



**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΘΑΡΩΝ ΜΟΡΦΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ  
ΣΥΝΟΙΚΙΑΣ ΘΕΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ  
ΠΡΟΣΗΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΤΜΟ»**

**Του Φοιτητή**

Θεοφάνη – Χρήστου Χριστακόπουλου

**Επιβλέπων**

Καρέλλας Σωτήριος, Καθηγητής,  
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ



**“One of the fastest ways to build the clean energy economy is to allow more people to benefit from it.”**

– Billy Parish

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....</b>	<b>7</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ .....</b>	<b>8</b>
1.1.1 Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΈΝΩΣΗ.....	8
1.1.2 Η ΕΛΛΑΔΑ.....	9
1.1.3 ΤΑ ΝΗΣΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ .....	9
1.1.4 ΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΗΣΙΑ – ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ.....	10
<b>1.2 ΣΥΝΟΙΚΙΕΣ ΘΕΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΠΡΟΣΗΜΟΥ – ΓΝΩΡΙΜΙΑ .....</b>	<b>12</b>
1.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ .....	13
1.2.2 ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ.....	15
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΥΝΟΙΚΙΕΣ ΘΕΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΠΡΟΣΗΜΟΥ – ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....</b>	<b>17</b>
2.1 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ .....	17
2.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ .....	21
2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ, ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΛΥΣΕΩΝ .....	26
2.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ .....	29
2.4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	29
2.4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ.....	30
2.4.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ .....	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ– ΣΥΝΟΙΚΙΑ ΘΕΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΠΡΟΣΗΜΟΥ ΣΤΗ ΠΑΤΜΟ.....</b>	<b>36</b>
3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΠΑΤΜΟΥ .....	36
3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΘΕΠ.....	38
3.2.1 ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ.....	40
3.2.2 ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ .....	46
3.2.3 ΣΤΑΘΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....	50
3.2.4 ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.....	54
3.2.5 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ.....	56
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΘΕΠ ΣΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ HOMER PRO</b>	<b>58</b>

<b>4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ .....</b>	<b>59</b>
4.1.1 ΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	59
4.1.2 ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	62
4.1.3 ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΠΟΡΟΙ ΣΕ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΑΠΕ.....	65
4.1.4 ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	66
<b>4.2 ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ .....</b>	<b>67</b>
4.2.1 ΣΕΝΑΡΙΟ 1 <sup>ο</sup> – ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ 100% ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ.....	68
4.2.2 ΣΕΝΑΡΙΟ 2 <sup>ο</sup> – ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ 50% ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ.....	69
4.2.3 ΣΕΝΑΡΙΟ 3 <sup>ο</sup> – ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ 75% ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ.....	70
4.2.4 ΣΕΝΑΡΙΟ 4 <sup>ο</sup> – ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ 87.5% ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ.....	71
4.2.5 ΣΕΝΑΡΙΟ 5 <sup>ο</sup> – ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ 30% ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ.....	72
<b>4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>73</b>
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΘΕΠ.....</u></b>	<b><u>77</u></b>
<b>5.1 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ.....</b>	<b>77</b>
5.1.1 ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ .....	77
5.1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	78
<b>5.2 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ .....</b>	<b>82</b>
5.2.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΠΑΤΜΟΥ .....	83
5.2.2 ΚΑΜΒΑΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ .....	84
<b>5.3 ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....</b>	<b>85</b>
5.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ .....	85
5.3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΣΟΔΩΝ.....	87
5.3.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ .....	90
<b>5.4 ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΟΝ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ .....</b>	<b>97</b>
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</u></b>	<b><u>100</u></b>
<b><u>ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ.....</u></b>	<b><u>103</u></b>
<b><u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....</u></b>	<b><u>105</u></b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 4Μ.....</b>	<b>105</b>
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	105
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ.....	106
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ .....	109
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΣΤΗ ΠΑΤΜΟ.....</b>	<b>112</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ.....</b>	<b>114</b>
<b><u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</u></b>	<b><u>116</u></b>

## Περίληψη

Τα νησιά είναι μεταξύ των πλέον ευάλωτων περιοχών που βιώνουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Χαρακτηρίζονται από ενεργειακή εξάρτηση σε ορυκτά καύσιμα, ενώ η ενεργειακή ζήτησή τους παρουσιάζει έντονη εποχικότητα. Ταυτόχρονα, συνδυάζουν σημαντικό δυναμικό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), με μοναδικής σημασίας οικοσυστήματα, και ισχυρό κοινωνικό κεφάλαιο. Υιοθετώντας ολοκληρωμένες λύσεις καθαρής ενέργειας σε συνδυασμό με την αξιοποίηση τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας, τα νησιά μπορούν να αντιμετωπίσουν δομικά προβλήματα της νησιωτικότητας, και να εξασφαλίσουν βιώσιμη ανάπτυξη και ευημερία για τους νησιώτες.

Στόχος της εν λόγω εργασίας είναι να γίνει αντιληπτός ο σπουδαίος ρόλος που μπορεί να διαδραματίσουν οι συνοικίες θετικού ενεργειακού προσήμου στην βιώσιμη ανάπτυξη των νησιωτικών περιοχών και στην αποτελεσματική σύζευξη των τομέων τους.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το τοπίο σχετικά με την ενεργειακή μετάβαση στην εποχή μας και εισάγεται ο ορισμός των συνοικιών θετικού ενεργειακού προσήμου, ενώ αναλύεται η χρησιμότητά τους στο νησιωτικό χώρο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση ενεργειακών πρωτοβουλιών σε επίπεδο συνοικίας, με έμφαση σε βέλτιστα εργαλεία ανάλυσης και υφιστάμενων πρακτικών.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται χαρακτηριστικά και ενεργειακά στοιχεία της συνοικίας θετικού ενεργειακού προσήμου στην Σκάλα Πάτμου. Στη περίπτωση μελέτης υπολογίζεται το ενεργειακό ισοζύγιο -πριν και μετά από δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης- για επιλεγμένα δημοτικά κτίρια και κατοικίες, και υπολογίζεται η ενεργειακή κατανάλωση νέων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και του υφιστάμενου σταθμού αφαλάτωσης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο λαμβάνει χώρα η σύγκριση πέντε σεναρίων, σχετικά με την κάλυψη θερμικών αναγκών των κτιρίων της συνοικίας, και αποφασίζεται ο βέλτιστος συνδυασμός τεχνολογιών καθαρών μορφών ενέργειας για όλη τη συνοικία, μέσω του εργαλείου HOMER Pro. Οι παρεμβάσεις που επιλέγονται περιλαμβάνουν φωτοβολταϊκά και ανεμογεννήτριες της τάξης των 1-2 MW, μικρή θερμική μονάδα σύγκαυσης των 100 kW, και κεντρική μπαταρία ιόντων λιθίου των 0.5 MWh.

Στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιούνται αναλύσεις ευαισθησίας, όπου εξετάζονται δυναμικά στοιχεία εισόδου ως προς την επίδραση στα τελικά αποτελέσματα. Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται οικονομοτεχνική ανάλυση για τις επιλεγμένες παρεμβάσεις και παρουσιάζεται το μοντέλο διαχείρισης της συνοικίας. Προκύπτει ότι η συνολική επένδυση μπορεί να έχει πολύ καλή απόδοση υπό προϋποθέσεις, με τις παρεμβάσεις της να αποπληρώνονται ακόμα και σε 5 περίπου έτη, και την καθαρή παρούσα αξία της να φτάνει σχεδόν τα 3 εκατ. €. Ακόμα, παρουσιάζεται η συμβολή που έχει η εφαρμογή στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής για το νησιωτικό σύστημα, με την εκτιμώμενη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα να βρίσκεται στους 2,203 τόνους ετησίως.

Τελικά, στο έκτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται σύνοψη και σχολιασμός των προηγούμενων κεφαλαίων, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα τεχνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά αποτελέσματα των επιλεγμένων παρεμβάσεων, ενώ εξετάζεται η αναπαραξιμότητα της εφαρμογής της συνοικίας.

### Λέξεις κλειδιά

Συνοικίες Θετικού Ενεργειακού Προσήμου, Πάτμος, Δημοτικά Κτίρια, ΑΠΕ, Αντλίες Θερμότητας, Μπαταρίες, Ηλεκτροκίνηση, Αφαλάτωση, Βιοαέριο, Σύζευξη Τομέων

## Abstract

Island regions are among the most vulnerable to the climate change effects. They are characterized by energy dependence on fossil fuels, while their energy demand is strongly seasonal. At the same time, island regions combine significant Renewable Energy Sources (RES) potential with unique ecosystems, and strong social capital. By adopting integrated clean energy solutions in combination with the utilization of information and communication technologies, islands can face the structural problems of insularity, while ensuring sustainable development and prosperity for the islanders.

The aim of this thesis is to understand the important role that positive energy districts have to offer in the sustainable development of island regions and in their effective sector-coupling.

The first chapter presents the framework regarding the energy transition in our time and it introduces the definition of positive energy districts, while analyzing their usefulness in the islands.

The second chapter provides a brief literature review of district-level energy initiatives, with an emphasis on best analysis tools and existing practices, as well as the benefits and challenges that shape them.

The third chapter presents general characteristics and energy elements of the positive energy district in Skala Patmos. In the case study, the energy balance -before and after energy retrofit actions- for selected municipal buildings and residences is calculated, and the energy consumption of new electric vehicles charging stations and the existing desalination station is determined.

The fourth chapter compares five scenarios of meeting the district buildings' thermal needs and decides on the optimal combination of clean energy technologies for the whole district, through HOMER Pro tool. The interventions selected include photovoltaics and wind turbines of the order of 1-2 MW, a small thermal co-firing unit of 100 kW, and a central lithium-ion battery of 0.5 MWh.

In the fifth chapter, sensitivity analyses are performed, where dynamic input elements are examined in terms of the effect on the final results. In addition, an economic and technical analysis is carried out for the selected interventions and the business model of the district is presented. The analysis shows that the investment of the district can have a very good return under certain conditions, with its interventions being repaid even in about 5 years, and its net present value reaching approximately € 3 million. Furthermore, the contribution on the climate change mitigation for the island system is presented, with the estimated reduction of carbon dioxide emissions being at 2,203 tons per year.

Finally, in the sixth chapter, a summary and commentary of the previous chapters is made, the technical, economic and environmental results of the selected interventions are presented in a centralized way, while the replicability of the district's implementation is examined.

### Keywords

Positive Energy Districts, Patmos, Municipal Buildings, RES, Heat Pumps, Batteries, Electromobility, Desalination, Biogas, Sector Coupling

## Πρόλογος

Το πεδίο δραστηριότητας του συγγραφέα τα τελευταία 2 και πλέον χρόνια αφορά στην υποστήριξη νησιωτικών περιοχών σε ενεργειακά ζητήματα μέσω και της συμμετοχής σε ευρωπαϊκά και εθνικά προγράμματα. Η εμπειρία αυτή έχει συμβάλλει στο να καλλιεργηθεί η πεποίθηση ότι τα νησιά, παρόλες τις ιδιαίτερες προκλήσεις τους, αποτελούν ιδανικά οικοσυστήματα για καινοτόμες εφαρμογές που όχι μόνο απαντούν σε αυτές, αλλά μπορούν να δημιουργήσουν πρότυπα κατεύθυνσης προς την αναγκαία ενεργειακή μετάβαση. Κάποιες από τις προκλήσεις, λοιπόν, που καλούνται, εν μέσω κλιματικής κρίσης, να αντιμετωπίσουν τα νησιά, και δη τα μη διασυνδεδεμένα, είναι το αυξημένο κόστος παραγωγής ενέργειας, η έντονη εποχικότητα στην ζήτησή της, η ισχυρή εξάρτηση τους σε εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα, τα φαινόμενα λειψυδρίας, και τα προβλήματα κινητικότητας. Η αναζήτηση συνδυαστικών λύσεων σε αυτές τις προκλήσεις αποτέλεσαν την αφορμή για την δημιουργία αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας.

Μια εφαρμογή που απαντά σε πολλές από τις παραπάνω προκλήσεις είναι η δημιουργία συνοικιών θετικού ενεργειακού προσήμου, και εν γένει η συνδυαστική προσπάθεια, μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης, αύξησης της ενεργειακής αποδοτικότητας και από-ανθρακοποίησης των περιοχών αυτών από τα κάτω προς τα πάνω. Το δε εξεταζόμενο σύστημα της Πάτμου παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον, μιας και είναι ένα μη διασυνδεδεμένο σύστημα, το οποίο προβλέπεται να παραμείνει έτσι για τουλάχιστον μια δεκαετία ακόμα, ενώ, όπως τα περισσότερα νησιά στην Χώρα, συνδυάζει υψηλό αιολικό και ηλιακό δυναμικό. Όλοι οι απαραίτητοι υπολογισμοί στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν στο υπολογιστικό εργαλείο *HOMER Pro*, καθώς και στο πρόγραμμα *Microsoft Excel*.

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε από τον Θεοφάνη – Χρήστο Χριστακόπουλο, μεταπτυχιακό φοιτητή του ΔΠΜΣ «Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας» της σχολής ΗΜΜΥ του ΕΜΠ κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020 – 2021, υπό την επίβλεψη του κ. Καρέλλα Σωτηρίου, Δρ. Μηχανολόγο Μηχανικό ΤUM και Καθηγητή ΕΜΠ, τον οποίο ευχαριστώ θερμά, τόσο για την ανάθεση ενός πολύ ενδιαφέροντος θέματος, όσο και για την πολύτιμη καθοδήγησή του. Ακόμα ευχαριστώ θερμά τον κ. Κομνηνό Κωνσταντίνο, γενικό διευθυντή του Δικτύου Αειφόρων Νήσων και εργοδότη μου, για την σημαντική υποστήριξή που μου παρείχε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Σε αυτό το σημείο, θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τους συναδέλφους μου στο ΔΑΦΝΗ, καθώς και όσους στάθηκαν δίπλα μου σε αυτήν την απαιτητική και ιδιαίτερη, κυρίως λόγω πανδημίας, περίοδο.



# Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

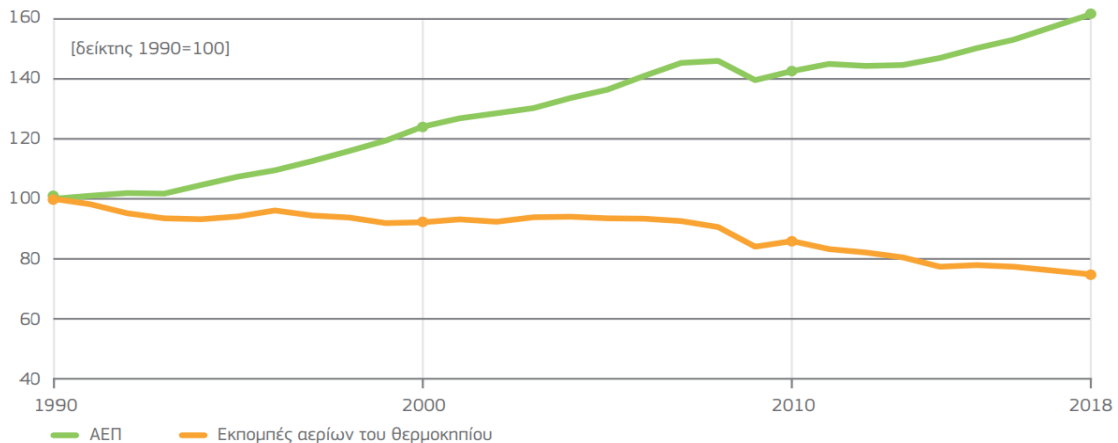
## 1.1 Ενεργειακή Μετάβαση

### 1.1.1 Η Ευρωπαϊκή Ένωση

Την τελευταία δεκαετία, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) πρωτοστατεί στην αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής, θεσπίζοντας το 2015 μία ενεργειακή ένωση που έχει στόχο να παρέχει ασφαλή, καθαρή και οικονομικά προσιτή ενέργεια σε όλους τους Ευρωπαίους. Στη Διάσκεψη για το κλίμα στο Παρίσι επιβεβαιώθηκε ότι η κλιματική αλλαγή μπορεί να αντιμετωπιστεί με την ενεργειακή μετάβαση προς την οικονομία χωρίς άνθρακα, με την αξιοποίηση καθαρών μορφών ενέργειας, και την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης ως αποτελεσματικότερων εργαλείων.

Σε συνέχεια των παραπάνω, στα τέλη του 2016, η ΕΕ παρουσίασε το Πακέτο για την Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους με στόχο την πραγματοποίηση των δεσμεύσεων της Συμφωνίας του Παρισιού για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου [1]. Το Πακέτο αποτελεί μια δέσμη μέτρων για την εφαρμογή της ενεργειακής ένωσης επιδιώκοντας να ωθήσει τη μετάβαση της οικονομίας της ΕΕ σε καθαρές μορφές ενέργειας. Οι προηγούμενες δράσεις συμβάλλουν σημαντικά στην μακροπρόθεσμη στρατηγική της, η οποία θα την οδηγήσει στο να καταστεί η πρώτη κλιματικά ουδέτερη περιοχή, τέτοιας κλίμακας, σε παγκόσμιο επίπεδο έως το 2050.

Οι επιδόσεις της ΕΕ μέχρι πρόσφατα είναι αξιοσημείωτες, όπως μπορεί να παρατηρηθεί και στο επόμενο Διάγραμμα, από το 1990 έως το 2018, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώθηκαν κατά 23 %, ενώ η οικονομία αναπτύχθηκε κατά 61 %.



Διάγραμμα 1. Εξέλιξη των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου συγκριτικά με το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) την περίοδο 1990-2018 στην ΕΕ [2]

Η ΕΕ αναγνωρίζει πως απαιτείται συγκεκριμένη στρατηγική ανάπτυξης ώστε να μεταμορφωθεί σε μία βιώσιμη οικονομία. Η στρατηγική αυτή ονομάστηκε Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, θεσπίστηκε τον Ιανουάριο του 2020 και βασίζεται σε ένα πλάνο με καθορισμένες δράσεις, με τους στόχους της να αναπαρίστανται στην επόμενη Εικόνα.



Θα καταστεί κλιματικά ουδέτερη έως το 2050



Θα προστατεύσει τη ζωή των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών, μειώνοντας τη ρύπανση



Θα βοηθήσει τις επιχειρήσεις να γίνουν παγκόσμιοι ηγέτες στα καθαρά προϊόντα και τις καθαρές τεχνολογίες



Θα διασφαλίσει ότι η μετάβαση θα είναι δίκαιη και χωρίς αποκλεισμούς

Εικόνα 1. Στόχοι της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας [2]

Η ΕΕ θα παρέχει, ακόμα, οικονομική στήριξη και τεχνική βοήθεια σε πολίτες και επιχειρήσεις σε περιοχές που πλήττονται περισσότερο από τη μετάβαση σε μία πράσινη οικονομία, μέσω του Μηχανισμού Δίκαιης Μετάβασης. Το Ταμείο Δίκαιης Μετάβασης είναι ο πρώτος πυλώνας του Μηχανισμού και η συνολική χρηματοδοτική του ικανότητα μπορεί να φτάσει τα 107 δισ. € [2].

### 1.1.2 Η Ελλάδα

Η Ελλάδα, σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές προβλέψεις υπέβαλε Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) στο τέλος του 2019. Το ΕΣΕΚ περιλαμβάνει αναλυτικό οδικό χάρτη για τη συμβολή της χώρας στην επίτευξη των Κοινοτικών στόχων ενεργειακή μετάβασης για το 2030. Οι κύριοι άξονες του ΕΣΕΚ μπορούν να παρατηρηθούν στον επόμενο Πίνακα.

Πίνακας 1 Κύριοι άξονες του ΕΣΕΚ [3]

ΕΣΕΚ	Στόχοι 2030	Στόχοι ΕΣΕΚ σε σχέση με στόχους Ευρωπαϊκής Ένωσης
Μερίδιο ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ενέργειας	≥35%	Αυξημένος βαθμός φιλοδοξίας σε σχέση με Ευρωπαϊκό κεντρικό στόχο 32% ΕΕ
Μερίδιο ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας	≈61-64%	
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας (ΤΚΕ)	≈16.1-16.5 Mtoe	Αυξημένος βαθμός φιλοδοξίας σε σχέση με Ευρωπαϊκό κεντρικό στόχο 32.5% και επίτευξη δείκτη ΕΕ για μείωση ΤΚΕ σε σχέση με 2017
Μερίδιο Λιγνίτη στην Ηλεκτροπαραγωγή	0%	
Μείωση ΑτΘ	≥42% vs 1990 ≥55% vs 2005	Σε ταύτιση με κεντρικούς Ευρωπαϊκούς στόχους

Η διαδικασία προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή απαιτεί την εξέλιξη του αναπτυξιακού μοντέλου της χώρας [3]. Ως εκ τούτου, ο ΕΣΕΚ περιλαμβάνει συγκεκριμένα μέτρα για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Ονομαστικά, οι στόχοι αυτών των μέτρων συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Διατήρηση της βιοποικιλότητας
- Προσαρμογή των προδιαγραφών κατασκευής κτιρίων και υποδομών σε πιθανές μελλοντικές κλιματικές συνθήκες
- Αποτελεσματικότερη χρήση υδάτινων πόρων
- Προστασία των παράκτιων πόλεων από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας
- Διαχείριση των δασών
- Περιορισμός της αστικής επέκτασης

### 1.1.3 Τα νησιά της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η πλειοψηφία των Ευρωπαϊκών νησιών διακρίνονται από ενεργειακή εξάρτηση σε ορυκτά καύσιμα, υψηλά κόστη μεταφοράς, προβλήματα λειψυδρίας, ελλιπή οικονομική διαφοροποίηση και εξειδίκευση, αλλά και από σημαντικό δυναμικό ΑΠΕ, ιδιαίτερα οικοσυστήματα, δυνατούς κοινωνικούς δεσμούς και έμφυτη ανάγκη για καινοτομία.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά έχουν οδηγήσει στην σταδιακή αναγνώριση των νησιών από την ΕΕ ως περιοχές ιδανικές για υλοποίηση έργων καθαρής ενέργειας. Σε αυτήν την κατεύθυνση, θεσμικά της όργανα εκκίνησαν έργα και πρωτοβουλίες όπως το ISLENET, το Σύμφωνο των Νησιών, το SMILEGOV, καθώς και τη Πρωτοβουλία «Έξυπνα Νησιά». Είναι χαρακτηριστική η ειδική αναφορά της δυνατότητας των νησιών να συμβάλλουν στην καθαρή ενεργειακή μετάβαση της Ευρώπης στο Παράρτημα II του Πακέτου για την Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους.

Στην συνέχεια, στα μέσα του 2017, υπογράφηκε η διακήρυξη της Βαλέτας από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και 14 ακόμα χώρες-μέλη της ΕΕ, η οποία έθεσε τα θεμέλια της πρωτοβουλίας «Καθαρή Ενέργεια για τα Νησιά της Ευρωπαϊκής Ένωσης». Το επόμενο έτος συστάθηκε η γραμματεία αυτής της πρωτοβουλίας για την παροχή στρατηγικής καθοδήγησης, ανάπτυξης δεξιοτήτων καθώς και δικτύωσης στα νησιά για την ενεργειακή τους μετάβαση.

Τέλος, με το έργο NESOI, το οποίο συνεργάζεται με τη γραμματεία της καθαρής ενέργειας για τα Ευρωπαϊκά νησιά, η ΕΕ στοχεύει να ξεκλειδώσει το δυναμικό των νησιών της με σκοπό να γίνουν ατμομηχανές της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Μετάβασης, κινητοποιώντας περισσότερα από 100 εκατ. € επενδύσεων σε έργα αειφόρου ενέργειας και δίνοντας την ευκαιρία να δοκιμαστούν καινοτόμες ενεργειακές τεχνολογίες με ανταγωνιστικό κόστος.



Εικόνα 2. Η εξέλιξη των Ευρωπαϊκών πρωτοβουλιών για την καθαρή ενέργεια στα Ευρωπαϊκά νησιά [4]

#### 1.1.4 Τα ελληνικά νησιά – Ιδιαιτερότητες και προκλήσεις

Η ελληνική επικράτεια περιλαμβάνει 6,000 νησιά και νησίδες διάσπαρτα στα πελάγη του Αιγαίου και του Ιονίου, από τα οποία μόνο τα 227 είναι κατοικημένα. Τα μεγέθη ποικίλουν από μικρές βραχονησίδες, μέχρι πολύ μεγάλα νησιά, με διαφορετικές οικονομικές δραστηριότητες και διαφορετικές κλιματικές ζώνες.

Η απομόνωση από τον ηπειρωτική Χώρα, τα αδύναμα ηλεκτρικά δίκτυα, ο περιορισμένος χώρος που συχνά οδηγεί σε συγκρούσεις χρήσεων γης, η έλλειψη οικονομικών κλίμακας, και η ισχυρή πολιτιστική ταυτότητα που συνήθως οδηγεί σε προβλήματα κοινωνικής αποδοχής νέων παρεμβάσεων, αποτελούν κάποια από τα σημαντικότερα εγγενή χαρακτηριστικά των ελληνικών νησιών.

Κυρίως λόγω των παραπάνω, τα ελληνικά νησιά παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες και προκλήσεις στην κατεύθυνση της ενεργειακής μετάβασης. Οι προκλήσεις αυτές πρέπει αρχικά να αναγνωριστούν και να αντιμετωπιστούν με τους κατάλληλους μηχανισμούς, που θα επιτρέψουν την ομαλή μετάβαση αυτών των περιοχών σε μια πράσινη και βιώσιμη οικονομία. Ως εκ τούτου, οι προκλήσεις αυτές επιχειρείται να χωριστούν σε 5 βασικές κατηγορίες, οι οποίες αναλύονται παρακάτω [4].



### 1. Ηλεκτρική ενέργεια

Ακόμα και σήμερα, με τον Ανεξάρτητο Διαχειριστή Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ) να έχει προχωρήσει αρκετές ηλεκτρικές διασυνδέσεις στον νησιωτικό χώρο, υπάρχουν 29 αυτόνομα νησιωτικά ηλεκτρικά συστήματα, ενώ κάποια από αυτά τα συστήματα δεν εντάσσονται στα μακροπρόθεσμα εθνικά σχέδια διασύνδεσης. Το ντίζελ

και το μαζούτ τροφοδοτεί αποκλειστικά τις θερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αυτών των συστημάτων, το οποίο οδηγεί σε υψηλά κόστη λειτουργίας και σε επιβάρυνση των τοπικών οικοσυστημάτων τους. Επίσης, ενώ τα περισσότερα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (ΜΔΝ) διαθέτουν ανανεώσιμη παραγωγή, η εγκατεστημένη τους ισχύ είναι αρκετά μικρότερη από αυτή των θερμικών μονάδων, κυρίως λόγω των περιορισμών ευστάθειας λειτουργίας και χωροθέτησής τους. Κατά συνέπεια, στη διάρκεια του έτους, οι θερμικές μονάδες λειτουργούν συχνά σε μη βέλτιστα επίπεδα ισχύος και συνεπώς καταναλώνουν περισσότερα καύσιμα. Επιπρόσθετα, τα ΜΔΝ αντιμετωπίζουν σοβαρά ζητήματα αξιοπιστίας του εφοδιασμού, δεδομένου ότι οποιαδήποτε βλάβη στον κεντρικό θερμικό σταθμό ή μικρά σφάλματα στο δίκτυο διανομής, μπορεί να οδηγήσουν σε διακοπές τροφοδοσίας. Τέλος, η έντονη εποχικότητα της ζήτησης οδηγεί συνήθως της θερμικές μονάδες των νησιών να μην μπορούν να ανταποκριθούν στην θερινή ζήτηση, με πρόσθετα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη να μετακινούνται «πυροσβεστικά», όπου υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη.

Η διασύνδεση των νησιών δεν μπορεί να λύσει όλα τα παραπάνω προβλήματα. Τα ηλεκτρικά συστήματα με υποβρύχιες ηλεκτρικές συνδέσεις εξαρτώνται άμεσα από το μέγεθος και την ποιότητα της διασύνδεσης. Αυτό σημαίνει ότι το μέγεθος του καλωδίου μπορεί να καθορίσει θέματα όπως η δυνατότητα εγκατάστασης ΑΠΕ, ενώ η ποιότητα των καλωδίων θα μπορούσε να επηρεάσει την ασφάλεια εφοδιασμού και τη σταθερότητα του δικτύου του. Ακόμα, παρατηρείται μια δυσκολία αποχαρακτηρισμού νησιών από ΜΔΝ σε διασυνδεδεμένα, επηρεάζοντας βασικά θέματα όπως το περιθώριο εγκατάστασης ΑΠΕ. Τέλος, δεν θα πρέπει να παραληφθεί ο κοινωνικός αντίκτυπος της ενεργειακής μετάβασης των νησιών, με ειδικές προβλέψεις σχετικά με το εργατικό δυναμικό των τοπικών σταθμών παραγωγής να είναι αναγκαίες.



### 2. Ενεργειακή απόδοση

Οι προκλήσεις ενεργειακής απόδοσης στα νησιά είναι συχνά συνυφασμένες με τις παρωχημένες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής ή και με τις απώλειες μεταφοράς λόγω των γηρασμένων υποβρυχίων καλωδίων. Ωστόσο, αυτές δεν περιορίζονται μόνο στην τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Το κτιριακό απόθεμα και οι δημόσιες εγκαταστάσεις όπως ο οδοφωτισμός αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις ενεργειακής απόδοσης στα ελληνικά νησιά. Είναι, λοιπόν σημαντικό να ληφθούν υπόψιν στο σχεδιασμό και την επιλογή λύσεων ενεργειακής απόδοσης οι δυσχερείς κλιματικές συνθήκες που επικρατούν όλο το χρόνο στα ελληνικά νησιά και συγκεκριμένα η αλατότητα, η υγρασία και η διαρκής έκθεση στον ήλιο και στο άνεμο και οι συνέπειές τους σε υλικά και τεχνικό εξοπλισμό των κτιρίων και των νησιωτικών εγκαταστάσεων.



### 3. Μεταφορές

Η γεωγραφική απομόνωση, η έλλειψη υποδομών και η τοπολογία των νησιών οδηγούν σε πολλές προκλήσεις που σχετίζονται με τις μεταφορές. Η εξάρτηση των θαλάσσιων και αεροπορικών μεταφορών από ορυκτά καύσιμα και η απουσία νέων εναλλακτικών χερσαίων οχημάτων στα νησιά οδηγούν σε αρκετά ρυπογόνες και δαπανηρές μεταφορές. Τα ειδικά γεωγραφικά χαρακτηριστικά αλλά και η χαμηλή πληθυσμιακή πυκνότητα πολλών νησιών οδηγούν συνήθως σε πολύ χαμηλή κάλυψη των μέσων μαζικής μεταφοράς, αναγκάζοντας τους κατοίκους και τους επισκέπτες να χρησιμοποιούν ιδιωτικά

οχήματα. Τέλος, ο τουρισμός, ειδικά κατά τη θερινή περίοδο, συμβάλλει στην αύξηση της ζήτησης για λύσεις μεταφορών, αλλά και στην αυξημένη κυκλοφοριακή συμφόρηση.



#### 4. Διαχείριση υδάτων

Οι διαθέσιμοι υδατικοί πόροι των περισσότερων νησιών είναι περιορισμένοι και άνισα καταμεμημένοι, οδηγώντας πολλά νησιά στο να καταναλώνουν σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας για να τους εξασφαλίσουν μέσω μονάδων αφαλάτωσης και γεωτρήσεων. Συνδέεται έτσι έμμεσα η κατανάλωση νερού με την αυξημένη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και τις συνεπαγόμενες εκπομπές αερίων ρύπων.

Ταυτόχρονα παρουσιάζεται έντονη εποχικότητα και στην ζήτηση νερού λόγω του τουρισμού τους θερινούς μήνες, με αποτέλεσμα το υδρολογικό τους ισοζύγιο τους να είναι ελλειμματικό. Το φαινόμενο της λειψυδρίας στα νησιά έχει παρατηρηθεί ότι επιδεινώνεται εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής. Τέλος, ιδιαίτερα τα προηγούμενα χρόνια, λόγω των περιορισμένων διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων σε πολλά νησιά μεταφερόταν νερό με υδροφόρα πλοία, πρακτική η οποία είναι ιδιαίτερα δαπανηρή και με υψηλό περιβαλλοντικό αντίκτυπο, όμως τείνει να εκλείψει τα τελευταία χρόνια.



#### 5. Διαχείριση αποβλήτων

Οι κύριες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι νησιωτικές περιοχές όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων οφείλονται στην ανεπαρκείς υποδομές, στην έλλειψη διαθέσιμου χώρου, στην απουσία πρακτικών όπως η διαλογή στην πηγή και στις έντονες εποχιακές διακυμάνσεις λόγω τουριστικής δραστηριότητας. Το τελευταίο σημαίνει ότι είναι πολύ δύσκολο αφενός να σχεδιαστεί ένα σύστημα συλλογής που

προσαρμόζεται σε αυτές τις εποχιακές διακυμάνσεις και, αφετέρου, να εφαρμόσει εγκαταστάσεις τελικής επεξεργασίας και διάθεση που λαμβάνουν υπόψη αυτήν την διακύμανση. Στα παραπάνω έρχεται να προστεθεί η συχνή έλλειψη διαχείρισης αποβλήτων προς δημιουργία βιοκαυσίμων με ανανεώσιμο περιεχόμενο. Αυτά μπορούν να προέρχονται από τον πρωτογενή τομέα, π.χ. αγροτικά κλαδέματα, το δευτερογενή, π.χ. τυρόγαλο τυροκομείων ή τον τριτογενή τομέα, π.χ. απόβλητα από σούπερ μάρκετ. Τα βιοκαύσιμα είναι δυνατόν να συνεργούν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής αντικαθιστώντας ορυκτά καύσιμα, ενώ παράλληλα συμβάλλουν στην κυκλικότητα της νησιωτικής οικονομίας

## 1.2 Συνοικίες θετικού ενεργειακού προσήμου – Γνωριμία

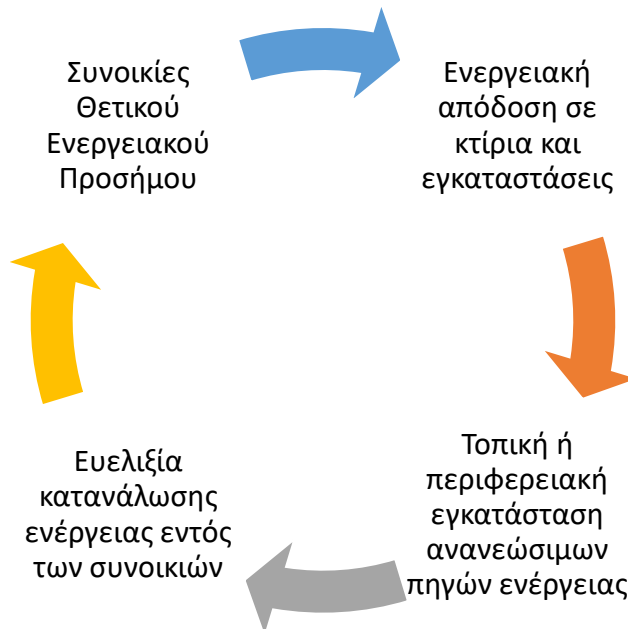
Οι Συνοικίες Θετικού Ενεργειακού Προσήμου (ΣΘΕΠ) μπορούν να αποτελέσουν λύση για πολλές από τις παραπάνω προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα ελληνικά νησιωτικά συστήματα. Οι ΣΘΕΠ αναμένεται να αυξήσουν την ποιότητα ζωής στις ευρωπαϊκές πόλεις στα νησιά και την ενδοχώρα, να συμβάλλουν στην επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων για μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, και να ενισχύσουν τις ικανότητες και τη γνώση στην ΕΕ ώστε να αποτελέσει παγκόσμιο πρότυπο ενεργειακής μετάβασης και καινοτομίας [5].

Η εφαρμογή τους αποτελεί αναλυτική προσέγγιση από τα κάτω προς τα πάνω, και στηρίζεται στην υιοθέτηση ολοκληρωμένων λύσεων καθαρής ενέργειας σε συνδυασμό με την αξιοποίηση τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας. Η λογική της δεν επαφίεται μόνο στη βιωσιμότητα των καινοτόμων τεχνολογιών που θα αντικαταστήσουν παρωχημένα και ρυπογόνα τοπικά συστήματα, αλλά και στην δημιουργία τοπικών αειφόρων κοινωνιών, ώστε να επιταχυνθεί η αναπαραξιμότητά τους. Έτσι, τα νησιά μπορούν να μετατραπούν σε ζωντανά εργαστήρια, που χαίρουν κοινωνικής αποδοχής, και παράγουν σημαντική γνώση διευρύνοντας τις συνέργειες μεταξύ τεχνολογιών και λύσεων καθαρής ενέργειας.

### 1.2.1 Ορισμός

Ξεκινώντας, είναι κρίσιμο να γίνει κατανοητό τι ορίζεται ως ΣΘΕΠ, ποια είναι τα γεωγραφικά και τεχνικά της όρια στην ευρύτερη περιοχή που εντάσσεται, και κατά πόσο είναι εύκολο αυτά τα χαρακτηριστικά να καθοριστούν με σαφήνεια ανά περίπτωση μελέτης.

Υπάρχουν πολλές αναφορές «θετικού ενεργειακού προσήμου» στην διεθνή βιβλιογραφία, όμως, όσον αφορά το νομικό πλαίσιο, δεν υπάρχει συγκεκριμένος ορισμός στην ευρωπαϊκή νομοθεσία. Παρόλα αυτά, υπάρχουν αρκετά εργαλεία στο Πακέτο «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» που μπορούν να υποστηρίξουν τους πολίτες και τις τοπικές κοινότητες για την ανάπτυξη τέτοιων πρωτοβουλιών, ιδίως στη δεύτερη Οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Renewable Energy Directive II {REDII}), στην Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive {EPBD}) και στην οδηγία για την ενεργειακή απόδοση (Energy Efficiency Directive {EED}). Επιπλέον, η Νέα Πράσινη Συμφωνία του 2019 (Green New Deal) δίνει μεγάλη έμφαση στους πολίτες και τις κοινότητες προς αυτήν την κατεύθυνση [6].



Εικόνα 3. Ορισμός Συνοικιών Θετικού Ενεργειακού Προσήμου [7]

Ένας πρώτος ορισμός βρίσκεται στο [8]. Σε αυτό, στην γενική τους ερμηνεία οι συνοικίες θετικού ενεργειακού προσήμου αποτελούν αναπόσπαστο μέρος ολοκληρωμένων προσεγγίσεων για βιώσιμη αστικοποίηση, συμπεριλαμβανομένων τεχνολογικών, χωρικών, ρυθμιστικών, οικονομικών και κοινωνικών προοπτικών. Αυτές απαιτούν αλληλεπίδραση μεταξύ κτιρίων, χρηστών και περιφερειακού συστήματος ενέργειας. Υπό αυτήν την έννοια, μια συνοικία θετικού ενεργειακού προσήμου θεωρείται ως γειτονιά με αρνητικές ετήσιες εισαγωγές ενέργειας και σχεδόν μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub> που στοχεύει σε μια πλεονασματική ανανεώσιμη παραγωγή. Η συνοικία θετικού ενεργειακού προσήμου συνδυάζει το δομημένο περιβάλλον με την βιώσιμη παραγωγή για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου προς τη δημιουργία προστιθέμενης αξίας και κινήτρων για τον καταναλωτή.

Ο ορισμός των ορίων των ΣΘΕΠ είναι ακόμη υπό συζήτηση και διαφέρει ανάλογα με την εξεταζόμενη περίπτωση μελέτης. Στο [5], το όριο μιας ΣΘΕΠ βασίζεται στην παραδοχή πως



κάθε ΣΘΕΠ αποτελεί μια αστική περιοχή με σαφή όρια, που αποτελούνται από κτίρια διαφορετικών τυπολογιών. Αυτά διαχειρίζονται τις ροές ενέργειας μεταξύ αυτών και του ευρύτερου ενεργειακού συστήματος, ώστε να επιτύχουν ένα θετικό ενεργειακό ισοζύγιο. Σε αυτήν την κατεύθυνση, γίνεται σαφές ότι τα κτίρια και εν γένει οι εγκαταστάσεις μιας περιοχής στις οποίες επιλέγονται να πραγματοποιηθούν παρεμβάσεις αποτελούν τα κύρια όρια μιας ΣΘΕΠ. Αυτό συμβαίνει, εφόσον υπάρχει ηλεκτρικό ή και θερμικό δίκτυο που τα συνδέει μεταξύ τους ή με την κεντρική μονάδα διαχείρισης, καθώς και με την προϋπόθεση ότι το ετήσιο ενεργειακό ισοζύγιο τους είναι θετικό. Επιπρόσθετα, αξίζει να σημειωθεί, ότι το σχήμα μιας ΣΘΕΠ δεν απαιτείται να είναι προκαθορισμένο, και ενώ σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να είναι συνεκτικό σε άλλες λόγω ρυθμιστικών, οικονομικών, και κοινωνικών χαρακτηριστικών μπορεί να διαμορφώνεται μόνο από επιλεγμένα κτίρια και εγκαταστάσεις σε ένα αστικό ή οικιστικό ιστό [7].

Επιπρόσθετα, στο [9] καθορίστηκε ένα πλαίσιο για ΣΘΕΠ, ενώ οι κατευθυντήριες γραμμές για τον προσδιορισμό των γεωγραφικών και εικονικών ορίων της βρίσκονται ακόμη υπό συζήτηση. Το πλαίσιο περιγράφει τρεις λειτουργίες μιας ΣΘΕΠ, οι οποίες παριστάνονται και στην επόμενη Εικόνα:



Εικόνα 4. Βασικές λειτουργίες μιας ΣΘΕΠ [9]

- Λειτουργία ενεργειακής απόδοσης. Ο στόχος είναι η βέλτιστη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και της εξισορρόπησης των αναγκών των διαφόρων τομέων.
- Λειτουργία ενεργειακής ευελιξίας. Ο κύριος ρόλος κατά λειτουργία των ΣΘΕΠ σχετικά με την ενεργειακή ευελιξία είναι να συμβάλει ενεργά στην ανθεκτικότητα και την εξισορρόπηση του τοπικού και περιφερειακού ενεργειακού συστήματος.
- Λειτουργία παραγωγής ενέργειας. Οι τοπικές διεσπαρμένες μονάδες παραγωγής οφείλουν να οδηγήσουν στη βέλτιστη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και να διασφαλίσουν την οικονομική βιωσιμότητα.

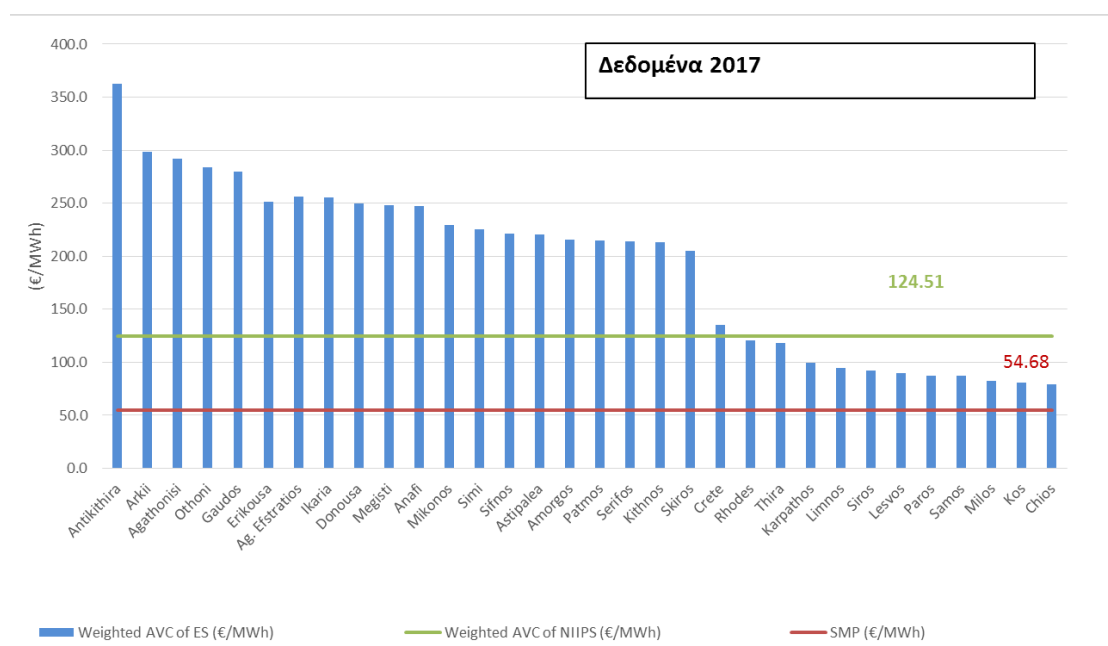
Κάθε ΣΘΕΠ θα πρέπει να βρει τη δική της βέλτιστη ισορροπία μεταξύ ενεργειακής απόδοσης, ενεργειακής ευελιξίας και τοπικής παραγωγής ενέργειας στην κατεύθυνση της κλιματικής ουδετερότητας και του ενεργειακού πλεονάσματος.

Τέλος, ακόμα ένας ορισμός για μια ΣΘΕΠ δίνεται στο [6]. Σε αυτό, μια ΣΘΕΠ είναι μια ομάδα κτιρίων όπως μια συνοικία πόλης, μια κοινότητα, ένα χωριό ή ένα σύμπλεγμα κτιρίων, με καθορισμένο στόχο την επίτευξη θετικού ενεργειακού προσήμου μεταξύ παραγωγής και ζήτησης. Η μειωμένη ζήτηση ενέργειας καλύπτεται από τοπικές μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής που βασίζονται στις ΑΠΕ. Ως εκ τούτου, η ΣΘΕΠ είναι μια περιοχή με καθορισμένα σύνορα που:

- βασίζεται σε ανοιχτή και εθελοντική συμμετοχή και είναι αυτόνομη
- παρέχει περιβαλλοντικά, οικονομικά ή κοινωνικά οφέλη
- οδηγεί σε θετικό συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο σε ετήσια βάση
- διαθέτει κτίρια με υψηλή ενεργειακή απόδοση
- καλύπτει τη ζήτηση μέσω ΑΠΕ σε πολύ σημαντικό βαθμό
- περιλαμβάνει διεσπαρμένες μονάδες παραγωγής επιτόπου ή κοντά στα σύνορα της

### 1.2.2 Χρησιμότητα για νησιωτικές περιοχές

Όπως αναλύθηκε και στην προηγούμενη υποενότητα, τα νησιά είναι αναγκασμένα να αντιμετωπίσουν τις κοινές προκλήσεις του υψηλού ενεργειακού κόστους, της ασφάλειας εφοδιασμού και της σταθερότητας των ηλεκτρικών συστημάτων τους, με το πρόσθετο θέμα της ισχυρής εποχικότητας στην ενεργειακή ζήτηση. Τα ΜΔΝ επηρεάζονται σαφώς περισσότερο από αυτές τις προκλήσεις. Η εξάρτησή τους σε ορυκτά καύσιμα που πρέπει να εισαχθούν τα καθιστούν ευάλωτα στις διακυμάνσεις των τιμών του πετρελαίου, ενώ οι καιρικές συνθήκες μπορεί να τα αφήσουν απομονωμένα για εβδομάδες. Στην επόμενη Εικόνα παρατηρείται το αρκετά αυξημένο μέσο μεταβλητό κόστος μονάδων παραγωγής που καλούνται να αντιμετωπίσουν τα νησιωτικά μη διασυνδεδεμένα ηλεκτρικά συστήματα το 2017.



Διάγραμμα 2. Μέσο μεταβλητό κόστος μονάδων σε αυτόνομα νησιωτικά ηλεκτρικά συστήματα το 2017 ([deddie.gr](http://deddie.gr))

Επιπρόσθετα, στις νησιωτικές περιοχές η αυξημένη μεταβλητή παραγωγή από ΑΠΕ προκαλεί διαταραχές στις παλαιότερες ενεργειακές υποδομές και ενισχύει την ανάγκη για βελτιωμένη ευελιξία δικτύου. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτή η πρόκληση και να ενισχυθεί η χωρητικότητα του δικτύου, έχουν εντοπιστεί διάφορες λύσεις. Μεταξύ αυτών, από τις πιο υποσχόμενες είναι τα συστήματα έξυπνης απόκρισης ζήτησης, τα συστήματα αποθήκευσης σε διαφορετικούς ενεργειακούς φορείς και η σύζευξη τομέων με την εφαρμογή λύσεων power-to-heat, power-to-gas και power-to-vehicle [10, 11].

Σε αυτό το πλαίσιο, η προσέγγιση ΣΘΕΠ μπορεί να αποτελέσει μια από τα βέλτιστες εφαρμογές για την επίτευξη καθορισμένων στόχων. Οι ΣΘΕΠ ενώ περιλαμβάνουν στον κορμό τους λύσεις ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, δεν επικεντρώνονται αυστηρά σε αυτά τα



ζητήματα, αλλά εξετάζουν περαιτέρω τομείς κατανάλωσης, παραγωγής και διαχείρισης ενέργειας σε μια ολοκληρωμένη διατομεακή προσέγγιση. Σε ένα τέτοιο σύστημα, διαφορετικές τεχνολογίες ενσωματώνονται και λειτουργούν με συμπληρωματικό τρόπο, συνδέοντας διαφορετικούς ενεργειακούς τομείς, οδηγώντας τελικά σε βέλτιστη χρήση ενέργειας και μέγιστη μετατόπιση ζήτησης. Γίνεται λοιπόν φανερό, πως τέτοιες συνοικίες μπορούν να βοηθήσουν ιδιαίτερα τα νησιά. Αυτό εξηγείται διότι ο ενεργειακός εφοδιασμός στην πλειοψηφία των νησιών αποτελεί βασική πρόκληση σε όλο τον κόσμο.

Ένας ακόμα λόγος για τον οποίο οι ΣΘΕΠ μπορούν να είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε νησιωτικά συστήματα είναι διότι συνήθως όλες οι υποδομές βρίσκονται εντός του κάθε νησιού και πολλές φορές κοντά η μία στην άλλη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια νησιωτική ΣΘΕΠ να μπορεί να αποτελείται από κατοικίες, δημοτικά κτίρια, τοπικές επιχειρήσεις, αλλά και από το θερμικό σταθμό παραγωγής, τον βιολογικό καθαρισμό καθώς ακόμα και από την μονάδα αφαλάτωσης, χωρίς να έχει απαγορευτική έκταση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παράγεται αυξημένο κέρδος συνδυάζοντας πρακτικές κυκλικής οικονομίας και σύζευξης τομέων με μεγαλύτερη ευκολία και αποτελεσματικότητα.

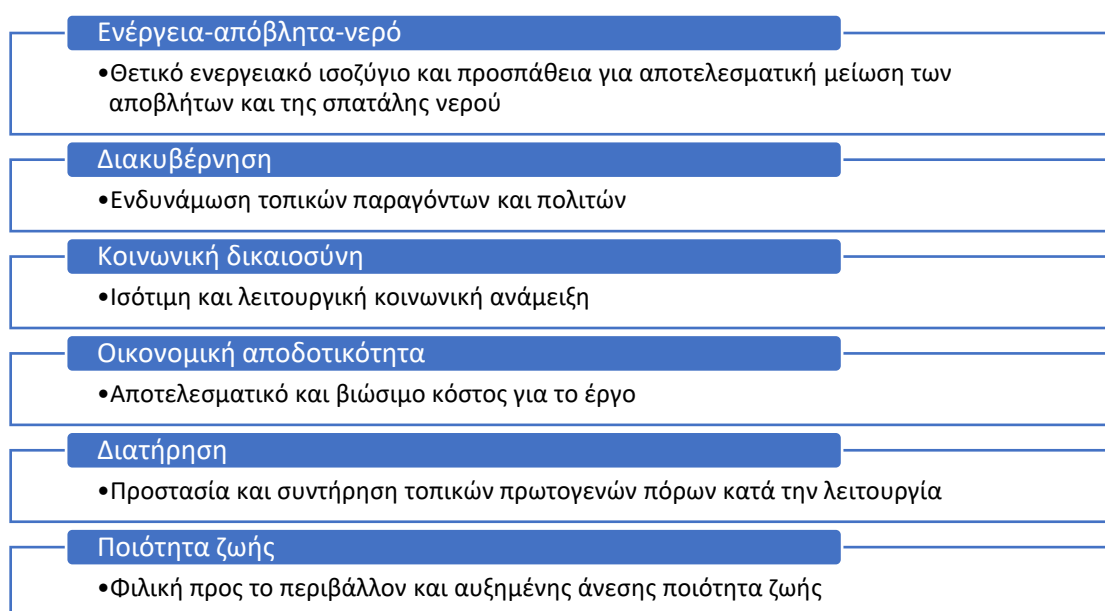
Ακόμα, η ανάγκη για καινοτομία που υπάρχει βαθιά ριζωμένη στις νησιωτικές κοινωνίες από την αρχή τους, λόγω των προκλήσεων που συχνά καλούνταν να αντιμετωπίσουν, δημιουργεί εύφορο έδαφος για την υποδοχή και την ανάπτυξη νέων, καινοτόμων και ολιστικών προσεγγίσεων, όπως είναι οι ΣΘΕΠ.

Τέλος, σχετικά με την συμπληρωματικότητα των εννοιών κυκλικής οικονομίας και ΣΘΕΠ, μπορεί να θεωρηθεί ότι η χρήση ροών αποβλήτων ως εναλλακτική λύση υψηλής απόδοσης για την ικανοποίηση ενεργειακών αναγκών και τη μείωση των αποβλήτων, ενισχύει την πιθανή επιτυχία ανάπτυξης ΣΘΕΠ. Κατά αυτήν την έννοια η ΣΘΕΠ μπορεί να αποτελεί ένα να «εδαφικό σύμπλεγμα κυκλικής οικονομίας» (“circular economy territorial cluster”). Το σύμπλεγμα αυτό ορίζεται ως ένα κοινωνικοοικονομικό και περιβαλλοντικό σύστημα αποτελούμενο από όλους τους σχετικούς παράγοντες για την εφαρμογή τουλάχιστον μίας κυκλικής συστημικής λύσης. Σε αυτό το πλαίσιο, μια συστημική λύση είναι ένα διατομεακό έργο για την εδαφική ανάπτυξη μιας κυκλικής και κλιματικά ουδέτερης οικονομίας. Η λύση αυτή προωθείται από την ΕΕ στην κατεύθυνση της ισόρροπης ενεργειακής μετάβασης σε μια οικονομία μηδενικού άνθρακα [12].

## Κεφάλαιο 2 Συνοικίες Θετικού Ενεργειακού Προσήμου – Βασικά στοιχεία

### 2.1 Σκοπός και διαδικασίες υλοποίησης

Η μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου δεν είναι οι μοναδικές κινητήριες δυνάμεις δημιουργίας Συνοικιών Θετικού Ενεργειακού Προσήμου. Στην πραγματικότητα, τέτοιες πρωτοβουλίες πρέπει να καθοδηγούνται από την ανάγκη βιώσιμης ανάπτυξης νέων και υφιστάμενων οικισμών με ισχυρά αποτελέσματα αειφορίας για όλους τους κατοίκους [6]. Τα κινητήρια κριτήρια βιωσιμότητας που είναι σκόπιμο να λαμβάνονται υπόψη είναι δύσκολο να είναι αντιπροσωπευτικά για όλες τις ΣΘΕΠ. Ωστόσο, οι αλληλεπιδράσεις τους με τους ενεργειακούς στόχους και με τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου είναι καθοριστικής σημασίας [13]. Στην παρακάτω Εικόνα παρατηρούνται κάποια κριτήρια βιωσιμότητας, που είναι σκόπιμο να λαμβάνονται υπόψη κατά την δημιουργία ΣΘΕΠ στο επίπεδο της οριοθετημένης συνοικίας και με την δυνατότητα επέκτασής τους.



Εικόνα 5. Κριτήρια βιωσιμότητας κατά την δημιουργία ΣΘΕΠ [13]

Στην αρχή, η δημιουργία μιας ΣΘΕΠ εκ του μηδενός μπορεί να φαίνεται ιδιαίτερα περίπλοκη διαδικασία. Ακόμα και αν υπάρχει η εξειδίκευση και οι απαραίτητοι πόροι, είναι αρκετά αυτά που πρέπει να αποφασιστούν πριν, αλλά και κατά την λειτουργία της. Στην επόμενη Εικόνα δίνονται 4 βασικά συστατικά που προτείνονται να ληφθούν υπόψη κατά την προσπάθεια επιτυχούς δημιουργίας ΣΘΕΠ [14].



Εικόνα 6. Τα 4 βασικά συστατικά στην κατεύθυνση δημιουργίας ΣΘΕΠ

#### I. Αξιολόγηση συνοικίας

Συγκεκριμένα, σε μια οριοθετημένη περιοχή παρέμβασης θα πρέπει να αξιολογηθούν τα κτίρια και οι εγκαταστάσεις που θα συμμετέχουν και να υπολογιστούν τα τεχνικά και οικονομικά στοιχεία τους. Ιδιαίτερο βάρος πρέπει να δίνεται στις δυνατότητες μείωσης ενεργειακής κατανάλωσης, στους διαθέσιμους χώρους που θα φιλοξενήσουν νέες παρεμβάσεις – όπως οι μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής – και στον υπολογισμό εκπομπών αερίων ρύπων. Οι ΣΘΕΠ μπορούν να αφορούν μια μικρή γειτονιά μέχρι ένα μεγάλη αστική περιοχή, χωρίς να είναι απαραίτητο να υπάρχει απόλυτη γεωγραφική συνέχεια μεταξύ των κτιρίων και των εγκαταστάσεων της, με την προϋπόθεση όμως να μην χάνεται η έννοια της τοπικότητας μεταξύ τους. Σε αυτά κρίνεται απαραίτητη μια ανάλυση ενεργειακού ισοζυγίου και εκπομπών αερίων ρύπων στην πιο πρόσφατη περίοδο που υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα [6].

Η αξιολόγηση συνοικίας είναι μια δυναμική διαδικασία, που πρέπει να περιλαμβάνει περιοδική επαναξιολόγηση. Σε κάθε περίπτωση δύο σημαντικοί παράγοντες είναι σκόπιμο να εξετάζονται με περιοδικότητα μιας και είναι ικανοί να επηρεάσουν τη βιωσιμότητα ενός ενεργειακού μικρο-συστήματος, όπως είναι η ΣΘΕΠ. Αυτοί οι παράγοντες είναι:

- i. η ικανότητα του συστήματος να καλύψει σημαντικές μεταβολές στην ενεργειακή ζήτηση μελλοντικά λόγω αύξησης του πληθυσμού, βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου ζωής, εγκατάσταση βιοτεχνιών/βιομηχανιών στην περιοχή, αύξηση της τουριστικής δραστηριότητας ή λόγω συνδυασμών των παραπάνω.
- ii. η πιθανότητα διασύνδεσης με κεντρικό ή άλλο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας για μη συνδεδεμένες περιοχές, το οποίο, όπως αναλύεται παρακάτω, μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετική επιλογή επιχειρηματικού σχεδίου

## II. Επιχειρηματικό σχέδιο

Το επιχειρηματικό σχέδιο της πρωτοβουλίας θα πρέπει να αναπτυχθεί βάσει του ποιος συμμετέχει στην πρωτοβουλία και τι επιτρέπεται από τους ρυθμιστικούς παράγοντες στην περιοχή. Βασικά ερωτήματα σε αυτό αποτελούν η ίδια συμμετοχή των ενδιαφερόμενων στο αρχικό κεφάλαιο και η εξασφάλιση χρηματοδοτήσεων ή δανείων από τους συντονιστές της ΣΘΕΠ, όπως ακόμα και οι δυνατότητες επικοινωνίας με έξωθεν δίκτυα.

Η ΣΘΕΠ, εξ ορισμού, θα παράγει περισσότερη ενέργεια (ηλεκτρική ή θερμική) από ότι καταναλώνει, οπότε η δυνατότητα πώλησης της στο δίκτυο της περιοχής όπου εντάσσεται, και δη σε μια ελκυστική τιμή θα είναι ένας αποφασιστικός παράγοντας αιεφορίας για αυτήν. Σε αυτό, θα παίζει σημαντικό ρόλο η δυνατότητα εξασφάλισης ποιότητας ισχύος σε εγγυημένες ποσότητες, υπακούοντας στους περιορισμούς που τίθενται από τον αντίστοιχο διαχειριστή, καθώς και η ύπαρξη δυνατοτήτων ευελιξίας, μέσω της αποθήκευσης, όπως η παροχή βοηθητικών υπηρεσιών προς το κεντρικό δίκτυο.

Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή η πώληση περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας για απομονωμένα νησιωτικά συστήματα, τότε η ΣΘΕΠ θα πρέπει να αναζητήσει άλλες οδούς για να εξασφαλίσει την οικονομική βιωσιμότητα της συνολικής επένδυσης. Μια λύση θα μπορούσε να αποτελέσει η επιλογή εποχιακής αποθήκευσης μεγάλης κλίμακας. Μια ΣΘΕΠ με μεγάλη ικανότητα αποθήκευσης περίσσειας ενέργειας για μακρά χρονικά διαστήματα μπορεί να οδηγήσει στην μεγιστοποίηση του συντελεστή εκμεταλλευσιμότητας των παραγωγικών μονάδων της και συνεπακόλουθα να αυξήσει την οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσής της. Κάποιες από αυτές τις τεχνολογίες αποθήκευσης θα μπορούσαν να είναι η αντλησιοταμίευση και η αποθήκευση ενέργειας συμπιεσμένου αέρα [15]. Άλλες εναλλακτικές θα μπορούσαν να αποτελούν η παραγωγή εναλλακτικών ενεργειακών προϊόντων ή η παροχή ενεργειακών υπηρεσιών προς τρίτους. Σχετικά με την παραγωγή ενεργειακών προϊόντων, ενδεικτικό είναι το παράδειγμα της Χιλής, όπου σε περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού θα αποθηκεύεται και θα πωλείται υδρογόνο, το οποίο θα μεταφέρεται μέσω πλοίων [16]. Από την άλλη, οι υπηρεσίες που μπορεί να κοστολογήσει μια ΣΘΕΠ προς εξωτερικούς καταναλωτές μπορούν να επεκταθούν σε τομείς όπως η ηλεκτροκίνηση με την δημιουργία περιοχών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων για όλους στο νησί, ή ακόμα να παρέχει συμβουλευτική σε περιοχές που επιθυμούν να αναπαράξουν παρόμοια αποτελέσματα, στην λογική της δημιουργίας ΣΘΕΠ ως υπηρεσίας. Τέλος, μια ΣΘΕΠ μπορεί να επωφεληθεί τόσο από την εξοικονόμηση ενέργειας και της μείωσης των λειτουργικών εξόδων εντός των ορίων της, ώστε να εξασφαλίσει σύντομη αποπληρωμή των επενδύσεων της χωρίς να απαιτούνται περαιτέρω έσοδα μέσω πώλησης υπηρεσιών [17].

## III. Ενεργειακή μοντελοποίηση

Ένα πολύ σημαντικό βήμα κατά την δημιουργία ΣΘΕΠ είναι η επιλογή των τεχνολογιών και γενικότερα των παρεμβάσεων στην κατεύθυνση μετατροπής της συγκεκριμένης συνοικίας σε ΣΘΕΠ. Τα 2 προηγούμενα βήματα θα καθορίσουν σε μεγάλο βαθμό την ενεργειακή μοντελοποίηση, ενώ οι τοπικοί πόροι θα καθορίσουν φυσικά σε μεγάλο ποσοστό την επιλογή του τύπου των τοπικών μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής. Υπάρχει μια μεγάλη παλέτα λύσεων καθαρής ενέργειας, αύξησης ενεργειακής αποδοτικότητας και μείωσης ενεργειακής κατανάλωσης. Όλες αυτές θα πρέπει να μοντελοποιηθούν με τη χρήση μεθοδολογιών και εργαλείων υπολογισμού – τα οποία θα αναλυθούν σε επόμενη ενότητα. Μέσω πολλαπλών σεναρίων και ανάλογα με τα κριτήρια βελτιστοποίησης είναι δυνατό να επιλεγεί ο βέλτιστος συνδυασμός αυτών των λύσεων.

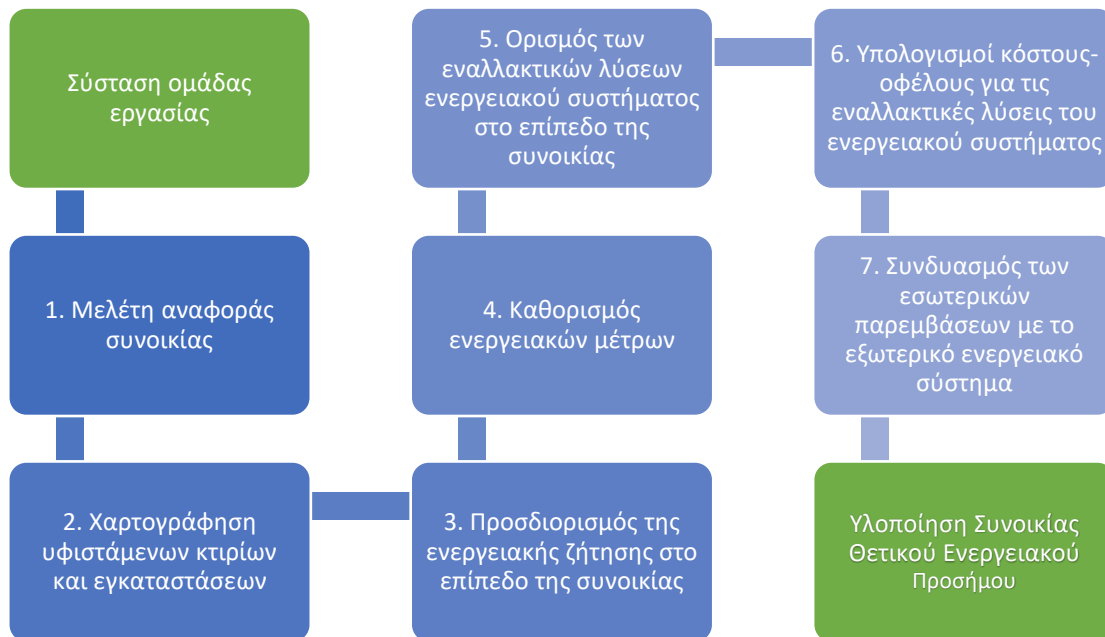
Χαρακτηριστικά παραδείγματα των παρεμβάσεων ΣΘΕΠ είναι οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά και οι μονάδες Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) -ιδιαίτερα με χρήση βιοαερίου ως βασικού ή συμπληρωματικού καυσίμου. Ακόμα, οι συστοιχίες ηλεκτρικής αποθήκευσης, όπως οι μπαταρίες λιθίου και οι μπαταρίες ροής, αποτελούν βασικές παρεμβάσεις μιας ΣΘΕΠ. Επίσης, οι αντλίες θερμότητας, οι ψύκτες προσρόφησης, οι θερμικές μπαταρίες, και οι ενεργητικές και παθητικές δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης αποτελούν χαρακτηριστικές παρεμβάσεις, που συνήθως εφαρμόζονται κατά προτεραιότητα. Τέλος, η εφαρμογή καινοτόμων πρακτικών ανταλλαγής ενέργειας ηλεκτρικών οχημάτων με το δίκτυο και η έξυπνη απόκριση της ζήτησης μπορούν να εφαρμοστούν ως καινοτόμες παρεμβάσεις συμπλωραματικά με τις παραπάνω. [6].

#### IV. Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας

Καθοριστικό βήμα αποτελεί επίσης η χρήση Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ). Οι ΤΠΕ μπορούν να βελτιώσουν την αξιοπιστία, την αποτελεσματικότητα και την ανθεκτικότητα των υποδομών διανομής και αποθήκευσης των δικτύων ενέργειας. Ακόμα, και πιο σημαντικά, εφαρμόζονται σε συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου της ΣΘΕΠ. Επιπλέον, οι ΤΠΕ μπορούν να προβλέψουν την παραγωγή σε μια ΣΘΕΠ που περιλαμβάνει στοχαστικές πηγές ενέργειας. Οι προβλέψεις αυτές εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες, οι οποίες δεν μπορούν να παρασταθούν με ένα σταθερό χρονοδιάγραμμα. Με τη βοήθεια των γνώσεων που παράγονται μέσω ΤΠΕ, οι φορείς εκμετάλλευσης των σταθμών παραγωγής ενέργειας θα μπορούν να προσδιορίζουν την απαραίτητη ενεργειακή απόδοση σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή πιο αποτελεσματικά και θα μπορούν να παρέχουν πιο αξιόπιστη ενέργεια. Ως εκ τούτου, η επένδυση σε έργα ΤΠΕ θα παρέχει οφέλη σχετικά με την ενεργειακή απόδοση, την υψηλότερη διεύθυνση καθαρών μορφών ενέργειας και θα διασφαλίσει περαιτέρω την οικονομική βιωσιμότητα μιας ΣΘΕΠ.

Υπάρχει σημαντικός αριθμός τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών. Αυτές περιλαμβάνουν την ανάπτυξη τεχνολογιών επικοινωνίας σε συσκευές πεδίου, πρότυπα και πρωτόκολλα, αναλυτικά δεδομένα, και μέτρα ασφάλειας που αντιμετωπίζουν απειλές σε ένα δίκτυο. Καθένας από αυτούς τους τομείς ΤΠΕ μπορεί να εφαρμοστεί για την κάλυψη αναγκών μιας ΣΘΕΠ, όπως ο σχεδιασμός για την εξυπηρέτηση αυξημένου αριθμού μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής στο τοπικό σύστημα διανομής, καθώς και για τη βελτίωση των λειτουργιών και τη μείωση των χρόνων αποκατάστασης του συστήματος κατά τη διάρκεια σημαντικών γεγονότων – π.χ. διακοπές τροφοδοσίας [18].

Συνοπτικά, πρακτικά βήματα υλοποίησης μιας ΣΘΕΠ μπορούν να συνοψιστούν βάσει της ανάλυσης που έχει παραχθεί στο [6]. Σε αυτό, απαιτούνται 7 βασικά βήματα, από την σύσταση ομάδας εργασίας που θα αναλάβει την δημιουργία της ΣΘΕΠ μέχρι την υλοποίηση της. Συγκεκριμένα, αυτά τα βήματα μπορούν να παρατηρηθούν στην επόμενη Εικόνα.



Εικόνα 7. Πρακτικά βήματα υλοποίησης μιας ΣΘΕΠ [6]

## 2.2 Περιπτώσεις μελέτης και βέλτιστων πρακτικών

Υπάρχουν αρκετά επιτυχημένα παραδείγματα υλοποιημένων ΣΘΕΠ στην ΕΕ και ακόμα περισσότερες πρωτοβουλίες υπό υλοποίηση ή στην φάση σχεδιασμού, με την στροφή των Ευρωπαϊκών περιοχών προς αυτή την κατεύθυνση να γίνεται πλέον φανερή. Στο [9] περιγράφονται 28 έργα που έχουν εκδηλώσει φιλοδοξία να αποτελέσουν ΣΘΕΠ, με 2 από αυτά να έχουν υλοποιηθεί, 18 να είναι στο στάδιο υλοποίησης και 8 να βρίσκονται στη φάση σχεδιασμού. Ακόμα περιγράφονται 32 έργα, που αν και δεν έχουν την ίδια φιλοδοξία, παρουσιάζουν ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά για τις ΣΘΕΠ.

Στην συνέχεια αναλύονται 6 επιλεγμένες περιπτώσεις μελέτης και βέλτιστων πρακτικών ΣΘΕΠ, που παρουσιάζουν αρκετό ενδιαφέρον, μιας και συνδυάζουν προσεγγίσεις από κάτω προς τα πάνω με την συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας. Πιο συγκεκριμένα, αυτές είναι:

Πίνακας 2 Κατάσταση των 6 περιπτώσεων μελέτης ΣΘΕΠ προς ανάλυση [9]

Περιοχή	Έργο	Φιλοδοξία ΣΘΕΠ	Κύριοι τομείς	Κατάσταση
Νησί Åland, Φινλανδία	Smart Energy Åland	Ναι	Αιολικό πάρκα, ΣΗΘ	Σε λειτουργία
Carquefou, Γαλλία	Fleuriaye West	Ναι	Φωτοβολταϊκοί σταθμοί, παθητικά κτίρια	Ολοκληρωμένη
Grenoble, Γαλλία	City Project Wide	Όχι	Τηλεθέρμανση	Σε λειτουργία – σε εξέλιξη

<i>Bilbao, Ισπανία</i>	<i>ATELIER</i>	<i>Ναι</i>	<i>Ηλεκτροκίνηση, γεωθερμία</i>	<i>Υπό υλοποίηση</i>
<i>Trondheim, Νορβηγία</i>	<i>+CityxChange</i>	<i>Ναι</i>	<i>Καινοτομίες δικτύου</i>	<i>Υπό υλοποίηση</i>
<i>Αμύνταιο, Ελλάδα</i>	<i>ΔΕΤΕΠΑ</i>	<i>Όχι</i>	<i>Βιομάζα, τηλεθέρμανση</i>	<i>Υπό υλοποίηση</i>

Από αυτές, όπως παρατηρείται στον παραπάνω Πίνακα, έχουν ολοκληρωθεί με επιτυχία οι 3, ενώ οι επόμενες 3 βρίσκονται στο στάδιο της υλοποίησης και παρουσιάζουν αρκετές προοπτικές. Αν και 2 από τις περιπτώσεις μελέτης δεν έχουν εκδηλώσει επίσημα φιλοδοξία ΣΘΕΠ κινούνται προς αυτήν την κατεύθυνση με τις σχεδιαζόμενες παρεμβάσεις τους. Οι παραπάνω περιπτώσεις μελέτης περιλαμβάνουν πληθώρα τεχνολογιών καθαρής ενέργειας που εκμεταλλεύονται κατάλληλά το τοπικό δυναμικό, ενώ δεν λείπουν καινοτόμες λύσεις που βρίσκουν εφαρμογή σε πολλές περιπτώσεις.



### 1. Åland Island, Φινλανδία – Smart Energy Åland

Το νησί Åland Island με πληθυσμό 30,000 κατοίκων και έκταση 13,300 km<sup>2</sup> φιλοξενεί το έργο Smart Energy Åland, με βασικούς στόχους και προτεραιότητες:

- ✓ Την επίδειξη μιας κοινωνίας που βασίζεται σε 100% ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια.
- ✓ Την ανάδειξη επιτυχούς εμπλοκής των πολιτών και την προώθηση της έννοιας των

«prosumers» – ατόμων που παράγουν ένα μέρος τουλάχιστον της ενέργειας που καταναλώνουν.

- ✓ Την επίδειξη καινοτόμων πιλοτικών τεχνικών με έμφαση στις τεχνολογίες αποθήκευσης και τις νέες ψηφιακές υπηρεσίες.

Το Åland είναι ένα σύμπλεγμα νησιών με καλές συνθήκες ανέμου και ηλιακού δυναμικού, ενώ διαθέτει αυτόνομο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εγκαταστάσεις ηλιακών συλλεκτών τόσο σε ιδιωτικά όσο και σε εμπορικά κτίρια αυξάνονται σταθερά. Σήμερα, οι ανεμογεννήτριες παράγουν περίπου το 20% της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας. Ο ενεργειακός εφοδιασμός βασίζεται σε μονάδες ηλιακής και αιολικής παραγωγής, σε μονάδες ΣΗΘ αξιοποιώντας τοπική βιομάζα, αλλά και σε μονάδες κυματικής ενέργειας, γεωθερμίας και συστοιχιών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Για την υλοποίηση του έργου, οι ενδιαφερόμενοι έχουν ιδρύσει την εταιρεία Flexens Oy Ab, με τη φιλοδοξία να εμπορευματοποιήσουν την τεχνογνωσία που δημιουργείται κατά την υλοποίηση του Smart Energy Åland. Η Flexens θα λειτουργήσει μακροπρόθεσμα τόσο στο Åland όσο και αλλού.

Το Smart Energy Åland προσφέρει πολλά άμεσα και έμμεσα οφέλη, πιο συγκεκριμένα:

- ✓ Δημιουργούνται θέσεις εργασίας κατά την κατασκευή νέων εγκαταστάσεων.
- ✓ Αυξάνεται το προφίλ του Åland ως πράσινου τουριστικού προορισμού.
- ✓ Δημιουργούνται νέες εταιρείες με την ανάπτυξη νέων προϊόντων και λύσεων για τη διανομή ενέργειας.
- ✓ Παράγονται ευκαιρίες ανάπτυξης νέων επιχειρηματικών ιδεών για συμμετέχοντες ιδιωτικούς φορείς.



- ✓ Γίνεται εργαλείο για το Åland στην υλοποίηση της στρατηγικής για το κλίμα και την ενέργεια.

Παράγοντας επιτυχίας υπήρξε η ισχυρή υποστήριξη από τον εθνικό φινλανδικό οργανισμό καινοτομίας, Business Finland, καθώς και η αφοσίωση του τοπικού πληθυσμού και της τοπικής αυτοδιοίκησης [19].



## 2. Carquefou, Γαλλία – Fleuriaye West

Η συνοικία La Fleuriaye, στην πόλη Carquefou, η οποία είναι μέρος της μητρόπολης της Nantes, φιλοξενεί το έργο Fleuriaye West. Η συνοικία που καλύπτει 37 εκτάρια είναι υπό κατασκευή από το 2013. Οι στόχοι του έργου είναι:

- ✓ Να παρέχει ένα περιβάλλον άνετης διαβίωσης στους κατοίκους της συνοικίας.
- ✓ Να δημιουργήσει τις βάσεις για την ενεργειακή και κλιματική ουδετερότητα στην

συνοικία.

- ✓ Να εφαρμόσει ένα μεταβλητό οικονομικό μοντέλο, που περιορίζει την ανάγκη δημόσιας χρηματοδότησης.

Το Fleuriaye West στοχεύει στην στροφή σε 100% ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Για να γίνει αυτό, κύριο ζήτημα ήταν η μείωση της κατανάλωσης της περιοχής. Σε ολόκληρο τον προγραμματισμό, αποφασίστηκε να γενικευτεί το παθητικό πρότυπο στα κτίρια που συνδυάζει ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης, μεγιστοποιώντας τη θερμική άνεση το καλοκαίρι και το χειμώνα. Το πρότυπο αφορά 620 σπίτια από μονοκατοικίες έως κοινοτικά κτίρια και 10,000 m<sup>2</sup> τριτοβάθμιου τομέα.

Για να πραγματοποιηθούν οι στόχοι του έργου, θα εγκατασταθούν περισσότερα από 2.3 MWp φωτοβολταϊκών στα κτίρια του Fleuriaye West. Πολλά έργα σε μεμονωμένες κατοικίες προβλέπουν επίσης τη χρήση βιομάζας μέσω ξυλόσομπας. Όλα τα κτίρια θα παράγουν όση ανανεώσιμη ενέργεια είναι εφικτό και συνολικά περισσότερη ενέργεια από ότι θα καταναλώνουν. Σήμερα, η παράδοση των πρώτων 320 κατοικιών έχει τοποθετήσει την συνοικία ως τη μεγαλύτερη ΣΘΕΠ στη Γαλλία. Προκειμένου να προωθηθεί η ήπια κινητικότητα και η επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων, προσφέρεται ηλεκτρικό ποδήλατο υψηλής ποιότητας για κάθε κάτοικο που επιτυγχάνει τους φιλόδοξους περιβαλλοντικούς στόχους της συνοικίας. Από την πλευρά των αποβλήτων, ένας εξειδικευμένος πάροχος υπηρεσιών κινητοποιείται για τον εξορθολογισμό της ανάκτησης όλων των αποβλήτων που δημιουργούνται από μεμονωμένα έργα στέγασης. Στο τέλος 15,000 m<sup>2</sup> φωτοβολταϊκών πλαισίων – επί του παρόντος 8,000 m<sup>2</sup> – θα καλύπτουν τις στέγες των κτιρίων.

Το έργο περιλαμβάνει μια κοινοπραξία 18 εταιρών που συγκεντρώνει ολόκληρη την αλυσίδα αξίας, ενώ το συνολικό κόστος για το Fleuriaye West εκτιμάται στα 123 εκατ. € εκ των οποίων 100 εκατ. € σε κτίρια, 20 εκατ. € για δημόσιο χώρο και 3 εκατ. € για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με τις συνολικές επιχορηγήσεις να είναι λιγότερες από 100,000 € [9].





### 3. Grenoble, Γαλλία – City Wide Project

Η Grenoble διαθέτει το δεύτερο μεγαλύτερο σύστημα τηλεθέρμανσης στην Γαλλία (900 GWh), με τους σωλήνες διανομής νερού να φτάνουν τα 170 km. Εδώ και τρεις δεκαετίες, η πόλη ασχολείται με την διαδικασία ενσωμάτωσης καθαρών μορφών ενέργειας και απο-ανθρακοποίησης του δικτύου. Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> μειώθηκαν κατά 60% σε σύγκριση με το 1990, ενώ η διείσδυση ΑΠΕ είναι σήμερα μεγαλύτερη από 65%. Ο συνδυασμός προηγμένων και καινοτόμων λύσεων βιομάζας, ανάκτησης και αποθήκευσης θερμότητας που αναπτύσσονται φιλοδοξούν να επιταχύνουν την επίτευξη τηλεθέρμανσης από 100% ΑΠΕ μέχρι το 2033. Το έργο γενικά στοχεύει σε ανταγωνιστική τιμές τηλεθέρμανσης σε σχέση με άλλες λύσεις και στην μεγιστοποίηση της τοπικά παραγόμενης ενέργειας και ικανοποίησης του χρήστη.

Οι πολίτες συμμετείχαν στον ενεργειακό σχεδιασμό της πόλης και αρκετές υποστηρικτικές ρυθμίσεις έχουν ευνοήσει το έργο από την αρχή του, όπως η υποχρέωση νέου κτιρίου στην περιοχή για σύνδεση με το δίκτυο τηλεθέρμανσης. Τέλος, η επιτυχία του εγχειρήματος βασίζεται κατά πολύ στην ισχυρή επένδυση του Δήμου και του διαχειριστή του δικτύου τηλεθέρμανσης.

Στο πρόσφατο ευρωπαϊκό έργο CITY-ZEN, η παρέμβαση της περιοχής Flaubert είναι μια επέκταση του υφιστάμενου δικτύου μέσω ενός υποσταθμού χαμηλής θερμοκρασίας και χαμηλής πίεσης. Ηλιακοί συλλέκτες συνδέονται για τον περιορισμό των απωλειών θερμότητας κατά τη μεταφορά, ενώ χρησιμοποιείται αποθήκευση θερμότητας με υλικό αλλαγής φάσης. Με ένα έξυπνο σύστημα ελέγχου διαχείρισης, λουπόν, το περιβαλλοντικό αποτύπωμα ελαχιστοποιείται χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια, την αποθήκευση και τη θερμική αδράνεια των κτιρίων [20].



### 4. Bilbao, Ισπανία – ATELIER

Η πόλη των Βάσκων στο Μπιλμπάο από το 2012 ανέπτυξε το Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια της πρωτοβουλίας «Σύμφωνο των Δημάρχων» με στόχους μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για το 2020. Ο Δήμος έχει αρκετές φιλοδοξίες σε θέματα ενεργειακής απόδοσης, δημόσιων συγκοινωνιών και ηλεκτροκίνησης. Όσον αφορά τις παρεμβάσεις βιώσιμης κινητικότητας, ως μέρος του έργου ATELIER, το Μπιλμπάο στοχεύει να αντικαταστήσει τα οχήματα συλλογής και καθαρισμού απορριμμάτων με ηλεκτρικά οχήματα και να εφαρμόσει 3,500 ηλεκτρικά οχήματα στην πόλη έως το τέλος του 2021. Επιπλέον, το Μπιλμπάο σχεδιάζει υποδομή επαναφόρτισης οχημάτων καθώς και μια διαδικτυακή πλατφόρμα προώθησης ηλεκτρικών οχημάτων.

Η ειδική περιοχή επίδειξης του Μπιλμπάο θα είναι η Zorrotzaurre, ένα νησί, που κατά τον 20ο αιώνα ήταν βιομηχανική περιοχή. Σύμφωνα με τη στρατηγική του Μπιλμπάο για την αειφόρο και ολοκληρωμένη αστική ανάπτυξη, η Zorrotzaurre θα μετατραπεί σε οικιστική και

επιχειρηματική περιοχή όπου θα δοκιμαστεί η ανάπτυξη νέων βιώσιμων ιδεών, αρχών και λύσεων. Στόχος είναι η ανάπτυξη 5,500 νέων σπιτιών, 150,000 m<sup>2</sup> χώρων γραφείων, και 93,500 m<sup>2</sup> κοινωνικών και πολιτιστικών εγκαταστάσεων. Το νησί θα είναι προσβάσιμο μόνο με οχήματα μηδενικών εκπομπών. Η ιδέα είναι να εφαρμοστεί ένα σύστημα παροχής ενέργειας μηδενικών εκπομπών και 100% ηλεκτρικές δημόσιες συγκοινωνίες.

Ως μέρος του ATELIER, η Zorrotzaurre θα φιλοξενήσει τρεις ΣΘΕΠ που θα συνδεθούν μέσω ενός βρόχου γεωανταλλαγής, ένα σύστημα που θα χρησιμοποιεί γεωθερμική ανανεώσιμη ενέργεια για να καλύψει τη θερμική ζήτηση των τοποθεσιών ΣΘΕΠ και να εξάγει την υπόλοιπη στο νησί και πέρα από αυτό. Βασικοί στόχοι του ATELIER στο Μπιλμπάο είναι η ανάπτυξη έξυπνης αποθήκευσης και τοπικής παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, μέσω και του γεωθερμικού συστήματος, καθώς και η ανάπτυξη ενός κόμβου ηλεκτρικής κινητικότητας, και ενός έξυπνου δικτύου μέσω προσφορών απόκρισης ζήτησης [21].



## 5. Trondheim, Νορβηγία – +CityxChange

Η κοινοπραξία +CityxChange αποτελείται από 32 εταιρείες, αποτελούμενη από τους Δήμους των επτά πόλεων που εμπλέκονται, δύο πανεπιστήμια, εννέα μεγάλες επιχειρήσεις, δύο διαχειριστές δικτύου, εννέα μικρομεσαίες επιχειρήσεις και τρεις μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς. Η χρηματοδότηση για το

+CityxChange ανέρχεται σε 300 εκατομμύρια νορβηγικές κορώνες. Το Νορβηγικό Πανεπιστήμιο Επιστήμης και Τεχνολογίας (NTNU) συντονίζει έργο, με το Τρόντχαϊμ να είναι μια από τις 2 βασικές πόλεις του. Το Τρόντχαϊμ, είναι η τρίτη μεγαλύτερη πόλη της Νορβηγίας, με πληθυσμό περίπου 190,500 άτομα και είναι γνωστή ως η τεχνολογική πρωτεύουσα της Νορβηγίας, ενώ ένας από τους κύριους στόχους της είναι να εξελιχθεί σε μια έξυπνη και βιώσιμη πόλη, όπου θα είναι εύκολο για τους κατοίκους να ζήσουν με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον.

Τα έργα που σχεδιάζονται θα επιδείξουν πώς μπορούν να αξιοποιηθούν οι ψηφιακές τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ώστε να κάνουν τις πόλεις πιο φιλικές προς το περιβάλλον και να διευκολύνουν την ανάπτυξη των επιχειρήσεων, καθώς και τη συμμετοχή των πολιτών. Ο στόχος του +CityxChange είναι να βελτιώσει την ποιότητα ζωής μέσω της χρήσης ψηφιακών υπηρεσιών, να παράγει περισσότερη ενέργεια από ότι καταναλώνεται και να ανταλλάσσει εμπειρίες με άλλες πόλεις σε ολόκληρη την Ευρώπη. Η δημιουργία της ΣΘΕΠ θα πραγματοποιηθεί μέσω της συμμετοχής των πολιτών. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι η δημιουργία συστάσεων για νέα πολιτική παρέμβαση, ρύθμιση αγοράς και επιχειρηματικά μοντέλα που προσφέρουν θετικές ενεργειακές κοινότητες, ενσωματώνοντας την ηλεκτροκίνηση ως υπηρεσία [22].



## 6. Αμύνταιο, Ελλάδα – ΔΕΤΕΠΑ

Το έργο της Δημοτικής Επιχείρησης Τηλεθέρμανσης Ευρύτερης Περιοχής Αμύνταιου (ΔΕΤΕΠΑ) – «Κατασκευή ενός νέου εργοστασίου βιομάζας για την κάλυψη θερμικών αναγκών», θα υλοποιηθεί σε μια περιοχή 1,850 συνδεδεμένων κτιρίων και 2,500 κατοικιών. Ο πυρήνας του επενδυτικού προγράμματος για το σύστημα τηλεθέρμανσης είναι η εγκατάσταση ενός νέου

εργοστασίου καύσης βιομάζας που θα εξυπηρετεί το υπάρχον σύστημα τηλεθέρμανσης καθώς και τις μελλοντικές του επεκτάσεις. Η μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας θα εκμεταλλεύεται την καύση βιομάζας με μικρή ποσότητα λιγνίτη. Έχει συνολική ισχύ 30 MW και θα καλύψει τις θερμικές ανάγκες του υφιστάμενου δικτύου τηλεθέρμανσης στα χωριά Αμύνταιο, Φιλώτα και Λεβαΐα, καθώς και μελλοντικές θερμικές ανάγκες. Το υφιστάμενο δίκτυο τηλεθέρμανσης χρησιμοποιεί τώρα την απορριπτόμενη θερμότητα από τον σταθμό θερμικής ενέργειας λιγνίτη του Αμύνταιου της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) που αναμένεται να κλείσει έως το 2021.

Οι πολίτες των παραπάνω χωριών θα συνεχίσουν να έχουν πρόσβαση σε φτηνή τηλεθέρμανση και τα κτίριά τους θα συνεχίσουν να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον, ενώ αναμένονται νέες θέσεις εργασίας στην οργάνωση της αλυσίδας εφοδιασμού βιομάζας στην περιοχή. Το έργο προβλέπει την κατασκευή δύο θερμοηλεκτρικών σταθμών με βιομάζα με έκαστη εγκατεστημένη ισχύ 15MWth και το κόστος τους προβλέπεται να ανέλθει σε 14.57 εκατ. €, ενώ χρηματοδοτείται κατά 55% από ευρωπαϊκά κονδύλια. Το Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας συμβάλλει επίσης στη χρηματοδότηση του έργου με επιχορήγηση κεφαλαίου 1.5 εκατ. € [23].

### 2.3 Πλεονεκτήματα, προκλήσεις και προτάσεις λύσεων

Υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κατά την υλοποίηση ενεργειακών παρεμβάσεων θετικού ενεργειακού προσήμου σε επίπεδο συνοικίας, τα οποία μπορεί να διαφέρουν από αυτά αντίστοιχων παρεμβάσεων σε κλίμακα ενός κτιρίου ή μιας εγκατάστασης.

Γενικά, τα πλεονεκτήματα μιας ΣΘΕΠ είναι η μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος και η ενδυνάμωση των πολιτών, ούτως ώστε να πρωτοστατούν στις δικές τους κοινότητες. Οι ΣΘΕΠ παρέχουν στον ενεργειακό τομέα το απαιτούμενο έδαφος για συνέργεια τεχνολογιών ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής παραγωγής από ΑΠΕ. Αυτό είναι σημαντικό διότι, ενώ και οι δύο συμβάλλουν στην ανάπτυξη ενός κλιματικά ουδέτερου μέλλοντος, συχνά ανταγωνίζονται ως προς το ποια αποτελεί την οικονομικότερη τεχνολογική επιλογή.

Τα κύρια **πλεονεκτήματα** μιας ΣΘΕΠ είναι κυρίως οικονομικά, τεχνικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά, συγκεκριμένα μερικά από αυτά βρίσκονται στον παρακάτω Πίνακα:

Πίνακας 3 Κύρια πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι ΣΘΕΠ [6, 8, 14]

Πλεονεκτήματα	Σημαντικότητα
i. Η αντιμετώπιση κτιρίων σε επίπεδο συνοικίας επιτρέπει τη καλύτερη τεχνική αξιολόγηση της συνδυασμένης ενεργειακής απόδοσης και των αναγκών τους.	Μέση
ii. Ο συνδυασμός αρκετών στοιχείων κατανάλωσης με διαφορετικά προφίλ σε μια περιοχή εισάγει την επιλογή παραγωγής από ΑΠΕ σε μεγαλύτερη κλίμακα και ποικιλία, γεγονός που σημαίνει ότι τα κτίρια μπορούν να κάνουν καλύτερη χρήση τοπικών πόρων.	Υψηλή

iii. Οι παρεμβάσεις είναι ικανές να αναβαθμίσουν την αξία της συνοικίας. Η αναβάθμιση μπορεί να είναι οικονομική, αυξάνοντας την αξία των ακινήτων της και ενισχύοντας την τοπική οικονομία, μέσω του τουρισμού και της δημιουργίας θέσεων εργασίας. Ακόμα, η αναβάθμιση μπορεί να έχει και κοινωνική διάσταση, επιτρέποντας μεγαλύτερο συντονισμό μεταξύ των πολιτών, οι οποίοι συνεργάζονται με κοινούς στόχους, ενισχύοντας τελικά το αίσθημα κοινότητας.	Υψηλή
iv. Οι οικονομίες κλίμακας επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες κτιρίων και εγκαταστάσεων της συνοικίας να εξοικονομήσουν σημαντικά κόστη. Ένα πρόγραμμα σε ολόκληρη την περιοχή θα προσφέρει αγοραστική δύναμη και οικονομίες κλίμακας για ενεργειακά αποδοτικές λύσεις μεταξύ των συμμετεχόντων.	Υψηλή
v. Τα έργα μεγάλης κλίμακας στην συνοικία μπορούν να βοηθήσουν στη διασφάλιση της εμπιστοσύνης των επενδυτών και να ξεκλειδώσουν ευκολότερα τη χρηματοδότηση έργων σε σχέση με μεμονωμένες παρεμβάσεις.	Μέση
vi. Οι παρεμβάσεις στις συνοικίες έχουν αυξημένο βαθμό αναπαραξιμότητας και συνεπώς θα μπορούσαν να αποτελέσουν παράδειγμα και να οδηγήσουν σε αυξημένο ρυθμό μετατροπής άλλων περιοχών σε πιο αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον.	Μέση
vii. Ο μεγάλος αριθμός κτιρίων και εγκαταστάσεων επιτρέπει την εκμετάλλευση συνεργιών μεταξύ τους και ως εκ τούτου επιτρέπει στους διαχειριστές να εξισορροπούν ευκολότερα την παραγωγή ενέργειας.	Υψηλή

Από την άλλη πλευρά, οι **προκλήσεις** μιας ΣΘΕΠ βασίζονται στην συχνά πολύπλοκη διαδικασία σχεδιασμού, σε ρυθμιστικά ζητήματα και στις δυσκολίες επίτευξης συναίνεσης μεταξύ των ενδιαφερομένων. Συγκεκριμένα μερικές από αυτές βρίσκονται στον παρακάτω Πίνακα:

Πίνακας 4 Κύριες προκλήσεις που εντοπίζονται σχετικά με την ανάπτυξη ΣΘΕΠ [6, 9, 14]

Προκλήσεις	Σημαντικότητα
i. Τα έργα μεγάλης κλίμακας απαιτούν την συνεργασία περισσότερων ενδιαφερόμενων για τη διαμόρφωση συνολικής λύσης, γεγονός που απαιτεί περισσότερο χρόνο και φόρτο κατά τον σχεδιασμό τους.	Χαμηλή
ii. Η συναίνεση είναι απαραίτητη και ενδέχεται να απαιτείται τρίτο μέρος να ελέγχει τη συνολική παρέμβαση. Σε άλλη περίπτωση μερικοί από τους κατοίκους μπορεί να μην είναι ικανοποιημένοι, το οποίο θα μπορούσε να εμποδίσει την υλοποίηση των έργων. Για παράδειγμα, η δυσκολία καθορισμού του ποιος κατέχει, λειτουργεί ή συντηρεί μια ΣΘΕΠ είναι ικανή να οδηγήσει σε διαφωνίες σε μια συνοικία.	Μέση
iii. Η έλλειψη τεχνογνωσίας και δεξιοτήτων του τοπικού ανθρώπινου δυναμικού μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα προς την αποτελεσματική εφαρμογή των παρεμβάσεων.	Μέση
iv. Μια Συνοικία Θετικού Ενεργειακού Προσήμου συχνά προϋποθέτει ανάπτυξη πρόσθετης υποδομής που θα τους επιτρέψει να συνδεθούν με τα υφιστάμενα δίκτυα που εξυπηρετούν ολόκληρη την περιοχή.	Χαμηλή



v. Ο καθορισμός της διαδικασίας χωροταξικού σχεδιασμού πρέπει να προηγηθεί της διαδικασίας ενεργειακού σχεδιασμού, όσον αφορά την πρακτική εφαρμογή μιας ΣΘΕΠ, προσθέτοντας ένα ακόμα βήμα στην πολύπλοκη διαδικασία σχηματισμού της.	Χαμηλή
vi. Ο σαφής διαχωρισμός των ορίων μιας ΣΘΕΠ μπορεί να είναι δύσκολος και απαιτείται ώστε να γίνουν αποτελεσματικά οι υπολογισμοί ενεργειακών παρεμβάσεων. Τίθεται το ερώτημα, εάν ένας σταθμός διεσπαρμένης παραγωγής σε απόσταση από την ΣΘΕΠ που την τροφοδοτεί «εικονικά», με την εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού, είναι μέρος της ΣΘΕΠ ή όχι, δεδομένου ότι γίνεται εκτενής χρήση του κεντρικού δικτύου.	Μέση
vii. Ο ορισμός του καταλληλότερου επιχειρηματικού μοντέλου δεν είναι προφανής, ενώ είναι ζωτικής σημασίας για την οικονομική βιωσιμότητα μιας ΣΘΕΠ. Σε μια νέα προσέγγιση όπως η ΣΘΕΠ, δεν υπάρχει ικανοποιητικό ρυθμιστικό προηγούμενο που μπορεί να υποδείξει σαφώς ποια θα είναι τα έσοδα της εκτός από την προφανή εξοικονόμηση πόρων. Τίθεται το ερώτημα, αν μια ΣΘΕΠ μπορεί να πωλεί και σε ποια τιμή την περίσσεια της στο ευρύτερο δίκτυο.	Υψηλή
viii. Η ανυπαρξία ρυθμιστικού και νομοθετικού προηγούμενου, όπως αναφέρθηκε θα μπορούσε να δρα επίσης ανασταλτικά στην συμμετοχή πολιτών, αλλά και επενδυτών σε μια τέτοια πρωτοβουλία.	Μέση
ix. Η μέθοδος χρηματοδότησης είναι αβέβαιη. Τίθεται το ερώτημα αν είναι δυνατόν να χρηματοδοτηθεί ένα μέτρο σε επίπεδο συνοικίας ξεχωριστά ή αν η χρηματοδότηση οφείλει να αφορά όλα τα έργα συνολικά.	Μέση

Η αντιμετώπιση τέτοιων προκλήσεων απαιτεί ολοκληρωμένες και καινοτόμες λύσεις που είναι σκόπιμο να προωθούνται από τοπικές, περιφερειακές και εθνικές αρχές ώστε να παρέχουν κίνητρα και μέτρα στήριξης στις ΣΘΕΠ. Μερικές από τις [προτάσεις λύσεων](#) μπορούν να συνοψιστούν παρακάτω στον παρακάτω Πίνακα:

Πίνακας 5 Προτάσεις λύσεων για την αντιμετώπιση των προκλήσεων σε ΣΘΕΠ [5, 7, 14]

Προτάσεις λύσεων	Σημαντικότητα
i. Ανάπτυξη κεντρικών κατάλληλων οδηγιών και εργαλείων για το σχεδιασμό των ΣΘΕΠ που θα βρίσκονται διαθέσιμες για να υποστηρίξουν τέτοιες πρωτοβουλίες. Αυτές μπορούν να οδηγήσουν στον υπολογισμό βελτιστοποιημένων λύσεων, προσαρμοσμένων στις τοπικές συνθήκες, και στην ανάπτυξη οδικών χαρτών υλοποίησης ΣΘΕΠ.	Υψηλή
ii. Νέα σχήματα αγορών ενέργειας και μοντέλα βιώσιμης χρηματοδότησης είναι σκόπιμο να δημιουργηθούν. Η ανάπτυξη ΣΘΕΠ αναμένεται να επηρεάσει ολόκληρη την αγορά ενέργειας. Νέες καινοτόμες ενεργειακές λύσεις πρέπει να στηριχτούν, ενώ αξιόπιστες και ισχυρές επενδυτικές ιδέες και άμεση πρόσβαση σε νέα χρηματοδοτικά σχήματα μπορούν να δώσουν λύση στους προκύπτοντες επενδυτικούς κινδύνους από το συχνά ελλιπές ή περίπλοκο ρυθμιστικό πλαίσιο.	Μέση
iii. Βιώσιμα επιχειρηματικά μοντέλα που εξετάζουν ολόκληρη τη διαδικασία κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης των ΣΘΕΠ και εμπλέκουν όλους τους παράγοντες μεταξύ ιδιοκτητών, τοπικών αρχών, διαχειριστών ακινήτων και φορέων εκμετάλλευσης των ενεργειακών υποδομών απαιτούνται για την ευρείας κλίμακας ανάπτυξη των ΣΘΕΠ.	Υψηλή

iv. Διαμόρφωση πολιτικής, κανονισμών και προτύπων για την δημιουργία νομοθεσίας που θα απευθύνεται στις ΣΘΕΠ και τον αντίκτυπό τους στην πραγματική διαδικασία κατασκευής και διαχείρισης. Βασικοί αντιπροσωπευτικοί δείκτες και ελάχιστες απαιτήσεις πρέπει να αναπτυχθούν περαιτέρω ή να επανακαθοριστούν σε επίπεδο συνοικίας. Απαιτούνται βελτιωμένα πρότυπα για τον καθορισμό των ΣΘΕΠ.	Υψηλή
v. Απαιτούνται κανονισμοί για το ποιοι μπορούν να κατέχουν και να λειτουργούν ΣΘΕΠ, με συνεταιριστικά σχήματα όπως οι Ενεργειακές Κοινότητες του ν. 4513/2018 να μπορούν να λύσουν ενδεχομένως αυτό το πρόβλημα. Οι τελευταίες αποτελούν συνεταιρισμούς προσανατολισμένους στις δραστηριότητες του ενεργειακού τομέα, ενώ προάγουν την συμμετοχικότητα και εξασφαλίζουν την δημοκρατικότητα στην λήψη αποφάσεων.	Μέση
vi. Ανάπτυξη ικανοτήτων, εκπαίδευση και κατάρτιση στην τοπική κοινότητα κρίνεται αναγκαία για την υποστήριξη της διαδικασίας ανάπτυξης ΣΘΕΠ. Αυτό απαιτεί την εποπτεία των τοπικών και περιφερειακών αρχών στην διαδικασία εφαρμογής του.	Μέση
vii. Απαιτείται καινοτομία από δημόσιους φορείς με ολοκληρωμένο τρόπο ενσωματωμένο στο γενικό όραμα της κάθε περιοχής. Από αυτήν την άποψη, η ισχυρή ηγεσία του δημόσιου τομέα είναι απαραίτητη για την καθοδήγηση της διαδικασίας μετασχηματισμού προς την εμφάνιση των ΣΘΕΠ. Εκτός από την δημιουργία καινοτόμων δημόσιων συμβάσεων, απαιτείται να ωθεί την καινοτομία και να ηγείται της αγοράς μέσω κατάλληλων μέτρων που στοχεύουν στην ανάπτυξη επενδυτικών έργων ΣΘΕΠ.	Υψηλή
viii. Αναπαραγωγή και ενσωμάτωση υλοποιημένων πιλοτικών συστημάτων επιτρέποντας την συνεργατική καινοτομία, το οποίο θα βελτιώσει τις απαιτούμενες μελέτες σκοπιμότητας και την πρόσβαση στην αγορά.	Μέση

## 2.4 Μεθοδολογίες και εργαλεία υπολογισμού

### 2.4.1 Εισαγωγή

Πριν από τη διαμόρφωση της ενεργειακής μοντελοποίησης, πρέπει να προσδιοριστεί η διαθεσιμότητα εξοπλισμού και δεδομένων κατανάλωσης. Είναι σημαντικό να είναι γνωστές οι υποδομές και οι δυνατότητες της συνοικίας. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει μερικά παραδειγματικά στοιχεία παραγωγής, αποθήκευσης και κατανάλωσης ενέργειας.

*Πίνακας 6 Στοιχεία παραγωγής, αποθήκευσης και κατανάλωσης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας [14]*

	Ηλεκτρικά	Θερμικά
<b>Παραγωγή</b>	Ανεμογεννήτριες	Μονάδες ΣΗΘ
	Φωτοβολταϊκά	Αντλίες θερμότητας
	Μονάδες ΣΗΘ	Λέβητες αερίου
	Κυψέλες καυσίμου	Θερμικά ηλιακά συστήματα
<b>Αποθήκευση</b>	Μπαταρίες	Αποθήκευση δεξαμενών ζεστού νερού
		Αποθήκευση υλικών αλλαγής φάσης
<b>Κατανάλωση</b>	Προφίλ κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	Προφίλ κατανάλωσης θερμικής ενέργειας

Η Συνοικία περιλαμβάνει πολλά κτίρια και εγκαταστάσεις, που συμφωνούν να λειτουργούν τους ενεργειακούς πόρους και τα φορτία τους με συντονισμένο τρόπο. Σε μια τέτοια περίπτωση, οι τοπικοί πόροι ενός κτιρίου θα πρέπει να συντονίζονται με ένα μηχανισμό βελτιστοποίησης για να διασφαλίζεται η επίτευξη των στόχων στο επίπεδο συνοικίας. Τυπικοί στόχοι που εφαρμόζονται στη βελτιστοποίηση της ενέργειας είναι η μείωση του ενεργειακού κόστους ή/και των αέριων εκπομπών ρύπων. Τα επιχειρηματικά μοντέλα καθορίζουν την ανταμοιβή που λαμβάνει κάθε ιδιοκτήτης κτιρίου και εγκατάστασης από την Συνοικία.

Κατά τη μελέτη των ΣΘΕΠ, η προσομοίωση αποδεικνύεται ότι είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάλυση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ θερμικών και ηλεκτρικών συστημάτων πριν από τη διεξαγωγή δοκιμών πεδίου. Λόγω του διατομεακού χαρακτήρα των συστημάτων, πρέπει να ενσωματωθούν σε μία μοντελοποίηση προκειμένου να μελετηθούν από κοινού τα αποτελέσματα τους. Ο αλγόριθμος βελτιστοποίησης οφείλει να συνδυάζει την οικονομική ένταξη των μονάδων παραγωγής με τις δυνατότητες μετατόπισης φορτίου. Αυτός, μπορεί να εκτελεί έναν προγραμματισμό παραγωγής, αποθήκευσης και κατανάλωσης ενέργειας που στηρίζεται στην τιμή της ενέργειας και επιτρέπει την υποστήριξη του δικτύου μειώνοντας το καθαρό φορτίο όταν αυτή είναι υψηλή. Για την επίτευξη των στόχων, μπορεί να εκμεταλλεύεται ιστορικά δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας για να προβλέψει ή να εκτιμήσει την ηλεκτρική και θερμική κατανάλωση. Επιπλέον, ανάλογα με τη συμβατική συμφωνία με τον προμηθευτή ενέργειας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι προβλέψεις τιμής ενέργειας που θα αγοραστούν ή θα πωληθούν για τη βελτιστοποίηση της τοπικής παραγωγής και αποθήκευσης σύμφωνα με τα επιχειρηματικά μοντέλα [14].

#### 2.4.2 Μεθοδολογίες

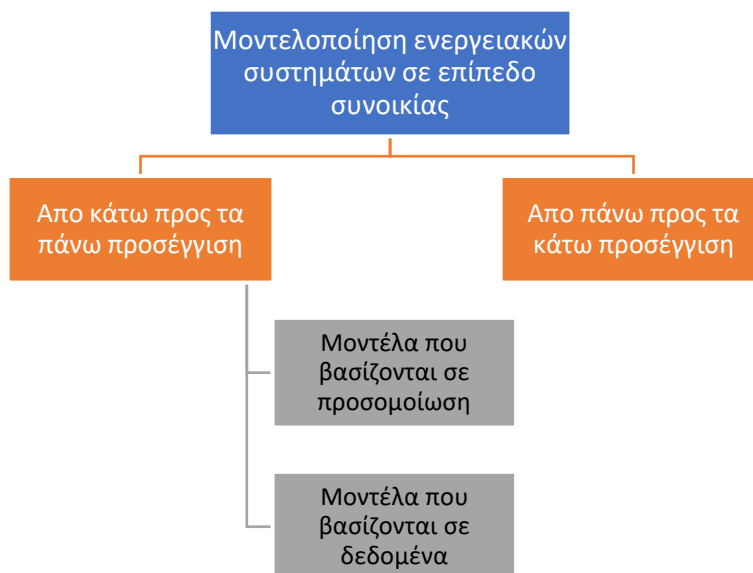
Αυτή η ενότητα παρέχει μια σύντομη ανασκόπηση των μεθόδων που είναι διαθέσιμες για την μοντελοποίηση ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας.

Ο σχεδιασμός πολλαπλών ενεργειακών συστημάτων αποκτά ολοένα και περισσότερη σημασία, που οφείλεται εν μέρει στην ανάγκη ενσωμάτωσης μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής. Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός απαιτεί την εξισορρόπηση ζήτησης και προσφοράς, ο οποίος μπορεί να υποβοηθείται από υπολογιστικές μεθόδους όπως ο μαθηματικός προγραμματισμός [24].

Η διαχείριση ροών σε πολλαπλά ενεργειακά συστήματα μπορεί να είναι περίπλοκη διαδικασία. Μια απλή ιδέα για τη διαχείριση ροών ενέργειας ρυθμίζοντας τη μετατροπή, την αποθήκευση και τη διανομή είναι ο ενεργειακός κόμβος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση ενεργειακών ροών σε ένα μεγάλο κτίριο, καθώς και συστήματα που κυμαίνονται σε μέγεθος από μια συνοικία μέχρι και σε εθνικό επίπεδο. Ο ενεργειακός κόμβος λαμβάνεται ως μία οντότητα που περιέχει όλες τις τεχνολογίες μετατροπής και αποθήκευσης, στον οποίο εισάγονται οι πρωτογενής ροές ενέργειας και εξάγονται στην έξοδο του τα αποτελέσματα. Οι εξεταζόμενες τεχνολογίες είναι κυρίως κεντρικά ενεργειακά συστήματα που βασίζονται στο θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Στο [25] χρησιμοποιήθηκε η προσέγγιση ενεργειακού κόμβου για τη βελτιστοποίηση, σε σχέση με τα επενδυτικά και λειτουργικά κόστη, ενός αστικού συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμα, υπάρχουν παρόμοιες προσεγγίσεις με αυτήν του ενεργειακού κόμβου που χρησιμοποιούν τεχνικές μαθηματικού προγραμματισμού για τη βελτιστοποίηση ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας. Στο [26] περιλαμβάνεται ένα πλαίσιο για τον σχεδιασμό ενός μικροδικτύου που βασίζεται

στο συνδυασμό θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, όπου κάθε νοικοκυριό είναι εξοπλισμένο με μικρές μονάδες ΣΗΘ.

Οι υφιστάμενες μέθοδοι μοντελοποίησης μπορούν να ταξινομηθούν βάσει της αναλυτικής προσέγγισης που ακολουθούν σε δύο βασικούς τύπους, τα μοντέλα με προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω και αυτά με προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω [27]. Μια κατηγοριοποίηση μεθόδων μοντελοποίησης ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας δίνεται στην επόμενη Εικόνα.



Εικόνα 8. Μια κατηγοριοποίηση των μεθόδων μοντελοποίησης ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας

i. Η προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω

Η προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω εξετάζει περιοχές σε μακροοικονομική κλίμακα, χωρίς να εστιάζει σε μεμονωμένους τελικούς χρήστες. Αυτή, αντιμετωπίζει το δομημένο περιβάλλον ως ενεργειακό χρήστη και χρησιμοποιεί ιστορικά δεδομένα για να αντιληφθεί πώς χρησιμοποιείται η ενέργεια στις συνοικίες. Τα πλεονεκτήματα των προσεγγίσεων από πάνω προς τα κάτω είναι:

- η συμπερίληψη κοινωνικών και τεχνικοοικονομικών δεδομένων
- ότι βασίζονται σε διαθέσιμα ιστορικά ενεργειακά δεδομένα
- η ευκαιρία που παρουσιάζουν για την εξαγωγή σχέσεων μεταξύ αστικής ενεργειακής χρήσης και μακροοικονομικών, δημογραφικών και τεχνολογικών επιπτώσεων.

Οι βασικοί περιορισμοί στα μοντέλα από πάνω προς τα κάτω είναι η χρήση συγκεντρωτικών δεδομένων για την εκτίμηση χρήσης ενέργειας και η γενίκευση των υφιστάμενων συνθηκών [28]. Στο [29] διερευνάται ο τρόπος με τον οποίο η χρήση ενέργειας των αστικών κτιρίων επηρεάζεται από μακροοικονομικούς παράγοντες.

ii. Η προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω

Η προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω παρεκτείνει τις εκτιμήσεις χρήσης ενέργειας μεμονωμένων στοιχείων, όπως είναι τα κτίρια, σε μεγαλύτερες κλίμακες. Αυτή η προσέγγιση βασίζεται σε εκτεταμένα δεδομένα για να εξετάσει την κατανάλωση ενέργειας κάθε χρήστη. Είναι η κυρίαρχη και η πιο εφαρμοσμένη προσέγγιση για τη μοντελοποίηση σχετικών ενεργειακών συστημάτων, ενώ ταξινομείται σε δύο κύριες ομάδες. Αυτές είναι τα μοντέλα

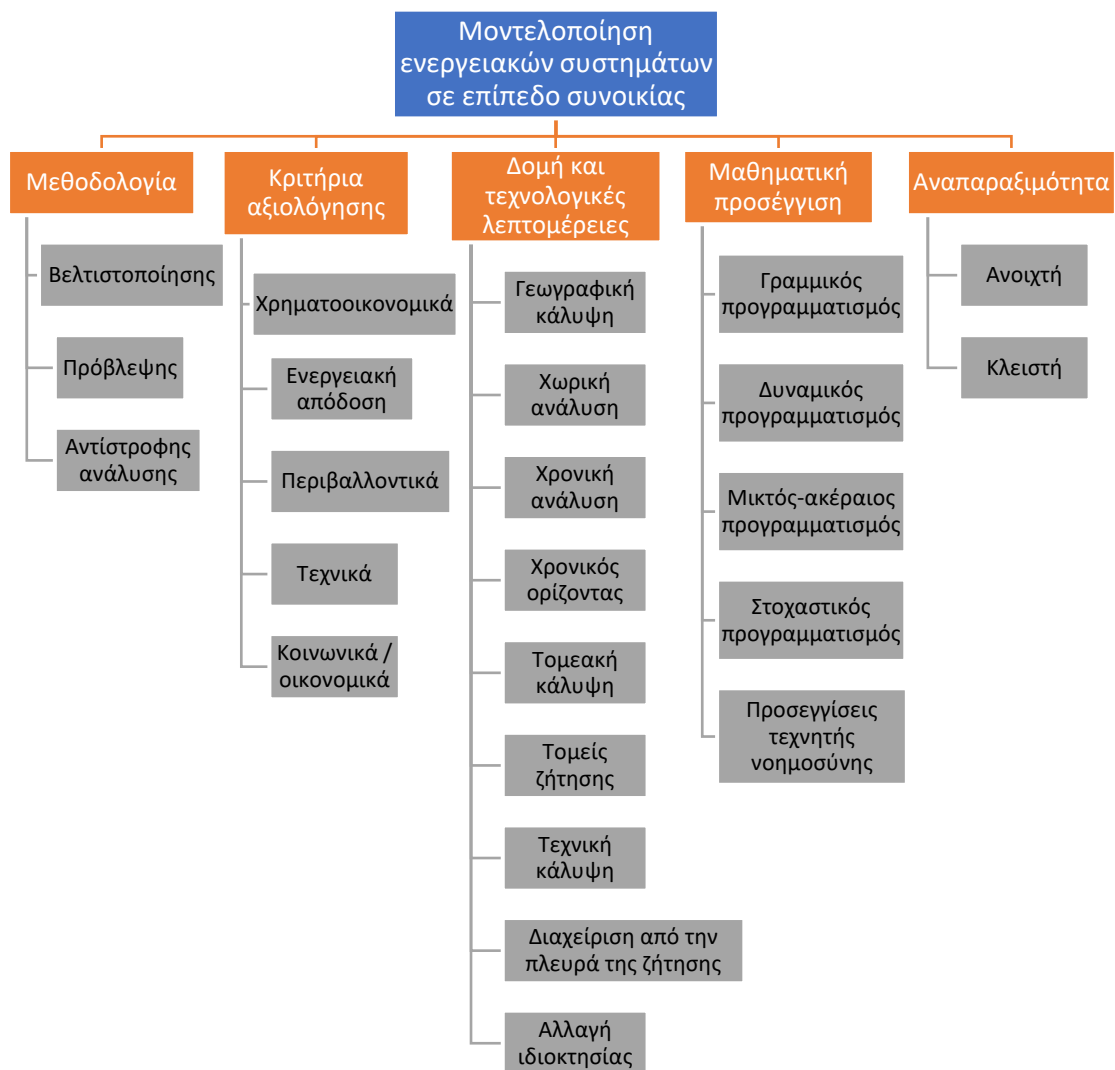


που βασίζονται σε προσομοίωση και στα μοντέλα που βασίζονται σε δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων μοντέλων που βασίζονται σε στατιστικά και τεχνητή νοημοσύνη [28].

Οι μέθοδοι μοντελοποίησης ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας, εκτός από την αναλυτική προσέγγιση που ακολουθούν μπορούν να ταξινομηθούν και σε άλλες κατηγορίες βάσει της οπτικής γωνίας που εξετάζονται. Στο [30] μπορεί να βρεθεί ταξινόμηση τους βάσει 5 ακόμα χαρακτηριστικών. Έτσι, οι μέθοδοι μοντελοποίησης ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας μπορούν να ταξινομηθούν βάσει:

- ✓ της μεθοδολογίας που εφαρμόζεται
- ✓ των κριτηρίων αξιολόγησης που επιλέγονται
- ✓ της δομής και των τεχνολογικών λεπτομερειών τους
- ✓ της μαθηματικής προσέγγισης που ακολουθείται
- ✓ της αναπαραξιμότητάς τους

Πιο συγκεκριμένα, οι παραπάνω ταξινομήσεις με τις υποκατηγορίες τους μπορούν να παρατηρηθούν στην επόμενη Εικόνα.



Εικόνα 9. Περαιτέρω κατηγοριοποιήσεις των μεθόδων μοντελοποίησης ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας [30]

#### 2.4.1 Εργαλεία υπολογισμού

Αυτή η ενότητα παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα εργαλεία υπολογισμού που είναι διαθέσιμα για την προσομοίωση και την ανάλυση των ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας.

Τα εργαλεία υπολογισμού αναπτύσσονται για να βοηθήσουν στην κατανόηση και τη διαχείριση της χρήσης ενέργειας στις ΣΘΕΠ. Τα υφιστάμενα εργαλεία μοντελοποιούν συχνά διαφορετικά ενεργειακά χαρακτηριστικά (π.χ. ενεργειακή συμπεριφορά κτιρίου) ανεξάρτητα το ένα από το άλλο και δρουν συνεργατικά, ενώ συνήθως παρέχουν διαφορετικά επίπεδα χωροχρονικών αναλύσεων. Τα υφιστάμενα εργαλεία συχνά εφαρμόζουν μια προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω, είτε ως στατιστικό μοντέλο βάσει δεδομένων είτε ως μοντέλο που βασίζεται σε προσομοίωση, σύμφωνα με την εισαγωγή δεδομένων τους. Μέχρι σήμερα, υπάρχει μικρός αριθμός εργαλείων για ενεργειακή μοντελοποίηση σε συνοικίες με ολοκληρωμένο τρόπο [28].

Τα εργαλεία υπολογισμού για την προσομοίωση και την ανάλυση των ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας είναι σκόπιμο να πληρούν τις εξής προϋποθέσεις – με φθίνουσα σημαντικότητα [30-32]:

- ✓ Ικανότητα διεξαγωγής της ανάλυσης στην απαιτούμενη κλίμακα, δηλαδή σε επίπεδο συνοικίας.
- ✓ Δυνατότητα του λογισμικού να παρέχει αποτελέσματα χρησιμοποιώντας απλοποιημένα και εύχρηστα δεδομένα εισόδου.
- ✓ Ενσωμάτωση τεχνολογιών καθαρών μορφών ενέργειας και αποθήκευσης.
- ✓ Τεχνική ικανότητα μοντελοποίησης ενεργειακών τεχνολογιών πολλαπλών τύπων.
- ✓ Ικανότητα μοντελοποίησης κάλυψης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας.
- ✓ Δυνατότητα συνδυασμού παραπάνω από ενός ενεργειακού συστήματος.
- ✓ Εισαγωγή κάποιου είδους βελτιστοποίησης στην εφαρμογή του εργαλείου.
- ✓ Εφαρμογή από κάτω προς τα πάνω αναλυτικής προσέγγισης.
- ✓ Ικανότητα παροχής γρήγορων αποτελεσμάτων προκειμένου να διευκολυνθεί η επαναληπτική φύση της ανάλυσης κατά την αξιολόγηση αρκετών μέτρων αναπαραγωγής.
- ✓ Δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων φορτίου, κλιματικών συνθηκών και εξαγωγής της ενεργειακής παραγωγής των μονάδων, σε τουλάχιστον ωριαίο χρονικό βήμα.
- ✓ Δυνατότητα παροχής αποτελεσμάτων σε κατάλληλη μορφή που επιτρέπει την αξιολόγηση των διαφορετικών σεναρίων βάσει επιλεγμένων δεικτών.
- ✓ Υψηλά επίπεδα αποτελεσματικότητας κόστους και φιλικότητας προς τον χρήστη.

Σε αυτήν την κατεύθυνση, τα εργαλεία υπολογισμού που έχουν επιλεγθεί πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις ενώ προτείνονται και από αρκετές πηγές της διεθνούς βιβλιογραφίας ως κατάλληλα εργαλεία υπολογισμού για την προσομοίωση και την ανάλυση ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας. Τα συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά για κάθε εργαλείο υπολογισμού μπορούν να παρατηρηθούν στον επόμενο συνοπτικό Πίνακα:

Πίνακας 7. Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά επιλεγμένων εργαλείων υπολογισμού για την προσομοίωση και την ανάλυση των ενεργειακών συστημάτων σε επίπεδο συνοικίας [24, 30-32]

	TRNSYS	HOMER Pro	DER-CAM	RET Screen	Energy PLAN	Energy PRO	eTransport	MARKAL
<b>Μεθοδολογία</b>	Βελτιστοποίηση	Βελτιστοποίηση Πρόβλεψη	Βελτιστοποίηση	Βελτιστοποίηση Πρόβλεψη	Βελτιστοποίηση	Βελτιστοποίηση	Βελτιστοποίηση Πρόβλεψη	Βελτιστοποίηση
<b>Κριτήρια αξιολόγησης</b>	Οικονομικά	Οικονομικά	Οικονομικά Εκπομπών ΑτΘ	Οικονομικά Εκπομπών ΑτΘ Ενεργειακά	Οικονομικά Εκπομπών ΑτΘ Ενεργειακά Κοινωνικά	Οικονομικά	Οικονομικά	Οικονομικά
<b>Αναλυτική προσέγγιση</b>	Από κάτω προς τα πάνω	Από κάτω προς τα πάνω	Από κάτω προς τα πάνω	Από κάτω προς τα πάνω	Από κάτω προς τα πάνω	Από κάτω προς τα πάνω	Από κάτω προς τα πάνω	Από κάτω προς τα πάνω
<b>Γεωγραφική κάλυψη</b>	Κτίρια	Τοπική	Κτίρια, Μικροδίκτυα	Τοπική μέχρι Περιφερειακή	Τοπική μέχρι Ηπειρωτική	Τοπική μέχρι Περιφερειακή	Ορίζεται από τον χρήστη	Τοπική μέχρι Περιφερειακή
<b>Χρονική ανάλυση</b>	Δευτερόλεπτα	Λεπτά	Λεπτά	Ώρες	Ώρες	Λεπτά	Ώρες	Ορίζεται από τον χρήστη
<b>Χρονικός ορίζοντας</b>	Αρκετά έτη	Αρκετά έτη	20 έτη Κατά μέγιστο	50 έτη Κατά μέγιστο	1 έτος	40 έτη Κατά μέγιστο	1-30 έτη	Ορίζεται από τον χρήστη
<b>Τομεακή κάλυψη</b>	Ηλεκτρισμός Θερμότητα Ψύξη	Ηλεκτρισμός Θερμότητα Υδρογόνο	Ηλεκτρισμός Θερμότητα Ψύξη	Ηλεκτρισμός Θερμότητα Ψύξη	Ηλεκτρισμός Θερμότητα Ψύξη Υδρογόνο Μεταφορές	Ηλεκτρισμός Θερμότητα Ψύξη	Ηλεκτρισμός Θερμότητα Ψύξη Μεταφορές	Ηλεκτρισμός Θερμότητα Ψύξη Υδρογόνο Μεταφορές
<b>Τεχνολογική κάλυψη</b>	ΑΠΕ Αποθήκευση Συμβατικές τεχνολογίες	ΑΠΕ Αποθήκευση Συμβατικές τεχνολογίες	ΑΠΕ Αποθήκευση Συμβατικές τεχνολογίες	ΑΠΕ Αποθήκευση Συμβατικές τεχνολογίες	ΑΠΕ Αποθήκευση Συμβατικές τεχνολογίες	ΑΠΕ Αποθήκευση Συμβατικές τεχνολογίες	ΑΠΕ Αποθήκευση Συμβατικές τεχνολογίες	ΑΠΕ Αποθήκευση Συμβατικές τεχνολογίες
<b>Πρόσβαση</b>	Ελεύθερη	Εμπορική	Ελεύθερη	Εμπορική	Ελεύθερη	Εμπορική	Εμπορική	Εμπορική
<b>Πηγή</b>	[33]	[34]	[35]	[36]	[37]	[38]	[39]	[40]

Πιο αναλυτικά, παρατίθεται μια σύντομη περιγραφή για καθένα από τα 8 εργαλεία του παραπάνω Πίνακα.

#### **i. TRNSYS**

Το TRNSYS έχει χρονικό βήμα καθορισμένο από το χρήστη ξεκινώντας από 1 δευτερόλεπτο. Σε αυτό διατίθεται μια ολοκληρωμένη βιβλιοθήκη με ενεργειακά και τεχνοοικονομικά στοιχεία. Το TRNSYS είναι ένα εργαλείο προσομοίωσης σε επίπεδο κτιρίου, ενώ τα συστήματά του αναλύονται λεπτομερώς. Ο αριθμός των συστατικών και των παραμέτρων που απαιτούνται για ένα σύστημα σε επίπεδο συνοικίας θα μπορούσε να είναι πολύπλοκος, απαιτώντας υψηλό επίπεδο γνώσης τέτοιων συστημάτων, ενώ πολύπλοκοι υπολογισμοί απαιτούν αρκετό χρόνο. Σε αυτό, το TRNSYS μπορεί να παρέχει λύση, αναλύοντας μεμονωμένα κτίρια και εγκαταστάσεις του συστήματος. Έχει χρησιμοποιηθεί για τη μοντελοποίηση υβριδικών ηλιακών θερμικών συστημάτων με θερμική και ηλεκτρική αποθήκευση. Το TRNSYS και παρόμοια εργαλεία προσομοίωσης σε επίπεδο κτιρίου μπορούν με κατάλληλη κλιμάκωση να χρησιμοποιηθούν σε επίπεδο συνοικίας [32, 33].

#### **ii. HOMER Pro**

Το HOMER Pro είναι ένα ολοκληρωμένο εργαλείο σε κλίμακα συνοικίας, το οποίο αναπτύχθηκε αρχικά για να υποστηρίξει το σχεδιασμό μικροδικτύων εκτός δικτύου, αλλά επεκτάθηκε σε συνδεδεμένα μοντέλα και σε θερμικά συστήματα δικτύου. Κλασικό παράδειγμα υπολογισμού του είναι η μοντελοποίηση υβριδικών συστημάτων, όπως για παράδειγμα ο συνδυασμός ηλιακής ενέργειας με βιομάζα σε μια απομακρυσμένη περιοχή στο Πακιστάν. Αυτή η μελέτη χρησιμοποίησε τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, το διαθέσιμο ηλιακό δυναμικό, το δυναμικό βιομάζας και το κόστος για την ανάλυση της τεχνοοικονομικής βιωσιμότητας ενός τέτοιου συστήματος [32]. Γενικά το εργαλείο συνδυάζει διατομεακή προσέγγιση και καινοτόμες τεχνολογίες, με σαφή εστίαση στην ηλεκτρική ενέργεια. Ακόμα, παρέχει χρήσιμη σύνδεση με την Simulink της Matlab, για την κατασκευή προσωπικού αλγορίθμου ένταξης παραγωγικών μονάδων. Το HOMER χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση του μεγέθους συστημάτων χρησιμοποιώντας ένα ωριαίο ενεργειακό ισοζύγιο και με το ελάχιστο καθαρό παρόν κόστος ως αντικειμενική συνάρτηση [34].

#### **iii. DER-CAM**

Το DER-CAM είναι ένα εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων που εξυπηρετεί πρωτίστως τον σκοπό εύρεσης βέλτιστων επενδύσεων διεσπαρμένων ενεργειακών πόρων (DER) στο πλαίσιο είτε κτιρίων είτε σε αυτό μικροδικτύων. Το DER-CAM μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναζητηθεί το βέλτιστο μέγεθος και η θέση ενός μεγάλου εύρους DER, ενώ ταυτόχρονα βελτιστοποιεί πολλαπλές ροές αξίας που περιλαμβάνουν μετατόπιση φορτίου, συμφωνίες εξαγωγής ισχύος ή συμμετοχή σε αγορές βοηθητικών υπηρεσιών. Η αντικειμενική συνάρτηση του DER-CAM μπορεί εύκολα να τροποποιηθεί, ενώ συνήθως ορίζεται ως το συνολικό ετήσιο κόστος προμήθειας ενέργειας. Επιπλέον, όλες οι ροές αξίας που σχετίζονται με τη βέλτιστη κατανομή διεσπαρμένων μονάδων που καθορίζεται από το DER-CAM λαμβάνονται υπόψη στην αντικειμενική λειτουργία, τόσο με τη μορφή αποφευχθέντος κόστους όσο και συμμετοχής στην αγορά [35].

#### **iv. RET Screen**

Το λογισμικό ανάλυσης έργων RETScreen είναι ένα εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων που αναπτύχθηκε με τη συμβολή της κυβέρνησης του Καναδά, της βιομηχανίας και του ακαδημαϊκού χώρου. Στόχος του RETScreen είναι να καθορίσει εάν η ισορροπία κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας κατά τη διάρκεια ζωής ενός έργου αποτελεί μια ελκυστική οικονομική πρόταση. Το RETScreen μπορεί να αναλύσει χρονικό ορίζοντα έως και 50 ετών σε μηνιαία ή ετήσια χρονικά βήματα. Το λογισμικό μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε ενεργειακό σύστημα, από μεμονωμένα έργα έως παγκόσμιες εφαρμογές. Επιπλέον, το μοντέλο εξετάζει όλους τους τομείς του ενεργειακού συστήματος εκτός από τον τομέα των μεταφορών. Όλες οι θερμοπαραγωγικές και ανανεώσιμες τεχνολογίες μπορούν να ληφθούν υπόψη για τη χρήση του RETScreen, ωστόσο, δεν μπορεί να μοντελοποιήσει τεχνολογίες υδρογόνου ή μεταφοράς. Το RETScreen υπολογίζει μια ποικιλία χρηματοοικονομικών δεικτών (π.χ. καθαρή παρούσα αξία) για να αξιολογήσει τη βιωσιμότητα του έργου ενώ προσδιορίζει πώς η αβεβαιότητα στις εκτιμήσεις διαφόρων βασικών παραμέτρων μπορεί να επηρεάσει την οικονομική βιωσιμότητα του έργου. Μεταξύ άλλων, το RETScreen έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της σκοπιμότητας της ανάπτυξης αιολικών πάρκων στην Αλγερία και της σκοπιμότητας και μείωσης αερίων του θερμοκηπίου στον οικιακό τομέα [36, 37].

#### **v. Energy PLAN**

Το EnergyPLAN είναι ένα εθνικό και περιφερειακό εργαλείο σχεδιασμού που έχει χρησιμοποιηθεί για τη μοντελοποίηση 100% ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εφαρμόζεται σε κλίμακα συνοικίας, ενώ χρησιμοποιήθηκε για τη μοντελοποίηση του νησιού Mljet στην Κροατία, καθώς και σε μια μελέτη για την προσομοίωση της ενσωμάτωσης ΑΠΕ και αποθήκευσης υδρογόνου στα νησιωτικά συστήματα. Η εστίαση του EnergyPLAN υποστηρίζει τεχνικές και οικονομικές αναλύσεις. Το εργαλείο είναι ντετερμινιστικό και χρησιμοποιεί ωριαίο ενεργειακό ισοζύγιο για ένα χρόνο για τον υπολογισμό της ενέργειας που παράγεται, αποθηκεύεται, απορρίπτεται, καταναλώνεται, εξάγεται, κ.λπ. [32, 37].

#### **vi. Energy PRO**

Το Energy PRO είναι ένα πλήρες εργαλείο μοντελοποίησης για συνδυασμένο τεχνοοικονομικό σχεδιασμό, ανάλυση και βελτιστοποίηση έργων συμπαραγωγής ορυκτών καυσίμων με βιοκαύσιμα, καθώς και αιολικής ενέργειας και άλλων σύνθετων ενεργειακών έργων. Το Energy PRO μπορεί να μοντελοποιήσει όλους τους τύπους θερμικής παραγωγής, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και αποθήκευσης ενέργειας, και διαμορφώνει τομείς ηλεκτρικής ενέργειας και τηλεθέρμανσης. Η ανάλυση πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας χρονικό βήμα 1 λεπτού για μέγιστη διάρκεια 40 ετών. Επιπλέον, το μοντέλο Energy PRO περιέχει όλες τις χρηματοοικονομικές πτυχές, όπως τιμές καυσίμων, κόστος διαχείρισης καυσίμων, κόστος επένδυσης, κόστος λειτουργίας, καθώς και περιβαλλοντικά κόστη. Μέχρι σήμερα, το μοντέλο Energy PRO έχει χρησιμοποιηθεί, μεταξύ άλλων, για την ανάλυση μονάδων ΣΗΘ και την αποθήκευση ενέργειας συμπιεσμένου αέρα. Τέλος, το Energy PRO έχει μοντελοποιήσει μεμονωμένα έργα όπου το 100% της ζήτησης καλύπτεται από ΑΠΕ [37, 38].

#### **vii. eTransport**

Το εργαλείο eTransport είναι ένα μοντέλο για τον σχεδιασμό τοπικών ενεργειακών συστημάτων όπου διαφορετικοί φορείς ενέργειας και τεχνολογίες λαμβάνονται ταυτόχρονα υπόψη. Το μοντέλο δίνει στον χρήστη μια γραφική επισκόπηση ενός δεδομένου ενεργειακού

συστήματος (π.χ. Δήμος, πόλη, συνοικία) σχετικά με το κόστος, τις περιβαλλοντικές συνέπειες και τη χρήση τοπικών ενεργειακών πόρων. Το eTransport μπορεί να βελτιστοποιήσει συστήματα που περιλαμβάνουν τους περισσότερους ενεργειακούς φορείς, ενώ μπορεί επίσης να περιλαμβάνει διακριτές οδικές ή σιδηροδρομικές μεταφορές, καθώς και μεταφορές με πλοίο. Το κύριο καθήκον του μοντέλου είναι να βελτιστοποιήσει τις επενδύσεις σε υποδομές με ορίζοντα προγραμματισμού αρκετών δεκαετιών. Ο κύριος στόχος του είναι να προσφέρει διαθεσιμότητα ενέργειας στον τελικό χρήστη σε τέτοιες ποσότητες και σε τέτοια μορφή ώστε οι απαιτήσεις του να καλύπτονται με τον βέλτιστο οικονομικό και περιβαλλοντικό τρόπο. Ακόμα, στο πλαίσιο της επενδυτικής ανάλυσης, το μοντέλο βελτιστοποιεί την ημερήσια λειτουργία για διαφορετικές περιόδους του έτους για κάθε εναλλακτικό σχεδιασμό συστήματος. Το πλήρες μοντέλο αποθηκεύεται σε μια βάση δεδομένων και τα αποτελέσματα μπορούν να εξαχθούν στο MS Excel [39].

#### **viii. MARKAL**

Το MARKAL είναι ένα ενεργειακό, οικονομικό και περιβαλλοντικό εργαλείο γενικής χρήσης που αντιπροσωπεύει την εξέλιξη για μια περίοδο συνήθως 20 έως ακόμα και 100 ετών ενός ενεργειακού συστήματος από το επίπεδο συνοικίας μέχρι και τη παγκόσμια κλίμακα. Ολόκληρο το ενεργειακό σύστημα μπορεί να μοντελοποιηθεί και αντιπροσωπεύεται ως δίκτυο, που απεικονίζει όλες τις πιθανές ροές ενέργειας. Κάθε σύνδεσμος στο δίκτυο χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο τεχνικών χαρακτηριστικών (π.χ. χωρητικότητα, παράγοντες διαθεσιμότητας, αποτελεσματικότητα), συντελεστών περιβαλλοντικών εκπομπών (π.χ. CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>) και οικονομικών παραγόντων (π.χ. κεφάλαιο και κόστος). Όλες οι τεχνολογίες παραγωγής, αποθήκευσης, μετατροπής και μεταφοράς μπορούν να προσομοιωθούν στο εργαλείο, ενώ διαφορετικά ενεργειακά δίκτυα είναι εφικτά σε κάθε χρονική περίοδο. Το MARKAL βρίσκει τα το βέλτιστο συνδυασμό ΑΠΕ για κάθε χρονική περίοδο επιλέγοντας το σύνολο επιλογών που ελαχιστοποιεί το συνολικό προεξοφλημένο κόστος συστήματος σε ολόκληρο τον ορίζοντα προγραμματισμού, εντός των ορίων όλων των επιβαλλόμενων πολιτικών και φυσικών περιορισμών. Το MARKAL έχει χρησιμοποιηθεί για πολλές μελέτες, και ένα παράδειγμα αυτών είναι η μελέτη διερεύνησης του δυναμικού δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα [37, 40].

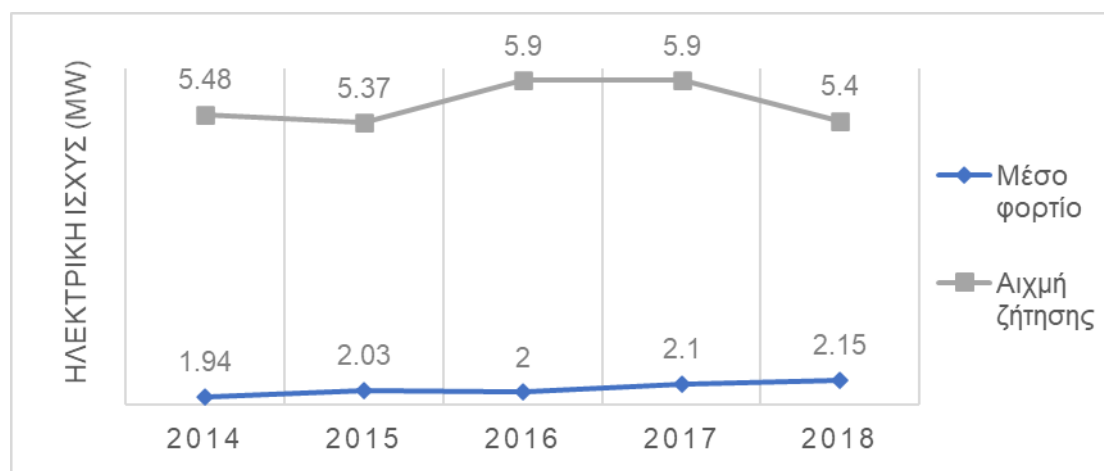
## Κεφάλαιο 3 Περίπτωση μελέτης– Συνοικία Θετικού Ενεργειακού Προσήμου στη Πάτμο

### 3.1 Γενικές πληροφορίες για το Ηλεκτρικό Σύστημα της Πάτμου

Το Ηλεκτρικό Σύστημα (ΗΣ) Πάτμου εξυπηρετεί τις ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας συνολικού ύψους 3,047 κατοίκων. Εάν ληφθεί υπόψιν η μεγάλη διακύμανση της ημερήσιας και εποχικής ζήτησης είναι κατανοητό ότι οι συνθήκες λειτουργίας των μονάδων είναι συχνά απαιτητικές, ενώ ουσιαστικό πρόβλημα αποτελεί το κόστος των συμβατικών μονάδων, που για μεγάλο διάστημα δεν λειτουργούν στο βέλτιστο σημείο λειτουργίας τους, με μειωμένο βαθμό απόδοσης.

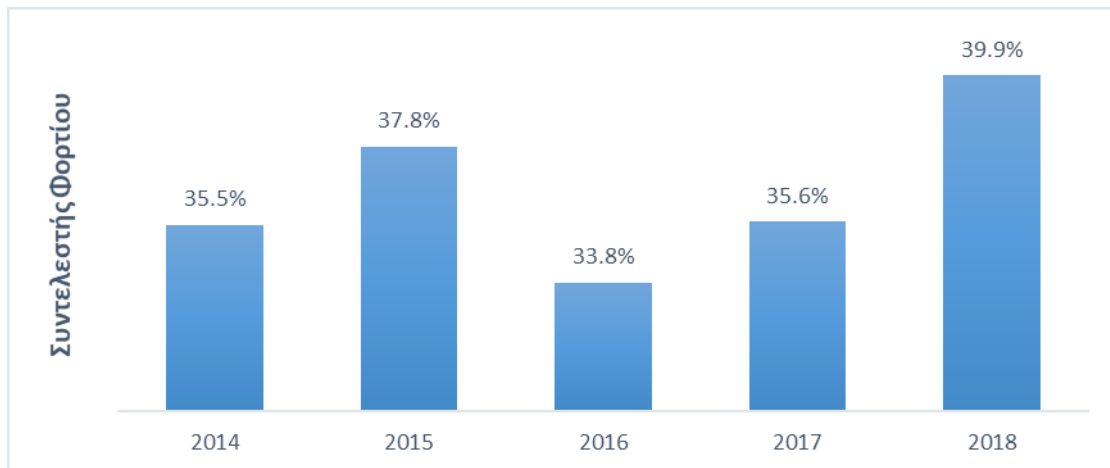
Μια απεικόνιση της εξέλιξης της μέγιστης ετήσιας αιχμής της ζήτησης και του μέσου φορτίου από το 2014 έως το 2018 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3, ενώ ο συντελεστής φορτίου από το 2014 έως το 2018 απεικονίζεται στο Διάγραμμα 4.

Γίνεται άμεσα κατανοητό ότι αυξάνεται σταθερά η ζήτηση παρόλη τη μείωση στην αιχμή της τελευταίας χρονιάς, και σαν αποτέλεσμα και οι ανάγκες του νησιού, ενώ ταυτόχρονα διατηρείται η εποχικότητα του φορτίου. Οπότε τίθεται σταδιακά το θέμα της ευέλικτης εξυπηρέτησης επαυξημένης ισχύος στο ΗΣ με νέες μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής. Οι ΣΘΕΠ μπορούν να δώσουν απάντηση σε αυτό το ζήτημα καλύπτοντας μέρος της αυξανόμενης ζήτησης με ελεγχόμενο τρόπο και χωρίς αυξάνουν τις τοπικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ρύπων του νησιού.



Διάγραμμα 3. Μεταβολή της μέγιστης αιχμής της ζήτησης στο ηλεκτρικό σύστημα Πάτμου [41]

Ο συντελεστής φορτίου εκφράζει τον λόγο της καταναλισκόμενης ενέργειας στο ΗΣ σε σχέση με την ενέργεια που θα μπορούσε να παραχθεί αν οι συμβατικές μονάδες παραγωγής του Τοπικού Σταθμού Παραγωγής (ΤΣΠ) Πάτμου και οι μονάδες ΑΠΕ λειτουργούσαν στην αιχμή του συστήματος για όλες τις ώρες του έτους. Το σύστημα είναι επιθυμητό να λειτουργεί με συντελεστή όσο το δυνατόν πιο κοντά στο 100% ώστε να εξασφαλίζεται η οικονομικότητα των συμβατικών μονάδων. Είναι κατανοητό ότι λόγω της μεγάλης εποχικότητας της ζήτησης στην Πάτμο, ο συντελεστής αυτός είναι αρκετά μικρότερος κάτι που είναι ενδεικτικό των ΜΔΝ και του αυξημένου κόστους παραγωγής.



Διάγραμμα 4. Μεταβολή του συντελεστή φορτίου στο ΗΣ Πάτμου [41]

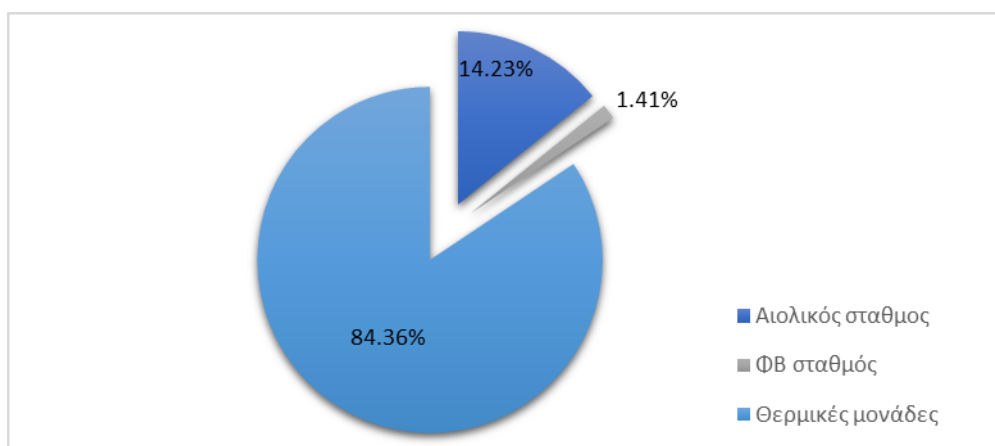
Η εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που καλούνται να καλύψουν την ζήτηση ενέργειας στο ΗΣ Πάτμου παρουσιάζεται στον επόμενο Πίνακα.

Πίνακας 8 Εγκατεστημένη ισχύ μονάδων ΑΠΕ στο ηλεκτρικό σύστημα [41]

Ηλεκτρικό σύστημα	Εγκατεστημένη ισχύς (kW)				
	Αιολικός Σταθμός	Φωτοβολταϊκοί σταθμοί	Φωτοβολταϊκά στέγης	Φωτοβολταϊκά ενεργειακού συμψηφισμού	Θερμικές μονάδες
Πάτμος	1,200	149.625	39.32	4.935	7,600

Στον ΤΣΠ Πάτμου βρίσκονται εγκατεστημένα έξι όμοια Ηλεκτροπαραγωγά Ζεύγη (Η/Ζ), συνολικής αποδιδόμενης ισχύος θέρους 6.6 MW που καταναλώνουν καύσιμο diesel και ένα φορητό Η/Ζ, το οποίο μεταφέρθηκε και εγκαταστάθηκε από τον ΤΣΠ Ικαρίας, ισχύος 1MW, που επίσης καταναλώνει καύσιμο diesel.

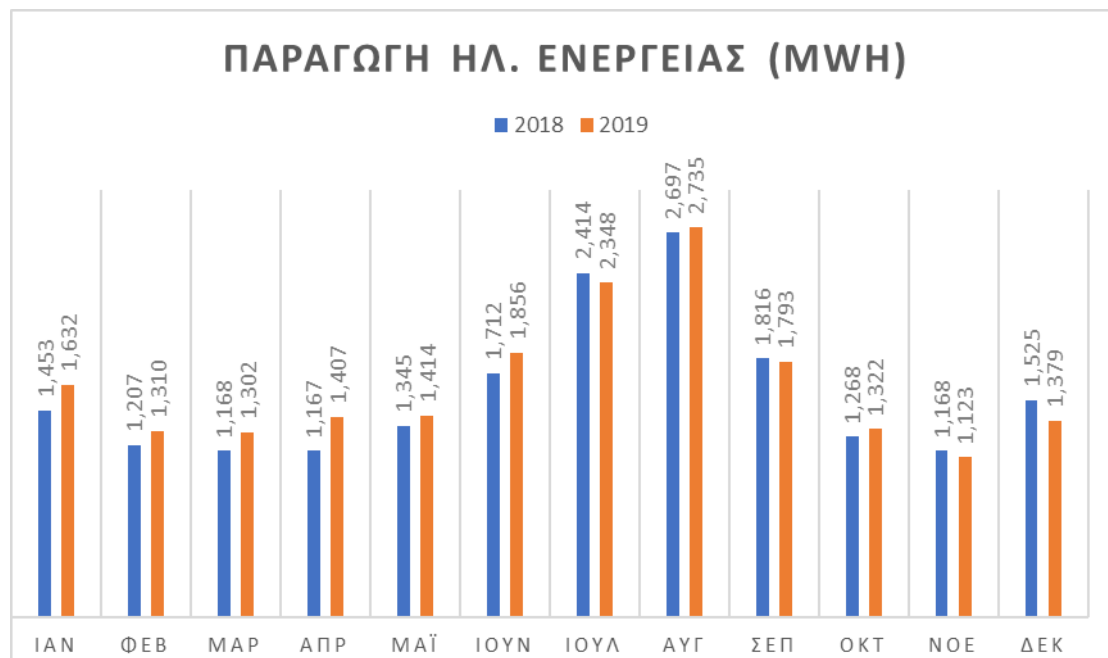
Η συνολική συμβολή στην παραγωγή ενέργειας του 2018 για το ΗΣ Πάτμου απεικονίζεται στην Εικόνα 10. Η μεταβλητότητα της παραγωγής και ο χαμηλός ρυθμός εκμετάλλευσης των ΑΠΕ, καθώς και οι περιορισμοί που ενδέχεται να επιβληθούν από τον διαχειριστή του συστήματος, είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο το ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας των ΑΠΕ είναι σχετικά μικρό.



Εικόνα 10. Συνεισφορά κάθε τεχνολογίας στην παραγόμενη ενέργεια του ηλεκτρικού συστήματος το 2018 [41]



Τέλος, στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζεται η μηνιαία εξέλιξη ζήτηση της ενέργειας για τα έτη 2018 και 2019 μέσω της ηλεκτροπαραγωγής των θερμικών μονάδων και των μονάδων ΑΠΕ στο νησί. Παρατηρείται, αν και μικρή, αύξηση της ζήτησης το 2019, ενώ και στα 2 έτη, όπως ήταν αναμενόμενο, γίνεται αισθητή η εποχικότητα της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας.



Διάγραμμα 5. Εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής όλων των μονάδων σε μηνιαία βάση για το 2018 και το 2019 [41]

### 3.2 Ορισμός και ανάλυση βάσης της ΣΘΕΠ

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα κτίρια και οι εγκαταστάσεις που θα αποτελέσουν συνολικά την επιλεγμένη Συνοικία Θετικού Ενεργειακού Προσήμου στην Πάτμο. Η ΣΘΕΠ θα περιέχει κυρίως τμήμα του οικισμού της Σκάλας, που είναι και ο πολυπληθέστερος οικισμός (2,058 κάτ.) του νησιού και θα αποτελείται από δημοτικά και δημόσια κτίρια, εγκαταστάσεις, καθώς και 20 κατοικίες στην Σκάλα.

Ξεκινώντας από κτίρια και εγκαταστάσεις του Δήμου και συνεχίζοντας στις επιλεγμένες κατοικίες του οικισμού η ΣΘΕΠ επιλέγεται τέτοια ώστε να συμπεριλάβει σημαντικά σημεία της Πάτμου, ώστε να αυξηθεί ο θετικός αντίκτυπος της τοπική ενεργειακής μετάβασης, και να ακολουθήσουν και άλλες περιοχές του νησιού στην κατεύθυνση της από-ανθρακοποίησης του ενεργειακού του συστήματος.

Κύριος στόχος αποτελεί η ΣΘΕΠ να συμπεριλαμβάνει συνέργειες μεταξύ των τομέων ηλεκτρισμού, θερμότητας, ψύξης των επιλεγμένων κτιρίων αλλά και της βιώσιμης κινητικότητας, και της διαχείρισης υδάτων και λυμάτων σε ένα πρώτο στάδιο. Ο Δήμος μπορεί να ηγηθεί μιας τέτοιας διατομεακής πρωτοβουλίας διαθέτοντας την απαραίτητη κοινωνική στήριξη, συμβάλλοντας ενεργά στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής εντός των συνόρων του.

Πιο συγκεκριμένα στην επόμενη Εικόνα μπορεί να παρατηρηθεί η οριοθέτηση της ΣΘΕΠ εντός του οικισμού και οι επιλεγμένες περιοχές που την αποτελούν.



Εικόνα 11 Άποψη της επιλεγμένης ΣΘΕΠ και των περιοχών που την απαρτίζουν στον οικισμό Σκάλας του Δήμου Πάτμου

Αυτές οι περιοχές όπως φαίνονται στην παραπάνω Εικόνα είναι:

- Το Πάτμιον
- Η Αγορά
- Η Αστυνομία
- Το Δημοτικό Σκάλας
- Το Νηπιαγωγείο Σκάλας
- Το ΕΠΑΛ Πάτμου
- Ο Σταθμός Αφαλάτωσης
- Οι 2 Χώροι Στάθμευσης
- Οι 20 κατοικίες

Στην συνέχεια, για κάθε κτίριο θα υπολογιστούν οι απαιτήσεις ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας πριν και μετά από δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης που θα εφαρμοστούν. Στην αφαλάτωση θα υπολογιστεί η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών σε πόσιμο νερό του νησιού, ενώ στους επιλεγμένους Χώρους Στάθμευσης θα υπολογιστεί η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς φόρτισης που θα εγκατασταθούν και θα καλύπτουν νέα δημοτικά και ιδιωτικά ηλεκτρικά οχήματα. Στο τέλος θα προκύψουν συνολικά προφίλ κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που θα

κληθούν να εξυπηρετήσουν οι διεσπαρμένες μονάδες της ΣΘΕΠ, αποτελώντας έτσι τις εισόδους φορτίου στην μοντελοποίηση που θα πραγματοποιηθεί στο Κεφάλαιο 4.

### 3.2.1 Δημοτικά κτίρια

Την κατηγορία των Δημοτικών κτιρίων που θα αποτελέσουν τη βάση της ΣΘΕΠ απαρτίζουν:

- i. Το Πάτμιον
- ii. Η Αγορά
- iii. Η Αστυνομία
- iv. Το Δημοτικό Σκάλας
- v. Το Νηπιαγωγείο Σκάλας
- vi. Το ΕΠΑΛ Πάτμου

Για τα κτίρια του Δήμου Πάτμου τα δεδομένα προέκυψαν από μελέτες του Δικτύου Αειφόρων Νήσων -συμβούλου του Δήμου-, από δεδομένα που συλλέχθηκαν από τον Δήμο, εκτιμήθηκαν μέσω του υπολογιστικού προγράμματος 4M και υπολογίστηκαν σύμφωνα με την σχετική διεθνή βιβλιογραφία, σε συνεργασία και με την Τεχνική Υπηρεσία (ΤΥΠ) Πάτμου.

Συγκεκριμένα, αρχιτεκτονικά σχέδια των κτιρίων αποκτήθηκαν μέσω της ΤΥΠ του Δήμου σε συνδυασμό με κάποια δεδομένα υφιστάμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Η υφιστάμενη θερμική απαίτηση ανά κτίριο υπολογίστηκε μέσω του υπολογιστικού προγράμματος 4M. Ακόμα, λόγω μικρής διαθεσιμότητας λογαριασμών κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, οι υφιστάμενες απαιτήσεις για ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιήθηκαν ύστερα από εκτιμήσεις και σε συνεργασία με πίνακες της ASHRAE και την ΤΥΠ.

Επιπρόσθετα, οι παθητικές δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης θεωρείται ότι πραγματοποιούνται ταυτόχρονα κατά την δημιουργία της ΣΘΕΠ, και στα πλαίσια της ορθής φιλοσοφίας που περιβάλλει την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, όπου οι συνθήκες το επιτρέπουν. Οι νέες θερμικές απαιτήσεις υπολογίστηκαν και αυτές από το υπολογιστικό πρόγραμμα 4M, ενώ οι νέες ηλεκτρικές απαιτήσεις ύστερα από εκ νέου εκτιμήσεις λόγω κυρίως της αντικατάστασης των λαμπτήρων με νέες τεχνολογίες τύπου LED.

Οπότε τελικά, στον παρακάτω Πίνακα μπορούν να παρατηρηθούν οι μέγιστες θερμικές και ηλεκτρικές απαιτήσεις ισχύος πριν και μετά τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης και τα κόστη των τελευταίων.

*Πίνακας 9 Μέγιστες θερμικές και ηλεκτρικές απαιτήσεις ισχύος πριν και μετά από τις αντίστοιχες δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης στα Δημοτικά κτίρια της Πάτμου [42-45]*

Κτίρια	Μέγιστες Θερμικές Απαιτήσεις (kW)		Μέγιστες Ηλεκτρικές Απαιτήσεις (kW)		Δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης	Κόστος (€)
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά		
ΕΠΑΛ	129	84	63	51	Μόνωση, Κουφώματα, Φωτισμός, Φυτεύσεις	77,000
Δημοτικό	85	52	42	35	Μόνωση, Κουφώματα, Φωτισμός, Φυτεύσεις	49,500
Νηπιαγωγείο	42	42	21	17	Φωτισμός	36,700

Πάτμιον	132	89	52	41	Μόνωση, Κουφώματα, Φωτισμός	62,000
Αγορά	31	20	12	10	Μόνωση, Κουφώματα, Φωτισμός	14,600
Αστυνομία	91	55	31	24	Κουφώματα, Φωτισμός	29,200
Συνολικά	Μέση μείωση	35%	Μέση μείωση	19%	-	269,000

Για την καλύτερη κατανόηση των εκτιμήσεων θερμικής απαίτησης παρουσιάζεται ενδεικτικά διαδικασία υπολογισμού στο υπολογιστικό πρόγραμμα 4M στο Παράρτημα Α. Σε αυτό, παρουσιάζονται όλες οι παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των θερμικών απαιτήσεων του ΕΠΑΛ Πάτμου, ο οποίος παρεκτείνεται για τους υπόλοιπους κτιριακούς ενεργειακούς υπολογισμούς. Η ανάλυση μέσω του 4M πραγματοποιήθηκε για την υφιστάμενη κατάσταση αλλά και την νέα, έπειτα από τις παθητικές δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης.

Για την δημιουργία προφίλ κατανάλωσης ενέργειας τόσο θερμικής όσο και ηλεκτρικής, θα ληφθεί υπόψη ο παραπάνω Πίνακας, οι πληροφορίες καταναλώσεις του Δήμου, καθώς και το πρόγραμμα Homer Pro. Για παράδειγμα είναι γνωστό από επικοινωνία με τις Σχολικές Επιτροπές του Δήμου ότι το ΕΠΑΛ καταναλώνει ετησίως περίπου 2 τόνους, το Δημοτικό περίπου 1.5 και το Νηπιαγωγείο 1.25 τόνους πετρελαίου κατά μέσο όρο.

Κάθε ένα από τα προφίλ κατανάλωσης ενέργειας παράγεται προσαρμόζοντας το προεπιλεγμένο προφίλ κατανάλωσης εμπορικών κτιρίων του HOMER Pro, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των δημοτικών κτιρίων που είναι γνωστά και από αυτά που προκύπτουν μετά τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης. Ακόμα, λαμβάνονται υπόψη οι περίοδοι λειτουργίας κάθε κτιρίου. Έτσι η αιχμή των απαιτήσεων ενέργειας στα σχολικά κτίρια δεν θα εντοπίζεται το καλοκαίρι που είναι κλειστά, αλλά τον χειμώνα. Το κτίριο της Αστυνομίας, δεδομένου ότι στεγάζει και άλλες υπηρεσίες, η Αγορά, καθώς και το Πάτμιον θα παρουσιάζουν μια αύξηση της ηλεκτρικής κατανάλωσης τη θερινή περίοδο και μια αντίστοιχη αύξηση της θερμικής την χειμερινή.

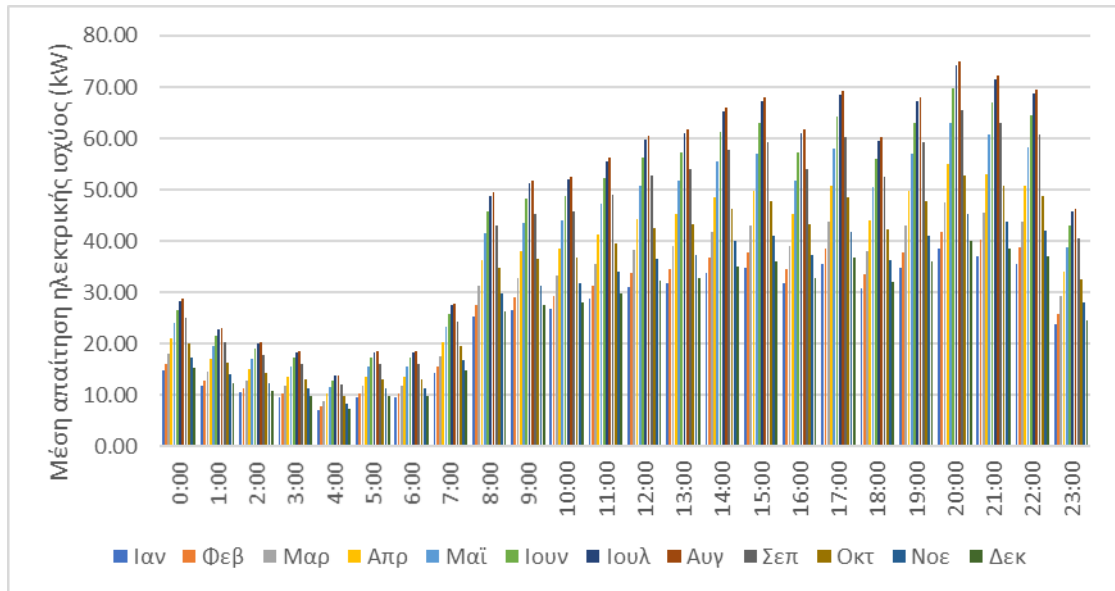
Στην συνέχεια ακολουθούν τα αντίστοιχα προσαρμοσμένα προφίλ κατανάλωσης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας για τα 6 Δημοτικά κτίρια. Δεδομένων των ομοιοτήτων χρήσης θα παρουσιαστούν αθροιστικά τα προφίλ κατανάλωσης των 3 σχολικών κτιρίων και των 3 υπολοίπων. Σε κάθε ένα από τα προφίλ που ακολουθούν έχει εισαχθεί μικρή τυχαία μεταβλητότητα ανά ημέρα και ανά ώρα στο Homer Pro, ώστε να μετατραπούν σε μια ρεαλιστική ωριαία χρονοσειρά ανά έτος, και να επανεισαχθούν ως είσοδοι στο εργαλείο HOMER Pro για τους υπολογισμούς του επόμενου Κεφαλαίου. Σημειώνεται ότι οι όποιες καταναλώσεις ψυκτικής ενέργειας περιέχονται στις αντίστοιχες της ηλεκτρικής, ενώ οι καταναλώσεις ζεστού νερού χρήσης σε αυτές της θερμικής κατανάλωσης.

ι. Το Πάτμιον, η Αγορά και η Αστυνομία

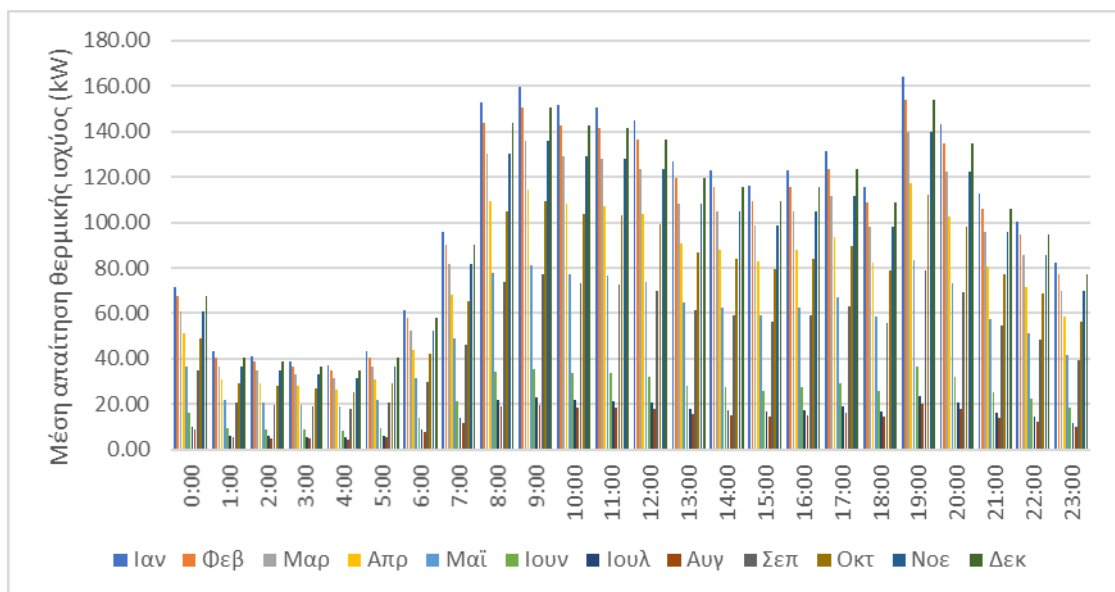
Τα 3 αυτά Δημοτικά κτίρια, όπως αναφέρθηκε παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες στις ώρες και στις περιόδους χρήσης τους και έτσι εξετάζονται ταυτόχρονα. Μετά τις δράσεις

ενεργειακής αναβάθμισης η εκτιμώμενη συνολική μέγιστη απαίτηση ηλεκτρικής ισχύος είναι ίση με 75 kW, ενώ η αντίστοιχη θερμική είναι ίση με 164 kW.

Στα επόμενα 2 Διαγράμματα παρουσιάζονται τα μέσα ενδεικτικά ωραία προφίλ απαίτησης ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος αντίστοιχα, για τα 3 κτίρια υπό εξέταση.

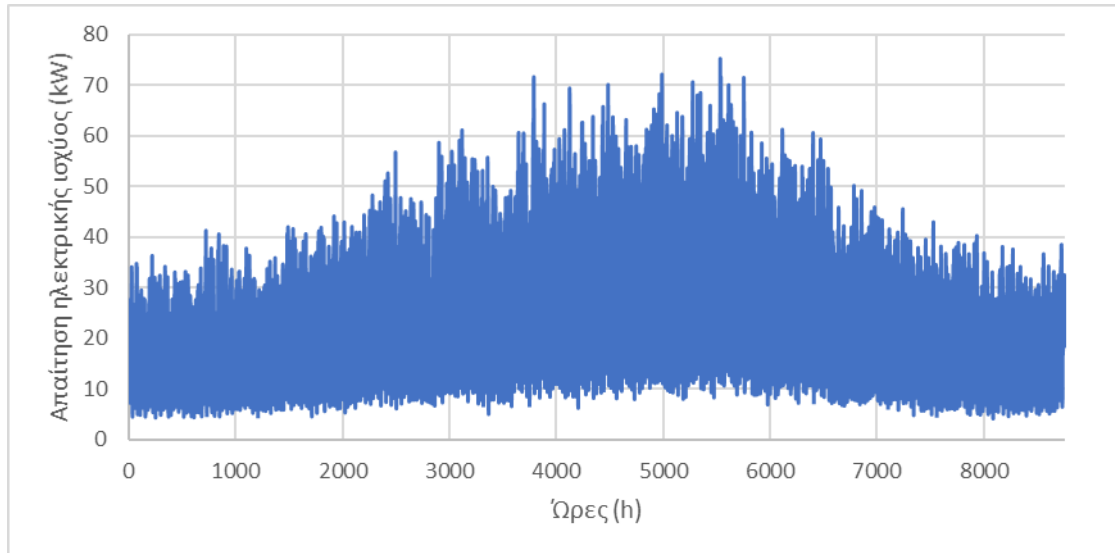


Διάγραμμα 6 Μέση ενδεικτική ωραία απαίτηση ηλεκτρικής ισχύος ανά μήνα για το Πάτμιον, την Αγορά και την Αστυνομία

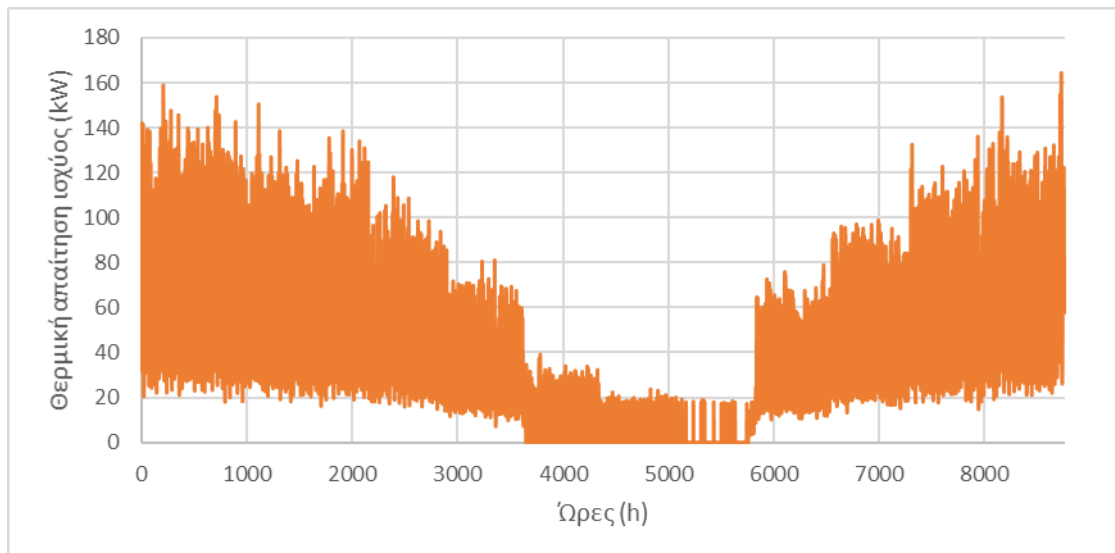


Διάγραμμα 7 Μέση ενδεικτική ωραία απαίτηση θερμικής ισχύος ανά μήνα για το Πάτμιον, την Αγορά και την Αστυνομία

Τα 2 Διαγράμματα που ακολουθούν απεικονίζουν προσεγγίσεις εκτίμησης ωριαίας χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας ανά έτος αντίστοιχα, οι οποίες θα θεωρηθεί ότι εκφράζουν την πραγματική ωραία απαίτηση των 3 κτιρίων που εξετάζονται.



Διάγραμμα 8 Ωριαία χρονοσειρά απαιτήσης ηλεκτρικής ισχύος για το Πάτιμον, την Αγορά και την Αστυνομία



Διάγραμμα 9 Ωριαία χρονοσειρά απαιτήσης θερμικής ισχύος για το Πάτιμον, την Αγορά και την Αστυνομία

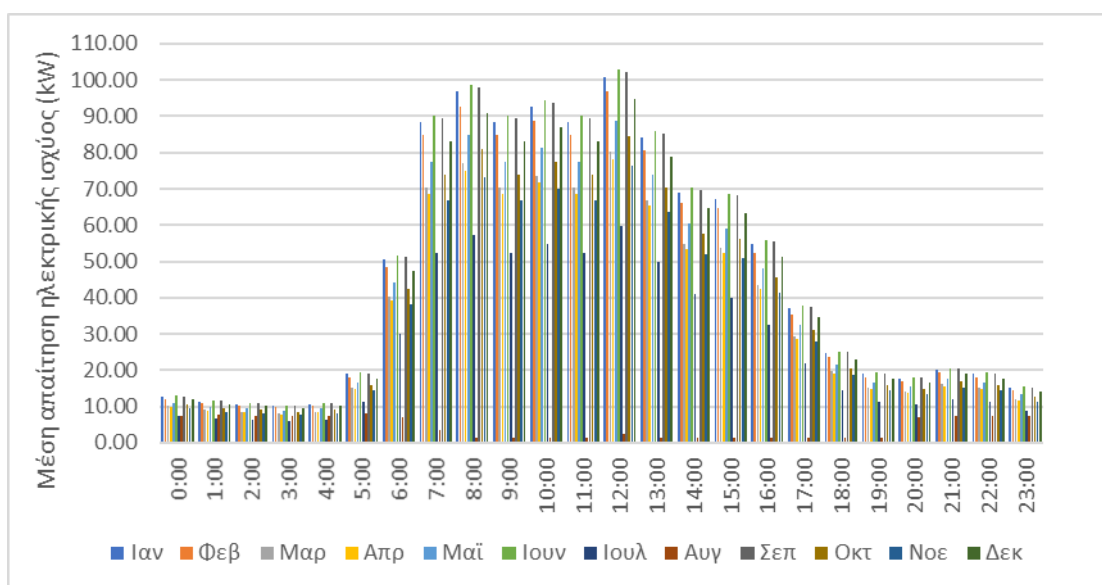
Όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, παρατηρείται μια αύξηση τους θερινούς μήνες, που οφείλεται εν μέρει σε αύξηση του τοπικού πληθυσμού, αλλά κυρίως στις ανάγκες κάλυψης απαιτήσεων ψυκτικής ενέργειας. Ακόμα, τις ώρες που δεν λειτουργούν τα κτίρια δεν είναι μηδενική η σχετική κατανάλωση, διότι λειτουργούν φορτία βάσης που αφορούν τον φωτισμό ή συνεχή φορτία όπως τα ψυγεία των κτιρίων. Ειδικά το κτίριο της Αστυνομίας λειτουργεί ολόκληρο το 24ωρο.

Σχετικά με την θερμική κατανάλωση παρατηρείται, όπως είναι λογικό, μια αύξηση τους χειμερινούς μήνες που οι καιρικές συνθήκες είναι πιο απαιτητικές. Τις ώρες που δεν λειτουργούν τα κτίρια θεωρείται ότι υπάρχει μια, έστω μικρή κατανάλωση, η οποία συνεισφέρει στο να μην επιβαρύνονται τα συστήματα θέρμανσης τις πρωινές ώρες, ενώ στο κτίριο της Αστυνομίας υπάρχει κατανάλωση όλο το 24ωρο. Τους θερινούς μήνες θεωρείται ότι οι ελάχιστες απαιτήσεις θερμικής ισχύος αφορούν σχεδόν αποκλειστικά απαίτηση ζεστού νερού χρήσης.

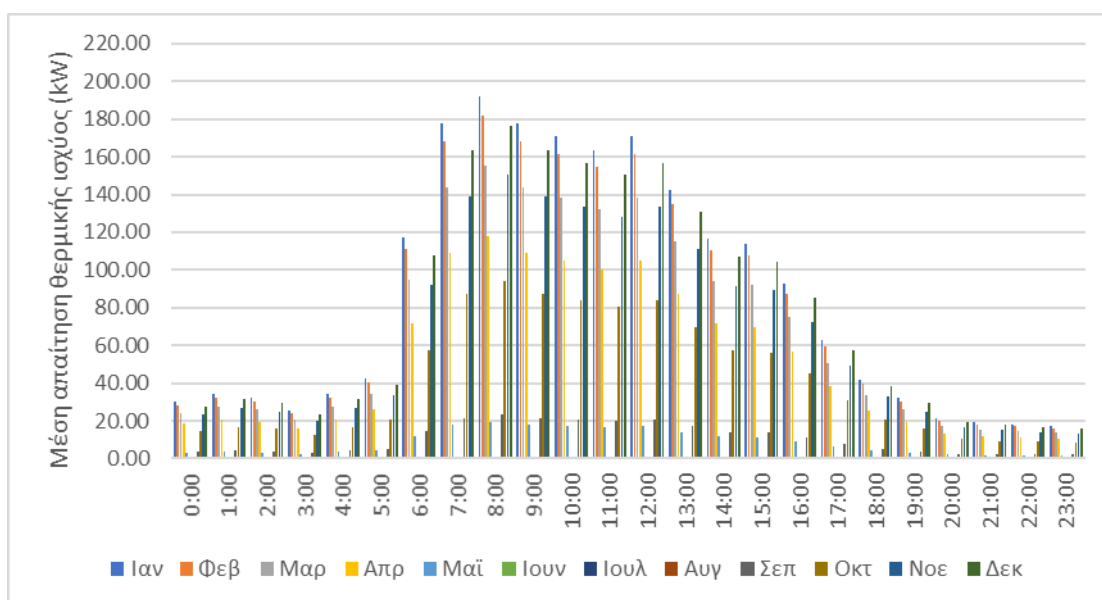
ii. Το ΕΠΑΛ Πάτμου, το Δημοτικό και Νηπιαγωγείο Σκάλας (Τα Σχολικά κτίρια)

Τα 3 αυτά Σχολικά κτίρια, όπως είναι λογικό, παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες στις ώρες και στις περιόδους χρήσης τους και έτσι και αυτά εξετάζονται ταυτόχρονα. Μετά τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης η εκτιμώμενη συνολική μέγιστη απαίτηση ηλεκτρικής ισχύος βρέθηκε ίση με 103 kW, ενώ η αντίστοιχη θερμική είναι ίση με 178 kW.

Στα επόμενα 2 Διαγράμματα παρουσιάζονται τα μέσα ενδεικτικά ωριαία προφίλ απαίτησης ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος αντίστοιχα, για τα 3 κτίρια υπό εξέταση.



Διάγραμμα 10 Μέση ενδεικτική ωριαία απαίτηση ηλεκτρικής ισχύος ανά μήνα για τα 3 Σχολικά κτίρια

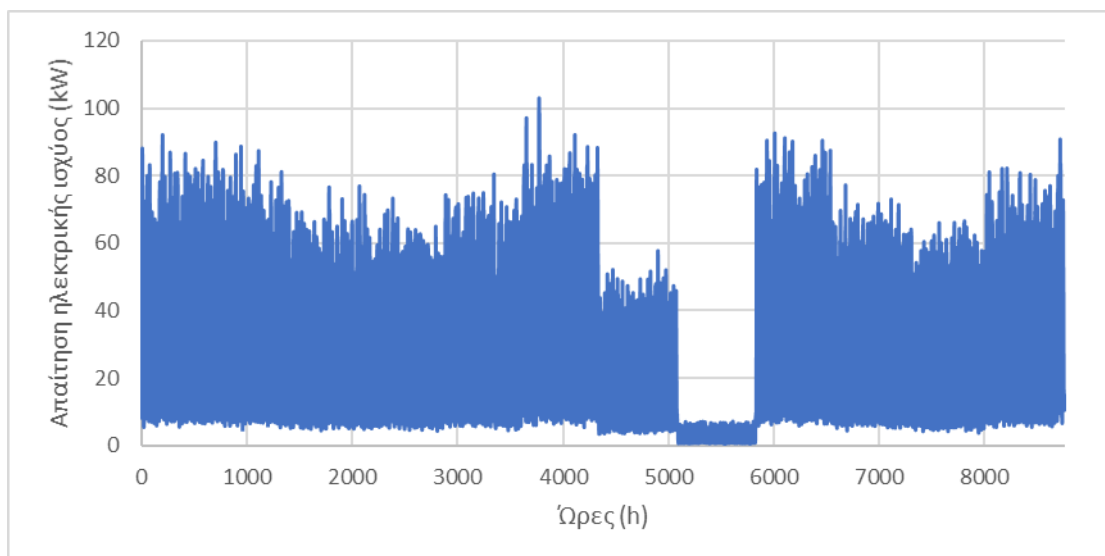


Διάγραμμα 11 Μέση ενδεικτική ωριαία απαίτηση θερμικής ισχύος ανά μήνα για τα 3 Σχολικά κτίρια

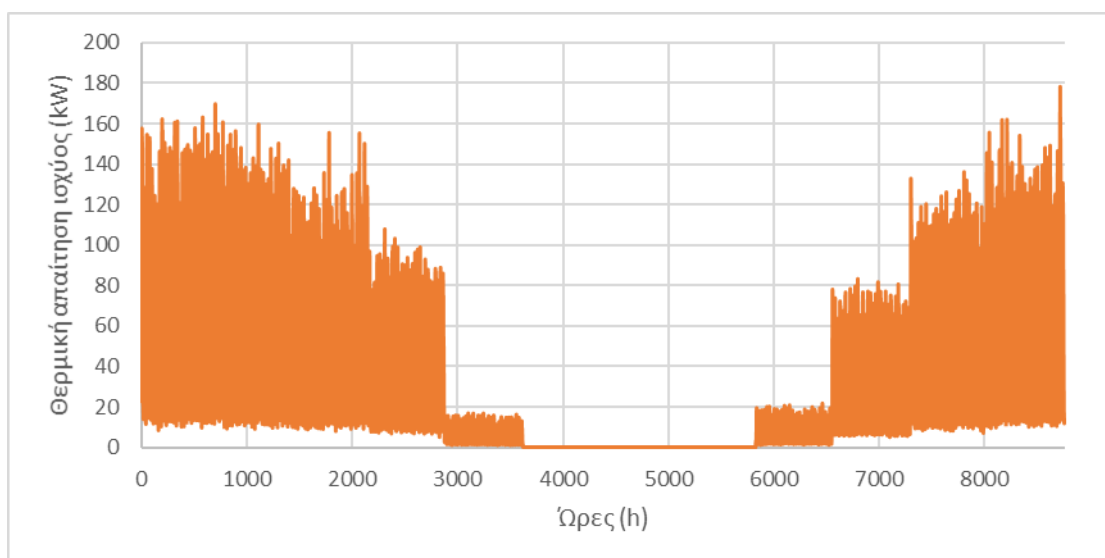
Τα 2 Διαγράμματα που ακολουθούν απεικονίζουν προσεγγίσεις εκτίμησης ωριαίας χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας αντίστοιχα, που θα θεωρηθεί ότι εκφράζουν την πραγματική ωριαία κατανάλωση των 3 κτιρίων που εξετάζονται. Τα προφίλ θερμικής και ηλεκτρικής κατανάλωσης αφορούν κατανάλωση μετά τις δράσεις



ενεργειακής αναβάθμισης. Μετά από τις παρεμβάσεις έχει επιλεχθεί να λειτουργούν τα σχολικά κτίρια με πρόψυξη το καλοκαίρι και προθέρμανση το χειμώνα παρέχοντας μέγιστη θερμική άνεση χωρίς να χρειάζεται να λειτουργήσουν στο μέγιστο φορτίο με την είσοδο των μαθητών.



Διάγραμμα 12 Ωριαία χρονοσειρά απαίτησης ηλεκτρικής ισχύος για τα 3 Σχολικά Κτίρια



Διάγραμμα 13 Ωριαία χρονοσειρά απαίτησης θερμικής ισχύος για τα 3 Σχολικά Κτίρια

Όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, παρατηρείται μια αύξηση τους χειμερινούς μήνες, λόγω της αύξησης χρήσης φωτιστικών σωμάτων σε ημέρες κακοκαιρίας. Ακόμα παρατηρείται μια αύξηση τον Ιούνιο και τον Σεπτέμβριο, που οφείλεται κυρίως στις ανάγκες κάλυψης απαιτήσεων ψυκτικής ενέργειας. Ακόμα, τις ώρες που δεν λειτουργούν τα κτίρια δεν είναι μηδενική η σχετική κατανάλωση, διότι λειτουργούν φορτία βάσης που αφορούν τον φωτισμό ή συνεχή φορτία όπως τα ψυγεία των κτιρίων. Τον Αύγουστο θεωρείται ότι λειτουργούν μόνο τα φορτία βάσης.

Σχετικά με την θερμική κατανάλωση παρατηρείται, όπως είναι λογικό, μια αύξηση τους χειμερινούς μήνες που οι καιρικές συνθήκες είναι πιο απαιτητικές. Τις ώρες που δεν λειτουργούν τα κτίρια θεωρείται ότι υπάρχει μια, έστω μικρή κατανάλωση, η οποία

συνεισφέρει στο να μην επιβαρύνονται τα συστήματα θέρμανσης τις πρωινές ώρες, Τους θερινούς μήνες δεν υπάρχει καθόλου κατανάλωση θερμικής ενέργειας.

### 3.2.2 Κατοικίες

Για τις επιλεγμένες Κατοικίες του οικισμού της Σκάλας του Δήμου Πάτμου η συλλογή των δεδομένων έγινε ύστερα από επικοινωνία της ΤΥΠ Πάτμου με συγκεκριμένες κατοικίες στη Σκάλα Πάτμου οι οποίες λόγω της θέσης τους ευνοούν τις επιλεγμένες παρεμβάσεις, που παρουσιάζονται στο επόμενο Κεφάλαιο. Οι επιφάνειες των κτιρίων αποκτήθηκαν ύστερα από επικοινωνία με μηχανικούς της ΤΥΠ. Η αυτοψία είναι καταλυτική και για τις παράπλευρες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του κελύφους την ύπαρξη ή μη κεντρικού συστήματος θέρμανσης ψύξης και αερισμού αλλά και το πλήθος των ανοιγμάτων και κουφωμάτων.

Η ανάλυση ακολουθεί την ίδια λογική με την προηγούμενη υποενότητα, και πρακτικά αποτελεί μια προέκταση των αποτελεσμάτων για τα δημοτικά κτίρια στις κατοικίες. Οπότε ο παρακάτω Πίνακας απεικονίζει τις μέγιστες θερμικές και ηλεκτρικές απαιτήσεις ισχύος πριν και μετά τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης, όπως προέκυψαν από τα δεδομένα που εκτιμήθηκαν ξανά μέσω προγραμμάτων και υπολογίστηκαν σύμφωνα με την σχετική διεθνή βιβλιογραφία.

*Πίνακας 10 Μέγιστες θερμικές και ηλεκτρικές απαιτήσεις ισχύος πριν και μετά από τις αντίστοιχες δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης για τις επιλεγμένες 20 Κατοικίες του οικισμού Σκάλας της Πάτμου [42-45]*

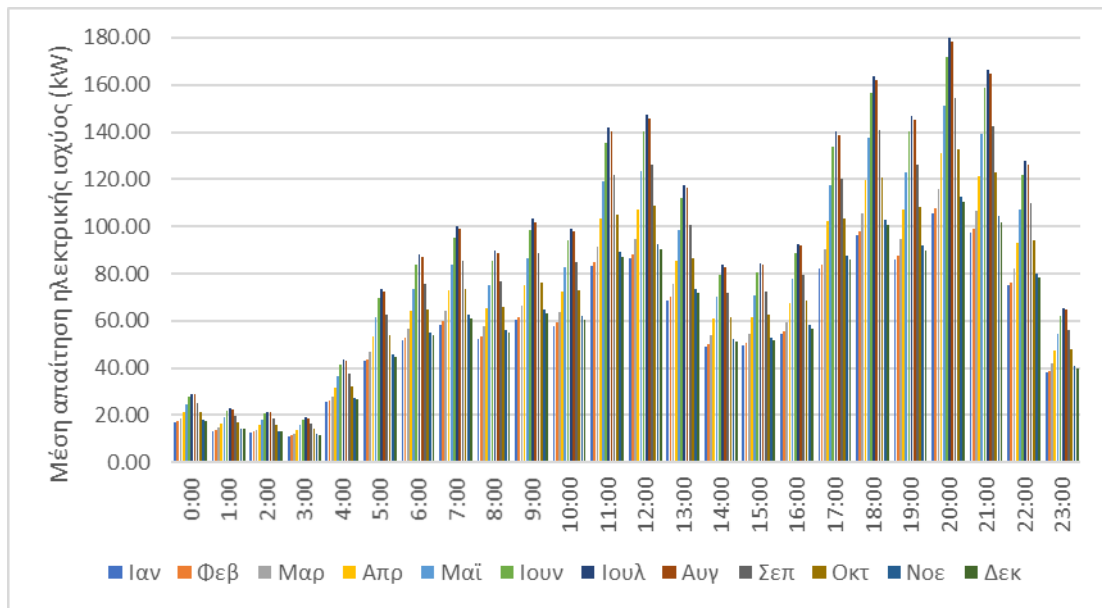
Κτίρια	Μέγιστες Θερμικές Απαιτήσεις (kW)		Μέγιστες Ηλεκτρικές Απαιτήσεις (kW)		Δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης	Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Κόστος (€)
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά			
Κατοικία 1	22	10	7	5	Μόνωση, Κουφώματα, Φωτισμός	147	5,800
Κατοικία 2	32	14	10	8		213	8,400
Κατοικία 3	48	21	15	12		313.5	12,300
Κατοικία 4	50	22	16	12		331.5	13,100
Κατοικία 5	85	37	26	21		556.5	22,000
Κατοικία 6	40	17	13	10		265.5	10,400
Κατοικία 7	40	17	12	10		261	10,250
Κατοικία 8	25	11	8	6		163.5	6,450
Κατοικία 9	32	14	10	8		210	8,300
Κατοικία 10	24	10	7	6		156	6,200
Κατοικία 11	60	26	19	15		397.5	15,700

Κατοικία 12	31	13	10	7		202.5	8,000
Κατοικία 13	14	6	4	3		90	3,600
Κατοικία 14	48	21	15	12		313.5	12,400
Κατοικία 15	47	20	15	12		312	12,300
Κατοικία 16	34	15	11	8		225	9,000
Κατοικία 17	19	8	6	5		123	4,900
Κατοικία 18	26	11	8	6		168	6,600
Κατοικία 19	43	19	13	10		283.5	11,200
Κατοικία 20	21	9	7	5		138	5,500
Συνολικά	Μέση μείωση	57%	Μέση μείωση	22%	-	4870.5	192,400

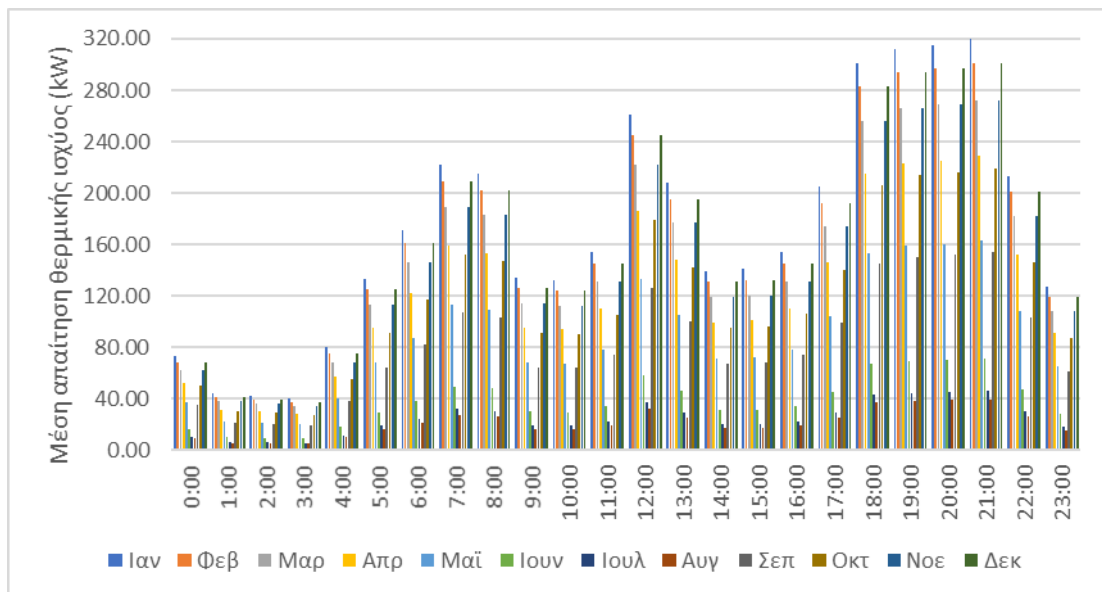
Ακριβώς στην λογική που ακολουθήθηκε για τα Δημοτικά κτίρια, για την δημιουργία προφίλ κατανάλωσης ενέργειας τόσο θερμικής όσο και ηλεκτρικής, θα ληφθεί υπόψιν ο παραπάνω Πίνακας, καθώς και το πρόγραμμα Homer Pro. Η κύρια διαφορά βρίσκεται στο ότι κάθε ένα από τα προφίλ κατανάλωσης ενέργειας παράγεται προσαρμόζοντας το προεπιλεγμένο προφίλ κατανάλωσης ενέργειας Κατοικιών του HOMER Pro, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των επιλεγμένων Κατοικιών που εξετάζονται, καθώς και από αυτά που προκύπτουν μετά τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης. Ακόμα λαμβάνεται υπόψιν οι περίοδοι λειτουργίας κάθε κτιρίου. Κάθε Κατοικία θεωρείται ότι έχει όμοια χρήση και συνεπακόλουθα ότι έχει παρόμοιες περιόδους λειτουργίας. Τέλος, εφόσον αποτελούν μόνιμες Κατοικίες δεν θα παρουσιάζουν ιδιαίτερη διακύμανση στην κατανάλωση ενέργειας κατά την διάρκεια του έτους.

Στην συνέχεια παράγονται τα αντίστοιχα προσαρμοσμένα προφίλ κατανάλωσης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας για τις 20 επιλεγμένες Κατοικίες. Δεδομένων των ομοιοτήτων χρήσης θα παρουσιαστούν αθροιστικά τα προφίλ κατανάλωσης όλων των Κατοικιών. Όμοια με προηγουμένως, σε κάθε ένα από τα προφίλ που ακολουθούν έχει εισαχθεί μικρή τυχαία μεταβλητότητα ανά ημέρα και ανά ώρα, ώστε να μετατραπούν σε μια ρεαλιστική ωριαία χρονοσειρά ανά έτος, και να επανεισαχθούν ως είσοδοι στο εργαλείο HOMER Pro για τους υπολογισμούς του επόμενου Κεφαλαίου. Μετά τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης η εκτιμώμενη συνολική μέγιστη απαίτηση ηλεκτρικής ισχύος είναι ίση με 180 kW, ενώ η αντίστοιχη θερμική είναι ίση με 320 kW.

Στα επόμενα 2 Διαγράμματα παρουσιάζονται τα μέσα ενδεικτικά ωριαία προφίλ απαίτησης ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος αντίστοιχα, για τις 20 Κατοικίες συνολικά.

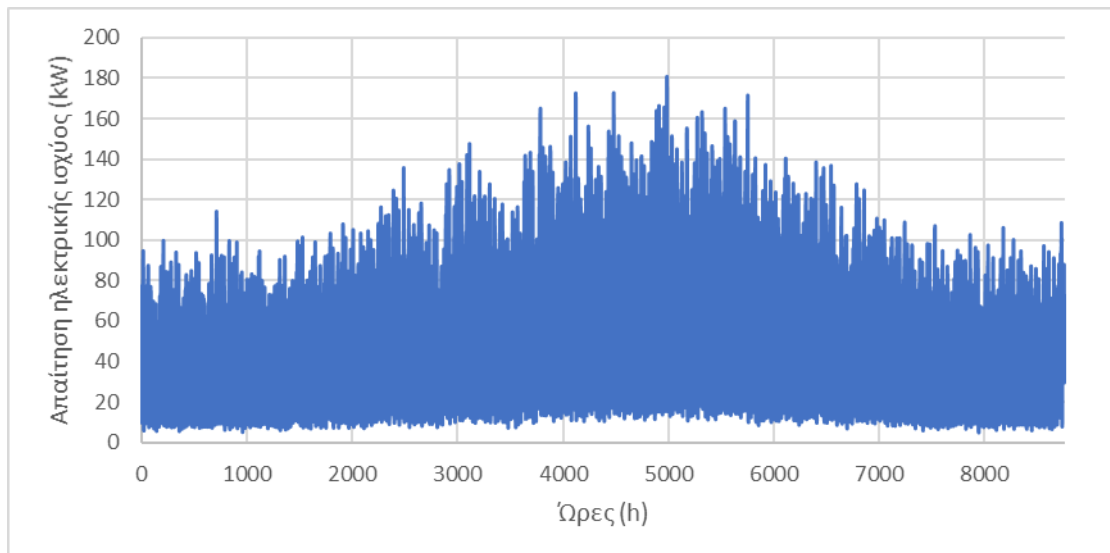


Διάγραμμα 14 Μέση ενδεικτική ωραία απαίτηση ηλεκτρικής ισχύος ανά μήνα για τις 20 επιλεγμένες Κατοικίες

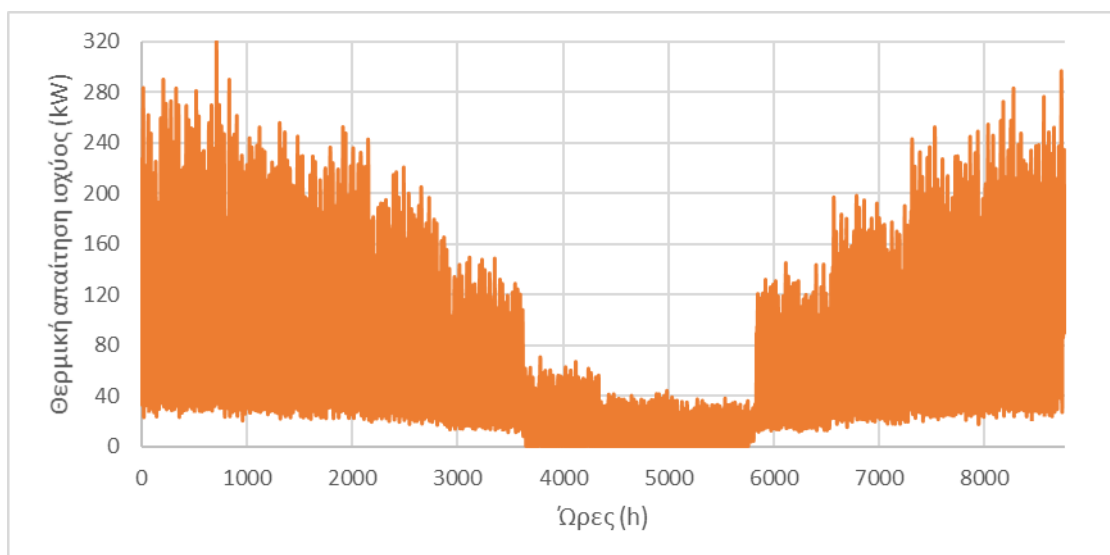


Διάγραμμα 15 Μέση ενδεικτική ωραία απαίτηση θερμικής ισχύος ανά μήνα για τις 20 επιλεγμένες Κατοικίες

Τα 2 Διαγράμματα που ακολουθούν απεικονίζουν προσεγγίσεις εκτίμησης ωριαίας χρονοσειράς κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας αντίστοιχα, που θα θεωρηθεί ότι εκφράζουν την πραγματική ωριαία κατανάλωση των 20 Κατοικιών που εξετάζονται.



Διάγραμμα 16 Ωριαία χρονοσειρά απαίτησης ηλεκτρικής ισχύος για τις 20 επιλεγμένες Κατοικίες



Διάγραμμα 17 Ωριαία χρονοσειρά απαίτησης θερμικής ισχύος για τις 20 επιλεγμένες Κατοικίες

Όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, παρατηρείται μια αύξηση τους θερινούς μήνες, που οφείλεται ελάχιστα σε αύξηση του ποσοστού κατοίκησης, και κατά πλειοψηφία στις ανάγκες κάλυψης απαιτήσεων ψυκτικής ενέργειας. Τα κτίρια θεωρείται ότι λειτουργούν όλες τις ώρες και τις ημέρες, ενώ τις πρώτες πρωινές ώρες δεν είναι μηδενική η σχετική κατανάλωση, διότι λειτουργούν φορτία βάσης που αφορούν φωτισμό ασφαλείας ή συνεχή φορτία όπως τα ψυγεία των κατοικιών. Στην μέση ημερήσια κατανάλωση εντοπίζονται 2 αιχμές. Η πρώτη συμβαίνει το μεσημέρι και είναι πιο ήπια σε ένταση, ενώ η δεύτερη που είναι μεγαλύτερη συμβαίνει τις πρώτες βραδινές ώρες που έχουν επιστρέψει όλοι στις κατοικίες τους και χρησιμοποιούνται και τα φωτιστικά σώματα.

Σχετικά με την θερμική κατανάλωση παρατηρείται, όπως είναι λογικό, μια αύξηση τους χειμερινούς μήνες που οι καιρικές συνθήκες είναι πιο απαιτητικές. Τις ώρες που υπάρχει λιγότερη κίνηση στις κατοικίες, όπως οι πρώτες πρωινές, θεωρείται ότι υπάρχει μια, έστω μικρή κατανάλωση, η οποία συνεισφέρει στο να μην επιβαρύνονται τα συστήματα θέρμανσης τις πρωινές ώρες. Εντοπίζονται 3 αιχμές στην μέση ημερήσια κατανάλωση, μία το

πρωί με το ξύπνημα των κατοίκων, μια το μεσημέρι που έχει να κάνει κυρίως με οικιακές εργασίες (πλύσιμο, μαγείρεμα), και η μεγαλύτερη το βράδυ που έχει πέσει ο ήλιος και υπάρχει μεγαλύτερη απαίτηση για θέρμανση χώρων. Τους θερινούς μήνες θεωρείται ότι οι ελάχιστες απαιτήσεις θερμικής ισχύος αφορούν σχεδόν αποκλειστικά καταναλώσεις ζεστού νερού χρήσης.

### 3.2.3 Σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων

Στο γενικότερο πλαίσιο του υπολογισμού των φορτίων που ανήκουν στη ΣΘΕΠ, εξετάζεται η εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σε 2 κεντρικές περιοχές του νησιού. Σε αυτήν την κατεύθυνση θα εξεταστεί παράλληλα και ο εξηλεκτρισμός του δημοτικού στόλου της Πάτμου, προκειμένου να ανοίξει ο δρόμος για τη πράσινη και βιώσιμη κινητικότητα στο νησί.

Οι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων θα εγκατασταθούν σε 2 κομβικά σημεία του οικισμού της Σκάλας (Χώρος Στάθμευσης 1 και 2 της Εικόνας 11). Αυτά χρησιμοποιούνται ήδη ως θέσεις στάθμευσης οχημάτων και θα λειτουργούν πλέον και για την φόρτιση τόσο των νέων δημοτικών ηλεκτρικών οχημάτων όσο και για την φόρτιση πιθανά νέων ιδιωτικών. Επί του παρόντος, 20 δημοτικά οχήματα καλύπτουν τις ανάγκες μεταφοράς του δήμου. Στο πλαίσιο της εργασίας, εξετάζεται η κάλυψη των φορτίων των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων που θα εξυπηρετεί όλα τα δημοτικά ηλεκτρικά οχήματα που θα αντικαταστήσουν τα υφιστάμενα, καθώς και ακόμα 25 νέα ιδιωτικά ηλεκτρικά οχήματα. Οι σταθμοί φόρτισης θα αποτελούν τμήμα της ΣΘΕΠ.

Σύμφωνα με στοιχεία που συλλέχθηκαν από το Γραφείο Κίνησης του Δήμου Πάτμου για το 2019, ο τύπος και το πλήθος των δημοτικών οχημάτων, καθώς και η χιλιομετρική απόσταση που διένυσαν ανά μήνα σε ετήσια βάση μπορούν να παρατηρηθούν στον επόμενο Πίνακα. Όσον αφορά τα νέα ιδιωτικά ηλεκτρικά οχήματα αυτά θα θεωρηθεί ότι αποτελούνται από 15 επιβατικά οχήματα και 10 μοτοποδήλατα που διανύουν ανάλογη απόσταση με τα αντίστοιχα δημοτικά.

Πίνακας 11 Συγκεντρωτικά στοιχεία δημοτικού στόλου για το 2019 στη Πάτμο

Βενζίνη				Πετρέλαιο		
	Κατηγορία	Ποσότητα	Σύνολο χλμ.	Κατηγορία	Ποσότητα	Σύνολο χλμ.
Ιαν	Επιβατικά	2	464	Οχήματα 4x4	2	1284
Φεβ			803			535
Μαρ			524			455
Απρ			472			285
Μαϊ			862			1120
Ιουν			820			190
Ιουλ			544			1240
Αυγ			550			795
Σεπ			310			1054
Οκτ			502			524
Νοε			333			292
Δεκ			426			285
Ιαν			Φορτηγά			1
Φεβ	850	1227				
Μαρ	551	920				
Απρ	610	998				

Μαϊ			403			1123
Ιουν			979			1637
Ιουλ			861			1249
Αυγ			656			1482
Σεπ			712			1432
Οκτ			903			1915
Νοε			817			1314
Δεκ			770			1535
Ιαν	Μοτοποδήλατα	8	1115	Απορριμματοφόρα	5	1719
Φεβ			622			2077
Μαρ			1339			1908
Απρ			2106			2246
Μαϊ			2764			2669
Ιουν			2291			3377
Ιουλ			2848			4473
Αυγ			1628			5040
Σεπ			2388			4094
Οκτ			2138			3308
Νοε			2071			2989
Δεκ			1620			2435
Σύνολο			38580			60425

Ενδεικτικά, από την διεθνή βιβλιογραφία εκτιμάται ότι τα μοτοποδήλατα θα έχουν 12.5 kWh, τα επιβατικά οχήματα θα έχουν 55 kWh, τα οχήματα 4x4 θα έχουν 82 kWh και τα φορτηγά και τα απορριμματοφόρα θα έχουν 180 kWh μέση χωρητικότητα μπαταρίας αντίστοιχα [46-50].

Συνολικά, 10 σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων με ονομαστική ισχύ 22 kW εξετάζονται για εγκατάσταση στην Πάτμο, ισόποσα επιμερισμένοι σε κάθε ένα από τα 2 προαναφερθέντα σημεία του νησιού.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, εξασφαλίζοντας την ομαλή συνέχεια των μετακινήσεων του δημοτικού στόλου, αλλά και εισάγοντας τις μετακινήσεις των νέων ιδιωτικών οχημάτων, το ελεγχόμενο πρόγραμμα φόρτισης για όλα τα νέα ηλεκτρικά οχήματα, καθώς και ορισμένα από τα χαρακτηριστικά τους, θα είναι ενδεικτικά ως εξής:

*Πίνακας 12 Συγκεντρωτικά στοιχεία απαίτησης ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα και ανά όχημα σε ετήσια βάση για τους σταθμούς φόρτισης*

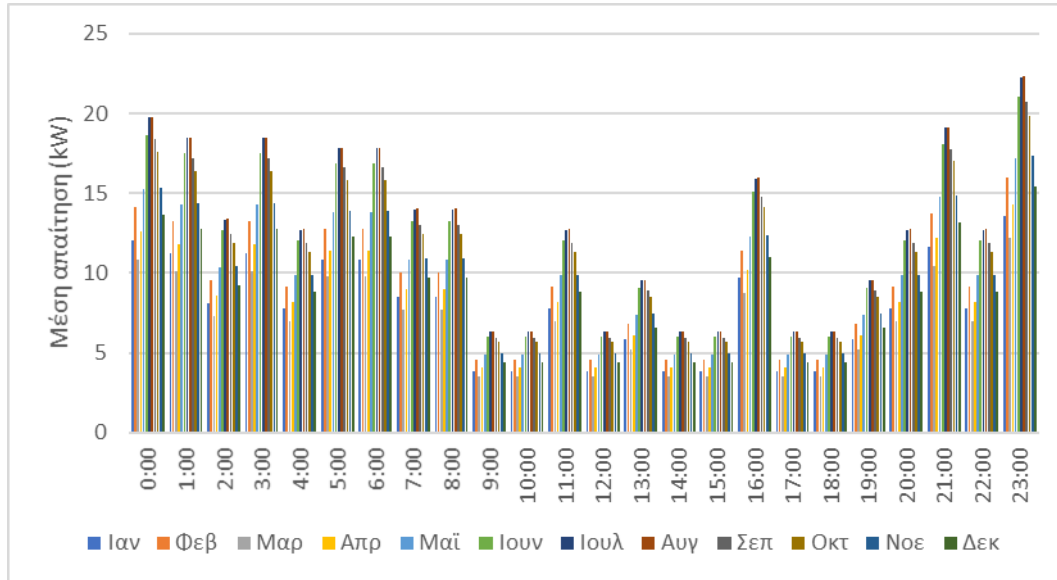
Μήνες	Οχήματα	Πλήθος	Μπαταρία (kWh)	Αυτονομία (χλμ.)	Απαιτούμενες φορτίσεις	Απαιτούμενη ενέργεια (kWh)	Παρατηρήσεις
Ιαν	Μοτοποδήλατα	18	12.5	80	32	400	Φόρτιση κυρίως τις νυχτερινές ώρες
Φεβ					18	225	
Μαρ					38	475	
Απρ					60	750	
Μαϊ					78	975	
Ιουν					65	812.5	
Ιουλ					81	1,012.5	
Αυγ					46	575	
Σεπ					68	850	



Οκτ					61	762.5						
Νοε					59	737.5						
Δεκ					46	575						
Ιαν	Επιβατικά	17	65	350	12	780	Φόρτιση κυρίως τις νυχτερινές ώρες					
Φεβ					20	1,300						
Μαρ					13	845						
Απρ					12	780						
Μαϊ					21	1,365						
Ιουν					20	1,300						
Ιουλ					14	910						
Αυγ					14	910						
Σεπ					8	520						
Οκτ					13	845						
Νοε					9	585						
Δεκ					11	715						
Ιαν					Οχήματα 4x4	2		82	325	4	328	Φόρτιση κυρίως τις νυχτερινές ώρες
Φεβ										2	164	
Μαρ	2	164										
Απρ	1	82										
Μαϊ	4	328										
Ιουν	1	82										
Ιουλ	4	328										
Αυγ	3	246										
Σεπ	4	328										
Οκτ	2	164										
Νοε	1	82										
Δεκ	1	82										
Ιαν	Φορτηγά	3	180	175			13			2,340	Φόρτιση κυρίως τις νυχτερινές ώρες	
Φεβ							12			2,160		
Μαρ					9	1,620						
Απρ					10	1,800						
Μαϊ					9	1,620						
Ιουν					15	2,700						
Ιουλ					13	2,340						
Αυγ					13	2,340						
Σεπ					13	2,340						
Οκτ					17	3,060						
Νοε					13	2,340						
Δεκ					14	2,520						
Ιαν					Απορριμματοφόρα	5	180	175	10	1,800		Φόρτιση κυρίως κατά την διάρκεια της ημέρας
Φεβ									12	2,160		
Μαρ	11	1,980										
Απρ	13	2,340										
Μαϊ	16	2,880										
Ιουν	20	3,600										
Ιουλ	26	4,680										
Αυγ	29	5,220										
Σεπ	24	4,320										
Οκτ	19	3,420										

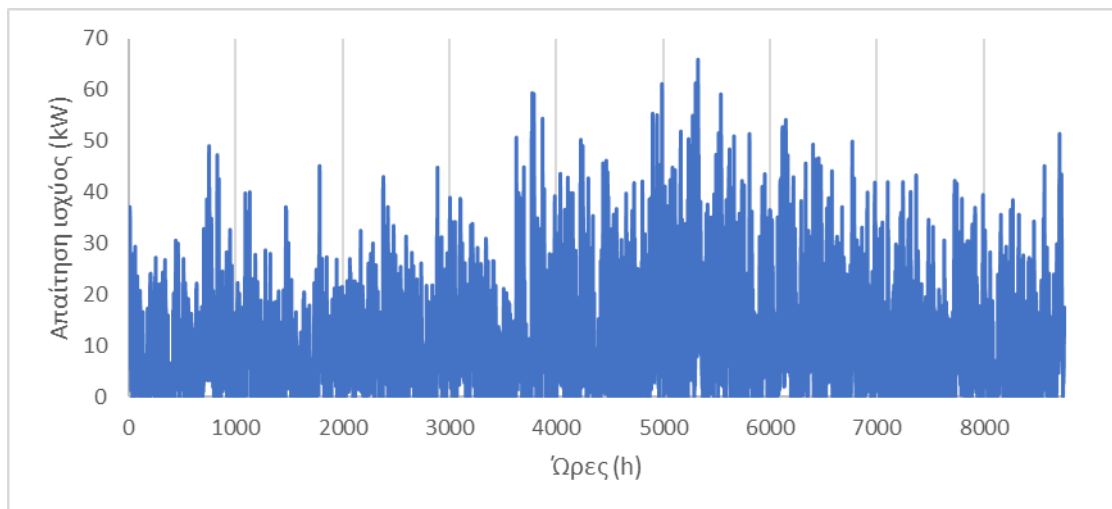
Νοε				18	3,240
Δεκ				14	2,520

Λαμβάνοντας υπόψιν ότι οι 10 σταθμοί φόρτισης έχουν ονομαστική ισχύ 22 kW ο καθένας, και επιμερίζοντας ανά ώρα τις καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας του παραπάνω Πίνακα κατάλληλα, προκύπτει στο επόμενο Διάγραμμα το μέσο ενδεικτικό ωραίο προφίλ απαίτησης ισχύος των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Πάτμο.



Διάγραμμα 18 Μέση ενδεικτική ωραία απαίτηση ισχύος ανά μήνα για τους σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων

Τελικά, χρησιμοποιώντας το εργαλείο HOMER Pro μπορεί να μετατραπεί το παραπάνω Διάγραμμα σε μια ρεαλιστική ωραία χρονοσειρά ανά έτος με την εισαγωγή σημαντικής τυχαίας μεταβλητότητας ανά ημέρα και ανά ώρα. Εισάγοντας, λοιπόν σε αυτό το εργαλείο τις παραπάνω μέσες ωριαίες τιμές απαίτησης ισχύος ανά μήνα, προκύπτει το παρακάτω χρονοδιάγραμμα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τους σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.



Διάγραμμα 19 Ωριαία χρονοσειρά απαίτησης ηλεκτρικής ισχύος για τους σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σε ετήσια βάση

### 3.2.4 Σταθμός αφαλάτωσης

Το νησί της Πάτμου αντιμετωπίζει χρόνιο πρόβλημα έλλειψης σε ό,τι αφορά τη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων. Παλαιότερα, η μοναδική πηγή κάλυψης των αναγκών ήταν οι υπόγειοι υδροφορείς. Παλαιότερα η μεταφορά νερού πραγματοποιούνταν με πλωτά μέσα από την Κάλαθο Ρόδο, ενώ το 2005 ολοκληρώθηκε το φράγμα Λειβαδίου ωφέλιμης χωρητικότητας 440,000 m<sup>3</sup>, που αναμενόταν να καλύψει μεγάλο μέρος των αρδευτικών αναγκών και να ανακουφίσει τους υπαλμυρισμένους υδροφορείς. Ωστόσο η απόδοση του φράγματος δεν ήταν η αναμενόμενη συγκεντρώνοντας μικρές ποσότητες νερού της τάξης των 10,000 m<sup>3</sup>. Στα μέσα του 2017 ολοκληρώθηκε και παραδόθηκε σε λειτουργία εγκατάσταση 2 μονάδων αφαλάτωσης.

Ο σταθμός αφαλάτωσης της Πάτμου βρίσκεται στη περιοχή Συνοδινού ανάμεσα από τον οικισμό Σκάλα και την Χώρα της Πάτμου. Ο σταθμός περιλαμβάνει 2 μονάδες αντίστροφης ώσμωσης δυναμικότητας 600 m<sup>3</sup>/day η κάθε μία και 2 δεξαμενές αποθήκευσης αφαλατωμένου νερού συνολικής χωρητικότητας 3000 m<sup>3</sup>. Η συνολική ονομαστική ισχύ των μονάδων είναι ίση με 210.8 kW. Τα στοιχεία προέκυψαν έπειτα και από επικοινωνία με την εταιρεία που εγκατέστησε και διαχειρίζεται τον σταθμό αφαλάτωσης «Watera Hellas».



Εικόνα 12 Άποψη του σταθμού αφαλάτωσης της Πάτμου (Πηγή: [watera](#))

Από τη δημόσια διαθέσιμη σύμβαση 450/2016 του Υπουργείου Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής προκύπτει ότι ο σταθμός αφαλάτωσης μαζί με το ταχυδιυλιστήριο του φράγματος Λειβαδίου (~30,000 m<sup>3</sup>/yr) καλούνται να καλύψουν κατανάλωση ίση με 234,000 m<sup>3</sup> πόσιμου νερού ετησίως τα οποία έχουν και αναλύονται ως εξής:

Πίνακας 13 Εγγυημένη ποσότητα πόσιμου νερού για την Πάτμο ανά τρίμηνο (m<sup>3</sup>)

ΝΗΣΙ	ΕΓΓΥΗΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ (m <sup>3</sup> )	ΣΥΝΟΛΟ
------	--------------------------------------	--------

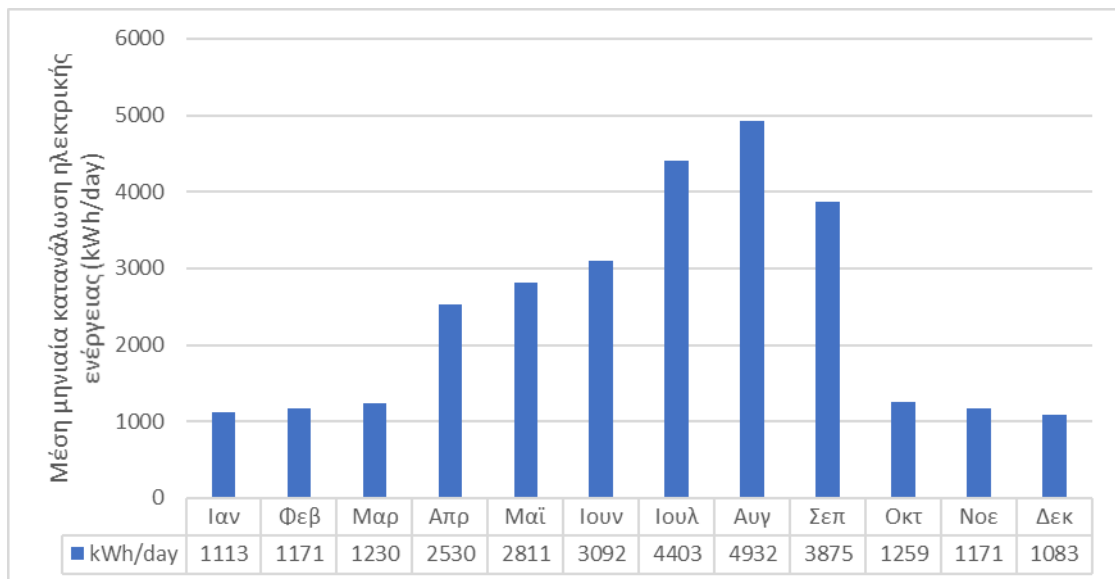
	1 <sup>ο</sup> τρίμηνο	2 <sup>ο</sup> τρίμηνο	3 <sup>ο</sup> τρίμηνο	4 <sup>ο</sup> τρίμηνο	
Πάτμος	25,000	60,000	124,000	25,000	234,000

Θεωρώντας ότι το ταχυδιυλιστήριο του φράγματος παρέχει ολόκληρη την εκτιμώμενη παραγωγή πόσιμου νερού (~30,000 m<sup>3</sup>) το 3<sup>ο</sup> τρίμηνο και δεδομένης της ονομαστικής ισχύος (210.8 kW) των μονάδων αφαλάτωσης, προκύπτει η μέση ημερήσια κατανάλωση ανά τρίμηνο αφαλάτωσης όπως φαίνεται στο παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 14 Μέση ημερήσια κατανάλωση ανά τρίμηνο για τις μονάδες αφαλάτωσης

Τρίμηνο	Εγγυημένη ποσότητα (m <sup>3</sup> )	Μέση ημερήσια ποσότητα (m <sup>3</sup> /day)	Μέση ημερήσια κατανάλωση (kWh/day)
<b>Max</b>	<b>108,000</b>	<b>1200</b>	<b>210.8*24=5,059.2</b>
1ο	25,000	277.8	1,171.1
2ο	60,000	666.7	2,810.7
3ο	94,000	1,044.4	4,403.4
4ο	25,000	277.8	1,171.1

Επιπρόσθετα, λαμβάνεται υπόψιν και η εποχικότητα κατανάλωσης πόσιμου νερού εντός των τριμήνων. Οπότε, τελικά, για την μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τις μονάδες αφαλάτωσης σε ένα έτος προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 20 Μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις μονάδες αφαλάτωσης ανά έτος

Οι δεξαμενές αποθήκευσης νερού θα παρέχουν ενεργειακή ρύθμιση της κατανάλωσης επιτρέποντας στο σταθμό να λειτουργεί, όποτε είναι δυνατό, σε επιθυμητές ώρες στην διάρκεια του έτους. Οι δεξαμενές αποθήκευσης απομπλέκουν τον ταυτοχρονισμό χρήσης νερού με την κατανάλωση ενέργειας των μονάδων αφαλάτωσης, ενεργώντας ως «μπαταρία» στο σύστημα και προσφέροντας μεγαλύτερη ευελιξία. Όταν υπάρχει ζήτηση και δεν είναι επιθυμητό να λειτουργήσουν οι μονάδες αφαλάτωσης, τότε οι δεξαμενές θα τροφοδοτούν το νησί μέχρι να αδειάσουν, και αναγκαστικά να εκκινηθούν οι μονάδες αφαλάτωσης. Οι δεξαμενές έχουν συνδυαστική χωρητικότητα 3,000 m<sup>3</sup>, το οποίο σημαίνει ότι για να

πληρωθούν θα πρέπει να λειτουργούν για 2.5 ημέρες συνεχόμενα οι μονάδες αφαλάτωσης συνδυαστικής ονομαστικής ικανότητας 1,200 m<sup>3</sup>/day. Τελικά, η αντίστοιχη ικανότητα αποθήκευσης των δεξαμενών μεταφρασμένη σε ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν οι μονάδες αφαλάτωσης για να τις πληρώσουν θα είναι:  $210.8 \text{ kW} \cdot 2.5 \text{ days} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{day}} = 12,648 \text{ kWh}$ .

### 3.2.5 Βιολογικός καθαρισμός

Το 2018 ολοκληρώθηκε το έργο «Βελτίωση εγκαταστάσεων Επεξεργασίας και Διάθεσης Λυμάτων Σκάλας Πάτμου (N3100)». Το έργο περιλάμβανε τον ριζικό επανασχεδιασμό και την βελτίωση των υφισταμένων Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ), που κατασκευάστηκαν κατά την δεκαετία του 1980 και αρχές της δεκαετίας του 1990, στην θέση Λάκκα της νήσου Πάτμου. Το έργο με σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και μεμβράνες MBR, προϋπολογισμού 2.8 εκ. €, προέβλεπε τη βελτίωση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων στις οποίες οδηγούνταν τα αστικά λύματα του οικισμού της Σκάλας και μεγάλου μέρους των λυμάτων της Χώρας (~35%) και του Κάμπου (~25%). Στόχος του έργου, που υλοποιήθηκε από την ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε., είναι η προστασία και αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος και η βελτίωση των συνθηκών υγιεινής και της ποιότητας ζωής στο Δήμο Πάτμου.



Εικόνα 13 Άποψη του βιολογικού καθαρισμού της Πάτμου (Πηγή: [patmostimes](http://patmostimes))

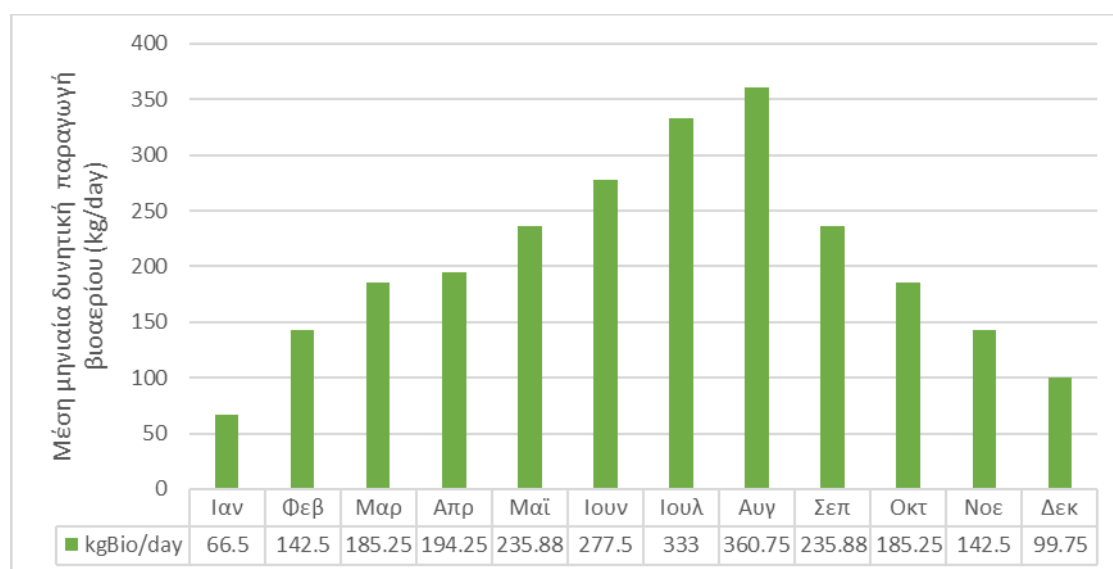
Από την δημόσια διαθέσιμη τεχνική περιγραφή του εν λόγω έργου στην ιστοσελίδα της «ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ» προκύπτει ο παρακάτω πίνακας όσον αφορά την δυναμικότητα διαχείρισης λυμάτων για την πρώτη 20ετία από τον βιολογικό καθαρισμό.

Πίνακας 15 Δυναμικότητα διαχείρισης λυμάτων από τον βιολογικό καθαρισμό της Πάτμου

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ (ικ) ΚΑΘΕ ΠΕΡΙΟΔΟΥ	3,800	7,400
Μέση ημερήσια παροχή λυμάτων (m <sup>3</sup> /d)	669	1,244
Μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων (m <sup>3</sup> /d)	973	1,836

Δεδομένων των παραπάνω, εξετάζεται η δυνατότητα παραγωγής ικανής ποσότητας βιοαερίου από τον βιολογικό καθαρισμό, ώστε να μπορεί να διανεμηθεί ως τοπικό καύσιμο εναλλακτικό του diesel. Για τον υπολογισμό του δυναμικού παραγωγής βιοαερίου θα χρησιμοποιηθεί η απλή αναλογία: 1 ικ → 170 lt λύματος/ημέρα → 20 lt βιοαερίου/ημέρα, θεωρώντας ότι το οργανικό φορτίο παραμένει σταθερό. Το βιοαέριο θα έχει περιεκτικότητα σε μεθάνιο περίπου στο 60%, με Κατώτερη Θερμογόνο Δύναμη περίπου 8.8 MJ/kg [51-53].

Επιπρόσθετα, λαμβάνεται υπόψιν και η εποχικότητα του πληθυσμού για τους συγκεκριμένους οικισμούς της Πάτμου οπότε με βάση την παραπάνω αναλογική σχέση, το βιοαέριο που μπορεί να παραχθεί δυνητικά ημερησίως παρίσταται στον επόμενο Διάγραμμα για κάθε μήνα του έτους.



Διάγραμμα 21 Μέση μηνιαία δυνητική παραγωγή βιοαερίου ανά έτος

Τελικά, μπορεί να θεωρηθεί, λόγω και του χρόνου που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί η αναερόβια χώνευση των λυμάτων και να παραχθεί το βιοαέριο, ότι ο βιολογικός καθαρισμός έχει την δυνατότητα να παράξει δυνητικά 200 kg/day βιοαερίου, καθόλη την διάρκεια του χρόνου με μικρές αποκλίσεις.



## Κεφάλαιο 4 Μοντελοποίηση σεναρίων λειτουργίας ΣΘΕΠ στο εργαλείο HOMER Pro

Σε αυτό το Κεφάλαιο θα μοντελοποιηθεί η κάλυψη των φορτίων της επιλεγμένης ΣΘΕΠ, όπως αυτά υπολογίστηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Σε συνεργασία με το εργαλείο προσομοίωσης HOMER Pro θα επιλεγθούν τα μεγέθη των κατάλληλων διεσπαρμένων μονάδων που οδηγούν στο βέλτιστο σύστημα έπειτα από οικονομοτεχνική βελτιστοποίηση που αφορά την ελαχιστοποίηση του κόστους κάθε συστήματος.

Το υπολογιστικό εργαλείο HOMER Pro διαθέτει 4 βασικές καρτέλες εισόδου, όπου επιλέγονται:

- Τα ενεργειακά φορτία κατανάλωσης του συστήματος
- Τα στοιχεία παραγωγής και αποθήκευσης του συστήματος
- Οι διαθέσιμοι πόροι σε καύσιμα και σε τοπικό δυναμικό ΑΠΕ
- Οι υποθέσεις εργασίας, όσον αφορά στους τεχνικούς και οικονομικούς περιορισμούς και παραδοχές της βελτιστοποίησης

Αφού έχουν συμπληρωθεί κατάλληλα οι καρτέλες εισόδου του εργαλείου προσομοίωσης λαμβάνουν χώρα οι υπολογισμοί βελτιστοποίησης με σκοπό την επιλογή του συστήματος που καλύπτει τα φορτία με το χαμηλότερο κόστος. Σε κάθε χρονικό βήμα εντάσσονται οι βέλτιστες οικονομικά μονάδες που μπορούν να καλύψουν τα φορτία ή και να πωλήσουν την διατιθέμενη περίσσεια ισχύ. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν εμφανίζονται σε συγκεντρωτικούς πίνακες και διαγράμματα, με την δυνατότητα εστίασης σε λεπτομέρειες λειτουργίας ανά στοιχείο συστήματος. Τα αποτελέσματα θα έχουν το ίδιο χρονικό βήμα με τα δεδομένα εισόδου, το οποίο στα πλαίσια των υφιστάμενων υπολογισμών θα είναι ανά ώρα.

Η βελτιστοποίηση με στόχο την ελαχιστοποίηση κόστους πραγματοποιείται με την συνδρομή 2 κυρίως εγγενών ελεγκτών του υπολογιστικού εργαλείου, ενώ υπάρχουν και περισσότεροι πιο εξειδικευμένοι ελεγκτές. Ακόμα, μπορεί ο χρήστης να παράξει δικό του μοναδικό ελεγκτή μέσω του Simulink της MATLAB. Στα πλαίσια των επόμενων μοντελοποιήσεων θα καθορίσει την σειρά ένταξης των μονάδων μόνο ένας εκ των 2 βασικότερων ελεγκτών, ο οποίος ταιριάζει περισσότερο στην λογική μιας ΣΘΕΠ. Συγκεκριμένα ο ελεγκτής είναι το HOMER Load Following (LF). Σύμφωνα με αυτήν τη στρατηγική «Παρακολούθησης Φορτίου», όταν απαιτείται να ενταχθεί μια γεννήτρια στο σύστημα, αυτή παράγει μόνο όση ισχύ απαιτείται για να καλύψει τη ζήτηση, εφόσον αυτό είναι τεχνικά εφικτό. Αυτή η στρατηγική τείνει να είναι βέλτιστη σε συστήματα με πολλή ανανεώσιμη ισχύ που μερικές φορές υπερβαίνει το φορτίο, όπως ακριβώς συμβαίνει στις υφιστάμενες εξεταζόμενες περιπτώσεις.

Στην ανάλυση δημιουργίας ΣΘΕΠ είναι σημαντικό να πραγματοποιηθεί μια πολυ-κριτηριακή αξιολόγηση. Είναι δηλαδή σκόπιμο να εξεταστούν εκτός από τα τεχνικά και οικονομικά κριτήρια, που λαμβάνει υπόψιν το εργαλείο HOMER Pro, και η περιβαλλοντική και κοινωνική διάσταση της ΣΘΕΠ. Ωστόσο, το Homer Pro δεν έχει δυνατότητα επικοινωνίας με άλλα εργαλεία εκτός από το Matlab Simulink, το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ξεχωριστού αλγόριθμου της σειρά ένταξης των μονάδων παραγωγής και αποθήκευσης. Για αυτόν τον λόγο, επιχειρείται να γίνει αναφορά στην κοινωνική διάσταση της δημιουργίας ΣΘΕΠ μέσω της κατασκευής του Καμβά Επιχειρηματικού Μοντέλου, στο επόμενο Κεφάλαιο, όπου γίνεται και αναφορά σε ποιοτικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Ο συνδυασμός



HOMER Pro με τον Καμβά Επιχειρηματικού Μοντέλου χρησιμοποιείται και στην διεθνή βιβλιογραφία ως προσέγγιση ανάλυσης μικρο-δικτύων (minigrids), τα οποία έχουν αρκετή συνάφεια με τις ΣΘΕΠ [54]. Ακόμα το εργαλείο HOMER Pro παρέχει πληροφορία για τις παραγόμενες εκπομπές αερίων ρύπων των συστημάτων που μοντελοποιεί. Ωστόσο, για να εξεταστεί πραγματικά ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος θα πρέπει να υπολογιστούν και οι εκπομπές που αποφεύγονται ή ενισχύονται από την λειτουργία των συστημάτων του. Οπότε, επιχειρείται επίσης στο επόμενο Κεφάλαιο μια ξεχωριστή ανάλυση για τον υπολογισμό των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, λαμβάνοντας βέβαια υπόψη τα ενεργειακά αποτελέσματα του εργαλείου.

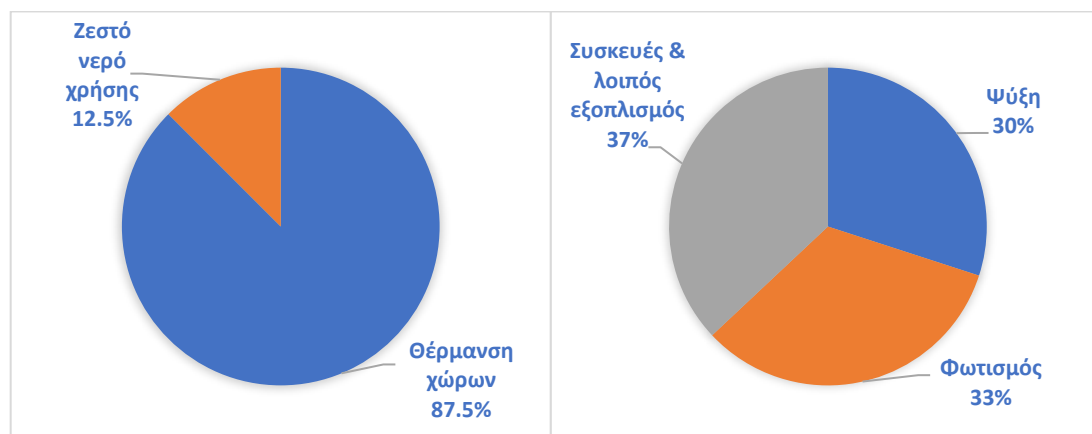
## 4.1 Δεδομένα εισόδου

### 4.1.1 Τα ενεργειακά φορτία και τα δίκτυα μεταφοράς ενέργειας του συστήματος

#### **Ενεργειακά φορτία**

Ξεκινώντας την εισαγωγή δεδομένων για την πραγματοποίηση των μοντελοποιήσεων, πρώτο μέλημα είναι η εισαγωγή δεδομένων φορτίων ενεργειακής κατανάλωσης. Στους υφιστάμενους υπολογισμούς αυτά θα αποτελούνται κατά μέγιστο από 4 διαφορετικές κατηγορίες χρονοσειρών φορτίου.

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη κατηγορία αφορά την αθροιστική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά ώρα για όλα τα κτίρια της ΣΘΕΠ, που αποτελούνται από τις 20 Κατοικίες αλλά και από όλα τα Δημοτικά Κτίρια. Η δεύτερη κατηγορία αφορά την αθροιστική κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανά ώρα για όλα τα κτίρια της ΣΘΕΠ. Όσον αφορά τον επιμερισμό κατανάλωσης ενέργειας του συνόλου των κτιρίων της ΣΘΕΠ, επιλέγονται τα παρακάτω ποσοστά για τη θερμική και ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας.



Διάγραμμα 22 Επιμερισμός κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ

Διάγραμμα 23 Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ

Η τρίτη κατηγορία αφορά την ηλεκτρική κατανάλωση των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στους επιλεγμένους Χώρους Στάθμευσης ανά ώρα. Τέλος, η τέταρτη κατηγορία αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον σταθμό αφαλάτωσης ανά ημέρα και η αντιμετώπιση του ως αναβαλλόμενο φορτίο με την εκμετάλλευση των δεξαμενών αποθήκευσης, όπως περιγράφεται εκτενέστερα στην σχετική υποενότητα του προηγούμενου Κεφαλαίου.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις των παραπάνω κατηγοριών έχουν υπολογιστεί στα αντίστοιχα τμήματα του προηγούμενου Κεφαλαίου. Οι κατηγορίες μπορεί να είναι 3 αντί για 4 στην

περίπτωση που επιλεχθεί όλο το θερμικό φορτίο να καλύπτεται από μονάδες που καταναλώνουν αποκλειστικά ηλεκτρική ενέργεια για να παράξουν θερμική, όπως οι αντλίες θερμότητας.

### Δίκτυα μεταφοράς ενέργειας

Σε κάθε ένα από τα εξεταζόμενα σενάρια, οι διεσπαρμένες μονάδες ηλεκτρικής παραγωγής και τα ηλεκτρικά φορτία επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του υφιστάμενου ηλεκτρικού δικτύου της Πάτμου. Η λογική για το σύνολο των διεσπαρμένων μονάδων είναι ότι λειτουργούν συγχρονισμένα μέσω κεντρικού συστήματος διαχείρισης, ως ένας Εικονικός Σταθμός Παραγωγής (Virtual Power Plant). Αυτός εξυπηρετεί τα φορτία της ΣΘΕΠ κάθε ώρα εξασφαλίζοντας αξιόπιστη παροχή ενέργειας. Με αυτήν τη λογική, και για να μην επιβαρύνεται το τοπικό δίκτυο από την λειτουργία της ΣΘΕΠ επιβάλλεται ανώτερο ωριαίο όριο κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος αποκλειστικά από το έξωθεν ηλεκτρικό σύστημα της Πάτμου ίσο με 50 kW. Το αντίστοιχο ανώτατο ωριαίο όριο για την πώληση ηλεκτρικής ισχύος στο ηλεκτρικό σύστημα της Πάτμου τίθεται ίσο με 500 kW. Επειδή οι μονάδες παραγωγής και κατανάλωσης συνδέονται εικονικά και όχι φυσικά μεταξύ τους, τα προηγούμενα σημαίνουν ότι η διαφορά παραγωγής μείον της κατανάλωσης για την ΣΘΕΠ ανά ώρα θα βρίσκεται υποχρεωτικά στο εύρος [-50 kW, 500 kW].

Σε όλα τα σενάρια που θα εξεταστούν το κυμαινόμενο πρόγραμμα τιμολόγησης αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας είναι όπως στον ακόλουθο Πίνακα.

Πίνακας 16 Πρόγραμμα τιμολόγησης αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με το ηλεκτρικό σύστημα της Πάτμου [55]

00:00												
01:00												
02:00												
03:00												
04:00												
05:00												
06:00												
07:00												
08:00												
09:00												
10:00												
11:00												
12:00												
13:00												
14:00												
15:00												
16:00												
17:00												
18:00												
19:00												
20:00												
21:00												
22:00												
23:00												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ

	Ηλεκτρική ενέργεια αγοράζεται από το δίκτυο της Πάτμου με μέση τιμή 0.12 €/kWh και δεν μπορεί να πωλείται σε αυτό
	Ηλεκτρική ενέργεια αγοράζεται από το δίκτυο της Πάτμου με μέση τιμή 0.12 €/kWh και πωλείται σε αυτό χωρίς χρέωση
	Ηλεκτρική ενέργεια αγοράζεται από το δίκτυο της Πάτμου με μέση τιμή 0.13 €/kWh και πωλείται σε αυτό με 0.06 €/kWh
	Ηλεκτρική ενέργεια αγοράζεται από το δίκτυο της Πάτμου με μέση τιμή 0.14 €/kWh και πωλείται σε αυτό με 0.14 €/kWh
	Ηλεκτρική ενέργεια αγοράζεται από το δίκτυο της Πάτμου με μέση τιμή 0.14 €/kWh και πωλείται σε αυτό με 0.18 €/kWh
	Ηλεκτρική ενέργεια αγοράζεται από το δίκτυο της Πάτμου με μέση τιμή 0.17 €/kWh και πωλείται σε αυτό με 0.21 €/kWh

Λαμβάνοντας υπόψιν την κατάσταση του ηλεκτρικού συστήματος της Πάτμου, που αναλύθηκε προηγουμένως, επιλέγεται η κυμαινόμενη τιμολόγηση αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας της ΣΘΕΠ. Λόγω των συχνών ανταλλαγών ενέργειας μεταξύ δικτύου και ΣΘΕΠ επιλέγεται το σχήμα του ενεργειακού συμψηφισμού. Σε αυτό, για κάθε μήνα η ΣΘΕΠ θα εισπράττει ( $R_{el}$ ) την διαφορά εγχέομενης ενέργειας ( $El_{in}$ ) μείον την απορροφώμενη ενέργεια ( $El_{abs}$ ) από το δίκτυο, επί της τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ( $r_i$ ) που αντιστοιχεί για κάθε χρονική περίοδο ( $i$ ) όπως παραπάνω. Η ΣΘΕΠ εξ ορισμού θα εγχέει περισσότερο ενέργεια από όσο απορροφά, όμως για κάποιο μήνα αυτό μπορεί να μην συμβαίνει, οπότε αντίστοιχα θα αποδίδει το γινόμενο ( $C_{el}$ ) αν απορροφήσει περισσότερο ενέργεια από όσο εγχύσει για εκείνο το χρονικό διάστημα επί την ορισμένη τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας ( $c_i$ ) για αυτό. Πιο συγκεκριμένα ισχύει για κάθε μήνα:

$$R_{el} = \sum (El_{in} - El_{abs})_i * r_i \quad , \text{αν } El_{in} > El_{abs}$$

$$C_{el} = \sum (El_{abs} - El_{in})_i * c_i \quad , \text{αν } El_{in} < El_{abs}$$

Η τιμολόγηση επιλέγεται τέτοια ώστε να ευνοείται η έγχυση ενέργειας στο δίκτυο της περιόδους με μεγαλύτερη ζήτηση, όπου το αυτόνομο ηλεκτρικό σύστημα βρίσκεται σε δεινότερη κατάσταση και να απορροφάται ενέργεια τις περιόδους με μικρότερη ζήτηση, όπου το ηλεκτρικό σύστημα έχει διαθεσιμότητα παραγωγής. Το παραπάνω αποτελεί μια προσπάθεια ρεαλιστικής αντίληψης της ΣΘΕΠ ως δυναμικό υβριδικό στοιχείο του ηλεκτρικού δικτύου από την πλευρά του διαχειριστή. Με αυτόν τον τρόπο, η ένταξη της ΣΘΕΠ στο ηλεκτρικό σύστημα της Πάτμου γίνεται ομαλότερα, δίνοντας παράλληλα την δυνατότητα στην τοπική διαχείριση ενέργειας του νησιού να λειτουργεί τις μονάδες της υπό ευνοϊκότερες συνθήκες, αφαιρώντας μέρος των αιχμών κατανάλωσης και εισάγοντας περαιτέρω ζήτηση σε ώρες με αρκετά μικρή παραγωγή ενέργειας.

Το κόστος που περιλαμβάνει την ενίσχυση και επέκταση δικτύου, καθώς και την ομαλή διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας της ΣΘΕΠ επιλέγεται αυθαίρετα σταθερό για κάθε σενάριο και ίσο με 25,000 €, με πρόσθετο ετήσιο κόστος ίσο με 500 €.

Στα επόμενα εξεταζόμενα σενάρια, στις περιπτώσεις που δεν καλύπτονται οι θερμικές απαιτήσεις των κτιρίων της ΣΘΕΠ από μονάδες που καταναλώνουν αποκλειστικά ηλεκτρική ενέργεια (π.χ. αντλίες θερμότητας), εξετάζεται η εγκατάσταση δικτύου τηλεθέρμανσης. Το δίκτυο τηλεθέρμανσης θα συνδέει την κεντρική μονάδα συμπαραγωγής και τους λέβητες αιχμής με τα κτίρια στα οποία δεν θα προβλέπεται εγκατάσταση αντλιών θερμότητας. Το δίκτυο τηλεθέρμανσης θα καλύπτει και την θερμική απαίτηση των ψυκτών προσρόφησης που θα εγκαθίστανται στα ίδια κτίρια και θα παρέχουν την απαραίτητη για τα κτίρια ψυκτική ενέργεια τους θερινούς μήνες. Το μόνο κτίριο το οποίο δεν συμπεριλαμβάνεται σε κανένα σενάριο στο δίκτυο τηλεθέρμανσης είναι το Επαγγελματικό Λύκειο (ΕΠΑΛ) Πάτμου λόγω της απαγορευτικής απόστασής του από τα υπόλοιπα κτίρια της ΣΘΕΠ. Τέλος, το κόστος του δικτύου τηλεθέρμανσης και των συνδέσεων κάθε κτιρίου θα ληφθεί υπόψιν στο επόμενο Κεφάλαιο μόνο στη περίπτωση που το επικρατέστερο σενάριο το περιλαμβάνει, έτσι θεωρείται σε κάθε περίπτωση μηδενικό, όπως θα συνέβαινε σε περίπτωση που η σχετική εγκατάσταση προϋπήρχε στην ΣΘΕΠ.

#### 4.1.2 Τα στοιχεία παραγωγής και αποθήκευσης του συστήματος

Τα στοιχεία που επιλέγονται να εξεταστούν για την κάλυψη των φορτίων κατά τις προσομοιώσεις αποτελούν τεχνολογίες που έχουν ευρεία εμπορική εφαρμογή, διαθέτουν χαρακτηριστικά καινοτομίας, και ταιριάζουν κατάλληλα σε νησιωτικές παρεμβάσεις και ειδικότερα στο τοπικό δυναμικό της Πάτμου. Αυτά είναι τα εξής:

- i. Ανεμογεννήτριες
- ii. Φωτοβολταϊκά
- iii. Συστοιχίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας
- iv. Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με σύγκαιση diesel και βιοαερίου
- v. Μονάδα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού (Combined Heat and Power {CHP}) με σύγκαιση diesel και βιοαερίου
- vi. Αντλίες θερμότητας
- vii. Ψύκτες προσρόφησης
- viii. Λέβητες αιχμής πετρελαίου

Οι λεπτομέρειες και τα τεχνοοικονομικά χαρακτηριστικά σχετικά με την εφαρμογή των παραπάνω επιλεγμένων στοιχείων συστήματος παρέχονται στους επόμενους 2 συγκεντρωτικούς Πίνακες.

Πίνακας 17 Λεπτομέρειες σχετικά με τα επιλεγμένα στοιχεία συστήματος για κάθε σενάριο

Στοιχεία συστήματος	Λεπτομέρειες λειτουργίας
Ανεμογεννήτριες	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εγκαθίστανται σε κατάλληλο γήπεδο του νησιού και λειτουργούν σε όλα τα σενάρια. (λεπτομερής χάρτης χωροθέτησης για το νησί της Πάτμου βρίσκεται στο Παράρτημα Β)</li> <li>• Μεσαίου μεγέθους, μεταβλητών στροφών, τεχνολογίας αιχμής.</li> <li>• Παρέχουν ανανεώσιμη ισχύ εκμεταλλευόμενες το πλούσιο αιολικό δυναμικό της Πάτμου.</li> </ul>

Φωτοβολταϊκά	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εγκαθίστανται κατετημημένα στις οροφές των επιλεγμένων κτιρίων και εγκαταστάσεων της ΣΘΕΠ, καθώς και σε κατάλληλα γήπεδα του νησιού με νότιο προσανατολισμό και λειτουργούν σε όλα τα σενάρια.</li> <li>• Μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια τεχνολογίας αιχμής.</li> <li>• Παρέχουν ανανεώσιμη ισχύ εκμεταλλευόμενες το πλούσιο ηλιακό δυναμικό της Πάτμου.</li> </ul>
Συστοιχία αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εγκαθίσταται σε τοποθεσία της ΣΘΕΠ με μεγάλη χωρητικότητα, με πιθανά σημεία τον σταθμό αφαλάτωσης ή το ΕΠΑΛ.</li> <li>• Τεχνολογίας ιόντων λιθίου με δυνατότητα αποφόρτισης στο 100% της ονομαστικής ισχύος έως και 4 ώρες και έως το 10 % της ονομαστικής χωρητικότητας της.</li> </ul>
Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με σύγκαυση diesel και βιοαερίου	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εγκαθίσταται σε κεντρικό σημείο της ΣΘΕΠ με πιθανότερα σημεία το Δημοτικό Σκάλας ή το Πάτμιον.</li> <li>• Χρησιμοποιείται στο σενάριο που υπάρχουν αποκλειστικά ηλεκτρικές καταναλώσεις.</li> <li>• Παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης, έχει την δυνατότητα σύγκαυσης καυσίμων, με το βιοαέριο να χρησιμοποιείται μέχρι εξαντλήσεως της μηνιαίας διαθεσιμότητάς του.</li> </ul>
Μονάδα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού με σύγκαυση diesel και βιοαερίου	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εγκαθίσταται σε κεντρικό σημείο της ΣΘΕΠ με πιθανότερα σημεία το Δημοτικό Σκάλας ή το Πάτμιον.</li> <li>• Χρησιμοποιείται στα υπόλοιπα σενάρια που συμπεριλαμβάνουν και θερμικές καταναλώσεις.</li> <li>• Παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης συμπαραγωγής, έχει την δυνατότητα σύγκαυσης καυσίμων, με το βιοαέριο να χρησιμοποιείται μέχρι εξαντλήσεως της μηνιαίας διαθεσιμότητάς του.</li> </ul>
Αντλίες θερμότητας	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εγκαθίστανται στα επιλεγμένα κτίρια ανάλογα με το εξεταζόμενο σενάριο.</li> <li>• Η ονομαστική ισχύς τους ποικίλει ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις των κτιρίων.</li> <li>• Συνοδεύονται από δοχείο αδρανείας αυξάνοντας την αποδοτικότητά τους.</li> <li>• Έχουν δυνατότητα κάλυψης αναγκών θέρμανσης, ψύξης, και ζεστού νερού χρήσης.</li> </ul>
Ψύκτες προσρόφησης	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εγκαθίστανται στα επιλεγμένα κτίρια ανάλογα με το εξεταζόμενο σενάριο.</li> <li>• Η ονομαστική ισχύς τους ποικίλει ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις των κτιρίων.</li> <li>• Εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που παρέχεται από την μονάδα συμπαραγωγής και τους λέβητες αιχμής για την κάλυψη των αναγκών ψύξης των κτιρίων.</li> </ul>
Λέβητες αιχμής πετρελαίου	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εγκαθίστανται πλησίον των μονάδων συμπαραγωγής στα κοινά εξεταζόμενα σενάρια.</li> <li>• Λειτουργούν επικουρικά με αυτές και σε περιόδους πολύ υψηλής ή πολύ χαμηλής ζήτησης θερμικής ισχύος, συνεισφέροντας στην σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος.</li> </ul>

Πίνακας 18 Τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά σχετικά με τα επιλεγμένα στοιχεία συστήματος για κάθε σενάριο [31, 55-60]

Στοιχεία συστήματος	Μέγεθος	Απόδοση	Αρχικό κόστος	Κόστος Σ&Λ	Χρόνος ζωής
Ανεμογεννήτριες	800-1,600 kW	$\sim CF = 35 \%$	1,350 €/kW	2.5 €/(kW*year)	25 έτη
Φωτοβολταϊκά	500-1,500 kW	$\sim \eta_{PV} = 1600$ kWh/kWp	750 €/kW	2 €/(kW*year)	25 έτη
Μπαταρίες λιθίου	400-3,200 kWh 100-800 kW αντίστοιχα	$\sim \eta_{tot} = 90 \%$ συνολικός β.α.	375 €/kWh	5 €/(kWh*year)	15 έτη
Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με σύγκαιση diesel και βιοαερίου	50-250 kW	$\sim \eta_{el} = 45 \%$	600 €/kW	2 €/(ώρα λειτουργίας)	80,000 ώρες
Μονάδα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού με σύγκαιση diesel και βιοαερίου	25-375 kW	$\sim \eta_{CHP} = 80 \%$ $\sim PHR = 0.5$	1,000 €/kW	5 €/(ώρα λειτουργίας)	80,000 ώρες
Αντλίες θερμότητας	3-50 kW	$\sim COP_h = 3.3$ $\sim COP_h = 2.4$	375 €/kW	2.5 €/(kW*year)	25 έτη
Ψύκτες προσρόφησης	8-100 kW	$\sim COP_c = 0.7$	345 €/kW	4.5 €/(kW*year)	25 έτη
Λέβητες αιχμής πετρελαίου	25-300 kW	$\sim \eta_{th} = 85 \%$	350 €/kW	2 €/(ώρα λειτουργίας)	60,000 ώρες

Οι μεταβλητές της απόδοσης των παραπάνω στοιχείων συστήματος επεξηγούνται ως εξής:

- $$CF = \frac{\text{Ετήσια πραγματική παραγόμενη ενέργεια}}{\text{Ενέργεια που παράγεται αν λειτουργούσαν όλο το χρόνο στην ονομαστική ισχύ τους}}$$
- $$\eta_{PV} = \frac{\text{Ετήσια παραγόμενη ενέργεια}}{\text{Ονομαστική ισχύ}}$$
- $$\eta_{tot} = \frac{\text{Ενέργεια αποφόρτισης στο δίκτυο}}{\text{Ενέργεια από το δίκτυο (φόρτιση)}}$$
- $$\eta_{el} = \frac{\text{Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια}}{\text{Ενέργεια καυσίμου}}$$
- $$\eta_{CHP} = \frac{\text{Παραγόμενη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια}}{\text{Ενέργεια καυσίμου}}$$
- $$PHR = \frac{\text{Καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος}}{\text{Ωφέλιμη θερμική ισχύς}}$$
- $$COP_h = \frac{\text{Παραγόμενη θερμική ενέργεια}}{\text{Καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια}}$$
- $$COP_h = \frac{\text{Παραγόμενη ψυκτική ενέργεια}}{\text{Καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια}}$$
- $$\eta_{th} = \frac{\text{Παραγόμενη θερμική ενέργεια}}{\text{Ενέργεια καυσίμου}}$$

Όπου οι συντελεστές απόδοσης COP και PHR προέρχονται από τους αγγλικούς όρους Coefficient Of Performance και Power to Heat Ratio αντίστοιχα, ενώ ο ορισμός τους γίνεται κατανοητός μέσω των παραπάνω εξισώσεων.

#### 4.1.3 Διαθέσιμοι πόροι σε καύσιμα και τοπικό δυναμικό ΑΠΕ

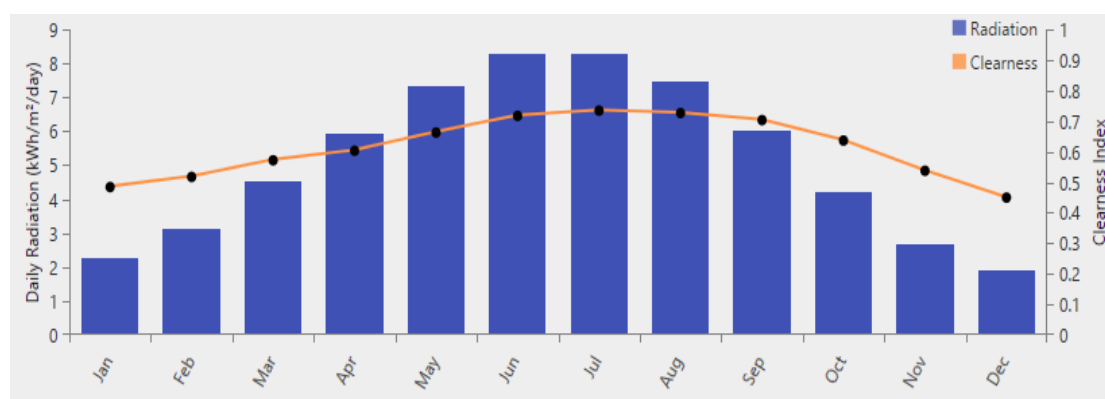
Για να πραγματοποιηθεί η ανάλυση πρέπει να είναι γνωστά στοιχεία σχετικά με δυναμικό των ΑΠΕ στο νησί και χαρακτηριστικά για τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται.

Σχετικά με τα καύσιμα, στην ΣΘΕΠ καταναλώνεται diesel από τη παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης, είτε είναι συμπαραγωγής είτε όχι, και από τους λέβητες αιχμής. Η μηχανή εσωτερική καύσης έχει πάντα την δυνατότητα σύγκαισης βιοαερίου με diesel. Η δυνητική παραγωγή βιοαερίου από τον βιολογικό καθαρισμό του νησιού αναλύεται στην υποενότητα 3.2.5 και συνολικά βρίσκεται ότι υπάρχει δυναμικότητα να παραχθούν δυνητικά 200 kg/day βιοαερίου, καθόλη την διάρκεια του χρόνου με μικρές αποκλίσεις. Τα βασικά χαρακτηριστικά των καυσίμων φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 19 Βασικά χαρακτηριστικά καυσίμων ΣΘΕΠ [61]

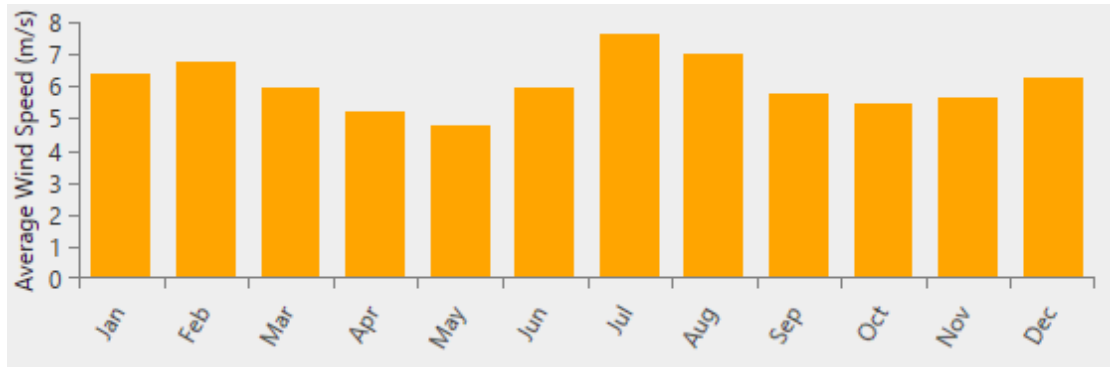
Καύσιμο	Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη (MJ/kg)	Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )	Παράγοντας εκπομπών (tnCO <sub>2</sub> /tnκαυσίμου)	Τιμή αγοράς (€/lt)
Diesel	43.2	820	3.165	1.00
Βιοαέριο	8.8	1.15	0	-

Τα δεδομένα σχετικά με το αιολικό και το ηλιακό δυναμικό της Πάτμου προέρχονται από το έργο POWER της NASA. Το έργο παρέχει σύνολα ηλιακών και μετεωρολογικών δεδομένων από την έρευνα της NASA για υποστήριξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την ενεργειακή απόδοση κτιρίων και τις γεωργικές ανάγκες και είναι ενσωματωμένο στο εργαλείο HOMER Pro. Συγκεκριμένα για την μέση προσπίπτουσα ακτινοβολία και την μέση ταχύτητα ανέμου σε κατάλληλες θέσεις του νησιού έχουν ληφθεί υπόψιν οι δυναμικότητες των παρακάτω Διαγραμμάτων.



Διάγραμμα 24 Μήση ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στις θέσεις εγκαταστάσεις των φωτοβολταϊκών





Διάγραμμα 25 Μέση ταχύτητα ανέμου στις θέσεις εγκαταστάσεις σε ύψος 10 μέτρων

#### 4.1.4 Τεχνικοί περιορισμοί και οικονομικές παραδοχές της βελτιστοποίησης

Τα τελευταία δεδομένα που πρέπει να εισαχθούν στο εργαλείο υπολογισμού HOMER Pro πριν ξεκινήσουν οι προσομοιώσεις είναι οι τεχνικοί και οικονομικοί περιορισμοί βελτιστοποίησης, που είναι κοινοί σε κάθε ένα από τα εξεταζόμενα σενάρια.

Πιο συγκεκριμένα στον επόμενο Πίνακα μπορούν να παρατηρηθούν οι περιορισμοί και οι παραδοχές που έχουν επιλεγεί στην λογική της ρεαλιστικής μοντελοποίησης και ασφαλούς λειτουργίας της ΣΘΕΠ.

Πίνακας 20 Βασικοί περιορισμοί και παραδοχές που επιλέγονται για τις μοντελοποιήσεις

Μέγεθος	Τιμή	Σχόλια
Μέγιστη ετήσια αδυναμία κάλυψης ηλεκτρικής ισχύος	0.5 %	Η τιμή είναι ενδεικτική της συνέπειας που οφείλει να έχει το σύστημα διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας της ΣΘΕΠ, ώστε να μην ξεφεύγει από τα περιθώρια αγοράς ισχύος από το κεντρικό δίκτυο της Πάτμου
Ελάχιστο ποσοστό διείσδυσης ανανεώσιμης παραγωγής	75 %	Αν και τελικά στα εξεταζόμενα σενάρια είναι αρκετά μεγαλύτερο, το κατώτατο όριο τίθεται ώστε να εξασφαλίζεται ότι η ενέργεια που καταναλώνει η ΣΘΕΠ είναι όσο το δυνατόν πιο «πράσινη». Η ενέργεια που καταναλώνεται από το δίκτυο της Πάτμου θεωρείται 100% μη ανανεώσιμη.
Στρεφόμενη εφεδρεία	0 %	Εφόσον η ΣΘΕΠ διαθέτει ευέλικτα φορτία, μονάδες αποθήκευσης, αλλά και την δυνατότητα απορρόφησης ισχύος από το κεντρικό δίκτυο -έστω και περιορισμένης- δεν εξετάζεται ως αναγκαία η ύπαρξη στρεφόμενης εφεδρείας των συμβατικών μονάδων της
Ανώτατο όριο περίσσειας θερμικής ισχύος	2 %	Το όριο αυτό εξασφαλίζει στον μετριασμό της σπατάλης ενέργειας από την ΣΘΕΠ μιας και η θερμική ενέργεια δεν μπορεί να πωληθεί σε εξωτερικό δίκτυο, όπως στην περίπτωση της ηλεκτρικής ενέργειας
Επιτόκιο προεξόφλησης	8 %	Λαμβάνεται ίσο με την μέση τιμή που συναντάται συχνότερα στην σχετική βιβλιογραφία ως μια ρεαλιστική προσέγγιση
Αναμενόμενο ποσοστό πληθωρισμού	2 %	Λαμβάνεται ίσο με την μέση τιμή που συναντάται συχνότερα στην σχετική βιβλιογραφία ως μια ρεαλιστική προσέγγιση

Κόστος κεφαλαίου συστήματος	50,000 €	Αφορά κόστος λοιπών στοιχείων του συστήματος της ΣΘΕΠ που δεν υπολογίζονται στα επιμέρους κόστη των συνιστωσών που την αποτελούν
Κόστος συντήρησης και λειτουργίας συστήματος	1,500 €/yr	Αφορά κόστος λοιπών στοιχείων του συστήματος της ΣΘΕΠ που δεν υπολογίζονται στα επιμέρους κόστη των συνιστωσών που την αποτελούν
Χρόνος ζωής επένδυσης ΣΘΕΠ	25 έτη	Η διάρκεια ζωής της επένδυσης της ΣΘΕΠ κατά την οποία θα εξεταστούν βασικοί χρηματοοικονομικοί δείκτες.

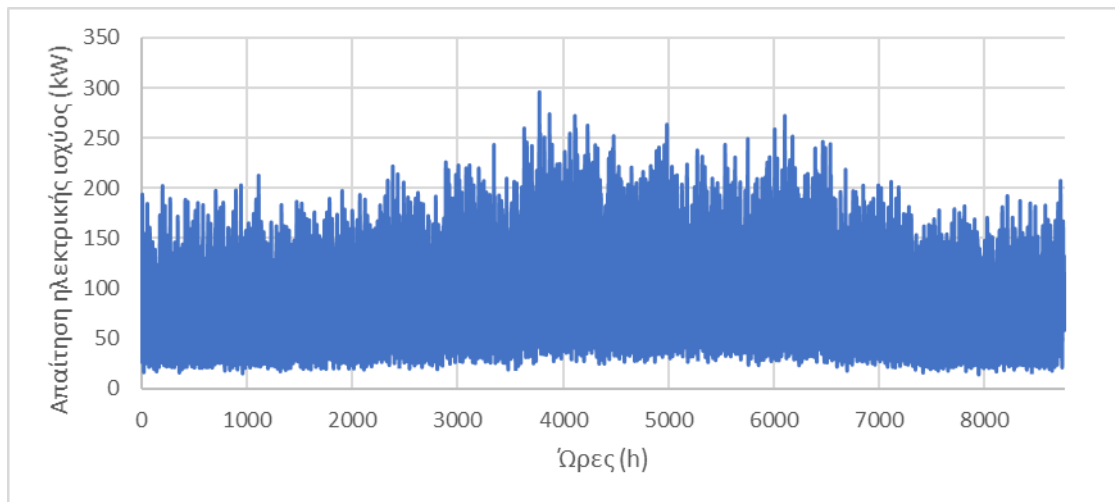
#### 4.2 Εξεταζόμενα σενάρια

Οι διαφορετικοί συνδυασμοί διεσπαρμένων μονάδων παραγωγής και αποθήκευσης που μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες των φορτίων της ΣΘΕΠ, αλλά και να προσφέρουν κέρδος σε αυτήν είναι αρκετοί. Στις υφιστάμενες αναλύσεις θα εξεταστούν τα καταλληλότερα από τα επιλεγμένα στοιχεία παραγωγής και θα αποφασιστεί το μέγεθος τους ανάλογα με το εξεταζόμενο σενάριο.

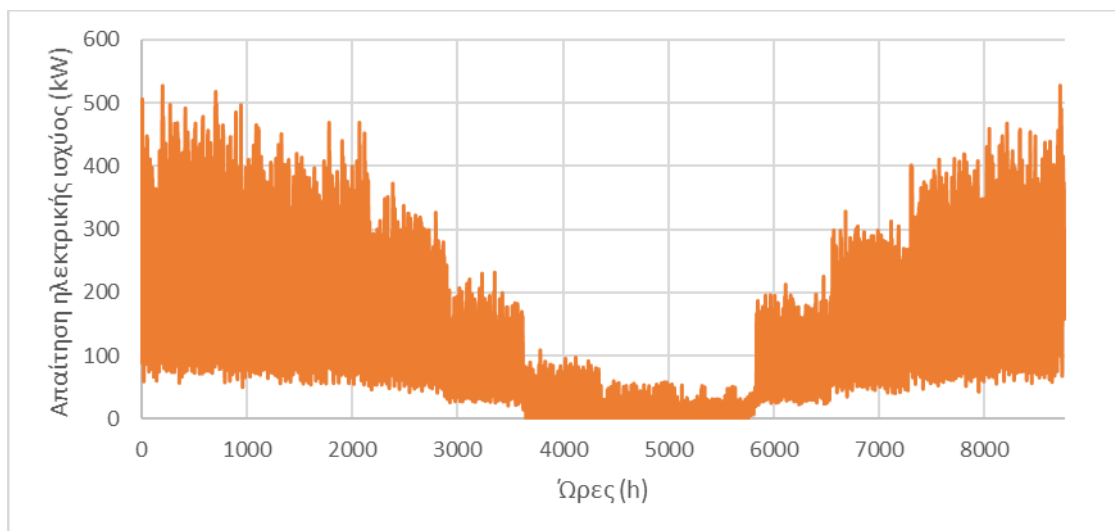
Με τα επιλεγμένα στοιχεία παραγωγής και αποθήκευσης επιλέγονται να εξεταστούν 5 διαφορετικά σενάρια ούτως ώστε να προκύψει η οικονομικότερη προσέγγιση. Η ειδοποιός διαφορά των επόμενων σεναρίων είναι ο τρόπος που αντιμετωπίζονται τα θερμικά φορτία των κτιρίων της ΣΘΕΠ. Τα φορτία των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και της αφαλάτωσης παραμένουν φυσικά ίδια σε κάθε σενάριο με αυτά που έχουν υπολογιστεί στην αντίστοιχη υποενοότητα του προηγούμενου Κεφαλαίου. Οπότε, τελικά, σε κάθε σενάριο θα εξετάζεται αποκλειστικά η μεταβολή στα ενεργειακά φορτία των κτιρίων της ΣΘΕΠ.

Η θερμική κατανάλωση των κτιρίων μπορεί να αφορά ή να εξυπηρετείται από αντλίες θερμότητας, κλιματιστικά, ψύκτες προσρόφησης, καθώς και μέσω δικτύου τηλεθέρμανσης συνδεδεμένου με μονάδα συμπαραγωγής και λέβητες αιχμής. Το εργαλείο προσομοίωσης HOMER Pro δεν διαθέτει την δυνατότητα εισαγωγής στοιχείων όπως οι αντλίες θερμότητας και οι ψύκτες προσρόφησης. Οπότε, η ένταξη τους πραγματοποιείται με αυξομείωση των είτε των ηλεκτρικών είτε των θερμικών καταναλώσεων των κτιρίων ανά ώρα ανάλογα το εξεταζόμενο σενάριο και βάσει των τεχνικών χαρακτηριστικών τους, που παρουσιάζεται στην υποενοότητα 4.1.2.

Ξεκινώντας, λοιπόν, από την μορφή των ενεργειακών απαιτήσεων του συνόλου των κτιρίων της ΣΘΕΠ, που μπορεί να παρατηρηθεί στα επόμενα Διαγράμματα, τα διαφορετικά σενάρια μεταβάλλουν αυτές τις χρονοσειρές διαμορφώνοντας ένα νέο έδαφος κάθε φορά για την ένταξη των μονάδων παραγωγής και αποθήκευσης.



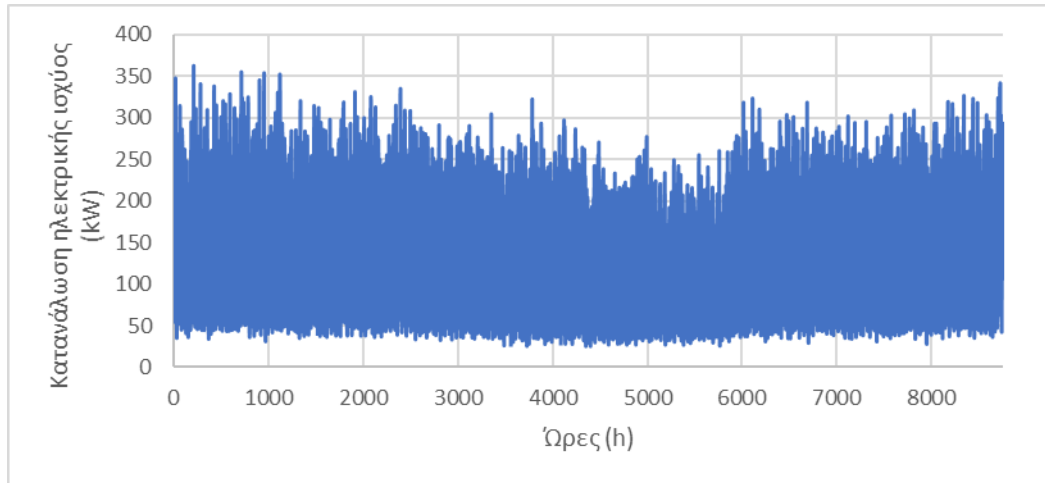
Διάγραμμα 26 Ωριαία χρονοσειρά απαίτησης ηλεκτρικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ



Διάγραμμα 27 Ωριαία χρονοσειρά απαίτησης θερμικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ

#### 4.2.1 Σενάριο 1<sup>ο</sup> – Αντλίες θερμότητας στο 100% της κάλυψης θερμικών απαιτήσεων

Στο πρώτο σενάριο, η κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων της ΣΘΕΠ πραγματοποιείται από αντλίες θερμότητας, οι οποίες αναλαμβάνουν και την κάλυψη των αναγκών σε ψύξη. Οι αντλίες θερμότητας καταναλώνουν αποκλειστικά ηλεκτρική ενέργεια, οπότε η ΣΘΕΠ διαθέτει μόνο ηλεκτρικά φορτία στο υφιστάμενο σενάριο και η χρονοσειρά τους διαμορφώνεται όπως στο επόμενο Διάγραμμα.



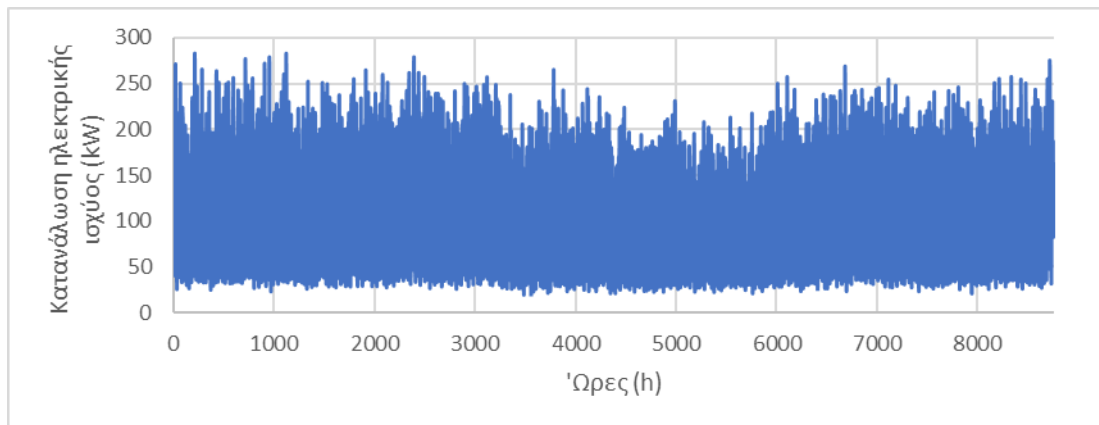
Διάγραμμα 28 Ωριαία χρονοσειρά κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ για το 1<sup>ο</sup> Σενάριο

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι η μέγιστη δυνατή σε αυτό το σενάριο. Παρατηρείται μια ομαλή χρονοσειρά κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με μικρή εποχικότητα τους χειμερινούς μήνες λόγω των θερμικών απαιτήσεων που καλύπτονται εξ ολοκλήρου από τις αντλίες θερμότητας.

Η κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών πραγματοποιείται από διεσπαρμένες μονάδες παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας (ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά), από μονάδα παραγωγής αποτελούμενη από παλινδρομικές Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ), με δυνατότητα σύγκαισης diesel και βιοαερίου, καθώς και με τη συνδρομή κεντρικής αποθηκευτικής μονάδας τεχνολογίας ιόντων λιθίου.

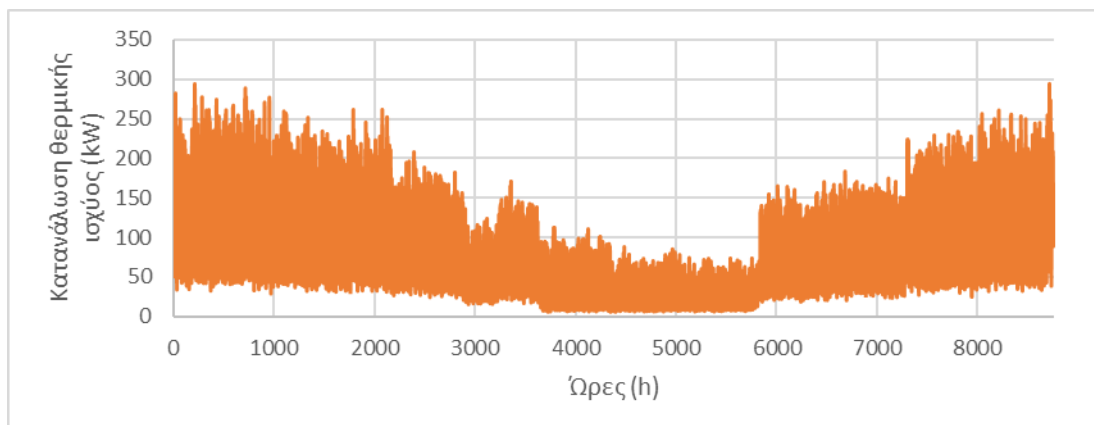
#### 4.2.2 Σενάριο 2<sup>ο</sup> – Αντλίες θερμότητας στο 50% της κάλυψης θερμικών απαιτήσεων

Στο 2<sup>ο</sup> σενάριο η κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων πραγματοποιείται από τις αντλίες θερμότητας κατά το ήμισυ και από δίκτυο τηλεθέρμανσης που εξυπηρετεί όλες τις υπόλοιπες θερμικές καταναλώσεις. Ψύκτες προσρόφησης αναλαμβάνουν να εξυπηρετήσουν την κάλυψη των αναγκών σε ψύξη σε όσα κτίρια θερμαίνονται με το τηλεθέρμανση, ενώ το υπόλοιπο καλύπτεται από τις αντλίες θερμότητας. Οι αντλίες θερμότητας καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια, ενώ το δίκτυο τηλεθέρμανσης και οι ψύκτες προσρόφησης θερμική. Ως εκ τούτου, η ΣΘΕΠ διαθέτει και θερμικά και ηλεκτρικά φορτία στο υφιστάμενο σενάριο και η χρονοσειρά τους διαμορφώνεται όπως στα επόμενα Διαγράμματα.



Διάγραμμα 29 Ωριαία χρονοσειρά κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ για το 2<sup>ο</sup> Σενάριο

Παρατηρείται σαφής μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με το πρώτο σενάριο, ενώ η εποχικότητα της διατηρείται, με τις αιχμές να παρατηρούνται ξανά τους χειμερινούς μήνες.



Διάγραμμα 30 Ημερήσια χρονοσειρά κατανάλωσης θερμικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ για το 2<sup>ο</sup> Σενάριο

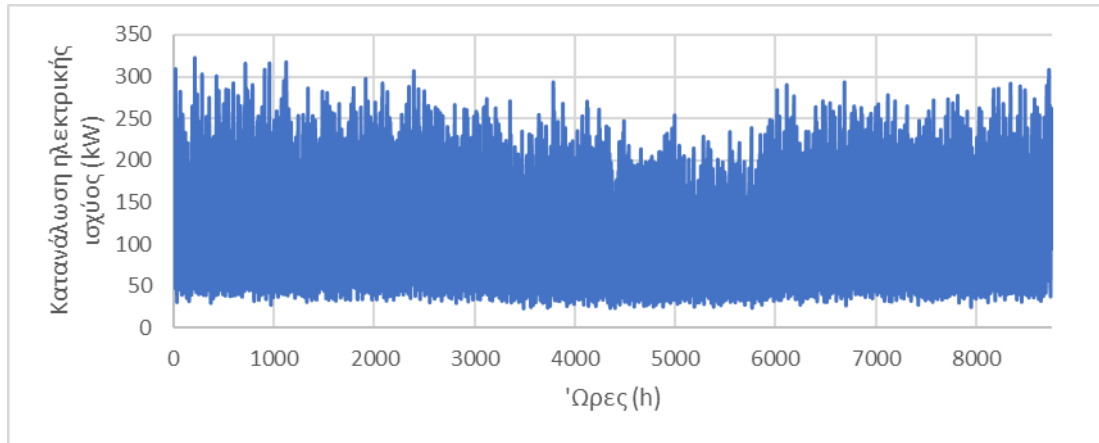
Παρατηρείται κατανάλωση θερμικής ενέργειας με έντονη εποχικότητα, αφού η κατανάλωση των ψυκτών προσρόφησης τους θερινούς μήνες είναι σαφώς μικρότερη από αυτήν του δικτύου τηλεθέρμανσης τους χειμερινούς.

Η κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών πραγματοποιείται από διεσπαρμένες μονάδες παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας (ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά), καθώς και με τη συνδρομή κεντρικής αποθηκευτικής μονάδας τεχνολογίας ιόντων λιθίου. Η κάλυψη των θερμικών αναγκών πραγματοποιείται από μονάδα συμπαραγωγής αποτελούμενη από παλινδρομικές ΜΕΚ, με δυνατότητα σύγκαισης diesel και βιοαερίου, η οποία συμβάλει και στην ηλεκτροπαραγωγή της ΣΘΕΠ. Λέβητες αιχμής υποστηρίζουν την μονάδα συμπαραγωγής σε περιόδους μεγάλης ή μικρής ζήτησης θερμικής ισχύος.

#### 4.2.3 Σενάριο 3<sup>ο</sup> – Αντλίες θερμότητας στο 75% της κάλυψης θερμικών απαιτήσεων

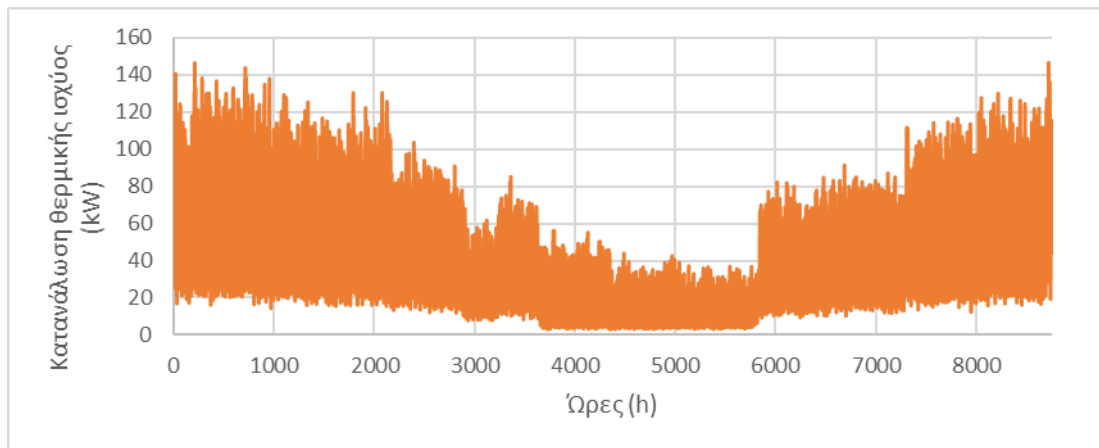
Στα επόμενα σενάρια η λογική και τα στοιχεία συστήματος που επιλέγονται να καλύψουν τους στόχους της ΣΘΕΠ είναι ακριβώς ίδια με το Σενάριο 2. Η μοναδική διαφορά έγκειται στο ποσοστό κάλυψης θερμικής ισχύος από τις αντλίες θερμότητας και συνεπακόλουθα το διαφορετικό υπολειπόμενο ποσοστό που εξυπηρετείται από το δίκτυο τηλεθέρμανσης και τους ψύκτες προσρόφησης.

Οπότε στο 3<sup>ο</sup> σενάριο, επιλέγεται η κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων να πραγματοποιείται από τις αντλίες θερμότητας σε ποσοστό γύρω του 75% και το υπόλοιπο να καλύπτεται από το δίκτυο τηλεθέρμανσης. Οι ψύκτες προσρόφησης επιλέγεται να καλύπτουν και αυτοί το 25% των ψυκτικών απαιτήσεων του συνόλου των κτιρίων της ΣΘΕΠ. Ως εκ τούτου, η ΣΘΕΠ διαθέτει και θερμικά και ηλεκτρικά φορτία στο υφιστάμενο σενάριο και η χρονοσειρά τους διαμορφώνεται όπως στα επόμενα Διαγράμματα.



Διάγραμμα 31 Ωριαία χρονοσειρά κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ για το 3<sup>ο</sup> Σενάριο

Όπως ήταν αναμενόμενο η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο, ενώ διατηρήθηκε το χαρακτηριστικό της εποχικότητάς της.

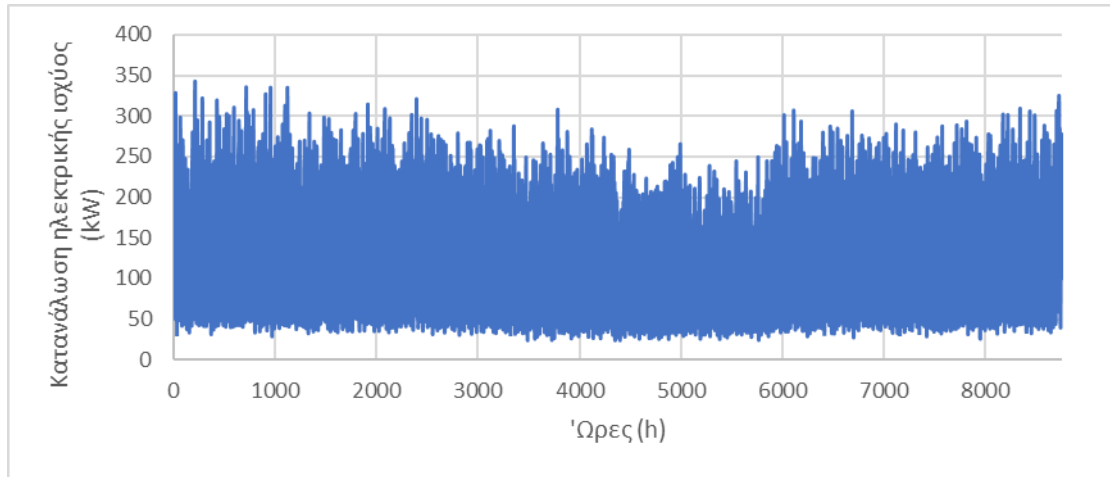


Διάγραμμα 32 Ωριαία χρονοσειρά κατανάλωσης θερμικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ για το 3<sup>ο</sup> Σενάριο

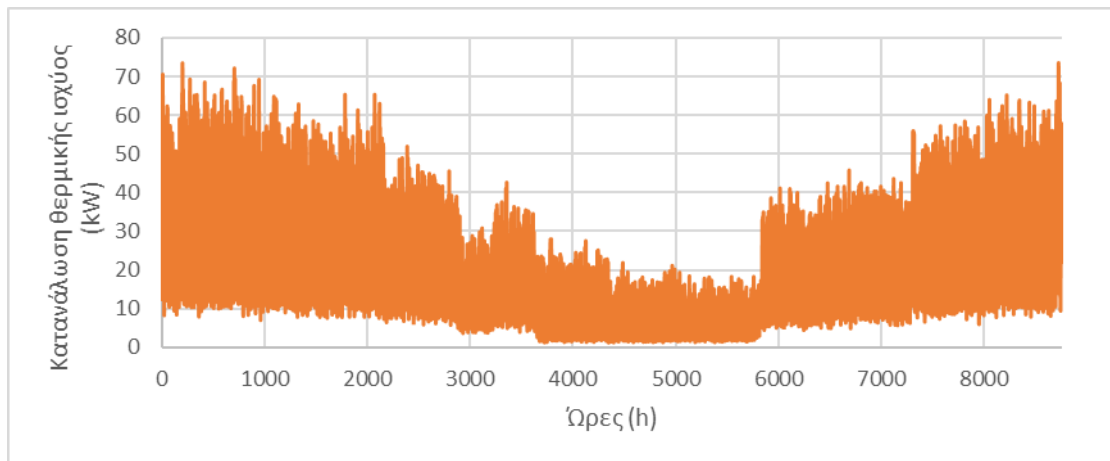
Παρατηρείται, όπως είναι λογικό, μείωση της θερμικής κατανάλωσης, με το προφίλ της χρονοσειράς να παραμένει έντονα εποχικό.

#### 4.2.4 Σενάριο 4<sup>ο</sup> – Αντλίες θερμότητας στο 87.5% της κάλυψης θερμικών απαιτήσεων

Στο 4<sup>ο</sup> σενάριο, επιλέγεται η κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων να πραγματοποιείται από τις αντλίες θερμότητας σε ποσοστό γύρω του 87.5% και το υπόλοιπο να καλύπτεται από το δίκτυο τηλεθέρμανσης. Οι ψύκτες προσρόφησης επιλέγεται να καλύπτουν και αυτοί το 12.5% των ψυκτικών απαιτήσεων του συνόλου των κτιρίων της ΣΘΕΠ. Ως εκ τούτου, η ΣΘΕΠ διαθέτει και θερμικά και ηλεκτρικά φορτία στο υφιστάμενο σενάριο και η χρονοσειρά τους διαμορφώνεται όπως στα επόμενα Διαγράμματα.



Διάγραμμα 33 Ωριαία χρονοσειρά κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ για το 4<sup>ο</sup> Σενάριο



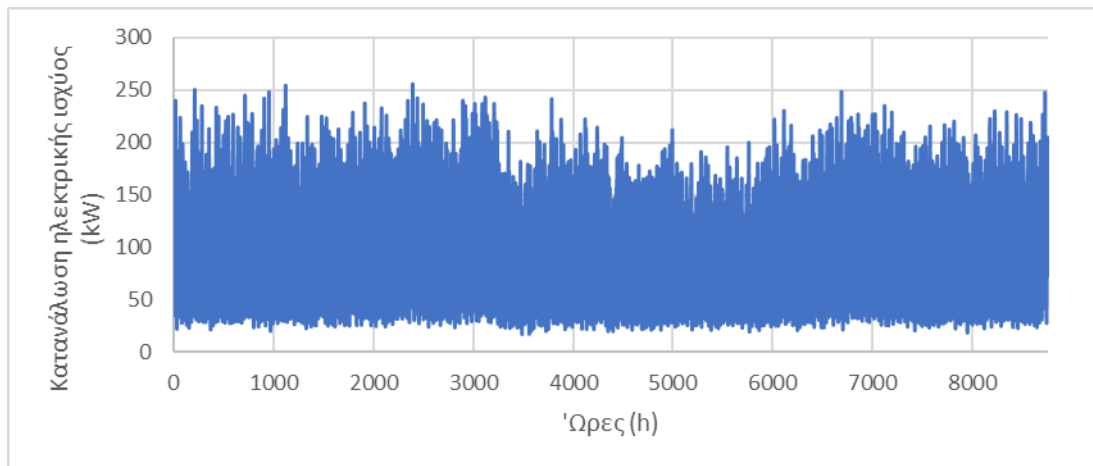
Διάγραμμα 34 Ωριαία χρονοσειρά κατανάλωσης θερμικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ για το 4<sup>ο</sup> Σενάριο

Παρατηρούνται παρόμοια χαρακτηριστικά με το προηγούμενο σενάριο και στις 2 χρονοσειρές, με μικρή αύξηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και αντίστοιχη μείωση στην θερμική ενέργεια.

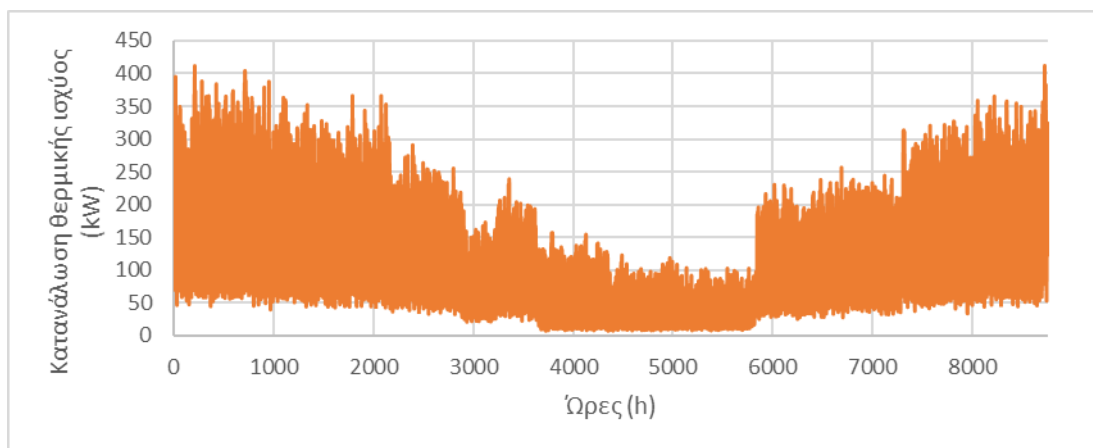
#### 4.2.5 Σενάριο 5<sup>ο</sup> – Αντλίες θερμότητας στο 30% της κάλυψης θερμικών απαιτήσεων

Στο 5<sup>ο</sup> σενάριο, αποκλειστικά για λόγους πληρότητας, επιλέγεται η κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων να πραγματοποιείται από τις αντλίες θερμότητας σε ποσοστό γύρω του 30 % και το υπόλοιπο να καλύπτεται από το δίκτυο τηλεθέρμανσης. Οι ψύκτες προσρόφησης επιλέγεται να καλύπτουν και αυτοί το 70% των ψυκτικών απαιτήσεων του συνόλου των κτιρίων της ΣΘΕΠ. Ως εκ τούτου, η ΣΘΕΠ διαθέτει και θερμικά και ηλεκτρικά φορτία στο υφιστάμενο σενάριο και η χρονοσειρά τους διαμορφώνεται όπως στα επόμενα Διαγράμματα.





Διάγραμμα 35 Ωριαία χρονοσειρά κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ για το 5<sup>ο</sup> Σενάριο



Διάγραμμα 36 Ωριαία χρονοσειρά κατανάλωσης θερμικής ισχύος για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ για το 5<sup>ο</sup> Σενάριο

Στο τελευταίο σενάριο παρατηρείται η μικρότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και η μέγιστη θερμικής σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα εξεταζόμενα σενάρια. Το προφίλ των καταναλώσεων παραμένει σχετικά όμοιο και για τις δύο περιπτώσεις, με εντονότερη εποχικότητα στην θερμική κατανάλωση από ότι στην ηλεκτρική.

### 4.3 Αποτελέσματα

Αρχικά, για να συνοψιστούν οι διαφορές στην κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας των κτιρίων της ΣΘΕΠ ανά σενάριο, συνοψίζονται τα δεδομένα ζήτησής τους στον επόμενο Πίνακα. Παρακάτω παρουσιάζεται η ετήσια ηλεκτρική και θερμική ζήτηση, και η αντίστοιχη αιχμή της για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ.

Πίνακας 21 Δεδομένα λειτουργίας σεναρίων μοντελοποίησης

Δεδομένα λειτουργίας	Σενάριο 1ο	Σενάριο 2ο	Σενάριο 3ο	Σενάριο 4ο	Σενάριο 5ο
Ποσοστό κάλυψης θερμικής και ψυκτικής ενέργειας από αντλίες θερμότητας (%)	100	50	75	87.5	30
Ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (MWh)	1,383.5	1113.9	1248.7	1316.1	1006.1

Αιχμή ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος (kW)	362.9	282.9	322.9	342.9	256.1
Ετήσια ζήτηση θερμικής ενέργειας (MWh)	0	847.4	423.7	211.8	1186.3
Αιχμή ζήτησης θερμικής ενέργειας (kW)	0	293.7	146.9	73.4	411.2

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μοντελοποιήσεων του εργαλείου HOMER Pro για όλα τα εξεταζόμενα σενάρια. Τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν συγκεντρωτικά επιτρέποντας την εύκολη σύγκριση μεταξύ των σεναρίων, ώστε να προκριθεί το επικρατέστερο. Το επιλεγμένο σενάριο θα αναλυθεί διεξοδικότερα στο επόμενο Κεφάλαιο, λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις πιθανές μεταβλητές λειτουργίας του, με αναλύσεις ευαισθησίας και με τα κόστη του σε μεγαλύτερη ανάλυση, λαμβάνοντας υπόψιν και τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης. Ως εκ τούτου, στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται δεν έχουν ληφθεί υπόψιν τα κόστη των ενεργειακών αναβαθμίσεων για τα κτίρια της ΣΘΕΠ, αφού είναι ίδια σε κάθε σενάριο.

Παρακάτω ακολουθεί Πίνακας με τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των 5 σεναρίων, όπου παρουσιάζονται τα μεγέθη των στοιχείων παραγωγής και αποθήκευσης που είναι καταλληλότερα για την ΣΘΕΠ. Ακόμα, περιέχονται στοιχεία σχετικά με την ενεργειακή παραγωγή και κατανάλωση και στοιχεία κόστους για κάθε σενάριο. Το σενάριο που θα επιλεγεί είναι αυτό με την μεγαλύτερη Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ), όπως διαμορφώνεται από τα κόστη και τις ταμειακές ροές κάθε σεναρίου για τα 25 έτη λειτουργίας. Μοναδικό έσοδο για την ΣΘΕΠ αφορά η πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ τα έξοδα αφορούν τα κόστη κτήσης, συντήρησης και λειτουργίας των συστημάτων της.

Πίνακας 22 Αποτελέσματα λειτουργίας σεναρίων μοντελοποίησης

Αποτελέσματα λειτουργίας	Σενάριο 1ο	Σενάριο 2ο	Σενάριο 3ο	Σενάριο 4ο	Σενάριο 5ο
Ποσοστό κάλυψης θερμικής και ψυκτικής ενέργειας από αντλίες θερμότητας (%)	100	50	75	87.5	30
Ανεμογεννήτριες (kW)	1,300	1,300	1,500	1,400	1,500
Φωτοβολταϊκά (kW)	1,327	1,294	1,028	1,211	1,240
Κεντρική μπαταρία λιθίου (kWh)	400	800	2,000	2,400	1,200
ΜΕΚ σύγκαυσης βιοαερίου & diesel (kW)	150	-	-	-	-
ΜΕΚ συμπαραγωγής σύγκαυσης βιοαερίου & diesel (kW)	-	105	90	25	85
Λέβητες αιχμής (kW)		254	147	73	411
Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	4,624	4,429	4,050	4,183	4,171
Πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο (MWh)	2,293	2,451	2,021	1,947	2,394

Παραγόμενη θερμική ενέργεια (MWh)	-	898.3	533.1	282.6	1287.4
Ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ (%)	92.2	79.9	89.3	95.5	75.4
Κόστος κεφαλαίου (εκ. €)	3.24	3.34	3.83	3.94	2.24
Καθαρές Ταμειακές Ροές (κ€/έτος)	217.8	182.5	129.8	150.3	113
Καθαρή Παρούσα Αξία (κ€)	-421	-977	-2,150	-2,000	-2,240

Οι Καθαρές Ταμειακές Ροές (ΚΤΡ) και η Καθαρή Παρούσα Αξία υπολογίζονται όπως παρακάτω:

$$KTP = R - C_{O\&M}$$

Όπου  $R$  = Ετήσια έσοδα από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας και  $C_{O\&M}$  = Ετήσια κόστη συντήρησης και λειτουργίας των συνιστωσών του συστήματος.

$$ΚΠΑ = \sum_{k=1}^{25} \frac{KTP_k}{(1+i)^k} - Αρχική Επένδυση$$

Όπου  $k$  = χρονική περίοδος και  $i = 5.8\%$  (προεξοφλητικό επιτόκιο)

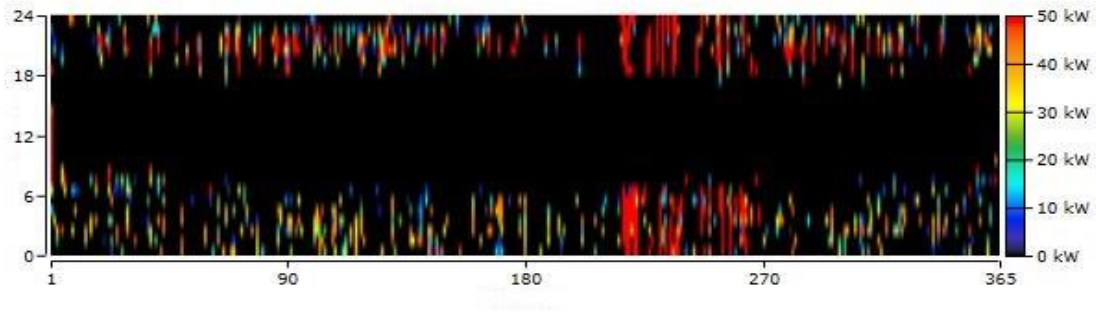
Γίνεται αντιληπτό ότι σε κάθε σενάριο η ΚΠΑ είναι αρνητική μιας και δεν λογίζεται η αποφυγή εξόδων, όπως το κόστος πετρελαίου θέρμανσης ως έμμεσο έσοδο στην ανάλυση. Είναι, σε κάθε περίπτωση, όμως ενδεικτικό της ανάγκης για επιδότηση μιας τέτοιας πρωτοβουλίας έστω σε ένα ποσοστό.

Όπως φαίνεται το 1<sup>ο</sup> σενάριο είναι το επικρατέστερο αφού σε αυτό παρατηρείται η μεγαλύτερη ΚΠΑ. Στο σενάριο αυτό δεν υπάρχει κεντρική θερμική παραγωγή αφού όλες οι θερμικές απαιτήσεις καλύπτονται από τις αντλίες θερμότητας. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο λόγω της έντονης εποχικότητας της θερμικής κατανάλωσης που θα οδηγεί τα συστήματα θερμικής παραγωγής να μην λειτουργούν βέλτιστα. Το 1<sup>ο</sup> σενάριο ευνοείται από την γενικά ομαλή ηλεκτρική κατανάλωση που καλείται να καλύψει και από την επιλογή της πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ως μοναδικής πηγής εσόδου. Σε κάθε περίπτωση, αξίζει να σημειωθεί ότι τα κόστη των υπόλοιπων σεναρίων θα ήταν σαφώς μεγαλύτερα αν λαμβανόταν υπόψιν το κόστος του δικτύου τηλεθέρμανσης. Το τελευταίο ενισχύει την επιλογή του 1<sup>ου</sup> σεναρίου ως βέλτιστο. Στο επόμενο Διάγραμμα απεικονίζεται η σχέση της προκύπτουσας ΚΠΑ για κάθε σενάριο σε συνάρτηση με το ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ.

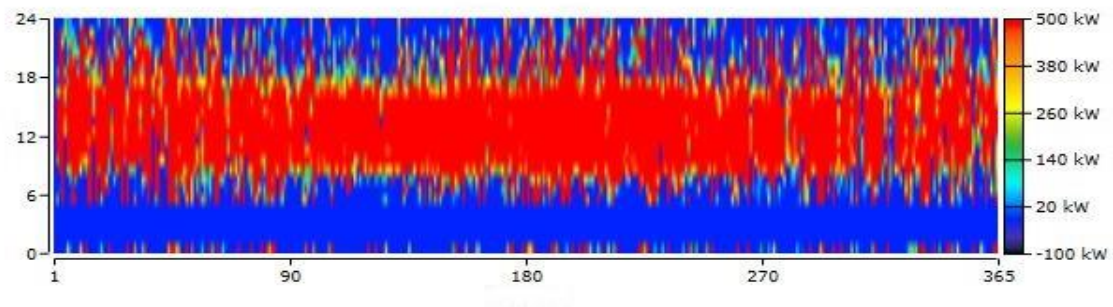


Διάγραμμα 37 Απεικόνιση της ΚΠΑ συναρτήσει με το ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο

Συμπληρωματικά, ενδεικτικά της λειτουργίας της ΣΘΕΠ του 1<sup>ου</sup> σεναρίου όσον αφορά την ισχύ που απορροφάται και εγχέεται στο δίκτυο της ΣΘΕΠ βάση της τιμολόγησης που έχει επιλεγεί στο 4.1.1, είναι τα παρακάτω 2 Διαγράμματα.



Διάγραμμα 38 Ωριαία απορρόφηση ισχύος από το ΗΣ Πάτμου για το 1<sup>ο</sup> σενάριο της ΣΘΕΠ



Διάγραμμα 39 Ωριαία έγχυση ισχύος στο ΗΣ Πάτμου για το 1<sup>ο</sup> σενάριο της ΣΘΕΠ

## Κεφάλαιο 5 Ανάλυση βέλτιστου σεναρίου λειτουργίας ΣΘΕΠ

Σε αυτό το Κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί περαιτέρω ανάλυση του 1<sup>ου</sup> σεναρίου του προηγούμενου Κεφαλαίου. Αυτό το σενάριο είναι το επικρατέστερο από τα 5 που εξετάστηκαν και σε αυτό θα πραγματοποιηθούν αναλύσεις ευαισθησίας για την εξακρίβωση της απόκλισης των αποτελεσμάτων του με την μεταβολή των πιο δυναμικών στοιχείων εισόδου. Στην τελική μορφή που θα λάβει το 1<sup>ο</sup> σενάριο θα επιλεγεί το επιχειρηματικό μοντέλο, ενώ θα πραγματοποιηθεί χρηματοοικονομική ανάλυση του με υπολογισμό βασικών δεικτών απόδοσης. Τελικά θα εξεταστεί ο αντίκτυπός του στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής για το νησί της Πάτμου.

### 5.1 Αναλύσεις ευαισθησίας

#### 5.1.1 Δυναμικά στοιχεία εισόδου

Τα αποτελέσματα των σεναρίων του προηγούμενου Κεφαλαίου είναι ευαίσθητα στις μεταβολές των στοιχείων εισόδου. Για τα τελευταία έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον να εξεταστεί η συμβολή που έχει η μεταβολή τους στα τελικά αποτελέσματα. Οπότε, εξετάζονται ως πιο δυναμικά τα μεγέθη του παρακάτω Πίνακα, όπου παρατηρούνται και οι εναλλακτικές τιμές που εξετάζονται.

Πίνακας 23 Παρουσίαση εναλλακτικών τιμών των επιλεγμένων στοιχείων εισόδου για τις αναλύσεις ευαισθησίας

A/A	Στοιχείο εισόδου	Βασική τιμή	Εναλλακτική τιμή 1	Εναλλακτική τιμή 2
1.	Τιμή αγοράς diesel (€/lt)	1.00	1.20 (+20%)	-
2.	Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας για το διάστημα [Νοε-Μαρ, 08:00-21:00] (€/kWh)	0.135	0.11 (-0.025€/kWh)	0.16 (+0.025€/kWh)
3.	Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας για το διάστημα [Απρ-Οκτ, 08:00-12:00 & 15:00-18:00] (€/kWh)	0.175	0.15 (-0.025€/kWh)	0.2 (+0.025€/kWh)
4.	Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας για το διάστημα [Απρ-Οκτ, 13:00-14:00 & 19:00-21:00] (€/kWh)	0.195	0.17 (-0.025€/kWh)	0.22 (+0.025€/kWh)
5.	Μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ (kWh/day)	3,790.58	5,685.88 (+50%)	-
6.	Μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τους σταθμούς φόρτισης της ΣΘΕΠ (kWh/day)	237.7	475.4 (+100%)	-
7.	Μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το σταθμό αφαλάτωσης της ΣΘΕΠ (kWh/day)	2,389.17	2,986.46 (+25%)	-
8.	Ονομαστική ισχύ μονάδων αφαλάτωσης (kW)	210.8	263.5 (+25%)	-
9.	Ικανότητα αποθήκευσης δεξαμενών νερού (kWh)	12,648	15,810 (+25%)	-

α) Σχετικά με την τιμή αγοράς diesel εξετάζεται εκτός από την βασική υπόθεση, και μια δεύτερη εναλλακτική τιμή όπου η τιμή αγοράς είναι 20% μεγαλύτερη. Εξετάζεται δηλαδή πως διαμορφώνει τα αποτελέσματα μια σχετική αύξηση στην αγορά diesel που μπορεί να προκύψει στο μέλλον. Η μεταβλητή αυτή είναι ανεξάρτητη από τις υπόλοιπες.

β) Ακόμα εξετάζονται 3 τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που αφορούν χρονικό διάστημα όλου του χρόνου από τις 08:00 μέχρι και τις 21:00. Οι τιμές για τις υπόλοιπες ώρες είναι ήδη αρκετά χαμηλές και δεν εξετάζονται για λόγους ευστάθειας δικτύου. Οπότε, εκτός από τις βασικές τιμές εξετάζεται πως θα ανταποκριθεί το σύστημα της ΣΘΕΠ σε περίπτωση που θα μειωθούν ή θα αυξηθούν οι σχετικές μεταβλητές κατά 0.025 €/kWh. Δηλαδή ποια θα ήταν τα αποτελέσματα για ένα περισσότερο και ένα λιγότερο αισιόδοξο σενάριο εσόδων, από το βασικό σενάριο για την ΣΘΕΠ. Τα στοιχεία εισόδου είναι εξαρτημένα μεταξύ τους, έτσι αυξάνονται και μειώνονται παράλληλα οι εκάστοτε τιμές.

γ) Επιπρόσθετα εξετάζονται τα ηλεκτρικά φορτία του συνόλου των κτιρίων και των σταθμών φόρτισης της ΣΘΕΠ. Σε αυτήν την περίπτωση ελέγχεται, εκτός από τις βασικές τιμές, τι επίδραση θα είχε μια αύξηση 50% στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των κτιρίων της ΣΘΕΠ, με μια παράλληλη αύξηση 100% των σταθμών φόρτισης της ΣΘΕΠ. Τα στοιχεία αυτά είναι εξαρτημένα και είναι ενδεικτικά μιας μελλοντικής αύξησης του μεγέθους της ΣΘΕΠ, και των σχετικών αποτελεσμάτων που θα προκύψουν για την προσέγγιση ενός τέτοιου συστήματος.

δ) Τέλος εξετάζονται τα στοιχεία εισόδου του σταθμού αφαλάτωσης. Σε αυτή τη προσέγγιση εξετάζεται τι επίδραση θα είχε μια αύξηση στην δυναμικότητα των μονάδων αφαλάτωσης, που θα συνοδεύταν από ανάλογη αύξηση των αποθηκευτικών της δεξαμενών, ούτως ώστε να καλύψει μια εναλλακτική αυξημένη κατανάλωση νερού. Η παράλληλη αύξηση αυτών των εξαρτημένων στοιχείων εισόδου είναι ίση με 25% και για τα 3 χαρακτηριστικά. Η αύξηση αυτή μπορεί να προκύψει από μεγαλύτερη τουριστική δραστηριότητα στο νησί είτε από αύξηση του τοπικού πληθυσμού και έχει ενδιαφέρον η μορφή που πρέπει να λάβει η ΣΘΕΠ για να κάλυψη αυτό το εναλλακτικό σενάριο.

#### 5.1.2 Αποτελέσματα

Από τους διάφορους συνδυασμούς των δυναμικών στοιχείων εισόδου, και δεδομένης της εξάρτησης, που περιγράφηκε μεταξύ μερικών μεγεθών, προκύπτουν 24 διαφορετικοί συνδυασμοί περιπτώσεων που συνθέτουν τις αναλύσεις ευαισθησίας. Σε κάθε διαφορετικό συνδυασμό το εργαλείο HOMER Pro προσομοίωσε τη ΣΘΕΠ με τις υπόλοιπες μεταβλητές να παραμένουν ακριβώς όπως στο προηγούμενο Κεφάλαιο.

Οι κύριοι παράμετροι που επιλέγονται να ελεγχθούν κατά τις αναλύσεις ευαισθησίας είναι αυτοί της Καθαρής Παρούσας Αξίας της επένδυσης ΣΘΕΠ και του ποσοστού συμμετοχής ΑΠΕ. Η λογική του υπολογισμού τους είναι ακριβώς ίδια με αυτή του προηγούμενου Κεφαλαίου. Έτσι, για την ΚΠΑ ισχύει ότι διαμορφώνεται από τα κόστη και τις ταμειακές ροές κάθε ανάλυσης για τα 25 έτη λειτουργίας. Μοναδικό έσοδο για την ΣΘΕΠ αφορά η πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ τα έξοδα αφορούν τα κόστη κτήσης, συντήρησης και λειτουργίας των συστημάτων της. Σχετικά με το ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ, αυτό προκύπτει διάφορο του 100% από τη ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται από το δίκτυο, η οποία συμβατικά θεωρείται μη ανανεώσιμη, και από την ενέργεια που παράγεται από την ΜΕΚ σύγκαυσης και αναλογεί στην καύση diesel, όλες οι υπόλοιπες ροές ενέργειας θεωρούνται 100% ανανεώσιμες.

Στους επόμενους 2 Πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων ευαισθησίας που προκύπτουν σχετικά με την ΚΠΑ και το ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ. Σε αυτούς χρησιμοποιούνται τα στοιχεία εισόδου που περιγράφηκαν προηγουμένως.

Όπου αναφέρεται κατανάλωση ενέργειας ΣΘΕΠ αναφέρεται σε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κτιρίων και σταθμών φόρτισης της ΣΘΕΠ βάσει των παραπάνω εναλλακτικών τιμών. Για τις τιμές πώλησης ενέργειας ισχύει ότι αναφέρονται στη συμφωνημένη τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας βάσει των παραπάνω εναλλακτικών σεναρίων. Τέλος ο συμβολισμός “^” αφορά αυξημένη τιμή αγοράς diesel και αντίστοιχα ο συμβολισμός “\*” αφορά αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σταθμού αφαλάτωσης.

Πίνακας 24 Ανάλυση ευαισθησίας προσομοίωσης ΣΘΕΠ ως προς την προκύπτουσα ΚΠΑ

Ανάλυση ευαισθησίας ΚΠΑ (Μ€)	Κατανάλωση ενέργειας αφαλάτωσης	Βασική κατανάλωσης ενέργειας ΣΘΕΠ	Αυξημένη κατανάλωσης ενέργειας ΣΘΕΠ	Βασική κατανάλωσης ενέργειας ΣΘΕΠ^	Αυξημένη κατανάλωσης ενέργειας ΣΘΕΠ^
Τιμή αγοράς diesel	-	Βασική τιμή		Αυξημένη τιμή	
Βασικές τιμές πώλησης ενέργειας	Βασική τιμή	-1.75	-3.32	-1.94	-3.83
Μειωμένες τιμές πώλησης ενέργειας		-1.11	-2.67	-1.30	-3.18
Αυξημένες τιμές πώλησης ενέργειας		-0.37	-2.02	-0.66	-2.52
Βασικές τιμές πώλησης ενέργειας*	Αυξημένη τιμή	-2.21	-3.52	-2.41	-4.05
Μειωμένες τιμές πώλησης ενέργειας*		-1.57	-2.88	-1.73	-3.40
Αυξημένες τιμές πώλησης ενέργειας*		-0.83	-2.23	-1.00	-2.74

Γίνεται ξανά αντιληπτό, ότι σε κάθε ανάλυση η ΚΠΑ είναι αρνητική μιας και δεν λογίζεται η αποφυγή εξόδων, όπως το κόστος πετρελαίου θέρμανσης ως έμμεσο έσοδο στην ανάλυση. Όπως είναι λογικό παρατηρείται η βέλτιστη ΚΠΑ όταν το σύστημα έχει την μικρότερη κατανάλωση (κτίρια, σταθμοί φόρτισης, αφαλάτωση), την μικρότερη τιμή αγοράς diesel, σε συνδυασμό με τις μεγαλύτερες τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας. Παρατηρείται ακόμα ότι η αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας επιφέρει την μεγαλύτερη μείωση της ΚΠΑ, ενώ η αύξηση τις τιμής αγοράς diesel τη μικρότερη. Αυτό συμβαίνει διότι στην πρώτη περίπτωση το σύστημα πρέπει να διαστασιοποιηθεί με σαφώς μεγαλύτερες μονάδες και συνεπακόλουθα με μεγαλύτερο κόστος κτήσης και λειτουργίας, ενώ στην δεύτερη περίπτωση αυξάνεται μόνο το λειτουργικό κόστος της ΜΕΚ σύγκαυσης.

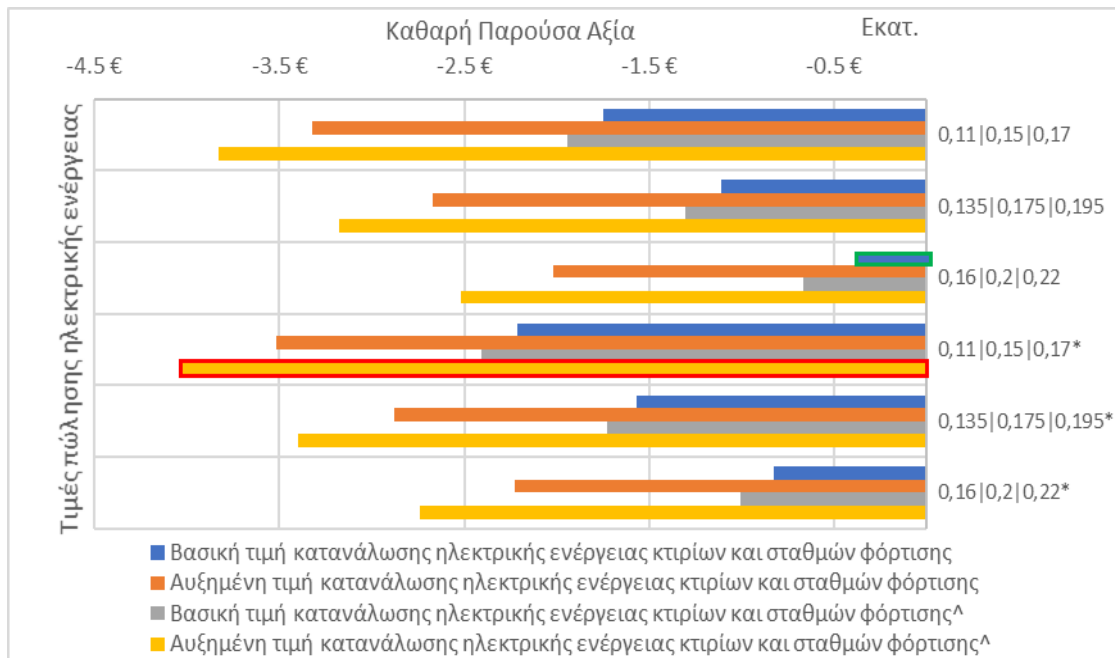


Πίνακας 25 Ανάλυση ευαισθησίας προσομοίωσης ΣΘΕΠ ως προς την προκύπτουσα συμμετοχή ΑΠΕ

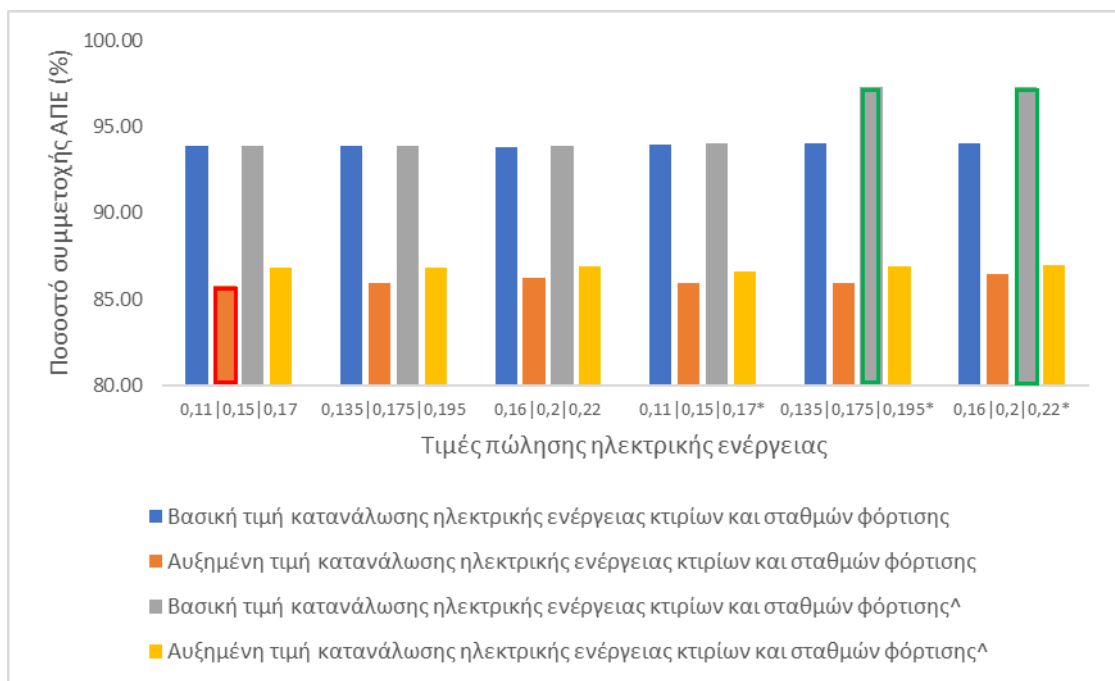
Ανάλυση ευαισθησίας ποσοστού συμμετοχής ΑΠΕ (%)	Κατανάλωση ενέργειας αφαλάτωσης	Βασική κατανάλωση ενέργειας ΣΘΕΠ	Αυξημένη κατανάλωση ενέργειας ΣΘΕΠ	Βασική κατανάλωση ενέργειας ΣΘΕΠ <sup>Α</sup>	Αυξημένη κατανάλωση ενέργειας ΣΘΕΠ <sup>Α</sup>
Τιμή αγοράς diesel	-	Βασική τιμή		Αυξημένη τιμή	
Βασικές τιμές πώλησης ενέργειας	Βασική τιμή	93.90	85.80	93.91	86.82
Μειωμένες τιμές πώλησης ενέργειας		93.89	85.91	93.90	86.82
Αυξημένες τιμές πώλησης ενέργειας		93.84	86.26	93.90	86.89
Βασικές τιμές πώλησης ενέργειας*	Αυξημένη τιμή	94.00	85.96	94.02	86.57
Μειωμένες τιμές πώλησης ενέργειας*		94.01	85.97	97.34	86.93
Αυξημένες τιμές πώλησης ενέργειας*		94.03	86.47	97.33	86.96

Παρατηρείται ότι επιτυγχάνονται σημαντικά ποσοστά συμμετοχής ΑΠΕ σε κάθε συνδυασμό, γεγονός που οφείλεται στην μικρή κατανάλωση ενέργειας από το δίκτυο και του μεριδίου παραγωγής της ΜΕΚ. Τα μεγαλύτερα ποσοστά παρατηρούνται όταν η κατανάλωση ενέργειας ΣΘΕΠ δεν είναι αυξημένη, ενώ η τιμή αγοράς diesel είναι μεγαλύτερη. Αυτό συμβαίνει λόγω μη απαίτησης κατανάλωσης ισχύος από το δίκτυο και μικρότερης συχνότητας λειτουργίας ΜΕΚ, λόγω αυξημένου κόστους λειτουργίας, αντίστοιχα. Στην ίδια λογική, τα μικρότερα ποσοστά προκύπτουν όταν η κατανάλωση ενέργειας ΣΘΕΠ είναι αυξημένη, ενώ η τιμή αγοράς diesel είναι μικρότερη.

Μια καλύτερη απεικόνιση των παραπάνω αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων που προκύπτουν μπορεί να δοθεί στα παρακάτω 2 Διαγράμματα. Αυτά απεικονίζουν αντιστοίχως το περιεχόμενο των 2 προηγούμενων Πινάκων.

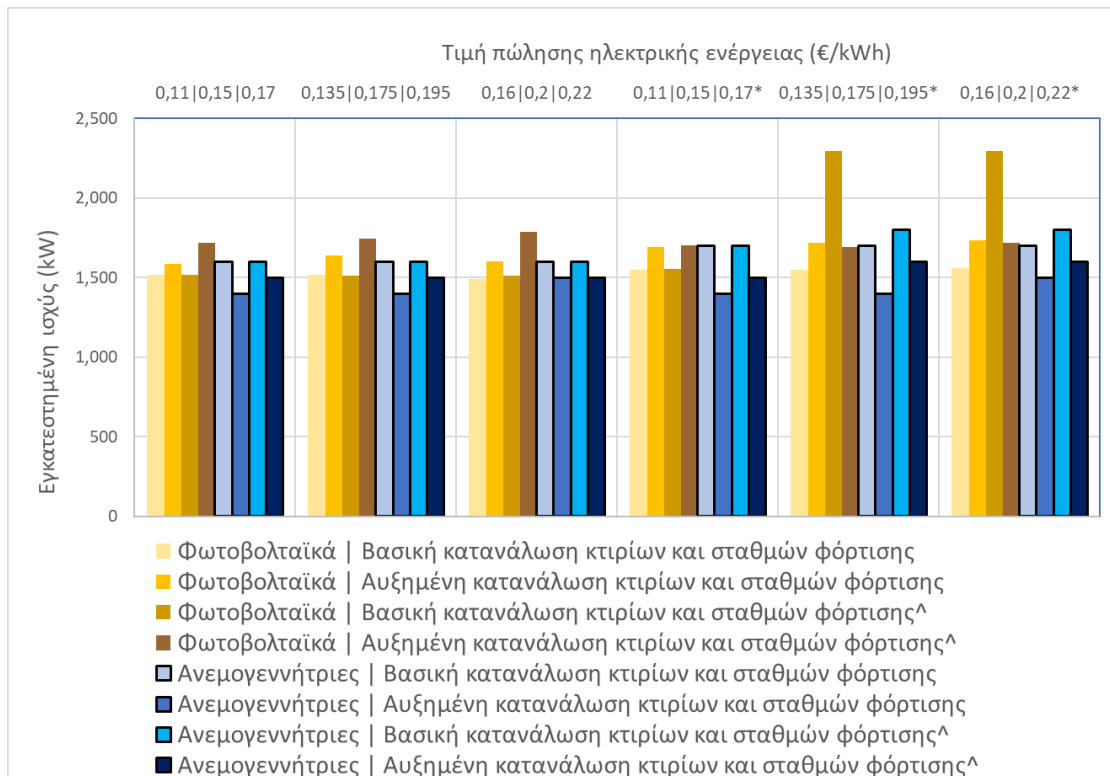


Διάγραμμα 40 Απεικόνιση ανάλυσης ευαισθησίας προσομοίωσης ΣΘΕΠ ως προς την προκύπτουσα ΚΠΑ



Διάγραμμα 41 Απεικόνιση ανάλυσης ευαισθησίας προσομοίωσης ΣΘΕΠ ως προς την προκύπτουσα συμμετοχή ΑΠΕ

Συμπληρωματικά με τα παραπάνω αποτελέσματα, και ακριβώς στην ίδια λογική, παρουσιάζονται οι μεταβολές στην εγκατεστημένη ισχύ των φωτοβολταϊκών και των ανεμογεννητριών της ΣΘΕΠ. Στο παρακάτω κοινό Διάγραμμα για τις δύο τεχνολογίες μπορεί να παρατηρηθεί η ισχύς που εγκαθίσταται για κάθε ανάλυση ευαισθησίας, με τα φωτοβολταϊκά να απεικονίζονται με κίτρινη απόχρωση και τις ανεμογεννήτριες με μπλε.



Διάγραμμα 42 Απεικόνιση ανάλυσης ευαισθησίας προσομοίωσης ΣΘΕΠ ως προς την εγκατεστημένη ισχύ των φωτοβολταϊκών και των ανεμογεννητριών της

Παρατηρείται, όπως αναμενόταν, μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύς και για τις δύο τεχνολογίες για μεγαλύτερες καταναλώσεις της ΣΘΕΠ. Ακόμα, και για τις 2 παρατηρείται αύξηση με αύξηση της τιμής αγοράς diesel από το μονάδα σύγκausης της ΣΘΕΠ. Οι μεγαλύτερες τιμές εγκατεστημένης ισχύος, ειδικά για τα φωτοβολταϊκά, παρατηρούνται όταν η κατανάλωση ενέργειας κτιρίων και φορτιστών δεν είναι αυξημένη, ενώ η τιμή αγοράς diesel είναι μεγαλύτερη, η κατανάλωση αφαλάτωσης είναι αυξημένη και οι τιμές αγοράς είναι διάφορες της ελάχιστης. Ο λόγος που δεν λαμβάνουν τη μεγαλύτερη τιμή τους όταν και η κατανάλωση κτιρίων και φορτιστών είναι αυξημένη είναι διότι τότε η ζήτηση αυξάνεται αρκετά και συμφέρει οικονομικά να παράγει μεγαλύτερα ποσά ενέργειας η θερμική μονάδα σύγκausης της ΣΘΕΠ. Οπότε, σε αυτήν την περίπτωση δεν απαιτείται τόσο αυξημένη εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ.

## 5.2 Επιχειρηματικό μοντέλο

Το επιχειρηματικό μοντέλο μιας ΣΘΕΠ είναι άμεσα συνδεδεμένο με το είδος των παρεμβάσεων που θα επιλεγθούν. Το μοντέλο πρέπει να διασφαλίζει ότι όλοι οι εμπλεκόμενοι παράγοντες θα αποκομίσουν οικονομικές απολαβές επιπλέον των ευρύτερων οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών οφελών που αναζητούν. Όταν, λοιπόν, σχεδιάζεται ένα επιχειρηματικό μοντέλο για μια νέα ΣΘΕΠ είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι συγκεκριμένες περιστάσεις, συμπεριλαμβανομένου του διαθέσιμου είδους χρηματοδότησης έργου.

Η πλειονότητα των υφιστάμενων σχετικών επιχειρηματικών μοντέλων αφορούν το δημόσιο τομέα σε κάποιο βαθμό, είτε ως τοπικός υπεύθυνος χάραξης πολιτικής, ως αρμόδιο για το σχεδιασμό, ως ρυθμιστή ή καταναλωτή, είτε πιο άμεσα μέσω μερικής ή πλήρους ιδιοκτησίας των έργων. Η συμμετοχή του δημόσιου τομέα είναι κρίσιμη για το συντονισμό πολλαπλών, διαφορετικών έργων γύρω από ένα ευρύτερο όραμα σε ολόκληρη την πόλη. Ακόμα και έργα

με υψηλό βαθμό ελέγχου του ιδιωτικού τομέα είναι ικανά να διευκολυνθούν ή να υποστηριχθούν κατά κάποιο τρόπο από τον δημόσιο τομέα [62].

#### 5.2.1 Ενεργειακή Κοινότητα Πάτμου

Συνεχίζοντας, στο υφιστάμενο παράδειγμα της Πάτμου η οικονομική μοντελοποίηση της ΣΘΕΠ δείχνει ότι το έργο έχει δυνητικά θετική απόδοση επένδυσης το οποίο είναι ικανό να προσελκύσει το ενδιαφέρον του ιδιωτικού τομέα. Έτσι, είναι επιθυμητό να υιοθετηθεί ένα υβριδικό μοντέλο συμμετοχής δημοσίου και ιδιωτικού τομέα. Η τοπική αρχή πρέπει να είναι πρόθυμη να αναλάβει κάποιο ρίσκο και έχει την επιθυμία να ασκήσει κάποιο έλεγχο, αλλά η συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα είναι αναγκαία ώστε να διευκολυνθούν προσφέρει τεχνική εξειδίκευση και ιδιωτικό κεφάλαιο. Μια πρόκληση σε τέτοια έργα είναι να διασφαλιστεί ότι όλα τα μέρη έχουν ένα σαφές, συμφωνημένο όραμα για το ποιοι είναι οι στόχοι και πώς θα επιτευχθούν.

Η επιλογή που καλύπτει τις παραπάνω προϋποθέσεις, προσφέρει ακόμα περισσότερες δυνατότητες και εξετάζεται εδώ είναι η δημιουργία ενεργειακού αστικού συνεταιρισμού με πρωτοβουλία του Δήμου. Ο Δήμος σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 4513/2018 για τις Ενεργειακές Κοινότητες (ΕΚΟΙΝ) ιδρύει τέτοιο συνεταιρισμό, προσανατολισμένο στις ενεργειακές δραστηριότητες εκμεταλλευόμενος τα οικονομικά κίνητρα και τα μέτρα στήριξης που προσφέρονται από αυτόν. Τέτοια κίνητρα είναι η σχετική προτεραιότητα κατά την αδειοδότηση μονάδων ΑΠΕ, η απαλλαγή των μελών των ενεργειακών κοινοτήτων από την υποχρεωτική ασφάλιση στον Ενιαίο Φορέα Κοινωνικής Ασφάλισης (ΕΦΚΑ) και οι μειωμένες εγγυητικές επιστολές κατά 50% με την αποδοχή της Οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης για σταθμούς ΑΠΕ και Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ) στον διαχειριστή.

Εκτός από τα παραπάνω όμως -πολύ σημαντικότερα- μια ΕΚΟΙΝ επιτρέπει την συμμετοχική σχεδίαση, ιδιοκτησία και λειτουργία της ΣΘΕΠ, το οποίο είναι ζωτικής σημασίας για μια τέτοια διατομεακή πρωτοβουλία. Με αυτόν τον τρόπο, από τον Δήμο έως τις ενεργειακές εταιρίες τεχνολογίας και από τους δυνητικούς εξωτερικούς επενδυτές μέχρι και την μεμονωμένη Κατοικία, όλοι εκπροσωπούνται και έχουν λόγο στην διακυβέρνηση της ΣΘΕΠ με δημοκρατικό τρόπο. Όλα τα μέλη μιας ΕΚΟΙΝ ενώ έχουν μια ψήφο ανεξαρτήτως μεριδίου, αποκομίζουν αντίστοιχα έσοδα με το ποσό που έχουν επενδύσει. Η ΕΚΟΙΝ δύναται να μεγαλώνει περίοδο με την περίοδο χωρίς να τίθεται ανώτατο όριο, με την προοπτική συμμετοχής ακόμα και ολόκληρου του τοπικού πληθυσμού της Πάτμου σε αυτήν.

Το κοινωνικό ενδιαφέρον αυξάνεται χωρίς να μειώνεται αντίστοιχα το ενδιαφέρον από επενδύσεις ιδιωτικών κεφαλαίων, το οποίο με την σειρά του αυξάνει την κοινωνική αποδοχή και την συμμετοχή του επενδυτικού κεφαλαίου από απλούς πολίτες. Φαίνεται, τελικά, ότι ο Δήμος βγαίνει κερδισμένος από πολλές απόψεις με αυτήν την επιλογή, οπότε ακολουθεί τη διαδικασία σύστασης ΕΚΟΙΝ που περιγράφεται λεπτομερώς στο Παράρτημα Γ. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα εφόσον έχουν παραχθεί θετικές προκαταρκτικές τεχνοοικονομικές μελέτες και έχουν προηγηθεί σχετικές ενημερωτικές δράσεις που θα προσελκύσουν το ενδιαφέρον συμμετοχής.

Σε αυτό το μοντέλο, ο Δήμος και τα πιο οικονομικά επιφανή μέλη της ΕΚΟΙΝ ενδέχεται να χρειαστεί να αναλάβουν τον αρχικό κίνδυνο της επένδυσης, καθώς οι νεοσύστατες οντότητες όπως η ΕΚΟΙΝ που θα δημιουργηθεί δεν θα έχει την εγγυητική ισχύ για να εξασφαλίσει δανειοδότηση χαμηλού επιτοκίου. Μόλις, όμως το αμοιβαίο κεφάλαιο αρχίζει να εξοφλεί το δάνειο, ο κίνδυνος για τα μέλη που ανέλαβαν το ρίσκο μειώνεται σημαντικά. Η παρουσία της

τοπικής αρχής μπορεί να αξιοποιήσει κεφάλαια για το έργο προερχόμενα από εθνικές και ευρωπαϊκές επιδοτήσεις. Ορισμένοι επενδυτικοί κίνδυνοι βέβαια μπορούν να μετακυληθούν και στους εργολάβους για σχεδιασμό και κατασκευή των παρεμβάσεων της ΣΘΕΠ.

### 5.2.2 Καμβάς επιχειρηματικού μοντέλου

Ο Καμβάς Επιχειρηματικού Μοντέλου (ΚΕΜ) δημιουργήθηκε το 2010 από τους Osterwalder και Pigneur και είναι ένα οπτικό διάγραμμα που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της λογικής μιας επιχείρησης και τον τρόπο οργάνωσης των λειτουργιών της για τη δημιουργία, την παράδοση και τη λήψη αξίας. Ο καμβάς έχει γίνει δημοφιλής λόγω της ευελιξίας του, μιας και το εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό μιας νέας επενδυτικής ιδέας, για την συνεχή αξιολόγηση της βιωσιμότητας των επιχειρήσεων και για την ανάλυση του τρόπου οργάνωσής τους. Η δομή του επιτρέπει επίσης στις επιχειρήσεις να αναπτύξουν καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα αναδιοργανώνοντας ή επαναπροσδιορίζοντας το περιεχόμενο οποιουδήποτε από τα εννέα μπλοκ του για να αποκαλύψουν μια νέα αγορά ή επιχειρηματική ευκαιρία [63]. Το μοντέλο Díaz-Díaz, Muñoz και Pérez-González που χρησιμοποιείται και στην παρούσα εργασία προτείνει ένα εργαλείο αξιολόγησης επιχειρηματικού μοντέλου για έξυπνα αστικά επιχειρηματικά μοντέλα που προσαρμόζει το ΚΕΜ σε έξυπνες πόλεις προσθέτοντας μια κοινωνικο-περιβαλλοντική διάσταση (δύο επιπλέον μπλοκ) στην οικονομική αξιολόγηση των επιχειρηματικών μοντέλων. Αυτή η σημαντική προσθήκη αναγνωρίζει ότι η λογοδοσία των τοπικών αρχών δεν περιορίζεται αποκλειστικά στην οικονομική βιωσιμότητα [64]. Η παρουσίαση των στοιχείων παρέμβασης της ΣΘΕΠ στοχεύει να προετοιμάσει κατάλληλα τις τοπικές αρχές του νησιού και την μελλοντική ΕΚΟΙΝ ώστε να σχεδιάσουν τις νέες “έξυπνες” υπηρεσίες με τρόπο που θα παράγουν αξία για τους κατοίκους της Πάτμου σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας ενδεικτικός ΚΕΜ για την ΕΚΟΙΝ και το έργο ΣΘΕΠ που θα αναλάβει.

Πίνακας 26 Καμβάς επιχειρηματικού μοντέλου για την ΕΚΟΙΝ που θα αναλάβει την ΣΘΕΠ Πάτμου

7. Key Partners (Κύριοι Συνεργάτες)	8. Key Activities (Κύριες Δραστηριότητες)	1. Value Propositions (Στοιχείο Διαφοροποίησης)	4. Customer Relationships (Πελατειακές Σχέσεις)	2. Customer Segments (Πελάτες)
Μέλη της ΕΚΟΙΝ: Δήμος, Κάτοικοι, Σχολικές επιτροπές, Εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών, Εταιρίες ενοικιάσεως οχημάτων, Προμηθευτές συστημάτων ΣΘΕΠ, ΔΕΔΔΗΕ	Σχεδιασμός συστήματος ΣΘΕΠ Λειτουργία και συντήρηση εγκαταστάσεων ΣΘΕΠ Διαχείριση δεδομένων και πληροφοριών που προκύπτουν από τη λειτουργία της ΣΘΕΠ του συστήματος	Δημιουργία Συνοικίας Θετικού Ενεργειακού Προσήμου στη Πάτμο. Η Συνοικία με επίκεντρο τον οικισμό Σκάλα θα περιλαμβάνει δημοτικά και δημόσια κτίρια, κατοικίες, σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και τον σταθμό αφαλάτωσης, αποτελώντας μια διατομεακή προσέγγιση για τον	Δημοτικές και δημόσιες υπηρεσίες, σχολικά κτίρια, και κάτοικοι των επιλεγμένων κατοικιών συμμετέχουν ενεργά στην ΣΘΕΠ, μειώνοντας τα λειτουργικά τους έξοδα, αποκομίζοντας έσοδα και συμβάλλοντας στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων επωφελούνται της λειτουργίας νέων υποδομών σταθμών φόρτισης που ανήκουν στη ΣΘΕΠ. Κάτοικοι του νησιού γενικότερα καταναλώνουν νερό από το δίκτυο που τροφοδοτεί ο σταθμός αφαλάτωσης με μειωμένο κόστος	Δημοτικές και δημόσιες υπηρεσίες, Σχολικά κτίρια, Κάτοικοι των επιλεγμένων κατοικιών, Ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων, Κάτοικοι του νησιού
			3. Channels (Δίκτυα)	
	6. Key Resources (Κύριοι Πόροι)			

	Ανεμογεννήτριες, Φωτοβολταϊκά, Μπαταρίες ιόντων λιθίου, Μετατροπείς ισχύος, Μονάδα ΜΕΚ σύγκαισης diesel και βιοαερίου, Σύστημα επικοινωνίας στοιχείων ΣΘΕΠ, Πλατφόρμα διαχείρισης δεδομένων, Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης, Δημοτικοί υπάλληλοι, Κάτοικοι, Ηλεκτρική ενέργεια	μετριασμό της κλιματικής αλλαγής σε τοπικό επίπεδο, την αποκόμιση οικονομικού οφέλους, την αύξηση ποιότητας ζωής για τους κατοίκους της και για να ανοίξει ο δρόμος της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης στο νησί.	Πρωθητικό υλικό (ιστοσελίδα, κοινωνικά δίκτυα) Ενημέρωση ιστοσελίδας του Δήμου Τοπικά μέσα ενημέρωσης Επικοινωνία newsletter Δημόσια προσβάσιμο σημείο απεικόνισης λειτουργίας συστήματος ΣΘΕΠ	
9. Cost Structure (Κύριες Δαπάνες)		5. Revenue Streams (Εσοδα)		
Δαπάνες προσωπικού κατασκευής και λειτουργίας της ΣΘΕΠ Κόστος κτήσης κύριων και βοηθητικών συστημάτων και εξαρτημάτων της ΣΘΕΠ Κόστος λειτουργίας και συντήρησης ΣΘΕΠ		Η ΕΚΟΙΝ, στην οποία θα ανήκει η ΣΘΕΠ και θα είναι υπεύθυνη για την λειτουργία της, θα εισπράττει έσοδα από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας των μονάδων της ΣΘΕΠ στο δίκτυο της Πάτμου. Τα έσοδα θα διαμοιράζονται αναλογικά στα μέλη της ΕΚΟΙΝ, τα οποία θα βιώνουν συμπληρωματικά και μείωση των λειτουργικών ενεργειακών έργων της.		
10. Social & Environmental Costs (Κοινωνικές & Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις)		11. Social & Environmental Benefits (Κοινωνικά & Περιβαλλοντικά Πλεονεκτήματα)		
Περιβαλλοντικό αποτύπωμα νέων παραγωγικών μονάδων τόσο για την ΜΕΚ σύγκαισης, όσο και για τις διεσπαρμένες μονάδες ΑΠΕ Κοινωνικός διαχωρισμός των κατοικιών που δεν εντάσσονται στο πρώτο στάδιο της ΣΘΕΠ		Μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης εντός της ΣΘΕΠ Μείωση λειτουργικών εξόδων των μελών της ΕΚΟΙΝ που ανήκουν στη ΣΘΕΠ Αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας Αύξηση διείσδυσης ΑΠΕ στην Πάτμο Θετική συμβολή στο Ηλεκτρικό Σύστημα της Πάτμου Μείωση των τοπικά εκπεμπόμενων ρύπων στον τομέα των κτιρίων, του νερού και της κινητικότητας Βιώσιμη διαχείριση λυμάτων Αύξηση κοινωνικής συμμετοχικότητας με τη συνεργασία πολιτών και τοπικής αρχής σε ενεργειακές πρωτοβουλίες Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας Ανάπτυξη έξυπνου οικοσυστήματος στο νησί που προσελκύει τουριστική δραστηριότητα		

### 5.3 Χρηματοοικονομική ανάλυση

Σε αυτήν την ενότητα θα υπολογιστούν με λεπτομέρεια οι ροές σχετικά με το κόστος και τα έσοδα των παρεμβάσεων που θα αναλάβει η ΕΚΟΙΝ για τη ΣΘΕΠ στο σύνολο της, από την αρχή λειτουργίας της και για 25 συνεχόμενα έτη. Ως σενάριο υλοποίησης θα επιλεγεί το 1<sup>ο</sup> σενάριο του 4<sup>ου</sup> Κεφαλαίου, μιας και από την πρώτη ανάλυση είναι και το οικονομικά αποδοτικότερο. Κανένας από τους συνδυασμούς που προέκυψαν από τις αναλύσεις ευαισθησίας του παρόντος Κεφαλαίου δεν επιλέγεται, διότι ως στοιχεία εισόδου επιλέχθηκαν μέσες και ακραίες τιμές, ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση που έχουν στα αποτελέσματα λειτουργίας. Στη συνέχεια, θα υπολογιστούν βασικοί οικονομικοί δείκτες, που είναι ενδεικτικοί της οικονομικής βιωσιμότητας του εγχειρήματος. Αυτοί είναι η καθαρή παρούσα αξία (Net Present Value {NPV}) και η προεξοφλημένη περίοδος αποπληρωμής (Pay-Back Period {PBP}). Τελικά, θα πραγματοποιηθούν ανάλυσης ευαισθησίας για αυτούς ανάλογα με σενάρια δανεισμού και επιδότησης που εφαρμόζονται για το σύνολο των παρεμβάσεων της ΣΘΕΠ.

#### 5.3.1 Υπολογισμός κόστους

##### Κτίρια

Στο τελικό επιλεγμένο σενάριο η ΣΘΕΠ έχει υποστεί δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης στα κτίρια της και δεδομένης της ανάλυσης των Κεφαλαίων 3 και 4, τελικά έχει απαιτήσεις ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, για τα κτίριά της, ίσες με 970.4 MWh<sub>e</sub> και 1,363 MWh<sub>th</sub>. Από τους Πίνακες 9 και 10 του Κεφαλαίου 3 προκύπτει το συνολικό κόστος (C<sub>rb</sub>) των δράσεων ενεργειακής αναβάθμισης για το σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ, το οποίο είναι ίσο με 461,400 €.

### Προμήθεια σταθμών φόρτισης και ηλεκτρικών οχημάτων

Στο πλαίσιο των παρεμβάσεων της ΣΘΕΠ στον τομέα της κινητικότητας σχεδιάζεται η εγκατάσταση 10 σταθμών φόρτισης σε 10 επιλεγμένους Χώρους Στάθμευσης εντός του οικισμού της Σκάλας, ενώ παράλληλα επιλέγεται να αντικατασταθεί το σύνολο των 20 δημοτικών οχημάτων με αντίστοιχα ηλεκτρικά. Λεπτομέρειες σχετικές με το κόστος κτήσης αυτών των παρεμβάσεων, καθώς και επιμέρους χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα.

*Πίνακας 27 Υπολογισμός συνολικού κόστους προμήθειας σταθμών φόρτισης και ηλεκτρικών οχημάτων ΣΘΕΠ [46, 47, 49, 50, 65]*

Ηλεκτροκίνηση ΣΘΕΠ	Πλήθος	Μέγεθος	Συνολικό κόστος κτήσης
Σταθμοί φόρτισης	10	22 kW (Type2-AC)	50 κ€
Επιβατικά οχήματα	2	55 kWh (Li-ion battery)	64 κ€
Οχήματα 4x4	2	82 kWh (Li-ion battery)	80 κ€
Μοτοποδήλατα	8	12.5 kWh (Li-ion battery)	24 κ€
Φορτηγά	3	180 kWh (Li-ion battery)	150 κ€
Απορριμματοφόρα	5	180 kWh (Li-ion battery)	300 κ€
<b>Συνολικό κόστος (C<sub>em</sub>)</b>	-	-	<b>668 κ€</b>

### Σταθμός αφαλάτωσης και ΕΕΛ

Στον σταθμό αφαλάτωσης δεν σχεδιάστηκαν παρεμβάσεις, αφού η λειτουργία της ΣΘΕΠ θα εκμεταλλευτεί τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις. Σε αυτήν την λογική, δεν επιβαρύνεται η επένδυση με πρόσθετα κόστη κτήσης και λειτουργίας αυτού του υποσυστήματος. Σχετικά με τον βιολογικό καθαρισμό, θεωρείται πως η εγκατάσταση παραγωγής βιοαερίου είναι υφιστάμενη, οπότε ξανά, δεν επιβαρύνεται η ΣΘΕΠ από κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Το κόστος του βιοαερίου, ακόμα, θεωρείται μηδενικό, αφού θα παραχρωρείται από την εγκατάσταση στη ΣΘΕΠ χωρίς αντίτιμο.

### Σύστημα διεσπαρμένων μονάδων

Στο σύστημα διεσπαρμένων μονάδων της ΣΘΕΠ, που έχει επιλεγθεί, προκύπτουν τα τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά που παρατηρούνται στον επόμενο Πίνακα, κάνοντας χρήση των μεγεθών των Πινάκων 18 και 19 του Κεφαλαίου 4.



Πίνακας 28 Υπολογισμός συνολικού κόστους συστήματος διεσπαρμένων μονάδων ΣΘΕΠ. (\*): Στοιχεία από το εργαλείο προσομοίωσης Homer Pro, βάσει των χαρακτηριστικών που έχουν εισαχθεί.

Τελικό σύστημα ΣΘΕΠ	Ονομαστική ισχύς (kW)	Κόστος κτήσης (κ€)	Κόστος Σ&Λ (κ€/year)	Χρόνος ζωής (years)
Ανεμογεννήτριες	1,300	1,755	3.3	25
Φωτοβολταϊκά	1,327	997.5	2.7	25
Κεντρική μπαταρία λιθίου	400	150	2	15
ΜΕΚ σύγκαυσης βιοαερίου & diesel	150	90	104.7 (2940 ώρες λειτουργίας και 89,965 lt diesel)*	27 (2940 ώρες λειτουργίας στα 80,000 συνολικά)
Αντλίες θερμότητας	520	195	1.3	25
Βοηθητικά συστήματα (μετατροπείς, ενίσχυση δικτύου, συστήματα διαχείρισης και επικοινωνίας)	-	75	2	25
<b>Συνολικό κόστος (C<sub>s</sub>)</b>	-	<b>3,262.5</b>	<b>116</b>	-

Στο τελικό υπολογισμό θα υπολογιστεί και ένα ενδεικτικό κόστος ( $C_{EC}$ ) σύστασης της ΕΚΟΙΝ ίσο με 10,000 €, σε αυτό συνυπολογίζονται τα έξοδα για τα απαραίτητα δικαιολογητικά. Συνολικά, λοιπόν, το ολικό κόστος κεφαλαίου ( $C_{PED}$ ) της επένδυσης ΣΘΕΠ για την Ε.Κοιν, το οποίο προκύπτει από τα επιμέρους κόστη κτήσης και προμήθειας των παραπάνω παρεμβάσεων είναι ίσο με 4,401,910 €. Αντίστοιχα, το ολικό κόστος συντήρησης και λειτουργίας, που αφορά το σύνολο των παρεμβάσεων της ΣΘΕΠ, είναι ίσο με 116,000 € ανά έτος. Δηλαδή ισχύει συγκεκριμένα ότι:

$$C_{PED} = C_{EC} + C_s + C_{em} + C_{rb} = 4,401,910 \text{ €}$$

$$(C_{PED})_{O\&M} = (C_{EC} + C_s + C_{em} + C_{rb})_{O\&M} = 116,000 \text{ €/έτος}$$

### 5.3.2 Υπολογισμός εσόδων

Η ΕΚΟΙΝ που θα διαχειρίζεται τη ΣΘΕΠ διαθέτει μια κύρια πηγή «άμεσων» εσόδων, την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο, καθώς και τρεις «έμμεσες» πηγές εσόδων, που πρακτικά αποτελούν αποφυγή εξόδων για τα μέλη της, που οδηγεί σε εξοικονόμηση οικονομικών πόρων και προσμετρούνται ως έσοδα στην παρούσα ανάλυση. Οι τρεις «έμμεσες» πηγές εσόδων είναι η αποφυγή εξόδων προμήθειας: α) πετρελαίου θέρμανσης, β) πετρελαίου κίνησης ή βενζίνης, και γ) ηλεκτρικής ενέργειας.

#### Πώληση ηλεκτρικής ενέργειας

Συνολικά, σύμφωνα με τους υπολογισμούς του Κεφαλαίου 4 οι πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο ήταν ίσες με 2.293 GWh. Ακόμα στο ίδιο Κεφάλαιο, και συγκεκριμένα στην ενότητα 4.1.1, αναλύεται ο κυμαινόμενος τρόπος που τιμολογείται η αγοραπωλησία ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ ΣΘΕΠ και δικτύου, εφαρμόζοντας την τακτική του ενεργειακού συμψηφισμού σε κάθε μήνα. Ως εκ τούτου, από τα προηγούμενα προκύπτει ο παρακάτω

πίνακας με τα έσοδα από την έγχυση και πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο της Πάτμου.

Πίνακας 29 Υπολογισμός εσόδων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ΣΘΕΠ

Πώληση ενέργειας ΣΘΕΠ	Ενέργεια απορροφώμενη από το δίκτυο (MWh)	Ενέργεια εγχεόμενη στο δίκτυο (MWh)	Καθαρή ενέργεια που προσδίδεται στο δίκτυο (MWh)	Έσοδα πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (κ€)
Ιαν	2.56	190.82	188.27	23.76
Φεβ	1.54	187.99	186.46	22.81
Μαρ	2.39	202.97	200.59	24.69
Απρ	3.22	168.13	164.92	29.08
Μαϊ	2.67	174.28	171.61	30.26
Ιουν	1.71	195.93	194.23	33.14
Ιουλ	0.91	228.7	228.06	37.08
Αυγ	6.49	215.77	209.29	34.94
Σεπ	4.48	179.68	175.13	30.11
Οκτ	2.24	183.85	181.61	31.19
Νοε	2.65	167.82	165.18	20.69
Δεκ	1.87	197	195.13	23.88
<b>Σύνολο (R<sub>s</sub>)</b>	<b>32.73</b>	<b>2,293.21</b>	<b>2,260.48</b>	<b>341.61</b>

#### Αποφυγή εξόδων πετρελαίου θέρμανσης

Για τον υπολογισμό των εξόδων πετρελαίου θέρμανσης θα χρησιμοποιηθούν οι θερμικές απαιτήσεις των κτιρίων της ΣΘΕΠ πριν τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης, αφού αυτές αποτελούν μέρος των παρεμβάσεων της ΣΘΕΠ. Είναι γνωστό ότι κάποια κτίρια δεν διέθεταν λέβητα πετρελαίου, ενώ σε άλλα δεν γινόταν σωστή χρήση του. Σε κάθε περίπτωση για την αποτύπωση της εξοικονόμησης πόρων στο σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ θα υποτεθεί ότι συνολικά το 60% της θερμικής ενεργειακής απαίτησης καλυπτόταν από λέβητες πετρελαίου στα κτίρια της ΣΘΕΠ.

Όπως αναφέρεται παραπάνω, η ετήσια απαίτηση θερμικής ενέργειας για τα κτίρια της ΣΘΕΠ είναι ίση με 1363 MWh<sub>th</sub>. Γνωρίζουμε ακόμα ότι οι δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης επέφεραν μια μέση συνολική μείωση της τάξης του 43.49%. Έτσι υπολογίζεται η ετήσια θερμική απαίτηση ( $Q_{th}$ ) πριν τις δράσεις αυτές και είναι ίση με 1956 MWh<sub>th</sub>. Επιπρόσθετα για το σύνολο των λεβήτων θεωρείται η μέση τιμή για τον βαθμό απόδοσης τους ( $\eta_{th}$ ) ίση με 85%. Τέλος, το κόστος πετρελαίου θέρμανσης ( $c_d$ ), η πυκνότητα ( $\rho_d$ ), και η θερμογόνο δύναμή του ( $LHV_d$ ) λαμβάνονται ίσα με 0.883 €/lt και 43.2 MJ/kg.

Οπότε, τελικά, υπολογίζεται η ετήσια αποφυγή εξόδων ( $R_d$ ) που σχετίζονται με τη προμήθεια πετρελαίου θέρμανσης μέσω των παρεμβάσεων της ΣΘΕΠ, σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$R_d = 60\% \cdot \frac{Q_{th}}{\eta_{th} \cdot LHV_d \cdot \rho_d} \cdot c_d = 118,518 \text{ €}$$

### Αποφυγή εξόδων ηλεκτρικής ενέργειας

Η ΕΚΟΙΝ μέσω της σύμβασης αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας που θα συνάψει για την ΣΘΕΠ, εκτός από το να εξασφαλίσει ένα σταθερό έσοδο για τα μέλη της, θα τα απαλλάξει και από τα έξοδα που αφορούν ηλεκτρικές καταναλώσεις τους, που συμπεριλαμβάνονται στην ΣΘΕΠ. Έτσι, στην ίδια λογική με προηγουμένως, για τον υπολογισμό των εξόδων ηλεκτρικής ενέργειας θα χρησιμοποιηθούν οι ηλεκτρικές απαιτήσεις των κτιρίων της ΣΘΕΠ πριν τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης, αφού αυτές αποτελούν μέρος των παρεμβάσεων της ΣΘΕΠ. Ακόμα αποφεύγονται έξοδα ηλεκτρικής ενέργειας και στον σταθμό αφαλάτωσης, με την κατανάλωση όμως να παραμένει ίδια πριν και μετά τις παρεμβάσεις της ΣΘΕΠ. Για την αποτύπωση της εξοικονόμησης πόρων σχετικά με την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας στο σύνολο της ΣΘΕΠ, θα υποτεθεί ότι συνολικά όλες οι καταναλώσεις πλήρωναν την ίδια αξία προμήθειας ( $c_{el}$ ) στα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θεωρείται ίση με 0.115 €/kWh.

Όπως αναφέρεται παραπάνω, η ετήσια απαίτηση ηλεκτρικής ενέργειας για τα κτίρια της ΣΘΕΠ είναι ίση με 970.4 MWh<sub>e</sub>. Γνωρίζουμε ακόμα ότι οι δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης επέφεραν μια μέση συνολική μείωση της τάξης του 20.81%. Έτσι υπολογίζεται η ηλεκτρική απαίτηση του συνόλου των κτιρίων πριν τις δράσεις αυτές, η οποία είναι ίση με 1,172.3 MWh<sub>e</sub>. Σε αυτή προστίθεται η ετήσια απαίτηση ηλεκτρικής ενέργειας του σταθμού αφαλάτωσης, που προκύπτει από τους υπολογισμούς του Κεφαλαίου 3 ίση με 28.7 MWh<sub>e</sub>. Έτσι υπολογίζεται η ετήσια ηλεκτρική απαίτηση ( $Q_{el}$ ) πριν τις παρεμβάσεις της ΣΘΕΠ, η οποία είναι ίση με 1,201 MWh<sub>e</sub>.

Οπότε, τελικά, υπολογίζεται η ετήσια αποφυγή εξόδων ( $R_{el}$ ) που σχετίζονται με τη προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των παρεμβάσεων της ΣΘΕΠ, σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$R_{el} = Q_{el} \cdot c_{el} = 138,115 \text{ €}$$

### Αποφυγή εξόδων πετρελαίου κίνησης και βενζίνης

Από τα μέλη της ΕΚΟΙΝ μόνο ο Δήμος επωφελείται άμεσα των παρεμβάσεων προώθησης ηλεκτρικής κινητικότητας στη Πάτμο. Αυτό συμβαίνει διότι, αν και υπολογίζονται οι καταναλώσεις φόρτισης 25 νέων δυνητικά αγορασμένων ιδιωτικών οχημάτων, μόνο τα 20 δημοτικά οχήματα αντικαθίστανται με ηλεκτρικά στην πράξη. Οπότε αποφεύγεται το κόστος κατανάλωσης καυσίμου μόνο για τα δημοτικά οχήματα. Για αυτά, εκτός της χιλιομετρικής απόστασης που διανύουν είναι γνωστή και η ετήσια κατανάλωση καυσίμου, καθώς και η σχετική δαπάνη για την προμήθεια τους, όπως συλλέχθηκαν από στοιχεία του Γραφείου Κίνησης του Δήμου Πάτμου. Έτσι, η ετήσια κατανάλωση πετρελαίου κίνησης και βενζίνης των οχημάτων του Δήμου που αντικαθίστανται με ηλεκτρικά είναι ίση με

Οπότε, τελικά, υπολογίζεται η ετήσια αποφυγή εξόδων ( $R_{cm}$ ) που σχετίζεται με τη προμήθεια πετρελαίου κίνησης και βενζίνης μέσω των παρεμβάσεων της ΣΘΕΠ, σύμφωνα με τον ακόλουθο Πίνακα.

Πίνακας 30 Υπολογισμός αποφευχθέντων εξόδων για τα καύσιμα του δημοτικού στόλου

Αποφευχθέντα έξοδα καυσίμων	Πετρέλαιο κίνησης	Βενζίνη	Συνολικά
-----------------------------	-------------------	---------	----------

δημοτικού στόλου	Ποσότητα (lt)	Τιμή (€/lt)	Έξοδα (€)	Ποσότη τα (lt)	Τιμή (€/lt)	Έξοδα (€)	Έξοδα (€)
Ιαν	875.5	1.600	1,400.8	245.4	1.873	459.6	1,860.4
Φεβ	689.2	1.598	1,101.4	207.8	1.872	389.0	1,490.3
Μαρ	736.9	1.597	1,176.9	192.6	1.891	364.1	1,541.0
Απρ	738.3	1.444	1,066.1	205.9	1.759	362.1	1,428.2
Μαϊ	1,123.7	1.383	1,554.1	257.8	1.694	436.7	1,990.8
Ιουν	1,188.3	1.429	1,698.1	244.2	1.721	420.3	2,118.3
Ιουλ	1,629.0	1.462	2,381.6	281.7	1.714	482.9	2,864.5
Αυγ	1,666.1	1.499	2,497.5	185.9	1.729	321.4	2,818.9
Σεπ	1,491.5	1.509	2,250.7	196.2	1.716	336.7	2,587.3
Οκτ	1,279.0	1.459	1,866.1	239.0	1.675	400.3	2,266.4
Νοε	946.8	1.459	1,381.4	246.2	1.675	412.3	1,793.8
Δεκ	874.0	1.632	1,426.4	188.0	1.861	349.8	1,776.2
<b>Σύνολο</b>	<b>13,238.4</b>		<b>19,801.1</b>	<b>2690.6</b>		<b>4,735</b>	<b>24,536.1</b>

Συνολικά, λοιπόν, τα ολικά έσοδα ( $R_{PED}$ ) της ΕΚΟΙΝ για τη ΣΘΕΠ, που προκύπτουν από τα επιμέρους «άμεσα» και «έμμεσα» έσοδα που αναλύονται παραπάνω είναι ίσα με 622,779 € ανά έτος. Δηλαδή ισχύει συγκεκριμένα ότι:

$$R_{PED} = R_{cm} + R_{el} + R_d + R_s = 622,779 \text{ €/έτος}$$

### 5.3.3 Οικονομική αξιολόγηση

Έχοντας υπολογίσει το συνολικό κόστος της επένδυσης για την ΣΘΕΠ και τα ετήσια κόστη και έσοδα της ΕΚΟΙΝ που συνιστούν τις ετήσιες καθαρές ταμειακές ροές, μπορεί να πραγματοποιηθεί η οικονομική αξιολόγηση των παρεμβάσεων. Αυτή θα βασιστεί στον υπολογισμό δύο βασικών και ευρέως χρησιμοποιούμενων δεικτών της οικονομικής απόδοσης ενός έργου:

- **Καθαρά Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)**

ΚΠΑ είναι το άθροισμα των παρούσων αξιών των εισερχόμενων και εξερχόμενων ταμειακών ροών κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Ο δείκτης υπολογίζει το πλεόνασμα ή την έλλειψη ταμειακών ροών, σε όρους παρούσας αξίας, σε σχέση με το κόστος κεφαλαίων που χρησιμοποιήθηκαν για μια επένδυση. Γενικά ισχύει ότι:

- ΚΠΑ = 0 – Τα έσοδα από το έργο αποπληρώνουν την αρχική επένδυση, χωρίς όφελος ή ζημιά για τον επενδυτή
- ΚΠΑ > 0 – Η επένδυση είναι κερδοφόρα
- ΚΠΑ < 0 – Η επένδυση καταλήγει σε ζημιά

Η σχέση υπολογισμού ΚΠΑ που θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα οικονομική αξιολόγηση είναι:

$$ΚΠΑ = -C_{PED} + \sum_{k=1}^{25} \frac{KTP_k}{(1+r)^k} + \frac{S_{PED}}{(1+r)^{25}}$$

Όπου:

$k$  = χρονική περίοδος

$r$  = προεξοφλητικό επιτόκιο  
 $S_{PED}$  = Υπολλειμματική Αξία της επένδυσης

Οι Καθαρές Ταμειακές Ροές (ΚΤΡ) υπολογίζονται όπως παρακάτω:

$$KTP = R_{PED} - (C_{PED})_{O\&M} - L_i - T - L_r$$

Όπου για τα στοιχεία τις παραπάνω εξίσωσης ισχύει:

$R_{PED}$  = ετήσια συνολικά έσοδα της ΣΘΕΠ  
 $(C_{PED})_{O\&M}$  = ετήσια συνολικά κόστη της ΣΘΕΠ  
 $L_i$  = Ετήσιο ποσό που αντιστοιχεί σε τόκους του δανεισμού  
 $T$  = Ετήσιο ποσό που αντιστοιχεί σε καταβολή φόρου  
 $L_r$  = Ετήσιο ποσό που αντιστοιχεί σε χρεολύσιο του δανεισμού

Ενώ τα ετήσια έσοδα και κόστη έχουν αναλυθεί προηγουμένως και είναι γνωστά, τα υπόλοιπα 3 μεγέθη δεν είναι γνωστά. Σχετικά με τα μεγέθη  $L_i$  και  $L_r$  αυτά προκύπτουν από το ποσό που επιλέγεται να δανειστεί κάθε φορά η ΕΚΟΙΝ για την επένδυση της ΣΘΕΠ και υπολογίζονται σύμφωνα με την μέθοδο των ισοτοκοχρεολύσιων. Αυτό σημαίνει ότι καθώς μειώνεται ο καταβαλλόμενος τόκος κατά τα έτη αποπληρωμής του δανείου, αυξάνεται αναλογικά το χρεολύσιο, ώστε να πληρώνεται το ίδιο ποσό κάθε χρόνο μέχρι την αποπληρωμή του δανείου. Ακόμα σχετικά με τον φόρο αυτός επιβάλλεται κατά την ακόλουθη εξίσωση:

$$T = (R_S - (C_{PED})_{O\&M} - L_i - D) \cdot tax$$

Όπου για τα στοιχεία τις παραπάνω εξίσωσης ισχύει:

$R_S$  = Ετήσια έσοδα πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας  
(φορολογίσιμα έσοδα ΣΘΕΠ)  
 $D = d \cdot C_{PED}$  = Ετήσιο ποσό απόσβεσης για τα πρώτα 5 χρόνια  
 $tax$  = Ποσοστό φορολόγησης των εσόδων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας

- **Προεξοφλημένη Περίοδος Αποπληρωμής (ΠΠΑ)**

Η ΠΠΑ ορίζεται με τον υπολογισμό του χρόνου που απαιτείται (έτη) για την ανάκτηση μιας επένδυσης. Έτσι, καθορίζεται ένα νεκρό σημείο επένδυσης, όπου το άθροισμα των προεξοφλημένων ΚΤΡ μέχρι εκείνη τη στιγμή ισούται με το αρχικό κόστος επένδυσης. Οπότε, η σχέση υπολογισμού της ΠΠΑ που θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα οικονομική αξιολόγηση είναι:

$$C_{PED} = \sum_{k=1}^{ΠΠΑ} \frac{KTP_k}{(1+r)^k}$$

Για τον υπολογισμό των 2 βασικών δεικτών οικονομικής απόδοσης θα πρέπει ακόμα να αποφασιστούν τα χαρακτηριστικά οικονομικά μεγέθη της επένδυσης. Ο παρακάτω Πίνακας συγκεντρώνει αυτά τα μεγέθη μαζί με τα κόστη και τα έσοδα της ΣΘΕΠ από την ανάλυση που προέκυψε στις δύο προηγούμενες υποενότητες. Τα επιπλέον μεγέθη έχουν επιλεγεί βάση σχετικών αναφορών στη διεθνή βιβλιογραφία.

Πίνακας 31 Χαρακτηριστικά οικονομικά μεγέθη της επένδυσης ΣΘΕΠ [31, 55, 60, 66, 67]

Οικονομικό μέγεθος	Τιμή
Συνολικό κόστος επένδυσης ( $C_{PED}$ )	4,391,900 €
Κόστος συντήρησης και λειτουργίας ( $C_{PED})_{O\&M}$	116,000 €/έτος
Συνολικά έσοδα ( $R_{PED}$ )	622,779 €/έτος
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας ( $R_S$ )	341,610 €/έτος
Επιτόκιο δανεισμού ( $i$ )	6.5%
Διάρκεια αποπληρωμής δανείου ( $N_i$ )	10 έτη
Προεξοφλητικό επιτόκιο ( $r$ )	5.0%
Συντελεστής απόσβεσης ( $d$ )	4.0%
Διάρκεια απόσβεσης ( $N_d$ )	5 έτη
Υπολειμματική αξία παρεμβάσεων ( $S_{PED}$ )	10.0% (του κόστους επένδυσης)
Φορολογία επί των εσόδων πώλησης ενέργειας (tax)	29.0%
Μέση ετήσια μείωση εσόδων ( $A_R$ )	0.8%
Μέση ετήσια αύξηση εξόδων ( $A_C$ )	0.9%

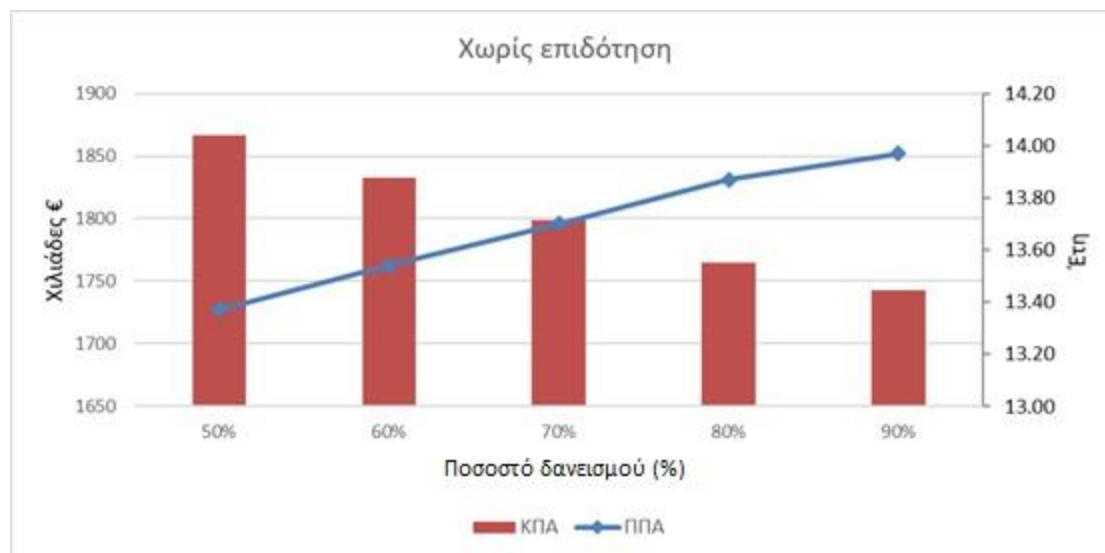
Σχετικά με την μέση ετήσια μείωση και αύξηση των εσόδων και των εξόδων αντίστοιχα, εφαρμόζεται ώστε να είναι πιο ρεαλιστική η οικονομική αξιολόγηση λαμβάνοντας υπόψιν φαινόμενα υποβάθμισης της παραγόμενης ενέργειας και αυξημένων λειτουργικών εξόδων στο μέλλον. Σημειώνεται ότι και στις δύο περιπτώσεις μειώνονται ή αυξάνονται αναλογικά όλες οι συνιστώσες που συνθέτουν τα έσοδα και τα κόστη αντίστοιχα.

Το τελευταίο που απομένει για την ολοκλήρωση της οικονομικής αξιολόγησης της ΣΘΕΠ Πάτμου είναι, βάσει των παραπάνω, να καθοριστεί το ποσό των ιδίων κεφαλαίων, του ποσού που θα δανειστεί η ΕΚΟΙΝ και του ποσοστού αναμενόμενης επιδότησης του έργου. Σχετικά με το τελευταίο, μέχρι σήμερα έχει ανακοινωθεί προδημοσίευση δράσης για την χρηματοδότηση μέσω του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Ανάπτυξης (ΕΣΠΑ) 25 εκ. € για παραγωγή ΑΠΕ και τηλεθέρμανσης από ΕΚΟΙΝ που θα αφορά ενισχύσεις επενδυτικών σχεδίων κατά 50%-60%, με μέγιστο όριο 1 εκατ. ευρώ. Αυτή μπορεί να αποτελέσει και την πηγή επιδοτούμενης χρηματοδότησης για τις παρεμβάσεις τις ΣΘΕΠ.

Για την ΕΚΟΙΝ, λοιπόν, θα αξιολογηθούν πιθανοί συνδυασμοί τραπεζικού δανεισμού, από ένα ελάχιστο ποσοστό που ορίζεται στο 50% του αρχικού κόστους μετά την επιδότηση -αν υπάρχει- και αντίστοιχα μέχρι ένα μέγιστο ποσοστό δανεισμού που ορίζεται στο 90%. Η επιλογές αυτές δικαιολογούνται αφενός γιατί το κόστος κεφαλαίου της επένδυσης ΣΘΕΠ είναι μεγάλης έντασης και απαιτεί σημαντικό ποσοστό δανεισμού, και αφετέρου διότι δεν θα μπορούσε η επένδυση να δανειοδοτηθεί στο 100%. Αυτό, θα επιτευχθεί μέσω του υπολογισμού των ΚΠΑ και ΠΠΑ, α) για μηδενική επιδότηση, β) για επιδότηση στο 12.5% της αρχικής επένδυσης και γ) για επιδότησης στο 25% της αρχικής επένδυσης.

### α) Χωρίς επιδότηση

Σχετικά με τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας και της Προεξοφλημένης Περιόδου Αποπληρωμής βάσει των παραπάνω και χωρίς επιδότηση για την επένδυση ΣΘΕΠ, προκύπτει το παρακάτω Διάγραμμα.



Διάγραμμα 43 Υπολογισμός ΚΠΑ και ΠΠΑ για την επένδυση ΣΘΕΠ, χωρίς επιδότηση

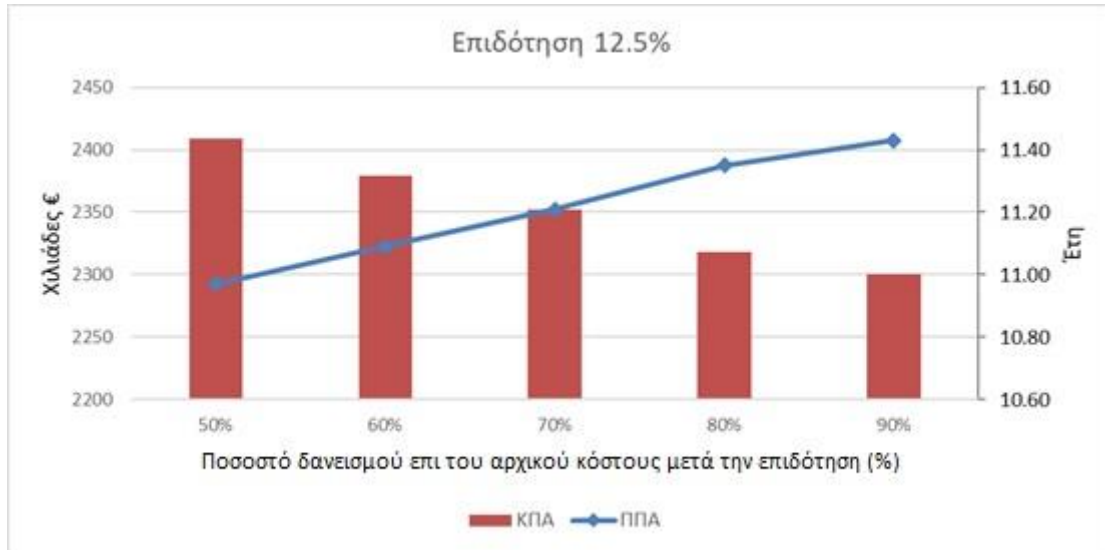
Παρατηρείται ότι στην καλύτερη περίπτωση η επένδυση αποπληρώνεται σε κάτι λιγότερο από 13,5 έτη για τα μέλη της ΕΚΟΙΝ, έχοντας ΚΠΑ ίση περίπου με 1.86 εκατ. €. Ο συνδυασμός αυτός επιτυγχάνεται όταν τα ίδια κεφάλαια που καταβάλλονται είναι ίσα με το ποσό που δανείζεται η ΕΚΟΙΝ και συγκεκριμένα σε αυτήν την περίπτωση, τα ίδια κεφάλαια αποτελούν το 50% και το ποσό δανεισμού το υπόλοιπο 50% της αρχικής επένδυσης.

Δεδομένου ότι η επένδυση της ΣΘΕΠ Πάτμου είναι σημαντικής έντασης κεφαλαίου, όπως αναφέρεται και παραπάνω, θα είναι δύσκολο για μια ΕΚΟΙΝ να καλύψει ένα τέτοιο ποσοστό του αρχικού κόστους με ίδιους πόρους, οπότε αν και είναι λιγότερο συμφέρον για αυτήν θα πρέπει ανάλογα και με την σύνθεση της να στραφεί σε μεγαλύτερα ποσοστά δανεισμού. Αυτό θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη περίοδο αποπληρωμής της επένδυσης βάσει του ανωτέρω Διαγράμματος. Τελικά, στην χειρότερη περίπτωση που η ΕΚΟΙΝ δανείζεται το 90% της αρχικής επένδυσης η ΠΠΑ είναι λίγο μεγαλύτερη από 14 έτη με την ΚΠΑ να φτάνει τα 1.74 εκατ. €.

### β) Επιδότηση στο 12.5% της αρχικής επένδυσης

Αντίστοιχα με τη προηγούμενη περίπτωση, προκύπτει το παρακάτω Διάγραμμα, με την διαφορά ότι επιδοτείται το 12,5 % της αρχικής επένδυσης.





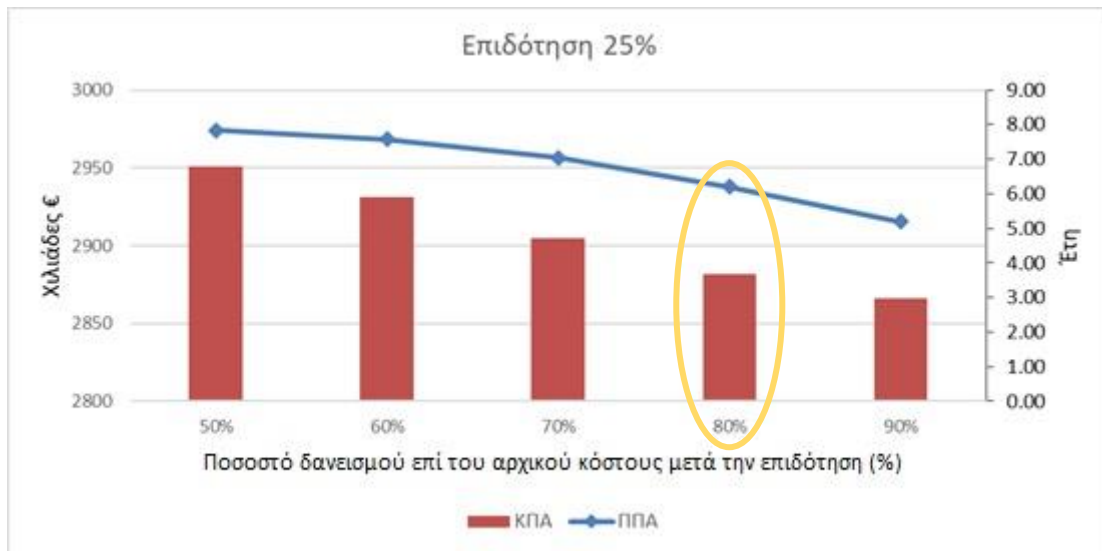
Διάγραμμα 44 Υπολογισμός ΚΠΑ και ΠΠΑ για την επένδυση ΣΘΕΠ, με επιδότηση στο 12,5 % της αρχικής επένδυσης

Παρατηρείται ξανά ότι η καλύτερη απόδοση επιτυγχάνεται όταν τα ίδια κεφάλαια που καταβάλλονται είναι ίσα με το ποσό που δανείζεται η ΕΚΟΙΝ και συγκεκριμένα σε αυτήν την περίπτωση, τα ίδια κεφάλαια αποτελούν το 43,75% και το ποσό δανεισμού το υπόλοιπο 43,75% της αρχικής επένδυσης, αν ληφθεί υπόψιν και το ποσοστό της επιδότησης. Σε αυτήν την περίπτωση η επένδυση αποπληρώνεται σε κάτι λιγότερο από 11 έτη για τα μέλη της ΕΚΟΙΝ, έχοντας ΚΠΑ ίση περίπου με 2.41 εκατ. €.

Φυσικά, αν και μειωμένο, ξανά θα είναι δύσκολο για μια ΕΚΟΙΝ να καλύψει ένα τέτοιο ποσοστό του αρχικού κόστους με ίδιους πόρους, οπότε αν και είναι λιγότερο συμφέρον για αυτήν θα πρέπει ανάλογα και με την σύνθεση της να στραφεί σε μεγαλύτερα ποσά δανεισμού. Αυτό, όπως στην προηγούμενη περίπτωση θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη περίοδο αποπληρωμής της επένδυσης βάσει του ανωτέρω Διαγράμματος. Τελικά, στην χειρότερη περίπτωση που η ΕΚΟΙΝ δανείζεται το 90% του αρχικού κόστους μετά την επιδότηση, η ΠΠΑ είναι λίγο μεγαλύτερη από 11.4 έτη με την ΚΠΑ να φτάνει τα 2.3 εκατ. €.

#### γ) Επιδότηση στο 25% της αρχικής επένδυσης

Τελική περίπτωση που εξετάζεται αποτελεί η πιθανότητα επιδότησης στο 25% της αρχικής επένδυσης, όπου προκύπτει το παρακάτω Διάγραμμα.



Διάγραμμα 45 Υπολογισμός ΚΠΑ και ΠΠΑ για την επένδυση ΣΘΕΠ, με επιδότηση στο 25% της αρχικής επένδυσης

Σε αυτήν την περίπτωση τα αποτελέσματα δεν είναι τόσο ξεκάθαρα όπως στις δύο προηγούμενες. Παρατηρείται ότι όταν το ποσό δανεισμού που λαμβάνει η ΕΚΟΙΝ για την επένδυση είναι στο 90% του αρχικού κόστους μετά την επιδότηση, τότε αποπληρώνει την επένδυση σε 5.2 έτη, που είναι σαφώς μικρότερη από κάθε άλλη ΠΠΑ. Αυτό εξηγείται αφού οι ίδιοι πόροι είναι μόλις στο 7.5% του αρχικού κόστους και οι ΚΤΡ, αν και μειωμένες, το καλύπτουν μέσα σε 5 χρόνια. Την ίδια στιγμή όμως, όταν τα ίδια κεφάλαια που καταβάλλονται είναι ίσα με το ποσό που δανείζεται η ΕΚΟΙΝ, εμφανίζει την μεγαλύτερη ΚΠΑ, ίση με 2.95 εκατ. €. Το οποίο εξηγείται διότι ότι η ΕΚΟΙΝ δανείζεται μόλις το 37.5% του συνολικού αρχικού κόστους, το οποίο και αποτελεί το αποδοτικότερο ποσό από τα υπόλοιπα σε βάθος της 25ετούς επένδυσης.

Είναι λοιπόν, στην διακριτική ευχέρεια των μελών, στα όρια του επιτρεπτού, το ποιο χρηματοδοτικό σχήμα πρέπει να ακολουθήσουν. Αξίζει βέβαια να σημειωθεί ότι η ΚΠΑ στην περίπτωση που η ΠΠΑ είναι 5.2 έτη είναι μόλις 0.1 εκατ. € μικρότερη της μεγαλύτερης τιμής που επιτυγχάνεται στο παραπάνω Διάγραμμα. Ως εκ τούτου, μοιάζει μάλλον πιο συνετή η επιλογή χρηματοδοτικού σχήματος με μεγαλύτερο ποσό δανεισμού και μικρότερο ποσό ιδίων πόρων στην παρούσα περίπτωση.

### Επιλογή χρηματοδοτικού σχήματος

Στην κατεύθυνση του προηγούμενου συμπεράσματος επιλέγεται να παρουσιαστεί ο αναλυτικός Πίνακας υπολογισμού των χρηματοροών της επένδυσης με επιδότηση στο 25% του αρχικού κόστους και με ποσοστό δανεισμού ίσο με το 80% του εναπομείναντος κόστους μετά την επιδότηση. Αυτή η επιλογή δικαιολογείται, διότι λόγω της καινοτομίας των παρεμβάσεων της ΣΘΕΠ, που συνδέουν αποτελεσματικά διαφορετικούς παραγωγικούς τομείς του νησιού, και σχεδιάζονται από το Δήμο και τους πολίτες του, είναι μεγάλες οι πιθανότητες επιλεξιμότητας σε εθνικές και ευρωπαϊκές επιδοτήσεις, που αφορούν είτε το συμμετοχικό σχεδιασμό είτε την καινοτομία της εφαρμογής, ακόμα και συνδυασμό των δύο. Επιπρόσθετα, επιλέγεται αυτό το ποσοστό δανεισμού -και όχι μεγαλύτερο- ώστε να είναι πιο ρεαλιστική η προσέγγιση της τραπεζικής δανειοδότησης. Έτσι οι ίδιοι πόροι που καταβάλλονται είναι τελικά στο 15%, το ποσό τραπεζικής δανειοδότησης στο 60% και η επιδότηση στο 25%. Οπότε, τελικά για το χρηματοδοτικό σχήμα που επιλέγεται ακολουθεί ο

παρακάτω συγκεντρωτικός Πίνακας υπολογισμού Καθαρών Ταμειακών Ροών για την επένδυση, που οδηγούν στον υπολογισμό των ΠΠΑ και ΚΠΑ.

Πίνακας 32 Υπολογισμός Καθαρών Ταμειακών Ροών για το χρηματοδοτικό σχήμα 15%–25%–60% (Ιδία κεφάλαια – Επιδότηση – Δάνειο)

Έτος	Συνολικά Έσοδα (R <sub>PED</sub> )	Συνολικό Κόστος Σ&Λ (C <sub>PED</sub> ) <sub>O&amp;M</sub>	Τόκος (L <sub>i</sub> )	Απόσβεση (D)	Φόρος (T)	Χρεολύσιο (L <sub>r</sub> )	Καθαρές Ταμειακές Ροές (ΚΤΡ)
(ποσά σε χιλιάδες €)							
0							-659
1	623	116	171	176	0	195	140
2	618	117	159	176	0	208	135
3	613	118	145	176	0	221	129
4	609	119	131	176	0	236	123
5	604	120	115	176	0	251	118
6	600	121	99	176	0	268	112
7	595	122	82	176	0	285	106
8	591	124	63	176	0	303	101
9	586	125	43	176	0	323	95
10	582	126	22	176	0	344	90
11	578	127	0	176	4	0	447
12	573	128	0	176	3	0	442
13	569	129	0	176	2	0	438
14	565	130	0	176	1	0	433
15	560	132	0	176	0	0	429
16	556	133	0	176	0	0	424
17	552	134	0	176	0	0	418
18	548	135	0	176	0	0	413
19	544	136	0	176	0	0	408
20	540	138	0	176	0	0	402
21	536	139	0	176	0	0	397
22	532	140	0	176	0	0	392
23	528	141	0	176	0	0	386
24	524	143	0	176	0	0	381
25	520	144	0	176	0	0	376
						Υπολειμματική αξία	439

Ακόμα, συμπληρωματικά παρατίθεται και ο Πίνακας υπολογισμού των ποσών δανεισμού με την μέθοδο των ισοτοκοχρεολύσιων, που αναλύθηκε προηγουμένως.

Πίνακας 33 Υπολογισμός ποσών δανεισμού με την μέθοδο των ισοτοκοχρεολύσιων για το χρηματοδοτικό σχήμα 15%–25%–60% (Ιδία κεφάλαια – Επιδότηση – Δάνειο)

Έτος	Υπολειπόμενο κεφάλαιο	Τόκος (L <sub>i</sub> )	Χρεολύσιο (L <sub>r</sub> )	Τοκοχρεολύσιο (L)
0	2635	(ποσά σε χιλιάδες €)		

1	2440	171	195	367
2	2232	159	208	367
3	2010	145	221	367
4	1775	131	236	367
5	1523	115	251	367
6	1256	99	268	367
7	971	82	285	367
8	667	63	303	367
9	344	43	323	367
10	0	22	344	367

Τελικά για το σύστημα που επιλέγεται με χρηματοδοτικό σχήμα της ΣΘΕΠ από την ΕΚΟΙΝ, το οποίο συνίσταται από 15%: Ιδία κεφάλαια – 25%: Επιδότηση – 60%: Δάνειο, έχει **ΚΠΑ** ίση με **2,881,534 €** και **ΠΠΑ** σε **6.2 έτη**.

Τα αποτελέσματα αυτά είναι ενδεικτικά μιας βιώσιμης επένδυσης με μάλιστα πολύ καλή απόδοση. Τέλος, δεδομένου ότι υπολογίστηκαν με λεπτομέρεια τα παραπάνω μεγέθη, θεωρείται ότι συνολικά για την ΕΚΟΙΝ η παραπάνω επένδυση θα είναι οικονομικά ωφέλιμη. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μπορεί για κάθε περίπτωση της ΣΘΕΠ να μην υπάρχει το αντίστοιχο κέρδος, όμως η ΕΚΟΙΝ συγκεντρώνει τα πλεονάσματα χρήσης κεντρικά και τα διαμοιράζει στα μέλη της ΣΘΕΠ χωρίς να λαμβάνει υπόψιν την επίδοση του κάθε τομέα στο αποτέλεσμα, αλλά το ποσό που έχει επενδύσει.

#### 5.4 Συμβολή στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής

Η λειτουργία της ΣΘΕΠ έχει συνολικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο στο σύστημα της Πάτμου. Σε αυτήν την ενότητα θα υπολογιστεί η μείωση των τοπικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά έτος. Αυτό το χαρακτηριστικό θεωρείται ενδεικτικό του αντίκτυπου που θα έχει η εφαρμογή της ΣΘΕΠ στην κατεύθυνση του μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και στην αναγκαία ενεργειακή μετάβαση για το νησί της Πάτμου.

Η κύρια πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για την ΣΘΕΠ είναι η ΜΕΚ σύγκραυσης, για την οποία γνωρίζουμε από τον Πίνακα 28 ότι καταναλώνει:  $F_d = 89,965$  lt καυσίμου diesel. Ακόμα, από τον Πίνακα 19 λαμβάνουμε την πυκνότητα  $\rho_d = 0.82$  kg/lt και τον μέσο παράγοντα εκπομπών για το diesel:  $e_d = 3.165$  tnCO<sub>2</sub>/tn<sub>καυσίμου</sub>. Οπότε οι συνολικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την λειτουργία της ΣΘΕΠ είναι:

$$E_{PED} = F_d \cdot e_d \cdot \rho_d = 233.486 \text{ tnCO}_2/\text{έτος}$$

#### Ηλεκτρική ενέργεια

Ο ίδιος παράγοντας εκπομπών για τις θερμικές μονάδες τις ΣΘΕΠ θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> που αποφεύγονται από τον ΤΣΠ Πάτμου, ο οποίος καταναλώνει αποκλειστικά diesel, για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια. Από την προηγούμενη ενότητα έχει υπολογιστεί ότι η ηλεκτρική ενεργειακή κατανάλωση της ΣΘΕΠ που θα καλυπτόταν από το ΗΣ Πάτμου είναι ίση με  $Q_{el} = 1201$  MWh. Από την πρώτη ενότητα του Κεφαλαίου 3 είναι γνωστή η συμμετοχή του ΤΣΠ Πάτμου στην ενεργειακή παραγωγή:  $p = 84.36\%$ . Οπότε, λαμβάνοντας υπόψιν μια μέση ειδική κατανάλωση καυσίμου

για τις μονάδες του ΤΣΠ:  $k_f = 220 \text{ gr}_{\text{καυσίμου}}/\text{kWh}_e$ , οι εκπομπές που αποφεύγονται ετησίως λόγω κάλυψης της ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΣΘΕΠ και όχι από τον ΤΣΠ είναι:

$$AE_{el1} = Q_{el} \cdot e_d \cdot p \cdot k_f = 705.466 \text{ tnCO}_2/\text{έτος}$$

Ακόμα, η ΣΘΕΠ εγγείει ενέργεια στο δίκτυο ίση με  $Q_{\text{sold}} = 2293.21 \text{ MWh}$ . Η ενέργεια αυτή αντικαθιστά ενέργεια που θα παραγόταν στο ΗΣ Πάτμου, οπότε θεωρείται ότι αντικαθιστά - ξανά- με αναλογικό τρόπο την ενέργεια που θα παραγόταν από τον ΤΣΠ Πάτμου. Γενικά, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι μπορούσε να αντικατασταθεί μόνο η ενέργεια που προέρχεται από τον ΤΣΠ, μιας και οι διεσπαρμένες μονάδες της ΣΘΕΠ λειτουργούν συνδυαστικά με μονάδες αποθήκευσης, με ανώτατο όριο εγγεόμενης ισχύος και με ελεγχόμενο τρόπο, όμως αυτό θα προϋπέθετε συνεννόηση της ΣΘΕΠ με τα υπόλοιπα συστήματα του ΗΣ Πάτμου. Οπότε, στην ίδια λογική με προηγουμένως, οι εκπομπές που αποφεύγονται ετησίως λόγω πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΣΘΕΠ στο ΗΣ Πάτμου είναι:

$$AE_{el2} = Q_{\text{sold}} \cdot e_d \cdot p \cdot k_f = 1,347.026 \text{ tnCO}_2/\text{έτος}$$

Επιπλέον, είναι γνωστό από τον Πίνακα 29 ότι η ΣΘΕΠ απορροφά ενέργεια από το δίκτυο της Πάτμου ίση με  $Q_{\text{purch}} = 32.73 \text{ MWh}$ . Η ενέργεια αυτή παράγεται στο ΗΣ Πάτμου, οπότε θεωρείται ότι αντικαθιστά με αναλογικό τρόπο την ενέργεια που θα παραγόταν από τον ΤΣΠ Πάτμου. Στην ίδια λογική, λοιπόν, με παραπάνω οι συνολικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την απορρόφηση ενέργειας της ΣΘΕΠ είναι:

$$E_{el} = Q_{\text{purch}} \cdot e_d \cdot p \cdot k_f = 19.226 \text{ tnCO}_2/\text{έτος}$$

### Θερμική ενέργεια

Θερμική ενέργεια καταναλώνουν μόνο τα κτίρια της ΣΘΕΠ. Για τον υπολογισμό της μείωσης των εκπομπών που αφορούν την κάλυψη της θερμικής ενέργειας του συνόλου των κτιρίων της ΣΘΕΠ θα χρησιμοποιηθεί η ανάλυση της ενότητας 5.3.2. Βάσει αυτής υπολογίζεται η ετήσια θερμική απαίτηση πριν τις δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης ίση με  $Q_{th} = 1956 \text{ MWh}_{th}$ . Έχει, ακόμα, υποτεθεί ότι συνολικά το 60% της θερμικής ενεργειακής απαίτησης καλυπτόταν από λέβητες πετρελαίου στα κτίρια της ΣΘΕΠ. Επίσης θεωρείται ότι παραμένει ίδιος ο παράγοντας εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τέλος, από τα χαρακτηριστικά των λεβήτων και του καυσίμου από τους Πίνακες 18 και 19 αντίστοιχα προκύπτει μια μέση ειδική κατανάλωση καυσίμου για τους λέβητες πετρελαίου:  $k_b = 98 \text{ gr}_{\text{καυσίμου}}/\text{kWh}_{th}$ . Οπότε, τελικά, οι εκπομπές που αποφεύγονται ετησίως λόγω κάλυψης της θερμικής ενέργειας από τη ΣΘΕΠ και όχι από τοπικά εγκατεστημένους λέβητες πετρελαίου, είναι:

$$AE_{th} = 60\% \cdot Q_{th} \cdot e_d \cdot k_b = 364.016 \text{ tnCO}_2/\text{έτος}$$

### Καύσιμα κίνησης

Η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που αντιστοιχεί σε αποφυγή καυσίμων κίνησης αφορά μόνο τα δημοτικά οχήματα που θα αντικατασταθούν από ηλεκτρικά. Στην ενότητα 5.3.2 και συγκεκριμένα στον Πίνακα 32 παρουσιάστηκαν οι ετήσιες καταναλώσεις πετρελαίου κίνησης και βενζίνης από δημοτικά οχήματα. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ένας επιπλέον παράγοντας εκπομπών  $\text{CO}_2$  για την βενζίνη  $e_d = 3.183 \text{ tnCO}_2/\text{tn}_{\text{καυσίμου}}$  και η πυκνότητά της  $\rho_g = 0.67 \text{ kg/l}$ . Για το πετρέλαιο κίνησης θεωρείται ότι τα χαρακτηριστικά ( $e_d$ ,  $\rho_d$ ) του παραμένουν όπως παραπάνω. Γνωρίζοντας, λοιπόν ότι συνολικά καταναλώνονται:  $F_{\text{md}} = 13,238 \text{ lt}$  πετρελαίου κίνησης και:  $F_{\text{mg}} = 2,690.6 \text{ lt}$  βενζίνης, οι εκπομπές που αποφεύγονται λόγω αντικατάστασης των δημοτικών οχημάτων είναι:

$$AE_m = F_{md} \cdot \rho_d \cdot e_d + F_{mg} \cdot \rho_g \cdot e_g = 40.095 \text{ tnCO}_2/\text{έτος}$$

### **Συνολικά**

Συνολικά, λοιπόν, η καθαρή μείωση του τοπικά εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα λόγω της δημιουργίας της ΣΘΕΠ εκτιμάται ως:

$$netAE_{PED} = AE_{el1} + Ae_{el2} + AE_{th} + AE_m - E_{PED} - E_{el} = 2,203.921 \text{ tnCO}_2/\text{έτος}$$

Παρατηρείται λοιπόν, αρκετά σημαντική η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην Πάτμο. Αν ληφθούν υπόψιν τα δεδομένα από την Παγκόσμια Τράπεζα για την Ελλάδα το 2014, οι κατά κεφαλήν εκπομπές CO<sub>2</sub> βρισκότουσαν στους 6.18 τόνους, και συνεπακόλουθα η Πάτμος με πληθυσμό 3,047 κατοίκων αναλογούσε σε συνολικές εκπομπές 18,830.46 tnCO<sub>2</sub>/έτος. Έτσι, επιτυγχάνοντας μια μείωση της τάξης του 12%, με αυτήν την λογική, είναι αρκετά σημαντική η συμβολή της ΣΘΕΠ στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής σε τοπικό επίπεδο.

Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι κανονικά ένας υπολογισμός για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> για να εξεταστεί ο αντίκτυπος στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής θα έπρεπε να περιλαμβάνει όλο τον κύκλο ζωής των ενεργειακών τεχνολογιών. Η βελτίωση, λοιπόν, είναι πραγματική, ωστόσο θα είναι σε μικρότερα επίπεδα σε σχέση με τις παραπάνω εκτιμήσεις.

## Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική μεταπτυχιακή εργασία εξέτασε τη δημιουργία Συνοικίας Θετικού Ενεργειακού Προσήμου στο νησί της Πάτμου, μέσω καινοτόμων παρεμβάσεων καθαρής ενέργειας. Η ΣΘΕΠ είχε ως σκοπό να συνδυάσει αποτελεσματικά διαφορετικούς παραγωγικούς τομείς στο νησί, στην κατεύθυνση της μείωσης της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης και της κάλυψής της με «πράσινη» ενεργειακή παραγωγή.

Σε αυτήν την λογική της αναγκαίας ενεργειακής μετάβασης, αν και κάτι καινούριο για τον Ελληνικό χώρο, παρουσιάστηκε το πλαίσιο βάσει του οποίου μπορεί να αποτελέσουν αποτελεσματική λύση οι εφαρμογές θετικού ενεργειακού προσήμου γενικότερα στην Ευρώπη, αλλά και συγκεκριμένα στα Ελληνικά νησιά. Ακόμα, παρουσιάστηκε η βάση για την δημιουργία τέτοιων εφαρμογών σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, με την παρουσίαση καλών πρακτικών, μεθόδων και εργαλείων υπολογισμού παρεμβάσεων θετικού ενεργειακού προσήμου. Οι μέθοδοι και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται ποικίλουν και είναι δυναμικά βάσει των στόχων που τίθενται στην εκάστοτε περίπτωση μελέτης και του τοπικού δυναμικού. Κοινό σημείο που προκύπτει από τις ολοένα αυξανόμενες προσεγγίσεις ΣΘΕΠ [60], αποτελεί η ανάγκη για την περαιτέρω ανάπτυξη τους για να ολοκληρώνουν αποτελεσματικά λύσεις που απευθύνονται σε όλες τις μορφές συνοικιών που επιθυμούν να μετατραπούν σε περιοχές θετικού ενεργειακού προσήμου.

Στο κυρίως μέρος της εργασίας, αναλύθηκε το ΗΣ της Πάτμου και υπολογίστηκαν ενεργειακές καταναλώσεις για όλα τα στοιχεία που συντελούν τη ΣΘΕΠ, από τα δημοτικά κτίρια και τις κατοικίες, μέχρι τον σταθμό αφαλάτωσης και τους προς εγκατάσταση σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Ακολούθως, πραγματοποιήθηκαν δράσεις παθητικής ενεργειακής αναβάθμισης στο σύνολο των κτιρίων της ΣΘΕΠ, ενώ οι εγκαταστάσεις του σταθμού αφαλάτωσης δεν αναβαθμίστηκαν, όντας ήδη αρκετά αποδοτικές. Η λογική της σύζευξης τομέων (κτίρια, ενέργεια, νερό, λύματα, κινητικότητα) του νησιού υιοθετήθηκε ώστε να αυξηθεί ο θετικός αντίκτυπος της ΣΘΕΠ. Εκτός από αυτά που αναλύθηκαν στην παρούσα, και συγκεκριμένα για τους σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων υπάρχει περαιτέρω δυνατότητα αποτελεσματικής ένταξης στη ΣΘΕΠ. Το τελευταίο μπορεί να επιτυγχάνεται με καινοτόμες πρακτικές αμφίδρομης ροής ενέργειας από και προς το όχημα (V2G/G2V), που έχουν μελετηθεί ως ευεργετικές για την ενεργειακή αποδοτικότητα τέτοιων εφαρμογών [68, 69].

Στην συνέχεια, αναλύθηκαν διαφορετικά σενάρια διαμορφώσεων των παραγωγικών συστημάτων της ΣΘΕΠ, με έμφαση στον τρόπο που καλύπτεται η θερμική ενέργεια για τα κτίρια της και επιλέχτηκε η οικονομικά αποδοτικότερη. Ο συνδυασμός που επιλέχτηκε δεν περιλάμβανε κεντρική θερμική παραγωγή αφού όλες οι θερμικές απαιτήσεις καλύπτονταν από τοπικές μονάδες αντλιών θερμότητας. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο λόγω της έντονης εποχικότητας της θερμικής κατανάλωσης που οδηγούσε τα συστήματα κεντρικής θερμικής παραγωγής να μην λειτουργούν βέλτιστα, σε συνδυασμό με την έλλειψη μοντελοποίησης συστημάτων βραχυπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης αποθήκευσης θερμικής ενέργειας. Ακόμα, ο συνδυασμός αυτός, ευνοήθηκε ιδιαίτερα από την γενικά ομαλή ηλεκτρική κατανάλωση που προέκυπτε να καλύψουν οι μονάδες της ΣΘΕΠ. Τα προηγούμενα έρχονται σε αντίθεση με τα περισσότερα παραδείγματα εφαρμογών ΣΘΕΠ, που έχουν κεντρικά συστήματα παραγωγής θερμικής ενέργειας και τηλεθέρμανσης στο επίκεντρο τους [62]. Παρόλα αυτά δεν είναι παράδοξο, μιας και οι περισσότερες διεθνώς αναγνωρισμένες εφαρμογές αφορούν σε κεντρικά αστικά σημεία με υψηλή απαίτηση



θερμικής ισχύος, που παρουσιάζει μικρότερη συγκριτικά εποχικότητα. Η ΣΘΕΠ Πάτμου, η οποία βρίσκει εφαρμογή σε ένα απομονωμένο ενεργειακό νησιωτικό σύστημα, δεν έχει ιδιαίτερες ομοιότητες με αυτά και ευνοεί περισσότερο λύσεις σύζευξης τομέων στην κατεύθυνση της ηλεκτρικής ενέργειας. Θα μπορούσε να πει κανείς, ότι προσομοιάζει περισσότερο σε ανάλυση απομονωμένου συστήματος, που έχει τη δυνατότητα να υπερκαλύψει την τοπική ενεργειακή κατανάλωση, όπως στο παράδειγμα του νησιού Eigg της Σκωτίας [70].

Τελικά, για το σενάριο παραγωγικών στοιχείων ΣΘΕΠ που επιλέχθηκε και περιελάμβανε κεντρικό σύστημα αποθήκευσης μπαταρίας ιόντων λιθίου, θερμική μονάδα σύγκαυσης diesel και βιοαερίου, ανεμογεννήτρια, φωτοβολταϊκά, καθώς και αντλίες θερμότητας, πραγματοποιήθηκε περαιτέρω ανάλυση. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις ευαισθησίας, όπου διαπιστώθηκε πως η ενεργειακή κατανάλωση αποτελεί την πιο δυναμική είσοδο στη μοντελοποίηση ενός τέτοιου συστήματος, ενώ καθορίστηκε το ιδιοκτησιακό καθεστώς και το επιχειρηματικό μοντέλο που θα διέπει τη δημιουργία και διαχείριση της ΣΘΕΠ μέσω σύστασης Ενεργειακής Κοινότητας από το Δήμο, και συμμετοχής τοπικών και μη ενδιαφερόμενων σε αυτήν. Επιπρόσθετα, αξιολογήθηκε η οικονομική αποδοτικότητα μιας τέτοιας επένδυσης για την ΕΚΟΙΝ και διαπιστώθηκε ότι είναι αρκετά βιώσιμη, ακόμα και σε λιγότερο αισιόδοξα σενάρια λειτουργίας από το επιλεγμένο. Ακολουθώντας, υπολογίστηκε η συμβολή στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής που θα επιφέρει η λειτουργία της ΣΘΕΠ στο σύστημα της Πάτμου μέσω της μείωσης των τοπικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ο αντίκτυπος της ΣΘΕΠ δεν είναι διόλου ευκαταφρόνητος για το νησί της Πάτμου και μπορεί να προσφέρει συνδυαστικά στις όποιες προσπάθειες πραγματοποιηθούν στο Δήμο στην κατεύθυνση της ενεργειακής μετάβασης.

Παρακάτω παρατίθεται συγκεντρωτικός πίνακας των βασικών ποσοτικών αποτελεσμάτων των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στα προηγούμενα Κεφάλαια για το τελικά επιλεγμένο συνδυασμό παραγόντων που συνθέτουν τη ΣΘΕΠ Πάτμου.

Πίνακας 34 Συγκεντρωτικός Πίνακας βασικών ποσοτικών αποτελεσμάτων ανάλυσης ΣΘΕΠ Πάτμου

Τελικά αποτελέσματα βέλτιστου σεναρίου	Τιμές
Ποσοστό κάλυψης θερμικής και ψυκτικής ενέργειας από αντλίες θερμότητας (%)	100
Ανεμογεννήτριες (kW)	1,300
Φωτοβολταϊκά (kW)	1,327
Κεντρική μπαταρία λιθίου (kWh)	400
ΜΕΚ σύγκαυσης βιοαερίου & diesel (kW)	150
Αντλίες θερμότητας (kW)	520
Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	4,624
Πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο (MWh)	2,293
Ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ (%)	92.2
Κόστος κεφαλαίου (κ€)	4,401.91
Αρχικά έσοδα (κ€/έτος)	622.78
Αρχικά έξοδα (κ€/έτος)	116

Προεξοφλημένη Περίοδος Αποπληρωμής (έτη)	6.2
Καθαρή Παρούσα Αξία (κ€)	2,881.53
Μείωση τοπικών εκπομπών CO <sub>2</sub> (tn/έτος)	2,203.92

Βεβαίως, όπως γίνεται κατανοητό, ο Δήμος και τα υπόλοιπα μέλη της ΕΚΟΙΝ δεν επωφελούνται μόνο οικονομικά από την δημιουργία της ΣΘΕΠ Πάτμου. Για τους κατοίκους αυξάνεται το αίσθημα της κοινωνικής συμμετοχικότητας, ενώ ο Δήμος ηγείται του ενεργειακού σχεδιασμού ενός φιλόδοξου έργου, συμμετέχοντας ενεργά στην χάραξη της τοπικής πολιτικής με πολλαπλά οφέλη. Ακόμα, για τον συνολικό πληθυσμό της Πάτμου μειώνονται οι τοπικές εκπομπές αερίων ρύπων και λαμβάνονται μέτρα για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Για τον ΤΣΠ και ευρύτερα για το ΗΣ μειώνονται οι αιχμές και τα κρίσιμα φορτία, επιτρέποντας τους να λειτουργούν αποδοτικότερα. Τέλος, με την ΣΘΕΠ υποστηρίζεται η ανάπτυξη ενός καινοτόμου ενεργειακού οικοσυστήματος στο νησί που είναι ικανό να προσελκύσει περαιτέρω τουριστική δραστηριότητα.

Τέλος, σε συνέχεια του επιτυχημένου παραδείγματος της ΣΘΕΠ Πάτμου, μπορεί να επεκταθούν οι προβλεπόμενες λύσεις στο μεγαλύτερο μέρος του νησιού διαμορφώνοντας έτσι συνολικά ένα βιώσιμο, αποδοτικό και «πράσινο» αυτόνομο ενεργειακό σύστημα. Στην ίδια έννοια, το παράδειγμα της ΣΘΕΠ Πάτμου μπορεί να αποτελέσει έναυσμα για παρόμοιες αστικές και οικιστικές ενεργειακές πρωτοβουλίες στα Ελληνικά και ευρύτερα στα Ευρωπαϊκά νησιά, με έμφαση στα πιο απομονωμένα συστήματα που έχουν παραγωγικές υποδομές εντός του νησιού, επιβεβαιώνοντας τον ισχυρισμό ότι τα νησιά μπορούν να αποτελέσουν φάρους καινοτομίας και ευημερίας για τον υπόλοιπο κόσμο.

## Συντμήσεις

CHP	Combined Heat and Power
COP	Coifficient of performance
EED	Energy Efficiency Directive
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
IRR	Internal Rate of Return
LF	Load Following
NPV	Net Present Value
PBP	Payback Period
PHR	Power to Heat Ratio
REDII	Renewable Energy Directive II
RES	Renewable Energy Sources
ΑΓ	Ανεμογεννήτριες
ΑΔΜΗΕ	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΑΦΜ	Αριθμός Φορολογικού Μητρώου
ΓΕΜΗ	Γενικό Εμπορικό Μητρώο
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΕΛ	Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων
ΕΚΟΙΝ	Ενεργειακή Κοινότητα
ΕΠΑΛ	Επαγγελματικό Λύκειο
ΕΠΧΣΑΑ	Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης
ΕΣΕΚ	Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα
ΕΣΠΑ	Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Ανάπτυξης
ΕΦΚΑ	Ενιαίος Φορέας Κοινωνικής Ασφάλισης
ΗΣ	Ηλεκτρικό Σύστημα
ΚΑΠΕ	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

ΚΕΜ	Καμβάς Επιχειρηματικού Μοντέλου
ΚΠΑ	Καθαρή Παρούσα Αξία
ΚΤΡ	Καθαρές Ταμειακές Ροές
ΜΔΝ	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
ΜΕΚ	Μηχανή Εσωτερικής Καύσης
ΠΠΑ	Προεξοφλημένη Περίοδος Αποπληρωμής
ΣΗΘ	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας
ΣΗΘΥΑ	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
ΣΘΕΠ	Συνοικία Θετικού Ενεργειακού Προσήμου
ΤΚΕ	Τελική Κατανάλωση Ενέργειας
ΤΠΕ	Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνίας
ΤΣΠ	Τοπικός Σταθμός Παραγωγής
ΤΥΠ	Τεχνική Υπηρεσία

## Παραρτήματα

### Παράρτημα Α Εκτίμηση ενεργειακών καταναλώσεων στο υπολογιστικό πρόγραμμα 4M

Συμπληρωματικά για τις εκτιμήσεις των κτιριακών ενεργειακών καταναλώσεων στο Κεφάλαιο 3, παρουσιάζεται η διαδικασία υπολογισμού που έλαβε χώρα για το ΕΠΑΛ Πάτμου στο υπολογιστικό πρόγραμμα 4M, η οποία παρεκτείνεται για τους υπόλοιπους κτιριακούς ενεργειακούς υπολογισμούς. Παρακάτω, λοιπόν, παρατίθεται η πορεία υπολογισμών για την εκτίμηση ενεργειακών καταναλώσεων του ΕΠΑΛ Πάτμου πριν και μετά τις δράσεις παθητικής ενεργειακής αναβάθμισης, όπως προέκυψε από το 4M.

#### Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία ASHRAE και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 TOTEE, ενώ ακόμα χρησιμοποιήθηκαν και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- i) ASHRAE Cooling and Heating Load Calculations Principles
- ii) ASHRAE Handbook of Fundamentals 1997

Με βάση τη μεθοδολογία ASHRAE Heat Balance (HB), οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

- α) Απώλειες θερμοπερατότητας  $Q_T$ , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία
- β) Απώλειες λόγω προσαυξήσεων  $Q_A$
- γ) Απώλειες αερισμού χώρου  $Q_S$

Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_T = U \cdot A \cdot (t_i - t_o)$$

Όπου:

$Q_T$ : Απώλειες θερμότητας, (W)

$A$ : Επιφάνεια του δομικού στοιχείου, ( $m^2$ )

$U$ : Συντελεστής θερμοπερατότητας, ( $W/m^2K$ )

$t_i$ : Θερμοκρασία χώρου, ( $^{\circ}C$ )

$t_o$ : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, ( $^{\circ}C$ )

Οι προσαυξήσεις  $Q_A$  εκτιμώνται από τον μελετητή.

Οι απώλειες αερισμού  $Q_S$  κατά τη χειμερινή περίοδο υπολογίζονται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_S = 1.23 \cdot \dot{V} \cdot (t_{in} - t_{out})$$

Όπου:

$Q_S$ : Αισθητό φορτίο λόγω αερισμού, (W).

$\dot{V}$ : Όγκος εξερχομένου αέρα, ( $m^3/s$ ).

$t_{in}$ : Εσωτερική θερμοκρασία, ( $^{\circ}C$ ).

$t_{out}$ : Εξωτερική θερμοκρασία, ( $^{\circ}C$ ).

Το τελικό σύνολο των θερμικών απωλειών είναι το άθροισμα των  $Q_T$ ,  $Q_A$  και  $Q_S$ , δηλαδή:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_A + Q_S \quad (W)$$

Στοιχεία Κτιρίου που παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα λαμβάνονται ως υποθέσεις εργασίας.

Πίνακας 35 Υποθέσεις εργασίας για το υπολογιστικό πρόγραμμα 4M

Πόλη	Πάτμος
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	3
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	15
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	2
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	ASHRAE HB 1997
Σύστημα Μονάδων	Watt

Υπολογισμοί πριν τις δράσεις παθητικής ενεργειακής αναβάθμισης

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα τυπικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς όσον αφορά τις τοιχοποιίες, τις οροφές, τα δάπεδα και τα ανοίγματα, για τους υπολογισμούς πριν τις δράσεις παθητικής ενεργειακής αναβάθμισης.

Πίνακας 36 Τυπικά Στοιχεία - Εξ. Τοίχοι

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m <sup>2</sup> K) Εξωτερικών Τοίχων
T1	Διπλός Δρομικός Κενό 6cm	1.36

Πίνακας 37 Τυπικά Στοιχεία - Εσ. Τοίχοι

Εσ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m <sup>2</sup> K) Εσωτερικών Τοίχων
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 15	1.51

Πίνακας 38 Τυπικά Στοιχεία - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m <sup>2</sup> K) Οροφών
O1	Οροφή Σκυροδέματος 14cm Αμόν.	3.26

Πίνακας 39 Τυπικά Στοιχεία - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m <sup>2</sup> K) Δαπέδων
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Αμόνωτο	2.47
Δ2	Δαπ.Μαρμ.σε μη θερ. χώρο Αμόν.	2.72

Πίνακας 40 Τυπικά Στοιχεία - Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ.k (Watt/m <sup>2</sup> K) Ανοιγμάτων
-----------	-----------	------------	----------	---

A1	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.6	0.6	5.23
A2	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.1	1	5.23
A3	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1	1	5.23
A4	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.9	0.9	5.23
A5	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.8	2.3	5.23
A6	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1	2.3	5.23

Λόγω οικονομίας χώρου θα παρουσιαστεί μόνο ο Πίνακας υπολογισμού της Αίθουσας Πολλαπλών Χρήσεων, από τους συνολικά 17 Πίνακες υπολογισμού που αφορούν όλους τους χώρους του ΕΠΑΛ Πάτμου. Στην συνέχεια βέβαια θα παρουσιαστούν τα τελικά αποτελέσματα για όλους τους χώρους του σχολικού κτιρίου, καθώς και η συνολική απαίτηση θερμικής ισχύος που ισούται με τις συνολικές καθαρές θερμικές απώλειες και είναι το ζητούμενο μέγεθος των υπολογισμών.

Πίνακας 41 Υπολογισμοί θερμικών απωλειών Αίθουσας Πολλαπλών Χρήσεων. Επίπεδο 1, Χώρος: 6

Είδος Επιφάνειας	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Watt/m <sup>2</sup> K)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Θερμικές Απώλειες (W)
T1	7.65	4	30.60	1.36	17.00	707.5
E1	7.65	4	30.60	1.51	5.00	231.0
T1	7.5	4	30.00	1.36	17.00	693.6
T1	7.5	4	30.00	1.36	17.00	693.6
T1	15.3	4	61.20	1.36	17.00	1415
A1	0.6	0.6	0.36	5.23	17.00	32.01
A1	0.6	0.6	0.36	5.23	17.00	32.01
A1	0.6	0.6	0.36	5.23	17.00	32.01
A1	0.6	0.6	0.36	5.23	17.00	32.01
A1	0.6	0.6	0.36	5.23	17.00	32.01
A1	0.6	0.6	0.36	5.23	17.00	32.01
A3	1	1	1.00	5.23	17.00	88.91
A3	1	1	1.00	5.23	17.00	88.91
A3	1	1	1.00	5.23	17.00	88.91



A3	1	1	1.00	5.23	17.00	88.91
A3	1	1	1.00	5.23	17.00	88.91
A3	1	1	1.00	5.23	17.00	88.91
A5	1.8	2.3	4.14	5.23	17.00	368.1
A5	1.8	2.3	4.14	5.23	17.00	368.1
Δ1	15.3	7.5	114.8	2.47	10.00	2,836
O1	15.3	7.5	114.8	3.26	10	3,742

- Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας  $Q_T = 11,780 \text{ W}$
- Απώλειες αερισμού  $Q_S = 1,23 \cdot \dot{V} \cdot \Delta t = 2,343 \text{ W}$   
( $\dot{V}=112.05 \text{ m}^3, \Delta t=17^\circ\text{C}$ )
- Σύνολο θερμικών απωλειών  $Q_{ολ} = 14,123 \text{ W}$

Συνολικά λοιπόν, για όλους του χώρους του ΕΠΑΛ Πάτμου υπολογίζονται οι συνολικές θερμικές απώλειες. Αυτές προκύπτουν από το άθροισμα των θερμικών απωλειών του παρακάτω Πίνακα και είναι ίσες με **129 kW**, που αντιστοιχούν και στη μέγιστη θερμική απαίτηση του κτιρίου.

Πίνακας 42 Συνολικές θερμικές απώλειες χώρων ΕΠΑΛ Πάτμου

Χώρος Κτιρίου	Συνολικές θερμικές απώλειες (W)
Λεβητοστάσιο-Θυρωρείο	3,388
Γραφείο Διευθυντή	7,770
Γραφείο Καθηγητών	4,085
Αναμονή	4,085
Δανειστική βιβλιοθήκη	4,085
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	14,123
Κυλικείο	2,571
Αποθήκη Γενική	1,990
Αίθουσα Φυσικής	7,345
Αίθουσα Σχεδιαστικής	7,345
Αίθουσα Τεχνολογικών	14,030
Αίθουσα Διδασκαλίας 1	9,800
Αίθουσα Διδασκαλίας 2	9,800
Αίθουσα Διδασκαλίας 3	9,560
Αίθουσα Διδασκαλίας 4	9,621
Αίθουσα Διδασκαλίας 5	9,781
Αίθουσα Διδασκαλίας 6	9,621

Υπολογισμοί μετά τις δράσεις παθητικής ενεργειακής αναβάθμισης

Στην ίδια ακριβώς λογική με παραπάνω παρουσιάζονται τα τυπικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς όσον αφορά τις τοιχοποιίες, τις οροφές, τα δάπεδα και τα ανοίγματα, για τους υπολογισμούς μετά τις δράσεις παθητικής ενεργειακής αναβάθμισης. Τα τυπικά στοιχεία είναι μειώνονται βάση των δράσεων ενεργειακής αναβάθμισης.

Πίνακας 43 Νέα Τυπικά Στοιχεία - Εξ. Τοίχοι

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m <sup>2</sup> K) Εξωτερικών Τοίχων
T1	Διπλός Δρομικός Μόνωση 4cm	0.64

Πίνακας 44 Νέα Τυπικά Στοιχεία - Εσω. Τοίχοι

Εσω. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m <sup>2</sup> K) Εσωτερικών Τοίχων
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 15	1.51

Πίνακας 45 Νέα Τυπικά Στοιχεία - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m <sup>2</sup> K) Οροφών
O1	Ταράτσα Μονωμένη-Μπετόν Κλίσης	0.55

Πίνακας 46 Νέα Τυπικά Στοιχεία - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m <sup>2</sup> K) Δαπέδων
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Αμόνωτο	2.47
Δ2	Δαπ.Μαρμ.σε μη θερ.χώρο Αμόν.	2.72

Πίνακας 47 Νέα Τυπικά Στοιχεία - Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ.k (Watt/m <sup>2</sup> K) Ανοιγμάτων
A1	Διπλή Υάλωση με χρήση Αργού (PVC) Low-E	0.6	0.6	1.36
A2	Διπλή Υάλωση με χρήση Αργού (PVC) Low-E	2.1	1	1.36
A3	Διπλή Υάλωση με χρήση Αργού (PVC) Low-E	1	1	1.36
A4	Διπλή Υάλωση με χρήση Αργού (PVC) Low-E	0.9	0.9	1.36
A5	Διπλή Υάλωση με χρήση Αργού (PVC) Low-E	1.8	2.3	1.36

A6	Διπλή γύαυση με χρήση Αργού (PVC) Low-E	1	2.3	1.36
----	---	---	-----	------

Ξανά λόγω οικονομίας χώρου θα παρουσιαστεί μόνο ο νέος Πίνακας υπολογισμού της Αίθουσας Πολλαπλών Χρήσεων.

Πίνακας 48 Υπολογισμοί νέων θερμικών απωλειών Αίθουσας Πολλαπλών Χρήσεων. Επίπεδο 1, Χώρος: 6

Είδος Επιφάνειας	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντελ. k (Watt/m <sup>2</sup> K)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Θερμικές Απώλειες (W)
T1	7.65	4	30.60	0.64	17.00	332.9
E1	7.65	4	30.60	1.51	5.00	231.0
T1	7.5	4	30.00	0.64	17.00	326.4
T1	7.5	4	30.00	0.64	17.00	326.4
T1	15.3	4	61.20	0.64	17.00	665.9
A1	0.6	0.6	0.36	1.36	17.00	8.32
A1	0.6	0.6	0.36	1.36	17.00	8.32
A1	0.6	0.6	0.36	1.36	17.00	8.32
A1	0.6	0.6	0.36	1.36	17.00	8.32
A1	0.6	0.6	0.36	1.36	17.00	8.32
A1	0.6	0.6	0.36	1.36	17.00	8.32
A3	1	1	1.00	1.36	17.00	23.12
A3	1	1	1.00	1.36	17.00	23.12
A3	1	1	1.00	1.36	17.00	23.12
A3	1	1	1.00	1.36	17.00	23.12
A3	1	1	1.00	1.36	17.00	23.12
A3	1	1	1.00	1.36	17.00	23.12
A5	1.8	2.3	4.14	1.36	17.00	95.72
A5	1.8	2.3	4.14	1.36	17.00	95.72
Δ1	15.3	7.5	114.8	2.47	10.00	2836
O1	15.3	7.5	114.8	0.55	10	631.4

- Νέες συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας  $Q_T = 5,730 \text{ W}$
- Νέες απώλειες αερισμού  $Q_S = 1,23 \cdot \dot{V} \cdot \Delta t = 2,343 \text{ W}$   
( $\dot{V}=112.05 \text{ m}^3, \Delta t=17^\circ\text{C}$ )

– Σύνολο νέων θερμικών απωλειών Qολ = 8,073 W

Συνολικά λοιπόν, για όλους του χώρους του ΕΠΑΛ Πάτμου υπολογίζονται οι νέες συνολικές θερμικές απώλειες. Αυτές προκύπτουν από το άθροισμα των νέων θερμικών απωλειών του παρακάτω Πίνακα και είναι ίσες με **84 kW**, που αντιστοιχούν και στη μέγιστη θερμική απαίτηση του κτιρίου.

Πίνακας 49 Συνολικές νέες θερμικές απώλειες χώρων ΕΠΑΛ Πάτμου

Χώρος Κτιρίου	Συνολικές θερμικές απώλειες (W)
Λεβητοστάσιο-Θυρωρείο	2,179
Γραφείο Διευθυντή	5,327
Γραφείο Καθηγητών	3,060
Αναμονή	3,060
Δανειστική βιβλιοθήκη	3,060
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	8,073
Κυλικείο	1,869
Αποθήκη Γενική	1,337
Αίθουσα Φυσικής	5,405
Αίθουσα Σχεδιαστικής	5,405
Αίθουσα Τεχνολογικών	8,017
Αίθουσα Διδασκαλίας 1	6,208
Αίθουσα Διδασκαλίας 2	6,208
Αίθουσα Διδασκαλίας 3	6,117
Αίθουσα Διδασκαλίας 4	6,205
Αίθουσα Διδασκαλίας 5	6,266
Αίθουσα Διδασκαλίας 6	6,205

## Παράρτημα Β Χωροθέτηση ανεμογεννήτριας στη Πάτμο

Για την περίπτωση εγκατάστασης ανεμογεννήτριας, που θα συμμετέχει στη ΣΘΕΠ Πάτμου κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστεί αναλυτικά η δυνατότητα χωροθέτησης της στο νησί.

Σε πολλά ελληνικά νησιά, ακόμα και σε ΜΔΝ που υπάρχει ακόμα περιθώριο διείσδυσης αιολικών, δεν επιτρέπεται η εγκατάστασή τους λόγω των περιορισμών που τίθενται στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού για τις ΑΠΕ (ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ). Σε αυτό περιγράφονται αυστηροί περιορισμοί, συνήθως σε χιλιομετρική απόσταση, βάσει των οποίων δύναται να εγκατασταθεί ένα αιολικό πάρκο. Συνήθεις περιορισμοί αποτελούν, η απόσταση από οργανωμένους οικισμούς, ακτές κολύμβησης, αρχαιολογικούς χώρους, κ.α..

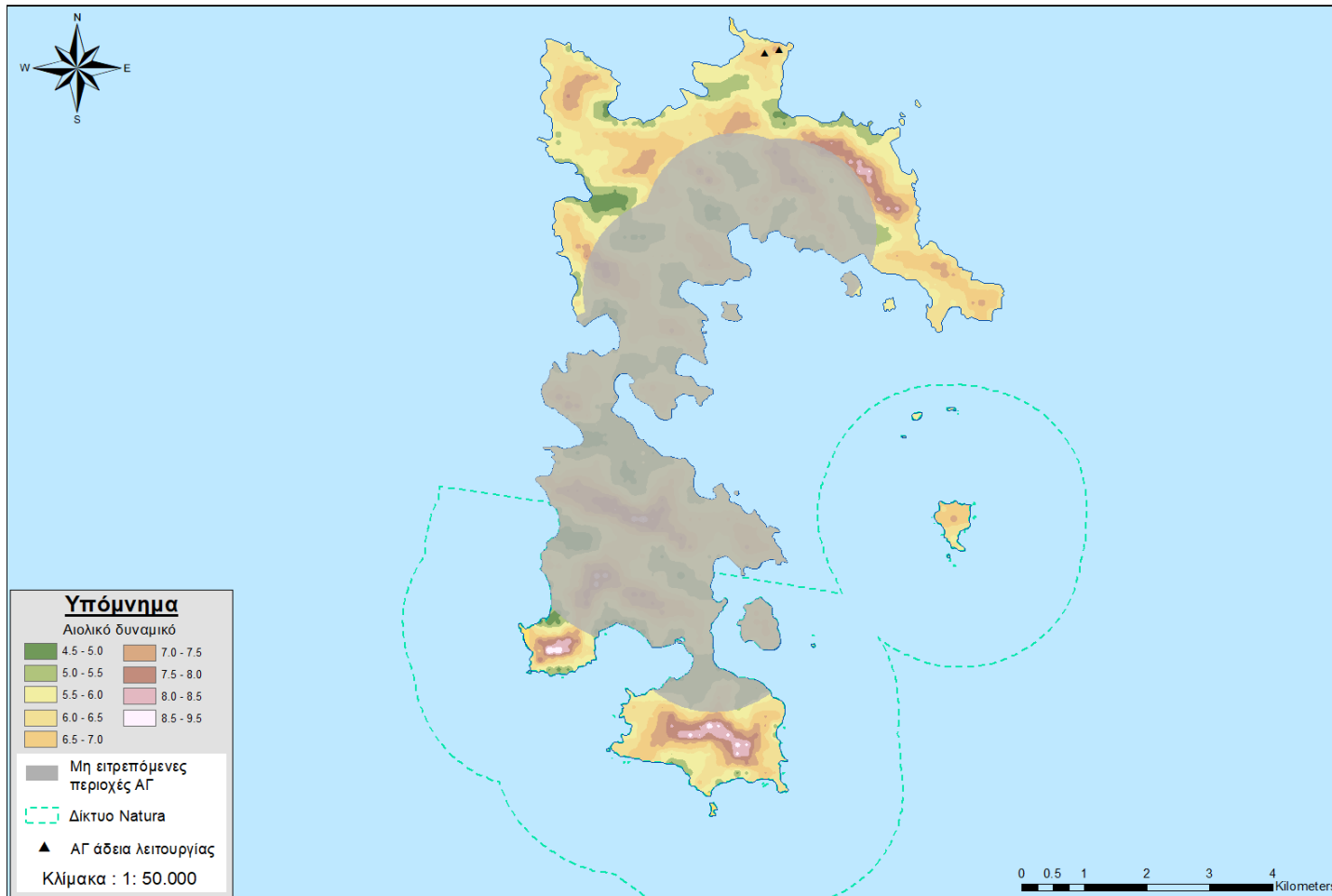
Συμπληρωματικά, δεν είναι αρκετό να γνωρίζει κανείς που επιτρέπεται να εγκατασταθεί μια ανεμογεννήτρια, αλλά είναι σημαντικό να γνωρίζει το υφιστάμενο αιολικό δυναμικό των επιτρεπόμενων περιοχών. Για αυτόν τον σκοπό, χρησιμοποιείται χάρτης που περιλαμβάνει το αιολικό δυναμικό του Ελληνικού χώρου, όπως αυτό υπολογίστηκε από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) βάσει ενός ευρέος προγράμματος επί τόπου μετρήσεων και εφαρμογής μαθηματικών μοντέλων. Ο χάρτης εκφράζει το αιολικό δυναμικό με βάση την μέση ετήσια ταχύτητα του αέρα σε μέτρα το δευτερόλεπτο, σε υπολογισμένο ύψος 40 μέτρων.

Επιπρόσθετα, σημαντικό για την αποφυγή σημαντικών εξόδων είναι να λαμβάνεται υπόψη η απόσταση των επιτρεπόμενων περιοχών από το υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο. Τυχόν μεγάλη απόσταση μεταξύ του σημείου εγκατάστασης ανεμογεννήτριας και του τελευταίου, μπορεί να οδηγήσει σε απαγορευτικά κόστη διασύνδεσης. Παρόλα αυτά, και λόγω του ότι το ηλεκτρικό δίκτυο της Πάτμου καλύπτει ήδη μεγάλο τμήμα του νησιού δεν θα ληφθεί υπόψη στην επιλογή των κατάλληλων θέσεων εγκατάστασης ανεμογεννήτριας.

Ένας ακόμα περιορισμός που τίθεται στα ΜΔΝ, όπως η Πάτμος είναι το περιθώριο διείσδυσης αιολικών. Στην περίπτωση της ΣΘΕΠ που εξετάζεται, δεν τίθεται όμως τέτοιο ζήτημα, αφού οι ανεμογεννήτριες θα αποτελούν μέρος ενός ολοκληρωμένου ελεγχόμενου συνόλου διεσπαρμένων μονάδων και δεν θα συμμετέχουν στο ηλεκτρικό σύστημα της Πάτμου με τον ίδιο τρόπο που θα έκανε ένα συμβατικό αιολικό πάρκο.

Τελικά, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς του ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ και το αιολικό δυναμικό της Πάτμου κατασκευάζεται ο χάρτης της παρακάτω Εικόνας με το πρόγραμμα ArcGIS. Ο χάρτης είναι ενδεικτικός των επιτρεπόμενων θέσεων εγκατάστασης αιολικών πάρκων, με τις πιο κατάλληλες θέσεις να είναι αυτές με το μεγαλύτερο αιολικό δυναμικό.

### Αιολικό δυναμικό σε επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης Α/Γ - Πάτμος



Εικόνα 14 Χάρτης χωροθέτησης ανεμογεννήτριας στην Πάτμο

## Παράρτημα Γ Διαδικασία σύστασης Ενεργειακής Κοινότητας



Για τη σύσταση της ΕΚΟΙΝ τηρείται η διαδικασία ίδρυσης ενός αστικού συνεταιρισμού. Το καταστατικό καταρτίζεται με ιδιωτικό έγγραφο, που πρέπει να χρονολογείται και να υπογράφεται από τα μέλη της, και οφείλει να καθορίζει τουλάχιστον:

- το ονοματεπώνυμο, το πατρώνυμο, τη διεύθυνση και τον Αριθμό Φορολογικού Μητρώου (ΑΦΜ) των φυσικών προσώπων-μελών της, καθώς και την επωνυμία, την έδρα, τον ΑΦΜ και τον αριθμό Γενικού Εμπορικού Μητρώου (ΓΕΜΗ) των νομικών προσώπων- μελών της. Οι αιτήσεις καταχώρισης στο ΓΕΜΗ μπορεί να γίνουν και ηλεκτρονικά (<https://services.businessportal.gr/>)
- την επωνυμία και την έδρα της. Η επωνυμία περιλαμβάνει υποχρεωτικά τον όρο «Ενεργειακή Κοινότητα» ή τη συντομογραφία «ΕΚΟΙΝ» και ένδειξη της έκτασης της ευθύνης των μελών της. Ονόματα φυσικών προσώπων ή επωνυμίες νομικών προσώπων δεν περιλαμβάνονται στην επωνυμία της ΕΚΟΙΝ. Ως έδρα της ΕΚΟΙΝ ορίζεται δήμος ή δημοτικό διαμέρισμα της ελληνικής επικράτειας
- το σκοπό και τις δραστηριότητές της, την έκταση ευθύνης των μελών της και τη διάρκειά της
- τις προϋποθέσεις εισόδου, αποχώρησης και διαγραφής των μελών, καθώς και τα δικαιώματα, τις υποχρεώσεις και τις συνέπειες της μη εκπλήρωσης των υποχρεώσεών τους προς την ΕΚΟΙΝ
- το ύψος της συνεταιριστικής μερίδας, τον τρόπο και το χρόνο καταβολής της, καθώς και τη διαδικασία απόδοσής της
- τον αριθμό των μελών του διοικητικού συμβουλίου που δεν μπορεί να είναι λιγότερα από τρία (3), κατά παρέκκλιση της παρ. 1 του άρθρου 7 του ν. 1667/1986
- την τύχη της συνεταιριστικής μερίδας σε περίπτωση θανάτου συνταίρου
- τον ορισμό προσωρινής διοικητικής επιτροπής που μεριμνά για την έγκριση του καταστατικού και τη σύγκληση της πρώτης γενικής συνέλευσης για ανάδειξη των οργάνων διοίκησης, τη λήξη και τους ελεγκτές της πρώτης διαχειριστικής χρήσης
- τον τρόπο διάθεσης των πλεονασμάτων χρήσης

Για τη σύσταση της ΕΚΟΙΝ προσκομίζονται στο αρμόδιο Ειρηνοδικείο τα εξής δικαιολογητικά:

- το καταστατικό της ΕΚΟΙΝ, το οποίο αποτυπώνει την τήρηση των απαιτούμενων προϋποθέσεων του και έχει το ελάχιστο περιεχόμενο που αναφέρθηκε προηγουμένως
- συμβολαιογραφικά έγγραφα ή δηλώσεις στοιχείων ακινήτων (Ε9) για τα φυσικά πρόσωπα - μέλη που να αποδεικνύουν την πλήρη ή ψιλή κυριότητα ή επικαρπία σε ακίνητο εντός της Περιφέρειας της έδρας της ΕΚΟΙΝ ή τα πιστοποιητικά οικογενειακής κατάστασης των φυσικών προσώπων - μελών τους που είναι δημότες δήμου της Περιφέρειας, εντός της οποίας βρίσκεται η έδρα της ΕΚΟΙΝ
- τα καταστατικά των νομικών προσώπων-μελών της ΕΚΟΙΝ

Η ΕΚΟΙΝ, τελικά, αποκτά νομική προσωπικότητα με την καταχώρηση του καταστατικού της στο Μητρώο ΕΚΟΙΝ του ΓΕΜΗ, ενώ δεν απαιτείται καταχώρηση στο μητρώο συνεταιρισμών



του Ειρηνοδικείου της παρ. 3 του άρθρου 1 του ν. 1667/1986, ούτε οι κοινοποιήσεις του τελευταίου εδαφίου της παραγράφου 6 του ίδιου άρθρου. Το Μητρώο ΕΚΟΙΝ είναι δημόσιο βιβλίο που τηρείται σε ηλεκτρονική μορφή και περιέχει:

- την επωνυμία και το σκοπό της ΕΚΟΙΝ
- την κατηγορία της ΕΚΟΙΝ σε σχέση με την ευθύνη των συνεταίρων
- τα ονοματεπώνυμα των νόμιμων εκπροσώπων της ΕΚΟΙΝ

Αρμόδια αρχή για την τήρηση του Μητρώου ΕΚΟΙΝ και για την καταχώρηση των καταστατικών και των στοιχείων των ΕΚΟΙΝ σε αυτό, αποτελεί το ΓΕΜΗ. Μέσα σε αποκλειστική προθεσμία 3 μηνών από την καταχώρηση στο Μητρώο ΕΚΟΙΝ, προσκομίζεται στην αρμόδια υπηρεσία ΓΕΜΗ πρακτικό της προσωρινής διοικητικής επιτροπής ή του διοικητικού συμβουλίου για την πιστοποίηση της καταβολής του συνεταιριστικού κεφαλαίου που ορίζεται στο καταστατικό. Αν δεν προσκομιστεί το ανωτέρω μέσα σε αυτήν την αποκλειστική προθεσμία, το ΓΕΜΗ προβαίνει σε διαγραφή της ΕΚΟΙΝ από το Μητρώο ΕΚΟΙΝ.

Σε περίπτωση μερικής καταβολής ή μη καταβολής από μέλος ή μέλη του συνεταιριστικού κεφαλαίου, η προσωρινή διοικητική επιτροπή ή το διοικητικό συμβούλιο υποβάλλει και κωδικοποιημένο κείμενο του ισχύοντος καταστατικού που περιλαμβάνει αντίστοιχη μείωση του συνεταιριστικού κεφαλαίου και των συνεταιριστικών μερίδων. Όταν μεταβάλλονται στοιχεία που καθιστούν αδύνατη την εκπλήρωση των απαιτούμενων προϋποθέσεων που αφορούν τους περιορισμούς της συμμετοχή μελών σε ΕΚΟΙΝ και τη λειτουργία ΕΚΟΙΝ κερδοσκοπικού χαρακτήρα, με ευθύνη του διοικητικού συμβουλίου ενημερώνεται το ΓΕΜΗ. Αν η ΕΚΟΙΝ οδηγηθεί σε λύση και εκκαθάριση, σύμφωνα με το άρθρο 9, το ΓΕΜΗ προβαίνει σε διαγραφή της ΕΚΟΙΝ από το Μητρώο ΕΚΟΙΝ μετά την ολοκλήρωση της εκκαθάρισης. Το πρακτικό της γενικής συνέλευσης για την εκλογή του διοικητικού συμβουλίου και το πρακτικό του διοικητικού συμβουλίου για τη συγκρότησή του σε σώμα και για την κατανομή αρμοδιοτήτων εκπροσώπησης υποβάλλονται μέσα σε ένα μήνα για καταχώρηση στο ΓΕΜΗ.

Ο ισολογισμός και ο λογαριασμός αποτελεσμάτων χρήσης μαζί με την έκθεση του διοικητικού συμβουλίου και των ελεγκτών δημοσιεύονται στο ΓΕΜΗ μέσα σε ένα 1 μήνα από την έγκρισή τους από την ετήσια τακτική γενική συνέλευση. Με απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος και Ενέργειας μπορούν να καθορίζονται οι τεχνικές προδιαγραφές του Μητρώου ΕΚΟΙΝ και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια για τη λειτουργία του και την εφαρμογή του παρόντος. Δύο ή περισσότερες ΕΚΟΙΝ μπορούν να συγχωνευθούν, σύμφωνα με το άρθρο 10 παρ. 4 του ν. 1667/1986, υπό την προϋπόθεση ότι οι υπό συγχώνευση ΕΚΟΙΝ:

- εφαρμόζουν όμοιο τρόπο διάθεσης των πλεονασμάτων χρήσης (είναι και οι δυο κερδοσκοπικού χαρακτήρα, ή και οι δυο μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα)
- και έχουν έδρα εντός της ίδιας Περιφέρειας

Επιτρέπεται η μετατροπή κάθε τύπου συνεταιρισμού σε ΕΚΟΙΝ, επιπλέον των δυνατοτήτων μετατροπής του άρθρου 16 του ν. 1667/1986, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν.4513/2018.

## Βιβλιογραφία

1. Ευρωπαϊκή Επιτροπή. *Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους – Ελευθερώνοντας το αναπτυξιακό δυναμικό της Ευρώπης*. 2016; Available from: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/IP\\_16\\_4009](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/IP_16_4009)
2. European Commission,. *Energy, Climate change, Environment*. 2020; Available from: <https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment>.
3. ΥΠΕΝ, *Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα*. 2019.
4. DAFNI. *Network of Sustainable Greek Islands*. 2020; Available from: <https://dafninetwerk.gr/en/>.
5. Alpagut, B., Ö. Akyürek, and E.M. Mitre, *Positive Energy Districts Methodology and Its Replication Potential*. Proceedings, 2019. **20**(1): p. 8.
6. Shnap S., P.D., Bertoldi P., *Enabling Positive Energy Districts across Europe: energy efficiency couples renewable energy*. JRC Technical Report, 2020.
7. SET-Plan ACTION n°3.2 Implementation Plan, *Europe to become a global role model in integrated, innovative solutions for the planning, deployment, and replication of Positive Energy Districts*. 2018.
8. Robert Hinterberger, C.G., Margit Noll, Susanne Meyer, Hans-Günther Schwarz, *Reference Framework for Positive Energy Districts and Neighbourhoods*. JPI Urban Europe and SET-Plan 3.2 Programme on Positive Energy Districts, 2020.
9. Christoph Gollner, R.H., Silvia Bossi, Sarah Theierling, Margit Noll, Susanne Meyer, Hans-Günther Schwarz, , *EUROPE TOWARDS POSITIVE ENERGY DISTRICTS: FIRST UPDATE*. JPI Urban Europe, 2020.
10. Groppi, D., et al., *Synergy between smart energy systems simulation tools for greening small Mediterranean islands*. Renewable Energy, 2019. **135**: p. 515-524.
11. Beccali, M., et al., *Assessing the feasibility of cogeneration retrofit and district heating/cooling networks in small Italian islands*. Energy, 2017. **141**: p. 2572-2586.
12. European Commission. *Demonstration of systemic solutions for the territorial deployment of the circular economy; TOPIC ID: LC-GD-3-2-2020*. 2019; Available from: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/lc-gd-3-2-2020>.
13. SAHEB Y., S.S., PACI D., *From nearly-zero energy buildings to net-zero energy districts*. JRC Technical Reports, 2019.
14. 12. A. MONTI, D.P., K.A. ELLIS, P. MANCARELLA, *Energy Positive Neighborhoods and Smart Energy Districts. Methods, Tools, and Experiences from the Field*. Elsevier, 2017.
15. Caralis, G., et al., *Analysis of energy storage systems to exploit wind energy curtailment in Crete*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2019. **103**: p. 122-139.
16. Zolezzi, J.M., A. Garay, and M. Reveco, *Large scale hydrogen production from wind energy in the Magallanes area for consumption in the central zone of Chile*. Journal of Power Sources, 2010. **195**(24): p. 8236-8243.

17. Giourka, P., et al., *The Smart City Business Model Canvas—A Smart City Business Modeling Framework and Practical Tool*. *Energies*, 2019. **12**(24): p. 4798.
18. Amin, S.B. and S. Rahman, *The Role of ICT in Energy Sector: Towards a Digital Bangladesh by 2021*. 2019: p. 31-35.
19. Saari, P., *FINAL JOINT REPORT OF THE PROJECTS FLEXe DEMO and CEMBioFlex*. CLIC Innovation, 2020.
20. Koch-Mathian, S., *Roadmap for Grenoble*. City-zen, a balanced approach to the city of the future, 2019.
21. Remmele, B., *Citizen-driven Positive Energy Districts in Amsterdam, Bilbao and beyond*. Smart city, Smart mobility, Horizon 2020, Lighthouse Cities, 2020.
22. Gohari, S., et al., *Prevailing Approaches and Practices of Citizen Participation in Smart City Projects: Lessons from Trondheim, Norway*. *Infrastructures*, 2020. **5**(4): p. 36.
23. Sofia Lettenbichler, A.P., *100% Renewable Energy Districts: 2050 Vision*. Renewable Heating & Cooling | European Technology and Innovation Platform, 2019.
24. Allegrini, J., et al., *A review of modelling approaches and tools for the simulation of district-scale energy systems*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015. **52**: p. 1391-1404.
25. Nazar, M.S. and M.R. Haghifam, *Multiobjective electric distribution system expansion planning using hybrid energy hub concept*. *Electric Power Systems Research*, 2009. **79**(6): p. 899-911.
26. Kopanos, G.M., M.C. Georgiadis, and E.N. Pistikopoulos, *Energy production planning of a network of micro combined heat and power generators*. *Applied Energy*, 2013. **102**: p. 1522-1534.
27. Ferrando, M. and F. Causone, *An Overview Of Urban Building Energy Modelling (UBEM) Tools*. 2020. **16**: p. 3452-3459.
28. Abbasabadi, N. and M. Ashayeri, *Urban energy use modeling methods and tools: A review and an outlook*. *Building and Environment*, 2019. **161**: p. 106270.
29. Lin, B. and H. Liu, *China's building energy efficiency and urbanization*. *Energy and Buildings*, 2015. **86**: p. 356-365.
30. Klemm, C. and P. Vennemann, *Modeling and optimization of multi-energy systems in mixed-use districts: A review of existing methods and approaches*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021. **135**: p. 110206.
31. Sougkakis, V., et al., *An Investigation on the Feasibility of Near-Zero and Positive Energy Communities in the Greek Context*. *Smart Cities*, 2020. **3**(2): p. 362-384.
32. Lyden, A., R. Pepper, and P.G. Tuohy, *A modelling tool selection process for planning of community scale energy systems including storage and demand side management*. *Sustainable Cities and Society*, 2018. **39**: p. 674-688.
33. Transient System Simulation Tool. *TRNSYS*. 2020; Available from: <http://www.trnsys.com/>.
34. Homer Energy. *HOMER Pro*. 2020; Available from: <https://www.homerenergy.com/>.

35. Grid Integration Group. *The Distributed Energy Resources Customer Adoption Model (DER-CAM)*. 2020; Available from: <https://gridintegration.lbl.gov/>.
36. Natural Resources Canada. *RETScreen Expert*. 2020; Available from: <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-publications/tools/data-analysis-software-modelling/retscreen/7465>.
37. Advanced energy system analysis computer model. *EnergyPLAN*. 2020; Available from: <https://www.energyplan.eu/>.
38. EMD International. *Techno-economic modelling of energy projects*. 2020; Available from: <https://www.emd.dk/energypro/>.
39. SINTEF. *eTransport-new tool for local planning of sustainable energy systems*. 2020; Available from: <https://www.sintef.no/en/projects/etransport/>.
40. IEA etsap. *Model-generators: MARKAL*. 2020; Available from: <https://iea-etsap.org/index.php/etsap-tools/model-generators/markal>.
41. HEDNO. *Hellenic Electricity Distribution Network Operator*. 2020; Available from: <https://www.deddie.gr/en/>.
42. Szkordilis, F. and M. Kiss, *Potential of Vegetation in Improving Indoor Thermal Comfort and Natural Ventilation*. *Applied Mechanics and Materials*, 2016. **824**: p. 278-287.
43. Weli, R.B., R.R. Ibraheem, and A.M. Ibrahim, *Saving Energy Using Local Available Insulation Materials in Erbil*. *Academic Journal of Nawroz University*, 2018. **7**(4): p. 67.
44. Gayral, B., *LEDs for lighting: Basic physics and prospects for energy savings*. *Comptes Rendus Physique*, 2017. **18**(7-8): p. 453-461.
45. Graiz, E. and W. Al Azhari, *Energy Efficient Glass: A Way to Reduce Energy Consumption in Office Buildings in Amman (October 2018)*. *IEEE Access*, 2019. **7**: p. 61218-61225.
46. IEA, *Global EV Outlook*. 2020.
47. IRENA, *ELECTRIC VEHICLES: TECHNOLOGY BRIEF*. 2017.
48. Hamurcu, M. and T. Eren, *Electric Bus Selection with Multicriteria Decision Analysis for Green Transportation*. *Sustainability*, 2020. **12**(7): p. 2777.
49. Sarlioglu, B., et al., *Benchmarking of electric and hybrid vehicle electric machines, power electronics, and batteries*. 2015: p. 519-526.
50. Quantron. *Q-Econic QHB 27-280*. 2021; Available from: <https://www.quantron.net/en/q-mobility/q-truck/q-heavy/>.
51. Demirbas, A., O. Taylan, and D. Kaya, *Biogas production from municipal sewage sludge (MSS)*. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 2016. **38**(20): p. 3027-3033.
52. Hanum, F., et al., *Treatment of Sewage Sludge Using Anaerobic Digestion in Malaysia: Current State and Challenges*. *Frontiers in Energy Research*, 2019. **7**.
53. Βλυσίδης, Α. *Χαρακτηριστικά Αστικών Λυμάτων*. Σχολή Χημικών Μηχανικών, 2007(ΕΜΠ).

54. Ugwoke, B., et al., *Decentralized Renewable Hybrid Mini-Grids for Rural Communities: Culmination of the IREP Framework and Scale up to Urban Communities*. Sustainability, 2020. **12**(18): p. 7411.
55. Kim, M.-H., et al., *Techno-economic analysis of hybrid renewable energy system with solar district heating for net zero energy community*. Energy, 2019. **187**: p. 115916.
56. Sargent & Lundy, L.L.C., *Capital Cost and Performance Characteristic Estimates for Utility Scale Electric Power Generating Technologies*. U.S. Energy Information Administration (EIA), 2020.
57. FVB Energy Inc. *Development of Cost Benefit Information and Business Case for Integrated Community Energy Solutions*. Metropolitan Washington Council of Governments, 2011.
58. Haghghat, F., *Energy Storage with Energy Efficient Buildings and Districts: Optimization and Automation*. International Energy Agency (IEA), 2019.
59. Herold, K.E.K., Sanford A., Radermacher, Reinhard, *Absorption chillers and heat pumps*. CRC Press 2016.
60. Lindholm, O., H.u. Rehman, and F. Reda, *Positioning Positive Energy Districts in European Cities*. Buildings, 2021. **11**(1): p. 19.
61. Juhrich, K., *CO2 Emission Factors for Fossil Fuels*. Umwelt Bundesamt, 2016.
62. Achim Steiner, K.K.Y., Joan Clos, Gino Van Begin, *DISTRICT ENERGY IN CITIES: Unlocking the Potential of Energy Efficiency and Renewable Energy*. United Nations Environment Programme, 2015.
63. Timeus, K., J. Vinaixa, and F. Pardo-Bosch, *Creating business models for smart cities: a practical framework*. Public Management Review, 2020. **22**(5): p. 726-745.
64. Díaz-Díaz, R., L. Muñoz, and D. Pérez-González, *Business model analysis of public services operating in the smart city ecosystem: The case of SmartSantander*. Future Generation Computer Systems, 2017. **76**: p. 198-214.
65. New West Technologies, L., *Costs Associated With Non-Residential Electric Vehicle Supply Equipment*. U.S. Department of Energy Vehicle Technologies Office, 2015.
66. Evaluation Unit DG Regional Policy European Commission, *Guide to cost-benefit analysis of investment projects* 2013.
67. Theofilidi, M., *Economical Analysis of Energy Communities RES Projects*. CRES, 2017.
68. Li, D., et al., *An energy management strategy with renewable energy and energy storage system for a large electric vehicle charging station*. eTransportation, 2020. **6**: p. 100076.
69. Zou, Y., et al., *Experimental results of electric vehicles effects on low voltage grids*. Journal of Cleaner Production, 2020. **255**: p. 120270.
70. Chmiel, Z. and S.C. Bhattacharyya, *Analysis of off-grid electricity system at Isle of Eigg (Scotland): Lessons for developing countries*. Renewable Energy, 2015. **81**: p. 578-588.