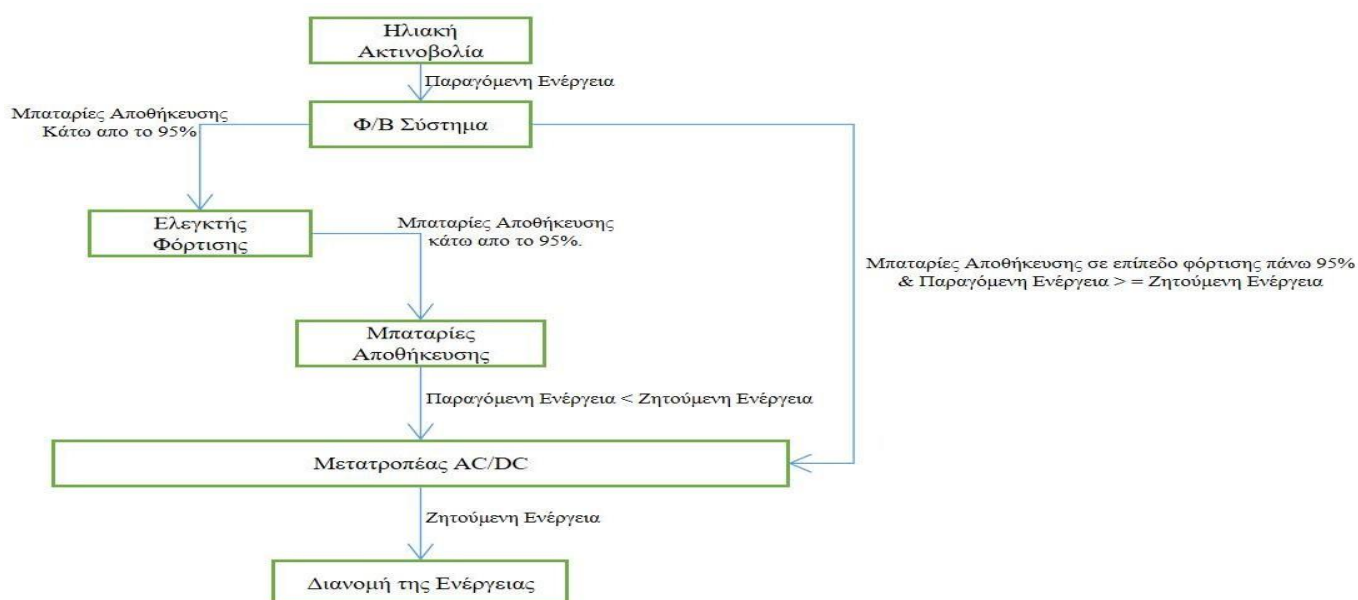
«Optimum Sizing of a PV-Battery-Diesel Hybrid System for Remote Consumers Dimitrios ZAFIRAKIS, Kosmas KAVADIAS, Emilia KONDILI, John KALDELLIS in Third International Conference on Applied Energy - 16-18 May 2011 - Perugia, Ital»,

Το παραπάνω σύστημα που απεικονίζεται είναι ένα παράδειγμα υβριδικού σταθμού διότι χρησιμοποιεί πάνω από μια πηγή ενέργειας, το οποίο είναι παρόμοιο με αυτό που περιγράψαμε χωρίς την εφαρμογή της Γεννήτριας ισχύος και ότι δεν ονομάζεται Υβριδικό το σύστημα μας, αλλά Φ/Β με σύστημα αποθήκευσης σε συσσωρευτές.

Ένα απλό διάγραμμα ροής που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε ένα τέτοιο σύστημα είναι σε αυτό παρακάτω στο οποίο έχουμε:

1. Ηλιακή ακτινοβολία: Αντιπροσωπεύει το ηλιακό φως που πέφτει στη φωτοβολταϊκή γεννήτρια.
2. Φ/Β Συστοιχία (Πάνελ): Η Φ/Β γεννήτρια αποτελείται από πολλαπλούς ηλιακούς συλλέκτες που μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρισμό συνεχούς ρεύματος (Συνεχές Ρεύμα). Στο 1 & 2 έχουμε την παραγόμενη ενέργεια του συστήματος
3. Ελεγκτής φόρτισης: Ο ελεγκτής φόρτισης ρυθμίζει την ποσότητα του ρεύματος που ρέει από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια προς το σύστημα αποθήκευσης μπαταρίας. Εξασφαλίζει ότι οι μπαταρίες φορτίζονται βέλτιστα και τις προστατεύει από υπερφόρτιση.
4. Αποθήκευση μπαταριών: Οι μπαταρίες αποθηκεύουν την περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τη συστοιχία φωτοβολταϊκών σε περιόδους υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας. Μπορούν να φορτιστούν κατά τη διάρκεια της ημέρας και να αποφορτιστούν κατά τη διάρκεια της νύχτας ή όταν υπάρχει χαμηλό ηλιακό φως. Στο 3 & 4 έχουμε τον έλεγχο αν η μπαταρίες είναι σε πλήρη φόρτιση συγκεκριμένα πάνω από 95%, αν είναι κάτω από 95% έχουμε φόρτιση των μπαταριών, στην περίπτωση που είναι πάνω από 95% έχουμε απευθείας μετάδοση της ενέργειας στον Μετατροπέα. Επιπλέον αν η ζητούμενη ενέργεια είναι > από την παραγόμενη έχουμε μεταφορά της ενέργειας από την αποθηκευμένη ενέργεια στις μπαταρίες στο μετατροπέα.
5. Μετατροπέας AC/DC: Ο μετατροπέας AC/DC μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος από την αποθήκευση της μπαταρίας σε ηλεκτρική ενέργεια εναλλασσόμενου ρεύματος, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία ηλεκτρικών συσκευών ή να τροφοδοτηθεί ξανά στο ηλεκτρικό δίκτυο.
6. Μεταφορά της ενέργειας για την κάλυψη της ζήτησης του οικήματος που χρειάζεται για το συγκεκριμένο διάστημα χρόνου. Στα τελευταία βήματα 5 & 6 έχουμε την μετατροπή της ενέργειας από συνεχές ρεύμα (DC) σε εναλλασσόμενο (AC) και κάλυψη της ζητούμενης ενέργειας.

Εικόνα 10: Παράδειγμα Διάγραμμα Ροής συστήματος Φωτοβολταϊκού & Αποθήκευσης



Οικονομική Αποδοτικότητα

Σημαντικό σημείο στην ερευνά μας είναι και το οικονομικό – επενδυτικό, αν αξίζει τελικά κάποιος που είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο να προβεί σε μια επένδυση σαν αυτή, ώστε να μετατρέψει το χώρο διαβίωσης του σε πλήρως αυτόνομο ενεργειακά.

Στην συγκεκριμένη επένδυση που αναφερόμαστε αφορά μια τύπου ενεργειακής επένδυσης που σε αντίθεση από με τις άλλες δεν παράγει εισοδηματικό κεφάλαιο, αλλά λειτουργεί σαν μονάδα εξοικονόμησης που ουσιαστικά μειώνει τα έξοδα που θα υπήρχαν από το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης που αυτό θα θεωρηθεί το εισοδηματικό κεφάλαιο.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για την αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας των ενεργειακών επενδύσεων. Τρεις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR), η χρονική απόσβεση και το κόστος της παραγόμενης ενέργειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται επίσης οι δείκτες καθαρής παρούσας αξίας (NPV) και επενδυτικής αποδοτικότητας, όπως ο λόγος οφέλους προς κόστος (BCR) ή ο λόγος κέρδους (PR).

Η μέθοδος IRR υπολογίζει το ελάχιστο επιτόκιο που απαιτείται για την καθαρή παρούσα αξία ενός ενεργειακού έργου να είναι μηδέν στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του. Ο συντελεστής απόδοσης μετρά τα ετήσια κέρδη για τους επενδυτές με βάση το επενδυμένο κεφάλαιό τους. Στη συνέχεια, το IRR συγκρίνεται με το επιτόκιο καταθέσεων της αγοράς και προσδιορίζεται η βιωσιμότητα της επένδυσης. Η μέθοδος NPV, μια παραλλαγή της μεθόδου IRR, καθορίζει το επιτόκιο αναφοράς, υπολογίζει την καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης για έναν συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα και στοχεύει σε ένα θετικό και μεγιστοποιημένο αποτέλεσμα.

Επιπλέον η μέθοδος του χρόνου απόσβεσης καθορίζει τον χρόνο που απαιτείται ώστε η μελλοντική αξία της επένδυσης να ισούται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, ενώ ο χρόνος διπλασιασμού μετρά τον χρόνο που απαιτείται για να διπλασιαστεί το αρχικό κεφάλαιο. Η μέθοδος κόστους παραγωγής ενέργειας υπολογίζει την παρούσα αξία του κόστους παραγωγής μιας μονάδας ενέργειας και τη συγκρίνει με το κόστος παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιώντας άλλες διαθέσιμες τεχνολογίες.

Κάθε μία από αυτές τις μεθόδους έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της και είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη παράγοντες όπως η αβεβαιότητα και ο κίνδυνος πριν ληφθεί μια τελική επενδυτική απόφαση. Η μέθοδος της περιόδου απόσβεσης είναι η πιο καθιερωμένη μέθοδος και εκφράζει τα έσοδα, τα έξοδα και τα κέρδη σε χρηματικούς όρους, καθιστώντας την εύκολα κατανοητή. Η μέθοδος του κόστους παραγωγής ενέργειας είναι χρήσιμη για μακροοικονομικές αναλύσεις, επιτρέποντας την πρόβλεψη της μακροπρόθεσμης διείσδυσης νέων ενεργειακών τεχνολογιών στην αγορά ενέργειας.

«Σημειώσεις: V.3. Δείκτες Αξιολόγησης Επενδύσεων - V3.1 – Ενότητα V: Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Ενεργειακών Επενδύσεων»

Συνοπτικά για να εξετάσουμε αν το σύστημα που θα εγκαταστήσουμε αν είναι οικονομικά βιώσιμο θα πρέπει να το εξετάσουμε με τους τρεις παράγοντες που αναφέραμε το IRR, NPV & PR. Όπως αναφερθήκαμε δεν υφίσταται για μια επένδυση η οποία εσοδεύει κέρδος από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά εξοικονομεί το ποσό των χρημάτων το οποίο θα πλήρωνε ο καταναλωτής με βάση την κατανάλωση που θα είχε σε (kwh / έτος) επί το κόστος / kwh. Επιπλέον στην περίπτωση επειδή η εγκατάσταση προβλέπετε για οικιακή χρήση και όχι για επένδυση σε επιχείρηση δεν θα γίνει στην ανάλυση μας η προσθήκη για τις αποσβέσεις *(Κόστος επενδύσεων το οποίο διασπάται σύμφωνα με το χρονικό διάστημα αντοχής του συμβάλλοντας στο διάστημα αυτό στην μείωση των μελλοντικών φόρων / έτος της επιχείρησης), της επένδυσης όπως και δεν θα υπάρχει ο παράγοντας της φορολογίας όπως και δεν θα υπήρχε στην περίπτωση σε εγκατάσταση για επιχείρηση.

Για να ξεκινήσουμε την διαδικασία εύρεσης της οικονομικής βιωσιμότητας θα πρέπει πρώτα να οριστεί ποιο θα είναι το συνολικό αρχικό κόστος της επένδυσης.

Η Εξίσωση που θα μας βοηθήσει να υπολογίσουμε το αρχικό συνολικό κόστος εγκατάστασης του συστήματος είναι: $IC_0 = IC_{pv} + IC_{Bat} + IC_{mat} + F \cdot P_{pv}$

- IC_0 – Το συνολικό Αρχικό Κόστος
- IC_{pv} – Το κόστος των Ηλιακών Πλαισίων
- IC_{Bat} – Το κόστος των συσσωρευτών
- IC_{mat} – Το κόστος των υλικών (Μετατροπέας, Καλώδια, Ελεγκτής Φόρτισης, Βάσεις Τοποθέτησης Φ/Β πλαισίων)
- F – Είναι το κλάσμα κόστους εγκατάστασης ανά Ισχύς του Φ/Β
- P_{pv} – Η συνολικής ισχύς Φ/Β

Στην συνέχεια θα πρέπει να εξετάσουμε το μακροπρόθεσμο κόστος για την παραγωγή ενέργειας που θα παρέχει το σύστημα μας σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζονται από τους κατασκευαστές στο οποίο συμπεριλαμβάνεται το σταθερό κόστος (FC) και πιο το μεταβλητό κόστος (VC).

Το σταθερό κόστος είναι το κόστος που δεν μεταβάλλεται με το επίπεδο παραγωγής ή παραγωγής, ενώ το μεταβλητό κόστος είναι το κόστος που μεταβάλλεται αναλογικά με το επίπεδο παραγωγής ή παραγωγής. Η κατανόηση της διαφοράς μεταξύ σταθερού και μεταβλητού κόστους είναι σημαντική, προκειμένου να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με το πια θα είναι η πώληση ενός προϊόντος ή στην περίπτωση την δική μας η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται συμφέρει τον επενδυτή.

«Σημειώσεις: V.5. Δείκτες Αξιολόγησης Επενδύσεων – Ενότητα V: Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Ενεργειακών Επενδύσεων»

«Variable Cost vs. Fixed Cost: What's the Difference? By Steven Nickolas Updated July 10, 2022 Reviewed by Margaret James»

Το σταθερό κόστος (FC) ορίζεται το σύνολο των λειτουργιών για τον έλεγχο της ορθής λειτουργίας του συστήματος (M&Ofc). Το κόστος είναι η συνδρομή με την εταιρία παρακολούθησης του συστήματος για το αν

λειτουργεί σωστά, την μεταφορά δεδομένα του συστήματος για κάθε έτος συμπεριλαμβάνοντας το πληθωρισμό συντήρησης (gm) και το κλάσμα συνολικού κόστους εγκατάστασης με τα συνολικά χρόνια λειτουργίας του συστήματος συμπεριλαμβάνοντας πληθωρισμό της υπολιπούσας αξίας (Y) για κάθε έτος.

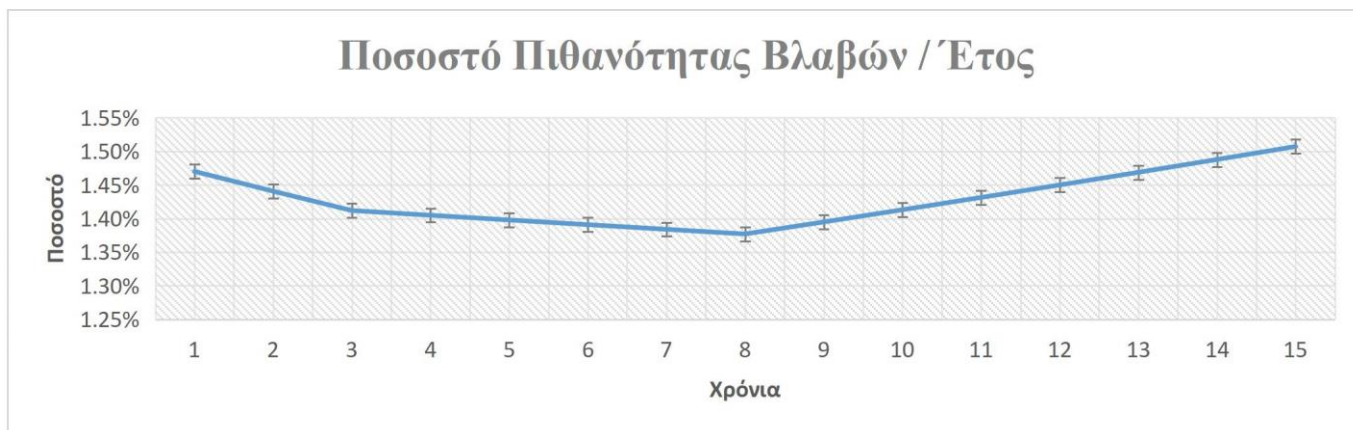
$$\sum_{(m=, =)} F = (M\&Ofc_n * (1+gm)^n) + ((IC_0 / n_{all}) * (1+Y)^n) \text{ όπου } n \text{ το έτος υπολογισμού}$$

Το μεταβλητό κόστος ορίζεται το σύνολο των λειτουργιών θα πρέπει να γίνουν στο σύστημα όταν προκύπτουν πιθανές βλάβες σε διάφορα εξαρτήματα του συστήματος το κόστος τους για (Φ/Β πλαίσια, μετατροπείς, καλωδιώσεις, ελεγκτής φόρτισης, μπαταρίες και σύστημα παρακολούθησης) (M&Ovc_m) και κα επέκταση το κόστος εργασιών αποκατάστασης των βλαβών (M&Ovc_w), συμπεριλαμβανομένου του πληθωρισμού συντήρησης για τα εξαρτήματα (gm_m) & την εργασία (gm_w) για κάθε έτος.

$$\sum_{(m=)} = (M\&Ovc_{m_n}) * (1+gm_m)^n + (M\&Ovc_{w_n}) * (1+gm_w)^n \text{ όπου } n \text{ το έτος υπολογισμού}$$

Το μεταβλητό κόστος εξαρτάται από την πιθανότητα των βλαβών που θα έχει ένα σύστημα σε κάθε χρόνο λειτουργίας του με σκοπό την συντήρηση του εξοπλισμού.

Πίνακας 5: Παράδειγμα Ποσοστού Πιθανότητας Βλαβών / Έτος



Στο πίνακα 13 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα γραφήματος εμφάνισης βλαβών / έτος στην διάρκεια ζωής του συστήματος όπου στα πρώτα χρόνια λειτουργίας μπορεί να εμφανιστούν βλάβες από αστοχίες στην φάση ολοκλήρωσης του έργου ή από ελαττωματικά υλικά, που στην συνέχεια της λειτουργίας του συστήματος το ποσοστό πιθανότητας εμφάνισης βλαβών έως και τον 8 χρόνο μειώνεται με το να θεωρούνται οι βλάβες από το 3^ο έως τον 8^ο σε τυχαίες τέλος από τον 8 χρόνο και με τα ξεκινούν οι πιθανότητες να έχουν αυξητική τάση εξαιτίας της γήρανσης του εξοπλισμού.

Το κόστος για την παραγωγή ενέργειας (EallC) ανά έτος προκύπτει από το άθροισμα του σταθερού κόστους (FCn) και του μεταβλητού κόστους (VCn) λαμβάνοντας υπόψιν και τον πληθωρισμό της νομισματικής αξίας του χρήματος.

$$\sum_{(i=)} E_a = (FC_n / (1+i)^n) + (VC_n / (1+i)^n) \text{ όπου } (i) \text{ είναι το επιτόκιο πληθωρισμό, όπου } n \text{ το έτος υπολογισμού}$$

Στην συνέχεια θα πρέπει να υπολογίσουμε ποια είναι η εξοικονόμηση (Sev) που επιτυγχάνεται, αν υποθέσουμε ότι το σύστημα καλύπτει όλη την ενέργεια (Eall) που χρειαζόμαστε θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας το επιτόκιο ανατοκισμού (ic) της τιμής της ενέργειας (C_{en}). Έτσι έχουμε τον τύπο:

$$\sum_{(ic=),(i=)} e = (E_{all} * (C_{en} * (1+ic)^n) / (1+i)^n \text{ όπου } (i) \text{ είναι το επιτόκιο πληθωρισμό, όπου } n \text{ το έτος υπολογισμού.}$$

Ο πληθωρισμός αναφέρεται στο ρυθμό με τον οποίο αυξάνεται το γενικό επίπεδο τιμών για αγαθά και υπηρεσίες σε μια οικονομία. Όταν εμφανίζεται πληθωρισμός, η αγοραστική δύναμη ενός νομίσματος μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Αυτό σημαίνει ότι το ίδιο χρηματικό ποσό θα αγοράσει λιγότερα αγαθά ή υπηρεσίες από ό,τι πριν. Ο πληθωρισμός μπορεί να έχει αντίκτυπο στα έσοδα ή τα έξοδα μιας επένδυσης, ανάλογα με το είδος της επένδυσης. Για παράδειγμα, ο πληθωρισμός μπορεί να αυξήσει το κόστος παραγωγής για μια επιχείρηση, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερες τιμές για αγαθά και υπηρεσίες.

Για να βρεθεί πιο θα είναι το κόστος για την εξοικονόμηση ενέργειας ανά έτος (Coe) θα βρεθεί από το παρακάτω τύπο χωρίς να γίνει η χρήση του πληθωρισμού (i), διότι τον έχουμε συμπεριλάβει στους 2 προηγούμενους τύπους: $\sum_{(i=)} E_a$ & $\sum_{(ic=),(i=)} e$

$$\sum_{oe} = (Sev_n) - (E_{all}C_n)$$

Στην συνέχεια για να προβούμε στις διαδικασίες που θα αποτυπώσουν την εικόνα της επένδυσης θα εξετάσουμε τα κριτήρια που έχουμε αναφέρει στην αρχή.

Ας ξεκινήσουμε με το NPV την Καθαρά Παρούσα Αξία όπου είναι το άθροισμα των καθαρών εσόδων της επένδυσης ανά έτος αφαιρώντας το συνολικό αρχικό κόστος και ο τύπος είναι

$$NPV = \sum (C / (1 + i)^n) - IC_0$$

- C – Τα καθαρά έσοδα (Από πώληση προϊόντων ή από εξοικονόμηση)
- i – Επιτόκιο αναγωγής – Πληθωρισμός
- IC₀ – Συνολικό αρχικό κόστος της επένδυσης
- n – Αριθμός των ετών λειτουργίας της επένδυσης

Στην συγκεκριμένη περίπτωση για να θεωρείται η επένδυση θετική θα πρέπει στα χρόνια που έχουμε θέσει την οικονομοτεχνική μας ανάλυση το NPV θα πρέπει να είναι = ή > του 0 ώστε να υποδηλώνει ότι η επένδυση θα επιφέρει έσοδα. Στην περίπτωση που είναι αρνητικό δεν σημαίνει ότι η επένδυση δεν γίνεται, αλλά με τους όρους που έχουμε θέσει δεν έχει θετικό αντίκτυπο για να επιφέρει αύξηση των εισοδηματικών εισροών.

«*Techno-Economic Analysis of a Stand-Alone Hybrid System: Application in Donoussa Island, Greece by Michail Katsivelakis, Dimitrios Bargiotas, Aspasia Daskalopulu, Ioannis P. Panapakidis and Lefteri Tsoukalas Published in Energies (2021)*»

Πίνακας 6: Παράδειγμα Γραφήματος NPV ≥ 0



Στο πίνακα 14 βλέπουμε ένα παράδειγμα $NPV \geq 0$ σε μία επένδυση με επιτόκιο αναγωγής 8,1% για τεχνοοικονομική ανάλυση σε διάρκεια 15 ετών. Σε αυτό το σημείο καλό είναι να αναφέρουμε ότι το 8,1% δεν θεωρείται μόνο επιτόκιο αναγωγής αλλά είναι και δείκτης IRR (εσωτερικός βαθμός απόδοσης) οποίος είναι το επιτόκιο αναγωγής της επένδυσης για το οποίο το $NPV = 0$.

Αν υποθέσουμε ότι η επένδυση μας έχει ένα αρκετά υψηλό NPV στο τέλος της επένδυσης και το IRR να έχει έναν σημαντικά υψηλό βαθμό τότε η επένδυση θεωρείται ελκυστική με υψηλό περιθώριο κέρδους (PR) εισοδήματος, το PR δείχνει το ποσοστό κέρδους της επένδυσης στο τέλος Αυτό φαίνεται από το τύπο:

$$PR = ((NPV + \text{Υπολείπουσα Αξία της επένδυσης}) * \%) / IC_0 \text{ (Το Συνολικό Αρχικό Κόστος)}$$

Επιπλέον σημαντικό σε μία επένδυση είναι τότε ο επενδυτής παίρνει τα λεφτά του πίσω κάτι που το δείχνει το γράφημα του NPV το οποίο είναι το λεγόμενο Payback Period και στην περίπτωση που η επένδυση μας είναι ελκυστική ψάχνουμε αν δημιουργεί και το Double Payback Period, δηλαδή σε ποια χρονική περίοδο ο επενδυτής παίρνει πίσω το διπλάσιο ποσό από το αρχικό κεφάλαιο.

«*Σημειώσεις: V.5. Δείκτες Αξιολόγησης Επενδύσεων – Ενότητα V: Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Ενεργειακών Επενδύσεων ΠΜΣ Ενεργειακά και Περιβαλλοντικά Έργα*»

Περιβαλλοντική Ανάλυση

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας συμβάλλουν σημαντικά στις παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 25% του συνόλου. Για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των συναφών κινδύνων, η Συμφωνία του Παρισιού στοχεύει να περιορίσει την υπερθέρμανση του πλανήτη, πολλές χώρες έχουν δεσμευτεί με την μείωση των εκπομπών Αερίων του θερμοκηπίου κατά 80% από τα επίπεδα του 1990 έως το 2050. Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με πηγή ενέργειας τα ορυκτά καύσιμα συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Για αυτό το λόγο πρέπει να γίνεται παραγωγή ενέργειας από πηγές που είναι φιλικότερες προς το περιβάλλον όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή πηγές με χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα.

«*Techno-environmental analysis of battery storage for grid level energy services by Jahedul Islam Chowdhury, Nazmiye Balta-Ozkan, Pietro Goglio, Yukun Hu, Liz Varga, Leah McCabe in Renewable and Sustainable Energy Reviews 2020*»

Εκπομπές CO₂

Για την εύρεση των εκπομπών που έχει μια χώρα εξαρτάται από το ισοζύγιο παραγωγής ενέργειας, δηλαδή από το σύνολο των πηγών ενέργειας που χρησιμοποιεί, κάθε πηγή είναι ανεξάρτητη στο σύνολο των εκπομπών που έχει σε αέρια του θερμοκηπίου αυτό σημαίνει ότι σαν πηγή ενέργειας ο Άνθρακας έχει διαφορετικές εκπομπές από το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο, αναλόγως την ποσότητα χρήσης θα υπάρξουν ανάλογες εκπομπές.

Επιπλέον για να δούμε αν μια ενεργειακή επένδυση όπως η εγκατάσταση ενεργειακού συστήματος με φωτοβολταϊκά και συσσωρευτές αποθήκευσης που να καλύπτει πλήρως τις ενεργειακές ανάγκες ενός οικήματος

χωρίς αυτό να είναι συνδεδεμένο στο γενικό ενεργειακό δίκτυο της χώρας. Θα πρέπει πρώτα να βρεθεί πιο είναι το ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας με τον όρο αυτό εννοούμε όλες τις πηγές ενέργειας από τις οποίες χρησιμοποιεί η χώρα για να τη παρέχει για να καλύψει τις ανάγκες όλων των καταναλωτών. Για κάθε ενεργειακή πηγή όπως αναφέραμε και παραπάνω ισχύει διαφορετική απορροή εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου, ειδικότερα στις εκπομπές CO₂ (διοξειδίου του άνθρακα). Οι πηγές ενέργειας από τις οποίες η χώρα μας αντλεί ενέργεια για ηλεκτρική χρήση είναι ο άνθρακας, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο & ανανεώσιμες πηγές (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες και υδροηλεκτρικά). Οι πηγές από ορυκτά καύσιμα έχουν από την παραγωγή ενέργειας εκπομπές CO₂ σε σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές οι οποίες ως εκπομπές θεωρείται η ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη μια τέτοιας μονάδας.

«Analysis of Greenpeace's business model & philosophy: Greenpeace wants a piece of your green by Michael Connolly, Ronan Connolly & Soon Willie in ResearchGate December 2018.»

Γενικότερα είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι εκπομπές CO₂ δεν είναι σταθερές ανά τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε κάθε πηγή οι εκπομπές αυτές μπορεί να αλλάξουν. Το βασικό για την επίτευξη μείωσης των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, είναι η μετάβαση προς τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) με στόχο των μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με την καύση Ορυκτών Καυσίμων.

Ορυκτά καύσιμα:

Άνθρακας: Ο άνθρακας συμβάλλει σημαντικά στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), με περίπου 1000 gCO₂/kwh που εκπέμπονται ανά μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Εκτός από το CO₂, η καύση άνθρακα απελευθερώνει επίσης άλλους ρύπους, όπως το διοξείδιο του θείου (SO₂), τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και τα αιωρούμενα σωματίδια, που έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα και στην ανθρώπινη υγεία.

Πετρέλαιο: Οι πηγές ενέργειας που βασίζονται στο πετρέλαιο συμβάλλουν στις εκπομπές CO₂, με περίπου 824 gCO₂/kwh που εκπέμπονται ανά μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως ο άνθρακας, η καύση του πετρελαίου απελευθερώνει επίσης ρύπους, συμπεριλαμβανομένων ενώσεων θείου και σωματιδίων, που έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία.

Φυσικό αέριο: Το φυσικό αέριο έχει χαμηλότερες εκπομπές CO₂ σε σύγκριση με τον άνθρακα και το πετρέλαιο, με περίπου 568 gCO₂/kwh που εκπέμπονται ανά μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Ενώ η καύση φυσικού αερίου παράγει λιγότερο CO₂, εξακολουθεί να συμβάλλει στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Το μεθάνιο, το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου, είναι ένα ισχυρό αέριο θερμοκηπίου και η διαρροή του κατά την εξόρυξη, τη μεταφορά και την αποθήκευση μπορεί να επηρεάσει το συνολικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα του φυσικού αερίου.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ):

Φωτοβολταϊκά (ΦΒ) συστήματα: Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν χαμηλότερες εκπομπές CO₂ σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, με τιμές που κυμαίνονται από 5 έως 92 gCO₂/kwh ανάλογα με τις συγκεκριμένες συνθήκες και μελέτες. Τα Φ/Β συστήματα αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια, χωρίς να παράγουν άμεσες εκπομπές κατά τη λειτουργία.

Αιολική ενέργεια: Η αιολική ενέργεια είναι μια καθαρή πηγή ενέργειας με πολύ χαμηλές εκπομπές CO₂, που συνήθως κυμαίνονται από 3 έως 20 gCO₂/kwh. Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια, καθιστώντας την μια βιώσιμη εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα.

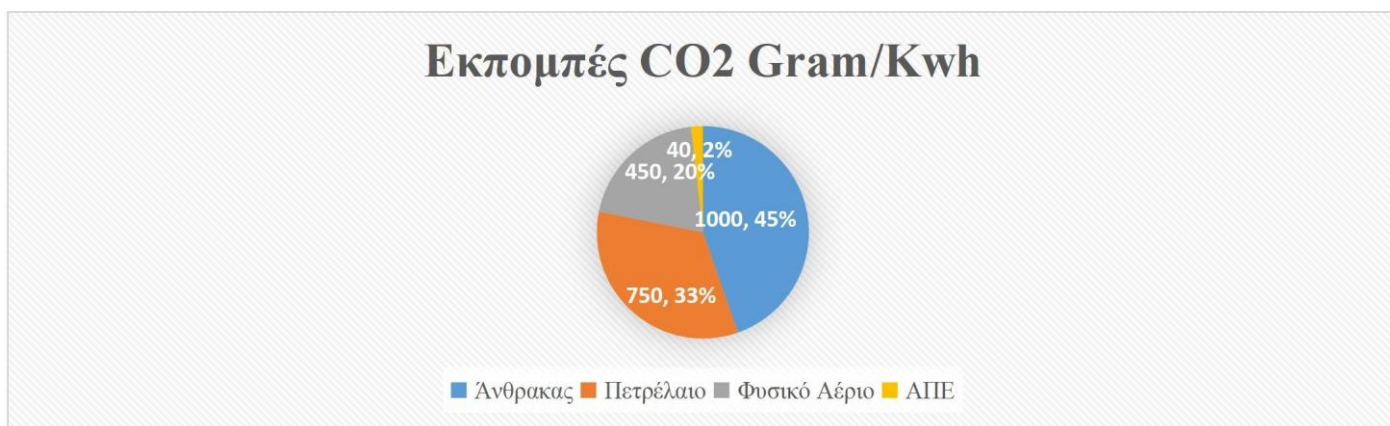
Υδροηλεκτρική ενέργεια: Η υδροηλεκτρική ενέργεια έχει χαμηλές εκπομπές CO₂, που κυμαίνονται γενικά από 1 έως 50 gCO₂eq/kwh. Ωστόσο, οι εκπομπές μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με παράγοντες όπως το μέγεθος της δεξαμενής και οι σχετικές αλλαγές χρήσης γης.

Βιοκαύσιμα/Βιομάζα: Τα βιοκαύσιμα και οι πηγές ενέργειας από βιομάζα έχουν ποικίλες εκπομπές ανάλογα με την πρώτη ύλη και τις διαδικασίες μετατροπής. Οι εκπομπές μπορεί να κυμαίνονται από περίπου 20 έως 200 gCO₂/kwh. Η καύση βιομάζας συμβάλλει στις εκπομπές CO₂, αλλά θεωρείται ουδέτερη ως προς τον άνθρακα εάν η πρώτη ύλη προέρχεται από πηγές βιώσιμης διαχείρισης.

Γεωθερμία: Η γεωθερμική ενέργεια έχει πολύ χαμηλές εκπομπές CO₂, που συνήθως κυμαίνονται από 1 έως 10 gCO₂/kwh. Χρησιμοποιεί θερμότητα από τον πυρήνα της Γης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθιστώντας την μια βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον επιλογή.

«Analysis of Greenpeace's business model & philosophy: Greenpeace wants a piece of your green by Michael Connolly, Ronan Connolly & Soon Willie in ResearchGate December 2018.»

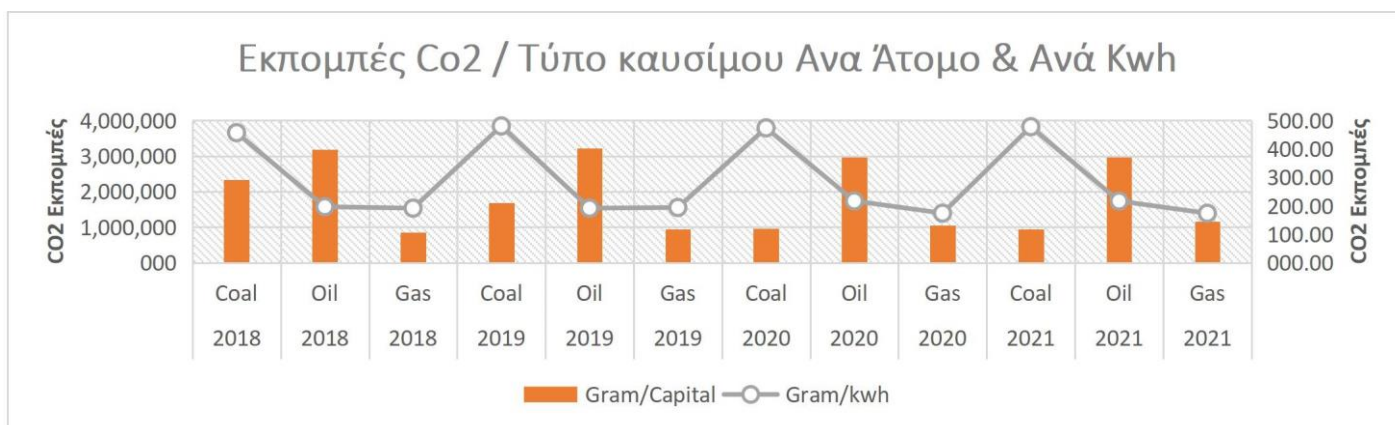
«The Profitability of Residential Photovoltaic Systems.A New Scheme of Subsidies Based on the Price ofCO₂ in a Developed PV Market by Idiano D'Adamo in MDPI August 2018»



Πηγή: Analysis of Greenpeace's business model & philosophy, The Profitability of Residential Photovoltaic Systems. A New Scheme of Subsidies Based on the Price of CO2 in a Developed PV Market, Carbon Footprint of Solar Panel 4x More Than Carbon Footprint of Nuclear Power & What is the Greenest Source of Electricity? By: Lindsay Wilson

Στην χώρα μας με βάση τα στοιχεία των δεδομένων από τον οργανισμό *our World in Data* παρουσιάζονται τα δεδομένα στο παρακάτω πίνακα με στοιχεία εκπομπών CO2 από τα Ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιεί η χώρα μας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή με την χρήση του άνθρακα, του πετρελαίου και το φυσικό αέριο

Πίνακας 8: Εκπομπές CO2 με βάση τον τύπο Ορυκτού Καυσίμου ανά Άτομο και Ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας



Πηγή: our World in Data

Τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα δείχνουν τις εκπομπές αερίων CO2 που υπάρχουν ανά τύπο καυσίμου και πως αυτές κατανέμονται σε ανά άτομο και σε ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας (Kwh). Αυτό που είναι φανερό στο πίνακα ότι τα στοιχεία εκπομπών ανά παραγόμενη μονάδα ενέργειας διαφέρουν με βάση τα στοιχεία που έχουμε από το πίνακα «Εκπομπές CO2/Kwh με την χρήση κάθε πηγής ενέργειας» αυτό μπορεί να οφείλεται σε αρκετούς παράγοντες τα στοιχεία που συλλέχτηκαν ήταν σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας ανά άτομο και τις εκπομπές σε CO2 ανά άτομο, αυτό που πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας για να δικαιολογήσουμε τα αποτελέσματα αυτά είναι ότι η παραγόμενη ενέργεια που προέρχεται από κάθε πηγή διαφέρει σημαντικά με την καταναλισκόμενη, αυτό οφείλεται εξαιτίας των απωλειών που υπάρχουν στο σύστημα αλλά και της ιδιοκατανάλωσης των μονάδων παραγωγής για την λειτουργία τους, κάτι που δεν συμπεριλαμβάνεται στις αναλύσεις λόγω έλλειψης δεδομένων.

Για παράδειγμα αν επεξεργαστούμε τα στοιχεία της Eurostat θα δούμε ότι για το 2020 η Πρωτογενή Κατανάλωση που συμπεριλαμβάνει την όλη την δυνατή παραγόμενη ενέργεια του συστήματος, δηλαδή καλύπτει την κατανάλωση ενέργειας από τους τελικούς χρήστες όπως η βιομηχανία, οι μεταφορές, τα νοικοκυριά, οι υπηρεσίες και η γεωργία, συν την κατανάλωση ενέργειας του ίδιου του ενεργειακού τομέα για παραγωγή και μετατροπή ενέργειας, απώλειες που προκύπτουν κατά τη μετατροπή των ενεργειών (π.χ. απόδοση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από εύφλεκτα καύσιμα) και τις απώλειες ενέργειας στη μεταφορά και διανομή). Αντίθετα η Τελική Κατανάλωση καλύπτει μόνο την ενέργεια που καταναλώνουν οι τελικοί χρήστες, όπως η βιομηχανία, οι μεταφορές, τα νοικοκυριά, οι υπηρεσίες και η γεωργία. Εξαιρεί την κατανάλωση ενέργειας του ίδιου του ενεργειακού τομέα και τις απώλειες που προκύπτουν κατά τη μετατροπή και τη διανομή της ενέργειας. Η τιμές τους ήταν Πρωτογενή Κατανάλωση = 229.111 Gwh & Τελική κατανάλωση = 166.309 Gwh, δηλαδή μια διαφορά 62.802 Gwh.

«<https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/database>»

Επίσης θα πρέπει να συμπεριλάβουμε και το σύνολο των απωλειών από κάθε ενεργειακή πηγή και κυρίως από τα εύφλεκτα καύσιμα, αυτό που εννοούμε σε αυτό το σημείο είναι ότι η ηλεκτρική ενέργεια που καταλήγει για τελική χρήση είναι το 35% περίπου σε σχέση αυτή που αποδίδεται στις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνήθως η ηλεκτρική απόδοση των καυσίμων είναι για τον Λιγνίτη 33-38%, για το Πετρέλαιο 31-35% και για το

φυσικό αέριο 40-60%, τα νούμερα αυτά εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες για την απόδοση που θα έχουν, όπως είναι από την ίδια την απόδοση που έχει το καύσιμο που χρησιμοποιούμε, από την απόδοση του τεχνολογικού εξοπλισμού κατά πόσο σύγχρονος είναι για την μετατροπή της ενέργειας σε ηλεκτρική, το ποσοστό της δυναμικής λειτουργίας π.χ. (Όταν μια μονάδα λειτουργεί σε χαμηλό ποσοστό λόγω πιθανής χαμηλής ζήτησης έχει χαμηλότερη απόδοση από ότι να λειτουργεί στους κανονικούς ρυθμούς της). Αυτό μπορούμε να το δούμε και στην παρακάτω εικόνα στην οποία αναφέρονται διάφορα συστήματα για παραγωγή ηλεκτρικής - θερμικής ενέργειας με την χρήση ορυκτών καυσίμων που μας δείχνει τον ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης

«Energy Efficiency Indicators for Public Electricity Production from Fossil Fuels IEA Information paper OECD/IEA, July 2008»

«Energy loss is single-biggest component of today's electricity system by Karin Kirk, in Yale Climate Connections, October 2022»

Εικόνα 11: Στοιχεία συστημάτων καύσης με χρήση Ορυκτών Καυσίμων

Σύστημα	Ηλεκτ. Ισχύς	Μέση ετήσια διαθεσιμότητα	Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης %		Ολικός βαθμός απόδοσης %	Λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα
	MW		%	Πλήρες φορτίο		
Ατμοστροβίλου	0,5 - 100*	90 - 95	14 - 30	12 - 25	60 - 85	0,1 - 0,3
Αεριοστροβίλου ανοικτού κύκλου	0,1 - 100	90 - 95	20 - 35	15 - 29	60 - 80	0,5 - 0,8
Αεριοστροβίλου κλειστού κύκλου	0,5 - 100	90 - 95	30 - 35	30 - 35	60 - 80	0,5 - 0,8
Συνδυασμένου κύκλου αερίου/ ατμοστροβίλου	4 - 100*	77 - 85	35 - 45	25 - 35	70 - 88	0,6 - 1,1
Κινητήρα Diesel	0,07 - 40	80 - 90	35 - 45	32 - 40	60 - 80	1,2 - 2,4
Πακέτο με παλινδρομικό κινητήρα	0,015 - 2	80 - 85	27 - 35	25 - 32	60 - 80	0,5 - 0,7
Κυψέλες καυσίμου	0,04 - 50	90 - 92	37 - 45	37 - 45	85 - 90	0,8 - 1,0
Μηχανές Stirling	0,003-1,5	85 - 90 (αναμενόμενη)	35 - 50	34 - 49	60 - 80	1,2 - 1,7

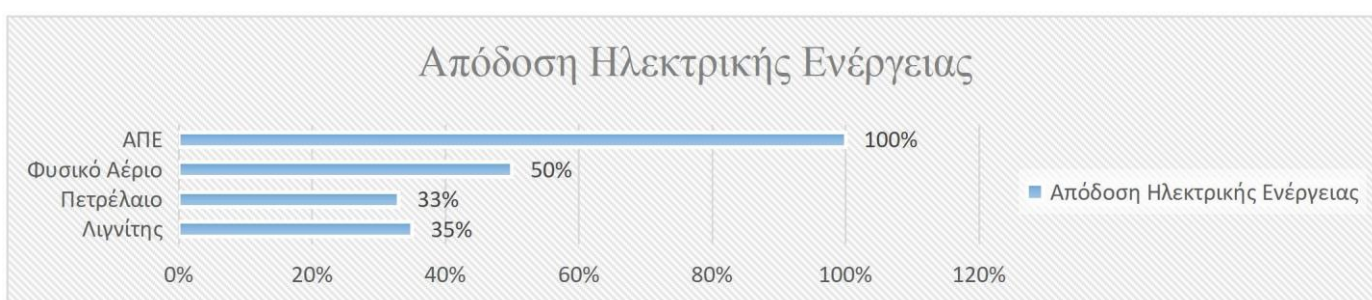
(*): Η τιμή των 100 MW είναι το πιο συνηθισμένο άνω όριο σε βιομηχανικές εφαρμογές. Συστήματα του είδους αυτού κατασκευάζονται και με μεγαλύτερες ισχύεις.

Πηγή: Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) Φώτιος Ε. Καραγιάννης Dr. Μηχανολόγος Μηχανικός Γενικός Διευθυντής ΔΕΗ Α.Ε. Παρουσίαση 2022 ΠΜΠ (Ενεργειακά και Περιβαλλοντικά Έργα)

Για να βρεθεί το σύνολο των εκπομπών σε ένα οίκημα θα πάρουμε την ενέργεια του που καταναλώνει ανά χρόνο και στη συνέχεια θα πρέπει βάση του μηνιαίου ισοζυγίου ενέργειας να καταμεριστούν τα ποσοστά σε σχέση με την κατανάλωση του οικήματος και στην συνέχεια να πολλαπλασιαστεί το κάθε ένα με το σύνολο των εκπομπών ανά μονάδα παραγωγής. Στην συνέχεια θα πρέπει να υπολογιστεί το ποσοστό των απωλειών σε κάθε πηγή ενέργειας και να πολλαπλασιαστεί με το σύνολο των εκπομπών ανά μονάδα παραγωγής. Για τους σταθμούς ΑΠΕ δεν υπάρχουν απώλειες καυσίμου, διότι δεν προσθέτουμε κάποιο είδος πηγής ενέργειας επειδή η ενέργεια που λαμβάνουν προέρχεται από την ίδια τη φύση.

«Energy loss is single-biggest component of today's electricity system by Karin Kirk, in Yale Climate Connections, October 2022»

Πίνακας 9: Απόδοση ηλεκτρικής ενέργειας ανά Πηγή ενέργειας



Για τον υπολογισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO₂ θα γίνει με τον παρακάτω τύπο.

$$E_{\text{all}} = [(E_{\text{all}} * \% \text{Ng}) / E_{\text{fNg}} * E_{\text{mNg}}] + [(E_{\text{all}} * \% \text{Oil}) / E_{\text{fOil}} * E_{\text{mOil}}] + [(E_{\text{all}} * \% \text{Coal}) / E_{\text{fCoal}} * E_{\text{mCoal}}] + [(E_{\text{all}} * \% \text{RES}) * E_{\text{mRES}}]$$

E_{all} – Σύνολο Εκπομπών

E_{all} – Κατανάλωση Ενέργειας Οικήματος

$\% \text{Ng}$ – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για το Φυσικό Αέριο

$\% \text{Oil}$ – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για το Πετρέλαιο

$\% \text{Coal}$ – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για το Λιγνίτη

$\% \text{RES}$ – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για τις ΑΠΕ

E_{fNg} – Απόδοση Ηλεκτρικής Ενέργειας για το Φυσικό Αέριο

E_{fOil} – Απόδοση Ηλεκτρικής Ενέργειας για το Πετρέλαιο

E_{fCoal} – Απόδοση Ηλεκτρικής Ενέργειας για το Λιγνίτη

E_{mNg} – Εκπομπές ανά Μονάδα παραγωγής ενέργειας για το Φυσικό Αέριο

E_{mOil} – Εκπομπές ανά Μονάδα παραγωγής ενέργειας για το Πετρέλαιο

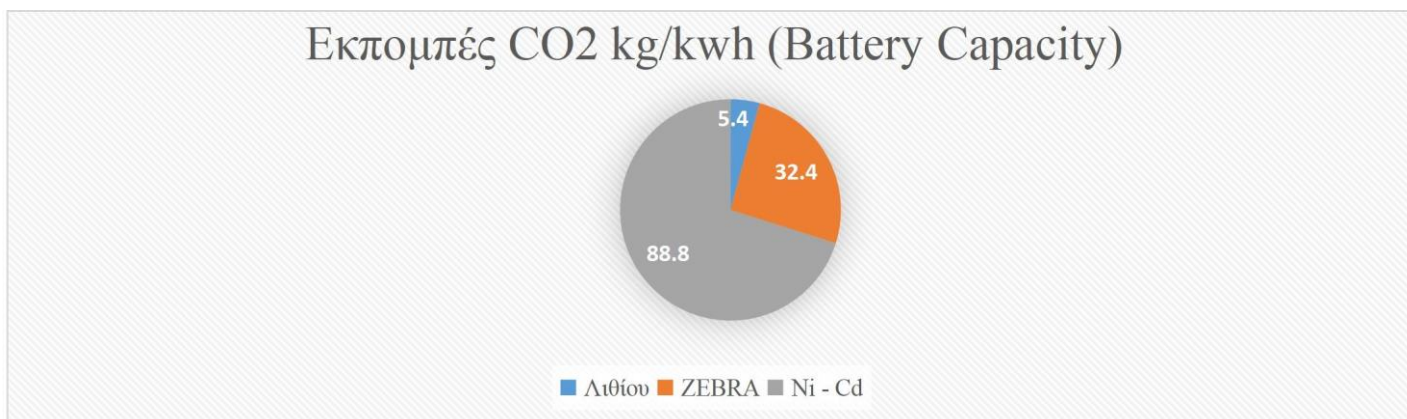
E_{mCoal} – Εκπομπές ανά Μονάδα παραγωγής ενέργειας για το Λιγνίτη

E_{mRes} – Εκπομπές ανά Μονάδα παραγωγής ενέργειας για τις ΑΠΕ

«Method for Calculating CO2 Emissions from the Power Sector at the Provincial Level in China, by Ma Cui-Mei, Ge Quan-Sheng in Advances in Climate Change Research 2014»

Στην συνέχεια για να δούμε την μείωση που έχουμε επιφέρει ανάλογα με το σύστημα που θα χρησιμοποιήσουμε για να παράγουμε την ενέργεια που χρειαζόμαστε θα έχουμε και τις ανάλογες εκπομπές. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το σύστημα μας είναι φωτοβολταϊκά πλαίσια με σύστημα αποθήκευσης σε συσσωρευτές (μπαταρίες), οι Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως αναφέραμε και παραπάνω είναι περίπου 40 γραμμάρια ανά κιλοβατώρα. Επίσης αυτό που θα πρέπει να αξιολογήσουμε είναι το σύστημα των συσσωρευτών για το ποιες είναι οι εκπομπές CO2 που έχουν, στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι εκπομπές CO2 σε κιλά ανά κιλοβατώρα συνολικής αποθήκευσης σε όλο το φάσμα του κύκλου ζωής της μπαταρίας.

Πίνακας 10: Εκπομπές CO2 kg/kwh χωρητικότητας του συσσωρευτή για το σύνολο του κύκλου ζωής.



Πηγή: Indicative energy technology assessment of advanced rechargeable batteries, by Geoffrey P. Hammond, Tom Hazeldine in Applied Energy 2015

Οι μπαταρίες Li-Ion και Li-Ion Polymer (LIB και LIP) έχουν βρεθεί ότι έχουν σημαντικά χαμηλότερες εκπομπές CO2 σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους σε σύγκριση με τις μπαταρίες Ni-Cd και ZEBRA. Οι μελέτες, όπως απεικονίζονται στο Πίνακα παραπάνω, αποκαλύπτουν ότι οι μπαταρίες LIB και LIP εκπέμπουν CO2 με ρυθμό 15 φορές χαμηλότερο από τις μπαταρίες Ni-Cd και έξι φορές χαμηλότερο από τις μπαταρίες ZEBRA. Αυτό καθιστά τις μπαταρίες LIB και LIP την προτιμώμενη επιλογή από την άποψη της κλιματικής αλλαγής.

«Indicative energy technology assessment of advanced rechargeable batteries, by Geoffrey P. Hammond, Tom Hazeldine in Applied Energy 2015»

Όσον αφορά των υπολογισμό των εκπομπών θα γίνει με την χρήση του παρακάτω τύπου.

$$E_{\text{mpn}} = \sum (E_p * E_{\text{mE}}) \text{ όπου } n \text{ το έτος υπολογισμού} \Rightarrow E_{\text{mpn}} + E_{\text{mb}} = E_{\text{mpn}} + (E_{\text{mb}} * C_b)$$

E_{mpn} – Συνολικές εκπομπές Φ/Β Συστήματος

E_{pn} – Συνολική Παραγωγή Ενέργειας Φ/Β

E_{mRES} – Εκπομπές CO2 / kwh

$E_{\text{mpn}} + E_{\text{mb}}$ – Συνολικές Εκπομπές Φ/Β και Συσσωρευτών χρήσης

E_{mb} – Εκπομπές CO2 / kwh χωρητικότητας για όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής

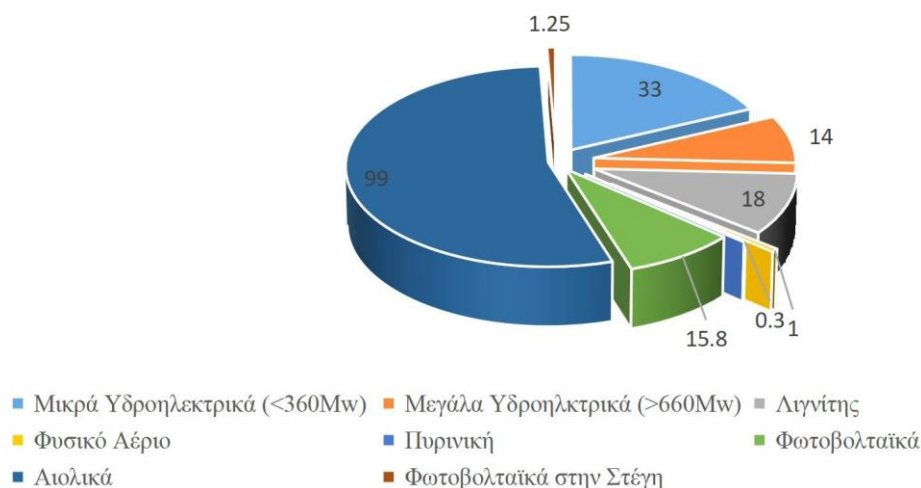
C_b – kwh χωρητικότητας για όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής.

Χρήσης Γης

Ένα τελευταίο που θα πρέπει να εξετάσουμε είναι τα τετραγωνικά χρήσης Γης που χρειάζεται κάθε πηγή ενέργειας για την παραγωγή μια μονάδας ενέργειας. Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα δεδομένα χρήσης Γης σε τετραγωνικά μέτρα-ετησίως ανά μεγαβατώρα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 11: Μέσος Όρος χρήσης Γης σε m² ετησίως / Mwh παραγόμενης Ηλεκτρικής ενέργειας

Μέσος Όρος Χρήσης Γής σε τετραγωνικά μέτρα-ετησίως ανά μεγαβατώρα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας



Πηγή: Our world in data. <https://ourworldindata.org/land-use-per-energy-source>

Η διακυμάνσεις των εκτάσεων που χρειάζονται σε κάθε μονάδα είναι μεγάλες με διαφορά θα έλεγε με την πρώτη ματιά το μεγαλύτερο εύρος τετραγωνικών καταλαμβάνουν τα Αιολικά, αυτό διότι αν αναφερόμαστε και στην απόσταση που απαιτείτε μεταξύ των Ανεμογεννητριών, αυτός ο χώρος δεν καλύπτεται από κάτι και που σημαίνει ότι η χρήση γης είναι ανεκμετάλλευτη και ο χώρος που καταλαμβάνει η μηχανή είναι 0,4 τετραγωνικά-ετησίως ανά μεγαβατώρα. Την μικρότερη έκταση βάση την παραγωγή την έχουν η πυρηνική με 0,3 τετραγωνικά και έπειτα το φυσικό αέριο με 1 τετραγωνικό. Όσον αφορά το πετρέλαιο είναι στα ίδια επίπεδα με τον λιγνίτη.

Για τον εντοπισμό της έκτασης της ενέργειας που έρχεται από το δίκτυο με βάση το ισοζύγιο για κάθε πηγή ενέργειας. Θα πάρουμε τον παρακάτω τύπο:

$$Allm^2 = Eall * \%Ng * Ngm^2 + Eall * \%Oil * Oilm^2 + Eall * \%Coal * Coalm^2 + Eall * \%Wind * Windm^2 + Eall * \%Pv * Pvm^2 + Eall * \%BigHydro * BigHydrom^2 + Eall * \%SmHydro * SmHydrom^2$$

Eall – Κατανάλωση ενέργειας οικήματος

Allm² – Τετραγωνικά πηγών ενέργειας δικτύου

%Ng – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για το Φυσικό Αέριο

%Oil – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για το Πετρέλαιο

%Coal – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για το Λιγνίτη

%Wind – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για τα Αιολικά

%Pv – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για τα φωτοβολταϊκά

%BigHydro – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά

%SmHydro – Ποσοστό στο Ισοζύγιο ενέργειας για τα Μικρά Υδροηλεκτρικά

Ngm² – Τετραγωνικά ετησίως / μονάδα παραγωγής για το Φυσικό Αέριο

Oilm² – Τετραγωνικά ετησίως / μονάδα παραγωγής για το Πετρέλαιο

Coalm² – Τετραγωνικά ετησίως / μονάδα παραγωγής για τον Λιγνίτη

Windm² – Τετραγωνικά ετησίως / μονάδα παραγωγής για τα Αιολικά

Pvm² – Τετραγωνικά ετησίως / μονάδα παραγωγής για τα Φωτοβολταϊκά

BigHydrom² – Τετραγωνικά ετησίως / μονάδα παραγωγής για τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά

SmHydrom² – Τετραγωνικά ετησίως / μονάδα παραγωγής για τα Μικρά Υδροηλεκτρικά

Για τον εντοπισμό της έκτασης του συστήματος που χρειαζόμαστε γι' αυτή την εγκατάσταση θα κάνουμε το εξής θα πάρουμε το πλάτος των πάνελ και θα το πολλαπλασιάσουμε με το μήκος + την απόσταση κάθε σειράς φ/β, μετά όλο αυτό θα το πολλαπλασιάσουμε με το συνολικό αριθμό πάνελ που χρειαζόμαστε. Για να βρούμε το την απόσταση από κάθε σειρά φ/β θα πάρουμε την εφαπτομένη (εφ) της γωνίας της κλίσης που έχει το πάνελ με το έδαφος, η εφ = ύψος / μήκος του πάνελ (Υποτείνουσα) για παράδειγμα αν η γωνία είναι 30 μοίρες τότε εφ30 = 0,577 = ύψος / 2,295m τότε ύψος = 1,32m, με βάση το παραπάνω για να αποφύγουμε την σκίαση θα πάρουμε απόσταση από το κάθε σειρά πάνελ 2 x ύψος = 2,64m.

Εικόνα 12: Απόσταση Σειρών Φωτοβολταϊκών Πλαισίων.



Πηγή: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας. Μόνιμη Επιτροπή Ενέργειας. Οδηγός Μελέτης και Υλοποίησης Φωτοβολταϊκών Έργων (Πόρισμα Ομάδας Εργασίας του ΤΕΕ/ΤΚΜ όπως εγκρίθηκε με την απόφαση Α159/Σ9/11.04.2011 της Διοικούσας Επιτροπής). Μωυσής Δαμιανίδης, Η.Μ. Γεώργιος Κατσαρός, Δρ Η.Μ. Ματθαίος Τόλης, Μ.Μ. Φώτιος Στεργιόπουλος, Η.Μ. Απρίλιος 2011

Στην συνέχεια θα υπολογίσουμε βάση του όγκου των μπαταριών το χώρο που χρειαζόμαστε για την τοποθέτηση τους προσθέτοντας το στην έκταση για το σύστημα φωτοβολταϊκών. Στην συνέχεια συγκρίνουμε την συνολική έκταση του συστήματος μας με την υποτιθέμενη έκταση των πηγών ενέργειας του ισοζυγίου των δικτύων. Στην περίπτωση που η κάλυψη του συστήματος μας καταλαμβάνει μέρος της οροφής του οικήματος η κάλυψη χρήσης γης θα θεωρηθεί μηδενική διότι γίνεται σε χώρο ο οποίος κάνει χρήση γης.

Κοινωνική Ανάλυση

Η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων έχει αυξηθεί κατά 96% από το 1965 λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της βιομηχανικής επέκτασης, οδηγώντας σε σοβαρές περιβαλλοντικές συνέπειες. Αυτά περιλαμβάνουν την υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα, την οικολογική βλάβη, τους κινδύνους για την υγεία και την καταπόνηση των υδάτινων πόρων. Αέρια θερμοκηπίου όπως μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, τριοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, πτητικές οργανικές ενώσεις και σωματίδια απελευθερώνονται στον αέρα ως αποτέλεσμα της καύσης ορυκτών καυσίμων. Η χρήση άνθρακα συμβάλλει σημαντικά στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, με περίπου 72,5% των παγκόσμιων εκπομπών να αποδίδεται σε αυτήν.

Οι αρνητικές επιπτώσεις είναι εμφανείς στην υπερθέρμανση του πλανήτη, όπου οι εκπομπές άνθρακα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Η ρύπανση από ορυκτά καύσιμα ευθύνεται για έναν στους πέντε θανάτους παγκοσμίως και προκάλεσε 350.000 θανάτους στις ΗΠΑ το 2018, με οικονομικό κόστος 886,5 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Για την εξουδετέρωση αυτών των επιπτώσεων, τα Ηνωμένα Έθνη έχουν θεσπίσει 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs), ιδιαίτερα τον στόχο 13, με επίκεντρο τη δράση για το κλίμα. Μετά από συμφωνίες όπως η Συμφωνία του Παρισιού και η COP-26, οι χώρες βρίσκονται υπό πίεση να μειώσουν την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων. Επίσης οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή, ο άνεμος, η βιομάζα και η γεωθερμία είναι ζωτικής σημασίας για τον μετριασμό των προβλημάτων που σχετίζονται με τις μη ανανεώσιμες πηγές. Δεν δημιουργούν μόνο θέσεις εργασίας και μειώνουν τις εκπομπές, αλλά ενισχύουν επίσης την ενεργειακή ασφάλεια και ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές βλάβες. Η μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βρίσκεται σε εξέλιξη, με τις προβλέψεις πολλών πόλεων να τροφοδοτούνται κυρίως ή εξ ολοκλήρου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ωστόσο, η διαλείπουσα φύση των ανανεώσιμων πηγών αποτελεί πρόκληση. Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας συμβάλλουν στη γεφύρωση των χασμάτων, αλλά είναι οικονομικά αναποτελεσματικά. Τα υβριδικά συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που συνδυάζουν πολλαπλές ανανεώσιμες πηγές με αποθήκευση και παραδοσιακή ενέργεια, προσφέρουν μια πολλά υποσχόμενη λύση. Η αυξανόμενη υιοθέτησή τους καθοδηγείται από τη μείωση του κόστους και την αύξηση των οφελών, γενικότερα οι διεθνείς στρατηγικές συνιστούν την επίτευξη 85% χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έως το 2050. Το κόστος της ηλιακής και αιολικής ενέργειας έχει μειωθεί δραστικά από το 2010, καθιστώντας τις πιο προσιτές. Αυτή η μετάβαση επιφέρει πολλά οφέλη, τα οποία συζητήθηκαν λεπτομερώς, που καλύπτουν κοινωνικές, περιβαλλοντικές και τεχνοοικονομικές πτυχές.\

«Social, environmental, and economic consequences of integrating renewable energies in the electricity sector: a review by Mohamed Farghali, Ahmed I. Osman, Zhonghao Chen, Amal Abdelhaleem, Ikko Ihara, Israa M. A. Mohamed, Pow-Seng Yap & David W. Rooney in Environmental Chemistry Letters at 24/03/2023»

Πίνακας 12: Εκπομπές Ουσιών Ορυκτών Καυσίμων Επιβλαβή στο Κοινωνικό σύνολο

Καύσιμα	Ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα, kg/MWh	Οξείδια του αζώτου, kg/MWh	Οξείδια του θείου,kg/MWh
Φυσικό αέριο	380–1000	0,2–3,8	0,01–0,23
Πετρέλαιο	530–900	0,5–1,5	0,85–8
Κάρβουνο	660–1050	0,3–3,9	0,03–6,7

Πηγή: Social, environmental, and economic consequences of integrating renewable energies in the electricity sector: a review by Mohamed Farghali, Ahmed I. Osman, Zhonghao Chen, Amal Abdelhaleem, Ikko Ihara, Israa M. A. Mohamed, Pow-Seng Yap & David W. Rooney in Environmental Chemistry Letters at 24/03/2023

Στο πίνακα παραπάνω παρουσιάζονται στοιχεία από εκπομπές αερίων με την χρήση βασικών πηγών ορυκτών καυσίμων παγκοσμίως, οι εκπομπές αυτές είναι υπεύθυνες για σημαντικά προβλήματα στο περιβάλλον και κατά συνέπεια επηρεάζουν και το κοινωνικό σύνολο για παράδειγμα η απελευθέρωση οξειδίου του θείου και αερίων

οξειδίου του αζώτου οδηγεί σε όξινες βροχές που μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τις καλλιέργειες, τα δάση και τους υδροβιότοπους.

Προγραμματισμός & Έλεγχος Έργου

Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούμε για το πώς θα πρέπει να οργανωθεί ένα έργο, ώστε να γίνει ένα σωστός προγραμματισμός που να περιλαμβάνει την παρακολούθηση της προόδου του έργου, τον εντοπισμό αποκλίσεων από το σχέδιο και την εφαρμογή διορθωτικών μέτρων για τη διατήρηση του έργου σε καλό δρόμο. Βήματα για την επίτευξη ενός τέτοιου συστήματος:

Καθορισμός των στόχων και τις μετρήσεις του έργου: Ξεκινάμε ορίζοντας με σαφήνεια τους στόχους του έργου και τις μετρήσεις που θα χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση της επιτυχίας του. Αυτές οι μετρήσεις θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν ποσοστά ολοκλήρωσης παραδοτέων, διακύμανση προϋπολογισμού, τήρηση χρονοδιαγράμματος

Ορισμός ενός βασικού σχεδίου: Φτιάχνουμε ένα ολοκληρωμένο σχέδιο έργου που περιγράφει το εύρος, το χρονοδιάγραμμα, τον προϋπολογισμό και τους πόρους που απαιτούνται για την ολοκλήρωση του έργου. Αυτό το βασικό σχέδιο χρησιμεύει ως σημείο αναφοράς με βάση το οποίο θα μετρηθεί η απόδοση του έργου.

Ρύθμιση μηχανισμών παρακολούθησης: Εφαρμόζουμε ένα ισχυρό σύστημα παρακολούθησης για την παρακολούθηση της προόδου του έργου. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τακτικές συσκέψεις κατάστασης, αναφορές προόδου και εργαλεία παρακολούθησης εργασιών που ευθυγραμμίζονται με τους στόχους και τις μετρήσεις του έργου.

Παρακολούθηση της εξέλιξης του έργου: Παρακολουθούμε συνεχώς την απόδοση του έργου σε σχέση με το βασικό σχέδιο. Ενημερώνετε τακτικά το χρονοδιάγραμμα του έργου, τον προϋπολογισμό και την κατανομή πόρων για να αντικατοπτρίζουν τυχόν αλλαγές ή αποκλίσεις από το αρχικό σχέδιο. Προσδιορίστε περιοχές όπου το έργο δεν ανταποκρίνεται στους στόχους του ή όπου εμφανίζονται κίνδυνοι.

Ανάλυση διακυμάνσεων: Αναλύουμε τις αποκλίσεις μεταξύ της πραγματικής εξέλιξης του έργου από το βασικό σχέδιο. Προσδιορίστε τις βαθύτερες αιτίες τυχόν αποκλίσεων και αξιολογήστε τον αντίκτυπό τους στη συνολική επιτυχία του έργου. Αυτή η ανάλυση μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό τάσεων, προτύπων και πιθανών κινδύνων που μπορεί να απαιτούν διορθωτικές ενέργειες.

Λήψη διορθωτικών ενεργειών: Σχεδιάζουμε διορθωτικές ενέργειες για την αντιμετώπιση τυχόν αποκλίσεων από το βασικό σχέδιο. Αυτό θα μπορούσε να περιλαμβάνει την προσαρμογή του χρονοδιαγράμματος του έργου, την ανακατανομή πόρων, την αναθεώρηση του προϋπολογισμού ή τον επαναπροσδιορισμό των προτεραιοτήτων του έργου. Ο στόχος είναι να επαναφέρει το έργο σε τροχιά και να διασφαλίσει ότι ευθυγραμμίζεται με τους καθορισμένους στόχους.

Επικοινωνία και αναφορές: Διατηρούμε ανοιχτή επικοινωνία με τα ενδιαφερόμενα μέρη του έργου, παρέχοντας τακτικές ενημερώσεις σχετικά με την κατάσταση του έργου, την πρόοδο και τυχόν αλλαγές που έγιναν. Χρησιμοποιήστε σαφείς και συνοπτικές μορφές αναφοράς για να μοιραστείτε σχετικές πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένης της κατάστασης των ορόσημων, των κινδύνων, των ζητημάτων και των διορθωτικών ενεργειών που έχουν ληφθεί.

«Project Monitoring and Control (PMC) by Gaurav Kumar, Ashu Bansal in National Conference on role and applications of ICT in inaccessible areas, February 2010»

«<https://studiousguy.com/project-implementation-control-and-closure/>, Project Implementation, Control, and Closure»

Εικόνα 13: Διαδικασία Υλοποίησης Έργου



Πηγή: <https://studiousguy.com/project-implementation-control-and-closure/>, Project Implementation, Control, and Closure

Ο σκοπός του προγραμματισμού ενός έργου είναι να αποτυπωθεί ένα σχέδιο από την έναρξη των εργασιών έως και την ολοκλήρωση αυτού για να είναι έτοιμο να αποδώσει το σκοπό δημιουργίας του. Μέσα σε αυτό το διάστημα θα πρέπει να καθορισθεί:

Ο ορισμός του έργου: Ο σκοπός για τον οποίο γίνεται το έργο

Βασικός σχεδιασμός του: Τεχνικά και δημογραφικά στοιχεία του έργου

Οργάνωση του: Ορισμός διάρκειας του έργου, καθορισμός των απαιτούμενων πόρων και κόστος του έργου

Λειτουργία και ανάλυση: Πηγές χρηματοδότησης, Κατανομή των εργασιών και των πόρων που θα χρησιμοποιήσουν και Ορισμός ευθυνών που πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά την ολοκλήρωση σε κάθε εργασία

Έλεγχος και παρακολούθηση: Τρόποι που θα καθορίσουν την ασφάλεια και την καθορισμένη ολοκλήρωση σε κάθε εργασία.

Ολοκλήρωση του έργου: Διαδικασίες ελέγχου επίτευξης του στόχου του έργου και Εκπαίδευση – Ενημέρωση του επενδυτή για την λειτουργία ολόκληρου του συστήματος.

Μελέτη περίπτωσης περιοχής μελέτης

Περιοχή Μελέτης

Στην παρούσα μελέτη θα μπούμε στην διαδικασία να ερευνήσουμε ένα υπάρχον σπίτι που είναι συνδεδεμένο στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο να γίνει αυτόνομο με την χρήση Φωτοβολταϊκού συστήματος για την παραγωγή ενέργειας και αποθήκευση αυτής σε συσσωρευτές. Για το οίκημα που αναφέραμε βρίσκεται Ελλάδα και συγκεκριμένα στην περιοχή του Νομού Ηλείας, ο οποίος βρίσκεται στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας και καταλαμβάνει το βόρειο δυτικό τμήμα της Πελοποννήσου. Βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος, επίσης αποτελείται από μια μεγάλη πεδιάδα, που είναι η μεγαλύτερη της Πελοποννήσου. Η έκτασή του είναι περίπου 2.618 τετραγωνικά χιλιόμετρα και ο πληθυσμός του ανέρχεται σε περίπου 193.288 κατοίκους. Η πρωτεύουσα του νομού είναι ο Πύργος. Στην ανατολική πλευρά του Πύργου, σε μια κοιλάδα μεταξύ του λόφου Κρόνιο, του ποταμού Αλφειού και του παραπόταμου Κλαδέου, βρίσκεται ένας από τους σημαντικότερους αρχαιολογικούς χώρους της Ελλάδας, η Αρχαία Ολυμπία. Ο Νομός Ηλείας έχει μεσογειακό κλίμα με θερμά καλοκαίρια και σχετικά υψηλά ποσοστά βροχόπτωσης. Έχει πληθώρα ιαματικών πηγών, όμορφες φυσικές ακτές και πλούσια βιοποικιλότητα σε πανίδα και χλωρίδα, καθώς και αξιόλογα οικοσυστήματα.

Ο Νομός Ηλείας παρουσιάζει μια πολυδιάστατη οικονομική δομή, με δραστηριότητες που εστιάζουν κυρίως στον πρωτογενή τομέα και τις υπηρεσίες, ενώ ο δευτερογενής τομέας ακολουθεί σε δεύτερη μοίρα. Περίπου το 39% του ενεργού πληθυσμού του νομού απασχολείται στον πρωτογενή τομέα, ενώ το 44% εργάζεται στον τριτογενή τομέα και το 17% στον δευτερογενή τομέα.

Συντεταγμένες X: 266853,367. Ψ: 4177065,171 σε μορφή ΕΣΓΑ 87 (37.713 & 21,356 σε wgs84) το οποίο ανήκει σε ζεύγος που ζει σε ένα εξοχικό, με αγροτικό κήπο για λαχανικά προς οικιακή χρήση. Στο συγκεκριμένο οίκημα χρησιμοποιούν αντλία γεώτρησης για την παροχή νερού στο κήπο αλλά και για άλλες ανάγκες του σπιτιού, όπως οι λειτουργίες που γίνονται στο μπάνιο για καθαριότητες περί υγιεινής αλλά και για ανθρώπινη χρήση.

Εικόνα 14: Νομός Ηλείας Περιοχή Μελέτης.



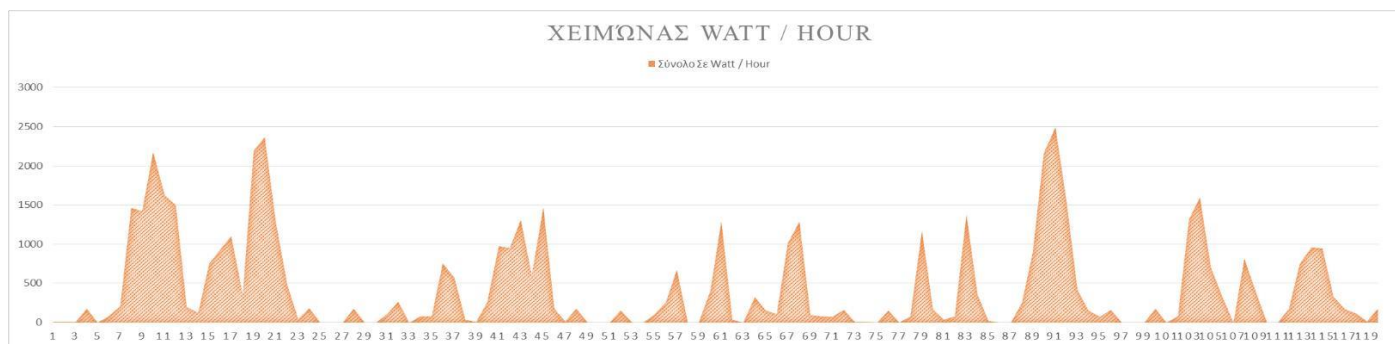
Πηγή: <http://www.zourtsa.gr/Hlia.htm>

Εύρεση της ζήτησης σε ενέργεια

Στο συγκεκριμένο οίκημα για να το μετατρέψουμε σε πλήρες αυτόνομο θα χρειαστεί να γίνει εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών με βάση το των συσκευών που υπάρχουν στο σπίτι, υπολογισμός των εκκαθαριστικών λογαριασμών παροχής ενέργειας του έτους σε συνδυασμό με τον υπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης με βάση τις συνήθειες του καταναλωτή σε κάθε εποχή του έτους.

Ο εντοπισμός της ζήτησης σε ενέργεια για έναν χρόνο μπορεί να γίνει με την χρήση των τεσσάρων εκκαθαριστικών λογαριασμών παροχής ενέργειας που έχουν εκδοθεί με το παρόν οίκημα, με βάση του λογαριασμούς αυτούς η συνολική κατανάλωση ενέργειας του έτους είναι περίπου της τάξεως των 4800 kWh. Στην συνέχεια με βάση τα στοιχεία των συνηθειών των καταναλωτών που καταγράψαμε για 5 βασικές μέρες με ιδιαίτερη χρήση των ηλεκτρικών συσκευών του οικήματος έχουμε τα παρακάτω γραφήματα για κάθε εποχή:

Πίνακας 13: Γράφημα Ζήτησης Ενέργειας / Ώρα για την Χειμερινή Εποχή για το Οίκημα



Χειμερινή Περίοδος: Για να προσδιορίσουμε την κύρια ζήτηση ενέργειας κατά τη χειμερινή περίοδο, συγκεντρώσαμε πληροφορίες για τις καθημερινές συνήθειες των ενοίκων στο σπίτι. Τους ζητήθηκε να περιγράψουν τις δραστηριότητές τους κατά τη διάρκεια μιας πενήμερης περιόδου, εστιάζοντας στις ημέρες με τη μεγαλύτερη κατανάλωση. Η χειμερινή περίοδος είναι μια περίοδος που η ζήτηση ενέργειας είναι τυπικά μεγαλύτερη λόγω της ανάγκης για θέρμανση, η οποία επιτυγχάνεται με τη χρήση της κύριας θέρμανσης Κλιματιστικό και τζάκι. Ένας από τους ενοίκους είναι συνήθως στο σπίτι τις πρωινές ώρες και ασχολείται με διάφορες οικιακές εργασίες, όπως μαγείρεμα, πλύσιμο ρούχων με πλυντήριο ρούχων και γενική καθαριότητα.

Επιπλέον, λόγω της μικρότερης διάρκειας του φωτός της ημέρας κατά τη χειμερινή περίοδο, απαιτείται φωτισμός για αρκετή διάρκεια ανά μέρα. Οι ρουτίνες προσωπικής υγιεινής των επιβατών δεν διεξάγονται σε καθημερινή βάση, αλλά κάθε δεύτερη μέρα, γεγονός που επηρεάζει τη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Υπάρχει επίσης μια αντλία γεώτρησης στο σπίτι και ένας λαχανόκηπος για οικιακή χρήση, ο οποίος δεν απαιτεί υψηλά επίπεδα

κατανάλωσης νερού εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών και τις υψηλές πιθανότητες βροχοπτώσεων, με αποτέλεσμα χαμηλότερη χρήση της αντλίας.

Καθορίσαμε ότι η μέγιστη ωριαία ζήτηση ενέργειας είναι περίπου 2.500 Watt με το Κλιματιστικό και 293,4 kWh, και η αντλία γεώτρησης με 180,9 kWh, είναι οι υψηλότεροι καταναλωτές ενέργειας. Με βάση τις καθημερινές δραστηριότητες και τις συνήθειες των επιβατών, δημιουργήσαμε πέντε βασικές χειμερινές ημέρες για να προσομοιώσουμε την κατανάλωση ενέργειας.

1η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 14.540 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 1.092 wh και για την Αντλία νερού είναι 3.000 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 18.632 wh.

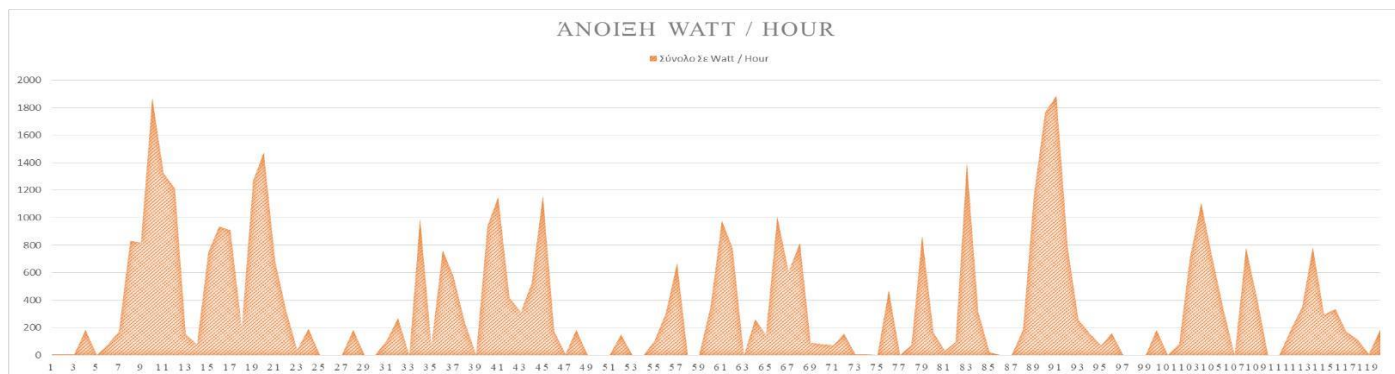
2η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 6.150 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 585 wh και για την Αντλία νερού είναι 1225 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 7.960 wh.

3η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 4.745 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 485 wh και για την Αντλία νερού είναι 1.100 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 6.155 wh.

4η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 9.700 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 556 wh και για την Αντλία νερού είναι 1.325 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 11.581 wh.

5η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 5.040 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 575 wh και για την Αντλία νερού είναι 3.400 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 9.015 wh.

Πίνακας 14: Γράφημα Ζήτησης Ενέργειας / Ώρα για την Ανοιξιάρικη Εποχή για το Οίκημα



Ανοιξιάρικη Περίοδος: η ζήτηση για ενέργεια συνήθως μειώνεται σε σύγκριση με τους ψυχρότερους μήνες του χειμώνα. Αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των μεγαλύτερων ωρών της ημέρας και του θερμότερου καιρού, που επιτρέπουν στους ανθρώπους να ανοίγουν τα παράθυρά τους και να βασίζονται λιγότερο στον κλιματισμό και τον τεχνητό φωτισμό. Επιπλέον, οι άνθρωποι τείνουν να περνούν περισσότερο χρόνο σε εξωτερικούς χώρους, χρησιμοποιώντας τους κήπους τους για την καλλιέργεια φρέσκων προϊόντων, γεγονός που μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της χρήσης αντλιών γεωτρήσεων. Καθώς η άνοιξη είναι μια μεταβατική περίοδος από το χειμώνα στο καλοκαίρι, είναι γενικά πιο ευνοϊκή η μη χρήση ηλεκτρικών συσκευών για θέρμανση ή ψύξη εσωτερικών χώρων. Για παράδειγμα, ο θερμοσίφοντας μπορεί να μην χρειάζεται να λειτουργεί με πλήρη χωρητικότητα, καθώς η θερμοκρασία είναι μέτρια με λιγότερες διακυμάνσεις.

Η μέγιστη ωριαία ζήτηση ενέργειας βρίσκεται περίπου 1.900 watt με τις μεγαλύτερες καταναλώσεις να έχουν το Κλιματιστικό με 134,7 kWh η Αντλία γεώτρησης με 212,13 kWh. Σε αυτό το σενάριο με βάση τις περιγραφές των ατόμων που διαμένουν στο σπίτι, δημιουργήσαμε 5 βασικές Ανοιξιάρικες μέρες.

1η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 9.620 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 890 wh και για την Αντλία νερού είναι 3.000 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 13.510 wh.

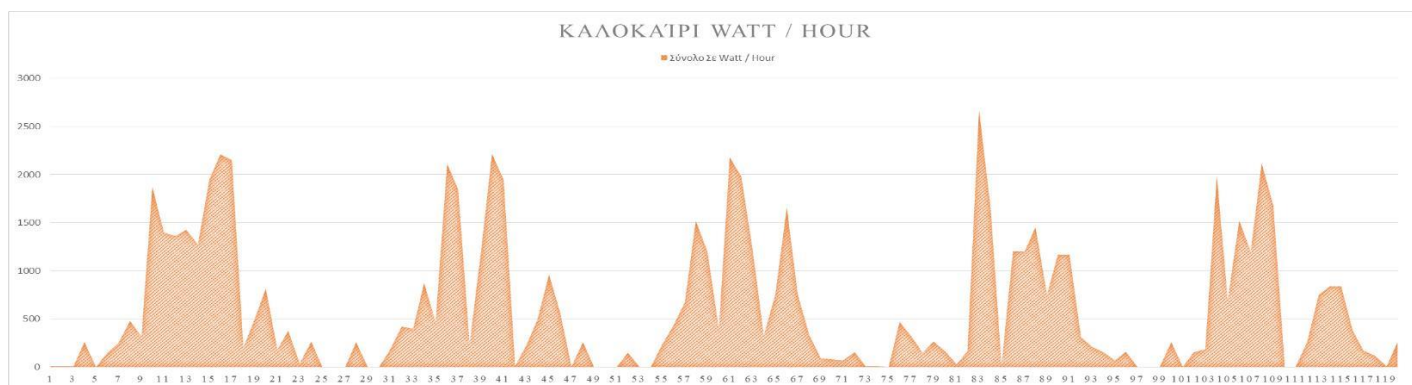
2η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 5.030 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 470 wh και για την Αντλία νερού είναι 2.575 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 8.075 wh.

3η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 4.990 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 485 wh και για την Αντλία νερού είναι 1.100 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 6.575 wh.

4η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 6.365 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 613 wh και για την Αντλία νερού είναι 2.875 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 9.853 wh.

5η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 4.260 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 534 wh και για την Αντλία νερού είναι 1.925 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 6.719 wh.

Πίνακας 15: Γράφημα Ζήτησης Ενέργειας / Ώρα για την Καλοκαιρινή Εποχή για το Οίκημα



Καλοκαιρινή Περίοδος: Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται καθώς γίνεται πεπερασμένη χρήση του κλιματιστικού για να παραμένει δροσερό το σπίτι από τις εξωτερικές υψηλές θερμοκρασίες. Όσον αφορά η χρήση των φωτιστικών είναι αρκετά χαμηλή εξαιτίας της μεγάλης διάρκειας της μέρας και ο θερμοσίφωνας χρησιμοποιεί χαμηλά ποσά ενέργειας εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών του νερού και ότι συνήθως τα άτομα δεν κάνουν χρήση ζεστού νερού. Επιπλέον υπάρχει αυξημένη ζήτηση για νερό που αυτό προμηθεύει την αυξημένη χρήση της Αντλίας γεώτρησης.

Η μέγιστη ωριαία ζήτηση ενέργειας βρίσκεται πάνω από 2500 watt με τις μεγαλύτερες καταναλώσεις να έχουν το Κλιματιστικό με 552 kwh η Αντλία γεώτρησης με 305,28 kwh. Σε αυτό το σενάριο με βάση τις περιγραφές των ατόμων που διαμένουν στο οίκημα, δημιουργήσαμε 5 βασικές Καλοκαιρινές μέρες.

1η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 13.350 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 680 wh και για την Αντλία νερού είναι 3.450 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 17.480 wh.

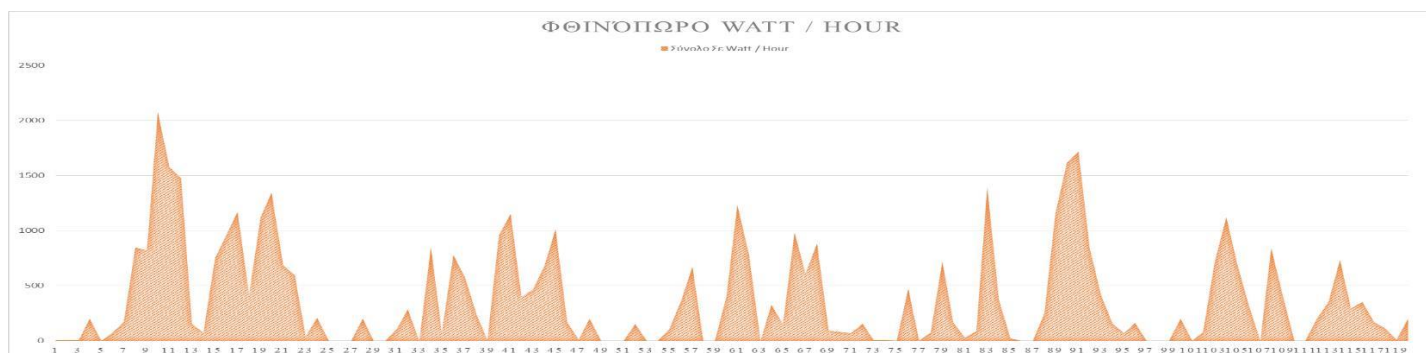
2η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 11.200 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 470 wh και για την Αντλία νερού είναι 3.025 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 14.695 wh.

3η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 10.540 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 380 wh και για την Αντλία νερού είναι 3.250 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 14.170 wh.

4η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 10.090 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 483 wh και για την Αντλία νερού είναι 3.175 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 9.853 wh.

5η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 9.320 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 404 wh και για την Αντλία νερού είναι 3.700 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 13.424 wh.

Πίνακας 16: Γράφημα Ζήτησης Ενέργειας / Ώρα για την Φθινοπωρινή Εποχή για το Οίκημα



Φθινοπωρινή Περίοδος: Η εποχή αυτή είναι μια μεταβατική περίοδος όπως και τις Άνοιξης μόνο που ο καιρός από πιο ζεστός γίνεται πιο κρύος, όπου η κατανάλωση ενέργειας βρίσκεται σε παρόμοια επίπεδα.

Η μέγιστη ωριαία ζήτηση ενέργειας βρίσκεται περίπου 2.000 watt με τις μεγαλύτερες καταναλώσεις να έχουν το Κλιματιστικό με 133,9 kwh η Αντλία γεώτρησης με 209,55 kwh. Σε αυτό το σενάριο με βάση τις περιγραφές των ατόμων που διαμένουν στο οίκημα, δημιουργήσαμε 5 βασικές Φθινοπωρινές μέρες.

1η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 10.950 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 800 wh και για την Αντλία νερού είναι 3.000 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 14.750 wh.

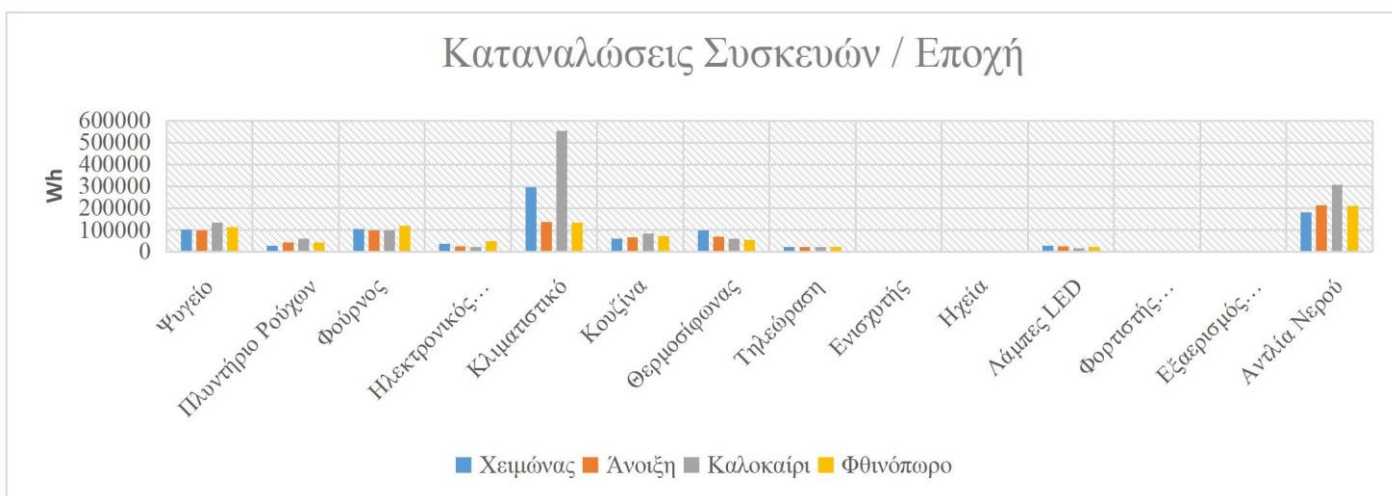
2η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 5.120 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 455 wh και για την Αντλία νερού είναι 2.575 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 8.150 wh.

3η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 5.470 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 460 wh και για την Αντλία νερού είναι 1.100 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 7.030 wh.

4η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 6.270 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 578 wh και για την Αντλία νερού είναι 2.875 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 9.723 wh.

5η Μέρα: Η ζήτηση για θέρμανση - Ψύξη (Ψυγείο, Πλυντήριο ρούχων, Η/Υ, Κουζίνα & Κλιματιστικό) είναι 4.400 wh, Λοιπές Συσκευές είναι 474 wh και για την Αντλία νερού είναι 1.925 wh με σύνολο κατανάλωσης μέσα στην μέρα 6.799 wh.

Πίνακας 17: Καταναλώσεις Ηλεκτρικών Συσκευών Οικήματος για κάθε Εποχή



Στο πίνακα 5 παρουσιάζονται δεδομένα σχετικά με την ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια για κάθε συσκευή που υπάρχει στο σπίτι αυτό που είναι ξεκάθαρο οι βασικές συσκευές με την μεγαλύτερη ζήτηση σε όλες τις εποχές είναι το κλιματιστικό για την θέρμανση/ψύξη του οικήματος και η αντλία νερού για την παροχή νερού για χρήση του οικήματος μέσω ιδιωτική γεώτρησης στο χώρο του οικήματος.

Πίνακας 18: Αναλυτικά στοιχεία καταναλώσεων ηλεκτρικών συσκευών για το Οίκημα

A.A	Ηλεκτρικές Συσκευές	Ισχύς w	Ετήσια Κατανάλωση kwh	Ετήσιες Ώρες λειτουργίας	% Στις ώρες του χρόνου
1	Ψυγείο	400	443	1107	12,6%
2	Πλυντήριο Ρούχων	320	170	531	6,1%
3	Φούρνος	1500	421	280	3,2%
4	Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	420	130	310	3,5%
5	Κλιματιστικό	2000	1114	557	6,4%
6	Κουζίνα	600	281	469	5,4%
7	Θερμοσίφωνας	1800	278	154	1,8%
8	Τηλεόραση	60	90	1502	17,1%
9	Ενισχυτής	50	7	139	1,6%
10	Ηχεία	10	2	194	2,2%
11	Λάμπες LED	200	88	442	5,0%
12	Φορτιστής Κινητού	6	7	1242	14,2%
13	Εξαερισμός Μπάνιου	16	13	805	9,2%
14	Αντλία Νερού	1500	908	605	6,9%
	Σύνολο Καταναλώσεων με βάση Εκκαθαριστικούς Σε kwh	4148,45	3953	Μέση Κατανάλωση kwh / Ημ	10,83
		Συνολικές Καταναλώσεις με βάση τις συνήθειες του καταναλωτή			

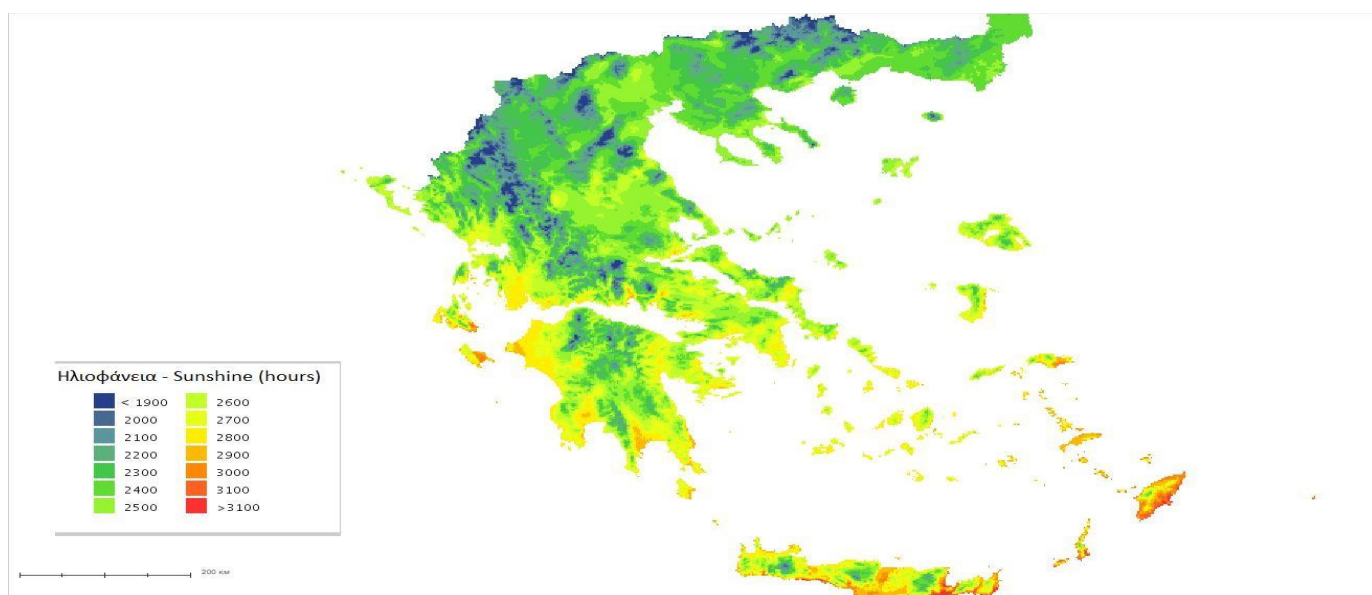
Στον πίνακα 6 βλέπουμε αναλυτικά τις συσκευές ηλεκτρικών ειδών που υπάρχουν στο οίκημα με την ισχύ τους την ετήσια κατανάλωση και τις συνολικές ώρες λειτουργίας του έτους για κάθε μία σύμφωνα με τα δεδομένα που δημιουργήθηκαν βάσει τις συνήθειες των καταναλωτών. Υπάρχει μια σχετική διαφορά στην ετήσια κατανάλωση με βάση τα στοιχεία που λαμβάνουμε από τους εκκαθαριστικούς λογαριασμούς σε σχέση με τα στοιχεία που προκύπτουν από τις συνήθειες των καταναλωτών, αυτό μπορεί να οφείλεται από απώλειες στην μεταφορά της ενέργειας.

Η μέση ζήτηση του οικήματος σε ημερήσια βάση είναι περίπου στις 10,83 kwh ανά ημέρα με συνολική ετήσια ζήτηση σε ενέργεια είναι 3953 kwh, η μέγιστη ζήτηση ηλεκτρική ενέργειας για μία ημέρα είναι 18,632 kwh και η μεγαλύτερη στιγμιαία ζήτηση είναι 2,664 kwh. Με βάση τα στοιχεία αυτά το σύστημα που πρέπει να κάνουμε θα πρέπει να καλύπτει την μέγιστη ζήτηση του οικήματος σε ημέρα με χαμηλά επίπεδα ηλιοφάνειας.

Δυναμικό Περιοχής

Στο σημείο αυτό θα αναλύσουμε τα στοιχεία για το ηλιακό δυναμικό της περιοχής μελέτης για τον προσδιορισμό της παραγωγικότητας που μπορεί να παραχθεί με την χρήση φωτοβολταϊκών πλαισίων. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε έναν χάρτη της χώρας μας κατατάσσοντας κάθε περιοχή με διαφορετικό χρώμα ανάλογα με τις ώρες ηλιοφάνειας που αντιστοιχούν σε αυτή.

Εικόνα 15: Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας - Ώρες Ηλιοφάνειας



Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία: Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας

Η περιοχή μελέτης με βάση τα στοιχεία από το χάρτη η ώρες ηλιοφάνειας ανά έτος στην χώρα μας είναι από 2.500 – 2.800 ώρες, δηλαδή από 28,54% - 31,96% με βάση τις συνολικές ώρες του έτους με στοιχεία δεδομένων από το 1971 – 2000.

Παρακάτω στο πίνακα έχουμε το σύνολο των δεδομένων από στοιχεία σχετικά με την ηλιοφάνεια από το Μετεωρολογικό σταθμό της Πάτρας που είναι ο κοντινότερος σταθμός για πηγή δεδομένων ηλιοφάνειας για την περιοχή μελέτης με δεδομένα από το 1977 – 2002.

Πίνακας 19: Δεδομένα Ηλιοφάνειας Από Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία 1977 – 2002

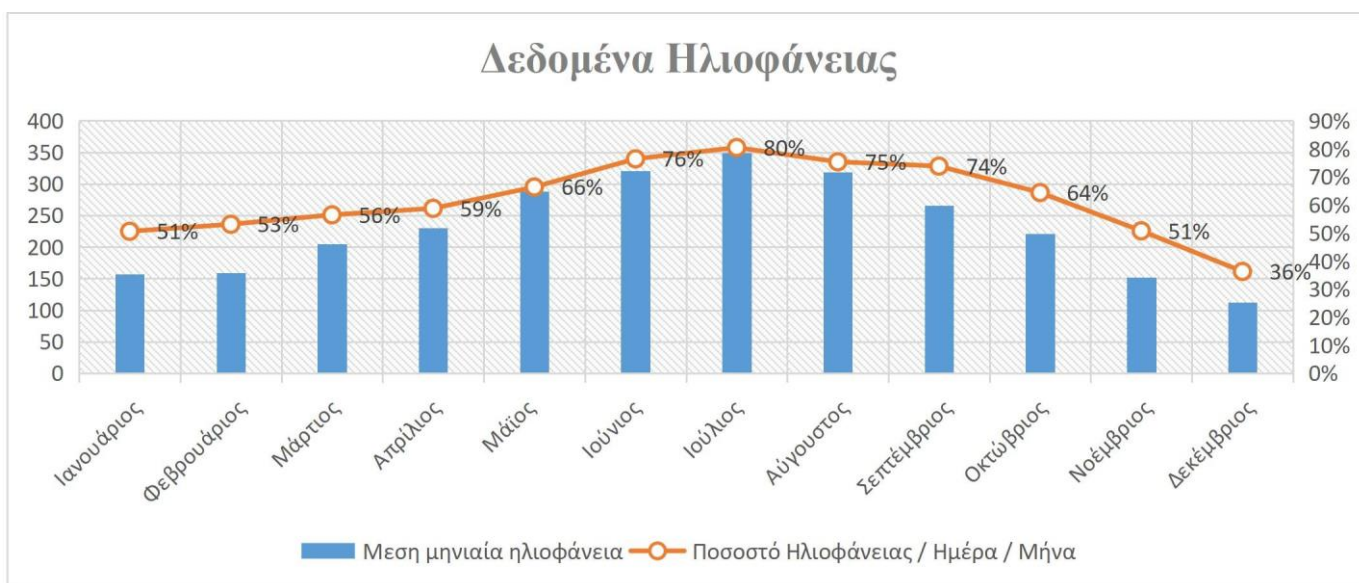
Δεδομένα Ηλιοφάνειας Από Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία 1977 - 2002								
Μήνας	Ημέρες	Ωρες / Μήνα	Μεγαλύτερη μέση μηνιαία ηλιοφάνεια	Μικρότερη μέση μηνιαία ηλιοφάνεια	Μέση μηνιαία ηλιοφάνεια	Ποσοστό ηλιοφάνειας	Ωρες Ημέρας / Μήνα	Ποσοστό Ηλιοφάνειας / Ημέρα / Μήνα
Ιανουάριος	31	744	197,1	116,5	156,8	21%	310	51%
Φεβρουάριος	28	672	182,6	134,8	158,7	24%	299	53%
Μάρτιος	31	744	228,8	179,9	204,35	27%	362	56%
Απρίλιος	30	720	249,9	209,6	229,75	32%	391	59%
Μάιος	31	744	320,9	255,2	288,05	39%	434	66%
Ιούνιος	30	720	340,8	301,1	320,95	45%	420	76%

Ιούλιος	31	744	373,1	325,1	349,1	47%	434	80%
Αύγουστος	31	744	330,5	307	318,75	43%	423	75%
Σεπτέμβριος	30	720	284,7	246,8	265,75	37%	360	74%
Οκτώβριος	31	744	245,5	196,2	220,85	30%	343	64%
Νοέμβριος	30	720	177,6	126,9	152,25	21%	300	51%
Δεκέμβριος	31	744	128,4	96,4	112,4	15%	310	36%

Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Κλιματικός Ατλαντας Ελλάδας

Στο πίνακα βλέπουμε στοιχεία για την μεγαλύτερη – μικρότερη μέση μηνιαία ηλιοφάνεια τα στοιχεία για το ποσοστό ηλιοφάνειας ανά ημέρα ανά μήνα βγαίνει από την μέση ηλιοφάνεια του μήνα με βάση της ώρες ημέρας ανά μήνα το οποίο το υπολογίζουμε με βάση την ζενιθ γωνία κάθε ώρα αν ημέρα η διάρκεια της ημέρας είναι όσο η ζενιθ γωνία είναι μικρότερη από της 90 μοίρες.

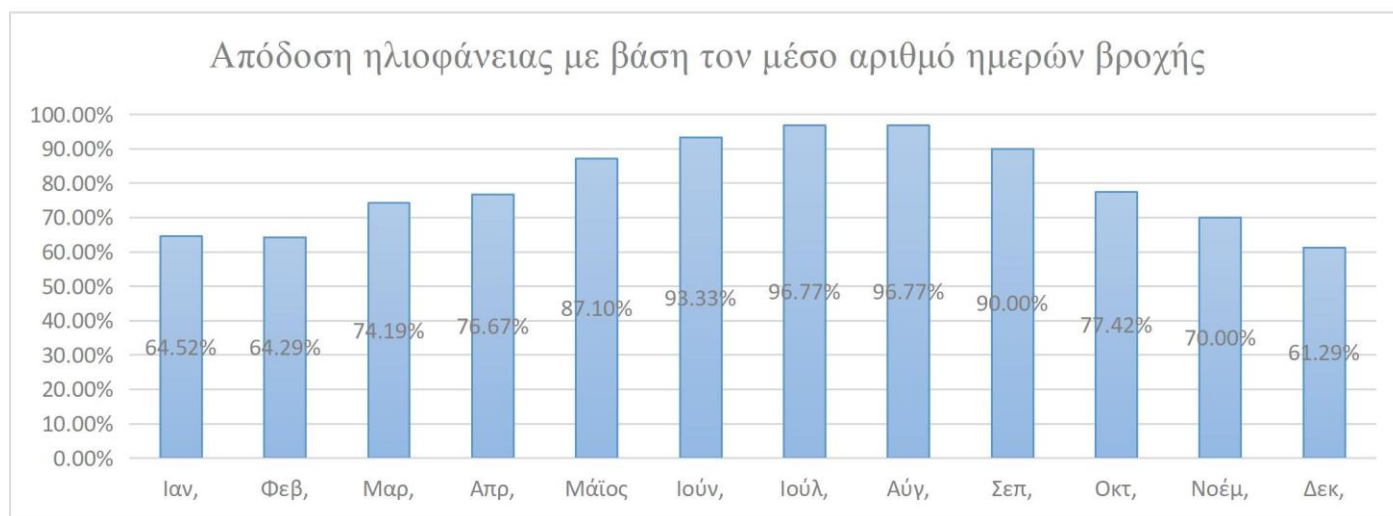
Πίνακας 20: Δεδομένα Ηλιοφάνειας Περιοχής Μελέτης



Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Κλιματικός Ατλαντας Ελλάδας

Με βάση τα στοιχεία που έχουμε και από τους δύο πίνακες οι πιο αποδοτικοί μήνες με τις περισσότερες ώρες ηλιοφάνειας είναι ο Ιούνιος, ο Ιούλιος και ο Αύγουστος με πάνω από 300 ώρες ηλιοφάνειας ο κάθε μήνας.

Πίνακας 21: Απόδοση ηλιοφάνειας με βάση τον μέσο αριθμό ημερών βροχής



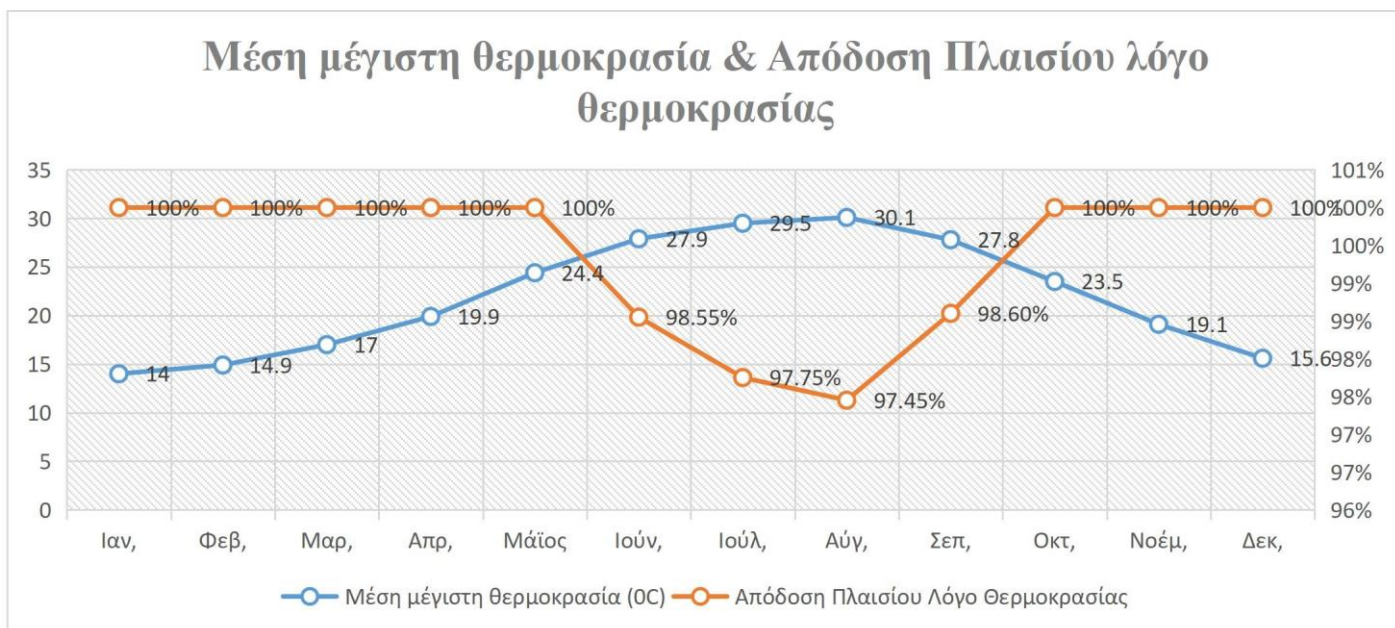
Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Κλιματικός Ατλαντας Ελλάδας

Ο παραπάνω πίνακας τα δεδομένα βγήκαν σύμφωνα με τον μέσο αριθμό ημερών βροχής ανά μήνα με βάση τα στοιχεία από δεδομένα από τον Μετεωρολογικό σταθμό της Πάτρας, το ποσοστό ηλιοφάνειας σε σχέση με τον παραπάνω πίνακα με την ηλιοφάνεια είναι διαφορετική διότι λαμβάνει υπόψιν την διάρκεια ηλιοφάνειας κάθε μήνα

ενώ στον παραπάνω πίνακα προσδιορίσαμε ότι εφόσον υπάρχει βροχή δεν έχει ηλιοφάνεια, αντίθετα ο πίνακας με την ηλιοφάνεια λαμβάνει υπόψιν μέρες με συνεφιά που δεν έχει ηλιοφάνεια.

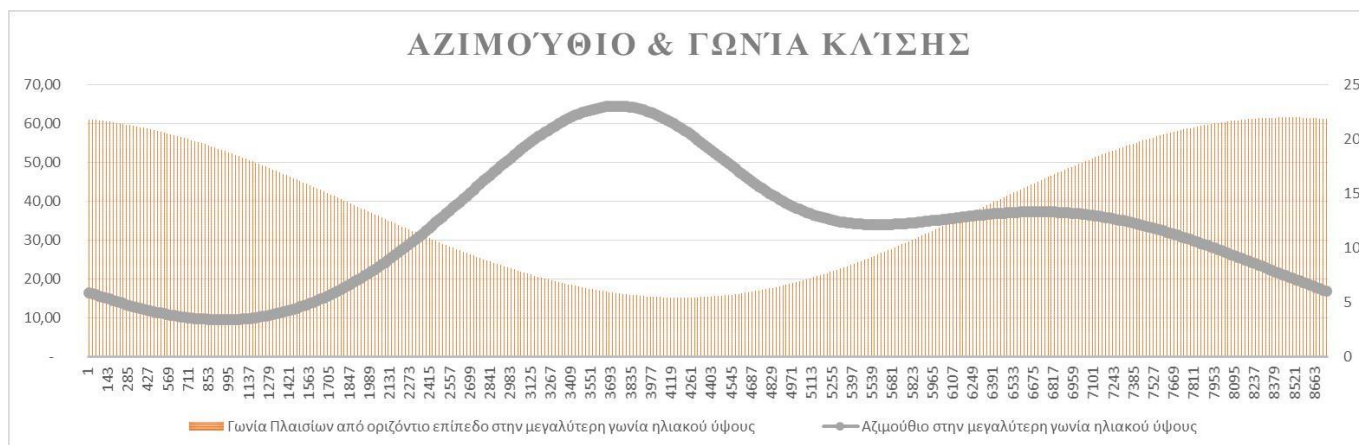
Επιπλέον έχουμε και την θερμοκρασία που επηρεάζει την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού, όταν θερμοκρασία συνήθως είναι πάνω από 25 βαθμούς κελσίου έχουμε μείωση της απόδοσης 0,4 – 0,5 ανά βαθμό κελσίου που ξεπερνάει το βαθμό που του πλαισίου που ορίζει ο κατασκευαστής.

Πίνακας 22: Θερμοκρασία & Απόδοση πλαισίου λόγω θερμοκρασίας



Για την εύρεση της κατάλληλης θέσης του ηλιακού συλλέκτη θα κάνουμε χρήση της ηλιακής γεωμετρίας στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα δεδομένα σε κάθε μέρα στην ώρα με την μεγαλύτερη απόδοση την κλίση του συλλέκτη καθώς και το αζιμούθιο σε εκείνη την στιγμή.

Πίνακας 23: Θέση Αζιμούθιο & Γωνία Κλίσης συλλέκτη στην ώρα με την μεγαλύτερη απόδοση της ηλιακής ακτινοβολίας



Αυτό που θέλουμε να δείξουμε με αυτό το γράφημα στο πίνακα με την γωνιακή κλίση και το αζιμούθιο είναι ότι η κατάλληλη γωνία κλίσης για την χειμερινή περίοδος είναι στις 40 – 60 μοίρες, ενώ στην καλοκαιρινή περίοδος είναι 18 – 38 μοίρες που ένας συλλέκτης έχει την καλύτερη απόδοση.

Στην συνέχεια για τον εντοπισμό της γωνία απόκλισης εμείς πήραμε γωνία κλίσης συλλέκτη 34,5 μοίρες και αζιμούθιο -1 με βάση αυτό όσο η γωνία απόκλισης από την ζενιθ γωνία πλησίαζε της 90 μοίρες η απόδοση της ηλιακής ακτινοβολίας θεωρήσαμε ότι είναι στο μηδέν αντίθετα όταν πλησίαζε τις 0 μοίρες θεωρήσαμε ότι η απόδοση είναι στο 100% με αυτή την μέθοδο βγάλαμε μια γενική απόδοση της περιοχής μελέτης με την ηλιακή ακτινοβολία να αποδίδει στο μέγιστο χωρίς να έχουμε συμπεριλάβει καιρικά δεδομένα ή διάρκεια ηλιοφάνειας με αποτέλεσμα να έχουμε 23,891% απόδοση στην συγκεκριμένη θέση συλλέκτη. Στην συνέχεια με την εφαρμογή της μείωσης της απόδοσης εξαιτίας βροχοπτώσεων της περιοχής η απόδοση γίνεται 19,37% και με την εφαρμογή της μείωσης της απόδοσης από την διάρκεια ηλιοφάνειας έχουμε 15,05%. Επιπλέον αυτό θα το δούμε στα δύο παρακάτω γραφήματα παρακάτω που γίνεται προσδιορισμός σε ώρες με 100% απόδοση ηλιακής ακτινοβολίας.

Πίνακας 24: Απόδοση ηλιακή ακτινοβολίας με βάση τις Βροχοπτώσεις.



Πίνακας 25: Απόδοση ηλιακή ακτινοβολίας με βάση την ημερήσια ηλιοφάνεια.



Στους δύο παραπάνω πίνακες βλέπουμε την διαφορά της απόδοσης με τις δυο παρεμβάσεις μείωσης της απόδοσης με διαφορά περίπου 1 ώρα σε κάθε στιγμή για την παρέμβαση της ημερήσιας ηλιοφάνειας. Στόχος τις χρήσεις των παραπάνω ευρημάτων με την χρήση της ηλιακής γεωμετρίας και των παρεμβάσεων είναι να εντοπίσουμε την καλύτερη θέση που αποδίδει ο συλλέκτης. Στην δική μας περίπτωση θα αλλάξουν τα πράγματα διότι θέλουμε να έχουμε καλύτερη απόδοση τους χειμερινούς μήνες που τα επίπεδα ηλιοφάνειας είναι χαμηλά, αυτό που δείξαμε στο πίνακα με το Αζιμούθιο και την Γωνία Κλίσης. Επιπλέον να σημειωθεί για να γίνει σωστά η ανάλυση της απόδοσης της ηλιακής ακτινοβολίας θα πρέπει να αναλυθεί σε πλήθος αριθμών με τα δευτερόλεπτα του έτους για να υπάρχει ακριβής στοχοθέτηση διότι υπάρχουν στιγμές στο που η ζενίθ γωνία την τελευταία ώρα της ημέρας είναι στις 82 μοίρες και στην επόμενη να είναι στις 91 μοίρες με αποτέλεσμα να έχουμε μειωμένη διάρκεια ημέρας κατά 9 μοίρες, και αυτό μας κάνει να μην είμαστε ακριβής στο αποτέλεσμα μας.

Για να έχουμε ακρίβεια αποτελεσμάτων θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα RETScreen όπως το αναφέραμε και στην μεθοδολογία. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε στοιχεία για την περιοχή εγκατάστασης με βάση της συντεταγμένες που αναφέραμε τα οποία είναι από το λογισμικό το οποίο λαμβάνει στοιχεία από το Αεροπορικό Σταθμό της Ανδραβίδας που βρίσκεται σε απόσταση 20-30 km. Τα στοιχεία που παίρνουμε είναι για την Θερμοκρασία, την Υγρασία την Κατακρήμιση, τη Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο, Ατμοσφαιρική πίεση, θερμοκρασία εδάφους, Ταχύτητα ανέμου και Βαθμό-ημέρες Θέρμανσης - Ψύξης. Τα οποία χρησιμεύουν για την εφαρμογή εγκατάστασης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).

Εικόνα 16: Στοιχεία Περιοχής Μελέτης από RETScreen



Πηγή: Λογισμικό RETScreen

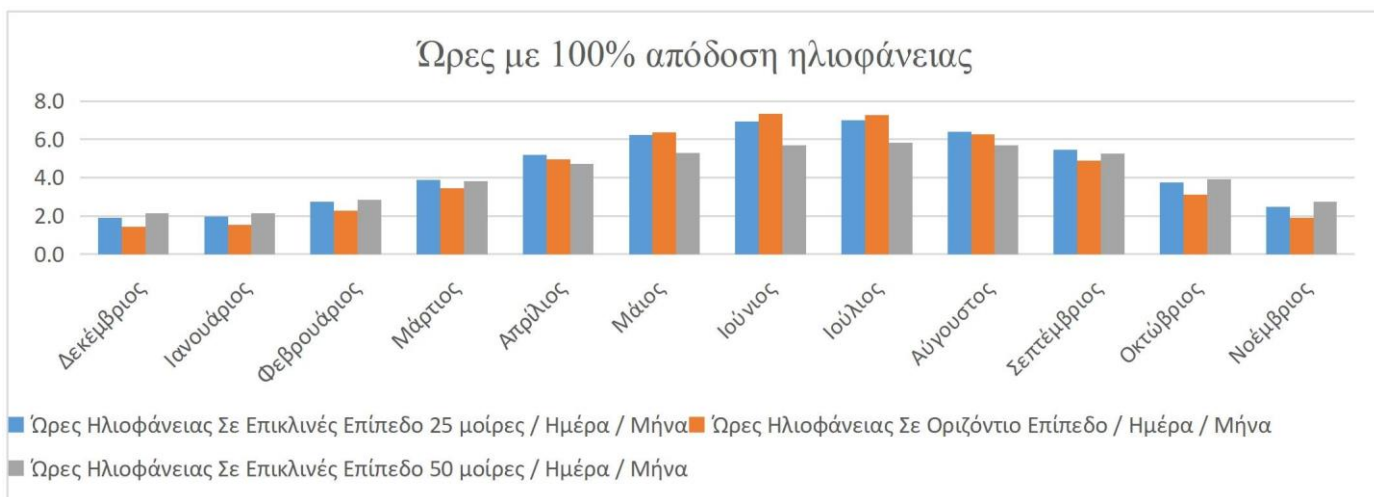
Με τα στοιχεία που συλλέξαμε από το λογισμικό έχουμε το παρακάτω πίνακα σχετικά με την ηλιακή απόδοση σε επικλινές επίπεδο με 50 μοίρες για χειμερινή απόδοση, με 25 μοίρες για την καλύτερη συνολική ετήσια απόδοση και σε οριζόντιο επίπεδο που η απόδοση είναι καλύτερη τους καλοκαιρινούς μήνες.

Πίνακας 26: Απόδοση ηλιοφάνειας σε διάφορες κλίση.

Μήνας	Ώρες Ηλιοφάνειας Σε Επικλινές Επίπεδο 25 μοίρες / Ημέρα / Μήνα	Μέσος Όρος CF Σε Επικλινές Επίπεδο 25 μοίρες / Ημέρα / Μήνα	Ώρες Ηλιοφάνειας Σε Οριζόντιο Επίπεδο / Ημέρα / Μήνα	Μέσος Όρος CF Σε Οριζόντιο Επίπεδο / Ημέρα / Μήνα	Ώρες Ηλιοφάνειας Σε Επικλινές Επίπεδο 50 μοίρες / Ημέρα / Μήνα	Μέσος Όρος CF Σε Επικλινές Επίπεδο 50 μοίρες / Ημέρα / Μήνα
Δεκέμβριος	1,9	8%	1,44	6,4%	2,13	8,9%
Ιανουάριος	2,0	8%	1,54	9,4%	2,15	9,0%
Φεβρουάριος	2,7	11%	2,26	9,4%	2,85	11,9%
Μάρτιος	3,9	16%	3,44	14,3%	3,8	15,8%
Απρίλιος	5,2	22%	4,95	20,6%	4,73	19,7%
Μάιος	6,2	26%	6,35	26,5%	5,3	22,1%
Ιούνιος	6,9	29%	7,34	30,6%	5,69	23,7%
Ιούλιος	7,0	29%	7,28	30,3%	5,81	24,2%
Αύγουστος	6,4	27%	6,27	26,1%	5,68	23,7%
Σεπτέμβριος	5,4	23%	4,87	20,3%	5,25	21,9%
Οκτώβριος	3,8	16%	3,11	13,0%	3,9	16,3%
Νοέμβριος	2,5	10%	1,91	8,0%	2,74	11,4%

Πηγή: Λογισμικό RETScreen

Πίνακας 27: Ώρες με 100% απόδοση ηλιοφάνειας

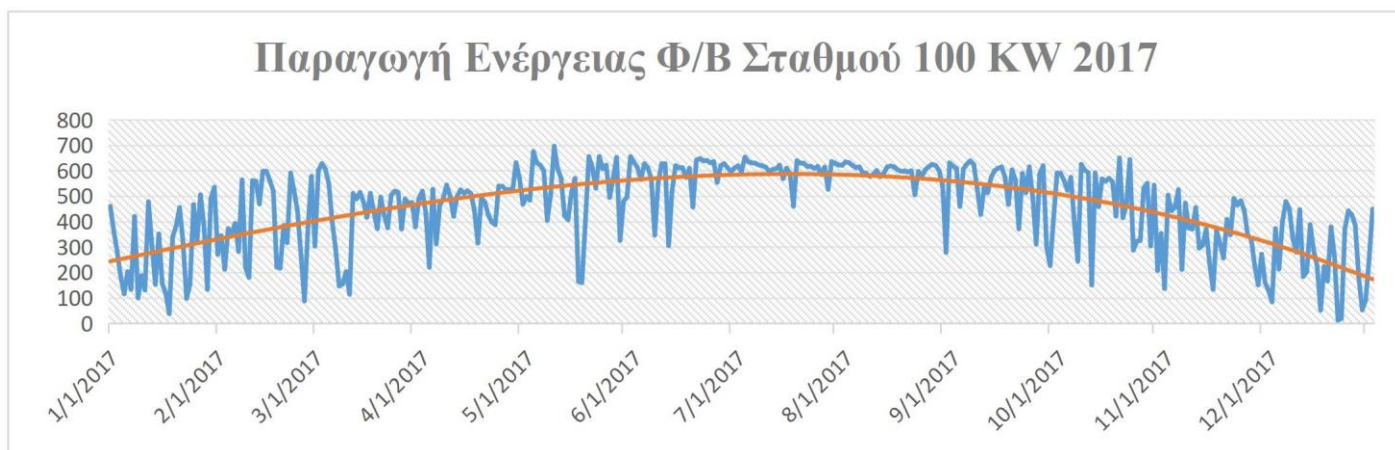


Πηγή: Λογισμικό RETScreen

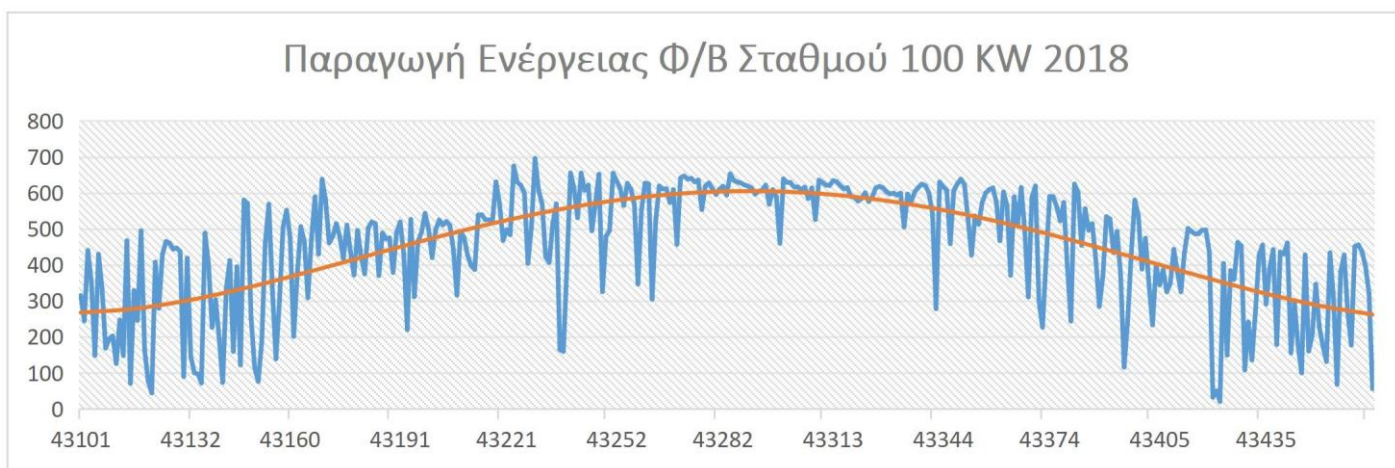
Ουσιαστικά με την κλίση των 50 μοιρών που η απόδοση είναι ευνοϊκή για την χειμερινή περίοδο έχουμε αύξηση του CF (Capacity Factor – Συντελεστής Αξιοποίησης) περίπου στο 1% για τους μήνες Ιανουάριος, Φεβρουάριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος.

Επιπλέον έχουμε στοιχεία της απόδοσης από φωτοβολταϊκό σταθμός της περιοχής στα 3 km απόσταση από την επιλεγμένη περιοχή εγκατάστασης για το 2017 και το 2018.

Πίνακας 28: Παραγωγή Ενέργειας kWh/ Ημέρα από Φ/Β Σταθμός της περιοχής μελέτης για το 2017



Πίνακας 29: Παραγωγή Ενέργειας kWh/ Ημέρα από Φ/Β Σταθμός της περιοχής μελέτης για το 2018



Στα δύο γραφήματα παραγωγής ενέργειας του φ/β σταθμού ο συντελεστής αξιοποίησης (CF) είναι 19% για το 2018 με συνολικές ημέρες που οι ώρες παραγωγής είναι κάτω από 1,5 με 100% απόδοση είναι συνολικά 27 ενώ η μεγαλύτερη σειρά που συμβαίνει συνεχόμενα αυτή η απόδοση παραγωγής είναι 4 ημέρες.

Με βάση τα στοιχεία που έχουμε για την περιοχή ο CF είναι στο **19%** με συνολικές ημέρες ηλιοφάνειας από **2.500 – 2.800 ημέρες**, για σταθερό συλλέκτη ηλιακής ενέργειας το **αξιμούθιο πρέπει να είναι 0** ενώ η **κλίση που θέλουμε είναι από 50 μοίρες** διότι θέλουμε να έχουμε καλύτερη απόδοση τους χειμερινούς μήνες εξαιτίας ότι το σύστημα που θέλουμε να κάνουμε έχει σκοπό την αυτονομία ενός οικήματος ώστε να διασφαλίσουμε του χειμερινούς μήνες να έχουμε καλύτερη απόδοση εξαιτίας της χαμηλής διάρκειας της ηλιοφάνειας και συχνής εμφάνισης βροχοπτώσεων, επιπλέον εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασία που έχουμε από τον Ιούνιο έως το Σεπτέμβριο θα υπάρχουν απώλειες στα πλαίσια των φωτοβολταϊκών.

Προσδιορισμός συστήματος εγκατάστασης

Με βάση τα στοιχεία που έχουμε από την ζήτηση ενέργειας για το οίκημα που θέλουμε να μετατρέψουμε σε πλήρες αυτόνομο και από τα στοιχεία για την απόδοση της περιοχής του οικήματος σχετικά με βάση τα στοιχεία ηλιοφάνειας, θα επιχειρήσουμε να οργανώσουμε ένα σύστημα παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκό σταθμός και στην συνέχεια την αποθήκευση της ενέργειας αυτής σε συσσωρευτές.

Αρχικά θα πρέπει να βρεθεί ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί για το σύστημα μας ώστε να προσδιορίσουμε την απόδοση τους βάση τα στοιχεία που δίνουν οι κατασκευαστές τους. Ας ξεκινήσουμε με τις μπαταρίες που προτείνουμε μπαταρία λιθίου LioN ESS Sunlight 48V/5,12kWh με κύκλους ζωής 4.500 και 80% βάθος εκφόρτισης (D.O.D), 98% Απόδοση και 10% απώλειες φόρτισης. Με βάση τα στοιχεία ζήτησης ενέργειας η μέση ζήτηση είναι 10,83kwh επιπλέον επειδή η παραγωγή ενέργειας βάση τα στοιχεία που έχουμε από την παραγωγή φωτοβολταϊκού της περιοχής η απόδοση είναι σε χαμηλά επίπεδα για 4 ημέρες συνεχόμενες για αυτό αν θέλουμε να έχουμε ένα σύστημα ασφάλεια παροχής ενέργειας για 3 ημέρες επιπλέον με μπαταρίες, δηλαδή θα θέλαμε $10,83kwh * 4 = 43,32kwh$ όπου θα καθορίσουν την ασφάλεια παροχής. Από την μεθοδολογία που έχουμε δώσει θα δούμε ότι το σύνολο των μπαταριών που θα χρειαστούμε για την κάλυψη της ζήτησης με επιπλέον την ασφάλεια της παροχής ενέργειας. Θα χρειασθούν συνολικά 11 μπαταρίας χωρίς να ξεπεράσουμε το όριο του βάθους εκφόρτισης, όπου 3 θα είναι για την κάλυψη της μέσης ζήτησης και άλλες 8 που θα είναι για το σύστημα ασφαλείας που θέλουμε, η κάθε μία έχει τιμή αγοράς 2.150 ευρώ με το συνολικό κόστος να φτάνει της 23.650 ευρώ. Οι μπαταρίες θα αποδίδουν «καθαρά» 44,15488 kwh., σε σχέση με την χωρητικότητα τους θα είναι 56,32 kwh. Στην συνέχεια για να εντοπίσουμε το σύστημα Φ/β που θα μας καλύψει θα πρέπει να πάρουμε την ζήτηση που θέλουμε να καλύψουμε με βάση την χρήση μπαταριών που θέλουμε να φορτίσουμε που τις εφαρμόζουμε για να καλύψουν πλήρως την μέση ζήτηση, στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι $2 * 5,12 = 10,24 kwh$ αυτή είναι η καθαρή ενέργεια που θέλουμε να παράγει το Φ/Β σύστημα, όμως αυτό εξαρτάτε και από τις ιδιότητες των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν τα οποία φαίνονται στο παρακάτω πίνακα

Πίνακας 30: Εξαρτήματα – Υλικά Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Εξαρτήματα - Υλικά	Ισχύς σε Watt	Απόδοση	Κόστος / Τεμάχιο η Μέτρο
Luxor Eco Line Half Cell-660M/132 Bifacial HC PERC MBB (Mono)	660	100%	385,00 €
ZCS Azzurro 5000TIm-V3 Inverter 5000W Τριφασικό	5000	98%	873,60 €
TRACER 5420AN ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ EPEVER MPPT 50A 12/24/36/48V EPEVER	-	99,9%	289,96 €
Καλωδίωση & Διακλαδωτές	-	98%	7,00 €

Πηγή: <https://www.skroutz.gr/>

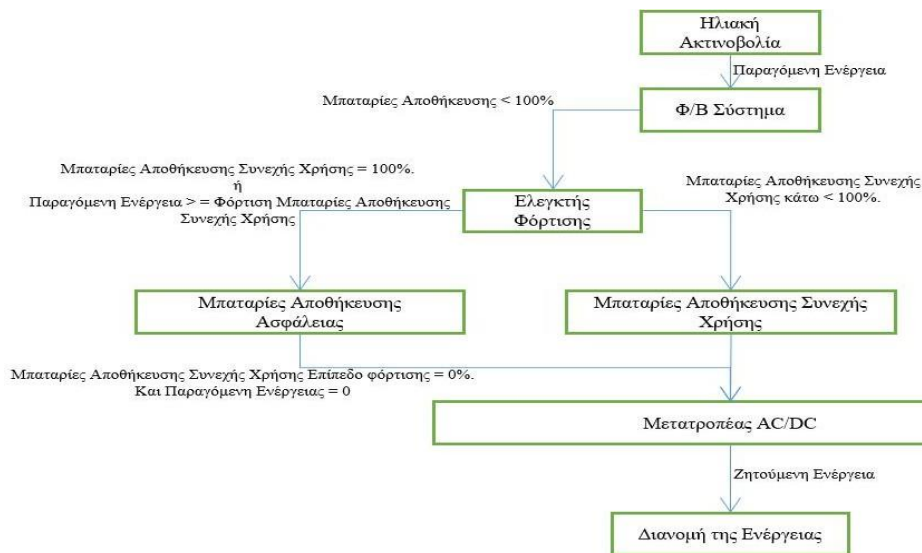
Επιπλέον θα πάρουμε την χαμηλότερη απόδοση σε ώρες με 100% απόδοση ηλιακής ακτινοβολίας που έχουμε από τα στοιχεία για την αποδοτικότητα της περιοχής που είναι για το μήνα Δεκέμβριο είναι 2 - 3 ώρες, γενικότερα του χειμερινούς μήνες σε αυτά τα επίπεδα είναι η απόδοση. Το φωτοβολταϊκό σύστημα σε αυτές τις ώρες απόδοσης θέλουμε να παράγει την ενέργεια για την φόρτιση των 3 μπαταριών, δηλαδή 15,36kwh, για το σύστημα που θα χρειαστεί πλήρως ώστε να καλυφθεί ενεργειακά το κτήριο με βάση των στοιχείων που έχουμε, οι ώρες παραγωγής ενέργειας για τους χειμερινούς μήνες είναι στις 2,5 ώρες με αυτό σημαίνει ότι το κάθε πάνελ με συνολική ισχύ 660 watt όμως με τις απώλειες από τις καλωδιώσεις και τον ρυθμιστή φόρτισης η καθαρή απόδοση είναι στο 650 watt, με αυτό να σημαίνει θα χρειασθούν 10 πάνελ συνολικής ισχύς 6,6kw και 2 inverter των 5kw ισχύς το κάθε ένα, σε αυτό το πλάνο το κόστος είναι 32.529,86 ευρώ

Αν δεν συμπεριλαμβάναμε την χρήση των μπαταριών στο μέγιστο δηλαδή στο 100% αποφόρτισης τους τότε η χρήση μπαταριών συνεχής χρήσης που θα καλύπταν την μέση ζήτηση θα ήταν 2 μπαταρίες και για την ασφάλεια παροχής 6 μπαταρίες, με αυτό να σημαίνει ότι η χρήση των πάνελ θα είναι 6 με συνολική ισχύ 3,96kw και 1 inverter των 5kw, σε αυτό το πλάνο το κόστος είναι 22.759,14 ευρώ.

Στο παρακάτω παρουσιάζουμε ένα σχέδιο προσομοίωσης όπου έχουμε 11 συσσωρευτές με 8 για την ασφάλεια παροχής και 3 για την συνεχή χρήση.

Για την 1^η προσομοίωση Μέθοδος 1^η κάναμε χρήση του παρακάτω αλγόριθμου:

Εικόνα 17: Αλγόριθμός προσομοίωσης μέθοδος 1^η

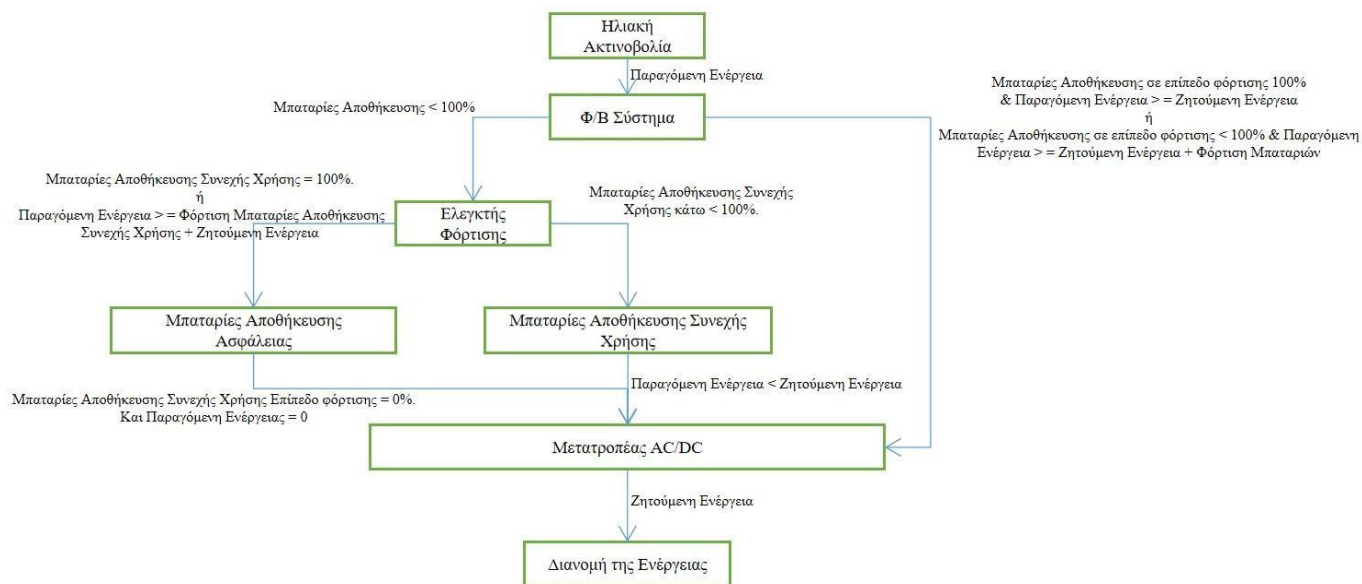


Πίνακας 31: Μέθοδος 1^η Ποσοστό Αποθέματος Συσσωρευτών



Για την επόμενη προσομοίωση Μέθοδος 2^η κάναμε χρήση του παρακάτω αλγόριθμου:

Εικόνα 18: Αλγόριθμός προσομοίωσης Μέθοδος 2^η

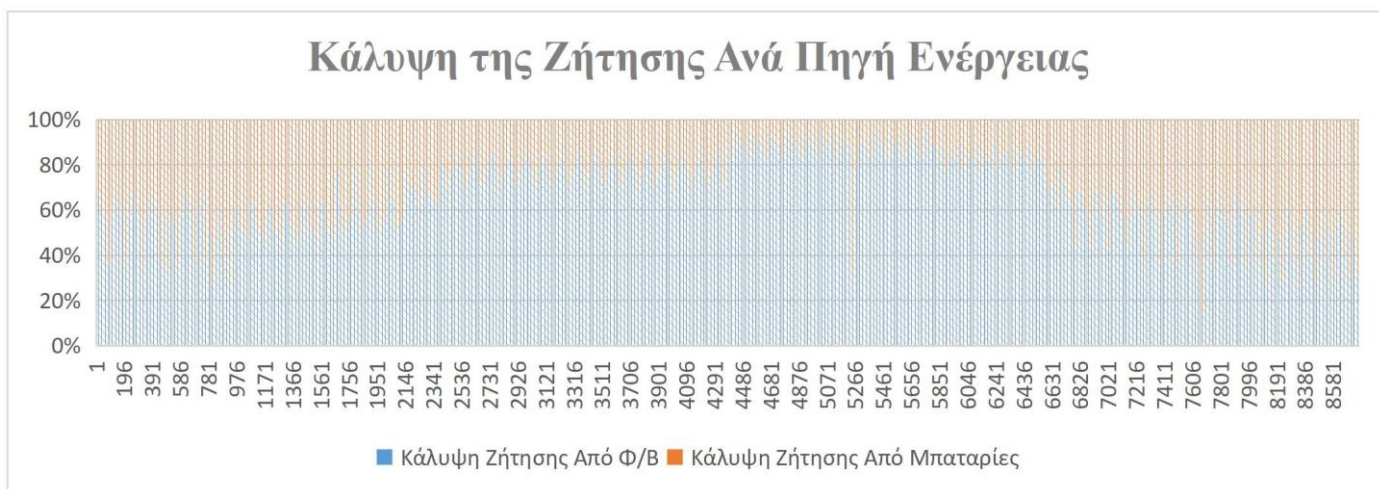


Πίνακας 32: Μέθοδος 2^η Ποσοστό Αποθέματος Συσσωρευτών



Στην 1^η μέθοδο έχουμε χρήση και των 2 συστημάτων μπαταρίας σε όλη την διάρκεια του έτους με την μεγαλύτερη πτώση του συστήματος ασφαλείας να είναι στο 31% με συνολική ενέργεια που δεν χρησιμοποιήθηκε να είναι στις 5.366 kWh. Αντίθετα στην 2^η μέθοδο να μην έχουμε σχεδόν μηδενική χρήση του συστήματος ασφαλείας με την μεγαλύτερη πτώση να είναι στο 62% με συνολική ενέργεια που δεν χρησιμοποιήθηκε να είναι στις 54.689 kWh τέλος το σύστημα που αναφέρουμε θα λειτουργεί με βάση την 2^η μέθοδο όπου η χρήση της ενέργειας του συστήματος ασφαλείας συσσωρευτών είναι σε μικρό βαθμό.

Πίνακας 33: Κάλυψη της Ζήτησης Ανά Πηγή Ενέργειας



Στο παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται τα δεδομένα των ποσοστών κάλυψης της ζήτησης της ενέργειας ανάλογα με την πηγή χρήσης. Με το 70% της συνολική ζήτησης σε ενέργεια να καλύπτεται από το Φ/Β και το 30% από μπαταρίες.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε ότι το κόστος εγκατάστασης για να γίνει είναι μεγάλο, όποτε θα εξετάσουμε στο κομμάτι της οικονομοτεχνικής μελέτης σε διάφορα σενάρια ώστε να δούμε πιο θα είναι το βέλτιστο και τι θα μας καλύπτει το κάθε ένα στο οικονομικό αλλά και στην ασφάλεια παροχής, ώστε η επένδυση να μπορεί να είναι βιώσιμη.

Οικονομοτεχνική ανάλυση

Αυτό που θα πρέπει να γίνει πρώτα είναι ο εντοπισμός του κόστους του συστήματος που θέλουμε να εγκαταστήσουμε, στην συνέχειά τον εντοπισμό του κόστους συντήρησης με ορισμό του σταθερού κόστους και του μεταβλητού κόστους. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε 4 σενάρια οικονομοτεχνικής με διαφορετικό εύρος εγκατάστασης.

1^ο Σενάριο. 10 Πάνελ και 11 Συσσωρευτές

Στο σενάριο αυτό έχουμε 6,6 kw ισχύς φ/β και 56,32 kWh συνολικής αποθήκευσης συσσωρευτές.

Πίνακας 34: 1^ο Σενάριο Κόστος Εξαρτημάτων & Υλικών

Εξαρτήματα Υλικά	Κόστος / Τεμάχιο-Μέτρα	Σύνολο Τεμαχίων	Συνολικό Κόστος
LioN ESS Sunlight 48V/5,12kWh	2.150,00 €	11	23.650,00 €
Luxor Eco Line Half Cell-660M/132 Bifacial HC PERC MBB (Mono)	385,00 €	10	3.850,00 €
ZCS Azzurro 5000Tlm-V3 Inverter 5000W Τριφασικό	873,60 €	2	1.747,20 €

TRACER 5420AN ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΕΡΕΥΡ ΜΡΡΤ 50Α 12/24/36/48V ΕΡΕΥΡ	289,96 €	11	3.189,56 €
Καλωδίωση & Διακλαδωτές	7,00 €	13,3	93,10 €

Τα μέτρα για την καλωδίωση υπολογίστηκαν με βάση το πλάτος ενός πλαισίου πολλαπλασιάζοντας το με το σύνολο τους. Το συνολικό κόστος των υλικών εγκατάστασης της μονάδας είναι 32.529,86 €. Το σταθερό κόστος για την λειτουργία της επένδυσης είναι τα έξοδα τακτική συντήρησης και παρακολούθησης ορθής λειτουργίας του συστήματος, ενώ το μεταβλητό κόστος είναι οι επερχόμενες βλάβες που θα προκύψουν και θα χρήζουν αλλαγή εξαρτημάτων για την λειτουργία του συστήματος μας. Το σταθερό κόστος είναι στα 280 € το χρόνο σύμφωνα με την *Sun Energy Solution* με αυτό να περιλαμβάνει 2 φορές το χρόνο καθαρισμός των πλαισίων, τακτικές επισκέψεις διαδικτυακών επιθεωρήσεων σε κάθε 24ώρο, δωρεάν εντοπισμός βλαβών και έλεγχος – συντήρηση όλων των συστημάτων επικοινωνίας και παρακολούθησης. Στο μεταβλητό κόστος θα υποβάλουμε κάποιο ποσοστό πιθανής ζημιάς βάση του συνολικού κόστους του έργου που είναι ξεκινάει με ένα 0,25%, επιπλέον έχουμε τις απώλειες στην παραγωγή από το σύστημα μας το χρόνο που είναι περίπου ένα 0,5%, όπου με το πέρασμα των χρόνων θα επέλθει και αύξηση.

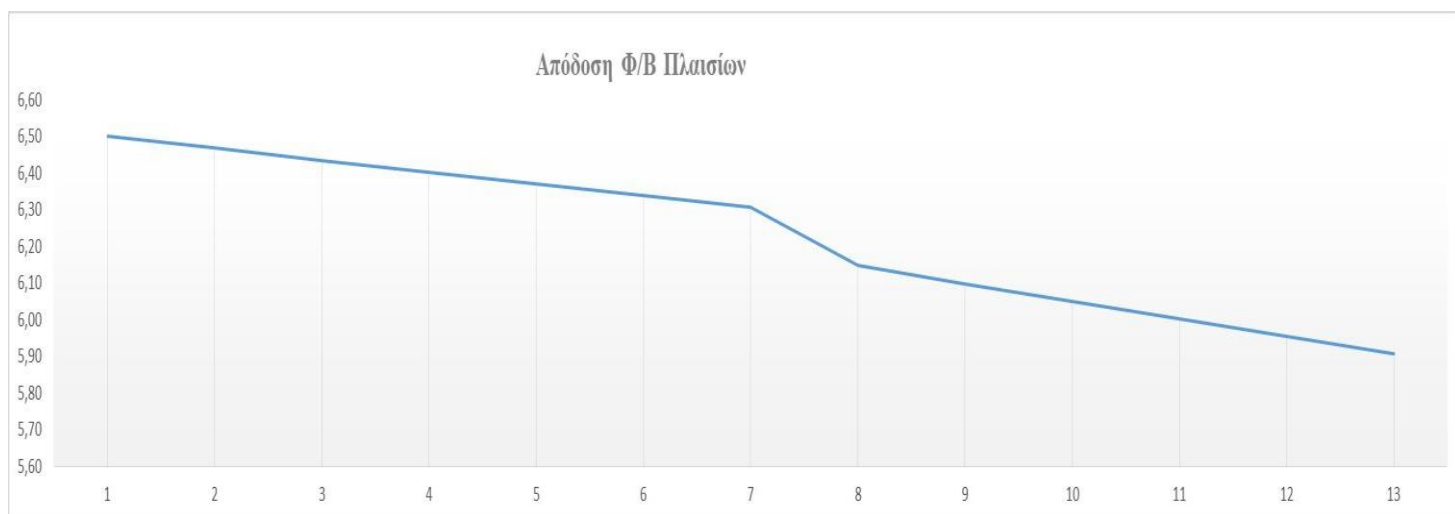
«<https://sunsonenergy.com/blog/12-types-of-losses-in-solar-pv-system> 12 types of Losses in Solar PV system By Tania Tahseen Solar Performance Specialist February 11, 2022»

Επιπλέον είναι το κόστος αλλαγής συσσωρευτών που θα χρειαστεί να αλλάξουμε έπειτα από 4.500 κύκλους φόρτισης εκφόρτισης αυτό σε χρόνο σημαίνει 12 χρόνια και 4 μήνες με το να γίνεται ένας κύκλος κάθε μέρα, αυτό θα συμβεί στις μπαταρίες καθημερινής χρήσης και όχι στο σύστημα ασφαλείας που έχουμε που θα έχει διάρκεια έως και το τέλος του έργου εξαιτίας των χαμηλών κύκλων φόρτισης – εκφόρτισης.

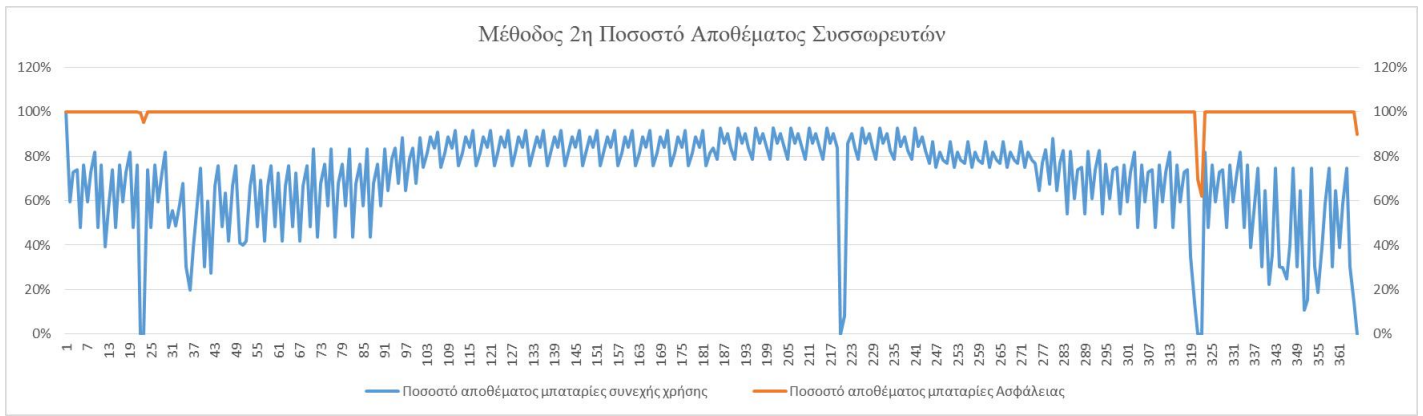
Αυτά που θα λάβουμε υπόψιν μας είναι:

- Οικονομοτεχνική για 12 έτη. Που είναι περίπου ο χρόνος διάρκειας των συσσωρευτών
- Συνολικό Κόστος Επένδυσης 32.529,86 €
- Πιθανότητα Επιδότησης έως 10.000 € η το 40% εάν αυτό δεν ξεπερνάει το μέγιστο ποσό επιδότησης με το κόστος της επένδυσης να γίνετε 22.529,86 €
- Πιθανότητα ζημιάς που θα ξεκινήσει με ένα ποσοστό του 0,25% όπως αναφέραμε με επιτόκιο ζημιάς από 1-3 έτη είναι -4%, από 4-7 έτη είναι -2%, από 8-10 έτη είναι 3%, και από το 10 έτος και μετά 6%
- Πληθωρισμός συντήρησης με 2%.
- Τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με 0,30 €.
- Επιτόκιο τιμής ηλεκτρικής ενέργειας με 6%.
- Απόδοση φωτοβολταϊκών πλαισίων με -0,5% για τα πρώτα 7 έτη και για τα υπόλοιπα έτη 0,8%.
- Επιτόκιο αναγωγής με 8% .
- Την ζήτηση της ενέργειας θα την θέσουμε σταθερή σε κάθε έτος.

Πίνακας 35: Απόδοση Φωτοβολταϊκών Πλαισίων ανά έτος για 12



Πίνακας 36: Ποσοστό αποθέματος μπαταριών για 1° σενάριο.



Το επίπεδο στάθμης των μπαταριών ασφαλείας πέφτει στο 62% της συνολικής αποθήκευσης που η καθαρή απόδοση είναι 32,11kwh ενώ οι μπαταρίες συνεχής χρήσης είναι σταθερές στο 12,04. Αυτό που βλέπουμε είναι ότι το σύστημα μας μπορεί να ανταπεξέλθει στην ζήτηση της ενέργειας του οικήματος.

Εφόσον το σύστημα μας δεν έχει θέμα η ζήτηση του οικήματος για τα 12 έτη που λαμβάνουμε υπόψιν μας την οικονομοτεχνική, έχουμε ένα κόστος επένδυσης με την εφαρμογή της επιδότησης στα 22.529,86 € όπου αυτό το ποσό θα διαιρεθεί με το 12, δηλαδή τα έτη της οικονομοτεχνικής μελέτης και θα γίνει 1.877,49 € το κόστος της ενέργειας για κάθε έτος από την υλοποίηση του συστήματος, επιπλέον όπως αναφέραμε η ζήτηση της ενέργειας του οικήματος δεν θα αλλάξει με το κόστος να ξεκινά στα 1.256,92 € για το 1^ο έτος, με την μεταβολή της τιμής από την αγορά της ενέργειας για το 12^ο έτος το κόστος να είναι 2.386,02 € με το σύνολο να είναι 21.204,24 €. Το σταθερό κόστος ξεκινά με το 1^ο έτος στα 285,6 εξαιτίας τους πληθωρισμού συντήρησης το 12^ο έτος να είναι 355,11 € με το σύνολο να είναι 3.830,49 €.

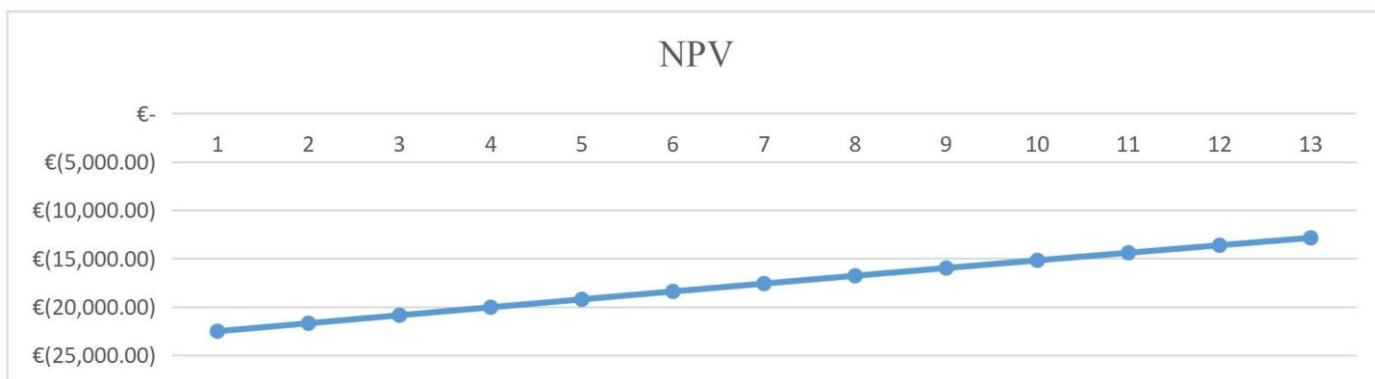
Στην συνέχεια με το μεταβλητό κόστος που είναι με βάση την πιθανότητα εμφάνισης βλαβών ξεκινά από τα 79,63 € για το 1^ο έτος ενώ για το 12^ο έτος να είναι στα 100,41 € με το σύνολο να είναι 985,00 €. Στην συνέχεια υπολογίσαμε την υπολείπουσα αξία της επένδυσης έπειτα από 12 έτη, όπου θέσαμε ότι τα πλαίσια, τα inverters και οι ρυθμιστές φόρτισης θα είναι στο 30% της αγοραστικής τους αξίας και των συσσωρευτών συνεχής χρήσης ενώ στο 60% της αγοραστικής αξίας των συσσωρευτώ ασφαλείας παροχής που η χρήση είναι λιγότερο από το 20% του πλήθους των κύκλων φόρτισης – εκφόρτισης, με το σύνολο της αξίας του έργου να είναι 14.891,03 €. Παρακάτω θα δούμε το γράφημα πιθανότητας βλαβών που είναι και η αιτία μετατροπής του μεταβλητού κόστους.

Πίνακας 37: Πιθανότητα Εμφάνισης Ζημιάς στο σύστημα παραγωγής ενέργειας



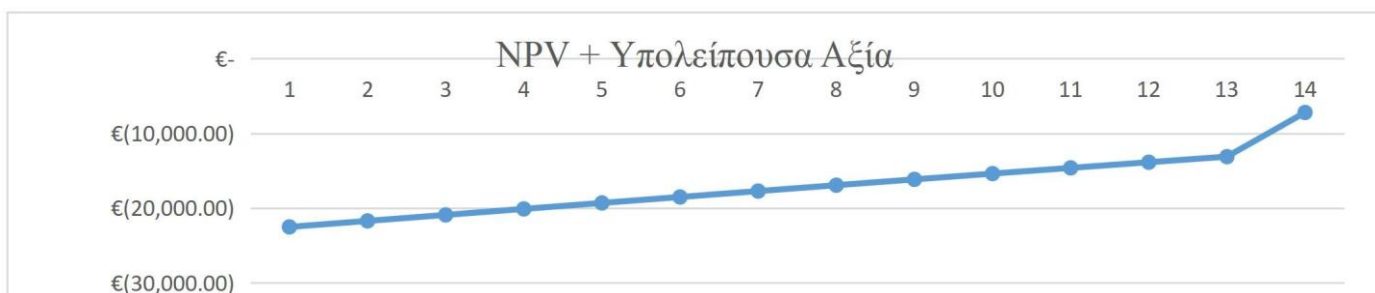
Στο παραπάνω γράφημα παρουσιάζονται τα ποσοστά πιθανότητα ζημιάς για τα 12 έτη της επένδυσης

Πίνακας 38: NPV Επένδυσης



Στο 1^ο σενάριο βλέπουμε ότι δεν γίνετε η απόσβεση στο διάστημα στόχου που έχουμε ορίσει ως διάρκεια επένδυσης. Με NPV = -12.872,70 €, IRR = -4% και Profit Ratio = 43%

Πίνακας 39: NPV + Υπολείπουσα Αξία Επένδυσης



Με την υπολείπουσα αξία διαφοροποιούνται τα πράγματα και έχουμε NPV = -6.959,27 €, IRR = 3% & PR = 69%.

Ας δούμε τον πίνακα με το σταθερό κόστος, το μεταβλητό κόστος και πως αυτά μεταβάλλονται με βάση της δικές μας προδιαγραφές και τις τιμές που παίρνουν σε παρούσα αξία.

Πίνακας 40: Στοιχεία Σταθερού – Μεταβλητού κόστους & Εξοικονόμησης στην διάρκεια της επένδυσης.

Χρονολογία	Σταθερό Κόστος	Παρούσα Αξία. Σταθερό Κόστος	Μεταβλητό Κόστος	Παρούσα Αξία. Μεταβλητό Κόστος	Πιθανότητα Ζημιάς	Εξοικονόμηση Κόστους Αγοράς Ενέργειας
2023	285,60 €	264,44 €	79,63 €	73,73 €	0,24%	1.256,92 €
2024	291,31 €	249,75 €	77,98 €	66,85 €	0,23%	1.332,34 €
2025	297,14 €	235,88 €	76,35 €	60,61 €	0,22%	1.412,28 €
2026	303,08 €	222,77 €	76,32 €	56,10 €	0,22%	1.497,02 €
2027	309,14 €	210,40 €	76,29 €	51,92 €	0,21%	1.586,84 €
2028	315,33 €	198,71 €	76,26 €	48,06 €	0,21%	1.682,05 €
2029	321,63 €	187,67 €	76,23 €	44,48 €	0,20%	1.782,97 €
2030	328,06 €	177,24 €	80,09 €	43,27 €	0,21%	1.889,95 €
2031	334,63 €	167,40 €	84,14 €	42,09 €	0,22%	2.003,35 €
2032	341,32 €	158,10 €	88,40 €	40,95 €	0,22%	2.123,55 €
2033	348,14 €	149,31 €	92,87 €	39,83 €	0,23%	2.250,96 €
2034	355,11 €	141,02 €	100,41 €	39,88 €	0,24%	2.386,02 €

Το σταθερό κόστος είναι φανερά περισσότερο από το μεταβλητό αυτό που θέλω να αναφέρουμε εδώ ότι το μεταβλητό κόστος στην πραγματικότητα δεν θα είναι σε κάθε χρόνο αλλά θα υπάρχει σε κάποιο συγκεκριμένο διάστημα που θα χρήζει επισκευή λόγω βλάβης.

2^ο Σενάριο. 6 Πάνελ και 8 Συσσωρευτές

Στο σενάριο αυτό έχουμε 3,96 kw ισχύς φ/β και 40,96 kwh συνολικής αποθήκευσης συσσωρευτών

Πίνακας 41: 2^ο Σενάριο Κόστος Εξαρτημάτων

Εξαρτήματα Υλικά	Κόστος / Τεμάχιο-Μέτρα	Σύνολο Τεμαχίων	Συνολικό Κόστος
------------------	------------------------	-----------------	-----------------

LioN ESS Sunlight 48V/5,12kWh	2.150,00 €	8	17.200,00 €
Luxor Eco Line Half Cell- 660M/132 Bifacial HC PERC MBB (Mono)	385,00 €	6	2.310,00 €
ZCS Azzurro 5000TIm-V3 Inverter 5000W Τριφασικό	873,60 €	1	873,60 €
TRACER 5420AN ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ EPEVER MPPT 50A 12/24/36/48V EPEVER	289,96 €	8	1.739,76 €
Καλωδίωση & Διακλαδωτές	7,00 €	7,98	55,86 €

Τα χαρακτηριστικά της επένδυσης στο 2^ο Σενάριο:

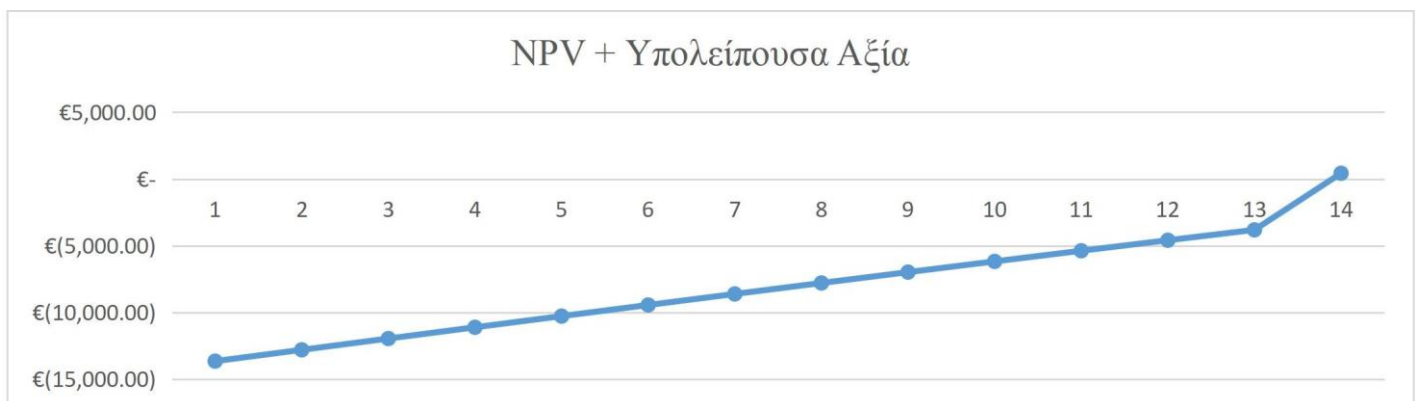
- 12 Έτη διάρκεια οικονομοτεχνικής
- Συνολικό κόστος 22.759,14 €
- Πιθανότητα επιδότησης 40% 9.103,66 € με το κόστος να γίνει 13.655,48 €
- Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά είναι ίδια με το αρχικό σενάριο.

Πίνακας 42: Ποσοστό αποθέματος μπαταριών για 2^ο σενάριο



Σε αυτό το σενάριο το χαμηλότερο σημείο πτώσης των συσσωρευτών ασφάλειας παροχής πέφτει στο 19% από το σύνολο της καθαρής απόδοσης που είναι 32,11 kwh με 8,03kwh να είναι οι συσσωρευτές συνεχής χρήσης και 24,08kwh οι συσσωρευτές ασφάλειας. Στο σενάριο αυτό μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της ζήτησης του οικήματος χωρίς να έχουμε ζητήματα στην ασφάλεια παροχής απομένοντας ακόμα 4,58 kwh για χρήση λιγότερο από το μισό για την μέση ζήτηση μιας ημέρας που είναι 10,83 kwh /2 = 5,415kwh.

Πίνακας 43: NPV + Υπολείπουσα Αξία για 2^ο Σενάριο Οικονομοτεχνικής



Σε αυτό το σενάριο έχουμε NPV = -3.815,77 €, IRR = 3%, PR = 72% και με την υπολείπουσα αξία έχουμε: NPV = 425,80 €, IRR = 8% & PR = 103%

Πίνακας 44: Στοιχεία Σταθερού – Μεταβλητού κόστους & Εξοικονόμησης στην διάρκεια της επένδυσης. 2^{ου} σεναρίου

Χρονολογία	Σταθερό Κόστος	Παρούσα Αξία. Σταθερό	Μεταβλητό Κόστος	Παρούσα Αξία. Μεταβλητό Κόστος	Πιθανότητα Ζημιάς	Εξοικονόμηση Κόστους Αγοράς Ενέργειας
------------	----------------	-----------------------	------------------	--------------------------------	-------------------	---------------------------------------

	Κόστος					
2023	285,60 €	264,44 €	55,71 €	51,59 €	0,24%	1.256,92 €
2024	291,31 €	249,75 €	54,56 €	46,77 €	0,23%	1.332,34 €
2025	297,14 €	235,88 €	53,42 €	42,41 €	0,22%	1.412,28 €
2026	303,08 €	222,77 €	53,40 €	39,25 €	0,22%	1.497,02 €
2027	309,14 €	210,40 €	53,38 €	36,33 €	0,21%	1.586,84 €
2028	315,33 €	198,71 €	53,36 €	33,62 €	0,21%	1.682,05 €
2029	321,63 €	187,67 €	53,34 €	31,12 €	0,20%	1.782,97 €
2030	328,06 €	177,24 €	56,03 €	30,27 €	0,21%	1.889,95 €
2031	334,63 €	167,40 €	58,87 €	29,45 €	0,22%	2.003,35 €
2032	341,32 €	158,10 €	61,85 €	28,65 €	0,22%	2.123,55 €
2033	348,14 €	149,31 €	64,98 €	27,87 €	0,23%	2.250,96 €
2034	355,11 €	141,02 €	70,25 €	27,90 €	0,24%	2.386,02 €

3^ο Σενάριο. 9 Πάνελ και 3 Συσσωρευτές

Στο σενάριο αυτό έχουμε 5,94 kw ισχύς φ/β και 15,36 kwh συνολικής αποθήκευσης συσσωρευτών

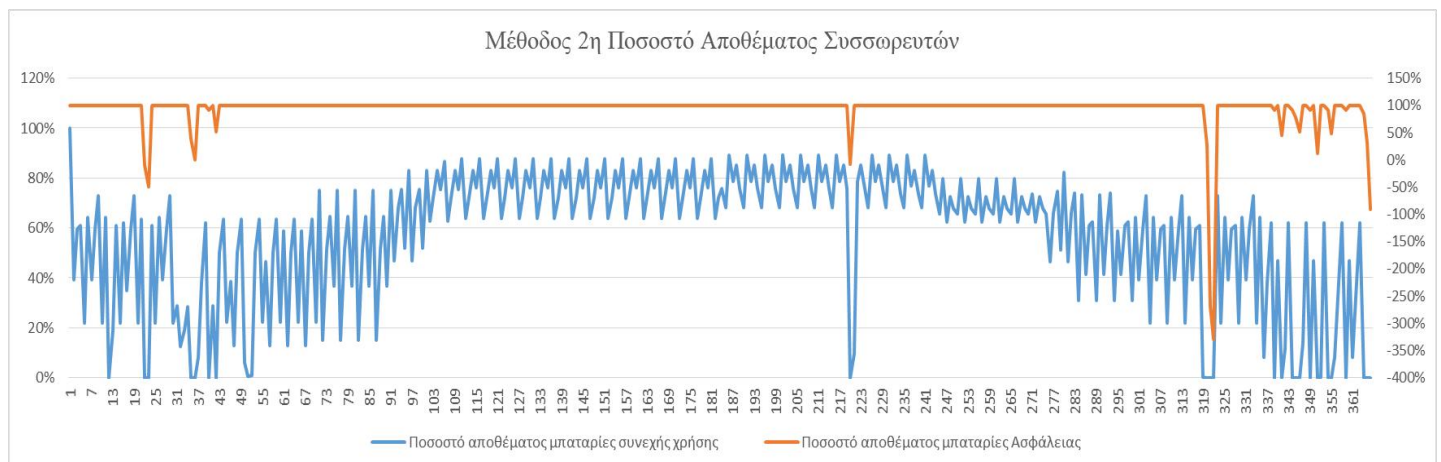
Πίνακας 45: Σενάριο 3^ο Κόστος Εξαρτημάτων

Εξαρτήματα Υλικά	Κόστος / Τεμάχιο-Μέτρα	Σύνολο Τεμαχίων	Συνολικό Κόστος
LioN ESS Sunlight 48V/5,12kWh	2.150,00 €	3	6.450,00 €
Luxor Eco Line Half Cell- 660M/132 Bifacial HC PERC MBB (Mono)	385,00 €	9	3.465,00 €
ZCS Azzurro 6000TIm-V3 Inverter 6000W Τριφασικό	1.068,00 €	1	1.068,00 €
TRACER 5420AN ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ EPEVER MPPT 50A 12/24/36/48V EPEVER	289,96 €	3	869,88 €
Καλωδίωση & Διακλαδωτές	7,00 €	11,97	83,79 €

Τα χαρακτηριστικά της επένδυσης στο 3^ο Σενάριο:

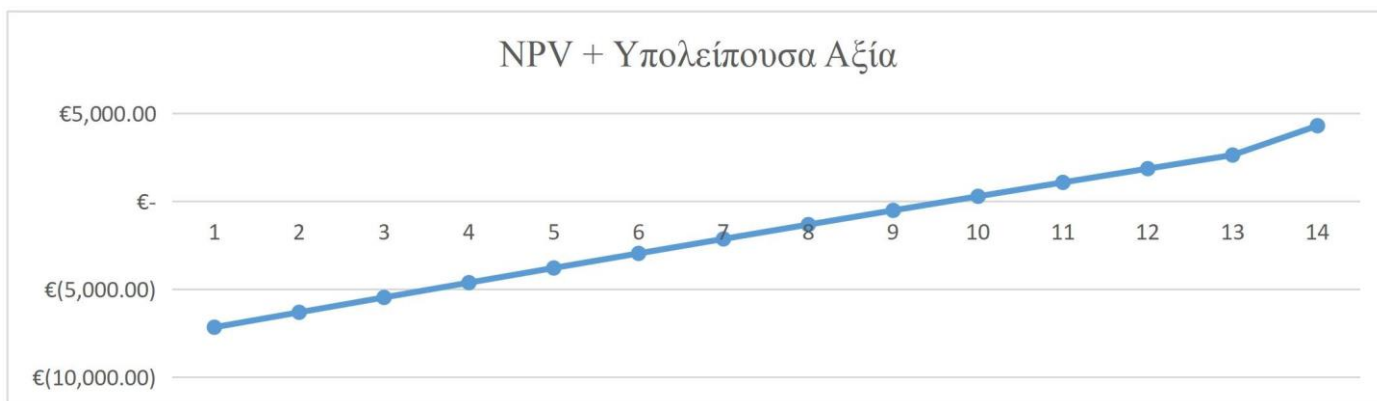
- 12 Έτη διάρκεια οικονομοτεχνικής
- Συνολικό κόστος 11.936,67 €
- Πιθανότητα επιδότησης 40% 4.774,67 € με το κόστος να γίνει 7.162,00 €
- Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά είναι ίδια με το αρχικό σενάριο.

Πίνακας 46: Ποσοστό αποθέματος μπαταριών για 3^ο σενάριο



Σε αυτό το σενάριο δεν πετύχαμε τους στόχους ασφάλειας παροχής για 6 ημέρες που σε αυτές δεν καλύφθηκαν 78,67 kwh για όλο το έτος αυτές περάστηκαν σαν έξοδο από την χρήση της ενέργειας του γενικού δικτύου ενέργειας

Πίνακας 47: NPV + Υπολείπουσα Αξία 3^ο σενάριο



Σε αυτό το σενάριο έχουμε NPV = 2.628,56 €, IRR = 14%, PR = 137%
 και με την υπολείπουσα αξία έχουμε: NPV = 4.296,78 €, IRR = 16% & PR = 160%
 Η Απόσβεση της επένδυσης γίνεται ανάμεσα στο 8 – 9 έτος

Πίνακας 48: Στοιχεία Σταθερού – Μεταβλητού κόστους & Εξοικονόμησης στην διάρκεια της επένδυσης. 3^ο σενάριο

Χρονολογία	Σταθερό Κόστος	Παρούσα Αξία, Σταθερό Κόστος	Μεταβλητό Κόστος	Παρούσα Αξία, Μεταβλητό Κόστος	Πιθανότητα Ζημιάς	Εξοικονόμηση Κόστους Αγοράς Ενέργειας
2023	285,60 €	264,44 €	29,22 €	27,06 €	0,24%	1.231,90 €
2024	291,31 €	249,75 €	28,61 €	24,53 €	0,23%	1.305,82 €
2025	297,14 €	235,88 €	28,02 €	22,24 €	0,22%	1.384,17 €
2026	303,08 €	222,77 €	28,01 €	20,59 €	0,22%	1.467,22 €
2027	309,14 €	210,40 €	28,00 €	19,05 €	0,21%	1.555,25 €
2028	315,33 €	198,71 €	27,98 €	17,63 €	0,21%	1.648,57 €
2029	321,63 €	187,67 €	27,97 €	16,32 €	0,20%	1.747,48 €
2030	328,06 €	177,24 €	29,39 €	15,88 €	0,21%	1.852,33 €
2031	334,63 €	167,40 €	30,88 €	15,45 €	0,22%	1.963,47 €
2032	341,32 €	158,10 €	32,44 €	15,03 €	0,22%	2.081,28 €
2033	348,14 €	149,31 €	34,08 €	14,62 €	0,23%	2.206,15 €
2034	355,11 €	141,02 €	36,85 €	14,63 €	0,24%	2.338,52 €

4^ο Σενάριο. 8 Πάνελ και 2 Συσσωρευτές

Στο σενάριο αυτό έχουμε 5,28 kw ισχύς φ/β και 10,24 kwh συνολικής αποθήκευσης συσσωρευτών

Πίνακας 49: Σενάριο 4^ο Κόστος Εξαρτημάτων

Εξαρτήματα Υλικά	Κόστος / Τεμάχιο-Μέτρα	Σύνολο Τεμαχίων	Συνολικό Κόστος
LioN ESS Sunlight 48V/5,12kWh	2.150,00 €	2	4.300,00 €
Luxor Eco Line Half Cell-660M/132 Bifacial HC PERC MBB (Mono)	385,00 €	8	3.080,00 €
ZCS Azzurro 6000TIm-V3 Inverter 6000W Τριφασικό	1.068,00 €	1	1.068,00 €
TRACER 5420AN ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ EPEVER MPPT 50A 12/24/36/48V EPEVER	289,96 €	2	579,92 €
Καλωδίωση & Διακλαδωτές	7,00 €	10,64	74,48 €

Τα χαρακτηριστικά της επένδυσης στο 4^ο Σενάριο:

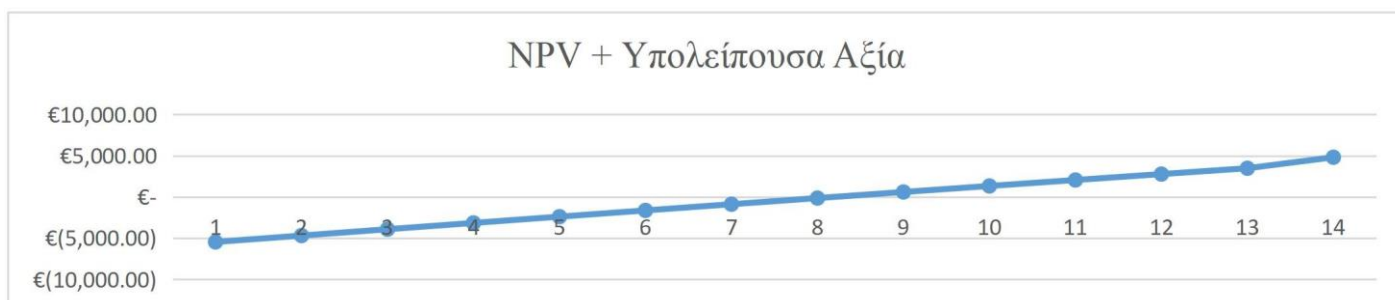
- 12 Έτη διάρκεια οικονομοτεχνικής
- Συνολικό κόστος 9.102,40 €
- Πιθανότητα επιδότησης 40% 3.640,96 € με το κόστος να γίνει 5.461,44 €
- Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά είναι ίδια με το αρχικό σενάριο.

Πίνακας 50: Ποσοστό αποθέματος μπαταριών για 4^ο σενάριο



Στο σενάριο αυτό δεν πετύχαμε τους στόχους ασφάλειας παροχής για 30 ημέρες που μέσα σε αυτές δεν καλύφθηκαν συνολικά 364,052kwh για όλο το έτος αυτές περάστηκαν σαν έξοδο από την χρήση της ενέργειας του γενικού δικτύου ενέργειας

Πίνακας 51: NPV + Υπολείπουσα Αξία 4^ο σενάριο



Σε αυτό το σενάριο έχουμε NPV = 3.470,37 €, IRR = 17%, PR = 164% και με την υπολείπουσα αξία έχουμε: NPV = 4.802,04 €, IRR = 19% & PR = 188% Η Απόσβεση της επένδυσης γίνεται ανάμεσα στο 7 – 8 έτος

Πίνακας 52: Στοιχεία Σταθερού – Μεταβλητού κόστους & Εξοικονόμησης στην διάρκεια της επένδυσης. 4^{ου} σεναρίου

Χρονολογία	Σταθερό Κόστος	Παρούσα Αξία. Σταθερό Κόστος	Μεταβλητό Κόστος	Παρούσα Αξία. Μεταβλητό Κόστος	Πιθανότητα Ζημιάς	Εξοικονόμηση Κόστους Αγοράς Ενέργειας
2023	285,60 €	264,44 €	22,28 €	20,63 €	0,24%	1.141,16 €
2024	291,31 €	249,75 €	21,82 €	18,71 €	0,23%	1.209,63 €
2025	297,14 €	235,88 €	21,37 €	16,96 €	0,22%	1.282,20 €
2026	303,08 €	222,77 €	21,36 €	15,70 €	0,22%	1.359,13 €
2027	309,14 €	210,40 €	21,35 €	14,53 €	0,21%	1.440,68 €
2028	315,33 €	198,71 €	21,34 €	13,45 €	0,21%	1.527,12 €
2029	321,63 €	187,67 €	21,33 €	12,45 €	0,20%	1.618,75 €
2030	328,06 €	177,24 €	22,41 €	12,11 €	0,21%	1.715,88 €
2031	334,63 €	167,40 €	23,54 €	11,78 €	0,22%	1.818,83 €
2032	341,32 €	158,10 €	24,74 €	11,46 €	0,22%	1.927,96 €
2033	348,14 €	149,31 €	25,99 €	11,15 €	0,23%	2.043,64 €
2034	355,11 €	141,02 €	28,10 €	11,16 €	0,24%	2.166,25 €

Συμπέρασμα Οικονομοτεχνικής

Στο σημείο αυτό θα δούμε τις διαφορές των παραπάνω σεναρίων στο θέμα κόστος, της οικονομικής απόδοσης τους αν πέτυχαν τους στόχους για αυτονομίας της κατοικίας παρακάτω βλέπουμε τον πίνακα με τα στοιχεία σε κάθε επενδυτικό σενάριο.

Πίνακας 53: Χαρακτηριστικά των επενδυτικών σεναρίων

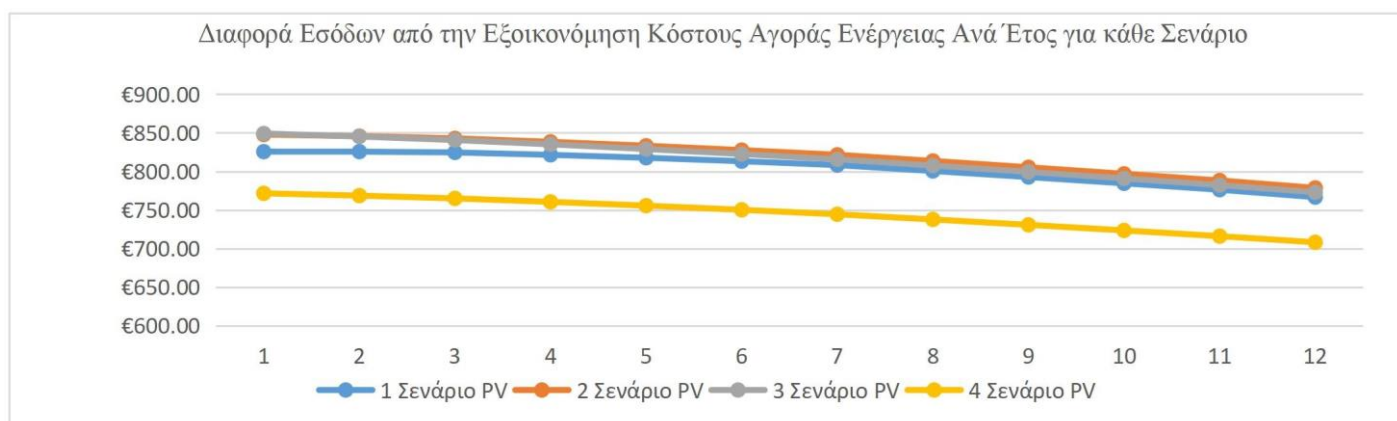
Συνολικό Κόστος Επένδυσης	Πιθανότητα Επιδότησης	Τελικό Κόστος Επένδυσης	Συνολική Ισχύ Φ/Β kw	Συνολική Δυναμική Αποθήκευσης kWh	Επίπεδα Στάθμης Συσσωρευτών	Ημέρες που δεν καλύφθηκαν	kwh που δεν καλύφθηκαν	NPV	IRR	PR	Έτος Απόσβεσης
---------------------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	-----------------------------------	-----------------------------	---------------------------	------------------------	-----	-----	----	----------------

Σενάριο 1	32.529,86 €	10.000 €	22.529,86 €	6,6	56,32	62%	0	0	-12.872,70 €	-4%	43%	-
Σενάριο 2	22.759,14 €	9.103,66 €	13.655,48 €	3,96	40,96	16%	0	0	-3.815,77 €	3%	72%	-
Σενάριο 3	11.936,67 €	4.774,67 €	7.162,00 €	5,94	15,36	0%	6	78,67	2.628,56 €	14%	137%	8 - 9
Σενάριο 4	9.102,40 €	3.640,96 €	5.461,44 €	5,28	10,24	0%	30	364,052	3.470,37 €	17%	164%	7 - 8

Από ότι διαπιστώνουμε από τα δεδομένα για κάθε σενάριο τα 2 πρώτα σενάρια εκπληρώνουν το στόχο για πλήρη αυτονομία και τα 2 τελευταία έχουν κάποιες ημέρες που δεν καλύφθηκαν με το 3^ο να έχει 6 ημέρες με 78,67 kwh και το 4^ο να έχει 30 με 364,052 kwh. Τα σενάρια 2^ο & 3^ο όπου στο 2^ο καλύπτουμε την ασφάλεια παροχής όμως έχουμε αρνητικό οικονομικό αποτέλεσμα ενώ στο 3^ο σενάριο όμως έχουμε θετικά οικονομικά αποτελέσματα με διαφορά κόστους εγκατάστασης χωρίς την επιδότηση 10.822,47 € και με την επιδότηση η διαφορά είναι στα 6.493,48 € που όμως δεν καλύπτει για 6 ημέρες την ζήτηση για όλο το έτος του οικήματος, με το να συμβαίνει η απόσβεση στο 8 – 9 έτος της επένδυσης. Στο 3^ο & 4^ο σενάριο στο οποία έχουμε θετικά οικονομικά αποτελέσματα με το 3^ο να έχει συνολικό κέρδος 20.782,16 € & το 4^ο 19.251,23 € αυτό το αποτέλεσμα βγαίνει από το άθροισμα των εσόδων από την εξοικονόμηση του κόστους ενέργειας. Καλύτερο σενάριο είναι το 3^ο διότι έχουμε το βέλτιστο κέρδος και δεν καλύπτουμε για μόνο 6 ημέρες την ζήτηση του οικήματος σε σχέση με το 4^ο που είναι για 30 ημέρες.

Στο παρακάτω γράφημα βλέπουμε πως αλλάζει το κέρδος από την εξοικονόμηση κόστους για το 1^ο, 2^ο, 3^ο & 4^ο σε παρούσες αξίες και με την αφαίρεση του κόστους συντήρησης, σε κάθε σενάριο τα έσοδα από την εξοικονόμηση διαφοροποιούνται αυτό ευθύνεται το πώς μεταβάλετε το κόστος ανάλογα με το εύρος της εγκατάστασης και από το σύνολο της ζήτησης που καλύπτουν. Γενικότερα το σενάριο που θεωρούμε κατάλληλο είναι το 3^ο, διότι είναι 2^ο βάση του κέρδους με μικρή διαφορά από 2^ο σενάριο που είναι 1^ο το οποίο καλύπτει τις ανάγκες της ζήτησης, αλλά έχει αρνητικό NPV με πολύ χαμηλό βαθμό απόδοσης εξαιτίας του υψηλού αρχικού κόστους εγκατάστασης του 2^{ου} σεναρίου με απλά λόγια για να καλύπτουμε αυτές τις 6 ημέρες που δεν καλύπτει το 3^ο σενάριο θέλουμε 10.822,47 € με βάση τα υλικά που έχουμε επιλέξει για την εγκατάσταση του συστήματος.

Πίνακας 54: Έσοδα από την Εξοικονόμηση κόστους ενέργειας / έτος για 1^ο, 2^ο, 3^ο & 4^ο Σενάριο σε παρούσες αξίες



Σύγκριση 3^{ου} σεναρίου & RETScreen σεναρίου

Εάν στην περίπτωση που δεν υπήρχαν δεδομένα από το Φ/Β πάρκο της περιοχής θα γινόταν χρήση των δεδομένων από το RETScreen σε 50 μοίρες κλίση, με βάση αυτό το 3^ο σενάριο θα κάλυπτε την ζήτηση του οικήματος με την χρήση 2 λιγότερων πλαισίων και την χρήση μικρότερης ισχύς μετατροπέα που είναι και φθηνότερος. Στο παρακάτω πίνα βλέπουμε την χρήση των υλικών.

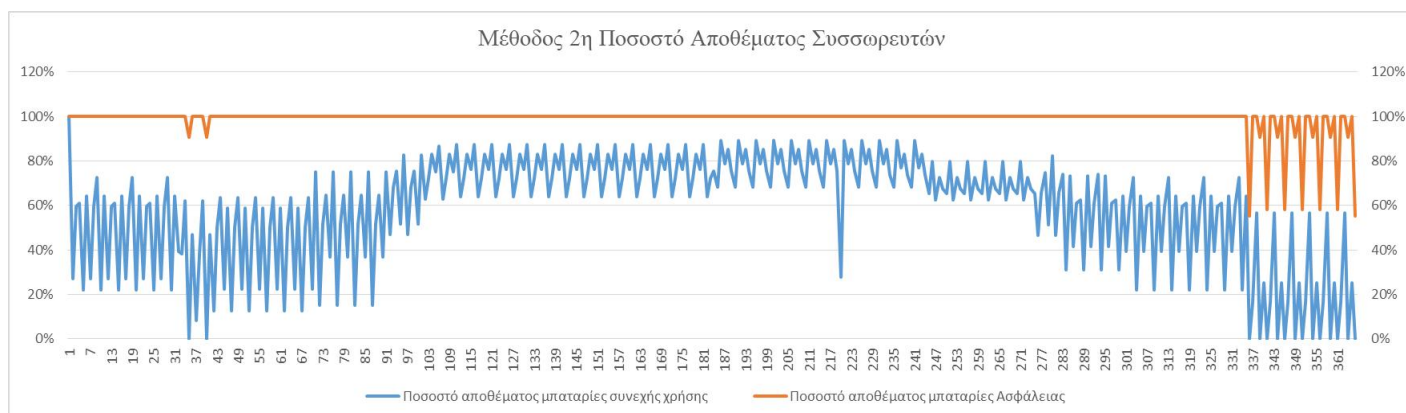
Πίνακας 55: Κόστος Εξαρτημάτων Σενάριο με βάση των αποδόσεων RETScreen

Εξαρτήματα Υλικά	Κόστος / Τεμάχιο-Μέτρα	Σύνολο Τεμαχίων	Συνολικό Κόστος
LioN ESS Sunlight 48V/5,12kWh	2.150,00 €	3	6.450,00 €
Luxor Eco Line Half Cell-660M/132 Bifacial HC PERC MBB (Mono)	385,00 €	7	2.695,00 €
ZCS Azzurro 6000TIm-V3 Inverter 6000W Τριφασικό	873,60 €	1	873,60 €
TRACER 5420AN ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ EPEVER MPPT 50A 12/24/36/48V EPEVER	289,96 €	3	869,88 €
Καλωδίωση & Διακλαδωτές	7,00 €	9,31	65,17 €

Τα χαρακτηριστικά της επένδυσης στο Σενάριο RETScreen:

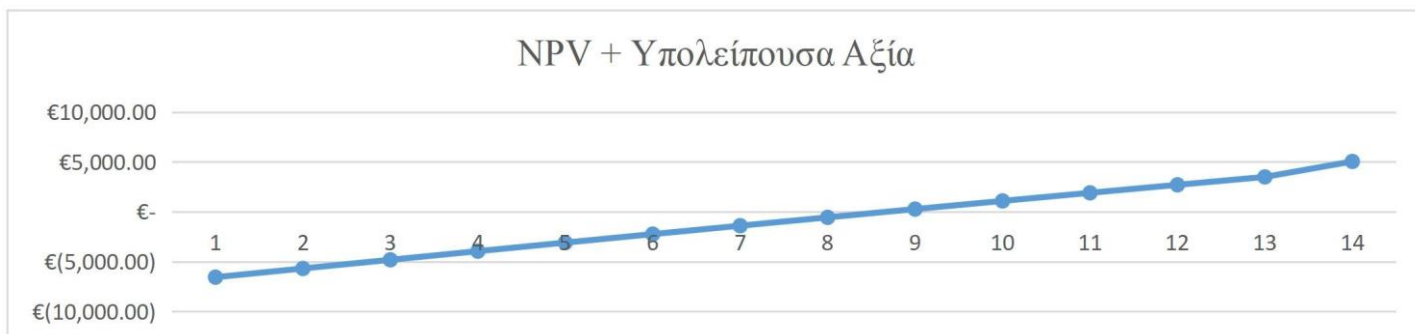
- 12 Έτη διάρκεια οικονομοτεχνικής
- Συνολικό κόστος 10.953,65 €
- Πιθανότητα επιδότησης 40% 4.381,46 € με το κόστος να γίνεται 6.572,19 €
- Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά είναι ίδια με το αρχικό σενάριο.

Πίνακας 56: Ποσοστό αποθέματος μπαταριών σενάριο RETScreen



Με την χρήση των αποδόσεων του μοντέλου RETScreen δεν υπάρχουν ζητήματα στην ζήτηση διότι δεν υπάρχουν μέρες που δεν υπάρχουν ζητήματα στην παραγωγή με το χαμηλότερο απόθεμα να είναι στο 55% από το σύστημα ασφαλείας που είναι 5,12 kWh συνολικά με ουσιαστικά να υπάρχει ένα απόθεμα της τάξης τους ¼ της μέση ημερήσιας ζήτησης του οικήματος.

Πίνακας 57: NPV + Υπολείπουσα Αξία Σενάριο RETScreen



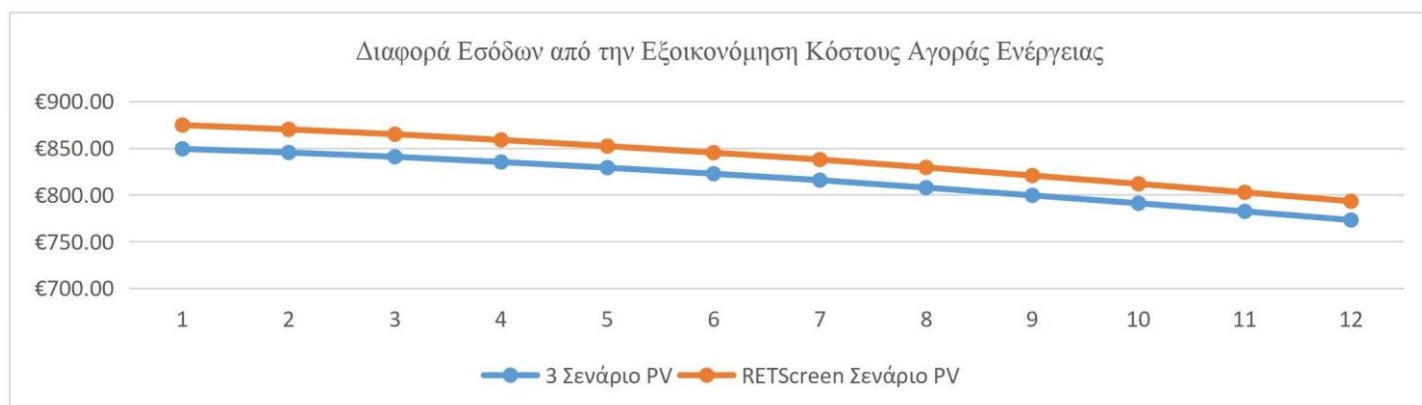
Σε αυτό το σενάριο έχουμε NPV = 3.488,10 €, IRR = 16%, PR = 153% και με την υπολείπουσα αξία έχουμε: NPV = 5.041,42 €, IRR = 18% & PR = 177%
 Η Απόσβεση της επένδυσης γίνεται ανάμεσα στο 7 – 8 έτος

Πίνακας 58: Στοιχεία Σταθερού – Μεταβλητού κόστους & Εξοικονόμησης στην διάρκεια της επένδυσης. Σενάριο RETScreen

Χρονολογία	Σταθερό Κόστος	Παρούσα Αξία. Σταθερό Κόστος	Μεταβλητό Κόστος	Παρούσα Αξία. Μεταβλητό Κόστος	Πιθανότητα Ζημιάς	Εξοικονόμηση Κόστους Αγοράς Ενέργειας
2023	285,60 €	264,44 €	26,81 €	24,83 €	0,24%	1.256,92 €
2024	291,31 €	249,75 €	26,26 €	22,51 €	0,23%	1.332,34 €
2025	297,14 €	235,88 €	25,71 €	20,41 €	0,22%	1.412,28 €
2026	303,08 €	222,77 €	25,70 €	18,89 €	0,22%	1.497,02 €
2027	309,14 €	210,40 €	25,69 €	17,48 €	0,21%	1.586,84 €
2028	315,33 €	198,71 €	25,68 €	16,18 €	0,21%	1.682,05 €
2029	321,63 €	187,67 €	25,67 €	14,98 €	0,20%	1.782,97 €
2030	328,06 €	177,24 €	26,97 €	14,57 €	0,21%	1.889,95 €
2031	334,63 €	167,40 €	28,33 €	14,17 €	0,22%	2.003,35 €

2032	341,32 €	158,10 €	29,77 €	13,79 €	0,22%	2.123,55 €
2033	348,14 €	149,31 €	31,27 €	13,41 €	0,23%	2.250,96 €
2034	355,11 €	141,02 €	33,81 €	13,43 €	0,24%	2.386,02 €

Πίνακας 59: Έσοδα από την Εξοικονόμηση κόστους Αγοράς ενέργειας για το 3^ο σενάριο και το σενάριο RETScreen.



Πίνακας 60: Χαρακτηριστικά Επενδύσεων 3^ο & RETScreen Σενάριο

	Συνολικό Κόστος Επένδυσης	Πιθανότητα Επιδότησης	Τελικό Κόστος Επένδυσης	Συνολική Ισχύ Φ/Β kw	Συνολική Δυναμική Αποθήκευσης kwh	Επίπεδα Στάθμης Συσσωρευτών	Ημέρες που δεν καλύφθηκαν	kwh που δεν καλύφθηκαν	NPV	IRR	PR	Έτος Απόσβεσης
Σενάριο 3	11.936,67 €	4.774,67 €	7.162,00 €	5,94	15,36	0%	6	78,67	2.658,56 €	14%	137%	8 - 9
RETScreen Σενάριο	10.953,65 €	4.381,46 €	6.572,19 €	4,55	15,36	55%	0	0	3.488,10 €	16%	153%	7 - 8

Στο σενάριο RETScreen γίνεται χρήση των αποδόσεων του μοντέλου όπως αναφέραμε παραπάνω, δηλαδή του συντελεστή αξιοποίησης CF για κάθε μήνα με σταθερότητα στην παραγωγή χωρίς να λάβουμε υπόψιν μας ημέρες που η παραγωγή μπορεί να είναι σε χαμηλά επίπεδα, με αυτό να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ημέρες που να μην καλύπτεται η ζήτηση. Σε σχέση με το τρίτο σενάριο το κόστος είναι 983,02 € λιγότερο όπου έχουμε καλύτερη οικονομική αποδοτικότητα βάση των δεδομένων που χρησιμοποιούμε και έχουμε γρηγορότερη απόσβεση.

Περιβαλλοντικές Βελτιώσεις

Εκπομπές Διοξειδίου του Άνθρακα (CO²)

Οι επιπτώσεις στην ενέργεια εξαρτώνται από τον τύπο παραγωγής ενέργειας όπως έχουμε αναφέρει και στην μεθοδολογία μας. Στο παρακάτω γράφημα θα δούμε το υπολειπόμενο ενεργειακό μίγμα της Χώρας μας για το 2022 το οποίο προκύπτει από το ενεργειακό μείγμα παραγωγής, αφού ληφθούν υπόψη οι εισαγωγές και εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας προς γειτονικά συστήματα και αφαιρεθεί η ηλεκτρική ενέργεια για την οποία εκδόθηκαν Εγγυήσεις Προέλευσης, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που εγκρίθηκε από τη ΡΑΑΕΥ και αναρτάται στην ιστοσελίδα του ΔΑΠΕΕΠ. «Εγγύηση Προέλευσης (ΕΠ) είναι το ηλεκτρονικό πιστοποιητικό που εκδίδεται από τον αρμόδιο Φορέα Έκδοσης και πιστοποιεί την προέλευση ηλεκτρικής ενέργειας ίσης με 1MWh που παράγεται από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ σε μια εγκατάσταση για ορισμένη χρονική περίοδο.»

«<https://www.dapeep.gr/> Ενεργειακό Μείγμα 2022»

Πίνακας 61: Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα 2022 σε Twh

Φυσικό Αέριο	Πετρέλαιο	Λιγνίτης	Λιθάνθρακας	Ορυκτά καύσιμα Α.Π.	Πυρηνική	Α.Π	Υδροηλεκτρικά
18,83	3,92	5,41	2,13	0,11	0,41	0,2	1,24
Αιολικά	Ηλιακά	Βιομάζα/Βιοαέριο	ΑΠΕ Α.Π	Γεωθερμία	ΣΗΘΥΑ	Σύνολο	Σύνολο CO2 Εκπομπές (gCO2/ KWh)

1,89	3,69	0,27	0	0,08	0,09	38,27	533,23
------	------	------	---	------	------	-------	--------

Πηγή https://www.dapeep.gr/Ενεργειακό_Μείγμα_2022

Πίνακας 62: Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα 2022 σε Ποσοστό



Πηγή https://www.dapeep.gr/Ενεργειακό_Μείγμα_2022

Με βάση τα στοιχεία από την Μεθοδολογία «Τα στοιχεία συστημάτων καύσης με χρήση Ορυκτών Καυσίμων» που έχουμε τις αποδόσεις Ηλεκτρικής Απόδοσης % των μηχανών παραγωγής ενέργειας έχουμε τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 63: Στοιχεία για κάθε πηγή ενέργεια στο ενεργειακό μείγμα.

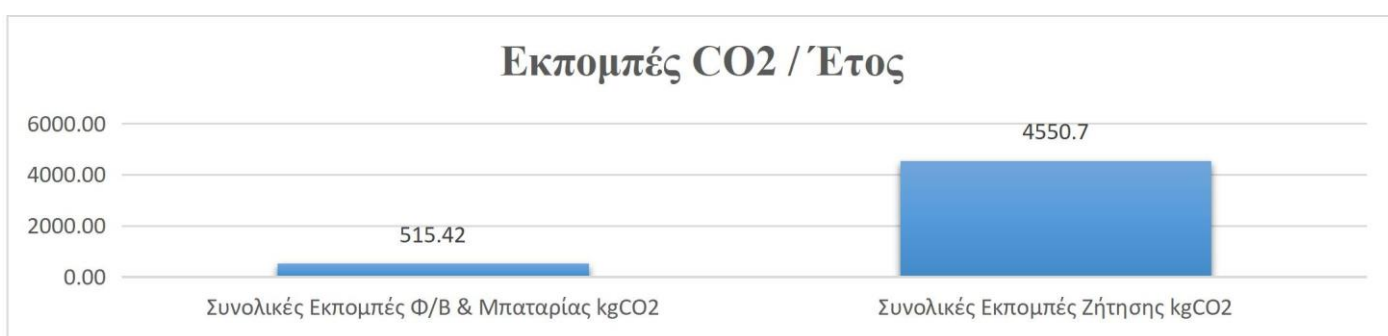
Πηγή Ενέργειας	Μείγμα Παραγωγής Ενέργειας Twh	Μείγμα Παραγωγής Ενέργειας %	Μείγμα Ζήτησης kwh	Ηλεκτρική Απόδοση Βάση την Πηγή Ενέργειας	Πραγματική Κατανάλωση με βάση την Ζήτηση kwh
Φυσικό Αέριο	18,83	49,2%	1944,80	45%	4321,77
Πετρέλαιο	3,92	10,2%	404,86	35%	1156,76
Λιγνίτης	5,41	14,1%	558,75	35%	1596,44
Λιθάνθρακας	2,13	5,6%	219,99	35%	628,54
Ορυκτά καύσιμα Α.Π.	0,11	0,3%	11,36	35%	32,46
Πυρηνική	0,41	1,1%	42,35	40%	105,86
Α.Π.	0,2	0,5%	20,66	35%	59,02
Υδροηλεκτρικά	1,24	3,2%	128,07	100%	128,07
Αιολικά	1,89	4,9%	195,20	100%	195,20
Ηλιακά	3,69	9,6%	381,11	100%	381,11
Βιομάζα/Βιοαέριο	0,27	0,7%	27,89	100%	79,67
ΑΠΕ Α.Π.	0	0,0%	0,00	100%	0,00
Γεωθερμία	0,08	0,2%	8,26	100%	8,26
ΣΗΘΥΑ	0,09	0,2%	9,30	65%	14,30
Σύνολο	38,27		3873,92		8534,14

Αυτό που θέσαμε είναι ότι για όλα τα ορυκτά καύσιμα η ηλεκτρική απόδοση είναι στο 35% εκτός από το Φυσικό Αέριο που το θέσαμε στο 45%, την Πυρηνική στο 40% και την Συμπαγωγή (ΣΗΘΥΑ) στο 65%. Για τις ανανεώσιμες πηγές τις θέσαμε όλες στο 100% εκτός της Βιομάζας & Βιοαερίου στο 35% που θεωρείται καύσιμο, με βάση αυτές της προδιαγραφές από τα στοιχεία συστημάτων καύσης ορυκτών καυσίμων η απόδοση ηλεκτρικής ενέργειας κυμαίνεται από 30-59% και στην συμπαγωγή από 60%-80%. Επομένως το αποτέλεσμα της κατανάλωσης είναι στις 8707,47 kwh σε σχέση με την πραγματική ζήτηση 3952,59 kwh, αλλά εφόσον η ζήτηση αυτή με βάση το 3^ο

Σενάριο που έχουμε επιλέξει δεν καλύπτει πλήρως μένει ένα υπόλοιπο 78,677 kwh θα αφαιρεθούν οπότε έχουμε 8534,14 kwh με βάση την απόδοση της ηλεκτρικής ενέργειας. Για το λόγο ότι μας δίνετε από τα στοιχεία της ΔΑΠΕΕΠ ότι για κάθε kwh η εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO²) είναι 533,23 γραμμάρια τότε η συνολικές εκπομπές με βάση την ζήτηση του οικήματος από την οποία προκύπτει η πραγματική κατανάλωση είναι 4.550,7 kgCO² από την χρήση του δικτύου ενέργειας.

Για να συγκριθεί με τις εκπομπές που θα έχει το σύστημα για την κάλυψη της ζήτησης θα εντοπίσουμε ποια είναι η παραγωγή ενέργειας του συστήματος μας, οι εκπομπές CO² από την χρήση των ΑΠΕ με βάση τα στοιχεία της μεθοδολογίας είναι 40 γραμμάρια ανά μονάδα παραγωγής, θα υπολογίσουμε στην συνέχεια την παραγωγή ενέργειας με συντελεστή αξιοποίησης CF = 20% με βάση αυτό η παραγωγή ενέργειας που έχουμε είναι 10406,88kwh με εκπομπές 416,28kgCO², το σύστημα αποθήκευσης μπαταριών είναι συνολικής απόδοσης 15,36kwh με βάση τα στοιχεία της μεθοδολογία η μπαταρίες Li – On έχουν εκπομπές 5,4 kg/kwh στο σύνολο της ζωής της οπότε οι εκπομπές είναι 82,944kgCO² οι οποίες αντιπροσωπεύουν τα 12(+) έτη συνεχόμενης χρήσης των μπαταριών οπότε για κάθε έτος η εκπομπές είναι 6,7kgCO², και θα προσθέσουμε τις 78,677 kwh με βάση την απόδοση ηλεκτρικής ενέργειας κάθε πηγής γίνεται 173,31kwh με εκπομπές 92,4kgCO² όπου δεν καλύπτει με αυτό να έχει εκπομπές με το σύνολο των εκπομπών του συστήματος ανά έτος να είναι 515,42kgCO². Έτσι έχουμε συνολική μείωση των εκπομπών 89% με την χρήση του συστήματος.

Πίνακας 64: Εκπομπές CO² / Έτος



Χρήσης Γης

Από την μεθοδολογία θα κάνουμε χρήση των δεδομένων «Μέσος Όρος χρήσης Γης σε m² ετησίως / Mwh παραγόμενης Ηλεκτρικής ενέργειας» έχουμε των παρακάτω πίνακα που αντιπροσωπεύει τον χώρο που καταλαμβάνει το οίκημα σχετικά με την ζήτηση ενέργειας.

Πίνακας 65: Στοιχεία χρήσεων γης ανά πηγή ενέργειας.

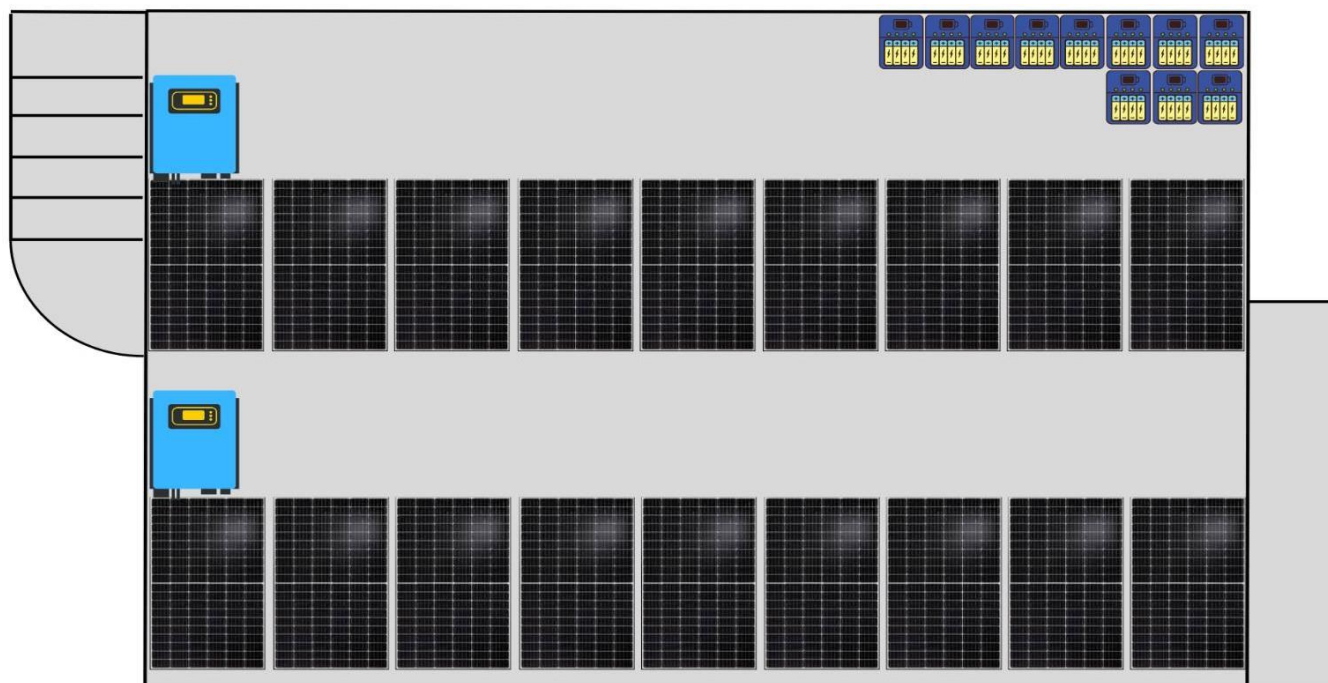
Πηγή Ενέργειας	Πραγματική Κατανάλωση με βάση την Ζήτηση kwh	Τετραγωνικά / Mwh	Τετραγωνικά ανά πηγή Χρήσης
Φυσικό Αέριο	4235,74	1,0	4,2
Πετρέλαιο	1133,73	18,0	20,4
Λιγνίτης	1564,66	18,0	28,2
Λιθάνθρακας	616,03	18,0	11,1
Ορυκτά καύσιμα Α.Π.	31,81	10,5	0,3
Πυρηνική	103,76	0,3	0,0
Α.Π	57,84	10,5	0,6
Υδροηλεκτρικά	125,52	23,5	2,9
Αιολικά	191,32	0,4	0,1
Ηλιακά	373,52	15,8	5,9
Βιομάζα/Βιοαέριο	78,09	18,0	1,4
ΑΠΕ Α.Π	0,00	10,5	0,0
Γεωθερμία	8,10	10,5	0,1
ΣΗΘΥΑ	14,02	10,5	0,1

Σύνολο	8534,14	Συνολικά τετραγωνικά Χρήσεων Γης	75,4
--------	---------	----------------------------------	------

Για τις πηγές ενέργειας που δεν διαθέταμε δεδομένα κάναμε χρήση του μέσου όρου των τετραγωνικών ανά μονάδα παραγωγής ενέργειας (Mwh) που είναι 10,5 με βάση την χρήση των δεδομένων αυτών η έκταση που καταλαμβάνει το οίκημα για την παραγωγή της ενέργειας που χρειάζεται είναι 75,4 τετραγωνικά.

Τα τετραγωνικά χρήσης για το σύστημα Φ/Β και Συσσωρευτών που θα χρειαστούμε εξαρτάται από την κλίση που θα δώσουμε τις διαστάσεις των φ/β πλαισίων και το μέγεθος των συσσωρευτών (μπαταρίες), τα πλαίσια που έχουμε επιλέξει έχουν τις εξής διαστάσεις Μήκος = 2,384μ & Πλάτος = 1,303μ και οι συσσωρευτές έχουν διαστάσεις Πλάτος = 0,465μ , Μήκος = 0,653 και Ύψος = 0,228. Αν υποθέσουμε ότι τοποθετήσουμε τα πλαίσια στις 50 μοίρες που είναι κατάλληλες για καλύτερη απόδοση την χειμερινή περίοδο τότε εφαπτομένη (50°) = 1,19 = Ύψος / 2,384μ άρα το Ύψος είναι 2,84μ για μην έχουμε θέματα σκίασης η απόσταση στις σειρές των πλαισίων θα πρέπει να είναι $2 * 2,84 = 5,68$ για τον εντοπισμό της έκτασης χρειαζόμαστε την οριζόντια επιφάνεια της κλίσης συνημίτονο (50°) = 0,64 = Οριζόντια Επιφάνεια / 2,384μ άρα η οριζόντια επιφάνειά είναι 1,523μ. Η επιφάνεια που θέλουμε να τοποθετήσουμε τα πλαίσια έχει διαστάσεις 12,5μ * 10μ αυτό που πρέπει να εντοπίσουμε είναι πόσα πλαίσια χωράνε σε αυτές τις διαστάσεις στην σειρά με βάση το πλάτος των πλαισίων, στα 12,5μ χωράνε 9 οπότε στην περίπτωση αυτή εμείς θα τοποθετήσουμε 9 οπότε θα χρειαστούν 1 σειρά όπου θα καλύπτουν σε συνολική οριζόντια επιφάνεια 1,523μ και αυτό διότι θα μπουν 1 σειρά στην περίπτωση αυτή η απόσταση μεταξύ κάθε σειράς δεν χρειάζεται, οπότε η έκταση που χρειάζεται είναι $(1,303 * 9) = 11,727$ τετραγωνικά για τα φ/β πλαίσια και τα παρελκόμενα που μπορούν να τοποθετηθούν στα κενά όπως οι μετατροπείς (inverter) οι μπαταρίες θα χρειαστούν έναν επιπλέον χώρο σε τετραγωνικά που θα είναι το πλάτος επί το μήκος των συσσωρευτών επί το σύνολο τους $0,465μ * 0,653μ * 3 = 0,911$ τετραγωνικά τα οποία μπορούν να τοποθετηθούν στον ίδιο χώρο διότι τα τετραγωνικά της βεράντας του οικήματος είναι $12,5 * 10 = 125$ τετραγωνικά και εμείς για την συνολική εγκατάσταση χρειαζόμαστε 12,7 τετραγωνικά. Το αποτέλεσμα είναι ότι για την κάλυψη της ζήτησης μέσω του συστήματος γίνεται μηδενική χρήση γης για το λόγο ότι είναι σε συνδυασμό με την χρήση γης που έχει γίνει για το υπάρχον οίκημα και τα 78,67kwh που δεν καλύφθηκαν θα μεταφερθούν στις χρήσεις γης που είναι 1,53 τετραγωνικά.

Εικόνα 19: Παράδειγμα Σχεδίου τοποθέτησης της εγκατάστασης του συστήματος Φ/Β & Συσσωρευτών



Κοινωνική συνεισφορά

Σε αυτό κομμάτι της μελέτης θα αναλύσουμε την σημασία που προσφέρει η εγκατάσταση του συστήματος αυτού με την επίτευξη ενός αυτόνομου οικήματος με την χρήση ΑΠΕ. Τέτοιες εγκαταστάσεις έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν σημαντικές κοινωνικές συνεισφορές στην κοινωνία, ιδίως όσον αφορά τη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, διότι δεν υπάρχει καμία σύνδεση με το γενικό δίκτυο οπότε οποιαδήποτε αλλαγή να γίνει σε σχέση με την αύξηση των τιμών ενέργειας ή διακοπές παροχής ή μεγάλες παύσεις παροχής από πιθανές αιτίες από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα όπως το φυσικό αέριο που συμμετοχή του στο ενεργειακό μείγμα είναι στο 49,2% αυτό σημαίνει ότι οποιαδήποτε αλλαγή θα επηρεάσει σημαντικά το γενικό δίκτυο της χώρας.

Επιπλέον έχουμε την συμμετοχή στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής που επηρεάζει σημαντικά το κοινωνικό σύνολο με συμπαντικές επιπτώσεις με ακραία καιρικά φαινόμενα που θα επιφέρουν καταστροφές σε

ανθρώπινες περιουσίες ακόμα και απώλειες ζωής, επίσης έχουμε την αύξηση της στάθμης της θάλασσας με το να κινδυνεύουν κοινότητες που βρίσκονται σε κοντινό επίπεδο με την στάθμη της θάλασσας και εξαιτίας της αστάθειας του κλίματος επηρεάζει σημαντικά οικοσύστημα και την γεωργία που διασφαλίζουν την παροχή προϊόντων – τροφίμων.

Τέλος έχουμε βελτίωση της ποιότητα υγείας με την μείωση των εκπομπών αερίων που μειώνουν την ποιότητα του αέρα που συμβάλουν σε πιθανούς θανάτους από την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Εικόνα 20: Εκτιμήσεις Θανάτων από ατμοσφαιρική ρύπανση

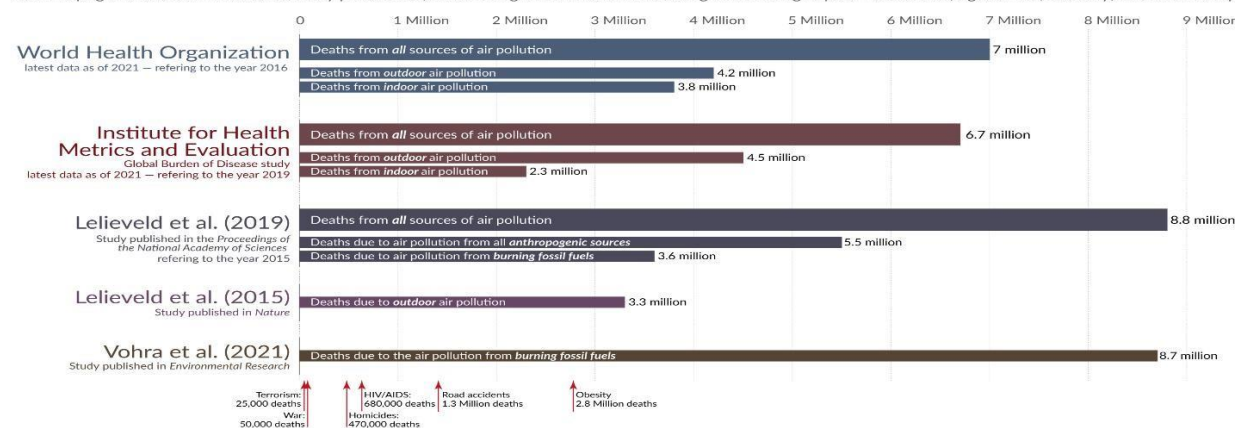
How many people die from air pollution each year?

Our World in Data

Estimates of the global death toll from air pollution published in major recent studies

'All sources' includes both anthropogenic and natural sources:

- The largest source of natural air pollution is airborne dust in the world's deserts. Other natural sources are fires, sea spray, pollen, and volcanoes.
- Anthropogenic sources include electricity production; the burning of solid fuels for cooking and heating in poor households; agriculture; industry; and road transport.



Data on annual death tolls from other causes is the latest data from the World Health Organization, UCDP, and Global Terrorism Database as of November 2021. OurWorldInData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the author Max Roser

Πηγή: <https://ourworldindata.org/data-review-air-pollution-deaths>

Οι εκτιμήσεις των για τον αριθμό των θανάτων από την ατμοσφαιρική ρύπανση προέρχονται από μελέτες από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας με 7 εκατομμύρια και από Ινστιτούτο Μετρήσεων και Αξιολόγησης Υγείας με 6,7 εκατομμύρια. Τα σωματίδια (PM) είναι μια σημαντική ανησυχία: τα σωματίδια PM, ειδικά τα λεπτά σωματίδια με διάμετρο 2,5 μικρομέτρων ή μικρότερη (PM_{2,5}), είναι ένας κύριος ρύπος που ευθύνεται για μεγάλο αριθμό πρόωρων θανάτων παγκοσμίως. Αυτά τα μικροσκοπικά σωματίδια μπορούν να διεισδύσουν βαθιά στους πνεύμονες και ακόμη και να εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος, οδηγώντας σε διάφορα προβλήματα υγείας. Πρόσφατη έρευνα υποδηλώνει ότι οι συνέπειες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία, ιδιαίτερα της έκθεσης σε PM, είναι πιο σοβαρές από ό,τι πιστεύαμε προηγουμένως. Η σχέση έκθεσης-απόκρισης δείχνει ότι ένα δεδομένο επίπεδο ρύπανσης οδηγεί σε μεγαλύτερο αριθμό θανάτων από ό,τι είχε προηγουμένως υποθεθεί. Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκύπτει τόσο από ανθρώπινες δραστηριότητες (ανθρωπογόνες πηγές) όσο και από φυσικά γεγονότα. Οι ανθρωπογενείς πηγές περιλαμβάνουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από άνθρακα, την καύση στερεών καυσίμων για μαγείρεμα και θέρμανση στα νοικοκυριά, τη γεωργία, τη βιομηχανία και τις οδικές μεταφορές. Οι φυσικές πηγές περιλαμβάνουν τη σκόνη από τις ερήμους, τον καπνό από τις πυρκαγιές, το θαλάσσιο σπρέι, τη γύρη και τις ηφαιστειακές εκπομπές. Η σταδιακή κατάργηση της χρήσης ορυκτών καυσίμων (άνθρακα, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) και η μετάβαση σε καθαρότερες πηγές ενέργειας θα μπορούσε να αποφύγει σημαντικό αριθμό πρόωρων θανάτων. Μια μελέτη υπολόγισε ότι η καύση ορυκτών καυσίμων προκαλεί 3,6 εκατομμύρια πρόωρους θανάτους ετησίως, καθιστώντας τη σημαντική συμβολή στη θνησιμότητα που σχετίζεται με την ατμοσφαιρική ρύπανση.

«<https://ourworldindata.org/data-review-air-pollution-deaths>»

Προγραμματισμός Έργου

Ο προγραμματισμός του συγκεκριμένου έργου είναι για την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού συστήματος σε συνδυασμό την αποθήκευση της ενέργειας σε συσσωρευτές για την μετατροπή ενός οικήματος σε πλήρες αυτόνομο χωρίς την χρήση του δικτύου ενέργειας.

1. Καθορισμός των στόχων και των απαιτήσεων του έργου. Ποια είναι η στοχευμένη ζήτηση ενέργειας που πρέπει να καλυφθεί, τι παραγωγή ενέργειας χρειαζόμαστε και το σύστημα αποθήκευσης που θα χρειαστεί.
2. Ανάλυση δυναμικής περιοχής. Εντοπισμός της δυναμικής της ηλιοφάνειας και των καιρικών προδιαγραφών της περιοχής για την κατάλληλη εύρεση δυναμικού ισχύς για το φωτοβολταϊκό ώστε να καλύψει πλήρως της ανάγκες της ζήτησης και του προσδιορισμού του δυναμικού της χωρητικότητας των συσσωρευτών.
3. Ανάπτυξη ολοκληρωμένου σχεδίου εγκατάστασης. Πλήρη ανάλυση και σχεδίαση του Φωτοβολταϊκού συστήματος & των Συσσωρευτών με την ανάπτυξη μηχανολογικού – ηλεκτρολογικού σχεδίου συνδέσεων και προδιαγραφών έργου, δηλαδή μια ολοκληρωμένη μελέτη του έργου.
4. Προσδιορισμός του Κόστους του έργου βάση των αναλύσεων του κόστους εξαρτημάτων – υλικών που υπάρχουν στην αγορά.

5. Εντοπισμός χρηματοδότησης του έργου. Εύρεση χρημάτων και πιθανών επιδοτήσεων για την πραγματοποίηση του έργου.
6. Ανάθεση Έργου. Εύρεση των κατάλληλων ανθρώπινων πόρων για την δημιουργία του έργου.
7. Έρευνα – εντοπισμός και αγορά των εξαρτημάτων – υλικών για την εγκατάσταση του έργου
8. Έναρξη Εργασιών διαμόρφωσης & εγκατάστασης του έργου. Εγκατάσταση των βάσεων στήριξης των πλαισίων. Τοποθέτηση πλαισίων στις βάσεις στήριξης, Τοποθέτηση Inverter, Ρυθμιστές φόρτισης και συσσωρευτών. Επίτευξη συνδέσεων όλου του συστήματος. Τέλος έλεγχός ορθής λειτουργίας εξαρτημάτων
9. Εφαρμογή προγραμματισμού του έργου. Προγραμματισμός τρόπου λειτουργίας του έργου με την εφαρμογή αυτοματισμών και παρακολούθησης του συστήματος
10. Πειραματική Λειτουργία. Έλεγχος ορθής λειτουργίας εγκατάστασης και εύρεση πιθανών αστοχιών για την επιδιόρθωση αυτών
11. Έναρξη Λειτουργίας. Εκμάθηση του συστήματος και Εγχειρίδιο χρήσης του

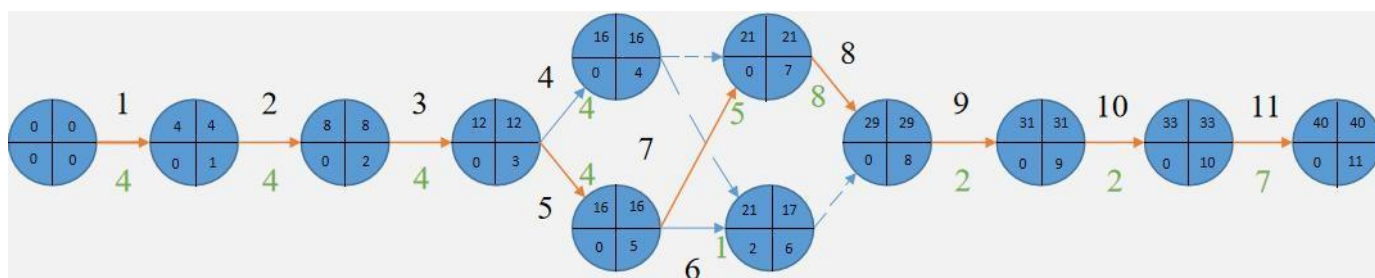
Για την σωστή δρομολόγηση του έργου ώστε αυτό να επιτευχθεί στην ώρα του θα χρειαστεί ένα σύστημα τακτικής επικοινωνίας με τα ενδιαφερόμενα μέρη που συμμετέχουν σε αυτό ώστε να αναπτυχθούν σχέδια σε τυχόν αποκλίσεις στο έργο μεταξύ της πραγματικής προόδου για τον εντοπισμό και κάλυψη κινδύνων με διορθωτικές ενέργειες επίλυσης αυτών.

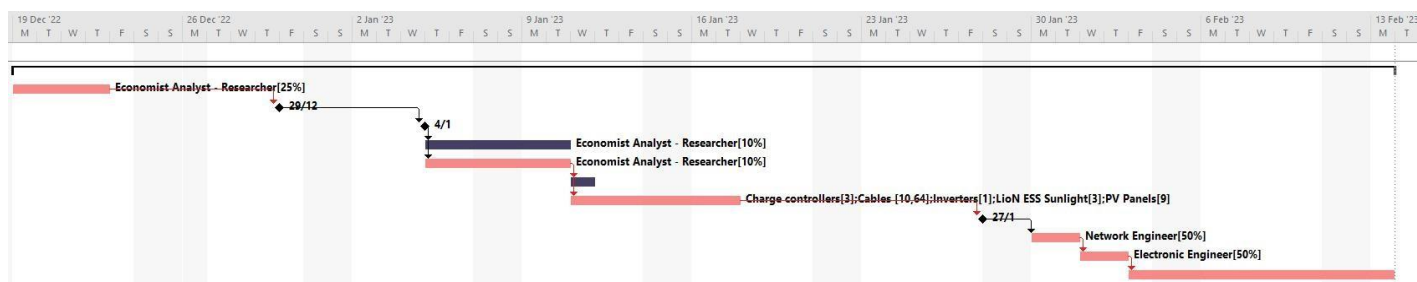
Πίνακας 66: Project Management

A.A	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names	Cost
	Φωτοβολταϊκό & Συσσωρευτές	40 days	Mon 19/12/22	Mon 13/2/23			14.288,67 €
1	Καθορισμός των Στόχων	4 days	Mon 19/12/22	Thu 22/12/22		Economist Analyst - Researcher[25%]	240,00 €
2	Ανάλυση δυναμικής περιοχής	4 days	Fri 23/12/22	Thu 29/12/22	1	Mechanical Engineer[20%];Economist Analyst - Researcher[20%]	384,00 €
3	Σχέδιο Εγκατάστασης	4 days	Fri 30/12/22	Wed 4/1/23	2	Mechanical Engineer[20%]	192,00 €
4	Προσδιορισμός κόστους	4 days	Thu 5/1/23	Tue 10/1/23	3	Economist Analyst - Researcher[10%]	96,00 €
5	Εντοπισμός Χρηματοδότησης	4 days	Thu 5/1/23	Tue 10/1/23	3	Economist Analyst - Researcher[10%]	96,00 €
6	Ανάθεση Έργου	1 day	Wed 11/1/23	Wed 11/1/23	5		0,00 €
7	Έρευνα, Εντοπισμός & Αγοράς Υλικών	5 days	Wed 11/1/23	Tue 17/1/23	5	Charge controllers[3];Cables [10,64];Inverters[1];LioN ESS Sunlight[3];PV Panels[9]	11.936,67 €
8	Έναρξη Εργασιών Εγκατάστασης	8 days	Wed 18/1/23	Fri 27/1/23	7	Mechanical Engineer[10%];Installation Technician ;Electronic Engineer[25%]	1.024,00 €
9	Εφαρμογή Προγραμματισμού του Έργου	2 days	Mon 30/1/23	Tue 31/1/23	8	Network Engineer[50%]	160,00 €
10	Πειραματική Λειτουργία	2 days	Wed 1/2/23	Thu 2/2/23	9	Electronic Engineer[50%]	160,00 €
11	Έναρξη Λειτουργίας	7 days	Fri 3/2/23	Mon 13/2/23	10		0,00 €

Στο παραπάνω προγραμματισμό του έργου για την επίτευξη του θα χρειαστούν οι ανθρώπινοι πόροι όπως, Οικονομικός Αναλυτής, Μηχανολόγο Μηχανικό, Ηλεκτρολόγο Μηχανικό, Μηχανικό Δικτύων και Τεχνικός Τοποθέτησης . Το κόστος το επιπλέον για την εγκατάσταση είναι 2.352,00 ευρώ και 11.936,67 ευρώ το κόστος των υλικών, η διάρκεια του έργου είναι 40 ημέρες (Κρίσιμη Διαδρομή) με 136 ώρες εργασίας τον μεγαλύτερο όγκο ωρών εργασίας το έχει ο Τεχνικός Τοποθέτησης, επίσης η χρονική διάρκεια είναι 56 ημέρες αν το έργο ξεκινούσε 19/12/22 έως 13/2/23. Επιπλέον υπάρχουν διεργασίες που μπορούν να γίνουν ταυτόχρονα που δεν επηρεάζουν η μια την άλλη όπως είναι ο Προσδιορισμός του κόστους & Εντοπισμός χρηματοδότησης και η Ανάθεση έργου με την Έρευνα αγοράς των υλικών. Ακόμα υπάρχουν σημεία καμπίς για την εξέλιξη του έργου αυτά τα σημεία λέγονται miles stones, όπου αυτά είναι η Ανάλυση δυναμικού της περιοχής, το Σχέδιο εγκατάστασης του έργου και η έναρξη εργασιών εγκατάστασης αυτά φαίνονται στο παρακάτω Gant Chart.

Εικόνα 21: Gant Chart





Συμπεράσματα & Προτάσεις Βελτίωσης

Αποτελέσματα

Στην παρούσα μελέτη προσπαθήσαμε να βγάλουμε αποτελέσματα σχετικά με την εφαρμογή ενός Φωτοβολταϊκού συστήματος σε συνδυασμό με Συσσωρευτές αποθήκευσης για την κάλυψη της ζήτησης ενός οικήματος στην περιοχή του Νομού Ηλείας. Αρχικά εντοπίσαμε ποια είναι η συνολική ζήτηση που θέλουμε να καλύψουμε όπου είναι στις 3.952,6 kwh με μία μέση κατανάλωση ανά ημέρα στις 10,83 kwh.

Στην συνέχεια αναλύσαμε το ηλιακό δυναμικό της περιοχής μέσα από στοιχεία από την ηλιοφάνεια της περιοχής τις καιρικές συνθήκες που επηρεάζει την απόδοση, επιπλέον σε συνδυασμό με τον εντοπισμό της ηλιακής γωνίας και του λογισμικού RETScreen για τον εντοπισμό της κατάλληλης γωνίας κλίσης των πλαισίων και τον εντοπισμό του αζιμούθιου, αλλά και της απόδοσης της περιοχής με αποτέλεσμα η απόδοση να είναι στο 19-20% δηλαδή ο συντελεστής αξιοποίησης CF = Απόδοση. Η γωνία κλίσης που προτείνουμε στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι 50 μοίρες με 0 αζιμούθιο που το οίκημα θα έχει ενέργεια μόνο από το σύστημα για το λόγο ότι το χειμώνα τα επίπεδα απόδοσης είναι χαμηλά στην γωνία κλίσης 30 μοιρών με 0 αζιμούθιο που η απόδοση είναι στο μέγιστο της.

Έπειτα μπήκαμε στην διαδικασία εντοπισμού του συστήματος που θα πρέπει να εφαρμόσουμε με βάση την ζήτηση της ενέργειας που θέλουμε να καλύψουμε και του δυναμικού που έχουμε σε συνδυασμό με δεδομένα από υπάρχον φωτοβολταϊκό σταθμό, το σύστημα που επιλέξαμε ήταν 10 πλαίσια με συνολική καθαρή παραγωγή 6,6 kw και 11 μπαταρίες λιθίου καθαρής απόδοσης 44,15488kwh. Στην συνέχεια εφαρμόσαμε ένα σύστημα προσομοίωσης για να εξετάσουμε αν πραγματικά το σύστημα αυτό μπορεί να ανταπεξέλθει με βάση τα στοιχεία παραγωγής και ζήτησης που υπάρχουν σε καθημερινή βάση με αποτέλεσμα να έχουμε και 62% απόθεμα συσσωρευτών. Για το λόγο ότι η επένδυση αυτή έχει ακριβό κόστος εγκατάστασης την εξετάσαμε 4 διαφορετικά σενάρια.

Εξετάσαμε την οικονομική αποτελεσματικότητα σε κάθε σενάριο επένδυσης με την χρήση οικονομοτεχνικής μελέτης με αποτελέσματα κριτηρίων οικονομικής απόδοσης NPV (Καθαρά παρούσα αξία), IRR (Εσωτερικός βαθμός απόδοσης) και Profit Ratio (Περιθώριο κέρδους) τα αποτελέσματα των κριτηρίων αυτών έδειξαν ότι το 3° & 4° Σενάριο είναι κατάλληλο για την οικονομική απόδοση της επένδυσης με το 3° να θεωρείται κατάλληλο διότι έχουμε τις λιγότερες μέρες που δεν καλύφθηκε η ζήτηση και τα συνολικά έσοδα της επένδυσης από την εξοικονόμηση είναι περισσότερο από το 4° σενάριο, στο 3° σενάριο έχουμε NPV = 2.628,56 €, IRR = 14%, PR = 137% και με την απόσβεση της να γίνετε στο 8-9 έτος στα 12 έτη συνολική διάρκεια.

Όσον αφορά η περιβαλλοντική συνεισφορά με την χρήση του συστήματος για την κάλυψη της ενέργειας του οικήματος είναι αρκετά ενθαρρυντική για το λόγο ότι έχουμε μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO² κατά 89% λιγότερο από την χρήση ενέργειας από το γενικό δίκτυο, επιπλέον η χρήση γης είναι μηδενική διότι γίνετε σε συνδυασμό διότι το σύστημα εφαρμόζεται στο υπάρχον οίκημα χωρίς να χρειάζεται επιπλέον χώρο για την εγκατάσταση του εάν χρησιμοποιήσουμε το σενάριο 3° που υπάρχει υπόλοιπο 78,67kwh με χρήσης γης 1,53 τετραγωνικά από τα 75,4 που είναι από την χρήση γης από τις 3873,92kwh.

Κοινωνικά συμβάλει στην ενεργειακή ανεξαρτησία με την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, δημιουργώντας ένα περιβάλλον σταθερού κόστους ενέργειας χωρίς μεταβολές, μείωση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής που επηρεάζει σε πολυάριθμα θέματα την κοινωνία με την μεταβολή των τακτικών αλλαγών καιρού, με την αύξηση της στάθμη της θάλασσάς και των επιπτώσεων που έχει στην παραγωγή τροφίμων επιπλέον συμβάλει στην μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων που είναι υπεύθυνοι για την πρόκληση θανατηφόρων επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία

Τέλος για την επίτευξη ενός τέτοιου έργου θα χρειαστεί να γίνει με μια σειρά εργασιών για την σωστή εφαρμογή του για να εκπληρώσει πλήρως τον σκοπό δημιουργίας του με τις λιγότερες καθυστερήσεις, η συνολική διάρκεια υλοποίησης του έργου είναι 56 ημέρες χρονικής διάρκειας με 136 ώρες εργασίας με το κόστος εγκατάστασης της επένδυσης να είναι συνολικά 14.288,67 € και των εργασιών μόνο είναι 2.352,00 €

Το αποτέλεσμα είναι ότι έχουμε την δημιουργία ενός συστήματος στο οποίο μπορεί να υπάρχει οικονομική αποδοτικότητα για να ελκύσει επενδυτές που θα περιμένουν να πάρουν τα χρήματα τους πίσω σε ένα ικανοποιητικό διάστημα χρόνου, αλλά έχουμε ένα σύστημα για το οποίο εξαρτάται από το γενικό σύστημα μεταφοράς ενέργειας για 6 ημέρες του έτους με αυτό να μην το κάνει να είναι τελείως ανεξάρτητο, δεν σημαίνει όμως ότι σε οποιαδήποτε μεταβολή στην τιμή πώλησης ή παύση παραγωγής ενέργειας επηρεάζεται σημαντικά από αυτό, αλλά σε έναν μικρό βαθμό. Μπορεί να υπάρξει σύστημα που να ικανοποιεί πλήρως τις ανάγκες του συστήματος, αλλά βγαίνει οικονομικά

μη αποδοτικό για να το προτιμήσει κάποιος εξαιτίας του υψηλού κόστους. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να καλύψει κάποιος το ζήτημα της ζήτησης που είναι να μην την δημιουργήσεις, δηλαδή εξοικονόμηση, να υπάρχει η σύνδεση στο δίκτυο για τέτοιες περιπτώσεις ή μια μικρή γεννήτρια για την κάλυψη της.

Προτάσεις Βελτίωσης

Η προτάσεις για την βελτίωση του συστήματος είναι:

- Εφαρμογή Αντλίας Θερμότητας για την Θέρμανση & Ψύξη του οικήματος που έχει καλύτερη απόδοση με λιγότερη κατανάλωση ενέργειας.
- Εφαρμογή Ηλιακού θερμοσίφωνα για την χρήση ζεστού νερού για μείωση της χρήσης του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα
- Εγκαταστήστε ενεργειακά αποδοτικό φωτισμό: Αντικαταστήστε τους παραδοσιακούς λαμπτήρες πυρακτώσεως με εναλλακτικές λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, όπως λαμπτήρες LED ή CFL. Αυτοί οι λαμπτήρες καταναλώνουν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια και έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.
- Αναβάθμιση σε ενεργειακά αποδοτικές συσκευές: Αντικαταστήστε τις παλιές, ενεργοβόρες συσκευές με ενεργειακά αποδοτικά μοντέλα που φέρουν την ετικέτα ENERGY STAR®. Αυτό περιλαμβάνει ψυγεία, πλυντήρια ρούχων, κλιματιστικά και άλλες μεγάλες συσκευές.
- Εφαρμογή έξυπνων συστημάτων διαχείρισης ενέργειας: Χρησιμοποιήστε προηγμένα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων
- Βελτιστοποιήστε τη χρήση του νερού: Διαχειριστείτε αποτελεσματικά την κατανάλωση νερού μέσω αυτόματων βρυσών και συστημάτων άρδευσης με αποδοτική χρήση νερού. Η εξοικονόμηση νερού εξοικονομεί έμμεσα ενέργεια μειώνοντας την ενέργεια που απαιτείται από την αντλία γεώτρησης να μεταφέρει νερό.

Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

- A Comparative Review of Lead-Acid, Lithium-Ion and Ultra-Capacitor Technologies and Their Degradation Mechanisms by Ashleigh Townsend and Rupert Gouws, published at 2022 in MDPI
- Advantages And Disadvantages of Biofuels: Observations In Latvia By Dani Viesturs & Ligita Melee in Engineering for Rural Development at 05/2014
- Analysis of Greenpeace's business model & philosophy: Greenpeace wants a piece of your green by Michael Connolly, Ronan Connolly & Soon Willie in ResearchGate December 2018.
- Battery energy storage technologies overview By Zvonimir Šimić, Danijel Topić, Goran Knežević, Denis Pelin in IJECES at 04/2021
- Book Green Energy And Technology Introduction to Wind Energy Systems by Herman-Jesef Wanger Jyotirmay Mathur Chapter 1 Wind Energy Today
- Book Solar Energy Renewable Energy and the Environment by Robert Foster, Majid Ghassemi, Alma Cota & Vaughn Nelson
- Calculations for a Grid-Connected Solar Energy System by Dr. Ed Franklin published at 2019 in The University of Arizona Cooperative Extension
- Capacity factors for electrical power generation from renewable and nonrenewable sources by Natanael Bolson, Pedro Prieto, and Tadeusz Patzek, Published December 20, 2022
- Commission Staff Working Document Energy Storage – The role of electricity European Commission Brussels 1.2.2017
- Current State and Future Prospects for Electrochemical Energy Storage and Conversion Systems by Qaisar Abbas, Mojtaba Mirzaeian, Michael R.C. Hunt, Peter Hall and Rizwan Raza in energies at 11/2020
- Dissertation Master in Civil Engineering Energy Autonomous Buildings House Project By Gabriela Patricia Leite Teixeira in 06/2021
- Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience By Manuel Frondel, Nolan Ritter, Christoph M. Schmidt, Colin Vance in Energy Policy at 08/2010
- Effect of wide observation of nature in renewable energy engineering education by Yeganeh Ghandriz, Seyed Mohamadreza Ziaiean Noorbakhsh, Roghayeh Gavagsaz-Ghoachani & Mathepot Phattanasak Conference: 2021 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics
- Energy Efficiency Indicators for Public Electricity Production from Fossil Fuels IEA Information paper OECD/IEA, July 2008
- Energy loss is single-biggest component of today's electricity system by Karin Kirk, in Yale Climate Connections, October 2022
- Environmental Impacts of Renewable Energy Technologies By Ewa Klugmann-Radziemska Gdansk University of Technology, Faculty of Chemistry 2014 5th International Conference on Environmental Science and Technology

- Green jobs? Economic impacts of renewable energy in Germany By Ulrike Lehr, Christian Lutz & Dietmar Edler in Energy Policy At 08/2012
- Hydro Power by Mayadhar Swain in Energy May 2013», «The Hydropower Plants Dams by Sawsan Ahmed Elhoury Ahmed, Hammad Ali Ahmed & Mohamed Toum Fadel in IJSET April 2019», «Book Energy Conservation Chapter 4 Hydro Power By Rasim Azeez in Tech 2012
- Indicative energy technology assessment of advanced rechargeable batteries, by Geoffrey P. Hammond, Tom Hazeldine in Applied Energy 2015
- Lifecycle Cost Analysis of Hydrogen Versus Other Technologies for Electrical Energy Storage by D. Steward, G. Saur, M. Penev, and T. Ramsden in NREL in 11/2009
- Method for Calculating CO₂ Emissions from the Power Sector at the Provincial Level in China, by Ma Cui-Mei, Ge Quan-Sheng in Advances in Climate Change Research 2014
- Modern Thermal Energy Storage Systems Dedicated to Autonomous Buildings by Michał Musiał, Lech Lichołai and Dušan Katunský in Energies at 05/2023
- Optimum Sizing of a PV-Battery-Diesel Hybrid System for Remote Consumers Dimitrios ZAFIRAKIS, Kosmas KAVADIAS, Emilia KONDILI, John KALDELLIS in Third International Conference on Applied Energy - 16-18 May 2011 - Perugia, Ital
- Optimum sizing of stand-alone wind-photovoltaic hybrid systems for representative wind and solar potential cases of the Greek territory J.K. Kaldellis n, D. Zafirakis Published in Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 2012
- Overview of Biomass Energy Shaikh Rashedur Rahman, Nahid-Al-Mahmud, Mumtahina Rahman, Md. Yeakub Hussain, Md. Sekendar Ali 5 in IJERT at 11/2013
- Project Monitoring and Control (PMC) by Gaurav Kumar, Ashu Bansal in National Conference on role and applications of ICT in inaccessible areas, February 2010
- Renewable Energy Green Innovation, Fossil Energy Consumption, and Air Pollution—Spatial Empirical Analysis Based on China By Neng Shen, Yifan Wang, Hui Peng and Zhiping Hou in Sustainability at 08/2020
- Social, environmental, and economic consequences of integrating renewable energies in the electricity sector: a review by Mohamed Farghali, Ahmed I. Osman, Zhonghao Chen, Amal Abdelhaleem, Ikko Ihara, Israa M. A. Mohamed, Pow-Seng Yap & David W. Rooney in Environmental Chemistry Letters at 24/03/2023
- Stepping into Renewable Energy Advantages & Disadvantages in 6th International Engineering Conference for Energy-Efficient Buildings At: Islamic University Gaza, Gaza Strip, Palestine Hashem by Badra Hashem, Mohamed Elnaggar and Ezzaldeen Edwan in 2016
- Stepping into Renewable Energy Advantages & Disadvantages in 6th International Engineering Conference for Energy-Efficient Buildings At: Islamic University Gaza, Gaza Strip, Palestine Hashem by Badra Hashem, Mohamed Elnaggar and Ezzaldeen Edwan in 2016
- Technical Article PID Control for Solar Panel Temperature Regulation by Shraddha Tupe in Ee Power April 12, 2023»
- Techno-Economic Analysis of a Stand-Alone Hybrid System: Application in Donoussa Island, Greece by Michail Katsivelakis, Dimitrios Bargiotas, Aspasia Daskalopulu, Ioannis P. Panapakidis and Lefteri Tsoukalas Published in Energies (2021)
- Techno-Economic Analysis of Standalone Solar Photovoltaic-Wind-Biogas Hybrid Renewable Energy System for Community Energy Requirement by Vijay Mudgal, K. S. Reddy and T. K. Mallick published in Future Cities and Environment 2019
- Techno-environmental analysis of battery storage for grid level energy services by Jahedul Islam Chowdhury, Nazmiye Balta-Ozkan, Pietro Goglio, Yukun Hu, Liz Varga, Leah McCabe in Renewable and Sustainable Energy Reviews 2020
- The long-term impact of the market stability reserve on the EU emission trading system By Kenneth Bruninx, Marten Ovaere, Erik Delarue in Energy Economics at 06/2020
- The Profitability of Residential Photovoltaic Systems. A New Scheme of Subsidies Based on the Price of CO₂ in a Developed PV Market by Idiano D'Adamo in MDPI August 2018
- There's a Biodiversity Crisis, and Oil and Gas Are Making It Worse By Alison Cagle in Earthjustice 03/2023
- Variable Cost vs. Fixed Cost: What's the Difference? By Steven Nickolas Updated July 10, 2022 Reviewed by Margaret James
- What Are the Advantages and Disadvantages of Solar Energy? Earth .Org, By Martina Igini Global Commons in 1st May 2023», «Book Solar Energy Chapter 1 Introduction to Solar Energy by R. Corkish, W. Lipinski and R. J. Patterson in June 2016

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία: Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας

- Ελληνική Δημοκρατία Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας, Εργαστήρι ήπιων μορφών ενέργειας, Ενότητα: Υπολογισμός Ηλιακής Ακτινοβολίας, Ταουσανίδης Νίκος, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών & Βιομηχανικού Σ
- Η Ενεργειακή Ασφάλεια της Ελλάδας και Προτάσεις για την Βελτίωσή της Έκθεση του IENE στο Πλαίσιο Εκπόνησης του Μακροχρόνιου Ενεργειακού Σχεδιασμού της Ελλάδας από την Εθνική Επιτροπή για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) Αθήνα, Νοέμβριος 2018
- Η Ενεργειακή Κατάσταση της Ελλάδας • Πόσο ασφαλής & οικονομικά βιώσιμη είναι η επιχειρούμενη Ενεργειακή Μετάβαση; Ετήσιας Έκθεσης Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας & Προστασίας Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής Ιωάννης Κ. Καλδέλλης, Δέσποινα Μπουλογιώργου, Παναγιώτης Τριανταφύλλου Εργαστήριο Ήπιων Μορφών Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής 22 Φεβρουαρίου, 2022
- Η παγκόσμια ενεργειακή κατάσταση και η στροφή στις Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας από Ιωάννης Κ. Καλδέλλης & Μαρίνα Καψάλι στο ΘΕΜΑ
- Κατσαπρακάκης, Δ., & Μονιάκης, Μ. (2015). Ηλιακή γεωμετρία και ακτινοβολία [Κεφάλαιο]. Στο Κατσαπρακάκης, Δ., & Μονιάκης, Μ. 2015. Θέρμανση - ψύξη - κλιματισμός [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.
- Σημειώσεις: V.3. Δείκτες Αξιολόγησης Επενδύσεων - V3.1 – Ενότητα V: Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Ενεργειακών Επενδύσεων
- Σημειώσεις: V.5. Δείκτες Αξιολόγησης Επενδύσεων – Ενότητα V: Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Ενεργειακών Επενδύσεων ΠΜΣ Ενεργειακά και Περιβαλλοντικά Έργα
- Σημειώσεις: V.5. Δείκτες Αξιολόγησης Επενδύσεων – Ενότητα V: Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Ενεργειακών Επενδύσεων
- Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) Φώτιος Ε. Καραγιάννης Dr. Μηχανολόγος Μηχανικός Γενικός Διευθυντής ΔΕΗ Α.Ε. Παρουσίαση 2022 ΠΜΣ (Ενεργειακά και Περιβαλλοντικά Έργα)
- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας. Μόνιμη Επιτροπή Ενέργειας. Οδηγός Μελέτης και Υλοποίησης Φωτοβολταϊκών Έργων (Πόρισμα Ομάδας Εργασίας του ΤΕΕ/ΤΚΜ όπως εγκρίθηκε με την απόφαση Α159/Σ9/11.04.2011 της Διοικούσας Επιτροπής). Μωυσής Δαμιανίδης, Η.Μ. Γεώργιος Κατσαρός, Δρ Η.Μ. Ματθαίος Τόλης, Μ.Μ. Φώτιος Στεργιόπουλος, Η.Μ. Απρίλιος 2011

Ιστοσελίδες

- http://www.emy.gr/emv/en/climatology/climatology_city
- <http://www.zourtsa.gr/IIia.htm>
- <https://blog.ecoflow.com/> The Impact of Temperature on Solar Panel Efficiency: How Heat Affects Your Solar Energy System in ECOFLOW 2023
- <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/database>
- <https://electricalmag.com/lead-acid-battery/>
- <https://greenpowersystems.com/resources/financial-incentives-2/financial-incentives/net-metering-feed-in-tariff-fit/>
- <https://justenergy.com/blog/wind-energy-pros-and-cons/>
- <https://lithiumhub.com/lifepo4-batteries>
- <https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/tools/modelling-tools/retscreen/7465>
Λογισμικό RETScreen
- <https://ourworldindata.org> Our World in Data
- <https://ourworldindata.org/data-review-air-pollution-deaths>
- <https://ourworldindata.org/land-use-per-energy-source> Our World in Data.
- <https://studiousguy.com/project-implementation-control-and-closure/>, Project Implementation, Control, and Closure
- <https://sunsonenergy.com/blog/12-types-of-losses-in-solar-pv-system> 12 types of Losses in Solar PV system
By Tania Tahseen Solar Performance Specialist February 11, 2022
- <https://www.civilengineer9.com/autonomous-building/>
- <https://www.dapeep.gr/> Ενεργειακό Μείγμα 2022
- <https://www.eesi.org/papers/view/issue-brief-energy-storage>
- <https://www.firstgreen.co/advantages-and-disadvantages-of-lead-acid-batteries/>
- <https://www.genixenergy.com/battery-knowledge/advantages-and-disadvantages-of-lithium-iron-phosphate-batteries.html>
- <https://www.kathimerini.gr/world/1039669/i-proti-petrelaiki-krisi/>
- <https://www.macquarie.com/au/en/perspectives/battery-storage-to-power-the-growth-of-renewable-energy.html>
- <https://www.netsolwater.com/systems-for-renewable-energy.php?blog=1854>

- <https://www.nrdc.org/stories/fossil-fuels-dirty-facts#sec-what-is>
- <https://www.rae.gr/anakoineseis/31535/>
- <https://www.skroutz.gr/>