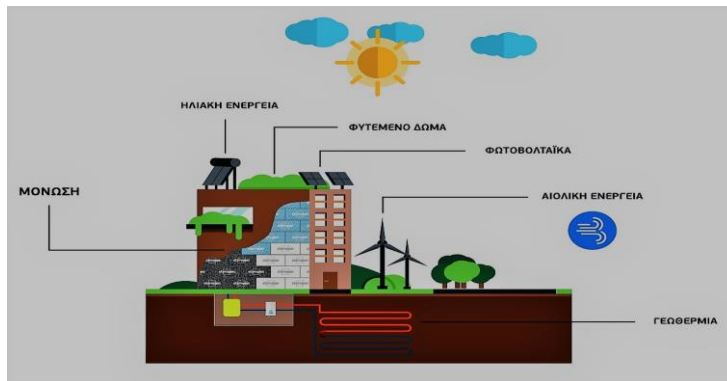




**TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE**  
**SCHOOL OF CHEMICAL AND**  
**ENVIRONMENTAL ENGINEERING**  
**RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY**  
**SYSTEMS LABORATORY**

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΔΥΟ ΚΤΙΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ »**



ΤΟΥ

ΜΠΑΛΤΖΩΗ ΜΙΧΑΗΛ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΔΙΟΝΥΣΙΑ ΚΟΛΟΚΟΤΣΑ (ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ)

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΤΣΟΥΤΣΟΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΜΙΧΑΗΛ ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ

Απαγορεύεται η αντιγραφή , αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας , εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής , για εμπορικό σκοπό . Επιτρέπεται η ανατύπωση , αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό , εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα , με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης . Ερωτήματα που αφορούν την χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα . Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης .

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια , κ. Διονυσία Κολοκοτσά , για την καθοδήγησή της κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης , ευχαριστώ την κ. Αγγελική Μαυριγιαννάκη για τις πληροφορίες που μου προσέφερε , την συνεχή βοήθεια και τη συμβολή της για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας .

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Θεοχάρη Τσούτσο και τον κ. Μιχαήλ Λαζαρίδη , για το χρόνο που αφιέρωσαν για την μελέτη και την παρουσίαση της διπλωματικής μου εργασίας .

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου , που με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια για να καταφέρω να φτάσω στο σημείο που είμαι σήμερα .

## Περιεχόμενα

<b>«ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ » .....</b>	<b>1</b>
Ευχαριστίες .....	3
Πίνακες .....	5
Διαγράμματα-Εικόνες .....	6
<b>Περίληψη .....</b>	<b>14</b>
Abstract .....	16
<b>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>18</b>
1.1 Κλιματική Αλλαγή .....	18
1.2 Ενεργειακές καταναλώσεις κτιρίων .....	19
1.3 Στόχος διπλωματικής εργασίας .....	20
1.4 Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης κτίρια.....	20
1.5 Μεθοδολογία για τον Χαρακτηρισμό και την Κατασκευή nZEB.....	24
1.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Κτιρίων Μηδενικής Κατανάλωσης.....	25
1.6.1 Πλεονεκτήματα.....	25
1.6.2 Μειονεκτήματα.....	25
<b>2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....</b>	<b>27</b>
<b>3.Μεθοδολογία.....</b>	<b>34</b>
3.1 Μελέτη Περίπτωσης (Case study) .....	34
3.1.1 Τεχνικό Υλικό XPS FIBRAN .....	40
3.2 Η/Μ Συστήματα και ΑΠΕ.....	41
3.2.1 PV panels.....	41
3.2.2 ABB REACT+.....	41
3.2.3 Davis μετεωρολογικός σταθμός .....	41
3.2.4 Σύστημα καταγραφής εσωτερικών συνθηκών .....	42
3.2.5 ABB Load Control.....	42
3.3 Θερμική Άνεση .....	31
3.4 Επεξεργασία δεδομένων με Python .....	43
3.5 Δεδομένα .....	45
<b>4.Αποτελέσματα.....</b>	<b>48</b>
4.1 Ηλιακή Ακτινοβολία .....	48
4.2 Σχετική Υγρασία .....	51
4.3 Εξωτερική θερμοκρασία .....	54
4.4 Εσωτερικές θερμοκρασίες κατοικίας 1 και 2 .....	56



3.5 Επίπεδα Διοξειδίου του Άνθρακα στον Εσωτερικό Χώρο (CO <sub>2</sub> ).....	65
3.6 Καταναλώσεις από Θέρμανση και Ψύξη .....	71
3.7 Καταναλώσεις από Ηλεκτρικές Συσκευές .....	81
3.8 Παραγωγή ενέργειας από Φωτοβολταϊκά .....	90
5.9 Συνολικές Καταναλώσεις.....	95
5.10 Ρεύμα από το Δίκτυο.....	103
3.11 Θεωρητικές Τιμές.....	114
3.11.1 Παραγωγή Ενέργειας.....	114
3.11.2 Καταναλώσεις Ενέργειας .....	115
3.12 Θεωρητική Παραγωγή από Φωτοβολταϊκά .....	116
3.13 PV Θεωρητικές Τιμές (t.v.) VS Πειραματικές Τιμές.....	119
3.14 Συνδυαστικά διαγράμματα.....	122
6.Συμπεράσματα .....	146
7. Βιβλιογραφία .....	150
Παράρτημα Ι.....	152
Παράρτημα ΙΙ.....	153

## Πίνακες

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΤΡΟΠΟΣ ΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ NZEB ΑΝΑ ΚΡΑΤΟΣ - ΜΕΛΟΣ ΤΗΣ ΕΕ (ΠΗΓΗ:ΒΡΠΕ,2015).....	23
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΤΙΡΙΩΝ . .....	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	48
ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020.....	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020.....	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 6 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 8 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ CO <sub>2</sub> ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020.....	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 9 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ CO <sub>2</sub> ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020.....	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 10 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΨΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 11 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΨΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 12 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	81

ΠΙΝΑΚΑΣ 13 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	81
ΠΙΝΑΚΑΣ 14 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	90
ΠΙΝΑΚΑΣ 15 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 16 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 17 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 18 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020.....	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 19 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2019 – ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020.....	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 20 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 21 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 22 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΠΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗ , ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 23 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΠΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗ , ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2.....	115

## Διαγράμματα-Εικόνες

ΕΙΚΟΝΑ 1 ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (ZEROBUILDINGS.COM) .....	24
ΕΙΚΟΝΑ 2 ΚΑΤΟΙΚΙΑ NZEB ΣΤΗΝ ΑΓΓΛΙΑ . (WANG ET. AL., 2009).....	27
ΕΙΚΟΝΑ 3 ΑΡΙΣΤΕΡΑ Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΝΚΟΝΑ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΑ ΤΟ LEAF HOUSE .....	30
ΕΙΚΟΝΑ 4 (Α) ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ , (Β) ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΙ (C) ΤΟ ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.....	30
ΕΙΚΟΝΑ 16 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ .....	33
ΕΙΚΟΝΑ 5 ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	34
ΕΙΚΟΝΑ 6 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΠΟΛΟΝΙΑ (CLIMATE-DATA.ORG) .....	35
ΕΙΚΟΝΑ 7 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΠΟΛΟΝΙΑ . ΜΕ ΓΚΡΙ ΟΙ ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ , ΜΕ ΚΟΚΚΙΝΗ ΓΡΑΜΜΗ ΟΙ ΜΕΣΕΣ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΜΕ ΜΠΛΕ ΓΡΑΜΜΗ ΟΙ ΜΕΣΕΣ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2018 (WEATHERSPARK.COM) .....	35
ΕΙΚΟΝΑ 8 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΠΟΛΟΝΙΑ . ΜΕ ΓΚΡΙ ΟΙ ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ , ΜΕ ΚΟΚΚΙΝΗ ΓΡΑΜΜΗ ΟΙ ΜΕΣΕΣ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΜΕ ΜΠΛΕ ΓΡΑΜΜΗ ΟΙ ΜΕΣΕΣ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2019 (WEATHERSPARK.COM) .....	36
ΕΙΚΟΝΑ 9 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΠΟΛΟΝΙΑ . ΜΕ ΓΚΡΙ ΟΙ ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ , ΜΕ ΚΟΚΚΙΝΗ ΓΡΑΜΜΗ ΟΙ ΜΕΣΕΣ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΜΕ ΜΠΛΕ ΓΡΑΜΜΗ ΟΙ ΜΕΣΕΣ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2020 (WEATHERSPARK.COM) .....	36

ΕΙΚΟΝΑ 10 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ .....	37
ΕΙΚΟΝΑ 11 ΚΑΤΟΨΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΕ 3D ΒΑΣΗ ΤΟΥ ENERGY PLUS . .....	38
ΕΙΚΟΝΑ 12 ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΤΟΜΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ XPS FIBRAN (ZERO-PLUS BOOKLET,2019) .....	40
ΕΙΚΟΝΑ 13 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ . .....	41
ΕΙΚΟΝΑ 14 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ .....	42
ΕΙΚΟΝΑ 15 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ , ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΑΙ ΔΕΞΙΑ ΡΟΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ) .....	43
ΕΙΚΟΝΑ 17 ΛΟΓΟΤΥΠΟ ΡΥTHON .....	44
ΕΙΚΟΝΑ 18 ΛΟΓΟΤΥΠΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΡΥCHARM.....	44
ΕΙΚΟΝΑ 19 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΕΝΤΟΛΩΝ ΤΗΣ ΡΥTHON.....	47
ΕΙΚΟΝΑ 20 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ .....	49
ΕΙΚΟΝΑ 21 ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ .....	49
ΕΙΚΟΝΑ 22 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ .....	50
ΕΙΚΟΝΑ 23 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΗΜΕΡΑΣ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020.....	50
ΕΙΚΟΝΑ 24 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΓΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ .....	52
ΕΙΚΟΝΑ 25 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ ΓΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ .....	52
ΕΙΚΟΝΑ 26 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ . .....	53
ΕΙΚΟΝΑ 27 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΗΜΕΡΑΣ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020 .....	53
ΕΙΚΟΝΑ 28 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΓΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	54
ΕΙΚΟΝΑ 29 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	55
ΕΙΚΟΝΑ 30 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 31 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	57
ΕΙΚΟΝΑ 32 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΣ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020 .....	58
ΕΙΚΟΝΑ 33 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	58
ΕΙΚΟΝΑ 34 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	59
ΕΙΚΟΝΑ 35 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	59
ΕΙΚΟΝΑ 36 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	60
ΕΙΚΟΝΑ 37 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	60
ΕΙΚΟΝΑ 38 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	61
ΕΙΚΟΝΑ 39 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	61
ΕΙΚΟΝΑ 40 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	62
ΕΙΚΟΝΑ 41 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	62
ΕΙΚΟΝΑ 42 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΪΟΥ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	63
ΕΙΚΟΝΑ 43 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ , ΙΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	63
ΕΙΚΟΝΑ 44 ΟΛΕΣ ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑ ΤΕΤΑΡΤΟ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	64

ΕΙΚΟΝΑ 45 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΓΙΑ ΕΠΙΠΕΔΑ CO2 ΣΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2	66
ΕΙΚΟΝΑ 46 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΟ CO2 ΣΤΗΣ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020	67
ΕΙΚΟΝΑ 47 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ CO2	67
ΕΙΚΟΝΑ 48 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΓΙΑ CO2	68
ΕΙΚΟΝΑ 49 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ ΓΙΑ CO2	68
ΕΙΚΟΝΑ 50 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ ΓΙΑ CO2	69
ΕΙΚΟΝΑ 51 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ CO2	69
ΕΙΚΟΝΑ 52 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΪΟΥ ΓΙΑ CO2	70
ΕΙΚΟΝΑ 53 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ , ΙΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΓΙΑ CO2	70
ΕΙΚΟΝΑ 54 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1	72
ΕΙΚΟΝΑ 55 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1	73
ΕΙΚΟΝΑ 56 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2	73
ΕΙΚΟΝΑ 57 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2	74
ΕΙΚΟΝΑ 58 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ ΣΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2	75
ΕΙΚΟΝΑ 59 ΌΛΕΣ ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑ ΤΕΤΑΡΤΟ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ	76
ΕΙΚΟΝΑ 60 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΤΗΣ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020 ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ	76
ΕΙΚΟΝΑ 61 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ	77
ΕΙΚΟΝΑ 62 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ	77
ΕΙΚΟΝΑ 63 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ	78
ΕΙΚΟΝΑ 64 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ	78
ΕΙΚΟΝΑ 65 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ	79
ΕΙΚΟΝΑ 66 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΪΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ	79
ΕΙΚΟΝΑ 67 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ , ΙΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ	80
ΕΙΚΟΝΑ 68 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΣΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2	82
ΕΙΚΟΝΑ 69 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1	83
ΕΙΚΟΝΑ 70 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2	83
ΕΙΚΟΝΑ 71 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2	84
ΕΙΚΟΝΑ 72 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2	85
ΕΙΚΟΝΑ 73 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΣΤΗΣ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ	86
ΕΙΚΟΝΑ 74 ΌΛΕΣ ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑ ΤΕΤΑΡΤΟ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	86
ΕΙΚΟΝΑ 75 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	87
ΕΙΚΟΝΑ 76 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	87
ΕΙΚΟΝΑ 77 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	88

ΕΙΚΟΝΑ 78 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ.....	88
ΕΙΚΟΝΑ 79 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ .....	89
ΕΙΚΟΝΑ 80 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΪΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ .....	89
ΕΙΚΟΝΑ 81 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ , ΙΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ.....	90
ΕΙΚΟΝΑ 82 ΌΛΕΣ ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑ ΤΕΤΑΡΤΟ ΓΙΑ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	91
ΕΙΚΟΝΑ 83 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2.....	92
ΕΙΚΟΝΑ 84 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	93
ΕΙΚΟΝΑ 85 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	93
ΕΙΚΟΝΑ 86 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	94
ΕΙΚΟΝΑ 87 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	94
ΕΙΚΟΝΑ 88 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΣ 28 ΜΑΪΟΥ 2020 .....	95
ΕΙΚΟΝΑ 89 ΌΛΕΣ ΟΙ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑ ΤΕΤΑΡΤΟ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ.....	97
ΕΙΚΟΝΑ 90 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	97
ΕΙΚΟΝΑ 91 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	98
ΕΙΚΟΝΑ 92 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	98
ΕΙΚΟΝΑ 93 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	99
ΕΙΚΟΝΑ 94 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	99
ΕΙΚΟΝΑ 95 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ .....	100
ΕΙΚΟΝΑ 96 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ.....	100
ΕΙΚΟΝΑ 97 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ .....	101
ΕΙΚΟΝΑ 98 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ.....	101
ΕΙΚΟΝΑ 99 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΪΟΥ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ .....	102
ΕΙΚΟΝΑ 100 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ , ΙΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΓΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ.....	102
ΕΙΚΟΝΑ 101 ΌΛΕΣ ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑ ΤΕΤΑΡΤΟ ΓΙΑ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	104
ΕΙΚΟΝΑ 102 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΙΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ 1 ΚΑΙ 2 .....	105
ΕΙΚΟΝΑ 103 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΗΣ 28 ΜΑΪΟΥ 2020 .....	106
ΕΙΚΟΝΑ 104 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΙΣ 7 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2020 .....	107
ΕΙΚΟΝΑ 105 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΙΣ 11 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2020 .....	107
ΕΙΚΟΝΑ 106 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1.....	108

ΕΙΚΟΝΑ 107 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	109
ΕΙΚΟΝΑ 108 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2.....	110
ΕΙΚΟΝΑ 109 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2.....	110
ΕΙΚΟΝΑ 110 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	111
ΕΙΚΟΝΑ 111 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ .....	111
ΕΙΚΟΝΑ 112 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ .....	112
ΕΙΚΟΝΑ 113 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ .....	112
ΕΙΚΟΝΑ 114 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΪΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ .....	113
ΕΙΚΟΝΑ 115 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ , ΙΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	113
ΕΙΚΟΝΑ 116 ΌΛΕΣ ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑ ΤΕΤΑΡΤΟ ΓΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	116
ΕΙΚΟΝΑ 117 ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2.....	117
ΕΙΚΟΝΑ 118 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΓΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	117
ΕΙΚΟΝΑ 119 ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΓΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	118
ΕΙΚΟΝΑ 120 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΟΥΝΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	119
ΕΙΚΟΝΑ 121 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ...	119
ΕΙΚΟΝΑ 122 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	120
ΕΙΚΟΝΑ 123 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ ΚΑΙ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	120
ΕΙΚΟΝΑ 124 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	121
ΕΙΚΟΝΑ 125 ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ ΚΑΙ ΜΑΪΟΥ ΓΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	121
ΕΙΚΟΝΑ 126 ΕΞΑΜΗΝΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ-ΙΟΥΛΙΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	123
ΕΙΚΟΝΑ 127 ΜΗΝΕΣ ΙΟΥΝΙΟΣ ΚΑΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	123
ΕΙΚΟΝΑ 128 ΗΜΕΡΑ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020 ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	124
ΕΙΚΟΝΑ 129 ΗΜΕΡΑ 29 ΙΟΥΝΙΟΥ 2020 ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	124
ΕΙΚΟΝΑ 130 ΜΗΝΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ 2019 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	125

ΕΙΚΟΝΑ 131 ΜΗΝΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ 2019 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ	
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	126
ΕΙΚΟΝΑ 132 ΜΗΝΑΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ	
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	126
ΕΙΚΟΝΑ 133 ΜΗΝΑΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ	
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	127
ΕΙΚΟΝΑ 134 ΗΜΕΡΑ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ	
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	127
ΕΙΚΟΝΑ 135 ΗΜΕΡΑ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ	
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	128
ΕΙΚΟΝΑ 136 ΗΜΕΡΑ 29 ΙΟΥΝΙΟΥ 2020 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ	
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	128
ΕΙΚΟΝΑ 137 ΗΜΕΡΑ 29 ΙΟΥΝΙΟΥ 2020 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗΣ	
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	129
ΕΙΚΟΝΑ 138 ΜΗΝΕΣ ΙΟΥΝΙΟΣ ΚΑΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2020 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	130
ΕΙΚΟΝΑ 139 ΗΜΕΡΑ 29 ΙΟΥΝΙΟΥ 2020 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ	
ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	130
ΕΙΚΟΝΑ 140 ΗΜΕΡΑ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	131
ΕΙΚΟΝΑ 141 ΕΞΑΜΗΝΙΑΙΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1	
ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	131
ΕΙΚΟΝΑ 142 ΜΗΝΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ CO <sub>2</sub> ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	132
ΕΙΚΟΝΑ 143 ΜΗΝΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ CO <sub>2</sub> ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	133
ΕΙΚΟΝΑ 144 ΜΗΝΑΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ CO <sub>2</sub> ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	133
ΕΙΚΟΝΑ 145 ΜΗΝΑΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ CO <sub>2</sub> ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	134
ΕΙΚΟΝΑ 146 ΜΗΝΑΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ CO <sub>2</sub> ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	134
ΕΙΚΟΝΑ 147 ΜΗΝΑΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ CO <sub>2</sub> ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	135
ΕΙΚΟΝΑ 148 ΗΜΕΡΑ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ CO <sub>2</sub> ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1	135
ΕΙΚΟΝΑ 149 ΗΜΕΡΑ 5 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2020 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ CO <sub>2</sub> ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2	136
ΕΙΚΟΝΑ 150 ΜΗΝΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ	
1 .....	137
ΕΙΚΟΝΑ 151 ΜΗΝΑΣ ΙΟΥΝΙΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ	
2 .....	137
ΕΙΚΟΝΑ 152 ΜΗΝΑΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	
ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	138
ΕΙΚΟΝΑ 153 ΜΗΝΑΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	
ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2 .....	138
ΕΙΚΟΝΑ 154 ΗΜΕΡΑ 17 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2019 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ	
ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	139

ΕΙΚΟΝΑ 155 ΗΜΕΡΑ 17 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2019 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2.....	139
ΕΙΚΟΝΑ 156 ΗΜΕΡΑ 25 ΙΟΥΛΙΟΥ 2019 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 1 .....	140
ΕΙΚΟΝΑ 157 ΗΜΕΡΑ 25 ΙΟΥΛΙΟΥ 2019 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ 2.....	140
ΕΙΚΟΝΑ 158 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΕΣ ΣΕ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΟ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ .....	141
ΕΙΚΟΝΑ 159 Η ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕΙΟΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	141
ΕΙΚΟΝΑ 160 ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΩΡΙΑΙΩΝ ΤΙΜΩΝ ΣΕ ΜΗΝΙΑΙΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ . ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΕΙ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΩΡΩΝ ΤΟΥ ΜΗΝΑ ΠΟΥ Η ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΗΤΑΝ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ . .....	142
ΕΙΚΟΝΑ 161 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ ΤΗΣ ΕΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΠΟΛΟΝΙΑ ΟΠΟΥ ΚΑΙ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΟΙ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ . ( <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP">HTTPS://RE.JRC.EC.EUROPA.EU/PVG_TOOLS/EN/#PVP</a> ) .....	144
ΕΙΚΟΝΑ 162, CO <sub>2</sub> ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ, ΟΥΣΚΟΝΣΙΝ , ΤΜΗΜΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΥΓΕΙΑΣ .....	152
ΕΙΚΟΝΑ 163 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ 2019.....	153





## Περίληψη

Στις αναπτυγμένες χώρες η χρήση συστημάτων θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού στα σύγχρονα κτίρια προκαλούν υπέρμετρη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την επίτευξη θερμικής άνεσης , με αποτέλεσμα να δαπανάται έως το 40% της παγκόσμιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από αυτά (Vorsatz) . Έτσι τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερες χώρες επενδύουν σε προγράμματα αναβάθμισης ή την κατασκευή κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας με σκοπό την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής .

Η διπλωματική εργασία με τίτλο « *Ανάλυση Δεδομένων Σε Κτίρια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης* » έχει ως σκοπό την ανάλυση των μετρήσεων δύο κατοικιών σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας , προκειμένου να διεξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το αν ικανοποιούνται οι συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα και αν οι συγκεκριμένες τεχνολογίες επαρκούν για τη δημιουργία κατοικιών σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας για τα κλιματικά δεδομένα της Ιταλίας . Η ανάλυση γίνεται με την χρήση της προγραμματιστικής γλώσσας Python . Τα δεδομένα δόθηκαν σε μορφή csv file , με καταγεγραμμένες τιμές ανά τέταρτο της ώρας , από το καλοκαίρι του 2019 μέχρι το καλοκαίρι του 2020 και με τις βιβλιοθήκες εντολών pandas και matplotlib , αναλύθηκαν μεμονωμένα αλλά και συγκριτικά τα δεδομένα μεταξύ των δύο κατοικιών . Τα αρχεία χωρίστηκαν σε τρεις κύριες κατηγορίες , στα δεδομένα εσωτερικών συνθηκών , κλιματικών στοιχείων και στα ενεργειακά δεδομένα . Για τα κλιματικά στοιχεία αναλύθηκαν η θερμοκρασία αέρα , η σχετική υγρασία , η ηλιακή ακτινοβολία ενώ για τις εσωτερικές συνθήκες η θερμοκρασία αέρα , η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> . Για τα ενεργειακά δεδομένα αναλύθηκαν οι καταναλώσεις για θέρμανση και ψύξη , καταναλώσεις ηλεκτρικών συσκευών , παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα , συνολικές καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας και η κατανάλωση ρεύματος από το δίκτυο .

Το αντικείμενο μελέτης είναι στη Γκραναρόλο ντελ Εμίλια στην Μπολόνια της Ιταλίας. Έχουν κατασκευαστεί δύο κτίρια με τεχνολογίες που τα καθιστούν σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης , ακολουθώντας τις οδηγίες του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος Zero Plus. Σκοπός της εργασίας είναι η ανάλυση των δεδομένων από το καλοκαίρι του 2019 μέχρι το καλοκαίρι του 2020 , ώστε να εξακριβωθεί αν οι

κατοικίες επιτυγχάνουν το σκοπό τους ως μηδενικής κατανάλωσης κτίρια και με την ανάλυση των μετρούμενων μεγεθών να γίνουν κατανοητές οι εσωτερικές συνθήκες των δύο κατοικιών αλλά και οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες. Διερευνώνται οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των κατοικιών και εντοπίζονται οι δυσλειτουργίες στο εσωτερικό περιβάλλον και στα συστήματα καθώς επίσης και το κατά πόσο επιτυγχάνεται θερμική άνεση στον εσωτερικό τους χώρο.

Επίσης γίνεται σύγκριση των δύο κατοικιών κυρίως για τις καταναλώσεις και την παραγωγή ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα αλλά και σύγκριση με τις θεωρητικές τιμές των προσομοιώσεων σε ιδανικές συνθήκες . Από την ανάλυση των δεδομένων παρατηρείται ότι οι δύο κατοικίες επιτυγχάνουν θερμική άνεση καθώς οι εσωτερικές θερμοκρασίες αέρα που μετρήθηκαν είναι εντός ορίων βάση του ASHRAE , δηλαδή μεταξύ 20 °C με 24 °C το χειμώνα και 24 °C με 27 °C το καλοκαίρι ενώ η σχετική υγρασία στον χώρο είναι κατά κύριο λόγο κάτω του 65% . Σημαντικές είναι και οι συγκεντρώσεις του CO<sub>2</sub> που υπάρχει στον χώρο καθώς οι ενδείξεις για τη μία κατοικία είναι κατά μέσο όρο 582.68 ppm με μέγιστη ευρεθείσα τιμή 952 ppm και στη δεύτερη κατοικία είναι κατά μέσο όρο 557.31 ppm με μέγιστη τιμή 1429.76 ppm. Τέλος τους ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες και οι δύο κατοικίες παράγουν επαρκή ενέργεια για να καλύψουν τις απαιτήσεις ηλεκτρικής ενέργειας κυρίως τις ώρες ηλιοφάνειας , ενώ κατά τις περισσότερες μέρες των υπόλοιπων μηνών η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή ενέργειας και πιο συγκεκριμένα οι συνολικές καταναλώσεις για την κατοικία 1 και 2 είναι 9370.02 kWh και 10585.68 kWh αντίστοιχα , ενώ η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 6031.45 kWh και 7390.28 kWh αντίστοιχα . Οι κατοικίες αυτές χρειάζονται 12.8 kWh/m<sup>2</sup> επιπλέον παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για να καλύψουν πλήρως τις ενεργειακές τους ανάγκες , κάτι που τα κάνει αποδεκτά ως σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας κτίρια , βάσει των σημερινών πρακτικών στην Ιταλία .

## Abstract

In developed countries, the use of heating-ventilation-air-conditioning systems in modern buildings causes excessive electricity consumption to achieve thermal comfort, resulting in the consumption of up to 40% of the world electricity produced by them (Vorsatz). So in recent years more and more countries are investing in upgrade programs or the construction of zero energy buildings in order to reduce carbon dioxide emissions and tackle climate change.

The dissertation entitled "Data Analysis in Buildings with Zero Energy Consumption" aims to analyze the measurements of two homes with almost zero energy consumption, in order to draw conclusions about whether the conditions of thermal comfort and air quality are met and whether the specific technologies are sufficient. to create almost zero energy housing for Italy's climate data. The analysis is done using the Python programming language. The data were given in csv file format, with recorded values per quarter of an hour, from the summer of 2019 to the summer of 2020 and with the command libraries pandas and matplotlib, were analyzed individually and comparative data between the two dwellings. The files were divided into three main categories, indoor data, climate data and energy data. For the climatic data the air temperature, the relative humidity, the solar radiation were analyzed while for the indoor conditions the air temperature, the concentration of CO<sub>2</sub>. For the energy data, the consumptions for heating and cooling, the consumptions of electrical appliances, the production of energy from photovoltaic systems, the total consumptions of electricity and the consumption of electricity from the grid were analyzed.

The object of study is in Granarolo del Emilia in Bologna, Italy. Two buildings have been constructed with technologies that make them almost zero consumption, following the instructions of the European research project Zero Plus. The purpose of this study is to analyze the data from the summer of 2019 to the summer of 2020, in order to determine whether the houses achieve their purpose as zero-consumption buildings and with the analysis of the measured sizes to understand the internal conditions of the two houses but and outdoor climatic conditions. The differences that exist between the houses are investigated and the malfunctions in the internal

environment and in the systems are identified, as well as whether thermal comfort is achieved in their interior space.

It also compares the two houses mainly for consumption and energy production from photovoltaic systems but also compares with the theoretical values of the simulations in ideal conditions. From the analysis of the data it is observed that the two houses achieve thermal comfort as the indoor air temperatures measured are within ASHRAE base limits, is between 20 °C to 24 °C in winter and 24 °C to 27 °C in summer while the relative humidity in the room is mainly due to below 65%. The CO<sub>2</sub> concentrations that exist in the area are also important as the indications for one house are on average 582.68 ppm with a maximum found value of 952 ppm and in the second house it is on average 557.31 ppm with a maximum value of 1429.76 ppm. Finally, in the spring and summer months, both houses produce enough energy to meet the electricity requirements, especially during the sunny hours, while on most days of the rest of the months the consumption is higher than the energy production and more specifically the total consumption for the house. 1 and 2 are 9370.02 kWh and 10585.68 kWh respectively, while the electricity production is 6031.45 kWh and 7390.28 kWh respectively. These homes need 12.8 kWh / m<sup>2</sup> of additional electricity generation to fully meet their energy needs, which makes them acceptable as almost zero energy buildings, based on current practices in Italy.

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Κλιματική Αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή και η επακόλουθη περιβαλλοντική κρίση έχουν σημαντικό αντίκτυπο στον πλανήτη. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα όπως έντονοι καύσωνες και ισχυρές βροχοπτώσεις προκαλούν όχι μόνο αξιοσημείωτες αλλά και κάποιες φορές μη αντιστρέψιμες μεταβολές στα οικοσυστήματα, αλλά και σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις, υπογραμμίζοντας το μέγεθος της πρόκλησης που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα. Υπάρχει ανάγκη αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών και των μεθόδων παραγωγής για να διαφοροποιηθεί η υπάρχουσα σχέση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της υπερθέρμανσης του πλανήτη που προκαλείται από τις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η επιστημονική κοινότητα έχει υποδείξει ότι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα μπορούσε να ενισχύσει την απόδοση των παραγωγικών τομέων και να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων. (Jonathan M, Harris, 1991)

Η προσοχή προσανατολίστηκε πρόσφατα σε προβλήματα που επηρεάζουν την ατμόσφαιρα - τη συσσώρευση διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), την κλιματική αλλαγή που προέκυψε και την εξάντληση της στιβάδας του όζοντος. Η ρύπανση των υπόγειων υδάτων αυξάνεται σε όλα τα μεγάλα έθνη του κόσμου. Η αποψίλωση και η απερίμωση, η τοξική γεωργική απορροή, η καταβύθιση οξέων και η εκθετικά αυξανόμενη παραγωγή τοξικών αποβλήτων από βιομηχανικές διαδικασίες είναι όλα παγκόσμια φαινόμενα. Οι περισσότερες από αυτές τις οικολογικές απειλές οφείλονται στην αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Από το 1950, ο παγκόσμιος πληθυσμός υπερδιπλασιάστηκε, από 2,5 δισεκατομμύρια σε 5,3 δισεκατομμύρια. έως το 2050 αναμένεται να διπλασιαστεί ξανά, σε περίπου 10 δισεκατομμύρια. (Jonathan M, Harris, 1991)

Μεταξύ της Σύμβασης-πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών του 1992 για την αλλαγή του κλίματος, που υπογράφηκε αρχικά από 166 χώρες και της Διάσκεψης Κορυφής Δράσης για το Κλίμα του 2019, πραγματοποιήθηκαν συνολικά 12 διεθνείς συμβάσεις για την αλλαγή του κλίματος. Σε καθεμία από αυτές, έχουν υπογραφεί συμφωνίες και δεσμεύσεις που αναγνωρίζουν την ανάγκη επίτευξης σταθερής οικονομικής ανάπτυξης μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και διασφαλίζοντας περιβαλλοντικά βιώσιμη ανάπτυξη, με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να

έχει πρωταρχικό ρόλο. Η κοινωνική ανάπτυξη της ανθρωπότητας απαιτεί να παρθούν μέτρα ενάντια στην υπερθέρμανση του πλανήτη και να γίνει η στροφή προς καθαρή παραγωγή και ενεργειακή απόδοση. (R. Puertas et.al. , 2021)

## 1.2 Ενεργειακές καταναλώσεις κτιρίων

Η διαρκώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας αλλά και η αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έχουν αποκτήσει ιδιαίτερη βαρύτητα και η επίλυση τους έχει γίνει επιτακτική ανάγκη σε παγκόσμιο επίπεδο (Οδηγία 2010/31/ΕΕ). Οι προσπάθειες συγκλίνουν στον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας, ιδιαίτερα από συμβατικά καύσιμα, με άμεση συνέπεια τον περιορισμό των ρύπων που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα και κυρίως των αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η ορθολογική χρήση ενέργειας δίνει τη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας σε όλους τους τομείς, χωρίς τη μείωση των επιπέδων διαβίωσης στα κτίρια. Η εκμετάλλευση νέων συστημάτων, τεχνολογιών και υλικών και κυρίως των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), μπορεί να πετύχει μείωση της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων και κατ' επέκταση προστασία του περιβάλλοντος. Τα οφέλη σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο είναι πολλά και ιδιαιτέρως σημαντικά.

Ο κτιριακός τομέας (οικιακός και τριτογενής τομέας) καταλαμβάνει ένα μεγάλο ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας που αντιπροσωπεύει το 26.3% , το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό μετά από τα μέσα μεταφοράς που καταλαμβάνουν το 30% της κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση βάση των δεδομένων της Ευρωπαϊκής Στατιστικής Υπηρεσίας . (Eurostat , 2021)

Η κατανάλωση ενέργειας έχει γίνει μείζον πρόβλημα στις αναπτυγμένες χώρες με σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, στην εξάντληση των φυσικών πόρων και κατά συνέπεια στην ποιότητα ζωής. (Ζήσης, 2011) . Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο όμως , εξασφαλίζεται με την ποιότητα των ενεργειακών συστημάτων και την ορθή ενεργειακή διαχείριση , τόσο σε επίπεδο κτιριακού κελύφους, όσο και Η/Μ συστημάτων καθώς και εφαρμογών ΑΠΕ . Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, έχει σκοπό μεταξύ άλλων και την ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, την αύξηση της ανταγωνιστικότητας και την αειφόρο ανάπτυξη/προστασία του περιβάλλοντος.(Zhang et. al. , 2020)

### 1.3 Στόχος διπλωματικής εργασίας

Στην διπλωματική αυτή εργασία, γίνεται η επεξεργασία και ανάλυση των μετρήσεων θερμικών μεγεθών και ενεργειακών καταναλώσεων δυο κατοικιών σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στην Γκραναρόλο ντελ Εμίλια στην Μπολόνια της Ιταλίας. Οι κατοικίες αυτές κατασκευάστηκαν με τις προδιαγραφές του προγράμματος Zero Plus και επιλέχθηκαν προς μελέτη διότι τηρούν τις βασικές θεωρητικές προϋποθέσεις για μηδενικής κατανάλωσης κτίρια. Ο επιθυμητός σκοπός της είναι η συσχέτιση των μετρούμενων μεγεθών μεταξύ τους, η σύγκριση τους με τις θεωρητικές τιμές προσομοίωσης, καθώς και η επεξήγηση των παρατηρούμενων τιμών καθώς και κάποιων δυσλειτουργιών, που μπορεί να υπάρχουν και πιθανές συσχετίσεις μεταξύ των καιρικών συνθηκών με τις εσωτερικές τιμές. Ένας ακόμα στόχος της μελέτης είναι η ανάλυση των δεδομένων εσωτερικών συνθηκών σε σύγκριση με βιβλιογραφικές μετρήσεις για την θερμική άνεση στις κατοικίες. Επιπρόσθετα, η παραγωγή και η κατανάλωση ενέργειας που υπολογίστηκε θεωρητικά συγκρίνεται με τις αντίστοιχες πειραματικές μετρήσεις ώστε να βρεθούν και να εξηγηθούν πιθανές διαφορές και αποκλίσεις και να διεξαχθούν συμπεράσματα αν οι συγκεκριμένες τεχνολογίες μπορούν να οδηγήσουν σε κτίρια μηδενικής κατανάλωσης για τις συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες.

### 1.4 Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης κτίρια

Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει η κοινοτική νομοθεσία για τα Κτίρια με Σχεδόν Μηδενική Κατανάλωση Ενέργειας είναι η εξής: «... κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας είναι το κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση [...]». Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να συνίσταται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, περιλαμβανομένης της παραγομένης επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου» (Οδηγία 2010/31/ΕΕ, αρθ.2, παρ.2). Σημαντικό θεωρήθηκε από τα κράτη μέλη της ΕΕ να αυξήσουν τα nZEB κτίρια. «...Τα κράτη μέλη για αυτό τον σκοπό θα πρέπει να καταρτίσουν εθνικά σχέδια αύξησης του αριθμού κτιρίων με μηδενική σχεδόν κατανάλωση ενέργειας και να τα κοινοποιούν στην επιτροπή ανά τακτά χρονικά διαστήματα τα εν λόγω σχέδια ...» (2010/31/ΕΕ, εισ.17). Η κοινοτική οδηγία 2010/31/ΕΕ ενσωματώθηκε στην εθνική νομοθεσία με τον Ν. 4122/2013, με σχεδόν παρόμοιο ορισμό για τα nZEB κτιρίων, δηλαδή: «...Κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας»: κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, [...]. Η σχεδόν



μηδενική ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου, πρέπει να καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ΑΠΕ , περιλαμβανομένης της ενέργειας που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου...» (Ν. 4122/2013, αρθ.2, παρ.5).

Ο ορισμός όμως για τα σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης κτίρια έχουν ενσωματωθεί στην ελληνική νομοθεσία πρώτη φορά το 2012 , στο Νέο Οικοδομικό Κανονισμό (ΝΟΚ-Ν.4067/2012) όπου ο ορισμός συνδεόταν με την «...πολύ υψηλή ενεργειακή κατάταξη σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ...» (ό.π., άρθ.21, παρ.43). Στον νόμο αυτό είχε ορισθεί ως ανώτατο όριο για τις ενεργειακές ανάγκες των nZEB τα  $10\text{kWh/m}^2/\text{y}$  ανεξαρτήτως χρήσεως του κτιρίου (ό.π., άρθ.25, παρ.2).

Στην κοινοτική οδηγία του 2010 καθορίζεται ο τρόπος προσδιορισμού του όρου «υψηλή ενεργειακή απόδοση». Η ενεργειακή απόδοση ορίζεται να μετρά τις ενεργειακές ανάγκες κατά την χρήση του κτιρίου (2010/31/ΕΕ, παράρτημα Ι). Ακόμη, δίνεται η δυνατότητα ως ελάχιστη προδιαγραφή να συνδέεται η αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης με την βελτιστοποίηση του κόστους δηλαδή την ισορροπία ανάμεσα στις επενδύσεις που απαιτούνται και τις ενεργειακές δαπάνες που εξοικονομούνται (ό.π., άρθ.10). Το στοιχείο αυτό δίνει την δυνατότητα στα κράτη μέλη να αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου σε σχέση με κάποιο θεωρητικό κτίριο αναφοράς και όχι με απόλυτα ποσοτικά όρια. Ο ακριβής καθορισμός του χαρακτηρισμού nZEB αφήνεται να γίνει σε εθνικό επίπεδο .

Σημαντικό νομοθέτημα , για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα αλλά και ειδικά για τα nZEB, αποτελεί η απόφ. Αριθμ.

ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)» . Εκεί, μεταξύ άλλων ορίζεται το «κτίριο αναφοράς» καθώς και το σύστημα αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και της κατάταξής τους σε ενεργειακές κατηγορίες σε σχέση με το κτίριο αναφοράς.

Το νομοθετικό κείμενο που καθορίζει τι θεωρείται nZEB κτίριο στην Ελλάδα σήμερα εκδόθηκε το 2018 (Αρ. ΥΠΕΝ/ΔΕΠΕΑ/85251/242/2018: «Έγκριση Εθνικού Σχεδίου αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας»). Στο κεφάλαιο «Χαρακτηριστικά κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΚΣΜΚΕ)» ο χαρακτηρισμός του nZEB κτιρίου δεν εμπεριέχει απόλυτο αριθμητικό όριο αλλά συνδέεται με την κατηγορία ενεργειακής απόδοσης και σχετίζεται με το κτίριο αναφοράς, ως εξής: «...για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως Κτίριο με Σχεδόν

*Μηδενική Κατανάλωση Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ), πρέπει: α) να κατατάσσονται (τα εξεταζόμενα σενάρια ενεργειακών βελτιώσεων του κτιρίου- στο) τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία A, αν είναι νέο κτίριο, και β) να κατατάσσονται (τα εξεταζόμενα σενάρια ενεργειακών βελτιώσεων του κτιρίου- στο) τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία B+ αν είναι υφιστάμενο κτίριο...».*

Η εφαρμογή της οδηγίας 2010/31/ΕΕ και ο εθνικός καθορισμός των nZEB στα κράτη μέλη έγινε με διαφορετικούς τρόπους και σε διαφορετικούς χρόνους . Στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, ως ένας από τους κύριους δείκτες για τον χαρακτηρισμό των nZEB επιλέχθηκε ένα απόλυτο ποσοτικό όριο, το οποίο συνήθως είναι η ετήσια μέγιστη πρωτογενής ενέργεια που καταναλώνεται ανά επιφάνεια κτιρίου ( $\text{kWh/m}^2/\text{y}$ ): για τα κτίρια κατοικίας ο χαρακτηρισμός nZEB κτιρίων γίνεται με τη χρήση ενός ανώτατου ορίου χρήσης πρωτογενούς ενέργειας, της τάξης των  $50\text{kWh/m}^2/\text{y}$ . Ακόμη, σε πολλές περιπτώσεις (π.χ. στο Ηνωμένο Βασίλειο, στη Νορβηγία και στην Ισπανία) ως κύριος δείκτης χρησιμοποιείται το ποσό των εκπομπών άνθρακα, ενώ σε κάποιες άλλες χώρες (π.χ. στην Αυστρία και τη Ρουμανία) οι εκπομπές χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικός δείκτης στον κύριο δείκτη χρήσης πρωτογενούς ενέργειας .

Σε κάποιες άλλες περιπτώσεις (πχ στις Κάτω Χώρες και στη Βέλγικη Περιφέρεια της Φλάνδρας) οι ανάγκες πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αξιολογούνται σε σχέση με τη χρήση πρωτογενούς ενέργειας στο κτίριο αναφοράς .

Πίνακας 1 Τρόπος ορισμού των nZEB ανά κράτος - μέλος της ΕΕ (πηγή: BPIE, 2015)

Country	Status of the definition	Main reference(s)	Year of enforcement		EPBD scope of nZEB definition [1]	Numerical indicator	nZEB definition for new buildings				nZEB definition for existing buildings		
							Maximum primary energy (kWh/m <sup>2</sup> /y)		Share of renewable energy	Other indicators	Status of the definition	Maximum primary energy (kWh/m <sup>2</sup> /y)	
			Residential buildings	Non-residential buildings			Status of the definition	Residential buildings				Non-residential buildings	
Austria	✓	OIB Guidelines 6	1/01/2019	1/01/2021	✓ [7]	✓	160	170 (from 2021)	Minimum share proposed in the draft of OIB guidelines for all buildings	EP, CO <sub>2</sub>	✓	200	250 (from 2021)
Belgium - Brussels	✓	Amended Decree of 21/12/2007	1/01/2015	1/01/2015	✓	✓	45	~90 [2]	✓ Qualitative	EP, OH	✓	54	~ 108 [2]
Belgium - Flanders	✓	Regulation of 29/11/2013	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	30% PE [5]	40% PE [5]	✓ Quantitative [4]	EP, OH	Under development		
Belgium - Wallonia	Under development	Consolidated report to EC	1/01/2019	1/01/2019	✓	Under development			Quantitative	EP	Under development		
Bulgaria	Still to be approved	National nZEB Plan, BPIE study	1/01/2019	1/01/2021	✓	Still to be approved	~30-50 Included in the calculation; building needs to comply with class A	~40-60	Quantitative	EP	As for new buildings	~30-50	~40-60 Included in the calculation; building needs to comply with class A
Croatia	✓	Regulation OG 97/14, National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	33-41 [3]	Under development	Minimum share in current requirements for all buildings	EP	ND		
Cyprus	✓	Decree 366/2014, Law 210(0)/2012	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	100	125	✓ Quantitative	EP	✓ As for new buildings	100	125
Czech Republic	✓	Regulation 78/2013 Coll.	2016-2018 depending on size	2018-2020 depending on size	✓	✓	75-80% [2,5]	90% [5]	✓ Quantitative	EP, TS	✓ As for new buildings	75-80% [2,5]	90% [5]
Denmark	✓	Building Regulations 2010	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	20	25	✓ Qualitative	EP, OH, TS	✓ As for new buildings	20	25
Estonia	✓	Regulation 68/2012	1/01/2019	1/01/2021	✓ [7]	✓	50-100 [2]	90-270 [2]	✓ Qualitative		✗		
Finland	Under development	Consolidated report to EC	1/01/2018	1/01/2021	✓ [7]	ND			ND		ND		
France	Definition of Positive Energy Buildings under development [8]	Thermal Regulation 2012, National nZEB Plan	28/10/2011	1/01/2013	✓	✓	40-65 [2,3]	70-110 [2,3]	✓ Quantitative [4]	EP, OH, TS	✓	80 [3]	60% PE [2]
Germany	Under development	KfW Efficiency House, National nZEB plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	40% PE [5]		Minimum share in current requirements for all buildings	EP	Under development	55% PE [5]	
Greece	Under development	Law 4122/2013	1/01/2019	1/01/2021	ND	ND			Minimum share in current requirements for all buildings		Under development		
Hungary	Under development	Amended decree 7/2006, study by University of Debrecen	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	50-72 [2]	60-115 [2]	✓ Quantitative	EP	Under development		
Ireland	✓	Draft definition in National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	45	~60% PE [5]	✓ Quantitative [4]	CO <sub>2</sub>	Under development	75-150	

Country	Status of the definition	Main reference(s)	Year of enforcement		EPBD scope of nZEB definition [1]	Numerical indicator	nZEB definition for new buildings				nZEB definition for existing buildings		
							Maximum primary energy (kWh/m <sup>2</sup> /y)		Share of renewable energy	Other indicators	Status of the definition	Maximum primary energy (kWh/m <sup>2</sup> /y)	
			Residential buildings	Non-residential buildings			Status of the definition	Residential buildings				Non-residential buildings	
Italy	Still to be approved (under publication)	Draft of the new EPBD decree	1/01/2019	1/01/2021	✓	Still to be approved	Included in the upcoming updated version of the National nZEB Plan [2,3]		Quantitative	EP, TS	✓ As for new buildings	Included in the upcoming updated version of the National nZEB Plan [2,3]	
Latvia	✓	Regulation 383/2013	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	95	95	✓ Quantitative	EP	✓ As for new buildings	95	95
Lithuania	✓	Regulation STR 2.01.09 :2012	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	Included in the calculation; building needs to comply with class A++		✓ Quantitative	EP	✓ As for new buildings	Included in the calculation; building needs to comply with class A++	
Luxembourg	Details to be fixed	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✗ [6]	✓	Included in the calculation; building needs to comply with class A-A-A		✓ Qualitative	EP, CO <sub>2</sub>	ND		
Malta	Under development	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	Current values to be revised	40	60	Qualitative	EP	ND		
Netherlands	✓	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	Included in the calculation; building needs to comply with energy performance coefficient = 0		✗	EP	ND		
Norway	Under development	Presentation by Research Centre on Zero Emission Buildings	1/01/2021	1/01/2021	✓	Under development			Minimum share in current requirements for all buildings	CO <sub>2</sub> (main indicator), EP, TS	ND		
Poland	Under development	Consolidated report to EC	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	60-75 [2]	45-70 [2]	✗		ND		
Portugal	Under development	Law 118/2013	1/01/2019	1/01/2021	✓	In current requirements for buildings			✗		ND		
Romania	✓	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	93-217 [2,3]	50-192 [2,3]	✓ Quantitative	CO <sub>2</sub>	ND		
Slovakia	✓	Decree 364/2012	1/01/2019	1/01/2021	✗ [6]	✓	32-54 [2]	34-96 [2]	✓ Quantitative	EP	ND		
Slovenia	Still to be approved	Official Journal 17/14, National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	Still to be approved	45-50 [2]	70	Under development	EP	Still to be approved	70-90 [2]	100
Spain	Under development	Decree 235/2013	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	Included in the calculation; it is foreseen that buildings will need to comply with class A		Minimum share in current requirements for all buildings	CO <sub>2</sub> (main indicator)	Under development		
Sweden	Under development	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	30-75 [2,3]	30-105 [2,3]	✗		ND		
UK (England)	Details to be fixed	National nZEB Plan, presentation by Zero Carbon Hub	1/01/2018 (from 2016 for residential buildings) [9]	1/01/2019 (from 2016 for residential buildings) [9]	✓	✓	~ 44 [2] Included in the calculation; building will need to comply with carbon emissions ~ 0	ND	✓ Qualitative	CO <sub>2</sub> (main indicator), EP, TS	ND		

Όπως τεκμαίρεται, ο ορισμός και η μέθοδος υπολογισμού για τα σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης κτίρια έχουν ενταχθεί στη ελληνική νομοθεσία, σχετίζοντας το κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας με τη σχετική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου αναφοράς.



Εικόνα 1 Αναπαράσταση ενός Κτιρίου Μηδενικής Κατανάλωσης (zerobuildings.com)

Πέραν των ορισμών και της νομοθεσίας, στην πράξη θα πρέπει να πληρούνται τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, ως προς τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του.

### 1.5 Μεθοδολογία για τον Χαρακτηρισμό και την Κατασκευή nZEB

1. Τα πραγματικά θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (συμπεριλαμβανομένων και των εσωτερικών χωρισμάτων του): i) θερμοχωρητικότητα ii) θερμομόνωση iii) παθητική θέρμανση iv) στοιχεία ψύξης και v) θερμογέφυρες,
2. Εγκατάσταση θέρμανσης και παροχής Ζεστού Νερού συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών των θερμομονώσεων τους,
3. Εγκαταστάσεις κλιματισμού,
4. Φυσικό και Μηχανικό Αερισμό, συμπεριλαμβανομένης και της αεροστεγανότητας,
5. Ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού (κυρίως στον τομέα που δεν αφορά τις κατοικίες),
6. Σχεδιασμός, θέση και προσανατολισμός του κτιρίου, (συμπεριλαμβανομένων των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών),
7. Παθητικά ηλιακά συστήματα και ηλιακή προστασία,

8. Κλιματικές συνθήκες εσωτερικού χώρου στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οι επιδιωκόμενες συνθήκες εσωτερικού κλίματος για την επίτευξη θερμικής άνεσης,
9. Εσωτερικά φορτία (Κολοκοτσά , 2010)

## 1.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Κτιρίων Μηδενικής Κατανάλωσης

### 1.6.1 Πλεονεκτήματα

- Μειωμένος έλεγχος ενεργειακού εφοδιασμού καυσίμων (φυσικό αέριο , πετρέλαιο) λόγω της απεξάρτησης από εισαγωγές τους .
- Χαμηλά ποσοστά διοξειδίου του άνθρακα καθώς και άλλων ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου .
- Βελτίωση της θερμικής άνεσης στους χώρους εργασίας ή διαμονής και ως επακόλουθο την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου .
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στους τομείς που προάγουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων .(μελέτη, πιστοποίηση , κατασκευή , συντήρηση)
- Μειωμένη σε μεγάλο ποσοστό ή και μηδενικού κόστους λογαριασμοί ρεύματος και ενδεχόμενο σύμβασης με τροφοδοσία προς το δίκτυο λόγω περισσευούμενης ηλεκτρικής ενέργειας , δηλαδή χρηματικό κέρδος λόγω παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ . (Ιερωνυμάκης,2013)

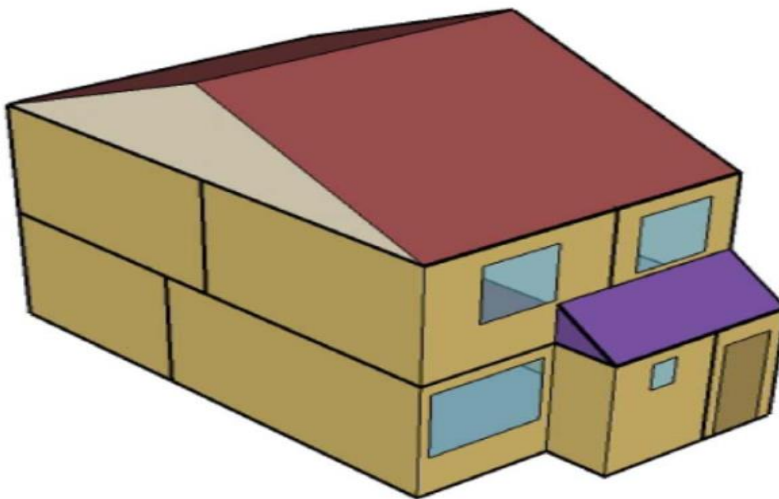
### 1.6.2 Μειονεκτήματα

- Στον προβληματισμό των μελετητών κτιριακών έργων ως προς τα ερωτήματα: «ποιο υλικό», «πόσο κοστίζει», «πόσο αξιόπιστο είναι», «τι χρόνο ζωής έχει», έρχεται να προστεθεί και ένας νέος, «ποιες είναι οι περιβαλλοντικές συνέπειες από την εφαρμογή και τη χρήση του».
- Η μεγάλη οικονομική επιβάρυνση για την εγκατάσταση των τεχνολογιών που μετατρέπουν τα κτίρια σε μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας .
- Ο μεγάλος χρόνος οικονομικής απόσβεσης που αποθαρρύνει την αξιοποίηση της αειφόρων τεχνολογιών . (Ιερωνυμάκης,2013)

- Εκ νέου εγκατάσταση συνδέσεων στην περίπτωση που από την κατασκευή δεν έχει γίνει η πρόβλεψη για την εγκατάσταση των συγκεκριμένων τεχνολογιών .
- Χρήση αρκετών επιφανειών για την τοποθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας .

## 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Το 2009 οι Wang , Gwilliam , Jones από την σχολή αρχιτεκτονικής του πανεπιστημίου Κάρντιφ στην Ουαλίας μελέτησαν τις κατοικίες μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στην περιοχή του Ηνωμένου Βασιλείου .Ξεκίνησαν την έρευνά τους , αναλύοντας τις καιρικές κλιματικές συνθήκες της περιοχής για να καταλήξουν ποια μέθοδος παραγωγής ενέργειας θα είναι πιο αποδοτική στις απαιτήσεις ενός τέτοιου κτιρίου διότι βάση των προσομοιώσεων θεωρούν ότι από Ιανουάριο μέχρι Μάρτιο και από Οκτώβριο μέχρι Δεκέμβριο θα χρησιμοποιηθεί κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση με σταθερή θερμοκρασία στους 20 °C στο εσωτερικό του σπιτιού και από Απρίλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο καταναλώσεις για ψύξη με σταθερή θερμοκρασία στους 24 °C . Τα κύρια υλικά κατασκευής της κατοικίας προσομοίωσης ήταν για τον εξωτερικό τοίχο τσιμέντο και τούβλο , 24 χιλιοστά διάκενο σε διπλό τζάμι στα παράθυρα με τιμή  $U = 1.78 \text{ W/m}^2\text{C}$  , για εσωτερική θερμομόνωση χρησιμοποιήθηκε γυψοσανίδες με  $U = 0,71 \text{ W/m}^2\text{C}$  και στην οροφή θερμο-ηχομονωτικό υπόστρωμα και τσιμεντένια πλακάκια με  $U = 4,298 \text{ W/m}^2\text{C}$  . Ως ανανεώσιμες πηγές παραγωγής ενέργειας χρησιμοποίησαν 8 φωτοβολταϊκά πάνελ (2 σειρές από 4 η κάθε μια) με  $W_p = 1.32\text{W}$  και δύο ανεμογεννήτριες των 2.5kW η κάθε μία . Από τα αποτελέσματα τους παρατηρήθηκε ότι η παραγόμενη ενέργεια είναι αρκετά μεγαλύτερη από τις καταναλώσεις με περισσευούμενο φορτίο στα 1297kWh . Έτσι καταφέραν να σχεδιάσουν μια κατοικία μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας . (Wang et. al., 2009)



Εικόνα 2 Κατοικία nZEB στην Αγγλία . (Wang et. al., 2009)



Στην διπλωματική του εργασία, ο Ιερωνυμάκης (2013) μελέτησε την ενεργειακή κατανάλωση διώροφης κατοικίας που εδράζεται στην περιοχή Αμμούδι του Δήμου Μαλεβιζίου στον Νομό Ηρακλείου . Βελτιώνοντας την θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους και με την αλλαγή των υαλοπετασμάτων από μονό σε τριπλό τζάμι(με το χαμηλότερο συντελεστή θερμοπερατότητας) , την δημιουργία ηλιακών χώρων και την χρήση σταθερών και κινητών σκιάστρων . Για την θερμομόνωση χρησιμοποιήθηκαν πλάκες πολυουρεθάνης πάχους 5 εκ. στην εξωτερική επιφάνεια και στην εσωτερική επιφάνεια πολυουρεθάνη πάχους 1.5 εκ. με προσθήκη επιχρίσματος 1εκ. .

Χρησιμοποιώντας σκίαστρα όπως πλαίσια και πέργκολες για την τοποθέτηση φυτών με υψηλής πυκνότητας σκίαση και σταθερά σκίαστρα όπου αποτελούνται από τις διατάξεις των φωτοβολταϊκών και ηλιοθερμικών πλαισίων για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και ψύξη . Έχοντας κάνει την μοντελοποίηση και την προσθήκη των βελτιώσεων στο υπολογιστικό πρόγραμμα Energy Plus για το κτίριο , καταλήγει σε πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα καθώς επιτεύχθηκε μείωση 89,17% στα φορτία θέρμανσης και 55,13% στα φορτία ψύξης , με την συνολική εξοικονόμηση ενέργειας να ανέρχεται στα 79,22% .

Σε μια Ιταλική μελέτη περίπτωσης στην περιοχή της Ανκέλι δι Ροσόρα στην Ανκόνα μελετήθηκε το «Leaf House» (εικόνα 3) από τους Maurizio Cellura , Francesco Guarino , Sonia Longo , Marina Mistretta του Πανεπιστημίου του Παλέρμο. Οι εξωτερικές καιρικές συνθήκες που παρατηρήθηκαν είναι παρόμοιες με της παρούσας διπλωματικής εργασίας . Κάθε διαμέρισμα στο ισόγειο και στον πρώτο όροφο έχει διαστάσεις 85,39 m<sup>2</sup>, ενώ τα επίπεδα του δεύτερου ορόφου έχουν μέγεθος 70,1 m<sup>2</sup> . Η παραγωγή θερμότητας πραγματοποιείται από μια αντλία γεωθερμικής θέρμανσης , η οποία έχει λόγο ενεργειακής απόδοσης 4,6 και συνδέεται με κατακόρυφους ανιχνευτές μήκους 100 m, ηλιακούς θερμοσυλλέκτες και τον βοηθητικό λέβητα. Κάθε διαμέρισμα θερμαίνεται με ενδοδαπέδια θέρμανση ένα ακτινοβόλο δάπεδο που παρέχεται από τη γεωθερμική αντλία θερμότητας. Η εσωτερική θερμοκρασία του αέρα ελέγχεται από ένα σύστημα ρύθμισης που μπορεί να ελέγχει τη ροή του νερού σε κάθε βρόχο σωλήνωσης. Οι βαλβίδες ζωνών και οι θερμοστάτες βελτιστοποιούν τις επιδόσεις του συστήματος παροχής θερμότητας. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, το νερό που κυκλοφορεί στη σωλήνωση έχει θερμοκρασία 25-28°C . Το καλοκαίρι, το ηλιακό σύστημα πληροί την απαίτηση για θέρμανση νερού και η αντλία χρησιμοποιείται σε λειτουργία ψύξης για την παραγωγή κρύου νερού στους 15–18°C



μέσω της χρήσης βαλβίδων ανάμιξης, για τροφοδοσία ενδοδαπέδιας . (Maurizio Cellura et al. , 2013)

Η απαίτηση ηλεκτρικής ενέργειας του σπιτιού παρέχεται από ένα συνδεδεμένο στο δίκτυο φωτοβολταϊκό σύστημα, με ισχύ αιχμής 20 kW και 12% διαμορφωτική απόδοση. Ένα τέτοιο σύστημα είναι εγκατεστημένο στη νότια όψη, καλύπτοντας 150 m<sup>2</sup> . Τα φωτοβολταϊκά πάνελ είναι διατεταγμένα σε δέσμες και συνδέονται με 3 μετατροπείς. Για την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, τα μεγάλα παράθυρα κοιτάζουν προς τα έξω, ενώ στο πίσω μέρος του κτιρίου που βλέπει προς τους νότιους διαλυτούς μεταφέρει το ηλιακό φως εσωτερικά. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται αποδοτικοί λαμπτήρες φθορισμού και η κατανάλωση νερού μειώνεται μέσω της συλλογής του νερού της βροχής για υγιεινή και άρδευση του κήπου . Ένα σύστημα αυτοματισμού κτιρίων βελτιστοποιεί τις ενεργειακές επιδόσεις της κατοικίας . Για παράδειγμα, το σύστημα HVAC σταματά εάν ανοίγουν τα παράθυρα, η θερμοκρασία εισόδου του νερού στα δάπεδα ακτινοβολίας ρυθμίζεται σύμφωνα με την εξωτερική θερμοκρασία, ο ρυθμός ροής του αέρα ρυθμίζεται σύμφωνα με το επίπεδο CO<sub>2</sub> σε κάθε διαμέρισμα. Η παρακολούθηση των συνθηκών παρατηρείται από περισσότερους από 1.200 αισθητήρες και ενεργοποιητές ενσωματωμένους με προγράμματα οδήγησης που επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ συσκευών και συστημάτων. Οι αισθητήρες ταξινομούνται σε τρεις κύριες ομάδες: αισθητήρες δωματίου (π.χ. συγκέντρωση CO<sub>2</sub>, θερμοκρασία και υγρασία αέρα), αισθητήρες θερμικής εγκατάστασης (π.χ. μετρητές θερμικής ενέργειας, μετρητές ροής νερού κ.λπ.) και αισθητήρες σταθμού καιρού. Όλα τα δεδομένα είναι κανονικοποιημένα και αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων . Από τα συμπεράσματα της ανάλυσης τεκμαίρεται ότι υπάρχει ένα μικρό έλλειμα στο οποίο δεν το καθιστά καθαρά μηδενικής κατανάλωσης κατοικία . (Maurizio Cellura et al. , 2013)



Εικόνα 3 Αριστερά η περιοχή της Αγκόνα στην Ιταλία και δεξιά το Leaf House

Τέλος, παρόμοια μελέτη έγινε και στην Πιεντμόντ, περιοχή της Βόρειο-Δυτικής Ιταλίας. Το κλίμα της περιοχής είναι κατηγορίας E με 2549 βαθμοημέρες. Το CorTau House είναι μια οικογενειακή κατοικία και ξεκίνησαν εργασίες στην προ υπάρχουσα βάση της κατασκευής τον Μάρτιο του 2014 ώστε να γίνει ένα κτίριο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB). Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι Βορρά-Νότου. Μεταξύ των τοίχων έχουν τοποθετηθεί γυψοσανίδες για ακουστική μόνωση μεταξύ των χώρων διαβίωσης. Οι εξωτερικοί τοίχοι και κολώνες αποτελούνται από οπλισμένο σκυρόδεμα και καλύπτονται από εξωτερικό μονωτικό στρώμα 16 εκ. από πάνελ πετροβάμβακα ( $U_{wall}=0.15\text{W/m}^2\text{k}$ ). Το ίδιο υλικό μόνωσης χρησιμοποιήθηκε και στα δάπεδα με πλάκα  $U_{floor} = 0.19\text{ W/m}^2\text{K}$  και  $U_{ceiling} = 0.15\text{ W/m}^2\text{K}$ . Τα παράθυρα αποτελούνται από πλαίσιο αλουμινίου με διαφανές στοιχείο τριπλού υαλοπίνακα με αργό ( $U_{window} = 0.96\text{ W/m}^2\text{k}$ ).



Εικόνα 4 (α) Το κτίριο πριν τις εργασίες ανακατασκευής, (b) Το πρώτο σχέδιο και (c) το τελικό σχέδιο

Για την αποτελεσματικότερη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 16 σενάρια για να προσδιοριστούν οι καταλληλότερες συνθήκες όσον αφορά το κόστος αλλά και την αποτελεσματικότητα για χαμηλότερες καταναλώσεις ενέργειας. Τα σενάρια δημιουργήθηκαν βάσει του προγράμματος Energy Plus και κάθε σενάριο αποτελείται

από διαφορετικές τεχνολογίες . Ως πιο αποτελεσματικό σενάριο κρίθηκε το 2C το οποίο αποτελούνταν από αντλία θερμότητας νερό-προς-νερό , φυσικό αερισμό , ακτινοβολούμενα πάνελ για θέρμανση και ψύξη χώρου . (Berthelmes et. al. , 2015)

Συμπεραίνοντας από τις παραπάνω μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην Ιταλία , τα κτίρια αναφοράς με τα κτίρια που μελετιούνται στην διπλωματική εργασία παρουσιάζουν πολλά κοινά ως προς την δόμηση , τα κουφώματα και τους τρόπους παραγωγής ενέργειας . Όμως και σε αυτές τις περιπτώσεις υπήρχε έλλειμμα ως προς την εξ ολοκλήρου ενεργειακή αυτονομία των κτιρίων , έτσι και αυτά καθίστανται σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας κτίρια .

### Θερμική Άνεση

Θερμική άνεση ονομάζεται η νοητική κατάσταση κατά την οποία εκφράζεται ικανοποίηση με το θερμικό περιβάλλον από τους διαμένοντες σε αυτό, βάση υποκειμενικών κριτηρίων . Ως νοητική κατάσταση επηρεάζεται, πέρα από τις μικροπεριβαλλοντικές συνθήκες, από την ψυχολογία του ατόμου και από κοινωνικούς παράγοντες. Η αντίληψη του θερμικού περιβάλλοντος είναι πολλές φορές διαφορετική από άτομο σε άτομο που βρίσκονται στον ίδιο χώρο. Παρόλο που τα όργανα καταγραφής των περιβαλλοντικών συνθηκών μπορεί να δείχνουν ακριβώς τις ίδιες μετρήσεις σε δύο διαφορετικές περιοχές, η αίσθηση της θερμικής άνεσης μπορεί να είναι τελείως διαφορετική για τα άτομα που βρίσκονται εκεί.

Επομένως για τον προσδιορισμό της θερμικής άνεσης απαιτούνται επιπλέον των μετρήσεων των βασικών κλιματικών παραμέτρων και οι υποκειμενικές αντιλήψεις των διαμενόντων στους χώρους των παρατηρήσεων. Η ικανοποίηση ενός ατόμου αναφορικά με το θερμικό περιβάλλον είναι μία πολυσύνθετη και σε μεγάλο βαθμό υποκειμενική αντίδραση σε πολλές μεταβλητές που δεν είναι ανεξάρτητες αλλά επηρεάζουν έντονα η μία την άλλη. Η αντίληψη για τη θερμική άνεση επηρεάζεται από αυτές τις μεταβλητές οι οποίες περιλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά του φυσικού περιβάλλοντος, το είδος του ρουχισμού, το επίπεδο της σωματικής δραστηριότητας και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των υπό εξέταση ατόμων (φύλο, ηλικία, υγεία). Γενικά η θερμική άνεση επέρχεται όταν η θερμοκρασία του σώματος διατηρείται μεταξύ στενών ορίων, η υγρασία του δέρματος είναι χαμηλή και δεν καταβάλλεται «προσπάθεια» από τον οργανισμό να ρυθμιστεί με φυσιολογικό τρόπο η θερμοκρασία του.

Βάση των προτύπων θερμικής άνεσης καθορίζεται σε πολλές περιπτώσεις η ενεργειακή κατανάλωση των συστημάτων κλιματισμού ενός σύγχρονου κτηρίου. Ο προσδιορισμός της θερμικής άνεσης των διαμενόντων σε ένα κτίριο μπορεί επομένως να παίξει σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή και περιβαλλοντική βιωσιμότητα του κτηρίου. Επιπλέον η θερμική άνεση αποτελεί παράγοντα κλειδί για την παραγωγικότητα των εργαζομένων σε εσωτερικά περιβάλλοντα και σχετίζεται άμεσα με τη σωματική και πνευματική τους υγεία. (ASHRAE-55-2010)

Υπάρχουν κάποιοι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα τη θερμική άνεση και οι οποίοι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο μεγάλες ομάδες:

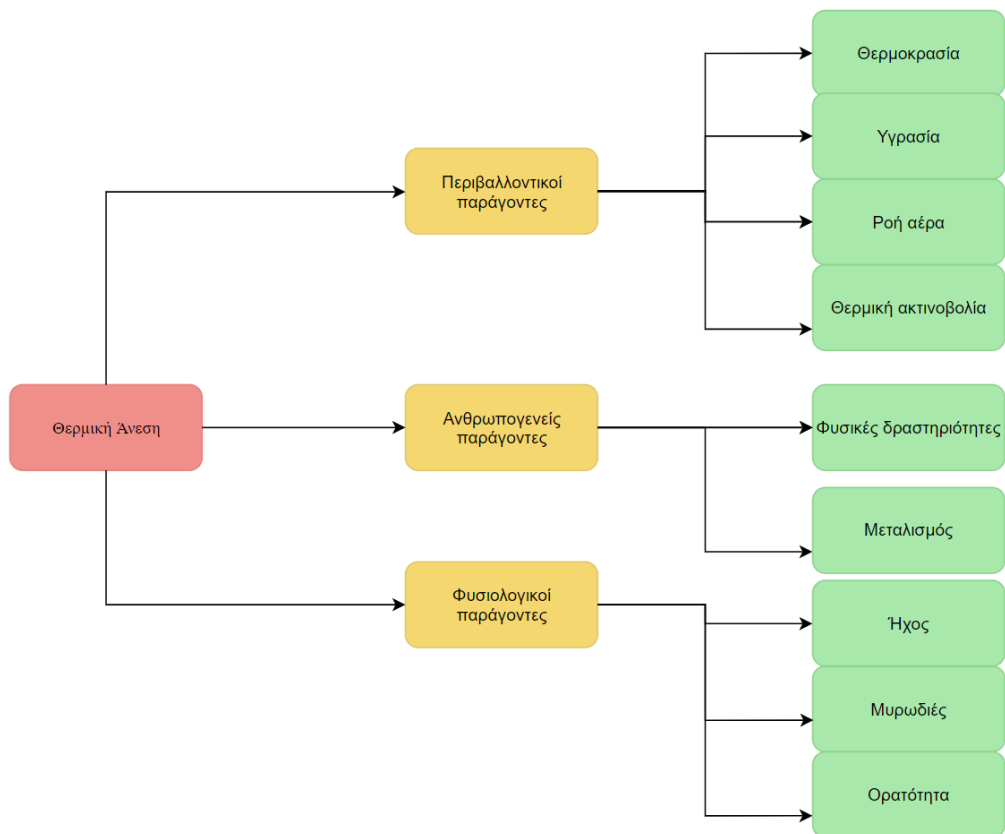
A) Προσωπικοί παράγοντες που είναι χαρακτηριστικοί για το κάθε διαμένοντα στο χώρο. Περιλαμβάνουν:

- 1) Ρουχισμός
- 2) Μεταβολισμός
- 3) Σχήμα σώματος
- 4) Κατανάλωση φαγητού ή υγρών
- 5) Δυνατότητα εγκλιματισμού στο περιβάλλον.

6 B) Περιβαλλοντικοί παράγοντες που αντιστοιχούν στις μικροπεριβαλλοντικές συνθήκες που καθορίζουν το θερμικό περιβάλλον. Αυτές είναι:

- 6) Θερμοκρασία ξηρού αέρα
- 7) Υγρασία
- 8) Ταχύτητα αέρα
- 9) Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας

Όταν μεταβάλλεται κάποια από τις παραπάνω μεταβλητές, οι υπόλοιπες πρέπει να ρυθμιστούν ξανά ώστε να υπάρχει ισορροπία ανάμεσα στη θερμότητα που αποβάλλεται και προσλαμβάνεται από ένα άτομο έτσι ώστε αυτό να συνεχίσει να αισθάνεται άνετα στο περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται. (ASHRAE-55-2010)



Εικόνα 5 Διάγραμμα ανάλυσης θερμικής άνεσης

### 3.Μεθοδολογία

#### 3.1 Μελέτη Περίπτωσης (Case study)

Η μελέτη περίπτωσης βρίσκεται στην Ιταλία και αποτελεί κομμάτι μιας περιοχής υπό κατασκευή στην περιοχή Γκραναρόλο ντελ Εμίλια στην Μπολόνια της Ιταλίας , 28m πάνω από το επίπεδο της θάλασσας (εικόνα 7) .



*Εικόνα 6 Αεροφωτογραφία της περιοχής μελέτης.*

Ανήκει στην κλιματική ζώνη Ε δηλαδή χαρακτηρίζεται από 2162 βαθμοημέρες θέρμανης <sup>1</sup> και 110 θερμοημέρες ψύξης . Το κλίμα της περιοχής θεωρείται Μεσογειακό . Κατά μέσο όρο η μέση μέγιστη θερμοκρασία αέρα είναι 24.6 °C ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία είναι 2.5 °C (εικόνα 5) . (climate-data.org , 2021)

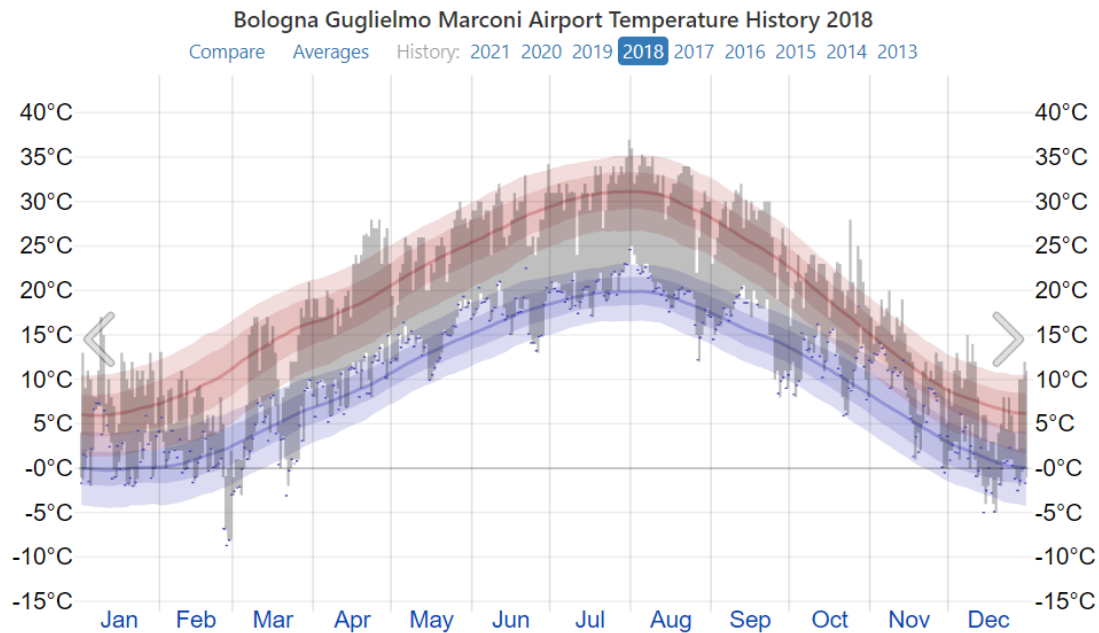
---

<sup>1</sup> βαθμοημέρα θέρμανσης είναι ένα μέτρο του πόσους βαθμούς και για πόσες μέρες η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από μία βασική θερμοκρασία άνεσης

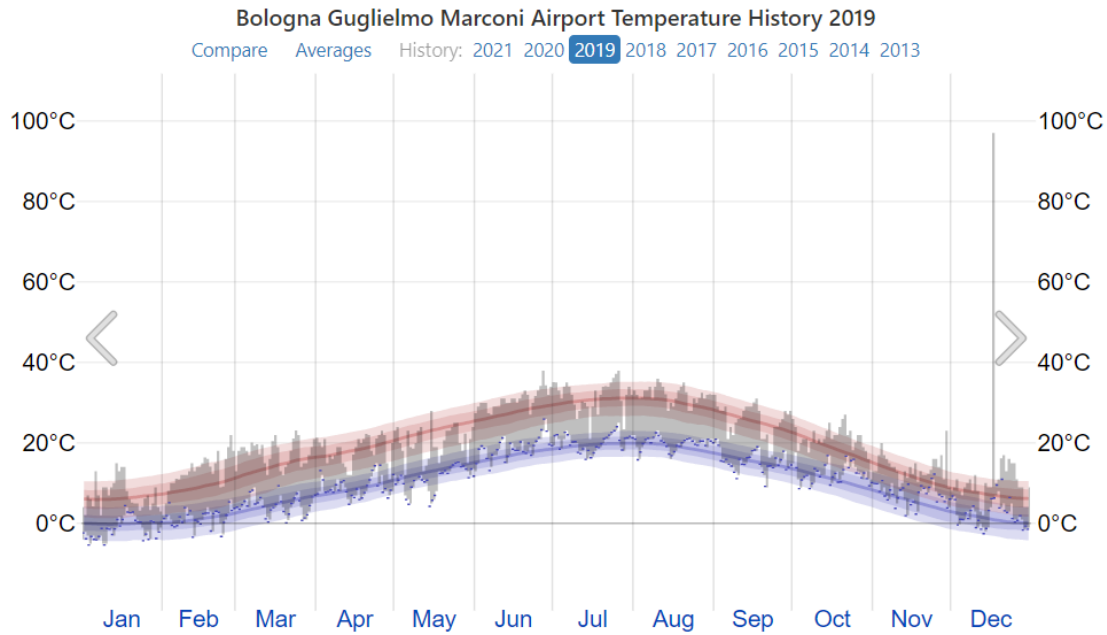


	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Avg. Temperature °C	3.7 °C	5.1 °C	9.4 °C	13.5 °C	18.2 °C	23.1 °C	25.8 °C	25.2 °C	20.1 °C	15.3 °C	9.7 °C	4.7 °C
(°F)	(38.7) °F	(41.1) °F	(48.9) °F	(56.3) °F	(64.8) °F	(73.7) °F	(78.4) °F	(77.4) °F	(68.3) °F	(59.5) °F	(49.5) °F	(40.4) °F
Min. Temperature °C (°F)	0.2 °C	0.6 °C	4.2 °C	8 °C	12.4 °C	17.1 °C	19.7 °C	19.6 °C	15.3 °C	11.3 °C	6.3 °C	1.2 °C
	(32.3) °F	(33.1) °F	(39.5) °F	(46.4) °F	(54.4) °F	(62.8) °F	(67.5) °F	(67.3) °F	(59.5) °F	(52.3) °F	(43.3) °F	(34.2) °F
Max. Temperature °C	8.2 °C	10.1 °C	14.8 °C	18.8 °C	23.6 °C	28.7 °C	31.3 °C	30.8 °C	25.2 °C	19.8 °C	13.8 °C	8.8 °C
(°F)	(46.7) °F	(50.3) °F	(58.7) °F	(65.9) °F	(74.4) °F	(83.6) °F	(88.4) °F	(87.4) °F	(77.4) °F	(67.6) °F	(56.8) °F	(47.9) °F
Precipitation / Rainfall	45	64	62	78	73	60	51	56	69	78	88	64
mm (in)	(1.8)	(2.5)	(2.4)	(3.1)	(2.9)	(2.4)	(2)	(2.2)	(2.7)	(3.1)	(3.5)	(2.5)
Humidity(%)	82%	76%	70%	68%	64%	57%	52%	56%	64%	74%	81%	83%
Rainy days (d)	5	6	6	8	7	6	5	6	6	7	7	7
avg. Sun hours (hours)	5.1	6.2	7.9	9.4	11.4	12.6	12.6	11.4	9.4	6.4	5.3	5.0

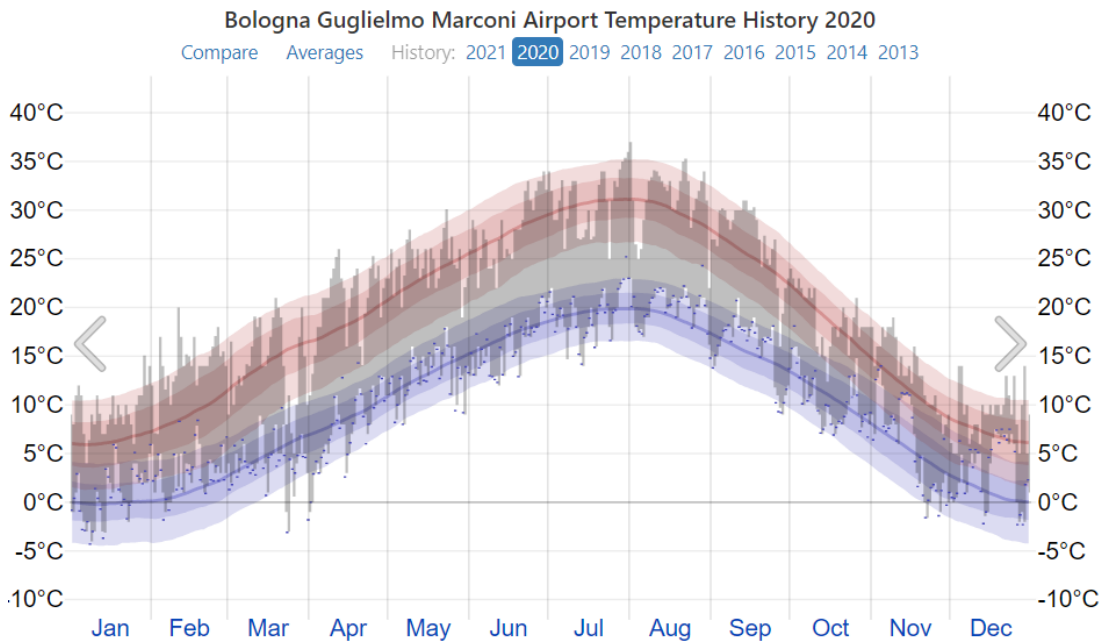
Εικόνα 7 Περιβαλλοντικές συνθήκες στην περιοχή της Μπολόνια (climate-data.org)



Εικόνα 8 Θερμοκρασίες στη περιοχή της Μπολόνια . Με γκρι οι ημερήσιες τιμές , με κόκκινη γραμμή οι μέσες μέγιστες και με μπλέ γραμμή οι μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες για το έτος 2018 (weatherspark.com)



Εικόνα 9 Θερμοκρασίες στη περιοχή της Μπολόνια . Με γκρι οι ημερήσιες τιμές , με κόκκινη γραμμή οι μέσες μέγιστες και με μπλέ γραμμή οι μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες για το έτος 2019 (weatherspark.com)



Εικόνα 10 Θερμοκρασίες στη περιοχή της Μπολόνια . Με γκρι οι ημερήσιες τιμές , με κόκκινη γραμμή οι μέσες μέγιστες και με μπλε γραμμή οι μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες για το έτος 2020 (weatherspark.com)

Η συνολική περιοχή της μελέτης έχει έκταση 9600m<sup>2</sup> χωρίς να λαμβάνονται υπόψιν οι δημόσιες περιοχές όπως πεζοδρόμια και δρόμοι . Κατασκευάζονται 8 οικογενειακές κατοικίες , εκ των οποίων οι δύο αποτελούν τη μελέτη περίπτωσης και θα είναι ίδιας αρχιτεκτονικής κατασκευής και έχουν τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά (βλέπε εικόνα 8) .

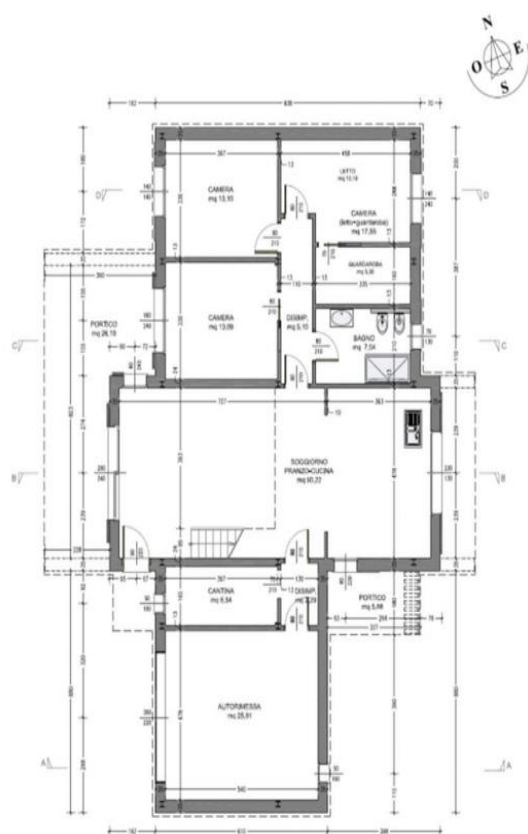




*Εικόνα 11 Φωτογραφίες από τις κατοικίες*

Η κάθε μονοκατοικία αποτελείται από μία κουζίνα , ένα καθιστικό , ένα χολ , δύο μπάνια , τρεις κρεβατοκάμαρες , ένα βοηθητικό δωμάτιο και ένα ιδιωτικό γκαράζ ενώ συμπεριλαμβάνεται ιδιωτική πρόσβαση και ιδιωτικός κήπος . Η συνολική έκταση της κάθε μονοκατοικίας είναι  $240 \text{ m}^2$  . Η είσοδος είναι σε κατεύθυνση Βόρειο-Δυτικά. Οι κατοικίες είναι σχεδιασμένες ώστε να υποδεχτούν οικογένειες μέχρι πέντε ατόμων.

Όλη η γειτονιά γύρω από τη μελέτη περίπτωσης κατασκευάζεται με βάση τις οδηγίες του ευρωπαϊκού προγράμματος ZERO-PLUS με προοπτική να βελτιωθούν οι μικροκλιματικές συνθήκες , η ποιότητα ζωής και η ενεργειακή αποδοτικότητα της περιοχής . (Συννεφά , 2017)



Εικόνα 12 Κάτοψη κτιρίου και Μοντέλο ενεργειακής προσομοίωσης σε 3D βάση του Energy Plus .

Πίνακας 2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Κελύφους Κτιρίων .

Γενικές πληροφορίες	Κατοικία Α	Κατοικία Β
Ολική Επιφάνεια Δαπέδου	241 m <sup>2</sup>	259 m <sup>2</sup>
Καθαρή Επιφάνεια Δαπέδου	118 m <sup>2</sup>	131 m <sup>2</sup>
Προσανατολισμός Κτιρίου	Νοτιοδυτικά	Νοτιοδυτικά
Όροφοι	1	2
Υπνοδωμάτια	3	3
<b>Συντελεστές Θερμικής Μετάδοσης</b>		
U-τιμή τοίχων	0,16 W/ m <sup>2</sup> K	0,25 W/ m <sup>2</sup> K
U-τιμή σκεπής	0,12 W/ m <sup>2</sup> K	0,18 W/ m <sup>2</sup> K
U-τιμή δαπέδου	0,17 W/ m <sup>2</sup> K	0,17 W/ m <sup>2</sup> K
<b>Άλλες Παράμετροι</b>		
Σκίαση	Χειροκίνητες Περσίδες	
Τύπος Υαλοπινάκων	Τριπλά ελασματοποιημένα τζάμια 33.1 στο εξωτερικό (επιλεκτική επεξεργασία) και στο εσωτερικό υαλοπίνακα (με χαμηλές εκπομπές ακτινοβολίας) και γυαλί 4 mm. Δύο υαλοπίνακες με αργό στο διάκενο πάχους 12 mm προς τα έξω και 20 mm μέσα. U <sub>g</sub> = 0,6 W/ m <sup>2</sup> K για τον υαλοπίνακα.	

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου,

υπολογίστηκαν σύμφωνα με την σχέση :

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_d + R_a}$$

U [W/(m<sup>2</sup>K)]: ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου<sup>2</sup>,

n: το πλήθος στρώσεων δομικού στοιχείου ,

<sup>2</sup> Ως U-τιμές ορίζεται ως ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου ή ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας στο εσωτερικό μίας κατασκευής και στη προκειμένη περίπτωση , σε μια κατοικία . Όσο χαμηλότερες τιμές, τόσο μεγαλύτερη αντίσταση στη μεταφορά θερμότητας άρα η μόνωση του υλικού θα είναι καλή .

$d$  [m]: το πάχος στρώσης δομικού στοιχείου ,

$\lambda$  [W/(m K)]: ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης ,

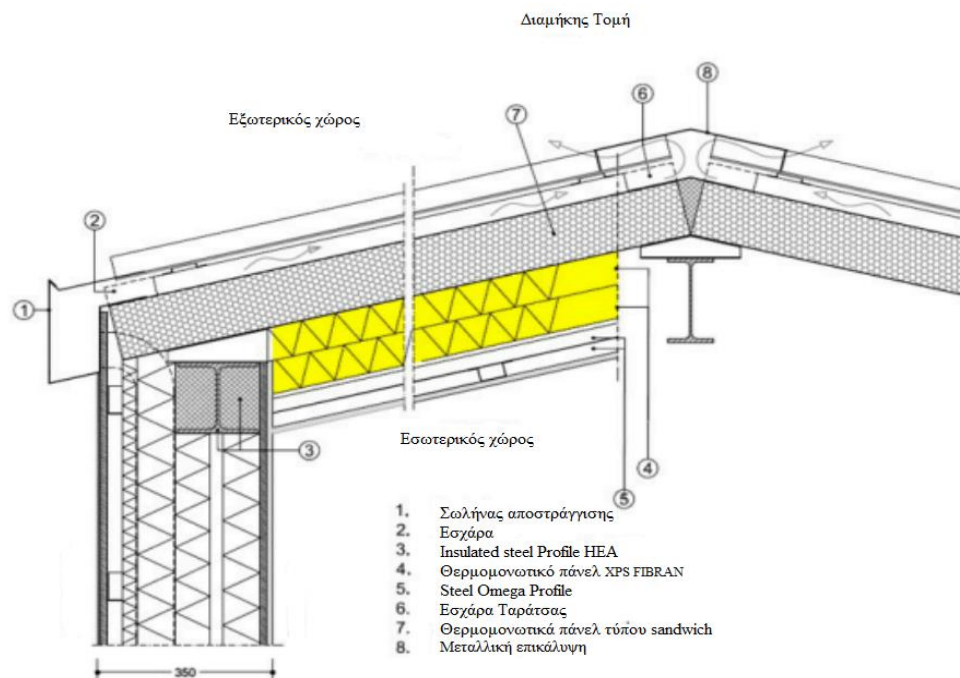
$R_s$  [m<sup>2</sup>K/W]: η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος ,

$R_i$  [m<sup>2</sup>K/W]: αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο ,

$R_e$  [m<sup>2</sup>K/W]: αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. , 20701-2/2017).

### 3.1.1 Τεχνικό Υλικό XPS FIBRAN

Θερμονωτικό σύστημα από εξηλασμένη πολυστερίνη και γυψοσανίδα χρησιμοποιήθηκε στους τοίχους και στην οροφή της μονοκατοικίας . Στην οροφή τοποθετήθηκε θερμομόνωση πάχους (7 + 7.5) cm ενώ στο ισόγειο και στους εξωτερικούς τοίχους (10 + 5) cm και 22 cm αντίστοιχα.



Εικόνα 13 Διαμήκης Τομή κτιρίου με την θερμομόνωση XPS FIBRAN (ZERO-PLUS BOOKLET, 2019)

### 3.2 Η/Μ Συστήματα και ΑΠΕ

Μελέτη περίπτωσης : Γκραναρόλο ντελ Εμίλια, Ιταλία				
Τεχνολογίες	Σημείο Τοποθέτησης	Λειτουργία	Απόδοση	Ποσότητα μονάδας
Φωτοβολταϊκό (PV)	Κοινόχρηστος Χώρος	Παραγωγή Ενέργειας	9.3 kWh/m <sup>2</sup> year	12 μονάδες για μέχρι 4 kWp
Φωτοβολταϊκό (PV)	Κτίριο	Παραγωγή Ενέργειας	39 kWh/m <sup>2</sup> year	28 μονάδες για μέχρι 8 kWp
Θερμομόνωση(XPS FIBRAN)	Κτίριο	Διατήρηση Ενέργειας	1 kWh/m <sup>2</sup> year	220mm σε τοίχους και 150mm στην οροφή
Μπαταρία(ABB REACT+)	Σε κοινόχρηστους χώρους και σε κτίριο	Διαχείριση Ενέργειας	-	1 σε κάθε κατοικία
ABB Load Control (ασφάλεια ρεύματος)	Κτίριο	Διαχείριση Ενέργειας	-	1 σε κάθε κατοικία
ABB home energy management system (σύστημα ελέγχου)	Κτίριο	Διαχείριση Ενέργειας	-	1 σε κάθε κατοικία

Εικόνα 14 Τεχνολογίες που εγκαταστάθηκαν στην μελέτη περίπτωσης .

#### 3.2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία

Στον οικισμό χρησιμοποιήθηκαν 40 πολυκρυσταλλικά PV πάνελ για παραγωγή ενέργειας . Σε κάθε μονοκατοικία τοποθετήθηκαν 14 PV πάνελ στην οροφή με 8kWp με συνολική παραγωγή ενέργειας 39 kWh/m<sup>2</sup> y . Επιπρόσθετα , τοποθετήθηκαν 6 επιπλέον φωτοβολταϊκά με 4 kWp και συνολικής παραγωγής 9kWh/m<sup>2</sup> y για την κάλυψη των αναγκών .

#### 3.2.2 Αποθήκευση ενέργειας

Ένα στέλεχος ABB REACT+ έχει εγκατασταθεί στο τεχνικό δωμάτιο της κάθε μονοκατοικίας για να αποθηκεύει την ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία . Αυτό το σύστημα επιτρέπει την διαχείριση στην κατανάλωση ενέργειας και στην αποθήκευση ενέργειας της μονοκατοικίας μαζί με την βοήθεια του ABB load control και του ABB home energy management system (HEMS) .

#### 3.2.3 Μετεωρολογικός σταθμός

Τοποθετήθηκε μικρός μετεωρολογικός σταθμός της εταιρίας Davis (εικόνα 7) . Είναι ασύρματος και παρέχει με ακρίβεια και αξιοπιστία την δυνατότητα καταγραφής των

μετεωρολογικών παραμέτρων της θερμοκρασίας , της σχετικής υγρασίας , της βροχόπτωσης , της ατμοσφαιρικής πίεσης καθώς και την ένταση και την διεύθυνση του ανέμου.(ΣΤΡΑΒΩΝ)



Εικόνα 15 Σύστημα μετεωρολογικού σταθμού

### 3.2.4 Σύστημα καταγραφής εσωτερικών συνθηκών

Το σύστημα για την παρακολούθηση των εσωτερικών συνθηκών και των καταναλώσεων ενέργειας του κτιρίου έχουν εγκατασταθεί βάση των οδηγιών του τεχνικού συμβουλίου του έργου για να είναι σίγουρη η σωστή καταγραφή των δεδομένων . Τα παρακάτω είναι τα δεδομένα που καταγράφηκαν :

- Θερμοκρασία αέρα δωματίου , σχετική υγρασία , συγκέντρωση CO<sub>2</sub> , κατάσταση παραθύρων (ανοιχτά/κλειστά) .
- Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση , ψύξη χώρου και θέρμανση νερού .
- Παραγωγή ενέργειας και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας .

Σημειακά δεδομένα καταγράφηκαν από κινητή μονάδα μικροκλιματικών συνθηκών και αισθητήρων πριν την εγκατάσταση των οικογενειών .

### 3.2.5 Διαχείριση φορτίου (ABB Load Control)

Οι συσκευές διαχείρισης φορτίου είναι μια απλή και αξιόπιστη λύση για την παρακολούθηση παραμέτρων δικτύου παραμέτρων δικτύου όπως τάση , ρεύμα , ισχύς, ακολουθία φάσεων και συνέπεια δικτύου . Η προσπίπτουσα διαφάνεια



επιτρέπει την έγκαιρη παρέμβαση για να εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητα των εγκαταστάσεων .



Εικόνα 16 Αισθητήρες για εσωτερικές συνθήκες (αριστερά θερμικής άνεσης , στο κέντρο και δεξιά ροής θερμότητας)

### 3.3 Επεξεργασία δεδομένων με Python

Η επεξεργασία των μετρήσεων γίνεται με την γλώσσα προγραμματισμού Python . Η Python είναι διερμηνευόμενη , γενικού σκοπού και υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού . Ανήκει στις γλώσσες προστακτικού προγραμματισμού και υποστηρίζει τόσο το διαδικαστικό όσο και το αντικειμενοστραφές προγραμματιστικό υπόδειγμα .

Ο κύριος στόχος της είναι η αναγνωσιμότητα του κώδικά της και η ευκολία χρήσης της. Το συντακτικό της επιτρέπει στους προγραμματιστές να εκφράσουν έννοιες σε λιγότερες γραμμές κώδικα από ότι θα ήταν δυνατόν σε γλώσσες όπως η C++ ή η Java. Διακρίνεται λόγω του ότι έχει πολλές βιβλιοθήκες που διευκολύνουν ιδιαίτερα αρκετές συνηθισμένες εργασίες και για την ταχύτητα εκμάθησής της. Μειονεκτεί στο ότι επειδή είναι διερμηνευόμενη είναι πιο αργή από τις μεταγλωττιζόμενες γλώσσες όπως η C και η C++. Για αυτόν τον λόγο δεν είναι κατάλληλη για γραφή λειτουργικών συστημάτων.



*Εικόνα 17 Λογότυπο Python*

Για την χρήση της γλώσσας Python χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα PyCharm . Είναι περιβάλλον στο οποίο με την κατάλληλη εγκατάσταση βιβλιοθηκών μπορεί ο χρήστης να επεξεργαστεί ότι δεδομένο θέλει για ανάλυση κώδικα (code analysis) , γραφικό πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων (graphical debugger) , ενσωματωμένος ελεγκτής μονάδας (integrated unit tester) και υποστηρίζει διαδικτυακή ανάπτυξη (web development ) με Django όπως και ανάλυση δεδομένων (data science) με Anaconda.



*Εικόνα 18 Λογότυπο προγραμματιστικού περιβάλλοντος PyCharm*

Το Anaconda είναι μια ελεύθερη και open-source συλλογή πακέτων, των γλωσσών προγραμματισμού Python και R, για την επιστημονική πληροφορική (επιστήμη δεδομένων, εφαρμογές μηχανικής μάθησης, επεξεργασία δεδομένων μεγάλης κλίμακας, προγνωστικά αναλύσεις κλπ.), που αποσκοπεί στην απλοποίηση της διαχείρισης πακέτων.

Το Anaconda περιέχει μια συλλογή εκατοντάδων πακέτων, μεταξύ αυτών, τον package manager, conda, το οποίο μπορεί πολύ εύκολα να εγκαταστήσει και να ενημερώσει τα επιθυμητά πακέτα αλλά και τα εξαρτημένες μεταβλητές τους .



Ο λόγος επιλογής της προγραμματιστικής γλώσσας είναι η δυνατότητα που έχει στην απλοποίηση των εντολών , τρεις βιβλιοθήκες εντολών που βοηθούν στην επίλυση των ζητούμενων προβλημάτων , οι οποίες είναι η NumPy , Pandas και Matplotlib και η κάθε μία συνεισφέρει , με ευκολία στον χειρισμό , στο δικό της κομμάτι στον αλγόριθμο .

### 3.4 Δεδομένα

Τα δεδομένα που δόθηκαν είναι σε μορφή CSV file δηλαδή comma separated values (τιμές χωρισμένες με κόμμα) και χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες . Η πρώτη κατηγορία δεδομένων ήταν της πρώτης κατοικίας, η δεύτερη κατηγορία δεδομένων ήταν της δεύτερης κατοικίας και η τρίτη κατηγορία δεδομένων ήταν τα δεδομένα καιρού της περιοχής μελέτης .

Για τις κατοικίες (πρώτη , δεύτερη κατηγορία) δόθηκαν δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας όπως :

- 1) Καταναλώσεις ζεστού νερού .
- 2) Ηλεκτρικές καταναλώσεις συσκευών(Power Load A file)
- 3) Καταναλώσεις για ψύξη ή θέρμανση (Power Load file)
- 4) Συνολική κατανάλωση με φώτα (Loads Energy Cons. file)

Δεδομένα για παραγωγή ενέργειας :

- 1) Από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (PV Energy file)

Δεδομένα για επιπρόσθετη κατανάλωση ενέργειας :

- 1) Εισαγωγή ενέργειας από το δίκτυο (PV Grid Energy Import file)

Δεδομένα εσωτερικού χώρου :

- 1) Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (Space CO<sub>2</sub> level file)
- 2) Εσωτερική υγρασία (Space relative humidity file)
- 3) Εσωτερική θερμοκρασία (Space Temperature file)

Για τα δεδομένα του καιρού (Τρίτη κατηγορία) :

- 1) Ηλιακή Ακτινοβολία (solar radiation file)

- 2) Σχετική Υγρασία (relative humidity file)
- 3) Θερμοκρασία αέρα (outdoor air temperature file)

Ενώ δόθηκαν και δεδομένα θεωρητικών τιμών από 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου μέχρι 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου του επόμενου έτους για :

- 1) Παραγωγή ενέργειας
- 2) Καταναλώσεις

Κάθε αρχείο CSV , για τις τρεις κατηγορίες, περιέχει 41.000 δεδομένα περίπου σε διάρκεια από Ιούνιο 2019 μέχρι Αύγουστο του 2020 και οι μετρήσεις γινόντουσαν ανά δεκαπέντε λεπτά . Ακολουθεί παράδειγμα (εικόνα 19) για την κατανόηση των πινάκων για κάθε μορφή δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε . Υπάρχει ένας πίνακας S με μία γραμμή και τρεις στήλες , με τρία αριθμητικά δεδομένα δηλαδή το 2 , 3 , 4 . Η εντολή `s.describe()` δημιουργεί έναν πίνακα 8x2 όπου αναλύει τα δεδομένα του πίνακα S ως προς το σύνολο των δεδομένων , τον μέσο όρο , την τυπική απόκλιση , την ελάχιστη και μέγιστη τιμή και το εύρος των τιμών . Η χρήση της συγκεκριμένης εντολής μας δίνει να καταλάβουμε την γενική εικόνα των συνθηκών , αλλά για να είναι τα συμπεράσματα σωστά πρέπει να γίνει λεπτομερής ανάλυση των δεδομένων με διαγράμματα :

```
s = pd.Series ( [ 2, 3, 4 ] )
s.describe ( )
```



count	3.0	3 numbers
mean	3.0	mean or average
std	1.0	Standard Deviation
min	2.0	minimum value
25%	2.5	25th percentiles
50%	3.0	50th percentiles
75%	3.5	75th percentiles
max	4.0	maximum value

Εικόνα 19 Επεξήγηση των πινάκων που δημιουργήθηκαν στα αποτελέσματα με την χρήση εντολών της Python

## 4.Αποτελέσματα

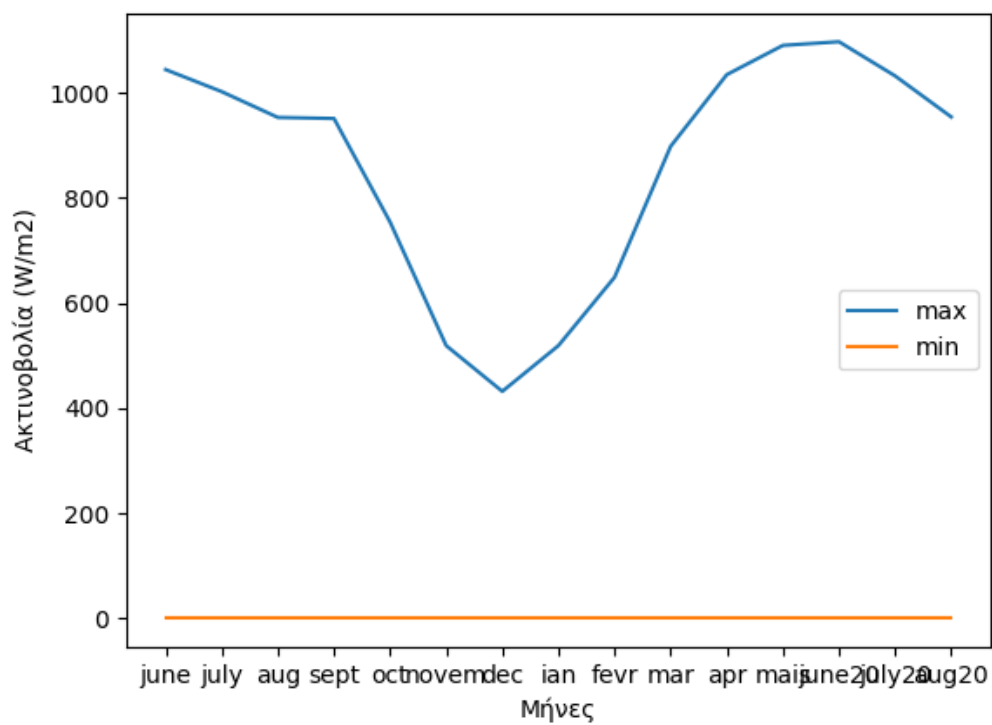
### 4.1 Ηλιακή Ακτινοβολία

Πίνακας 3 Πίνακας τιμών Ηλιακής Ακτινοβολίας Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

	Ηλιακή ακτινοβολία (W/m <sup>2</sup> )
Αριθμός Δεδομένων	42185.00
Μέσος όρος	169.60
Τυπική Απόκλιση	252.20
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.00
50%	7.00
75%	283.00
Μέγιστη Τιμή	1097.00

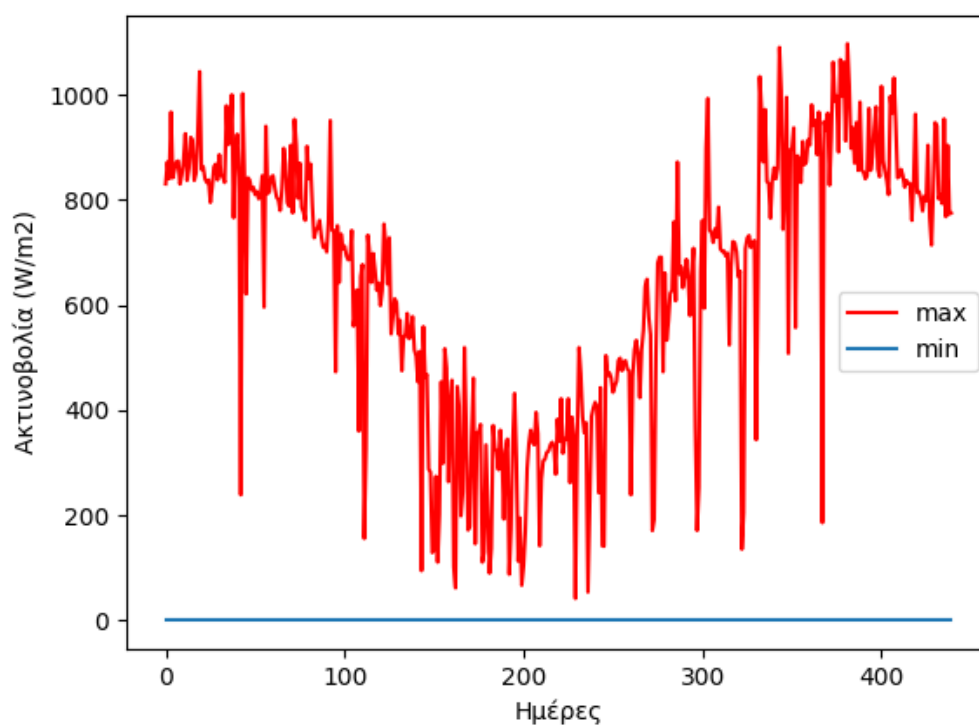
Παρατηρούμε ότι οι τιμές ακτινοβολίας είναι πιο υψηλές την περίοδο του καλοκαιριού από ότι του χειμώνα . Επίσης οι χαμηλότερες τιμές είναι προφανώς η μηδενική ακτινοβολία που υπάρχει όταν νυχτώνει . Και παρατηρείται και στα επόμενα διαγράμματα η μειωμένη ακτινοβολία τους χειμερινούς μήνες συγκριτικά με τους άλλους μήνες (εικόνα 20 ,21 και 22).

### Μηνιαίες τιμές



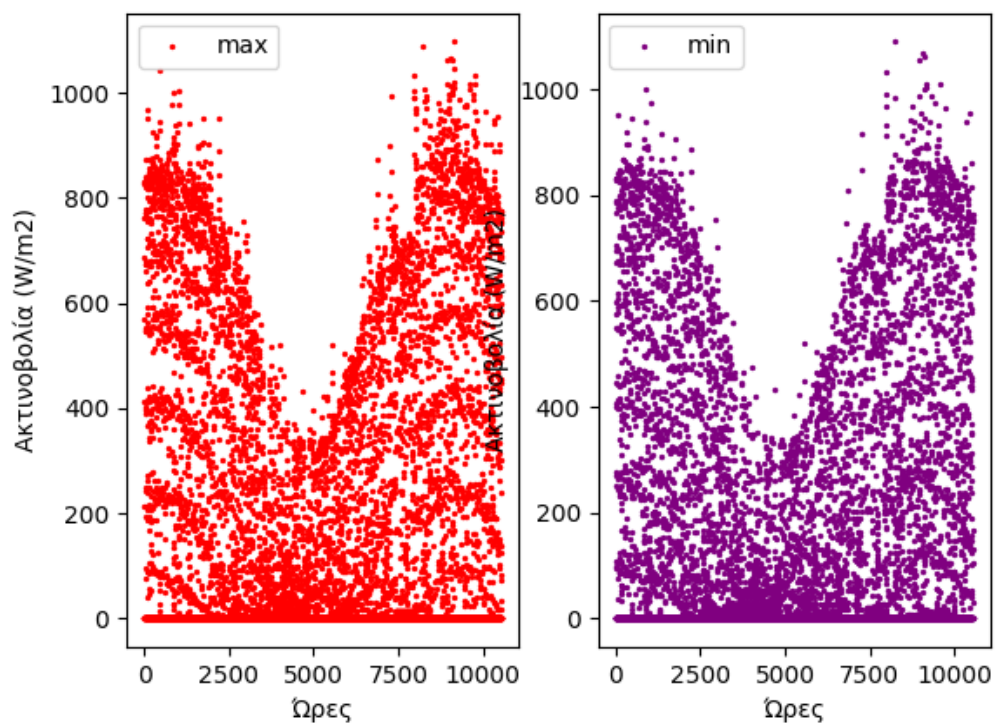
Εικόνα 20 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα ακτινοβολίας

### Ακτινοβολία ανά ημέρα



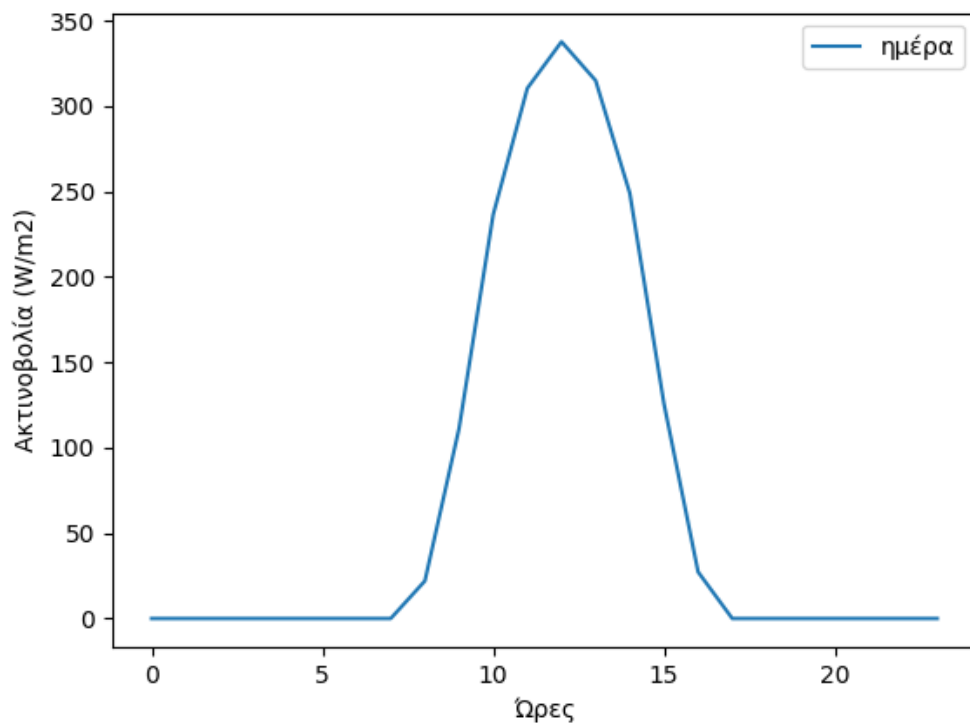
Εικόνα 21 Ημερήσιες μέγιστες και ελάχιστες τιμές ακτινοβολίας

### Ωριαίες τιμές



Εικόνα 22 Μέγιστες και ελάχιστες ωριαίες τιμές της ακτινοβολία σε όλο το διάστημα καταγραφής

### Ακτινοβολία ημέρας 5 Ιανουαρίου 2020



Εικόνα 23 Ακτινοβολία ημέρας 5 Ιανουαρίου 2020

Με βάση το διάγραμμα της ακτινοβολίας της ημέρας 5 Ιανουαρίου 2020 (εικόνα 23) παρατηρείται ομαλή αύξηση της ακτινοβολίας ανά της πρωινές ώρες και μέγιστη ακτινοβολία στις 12 το μεσημέρι .

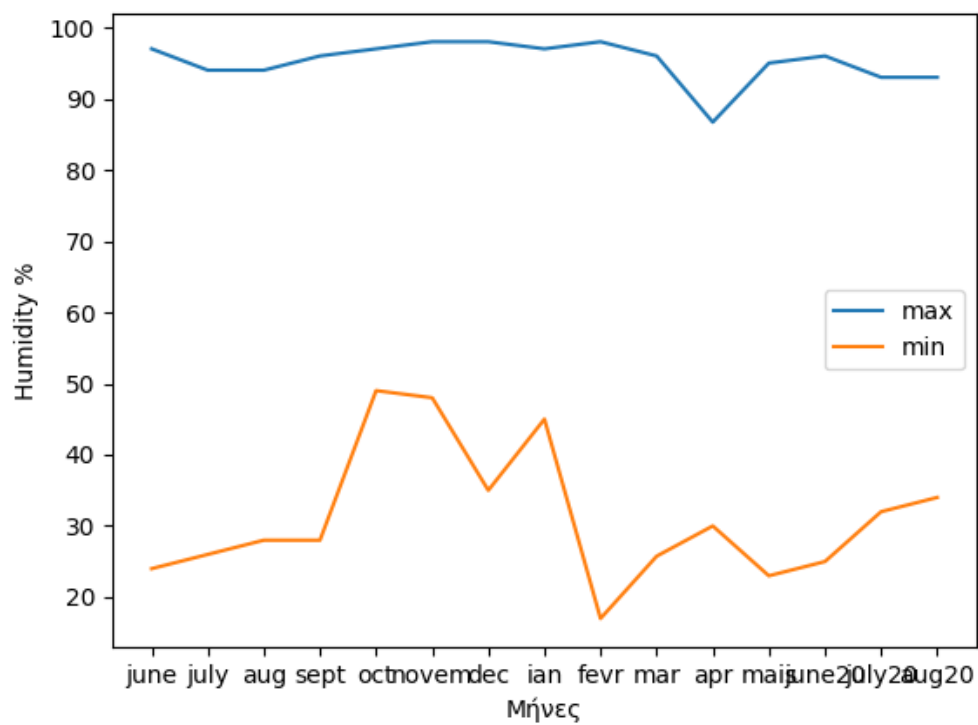
#### 4.2 Σχετική Υγρασία

Πίνακας 4 Πίνακας τιμών Εξωτερικής Υγρασίας Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

	Σχετική Υγρασία (%)
<b>Αριθμός Δεδομένων</b>	42185.00
<b>Μέσος όρος</b>	72.20
<b>Τυπική Απόκλιση</b>	17.90
<b>Ελάχιστη Τιμή</b>	17.00
<b>25%</b>	59.00
<b>50%</b>	76.00
<b>75%</b>	87.80
<b>Μέγιστη Τιμή</b>	98.00

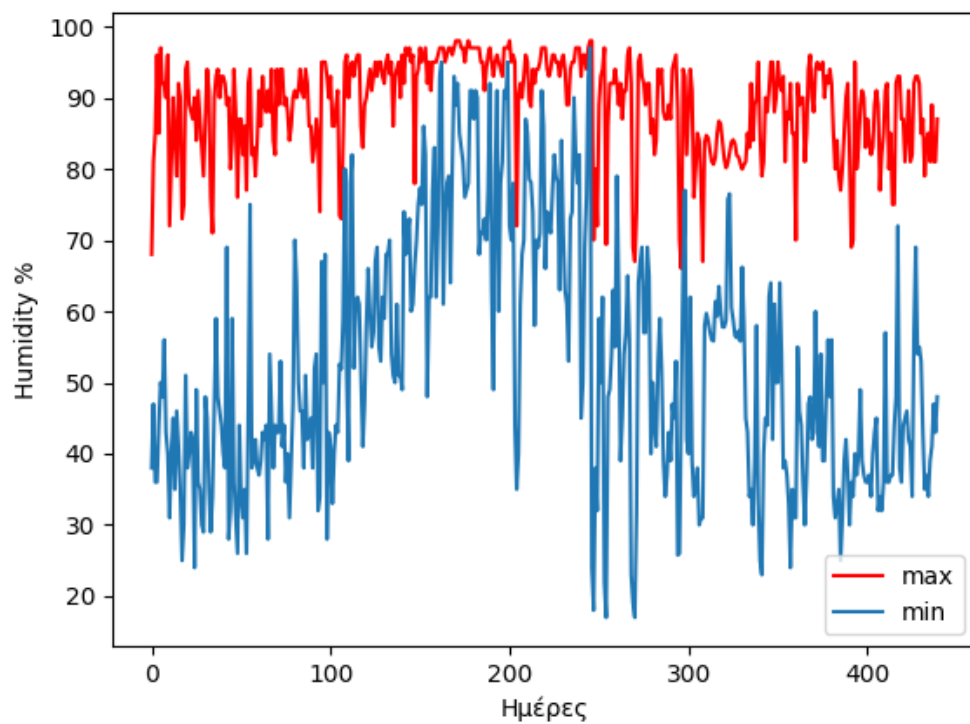
Η υγρασία παρατηρείται πως τους πιο ζεστούς μήνες έχει ελάχιστα μικρότερες μέγιστες τιμές από ότι τον χειμώνα και το φθινόπωρο (εικόνα 24 και 25). Παρόλο που είναι σε χαμηλό υψόμετρο (28m) , γύρω από την περιοχή υπάρχουν χωράφια και δύο ποτάμια σε απόσταση κοντά στα 6.5 χιλιόμετρα από την περιοχή μελέτης (Ιντιτσε ανατολικά και το κανάλι Εμιλιάνο Ρομανιόλο βόρεια της περιοχής μελέτης )

### Μηνιαίες τιμές



Εικόνα 24 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα για εξωτερική υγρασία

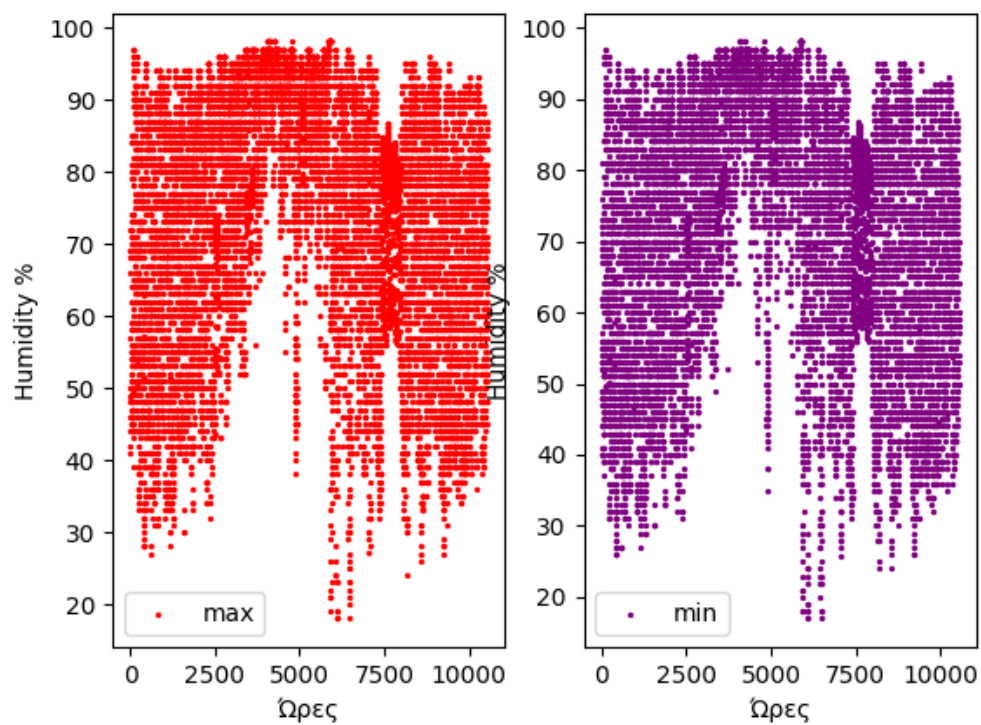
### Υγρασία ανά ημέρα



Εικόνα 25 Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ανά ημέρα για εξωτερική υγρασία

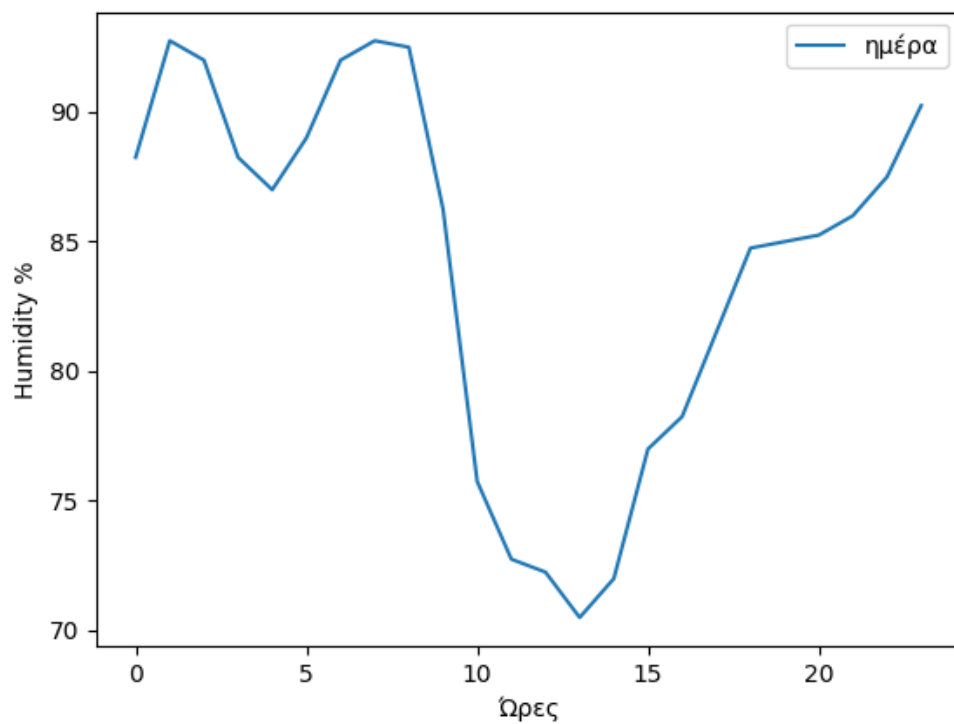


### Ωριαίες τιμές



Εικόνα 26 Μέγιστες και ελάχιστες ωριαίες τιμές για εξωτερική υγρασία στο σύνολο των τιμών .

### Υγρασία ημέρας 5 Ιανουαρίου 2020



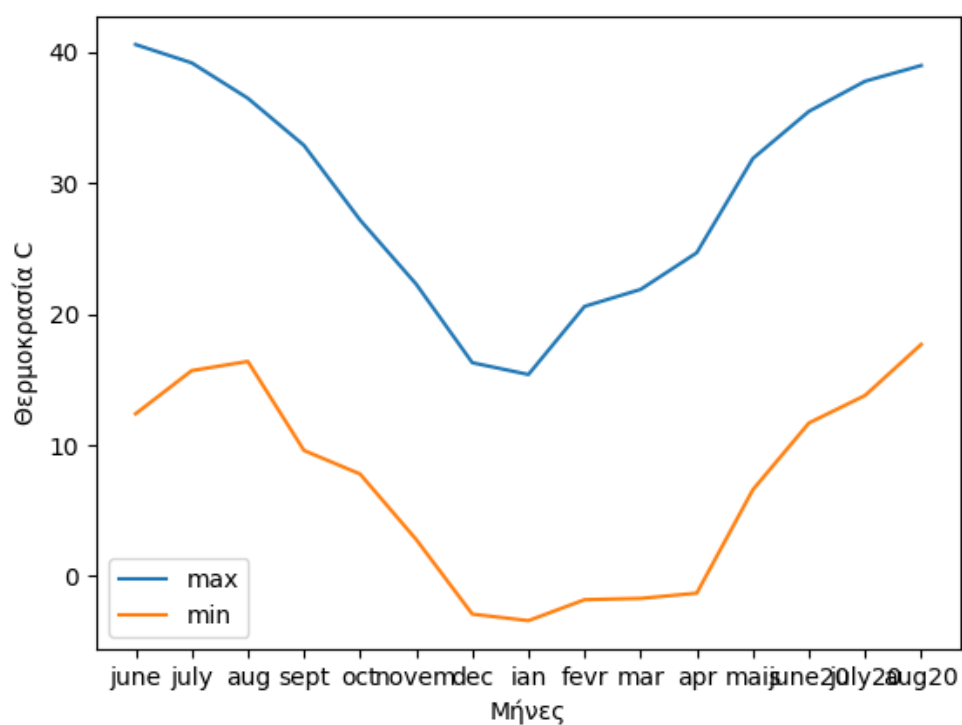
Εικόνα 27 Ωριαίες τιμές υγρασίας ημέρας 5 Ιανουαρίου 2020

### 4.3 Εξωτερική θερμοκρασία

Πίνακας 5 Πίνακας ανάλυσης Εξωτερικής Θερμοκρασίας Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

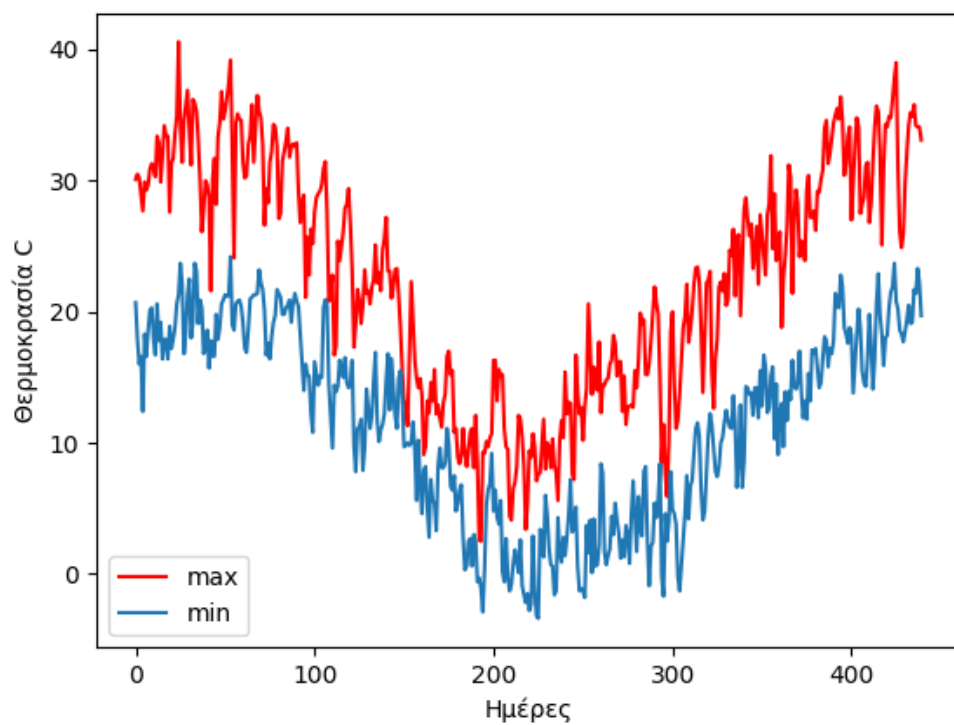
	Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)
Αριθμός Δεδομένων	42185.00
Μέσος όρος	16.90
Τυπική Απόκλιση	8.80
Ελάχιστη Τιμή	-3.40
25%	9.70
50%	17.30
75%	23.60
Μέγιστη Τιμή	40.60

Μηνιαίες τιμές



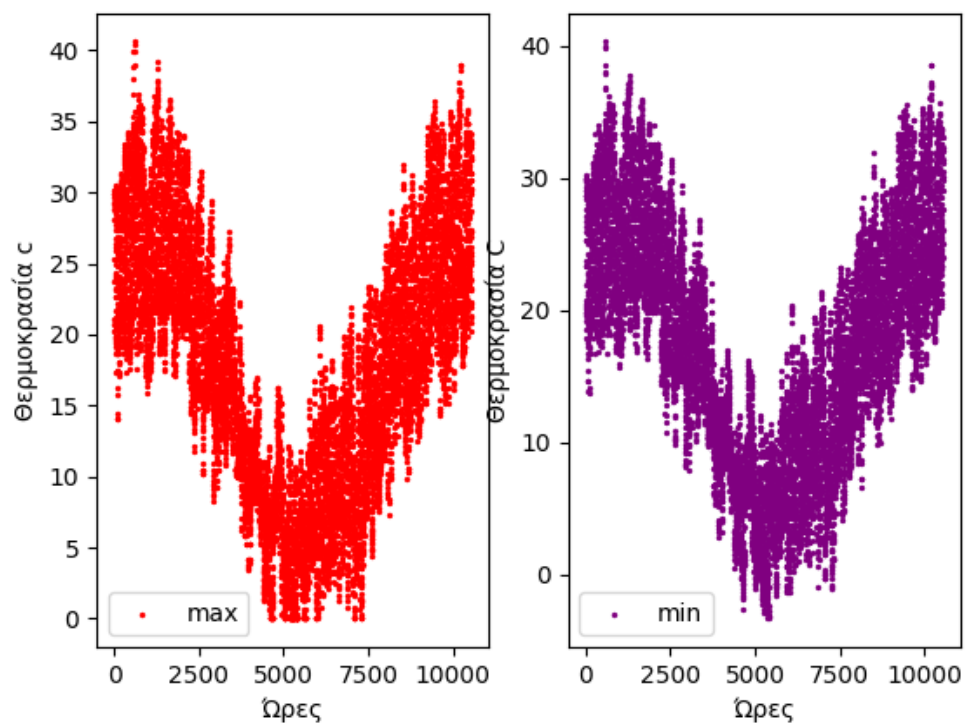
Εικόνα 28 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα για εξωτερική θερμοκρασία

### Θερμοκρασία ανά ημέρα min max



Εικόνα 29 Μέγιστες και ελάχιστες ημερήσιες τιμές για εξωτερική θερμοκρασία.

### Ωριαίες τιμές



Εικόνα 30 Μέγιστες και ελάχιστες ωριαίες τιμές για εξωτερική θερμοκρασία.

Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό δηλαδή υψηλές τιμές το καλοκαίρι με μέγιστη θερμοκρασία στους 40.6 °C και ήπιο χειμώνα με ελάχιστη -3 °C τις πρώτες πρωινές ώρες για τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο και μέση τιμή για το σύνολο των μετρήσεων κοντά στους 17.5 °C κυρίως όπως φαίνεται στα διαγράμματα (εικόνα 28 , 29 και 30) . Όπου Μ.Ο. είναι οι μέσες ωριαίες τιμές εξωτερικής θερμοκρασίας ..

#### 4.4 Εσωτερικές θερμοκρασίες κατοικίας 1 και 2

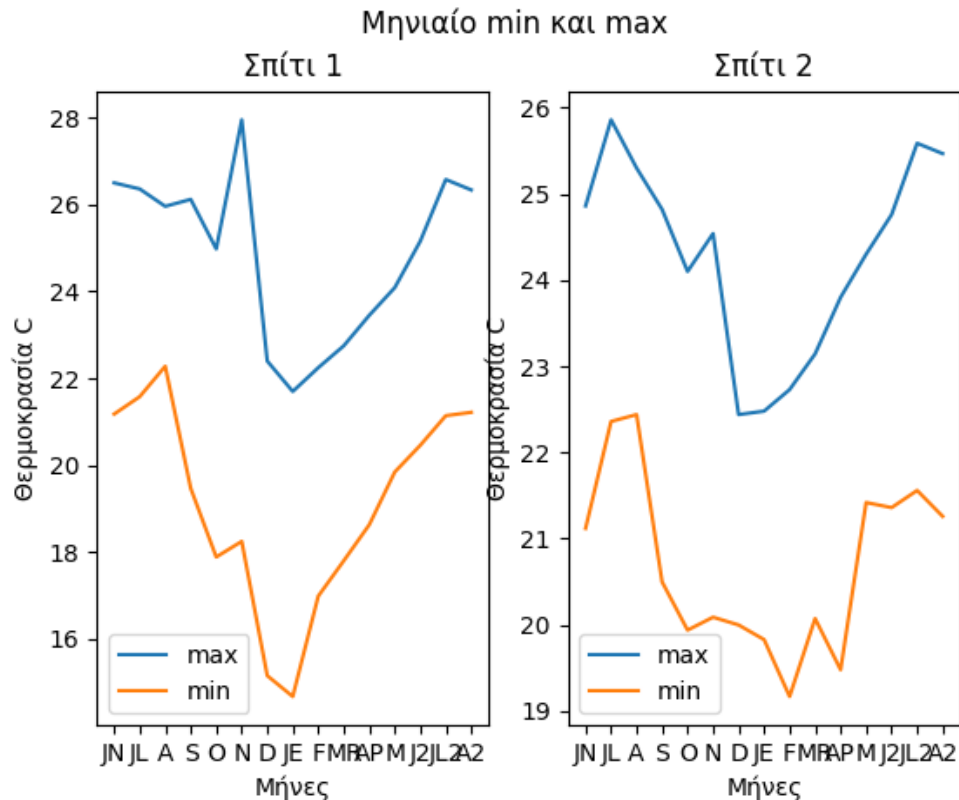
Πίνακας 6 Πίνακας ανάλυσης εσωτερικής θερμοκρασίας για το κατοικία 1 Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

	Κατοικία 1 (°C)
Αριθμός Δεδομένων	41773.00
Μέσος όρος	22.10
Τυπική Απόκλιση	1.70
Ελάχιστη Τιμή	14.60
25%	20.60
50%	22.20
75%	23.50
Μέγιστη Τιμή	27.90

Πίνακας 7 Πίνακας ανάλυσης εσωτερικής θερμοκρασίας για το κατοικία 2 Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

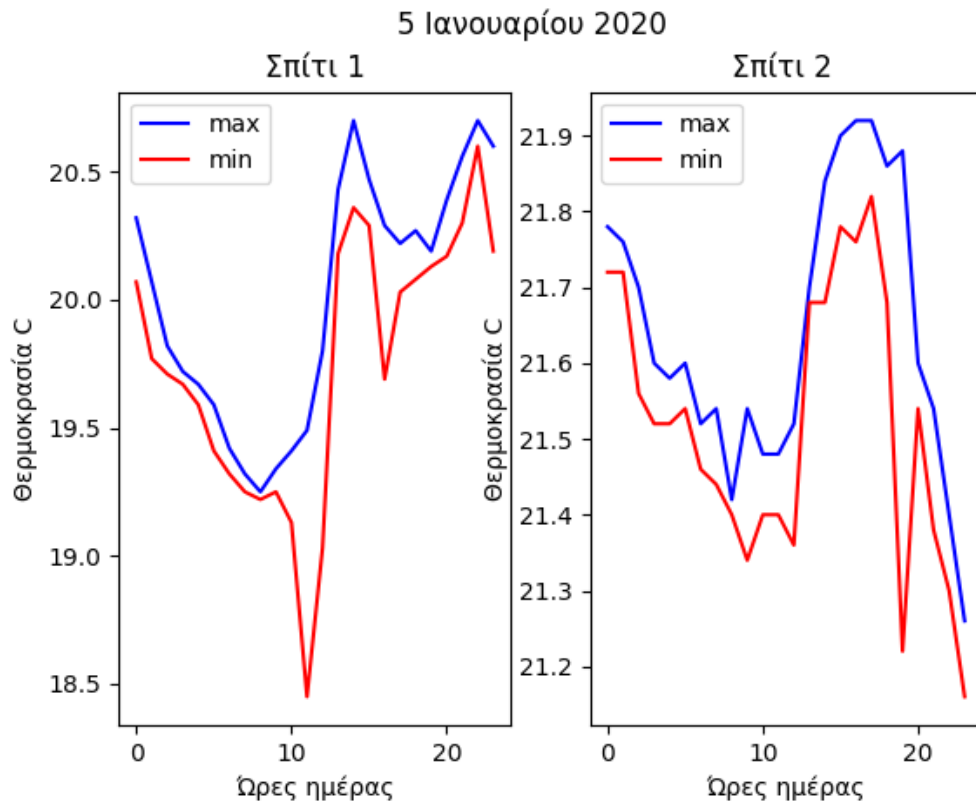
	Κατοικία 2 (°C)
Αριθμός Δεδομένων	41773.0
Μέσος όρος	22.70
Τυπική Απόκλιση	1.10
Ελάχιστη Τιμή	19.10
25%	21.60
50%	22.60
75%	23.60
Μέγιστη Τιμή	25.80

Από τους πίνακες 5 και 6 παρατηρούμε ότι και τα δυο σπίτια κατά μέσο όρο διατηρούν σταθερή θερμοκρασία γύρω στους 22 βαθμούς . Η μόνη διαφορά τους είναι ότι στο σπίτι 1 έχει παρατηρηθεί να έχει ελάχιστη θερμοκρασία 14 °C ενώ στο σπίτι 2 παρατηρούμε θερμοκρασία 19.2 °C . Η διαφορά σε αυτή την τιμή δεν μπορεί να γίνει κατανοητή από αυτές τις ενδείξεις μόνο και θα φανούν στα παρακάτω διαγράμματα .

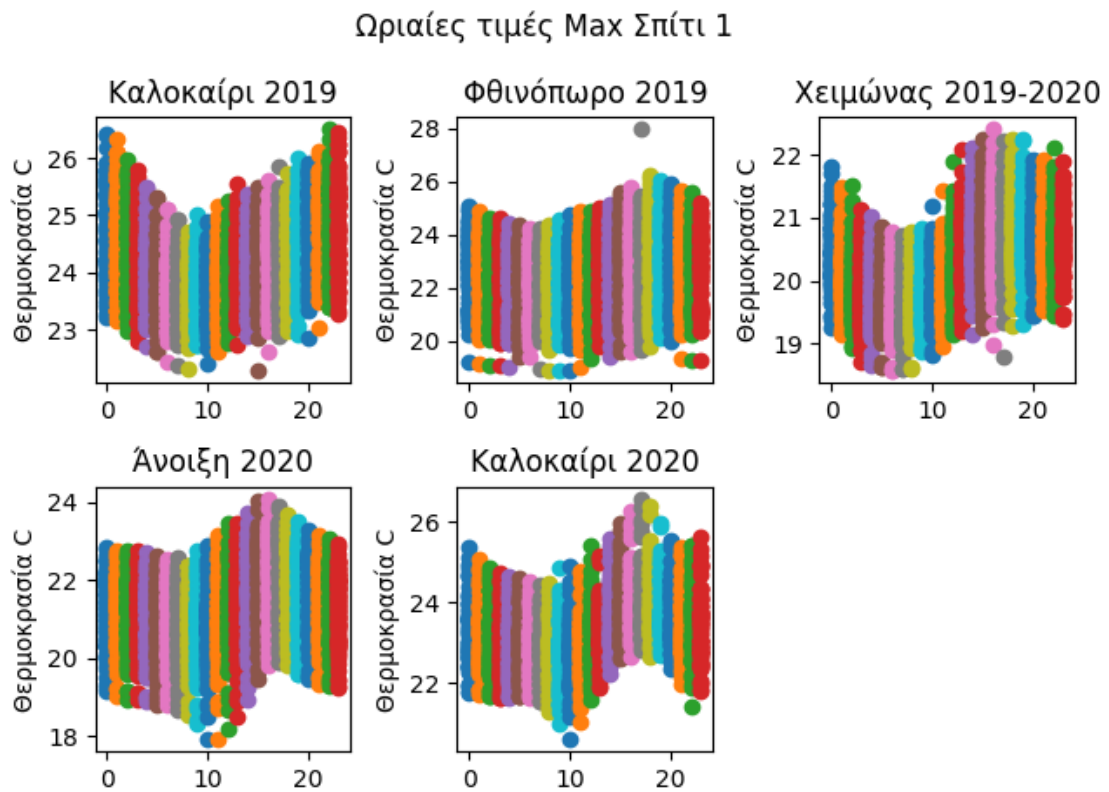


Εικόνα 31 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα εσωτερικής θερμοκρασίας

Από το διάγραμμα (εικόνα 31) παρατηρείται ότι το σπίτι 2 διατηρεί καλύτερα την θερμοκρασία κοντά στους 20 βαθμούς ακόμα και στους πιο κρύους μήνες του χειμώνα ενώ το σπίτι 1 έχει μεγάλες αυξομειώσεις και παρατηρούνται θερμοκρασίες κάτω των 20 βαθμών σε περισσότερα διαστήματα όπου θα φανεί και στα παρακάτω διαγράμματα (εικόνες 32-44) .

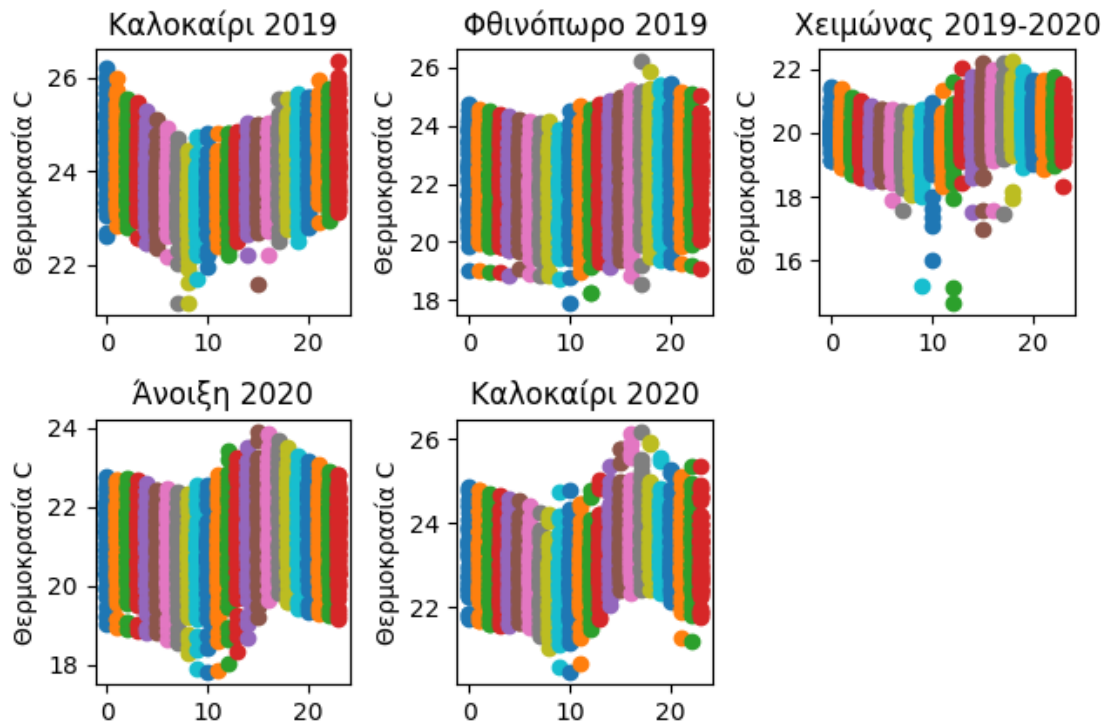


Εικόνα 32 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή εσωτερικής θερμοκρασίας στις 5 Ιανουαρίου 2020



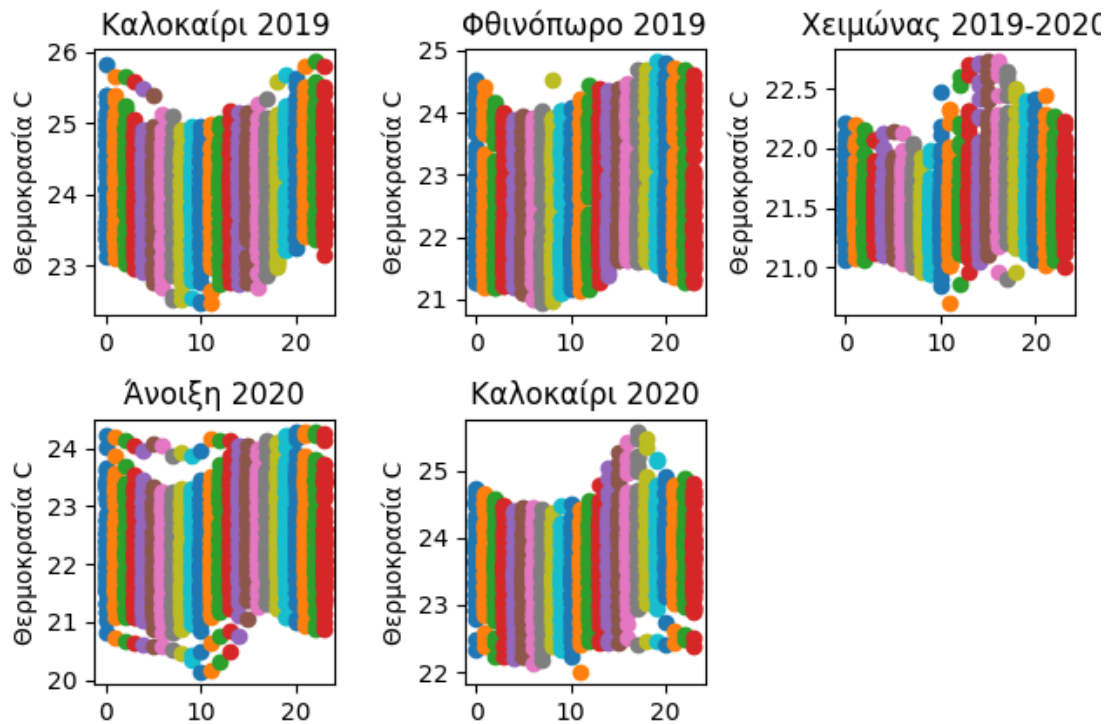
Εικόνα 33 Ωριαία κατανομή μεγίστων για εσωτερική θερμοκρασία για το κατοικία 1

### Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 1



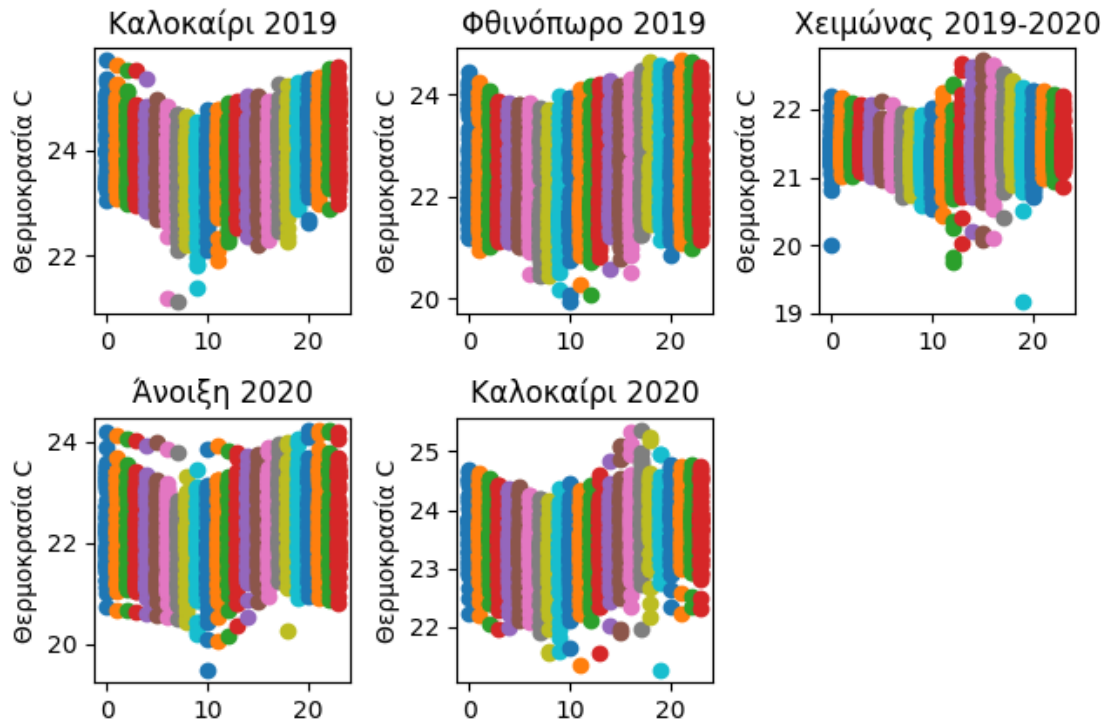
Εικόνα 34 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για εσωτερική θερμοκρασία για το κατοικία 1

### Ωριαίες τιμές Max Σπίτι 2



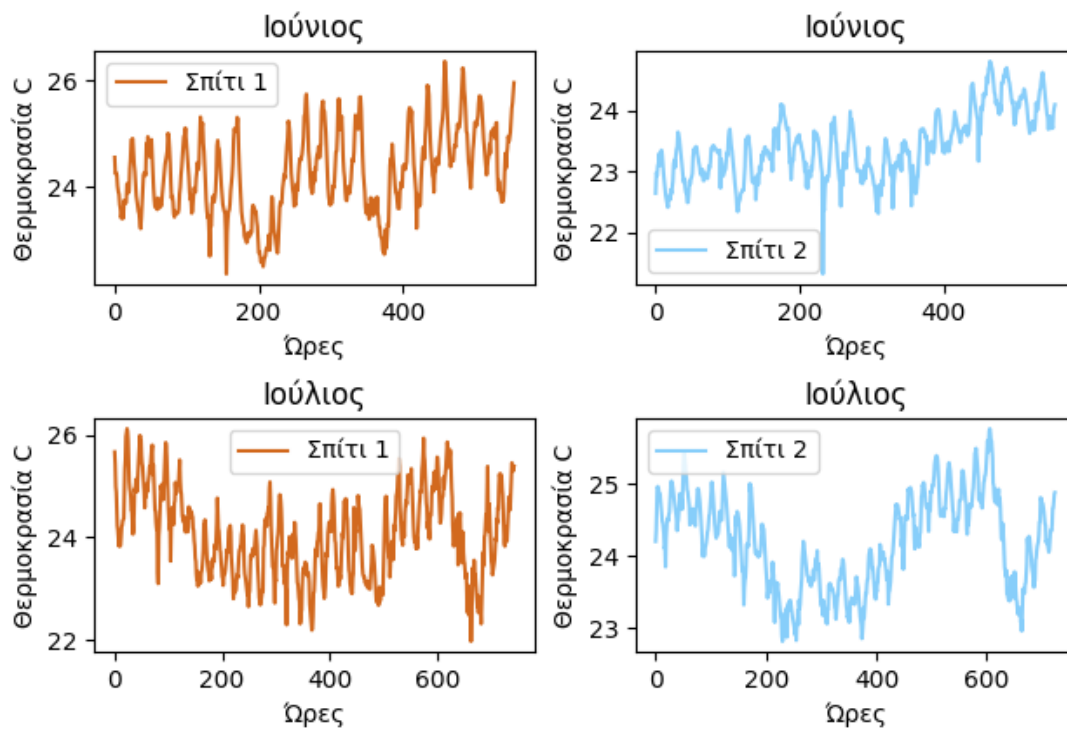
Εικόνα 35 Ωριαία κατανομή μεγίστων για εσωτερική θερμοκρασία για το κατοικία 2

### Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 2



Εικόνα 36 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για εσωτερική θερμοκρασία για το κατοικία 2

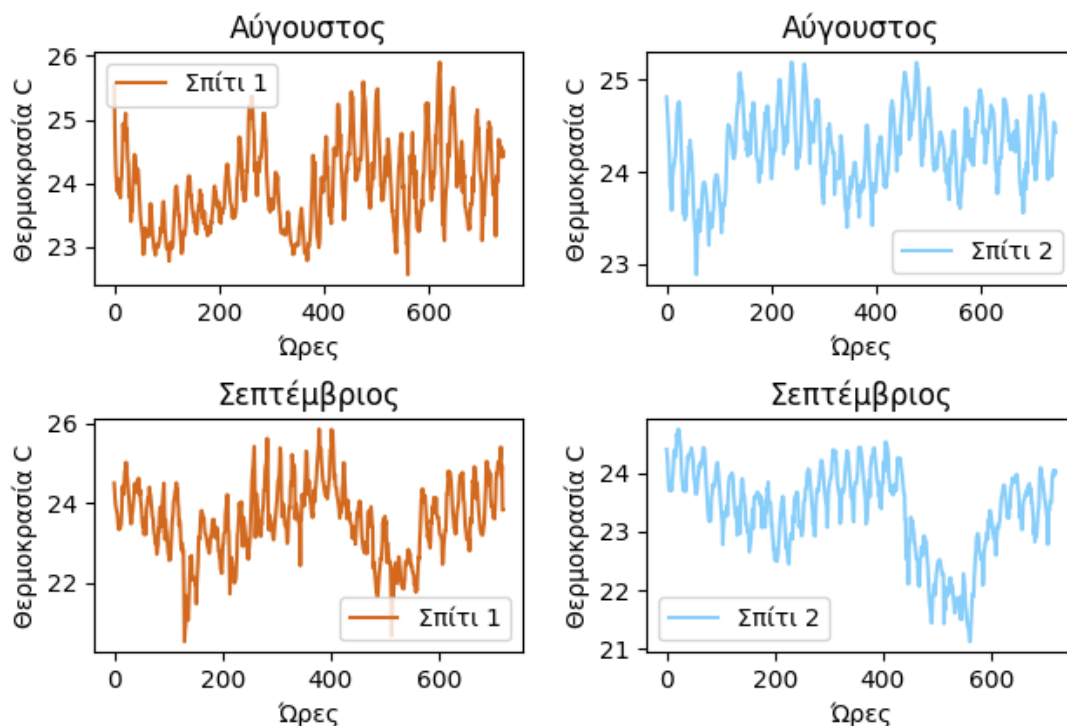
### Μήνες



Εικόνα 37 Ωριαίες τιμές Ιουνίου και Ιουλίου για εσωτερική θερμοκρασία

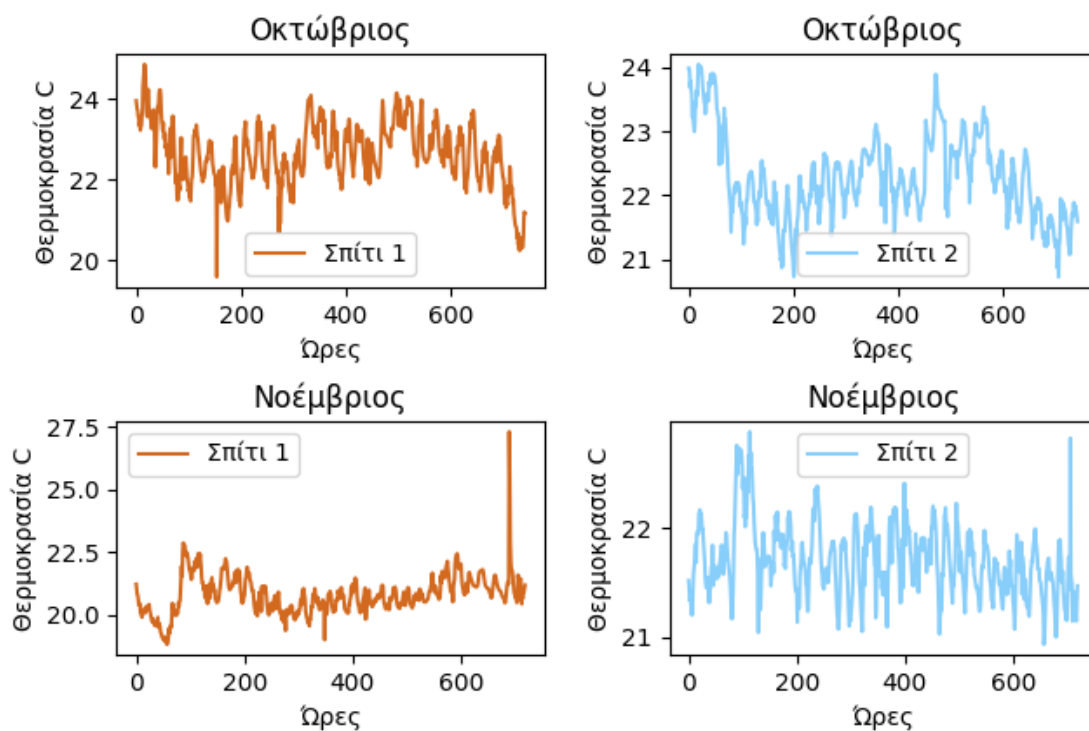


Μήνες



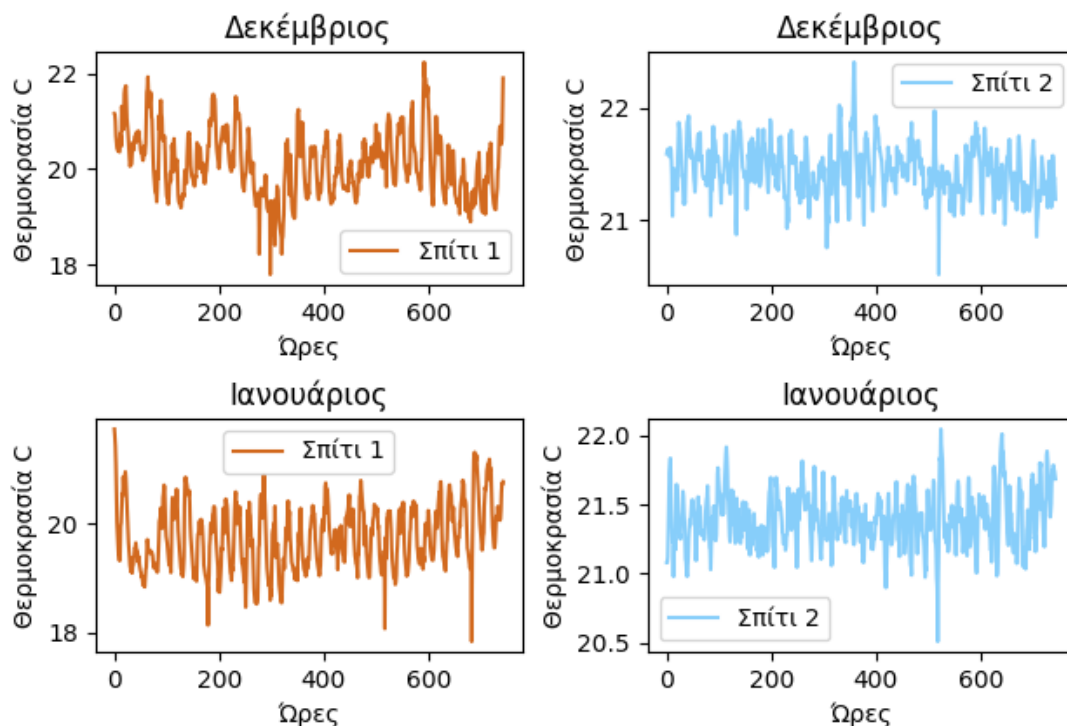
Εικόνα 38 Ωριαίες τιμές Αυγούστου και Σεπτεμβρίου για εσωτερική θερμοκρασία.

Μήνες



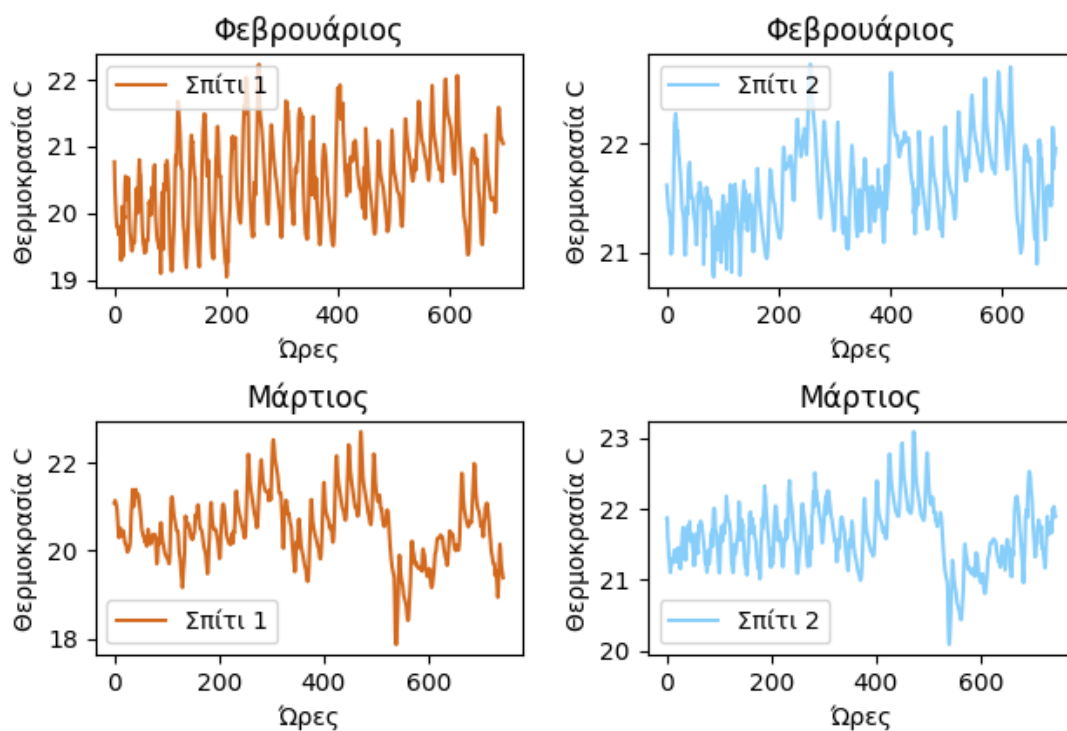
Εικόνα 39 Ωριαίες τιμές Οκτωβρίου και Ιουλίου για εσωτερική θερμοκρασία.

Μήνες



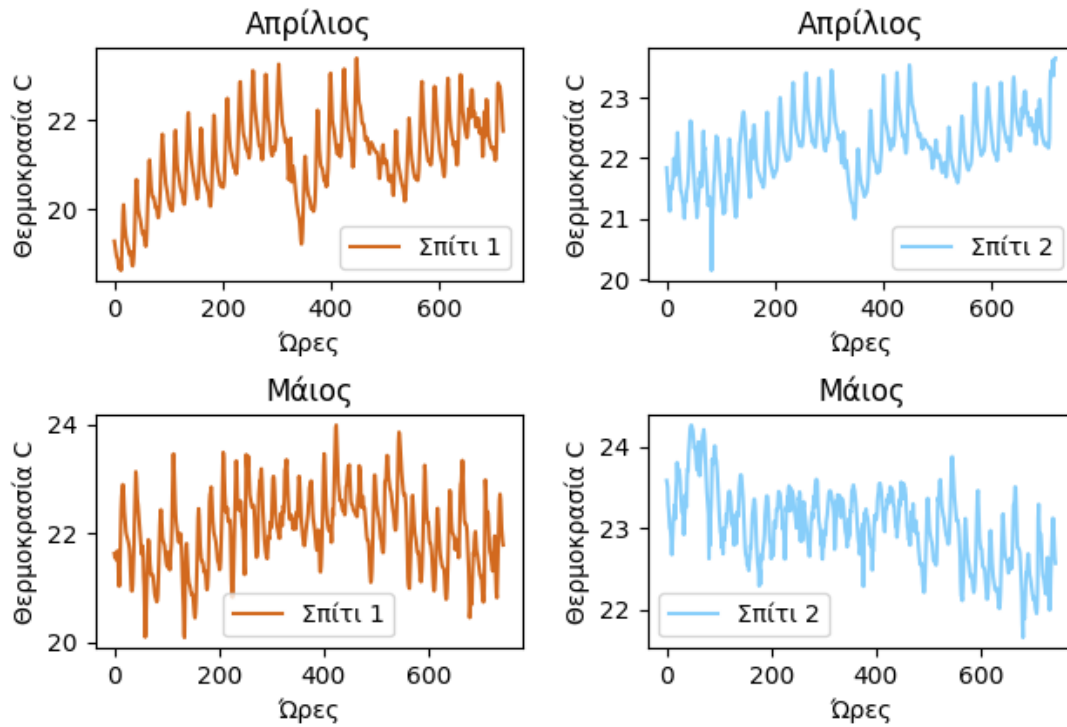
Εικόνα 40 Ωριαίες τιμές Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου για εσωτερική θερμοκρασία

Μήνες



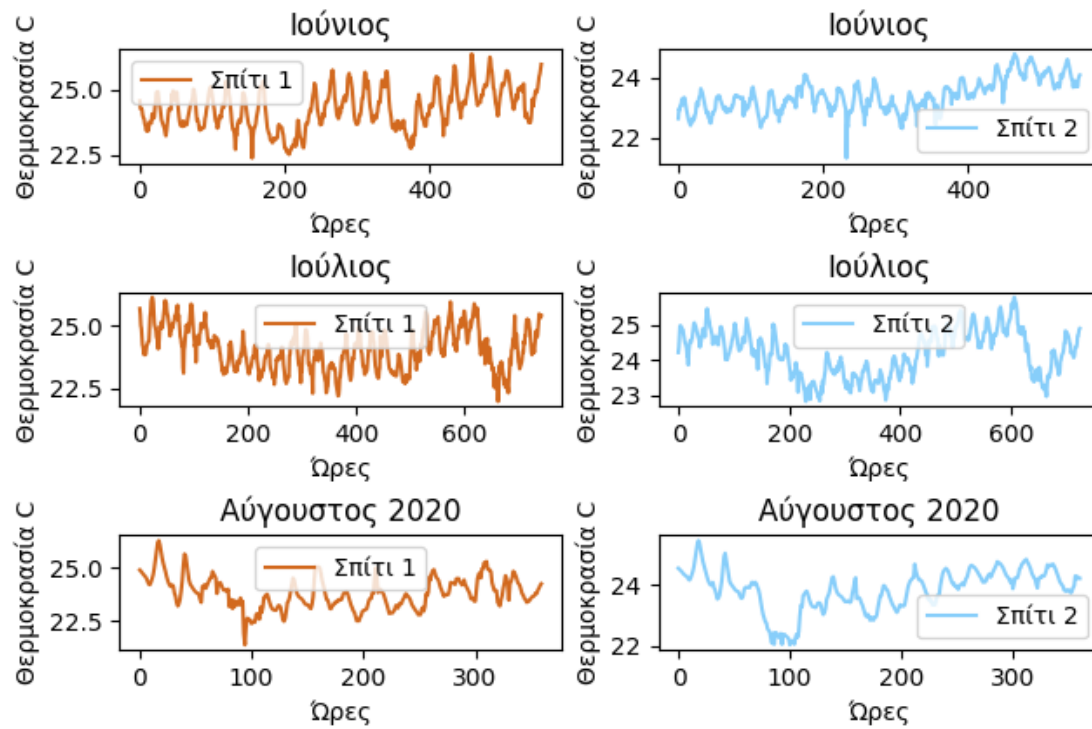
Εικόνα 41 Ωριαίες τιμές Φεβρουαρίου και Μαρτίου για εσωτερική θερμοκρασία

Μήνες

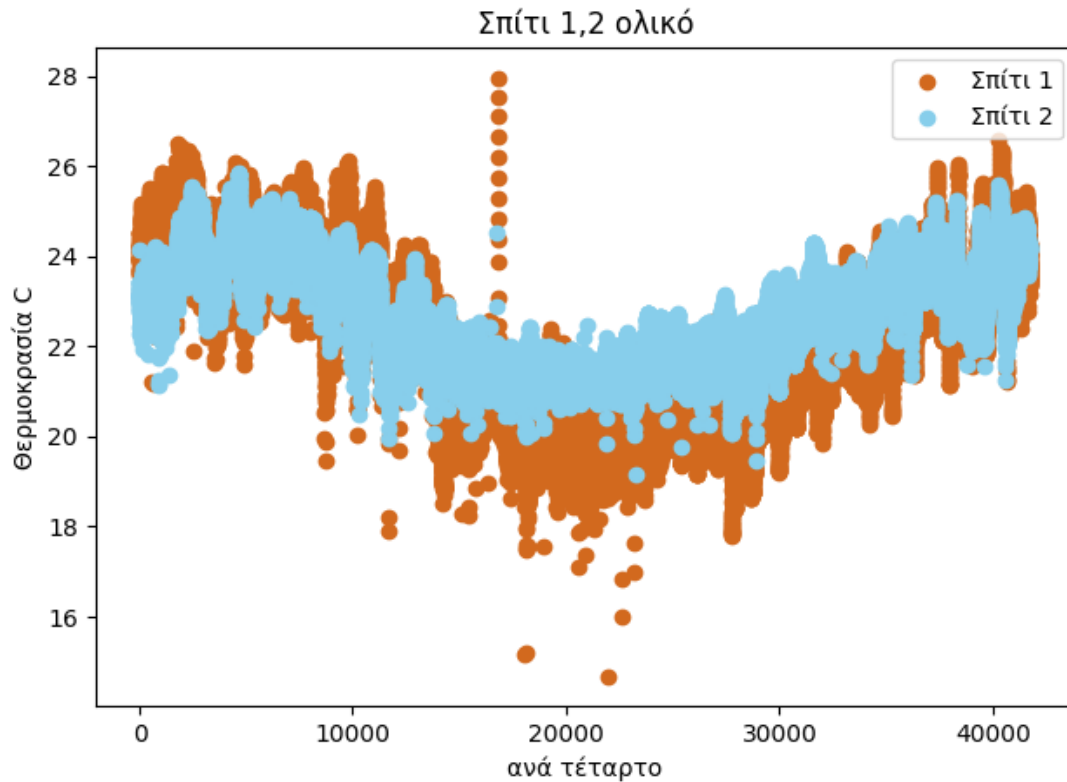


Εικόνα 42 Ωριαίες τιμές Απριλίου και Μαΐου για εσωτερική θερμοκρασία

Μήνες



Εικόνα 43 Ωριαίες τιμές Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου για εσωτερική θερμοκρασία



Εικόνα 44 Όλες οι τιμές ανά τέταρτο για εσωτερική θερμοκρασία

Η ημερομηνία 5 Ιανουαρίου είναι τυχαία επιλογή για να γίνει κατανοητή η διακύμανση των τιμών μέσα σε μια μέρα . Όπως παρατηρείται και από το διάγραμμα των Ωριαίων τιμών , από το διάγραμμα της ημέρας 5 Ιανουαρίου (εικόνα 32) αλλά και τα μηνιαία διαγράμματα (εικόνα 33-39) και το ολικό διάγραμμα (εικόνα 44) γίνεται αντιληπτό ότι το σπίτι 2 διατηρεί καλύτερα την θερμοκρασία στον χώρο σταθερή με μικρές διακυμάνσεις στις ώρες μεταξύ μέγιστων και ελάχιστων τιμών ενώ στο σπίτι 1 υπάρχουν και μεγαλύτερες διακυμάνσεις μεταξύ των αντίστοιχων τιμών αλλά παρατηρούμε και πιο ακραίες τιμές όπως αρκετές θερμοκρασίες κάτω των 20 °C αλλά και πολλές θερμοκρασίες πάνω από τους 25 °C πράγμα δυσάρεστο για την οικογένεια που μένει σε αυτό το σπίτι καθώς δεν επιτυγχάνεται θερμική άνεση στον χώρο . Όμως οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μπορεί να οφείλονται και στους ίδιους καθώς με δραστηριότητες όπως άνοιγμα παράθυρων , πολύωρη χρήση της κουζίνας , μη χρήση κουρτινών και άλλων πολλών .

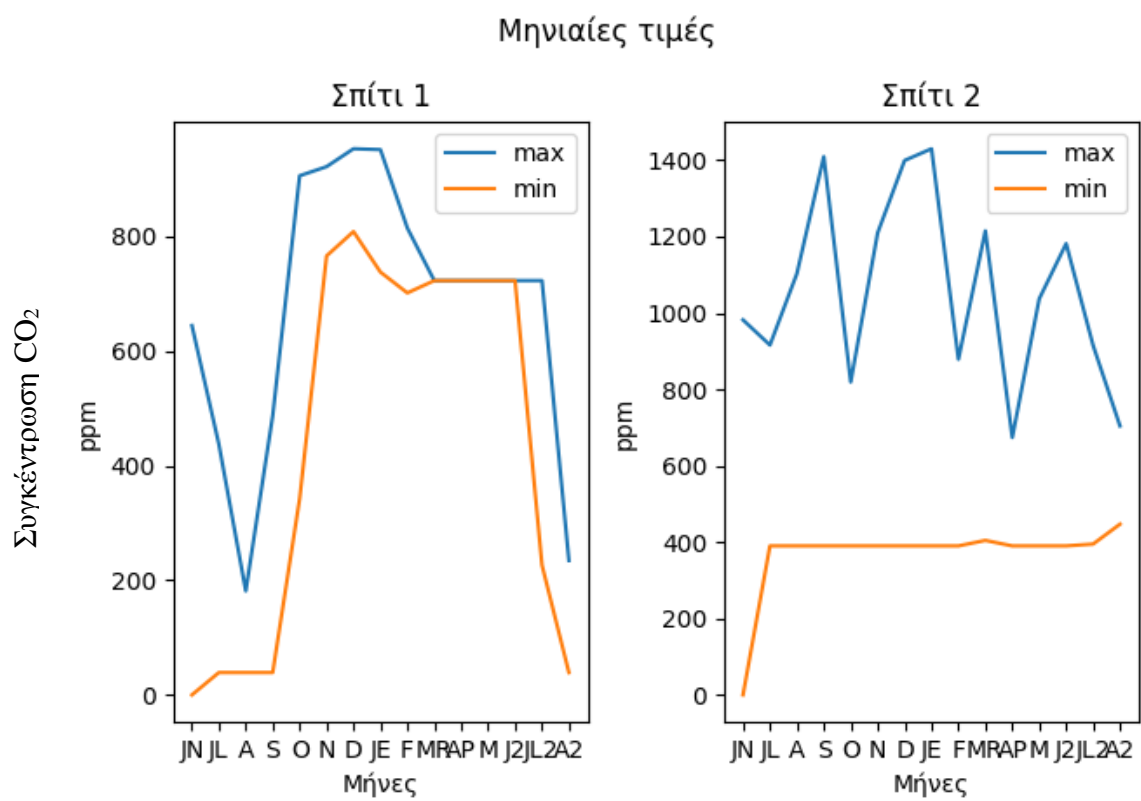
#### 4.5 Επίπεδα Διοξειδίου του Άνθρακα στον Εσωτερικό Χώρο (CO<sub>2</sub>)

Πίνακας 8 Πίνακας ανάλυσης CO<sub>2</sub> για το κατοικία 1 Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

	Κατοικία 1 CO <sub>2</sub> (ppm)
Αριθμός Δεδομένων	41773.00
Μέσος όρος	582.70
Τυπική Απόκλιση	275.10
Ελάχιστη Τιμή	39.00
25%	370.40
50%	722.30
75%	752.10
Μέγιστη Τιμή	952.30

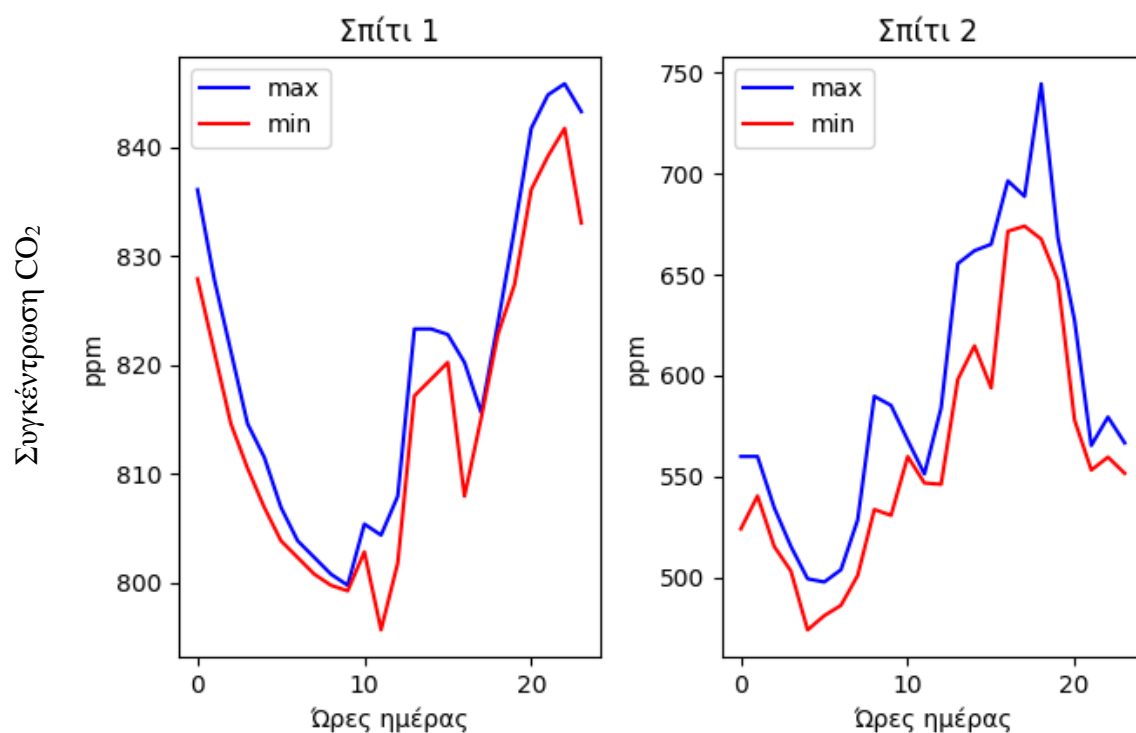
Πίνακας 9 Πίνακας ανάλυσης CO<sub>2</sub> για το κατοικία 2 Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

	Κατοικία 2 CO <sub>2</sub> (ppm)
Αριθμός Δεδομένων	41773.00
Μέσος όρος	557.32
Τυπική Απόκλιση	77.70
Ελάχιστη Τιμή	390.10
25%	514.20
50%	557.20
75%	579.50
Μέγιστη Τιμή	1429.80



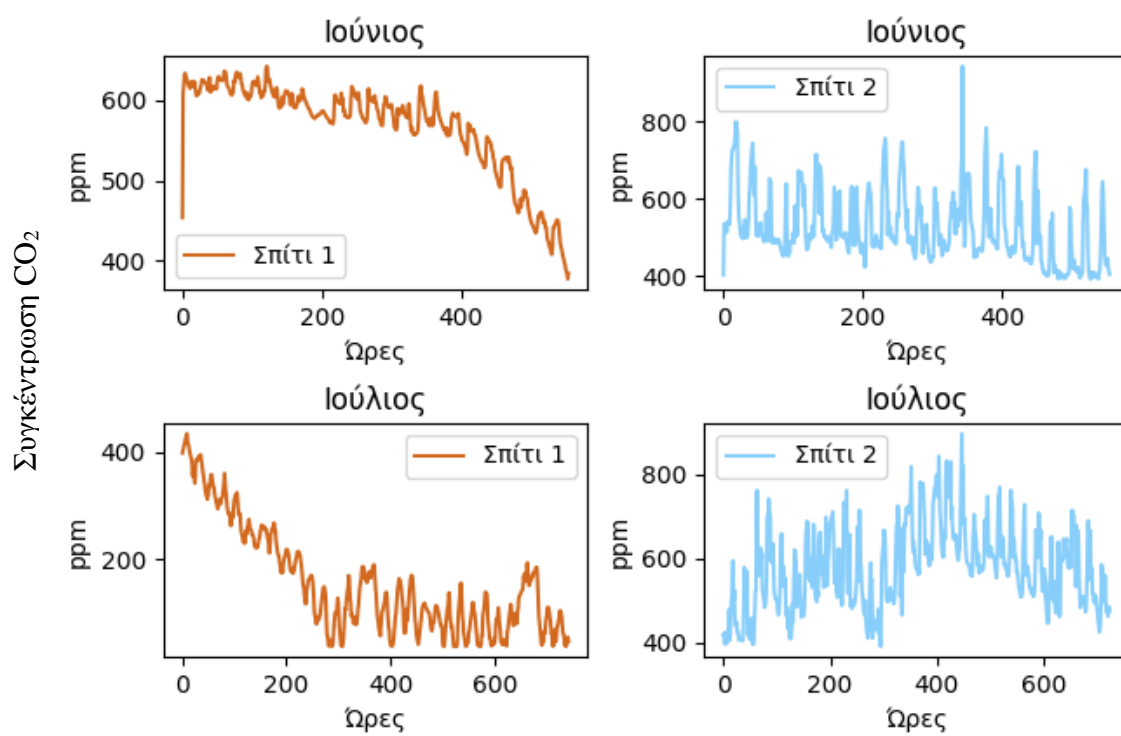
Εικόνα 45 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα για επίπεδα CO<sub>2</sub> στο κατοικία 1 και κατοικία 2

5 Ιανουαρίου 2020

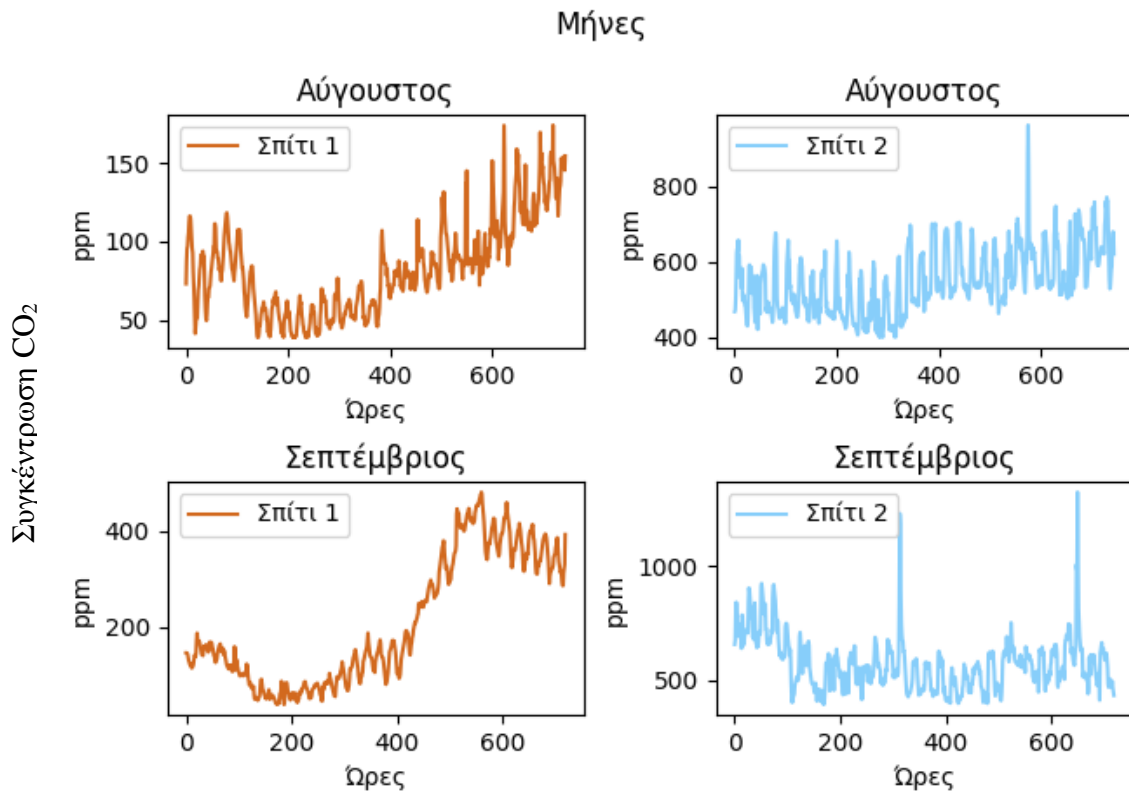


Εικόνα 46 Μέγιστες και ελάχιστες ωριαίες τιμές για το CO<sub>2</sub> στις 5 Ιανουαρίου 2020

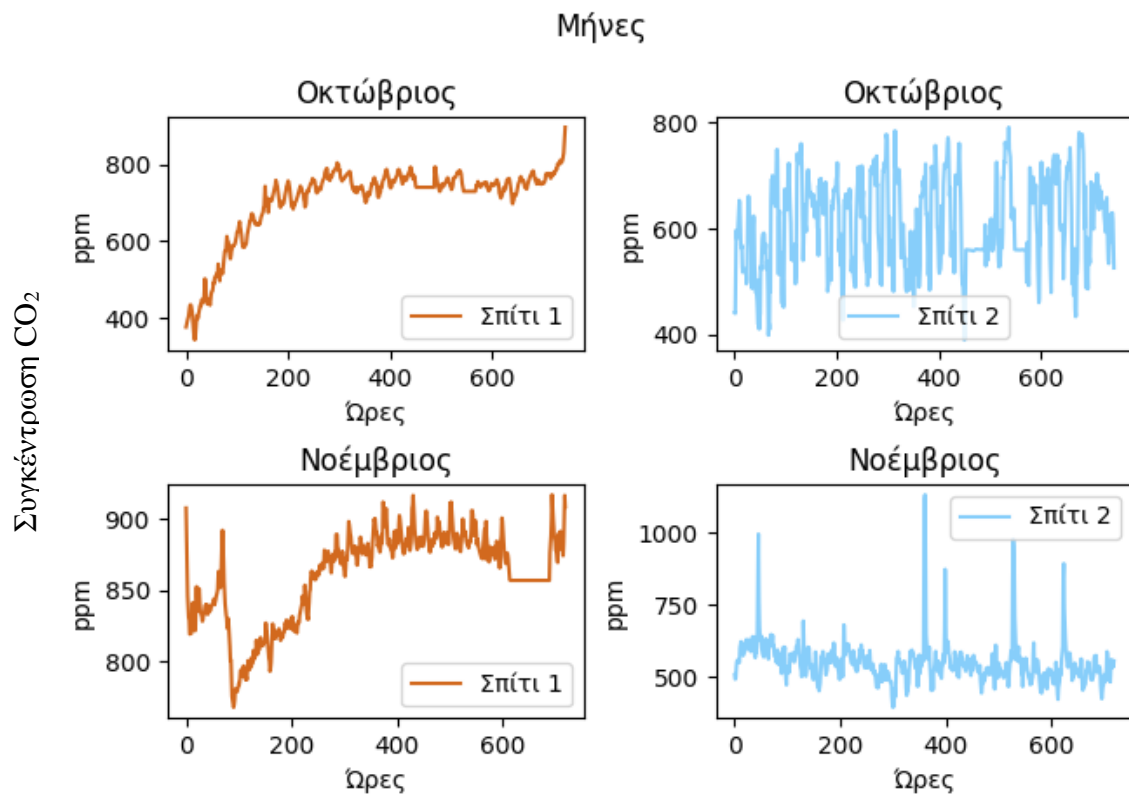
Μήνες



Εικόνα 47 Ωριαίες τιμές Ιουνίου και Ιουλίου για CO<sub>2</sub>

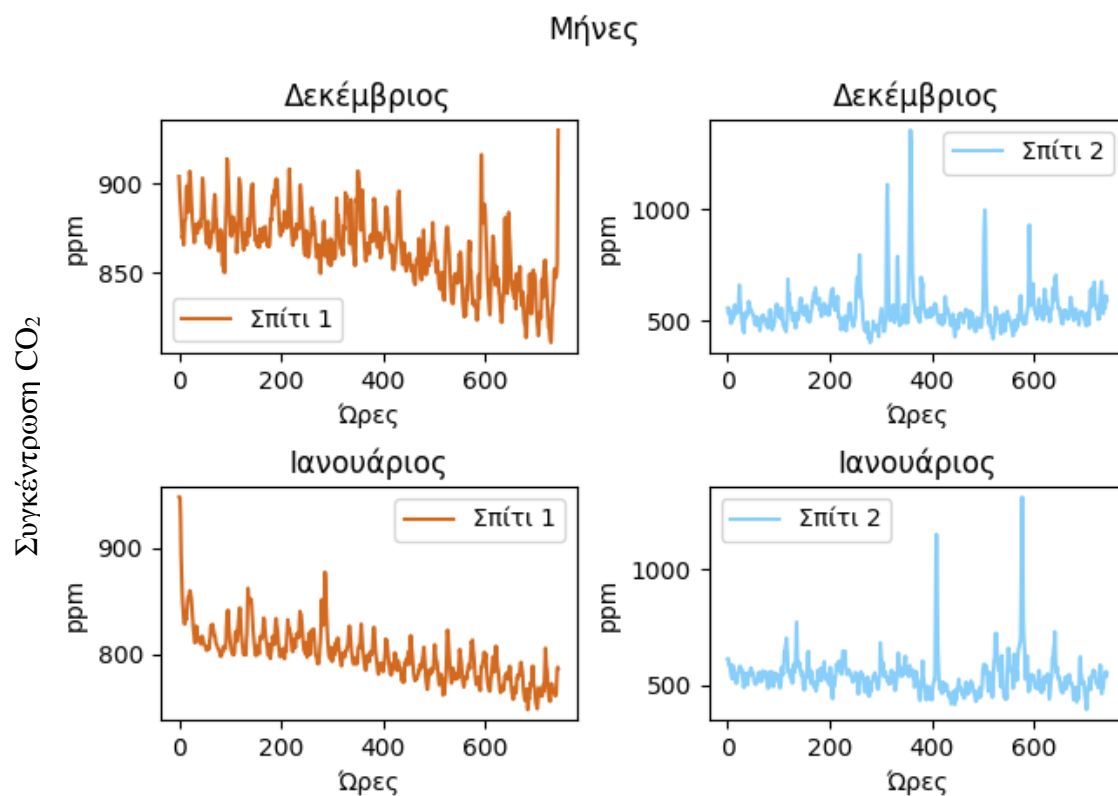


Εικόνα 48 Ωριαίες τιμές Αυγούστου και Σεπτεμβρίου για CO<sub>2</sub>

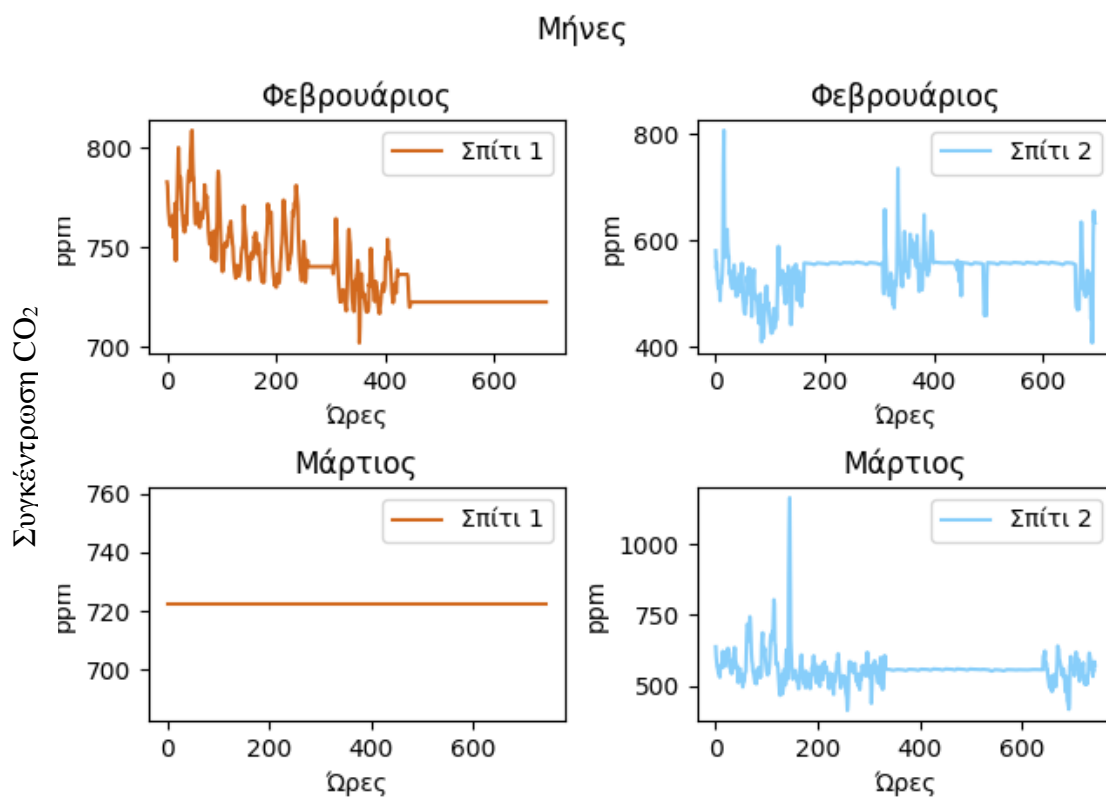


Εικόνα 49 Ωριαίες τιμές Οκτωβρίου και Νοεμβρίου για CO<sub>2</sub>

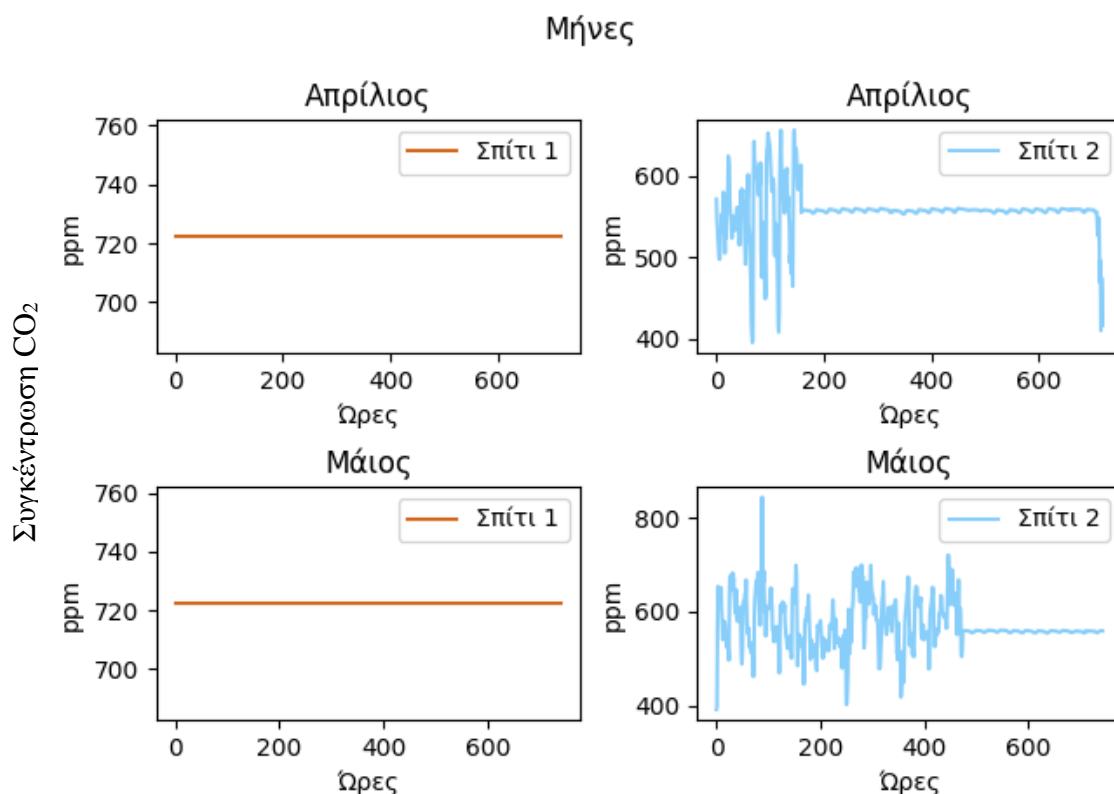




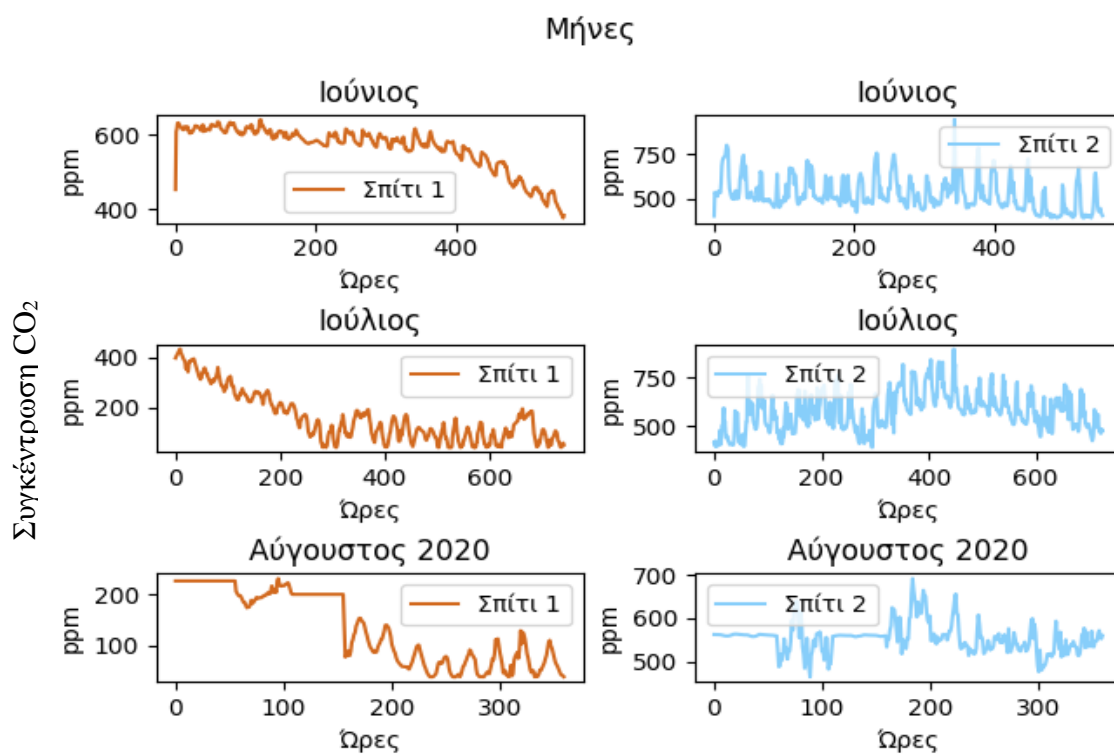
Εικόνα 50 Ωριαίες τιμές Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου για CO<sub>2</sub>



Εικόνα 51 Ωριαίες τιμές Φεβρουαρίου και Μαρτίου για CO<sub>2</sub>



Εικόνα 52 Ωριαίες τιμές Απριλίου και Μαΐου για CO<sub>2</sub>



Εικόνα 53 Ωριαίες τιμές Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου για CO<sub>2</sub>

Παρατηρώντας του πίνακες 7 και 8 αλλά και τα διαγράμματα για το CO<sub>2</sub> (εικόνες 45-53) οι τιμές στο σπίτι 2 είναι σημαντικά πιο υψηλές από το σπίτι 1 . Αυτό μπορεί να οφείλεται στην πολύωρη παρουσία των κατοίκων σε αυτόν τον χώρο αλλά τα επίπεδα δεν είναι ανησυχητικά (Παράρτημα I, Επίδραση στην Υγεία, Ουσκόνσιν , Τμήμα Υπηρεσιών Υγείας) . Στις τιμές που παρατηρείται σταθερά επίπεδα (Φεβρουάριος , Μάρτιος , Απρίλιος , Μάιος) υπήρξαν σφάλματα στις τιμές εισόδου από τα εξαρτήματα καταγραφής και αποστολής δεδομένων στον σέρβερ .

#### 4.6 Καταναλώσεις ενέργειας για Θέρμανση και Ψύξη

Η ανάλυση γίνεται για τις καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος για θέρμανση και ψύξη μόνο και όχι για καταναλώσεις ρεύματος για ηλεκτρικές συσκευές ή φωτισμό, στην εκάστοτε κατοικία 1 και 2 .

Πίνακας 10 Πίνακας ανάλυσης για καταναλώσεις θέρμανσης και ψύξης για την κατοικία 1 Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

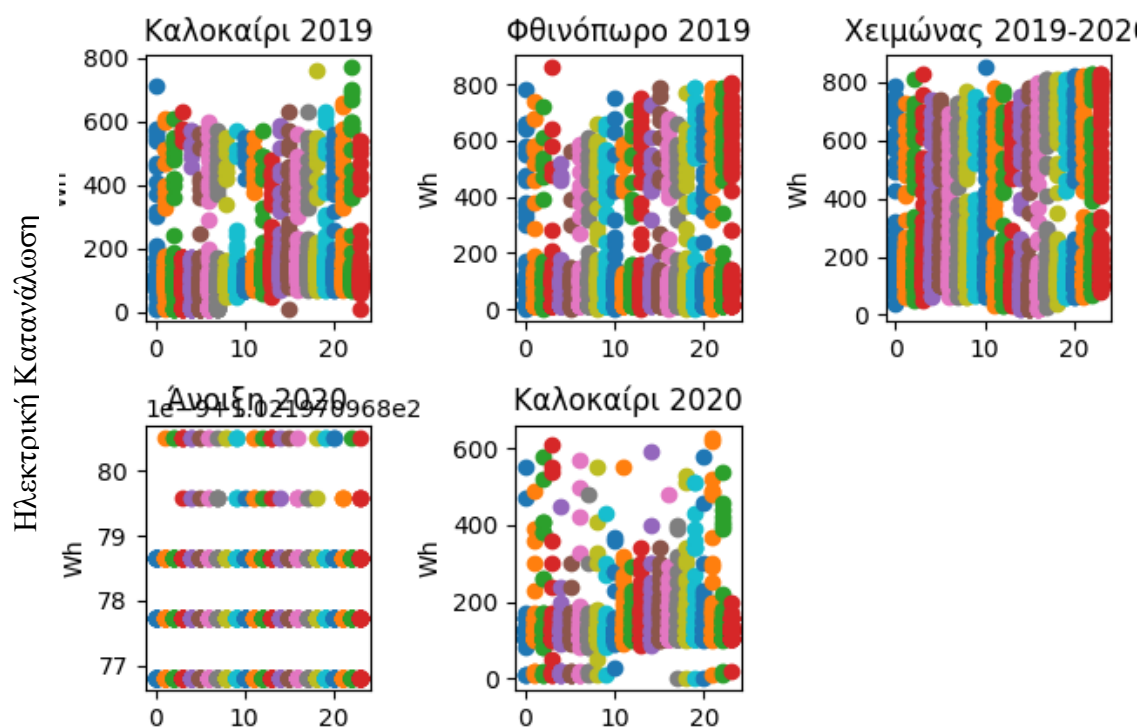
	Κατοικία 1 (Wh)
Αριθμός Δεδομένων	41773.00
Μέσος όρος	113.60
Τυπική Απόκλιση	100.20
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	80.00
50%	102.20
75%	120.00
Μέγιστη Τιμή	860.00

Πίνακας 11 Πίνακας ανάλυσης για καταναλώσεις θέρμανσης και ψύξης για το κατοικία 2 Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

	Κατοικία 2 (Wh)
Αριθμός Δεδομένων	41703.00
Μέσος όρος	127.10
Τυπική Απόκλιση	118.70
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	57.40
50%	97.80

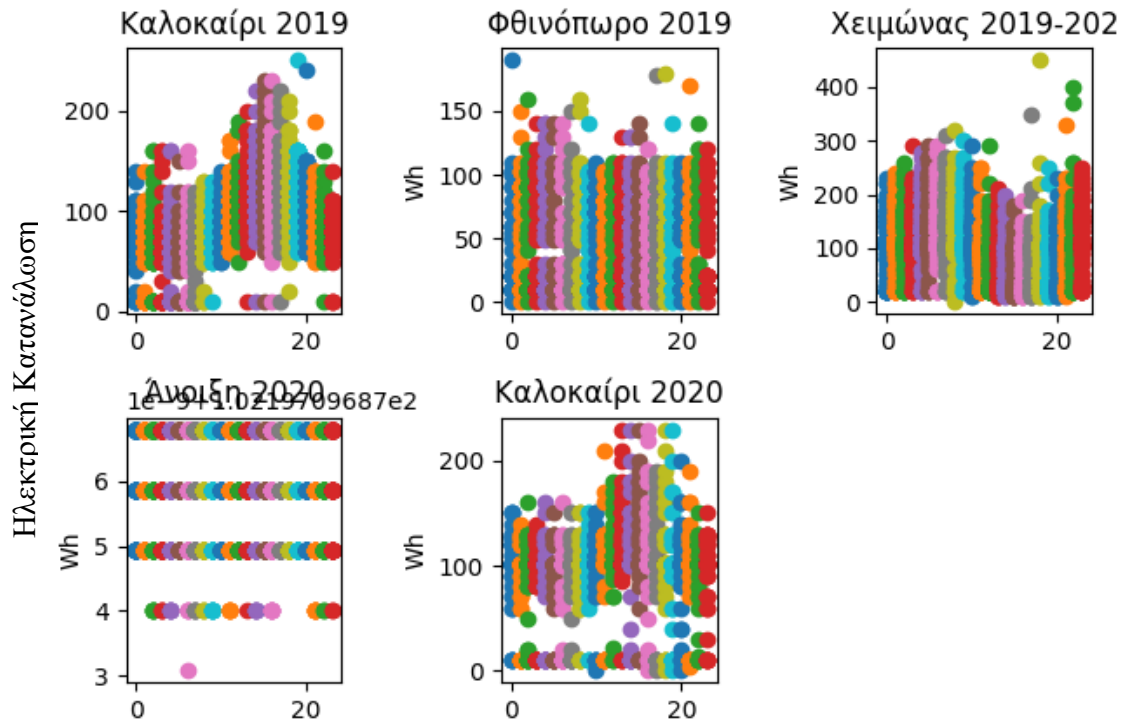
75%	177.31
Μέγιστη Τιμή	1040.00

### Ωριαίες τιμές Max Σπίτι 1



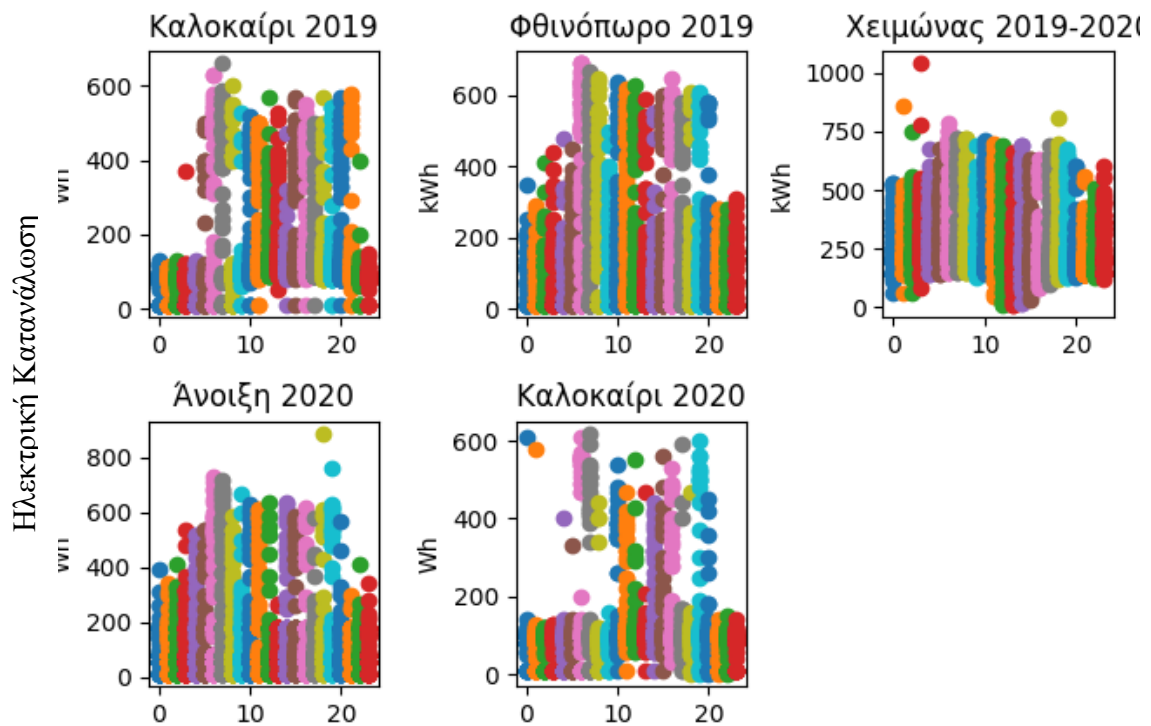
Εικόνα 54 Ωριαία κατανομή μεγίστων για θέρμανση και ψύξη για το κατοικία 1

### Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 1



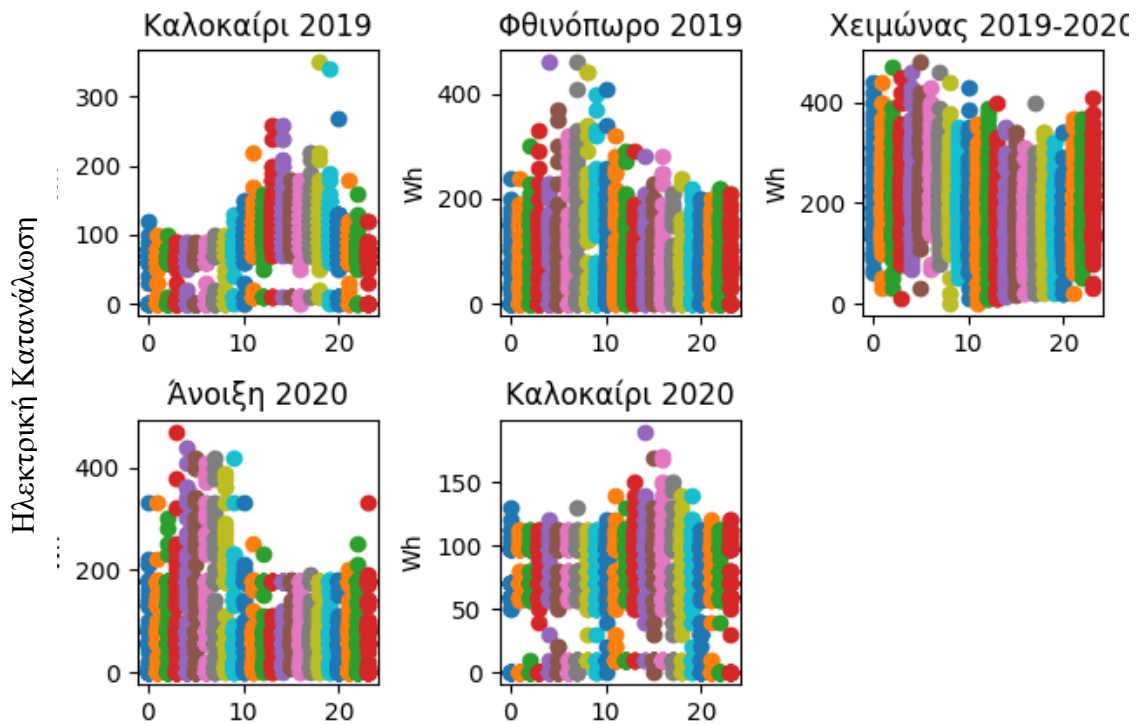
Εικόνα 55 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για θέρμανση και ψύξη για το κατοικία 1

### Ωριαίες τιμές Max Σπίτι 2



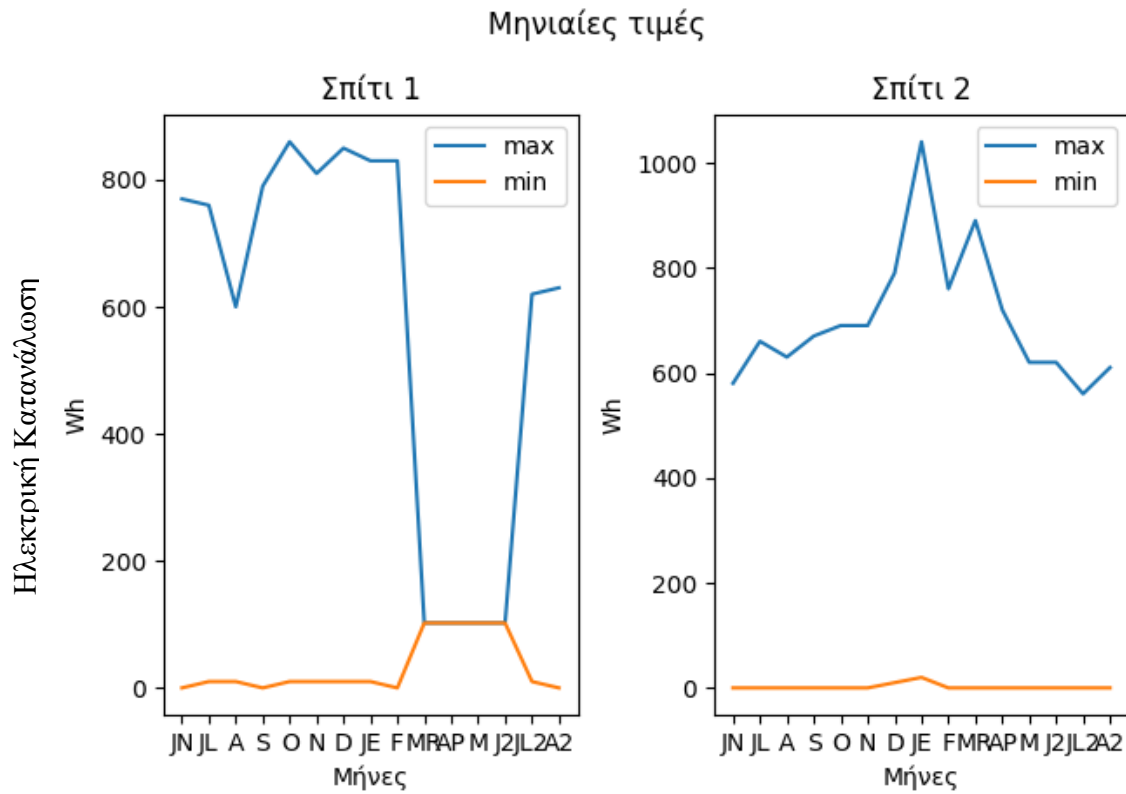
Εικόνα 56 Ωριαία κατανομή μεγίστων για θέρμανση και ψύξη για το κατοικία 2

Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 2



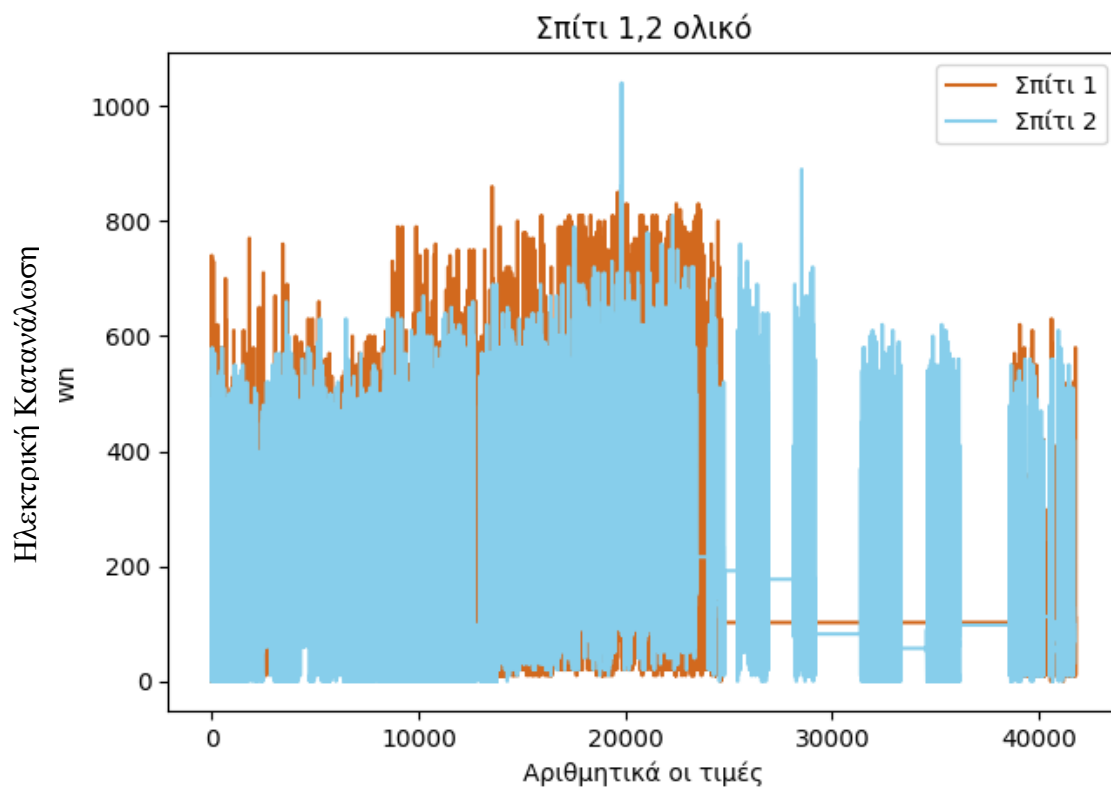
Εικόνα 57 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για θέρμανση και ψύξη για το κατοικία 2

Για το σπίτι 1 παρατηρούνται υψηλές τιμές για θέρμανση το φθινόπωρο αλλά και το χειμώνα σε σχέση με το σπίτι 2 (εικόνες 54-57) . Τις άλλες εποχές οι τιμές max είναι παρόμοιες όπως και οι min .

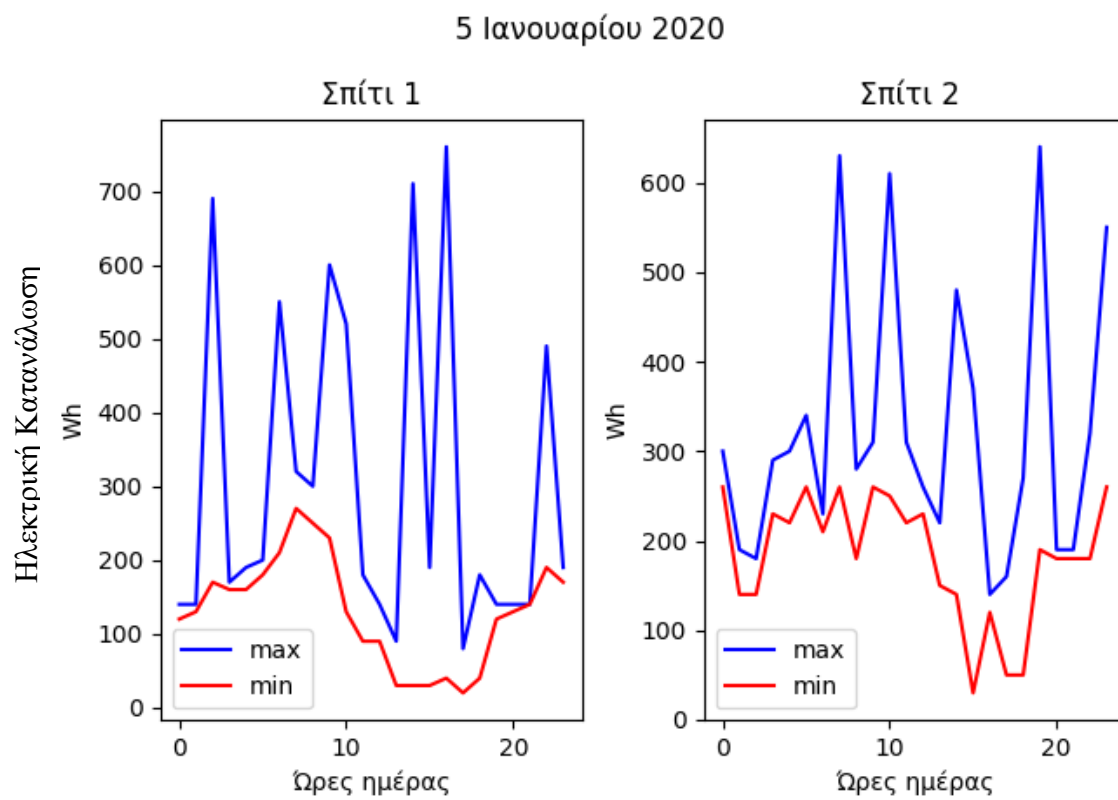


Εικόνα 58 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα για θέρμανση και ψύξη στο κατοικία 1 και κατοικία 2

Στο σπίτι 1 φαίνεται μια σταθερή τιμή μέγιστου και ελάχιστου μεταξύ μήνα Μαρτίου και Ιουνίου 2020 όπως παρατηρήθηκε και στο μηνιαίο διάγραμμα του CO<sub>2</sub> λόγω εσφαλμένων μετρήσεων (εικόνα 58) .

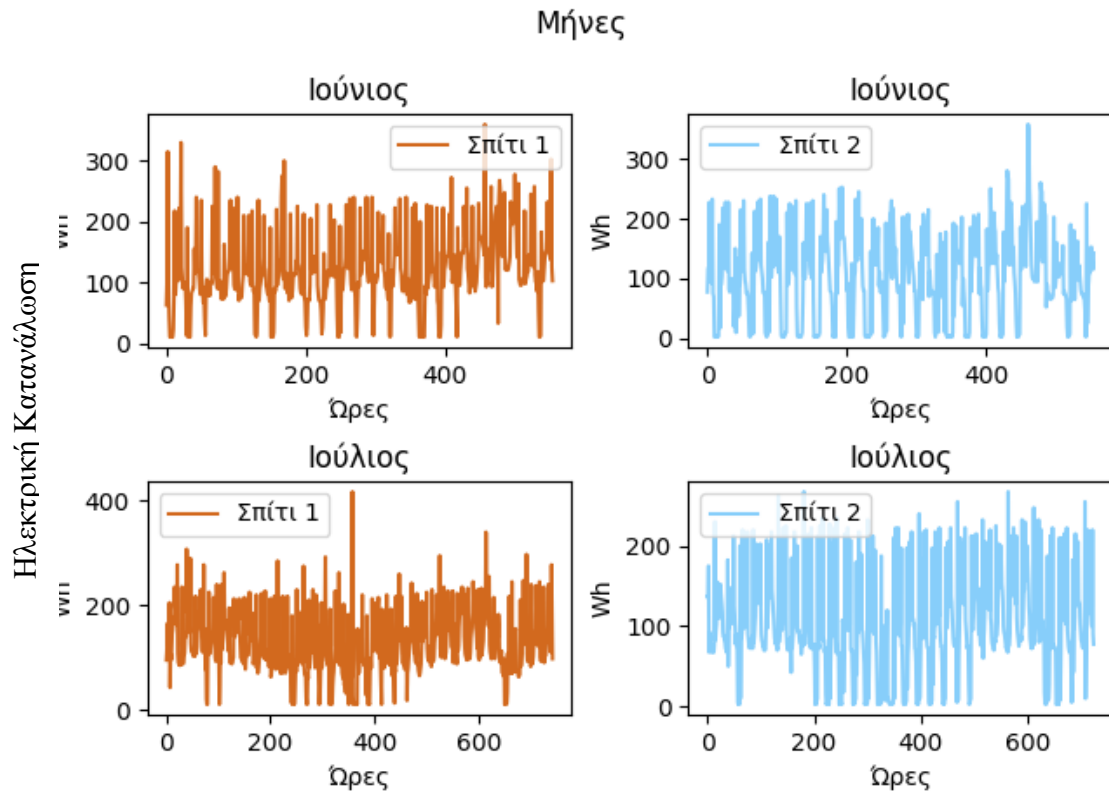


Εικόνα 59 Όλες οι τιμές ανά τέταρτο για θέρμανση και ψύξη

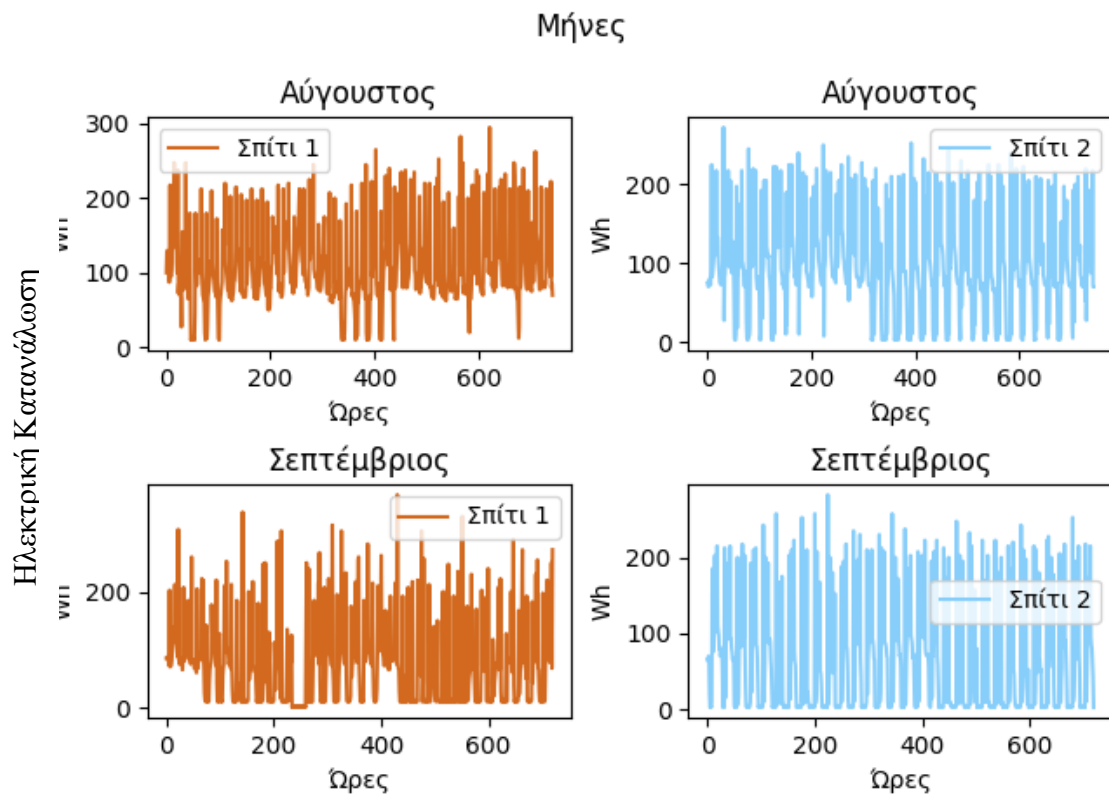


Εικόνα 60 Μέγιστες και ελάχιστες ωριαίες τιμές στις 5 Ιανουαρίου 2020 για θέρμανση και ψύξη

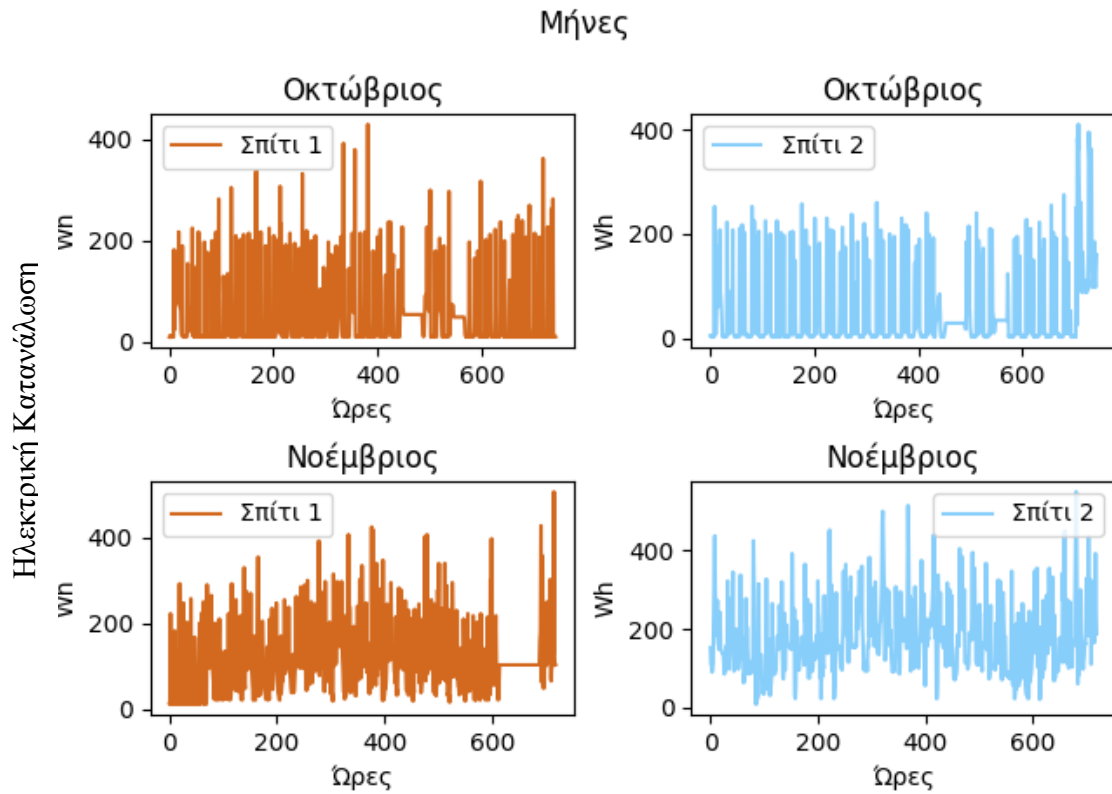




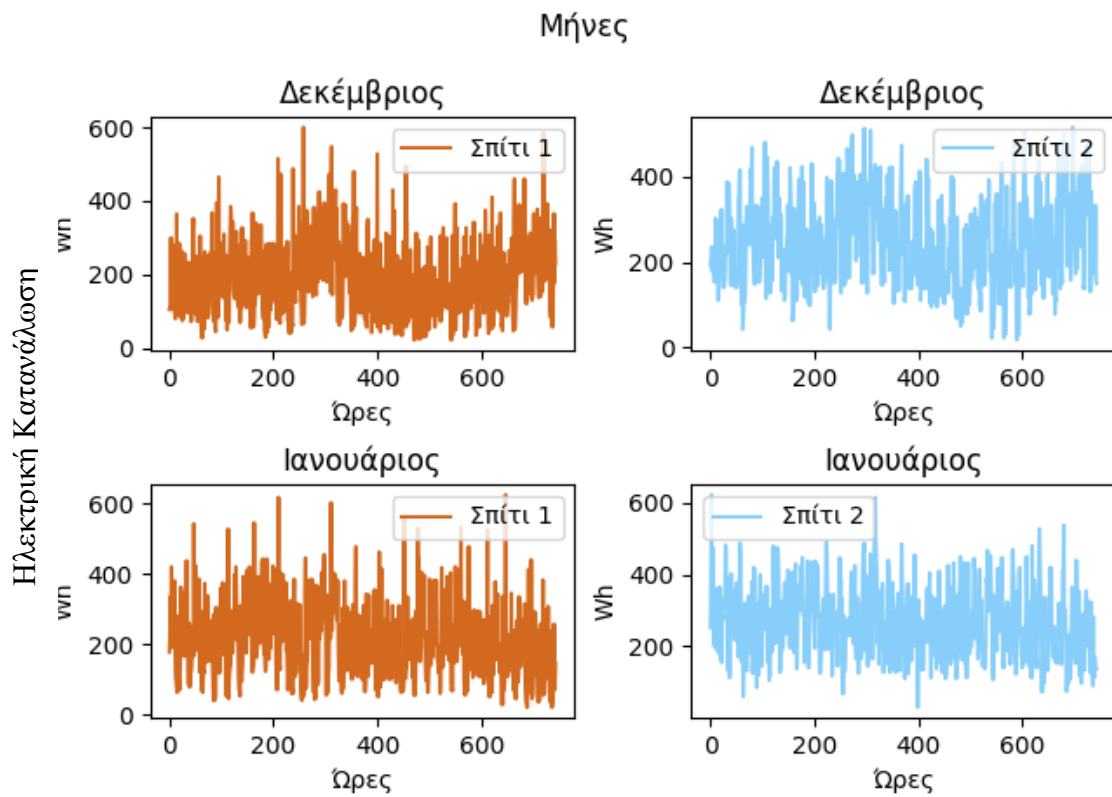
Εικόνα 61 Ωριαίες τιμές Ιουνίου και Ιουλίου για θέρμανση και ψύξη



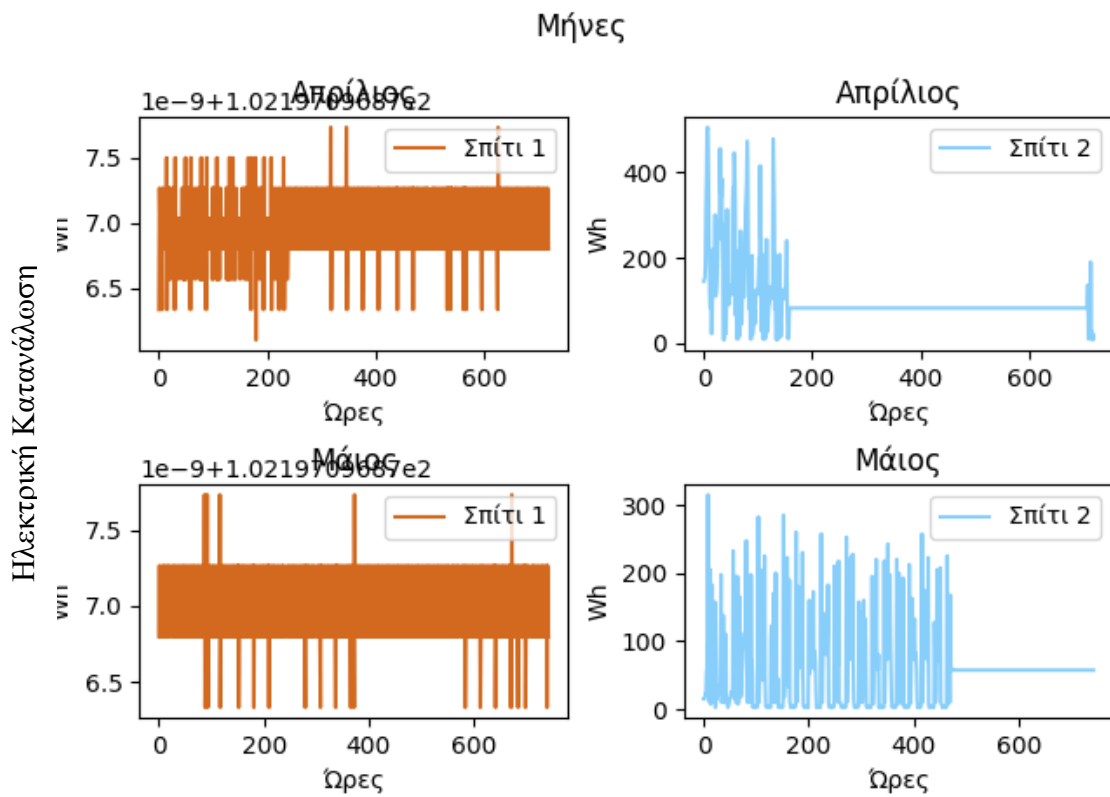
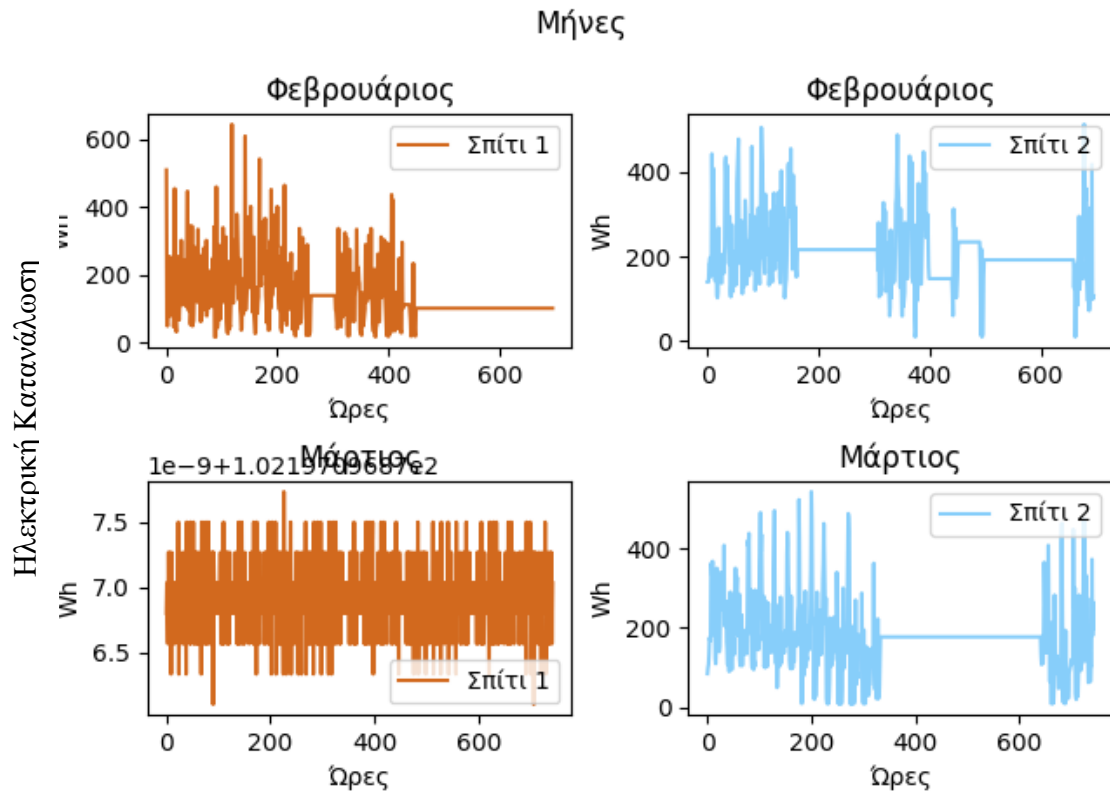
Εικόνα 62 Ωριαίες τιμές Αυγούστου και Σεπτεμβρίου για θέρμανση και ψύξη

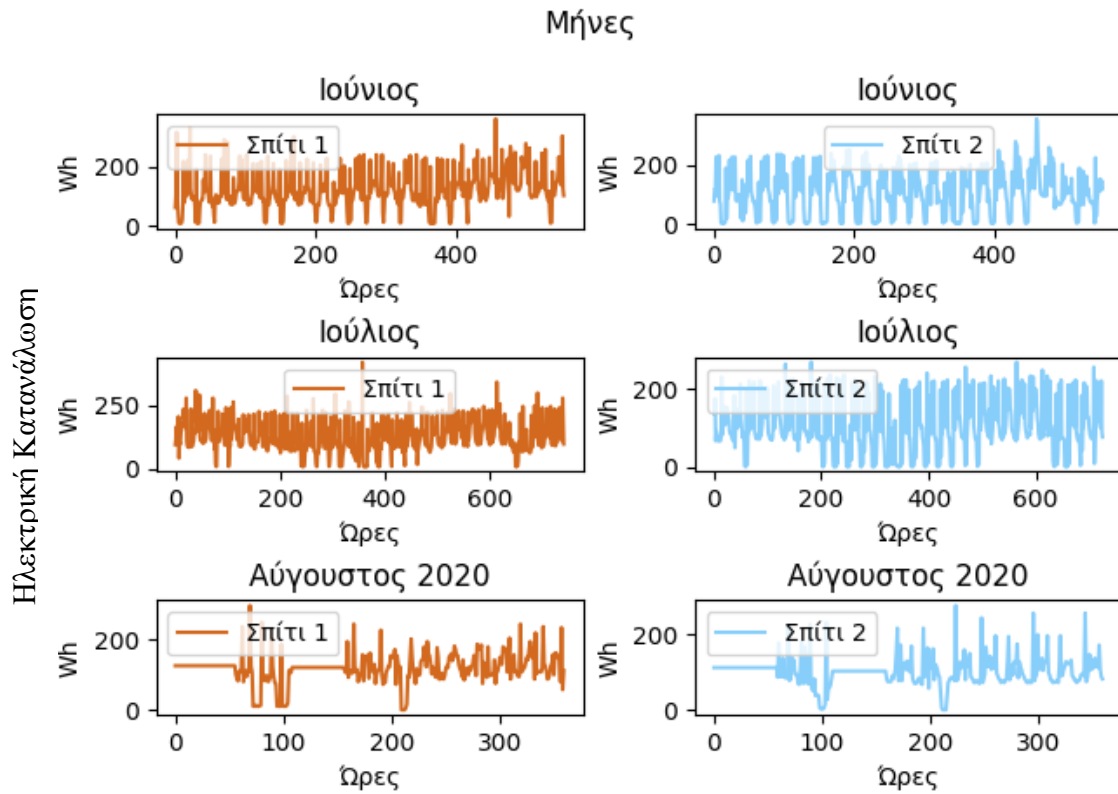


Εικόνα 63 Ωριαίες τιμές Οκτωβρίου και Ιουλίου για θέρμανση και ψύξη



Εικόνα 64 Ωριαίες τιμές Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου για θέρμανση και ψύξη





Εικόνα 67 Ωριαίες τιμές Ιουνίου , Ιουλίου και Αυγούστου για θέρμανση και ψύξη

Τέλος παρατηρούνται υψηλές καταναλώσεις για θέρμανση αντί για ψύξη καθώς τους χειμερινούς μήνες οι εξωτερικές θερμοκρασίες ήταν αρκετά χαμηλές ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες οι τιμές κυμαίνονται ελάχιστα πιο υψηλά από τις εσωτερικές θερμοκρασίες .

#### 4.7 Καταναλώσεις από Ηλεκτρικές Συσκευές

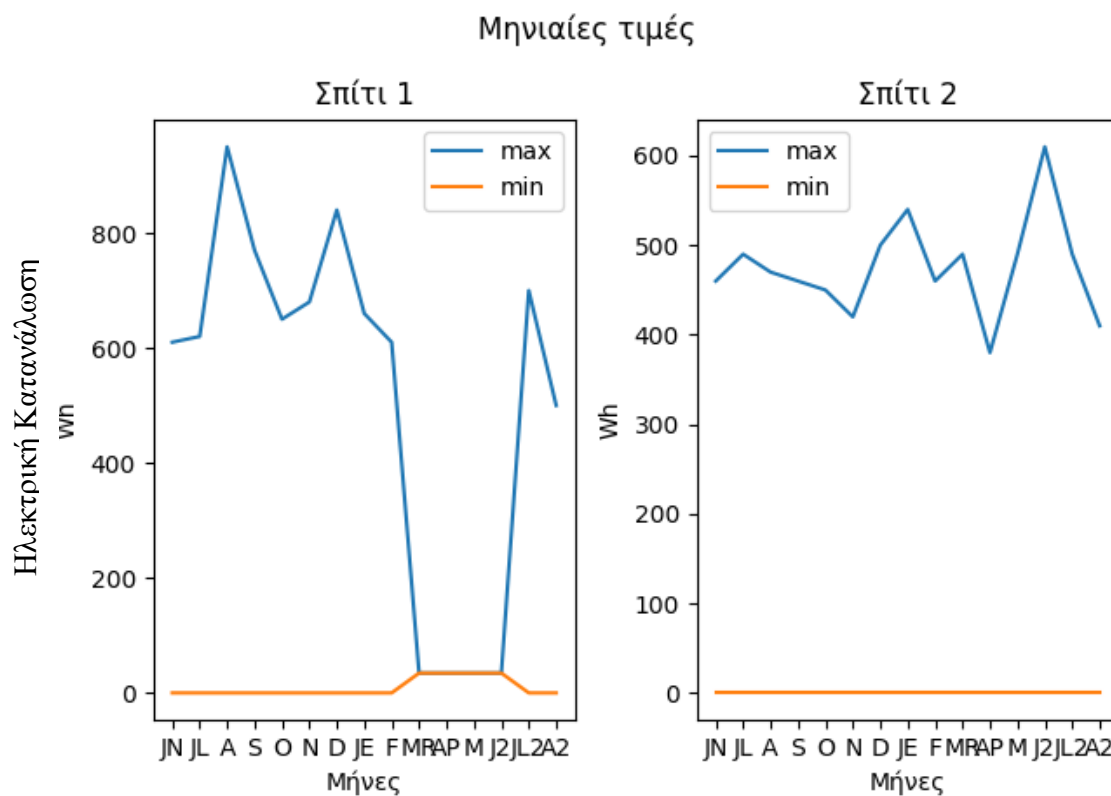
Το αρχείο Power Load A περιέχει τα δεδομένα για κατανάλωση ρεύματος από ηλεκτρικές συσκευές εκτός από φωτιστικά και λάμπες . Επειδή οι τιμές είναι αθροιστικές έγινε αφαίρεση των επόμενων τιμών με των προηγούμενων για να υπολογιστεί η κάθε τιμή ανά τέταρτο που περιέχει το αρχείο .

Πίνακας 12 Πίνακας ανάλυσης για καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές για το κατοικία 1 Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

	Κατοικία 1 (Wh)
Αριθμός Δεδομένων	41773.00
Μέσος όρος	29.30
Τυπική Απόκλιση	63.90
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.00
50%	10.00
75%	34.50
Μέγιστη Τιμή	950.00

Πίνακας 13 Πίνακας ανάλυσης για καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές για το κατοικία 2 Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

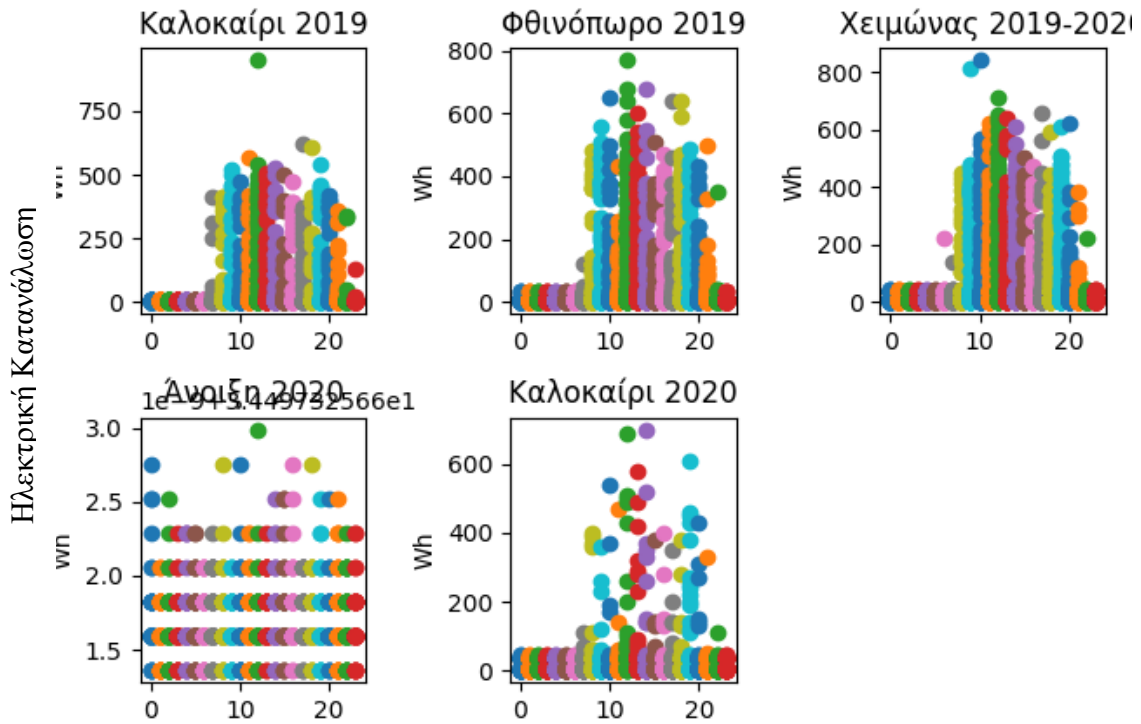
	Κατοικία 2 (Wh)
Αριθμός Δεδομένων	41703.00
Μέσος όρος	10.20
Τυπική Απόκλιση	38.30
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.00
50%	0.00
75%	10.00
Μέγιστη Τιμή	610.00



Εικόνα 68 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα για καταναλώσεις για ηλεκτρικές συσκευές στο κατοικία 1 και κατοικία 2

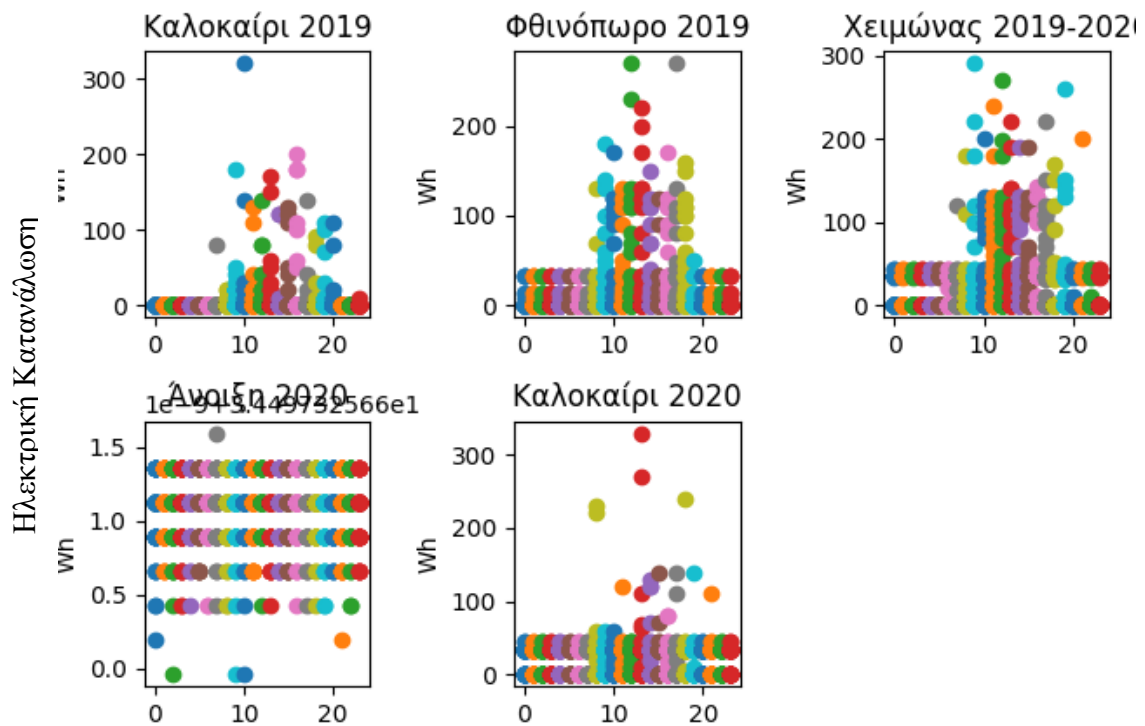
Στο μηνιαίο διάγραμμα φαίνεται ότι η κατοικία 1 έχει μέγιστες τιμές υψηλότερες από την κατοικία 2 .

### Ωριαίες τιμές Max Σπίτι 1



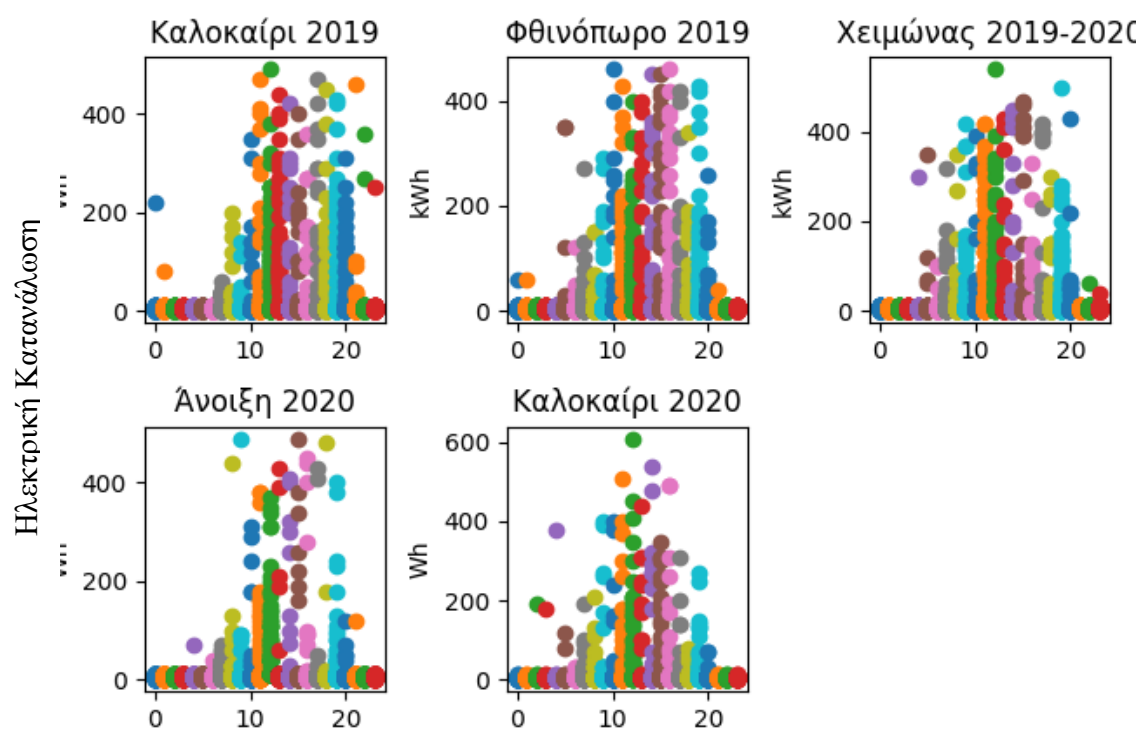
Εικόνα 69 Ωριαία κατανομή μεγίστων για ηλεκτρικές συσκευές για το κατοικία 1

### Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 1



Εικόνα 70 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για ηλεκτρικές συσκευές για το κατοικία 2

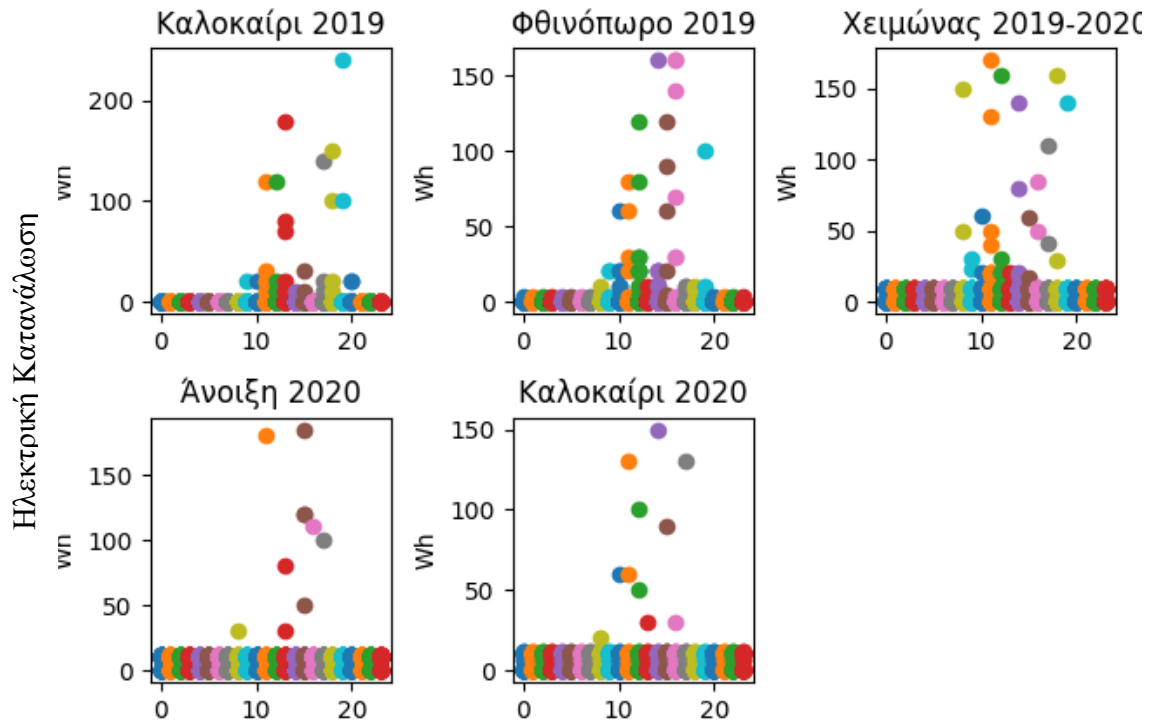
## Ωριαίες τιμές Max Σπίτι 2



Εικόνα 71 Ωριαία κατανομή μεγίστων για ηλεκτρικές συσκευές για το κατοικία 2



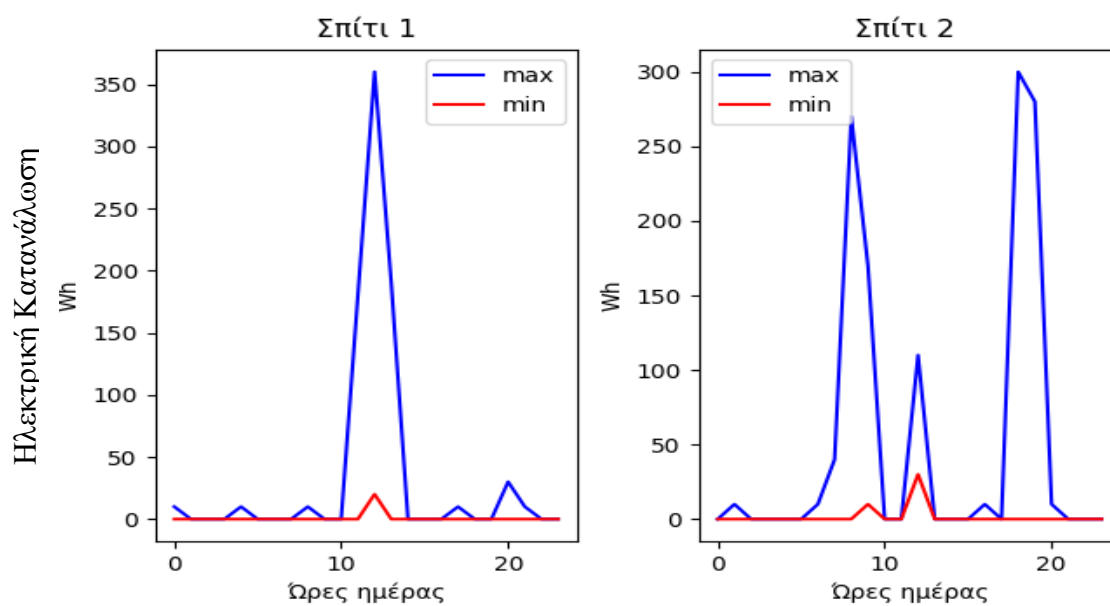
### Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 2



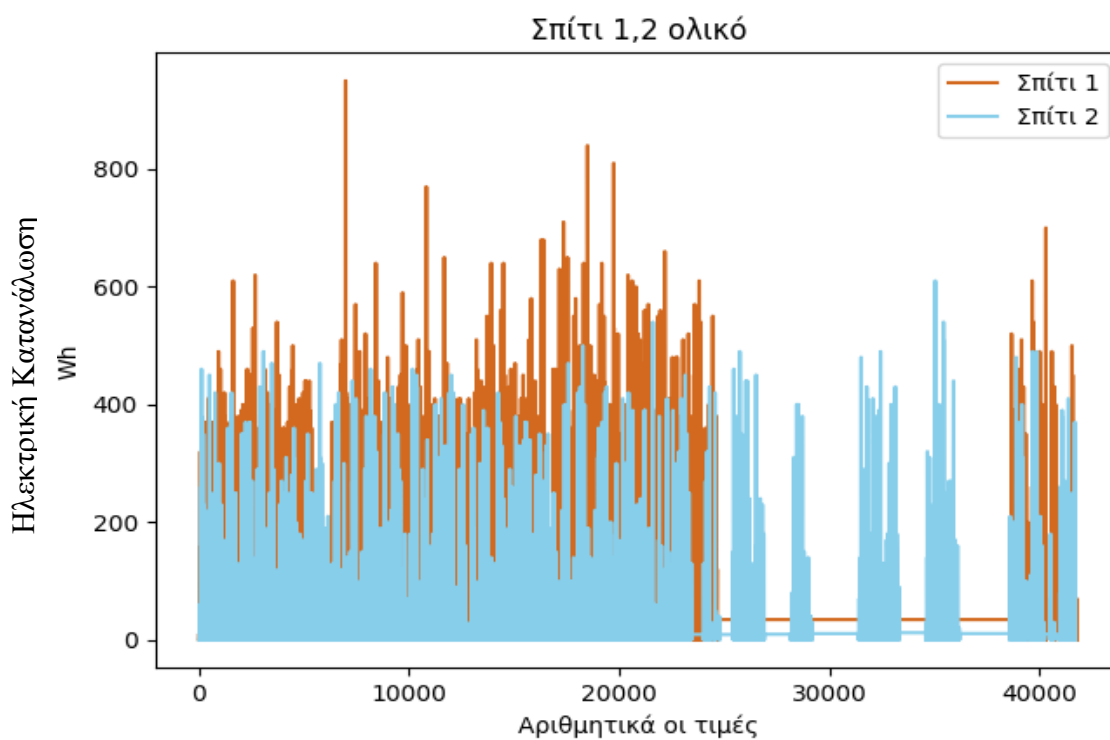
Εικόνα 72 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για ηλεκτρικές συσκευές για το κατοικία 2

Από το παραπάνω διάγραμμα (εικόνες 69-72) γίνεται αντιληπτό ότι και στα δυο σπίτια τις ώρες από τις 08:00 και μέχρι τις 22:00 παρατηρούνται οι πιο υψηλές καταναλώσεις ρεύματος από ηλεκτρικές συσκευές . Ταυτόχρονα τις ώρες κοινής ησυχίας για το βράδυ φαίνεται η μειωμένη κατανάλωση ρεύματος . Τέλος παρατηρείται στις 5 Ιανουαρίου 2020 οι μεταβολές σε ζήτηση και από τα δύο σπίτια , αλλά και στο τελευταίο διάγραμμα το σύνολο των τιμών που υπάρχουν από το σπίτι 1 και το σπίτι 2 (εικόνα 67).

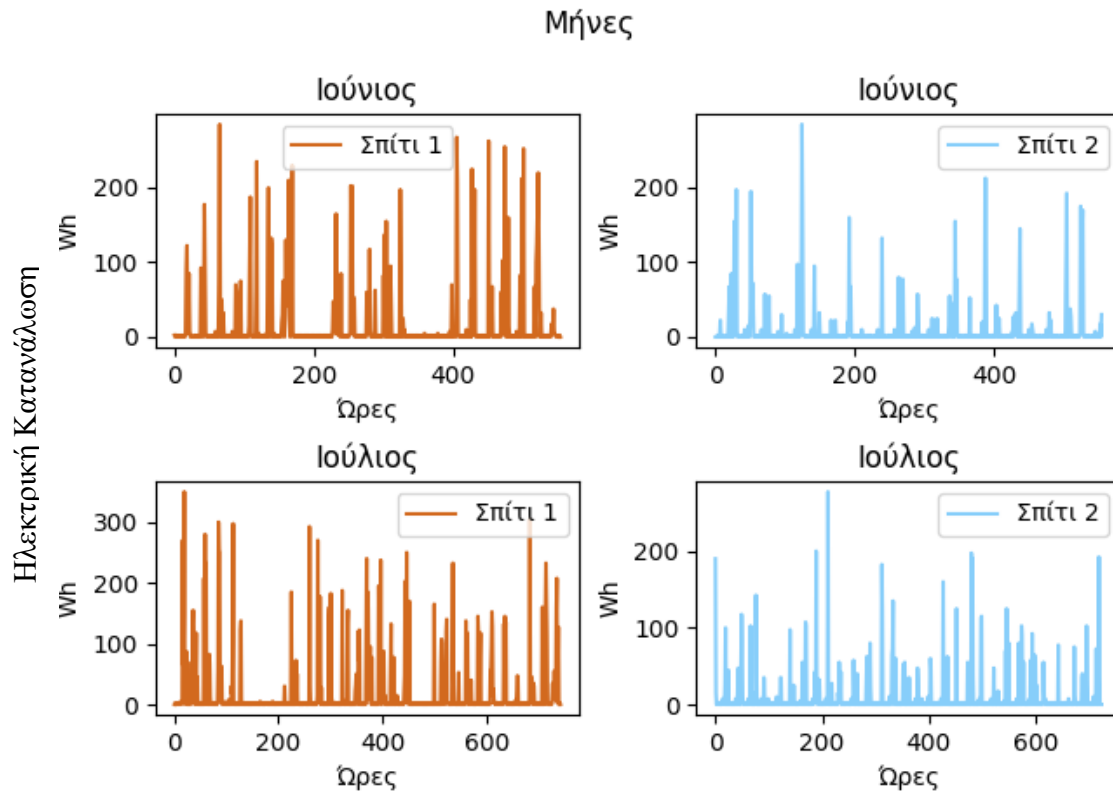
5 Ιανουαρίου 2020



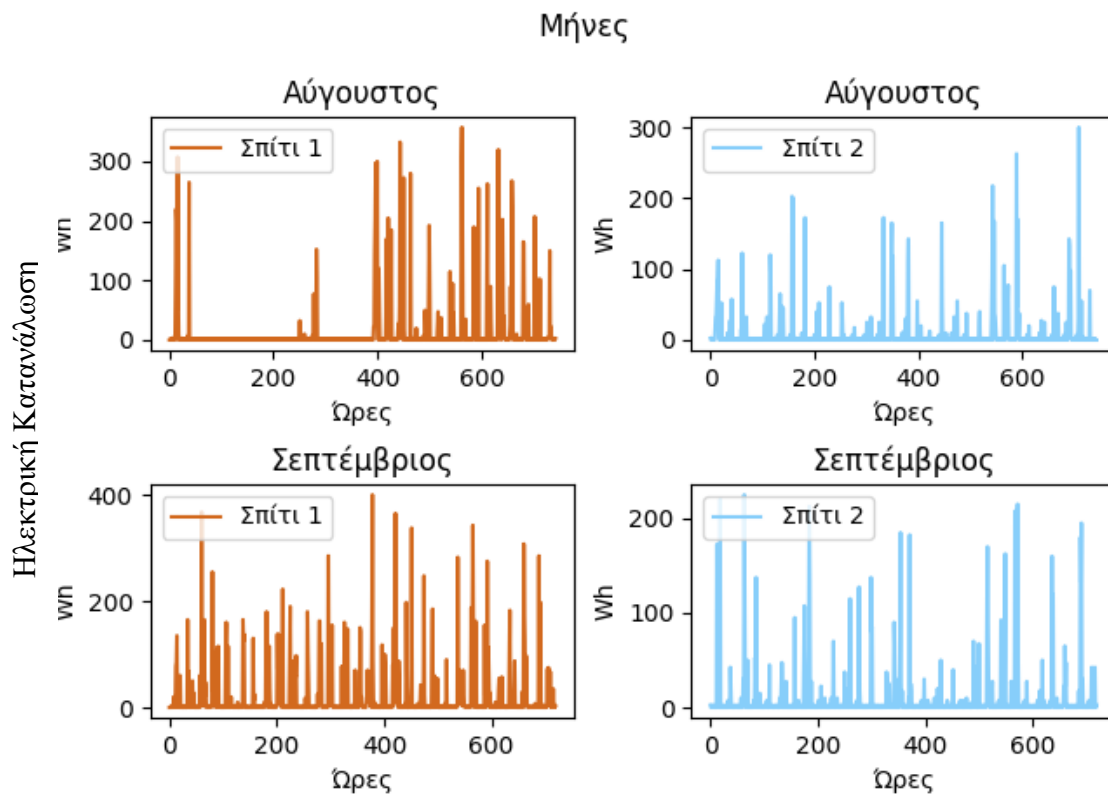
Εικόνα 73 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή κατανάλωσης από ηλεκτρικές συσκευές στις 5 Ιανουαρίου



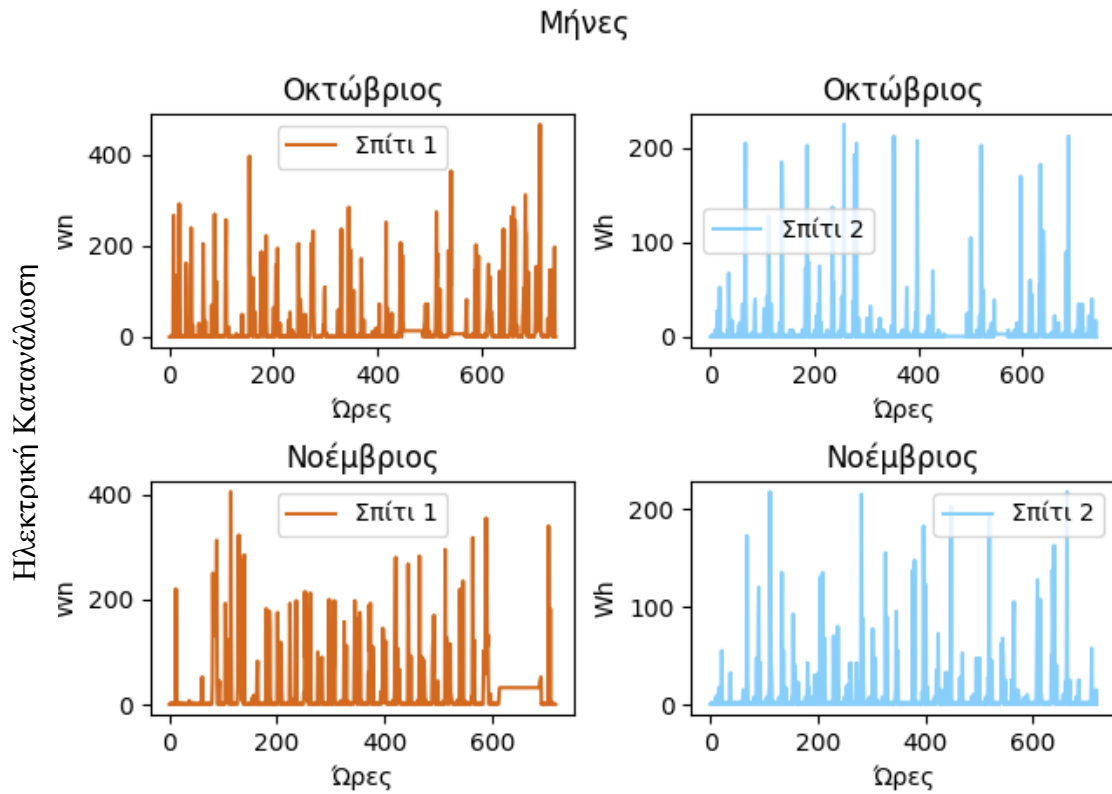
Εικόνα 74 Όλες οι τιμές ανά τέταρτο για καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές



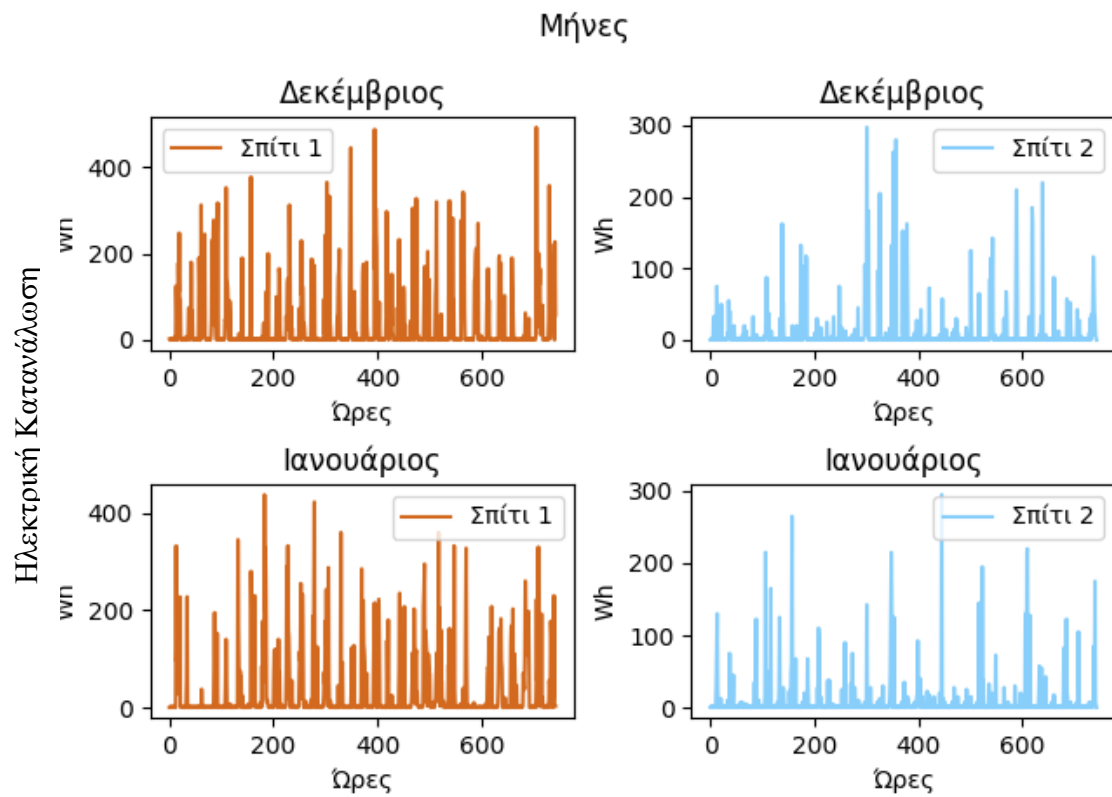
Εικόνα 75 Ωριαίες τιμές Ιουνίου και Ιουλίου για καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές



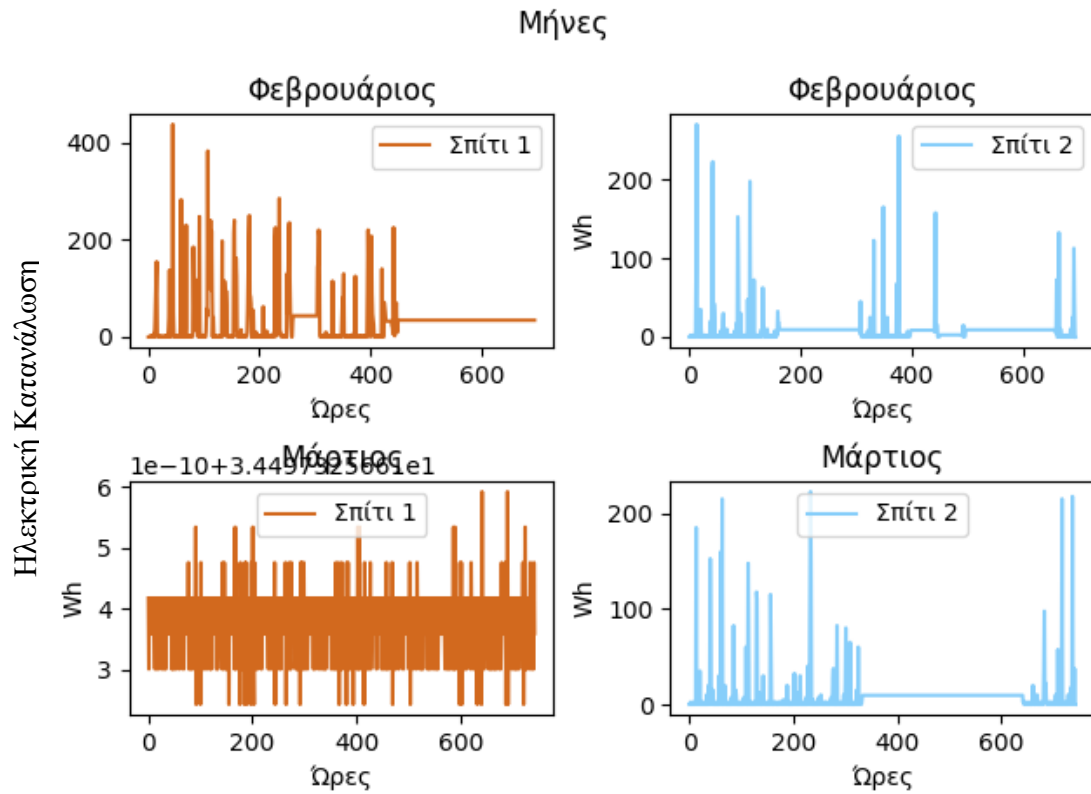
Εικόνα 76 Ωριαίες τιμές Αυγούστου και Σεπτεμβρίου για καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές



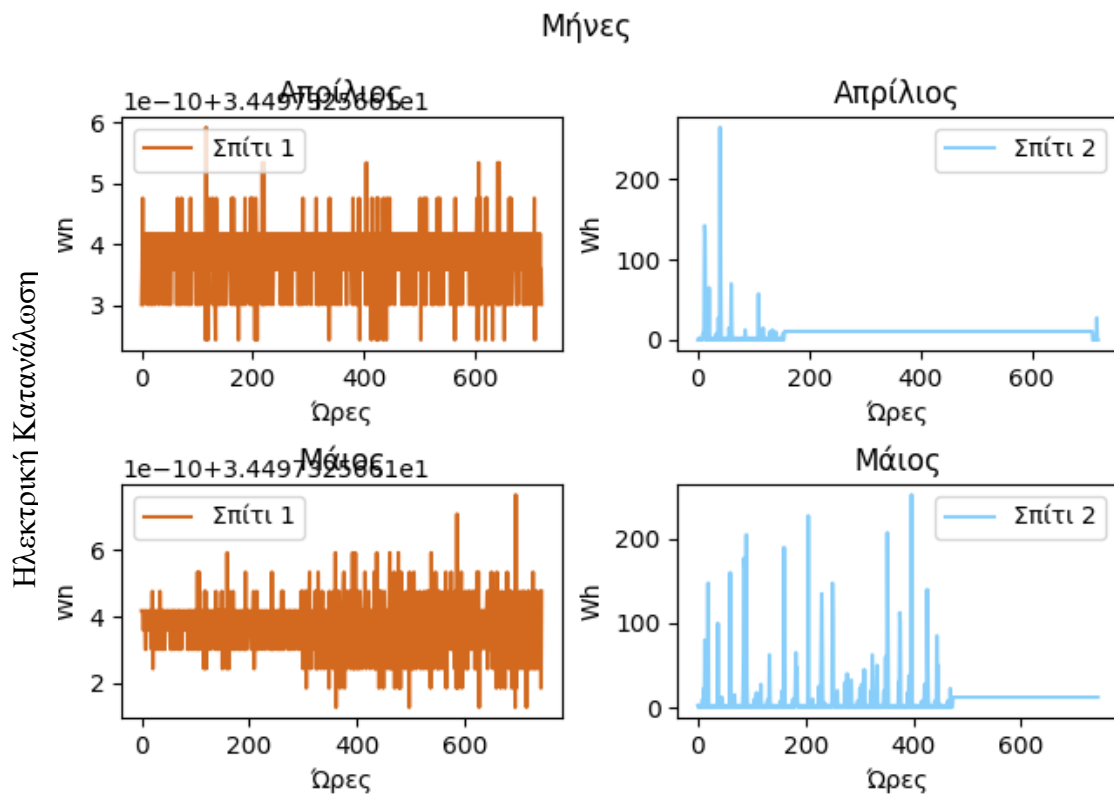
Εικόνα 77 Ωριαίες τιμές Οκτωβρίου και Ιουλίου για καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές



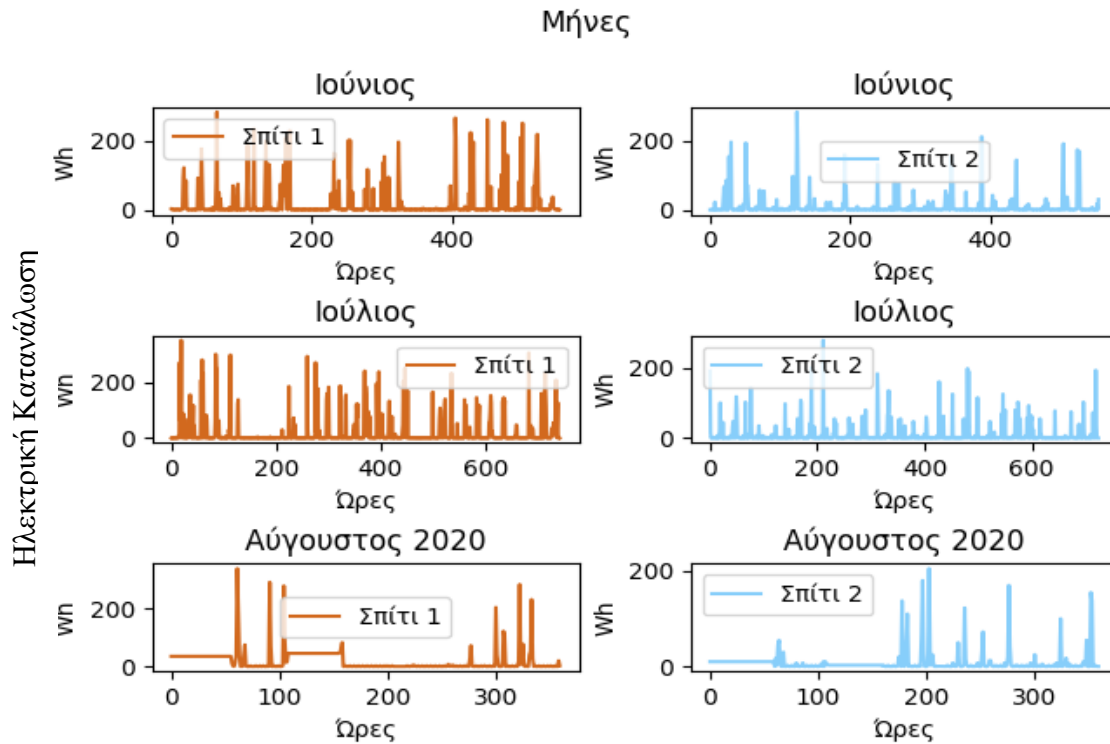
Εικόνα 78 Ωριαίες τιμές Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου για καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές



Εικόνα 79 Ωριαίες τιμές Φεβρουαρίου και Μαρτίου για καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές



Εικόνα 80 Ωριαίες τιμές Απριλίου και Μαΐου για καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές



Εικόνα 81 Ωριαίες τιμές Ιουνίου , Ιουλίου και Αυγούστου για καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ελάχιστα υψηλότερη ζήτηση ενέργειας τους χειμερινούς μήνες για την κατανάλωση από ηλεκτρικές συσκευές .

#### 4.8 Παραγωγή ενέργειας από Φωτοβολταϊκά στοιχεία

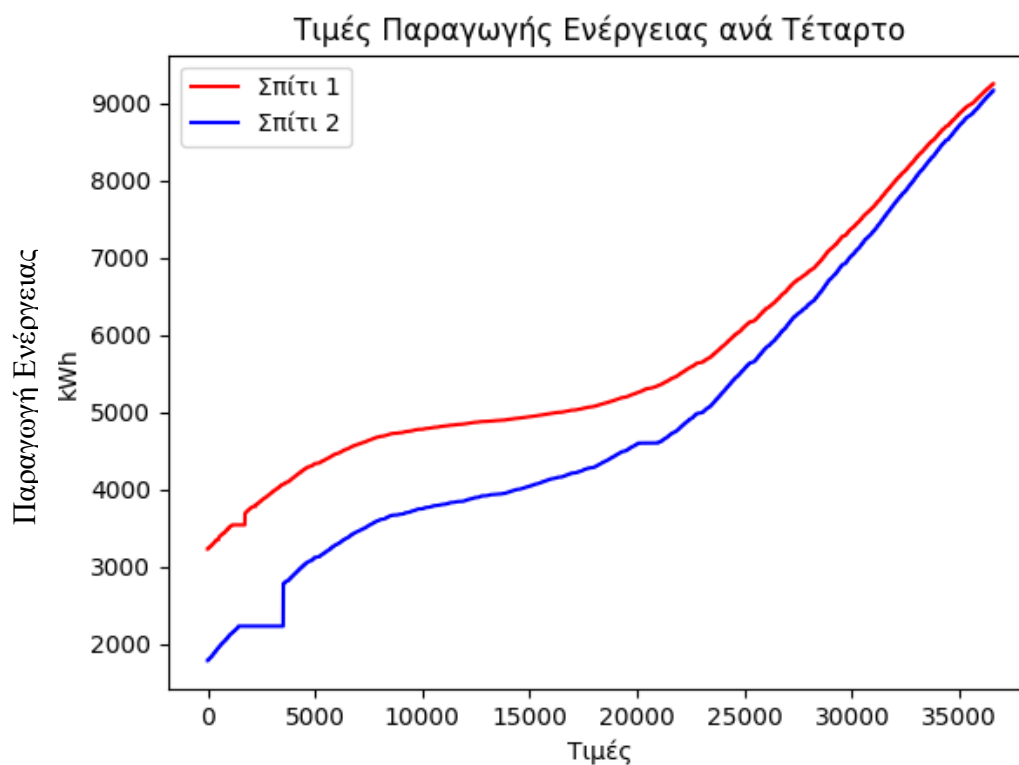
Το αρχείο αυτό περιλαμβάνει τις τιμές παραγωγής ενέργειας από το φωτοβολταϊκά μετά την μετατροπή του ρεύματος από DC σε AC . Στους πίνακες 13 και 14 που ακολουθούν οι τιμές είναι ανά τέταρτο .

Πίνακας 14 Πίνακας ανάλυσης παραγωγής ενέργειας για κατοικία 1 Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

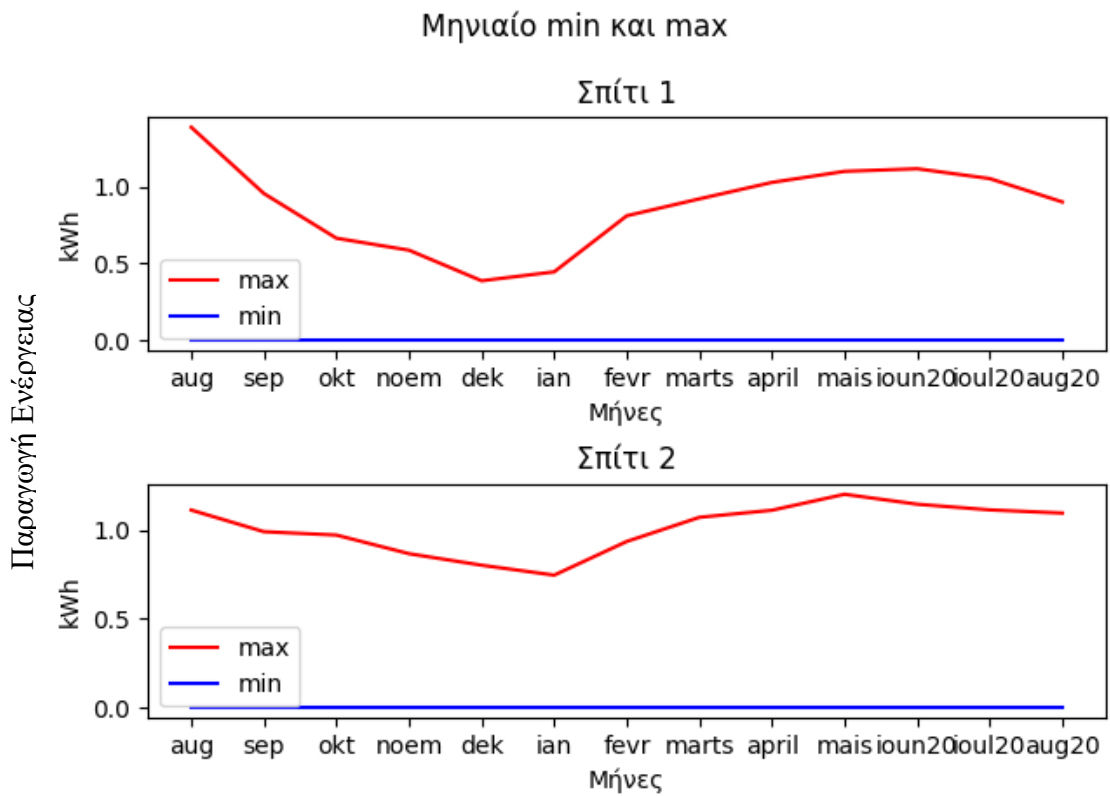
	Κατοικία 1 (kWh)
Αριθμός Δεδομένων	36577
Μέσος όρος	0,16
Τυπική Απόκλιση	0.20
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.00
50%	0.00
75%	0.20
Μέγιστη Τιμή	1.40

Πίνακας 15 Πίνακας ανάλυσης παραγωγής ενέργειας για κατοικία 2 Ιουνίου 2019 – Αυγούστου 2020

	Κατοικία 2 (kWh)
Αριθμός Δεδομένων	36577
Μέσος όρος	0.19
Τυπική Απόκλιση	0.30
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.00
50%	0.00
75%	0.30
Μέγιστη Τιμή	1.20



Εικόνα 82 Όλες οι τιμές ανά τέταρτο για αθροιστική παραγωγή ενέργειας

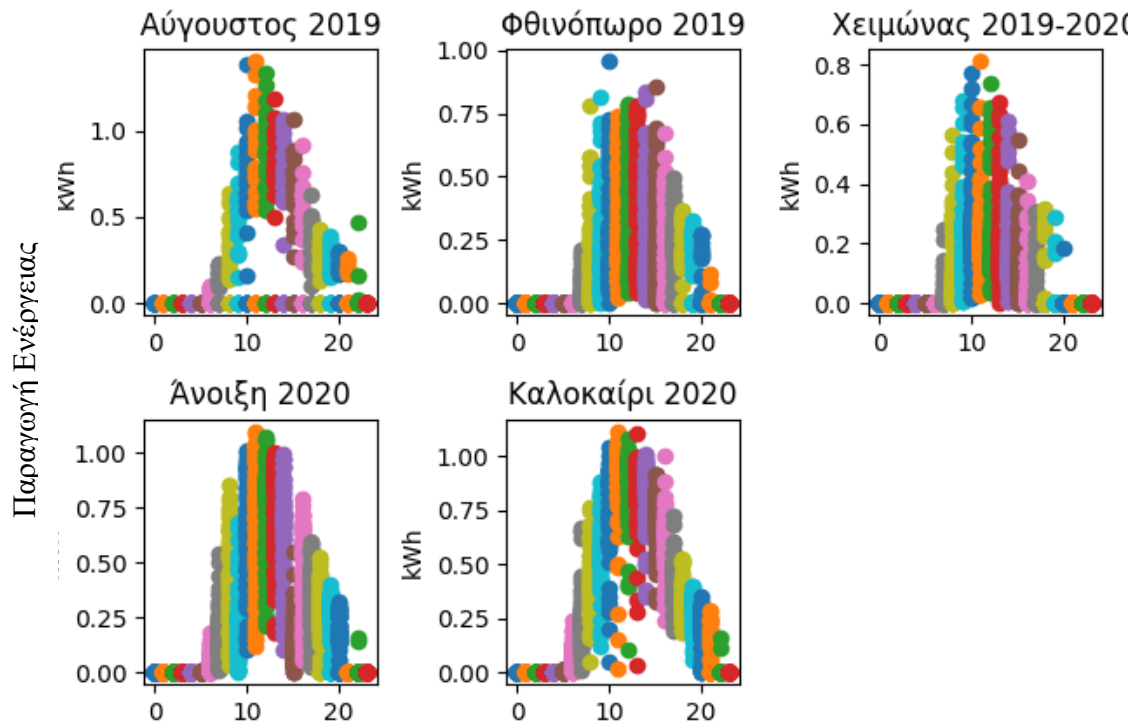


Εικόνα 83 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα για παραγωγή ενέργειας στο κατοικία 1 και κατοικία 2

Τα μηνιαία μέγιστα της κατοικίας 1 για παραγωγή ενέργειας είναι χαμηλότερα (όχι όμως μεγάλη διαφορά) συγκριτικά με το κατοικία 2 (εικόνα 83).

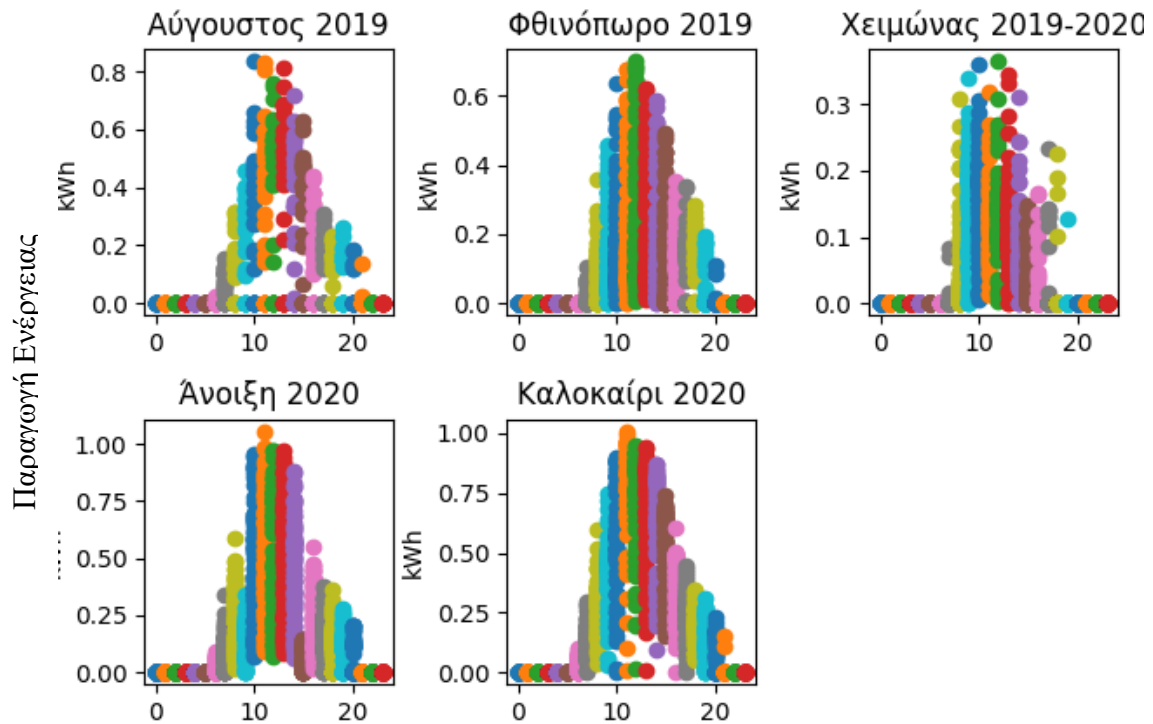


### Ωριαίες τιμές Max Σπίτι 1



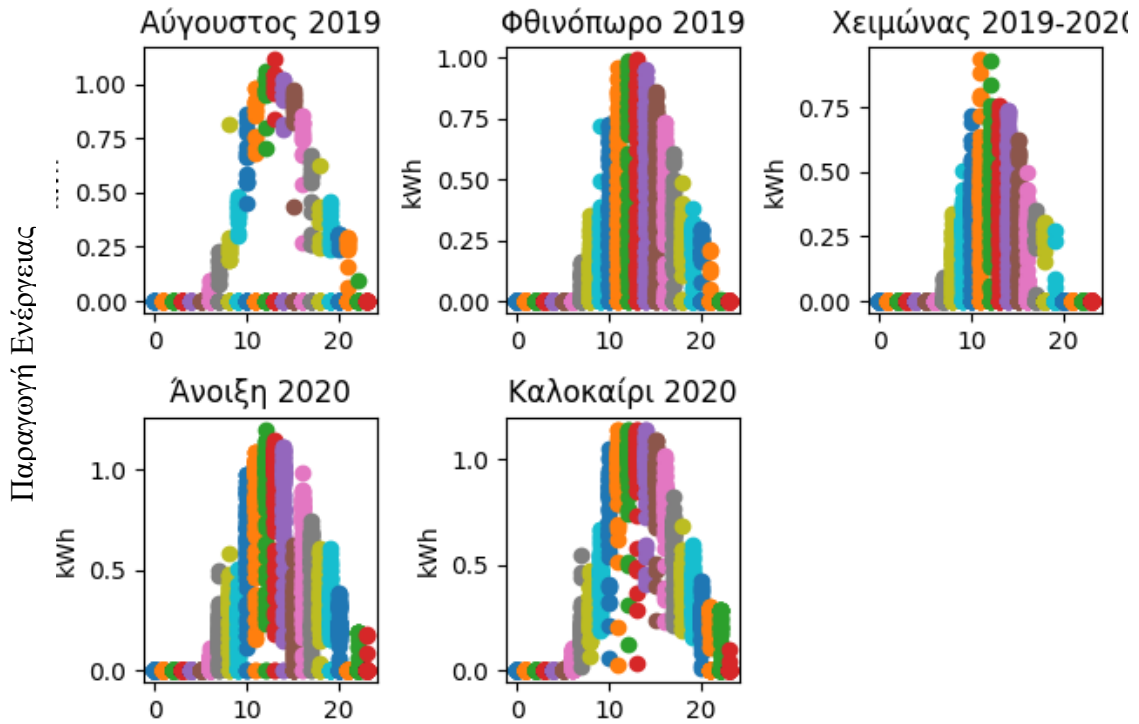
Εικόνα 84 Ωριαία κατανομή μεγίστων για παραγωγή ενέργειας για το κατοικία 1

### Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 1



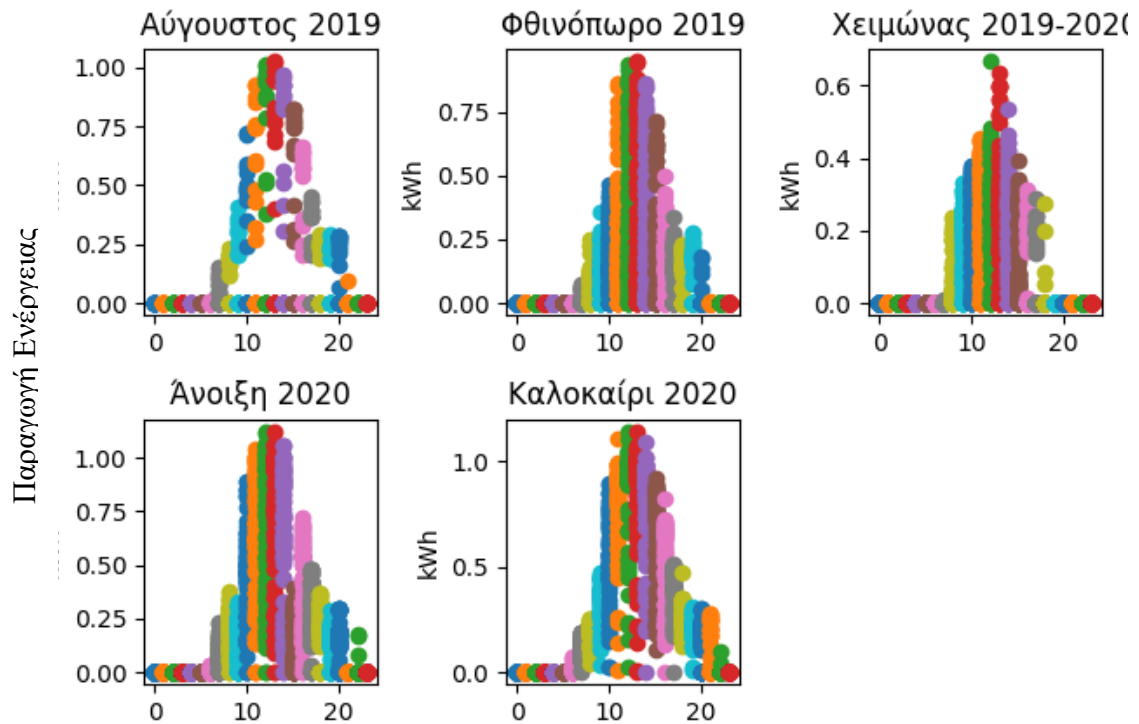
Εικόνα 85 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για παραγωγή ενέργειας για το κατοικία 1

### Ωριαίες τιμές Max Σπίτι 2



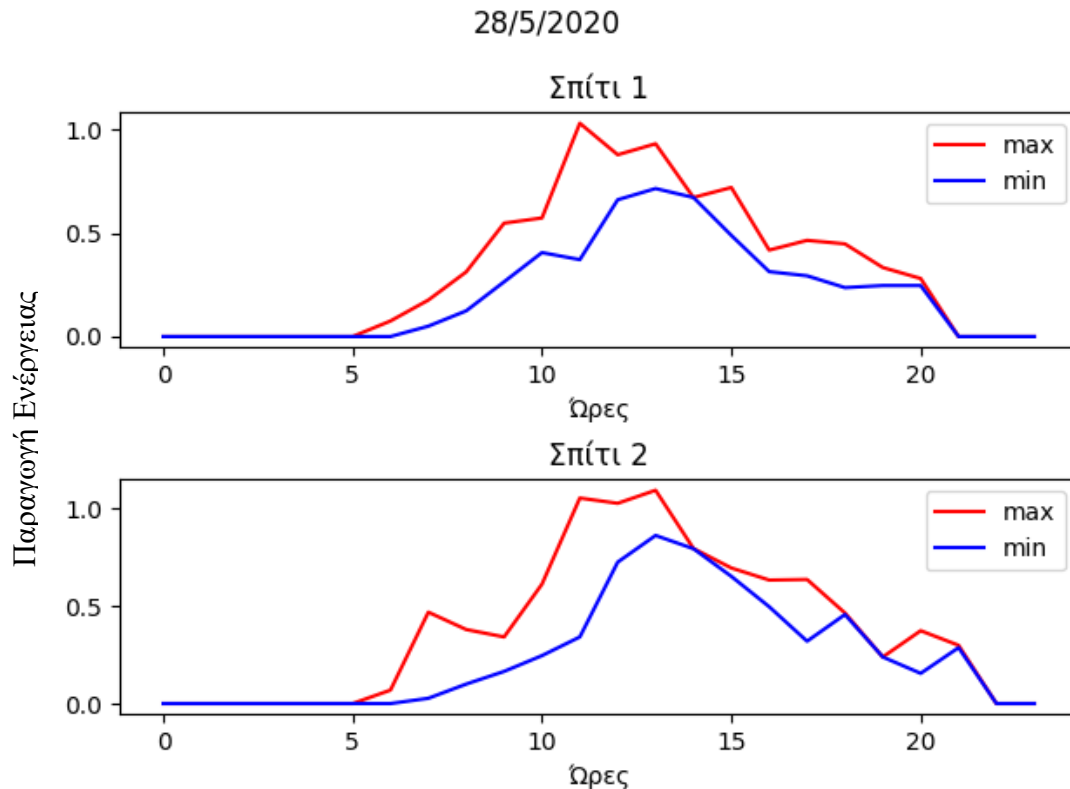
Εικόνα 86 Ωριαία κατανομή μεγίστων για παραγωγή ενέργειας για το κατοικία 2

### Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 2



Εικόνα 87 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για παραγωγή ενέργειας για το κατοικία 2

Συγκρίνοντας τις δύο κατοικίες από τα παραπάνω διαγράμματα (εικόνες 84-87) γίνεται αντιληπτό ότι η κατοικία 2 έχει πιο σταθερά ποσά παραγωγής ενέργειας αλλά και ότι οι μονάδες του παράγουν πιο ψηλές kWh από την κατοικία 1 με εξαίρεση τον Αύγουστο του 2019 . Επίσης οι ελάχιστες τιμές του χειμώνα και του φθινοπώρου είναι μικρότερες από την κατοικία 2 . Στις 28/05/2020 (τυχαία μέρα) φαίνεται παρόμοια η παραγωγή ενέργειας μέσα στο 24ωρο .



Εικόνα 88 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή εσωτερικής θερμοκρασίας στις 28 Μαΐου 2020

#### 4.9 Συνολικές καταναλώσεις ενέργειας

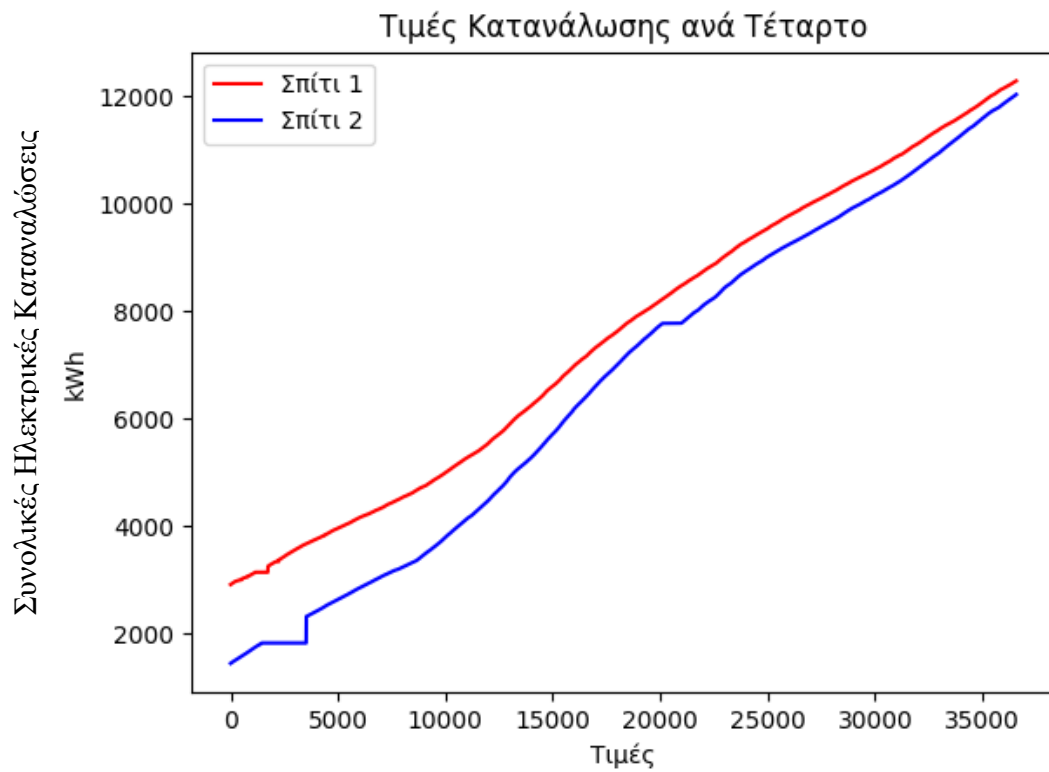
Το αρχείο αυτό περιέχει τις συνολικές καταναλώσεις των κατοικιών , δηλαδή για θέρμανση και ψύξη , φωτισμό και ηλεκτρικές συσκευές και στους πίνακες 16 και 17 φαίνονται τα στατιστικά στοιχεία των αρχείων .

*Πίνακας 16 Πίνακας ανάλυσης συνολικές καταναλώσεις κατοικία 1 Αυγούστου 2019 – Αυγούστου 2020*

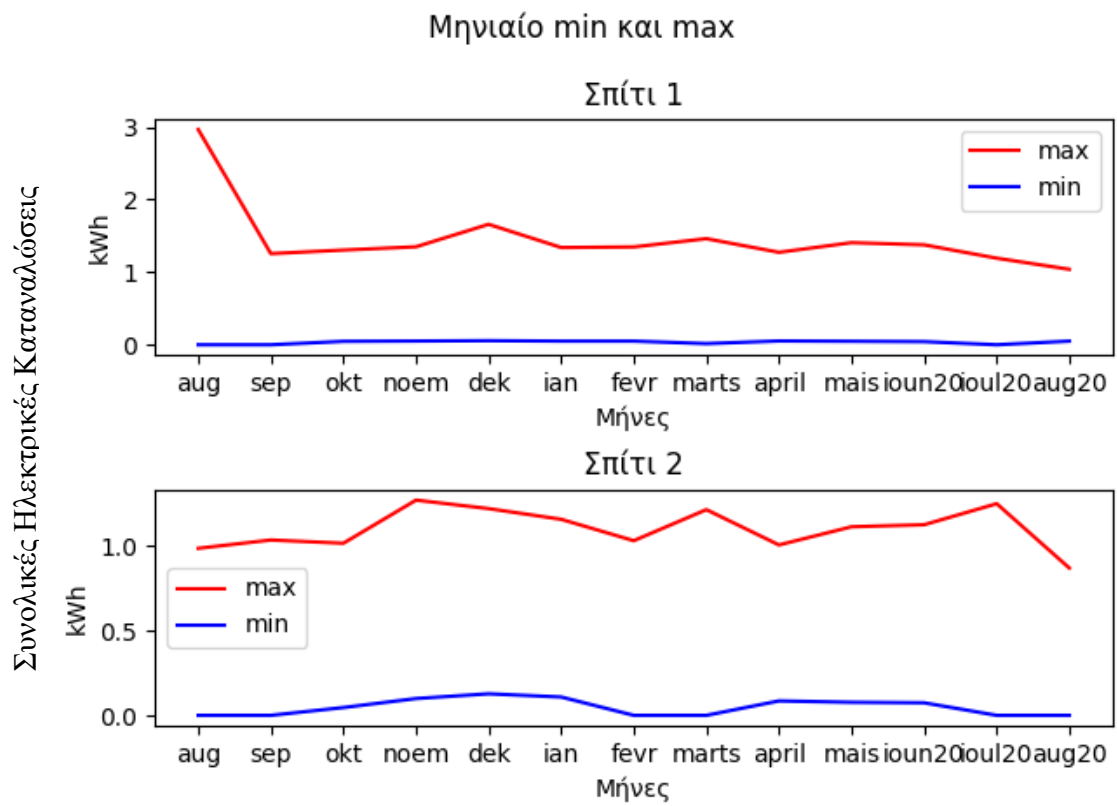
	<b>Κατοικία 1 (kWh)</b>
<b>Αριθμός Δεδομένων</b>	36577.00
<b>Μέσος όρος</b>	0.30
<b>Τυπική Απόκλιση</b>	0.20
<b>Ελάχιστη Τιμή</b>	0.00
<b>25%</b>	0.20
<b>50%</b>	0.20
<b>75%</b>	0.30
<b>Μέγιστη Τιμή</b>	3.00

*Πίνακας 17 Πίνακας ανάλυσης συνολικές καταναλώσεις κατοικία 2 Αυγούστου 2019 – Αυγούστου 2020*

	<b>Κατοικία 2 (kWh)</b>
<b>Αριθμός Δεδομένων</b>	36577.00
<b>Μέσος όρος</b>	0.30
<b>Τυπική Απόκλιση</b>	0.20
<b>Ελάχιστη Τιμή</b>	0.00
<b>25%</b>	0.20
<b>50%</b>	0.20
<b>75%</b>	0.40
<b>Μέγιστη Τιμή</b>	1.30

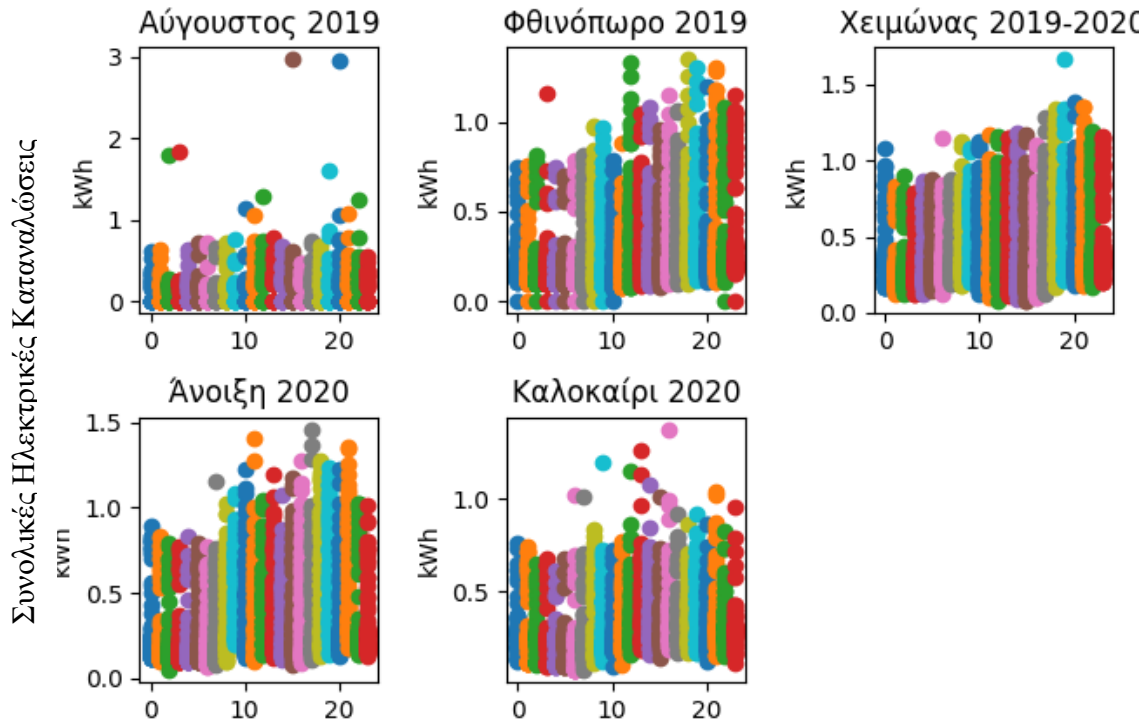


Εικόνα 89 Όλες οι αθροιστικές τιμές ανά τέταρτο για συνολικές καταναλώσεις



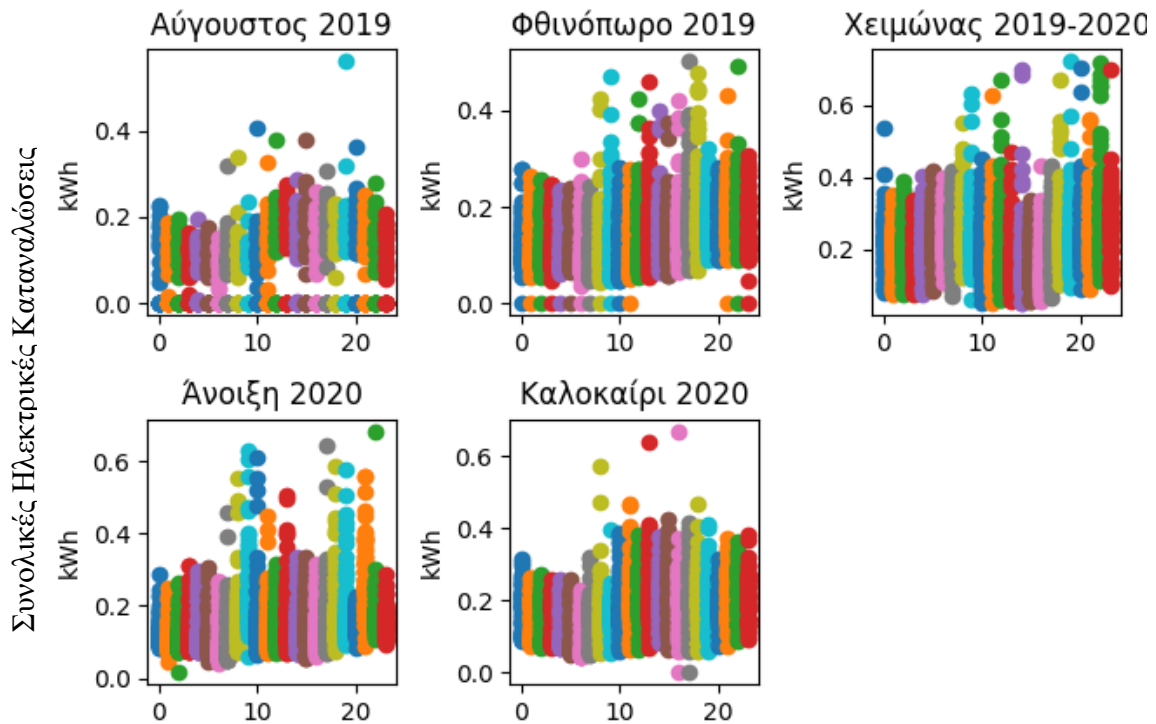
Εικόνα 90 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα για συνολικές καταναλώσεις στο κατοικία 1 και κατοικία 2

### Ωριαίες τιμές Max Σπίτι 1



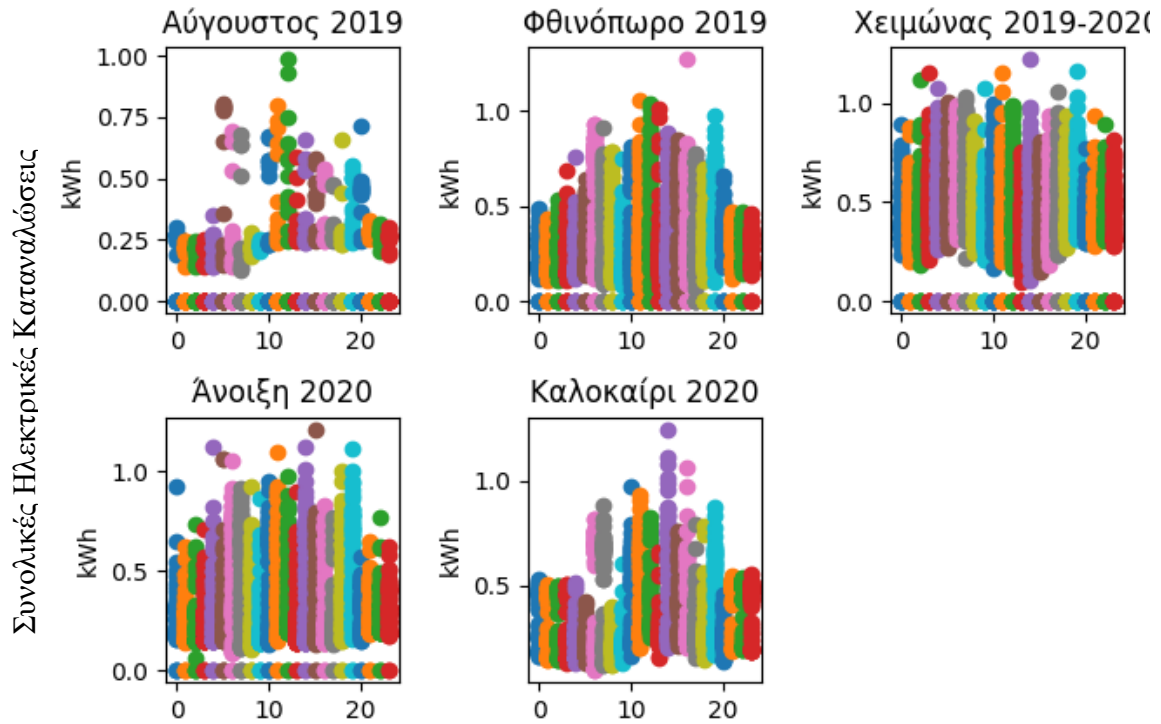
Εικόνα 91 Ωριαία κατανομή μεγίστων για συνολικές καταναλώσεις για το κατοικία 1

### Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 1



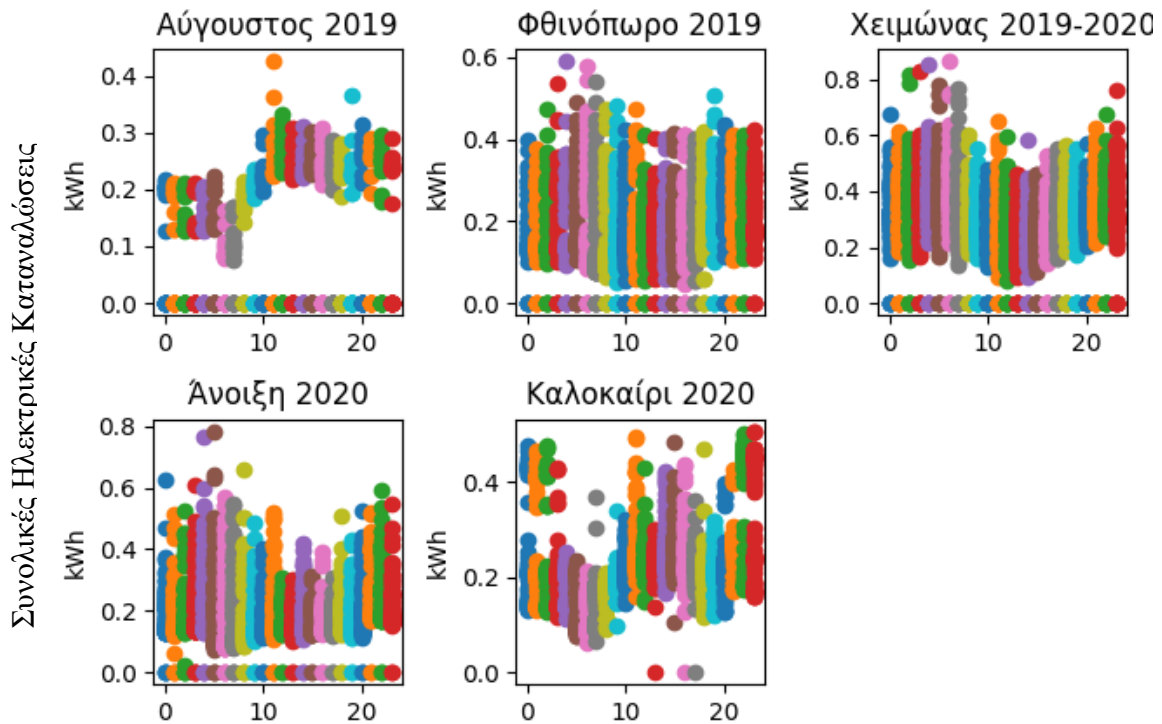
Εικόνα 92 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για συνολικές καταναλώσεις για το κατοικία 1

### Ωριαίες τιμές Max Σπίτι 2

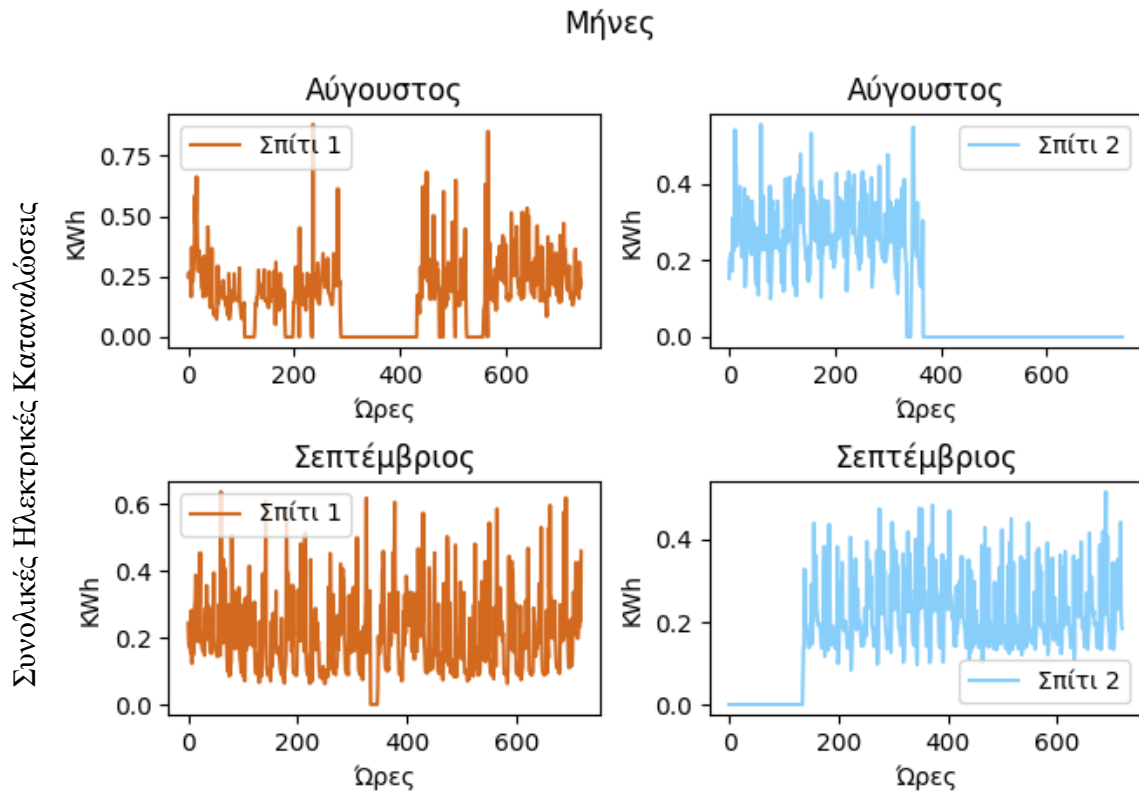


Εικόνα 93 Ωριαία κατανομή μεγίστων για συνολικές καταναλώσεις για το κατοικία 2

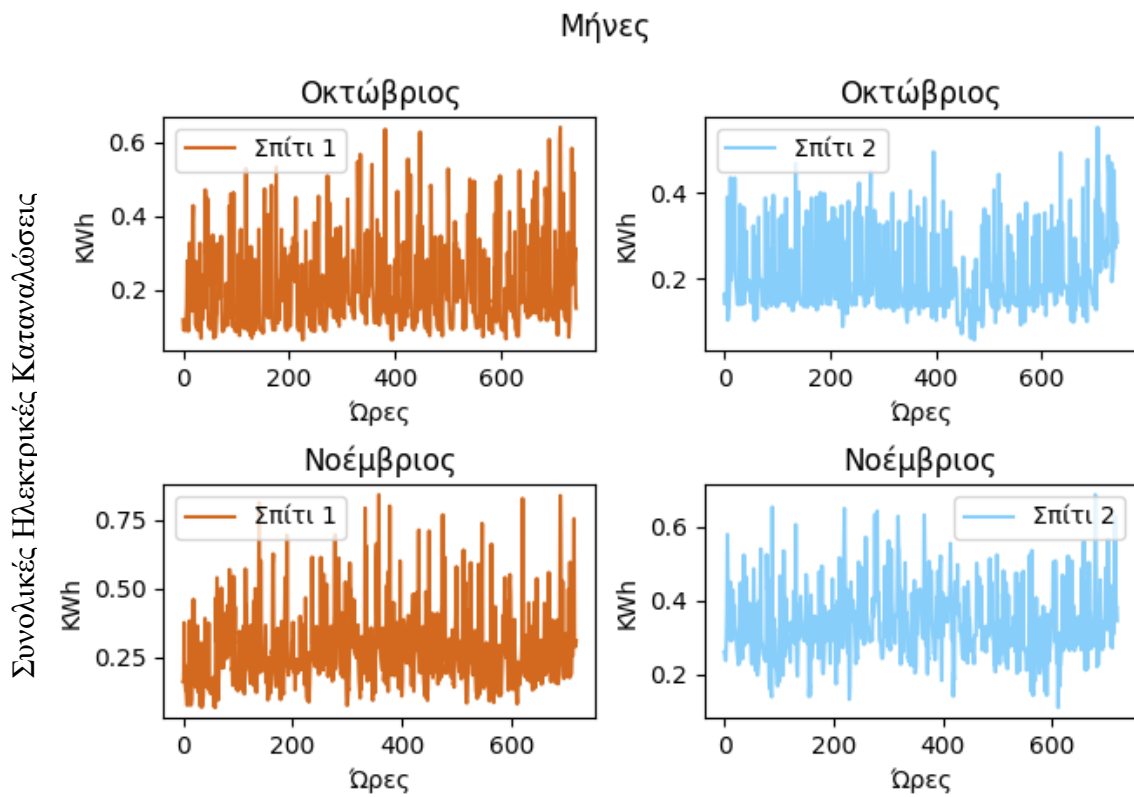
### Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 2



Εικόνα 94 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για συνολικές καταναλώσεις για το κατοικία 2

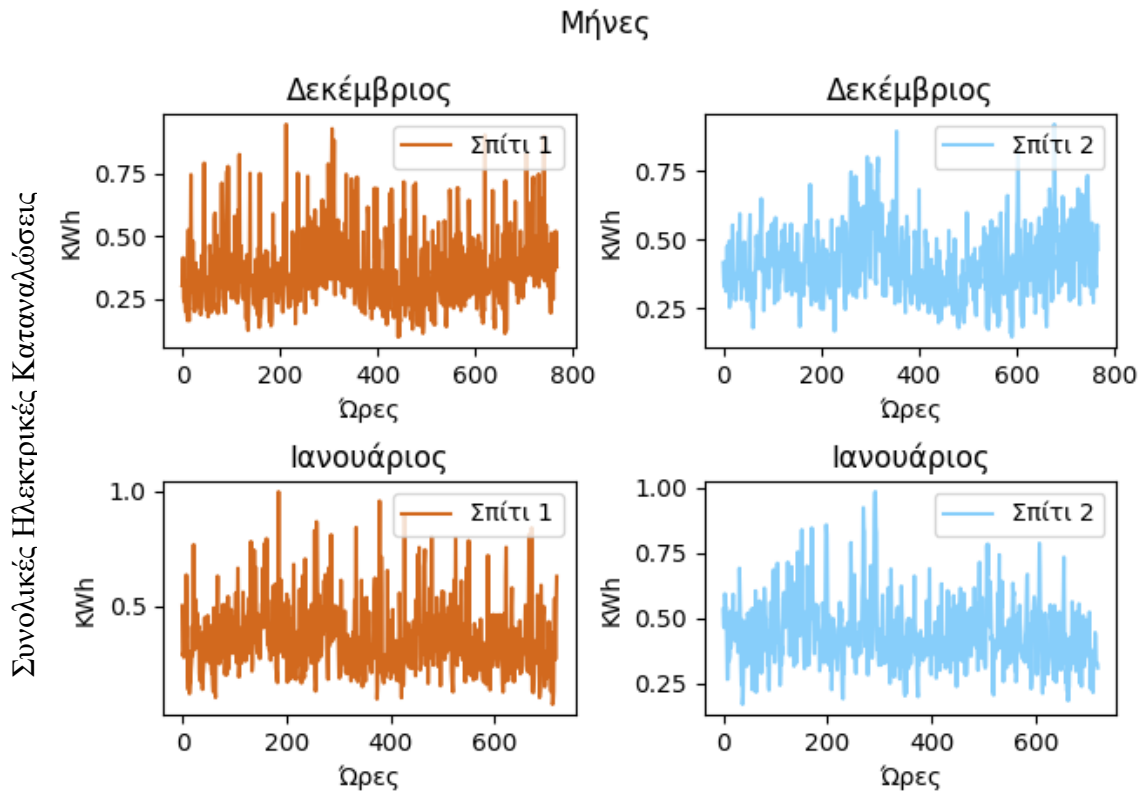


Εικόνα 95 Ωριαίες τιμές Αυγούστου και Σεπτεμβρίου για συνολικές καταναλώσεις

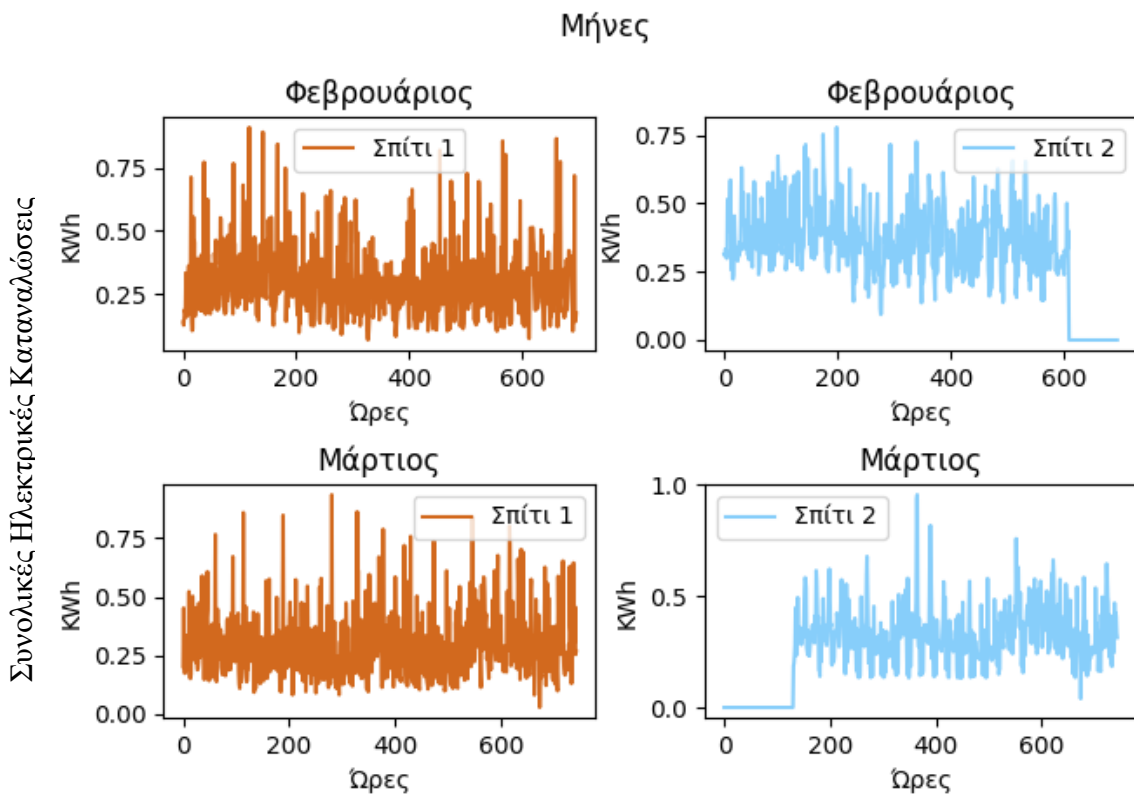


Εικόνα 96 Ωριαίες τιμές Οκτωβρίου και Ιουλίου για συνολικές καταναλώσεις

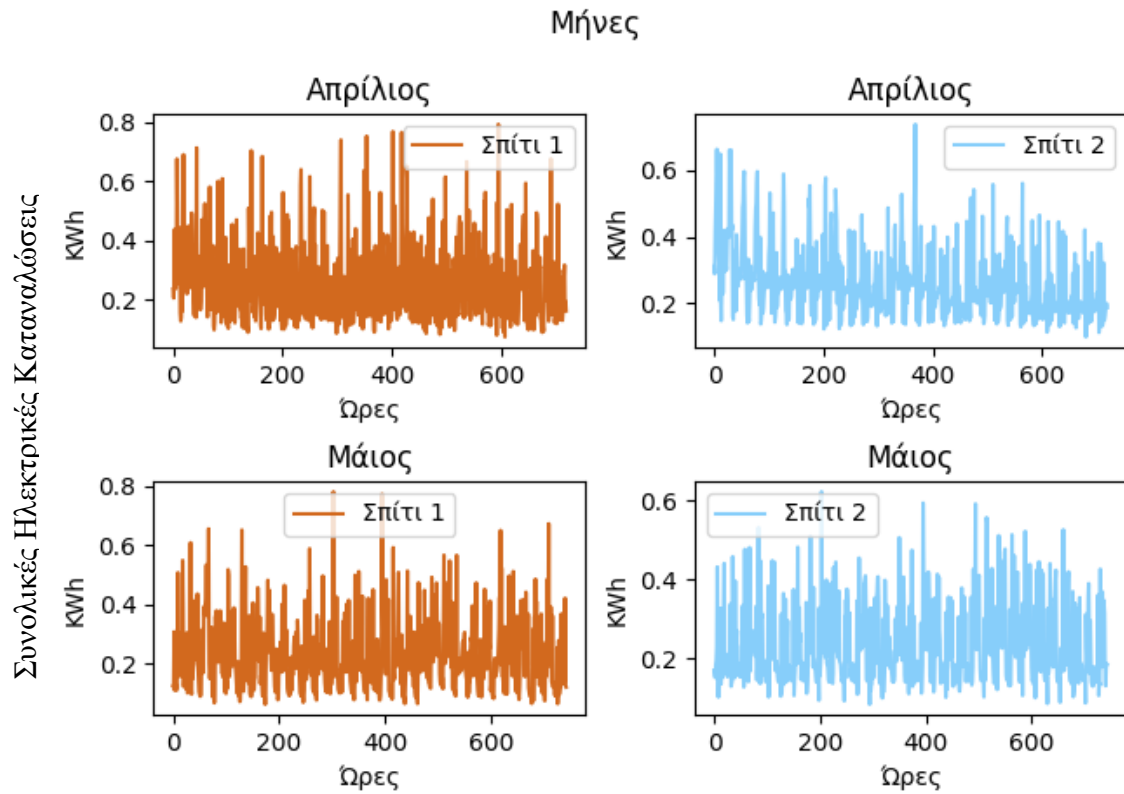




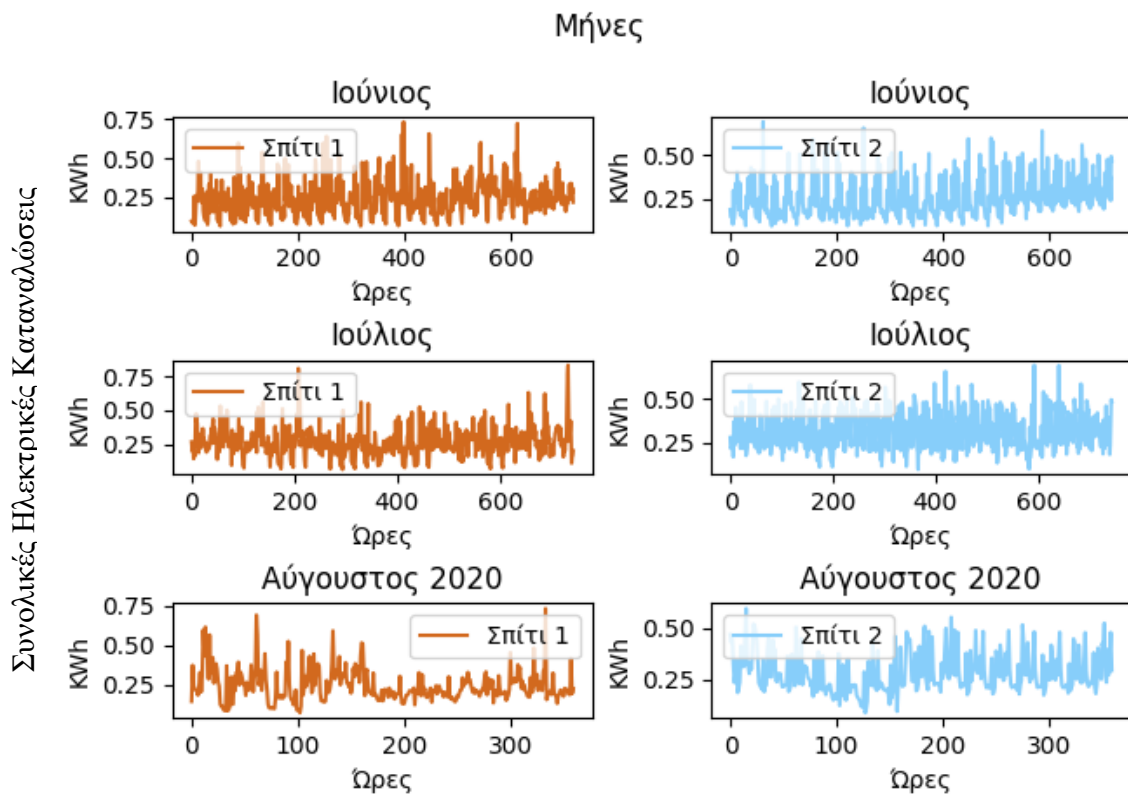
Εικόνα 97 Ωριαίες τιμές Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου για συνολικές καταναλώσεις



Εικόνα 98 Ωριαίες τιμές Φεβρουαρίου και Μαρτίου για συνολικές καταναλώσεις



Εικόνα 99 Ωριαίες τιμές Απριλίου και Μαΐου για συνολικές καταναλώσεις



Εικόνα 100 Ωριαίες τιμές Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου για συνολικές καταναλώσεις

Συμπεραίνοντας από τα διαγράμματα (εικόνες 92-97) οι συνολικές καταναλώσεις τείνουν να είναι όμοιες μεταξύ των κατοικιών , αλλά διακρίνεται ανά διαστήματα μεγαλύτερες τιμές στο σπίτι 1 από ότι στο σπίτι 2 με εξαιρέσεις κυρίως τον χειμώνα . Την περίοδο του Lockdown (Μάρτιο, Απρίλιος , Μάιος) δεν υπάρχουν μεγάλες αλλαγές στις καταναλώσεις , γεγονός θετικό και για τις δύο κατοικίες .

#### 4.10 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το Δίκτυο

Στο συγκεκριμένο αρχείο περιλαμβάνονται οι τιμές για την ζήτηση ενέργειας από το δίκτυο .

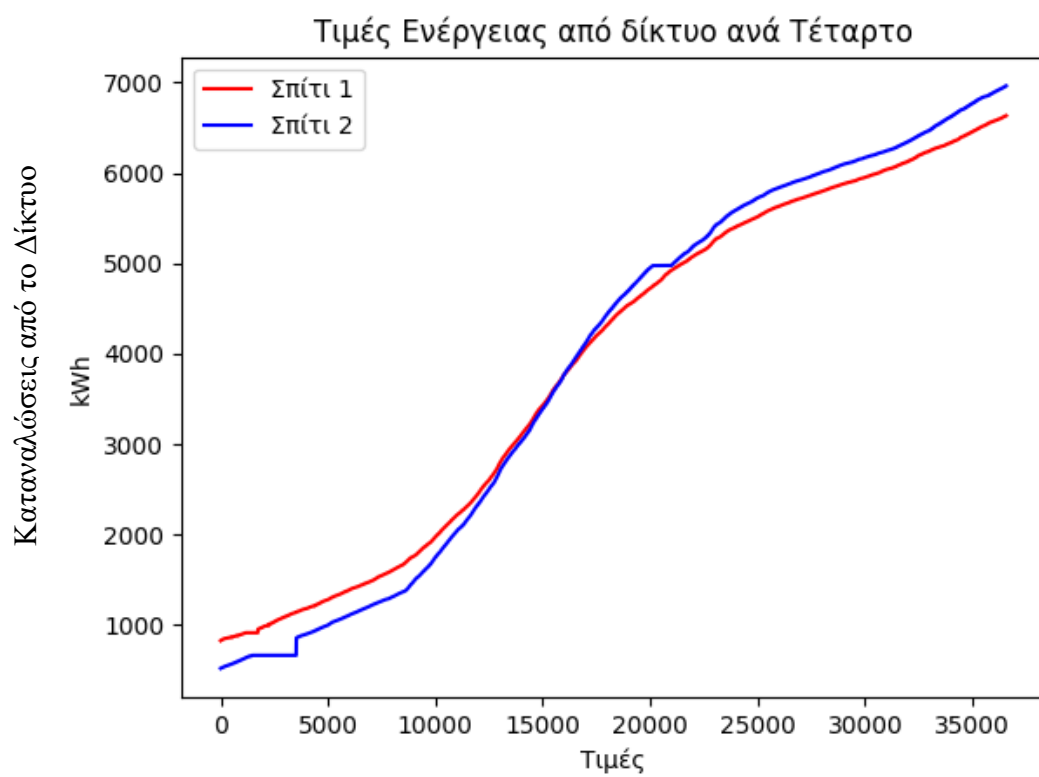
Πίνακας 18 Πίνακας ανάλυσης για επιπρόσθετη ενέργεια από το δίκτυο κατοικία 1 Αυγούστου 2019 – Αυγούστου 2020

	Κατοικία 1 (kWh)
Αριθμός Δεδομένων	36577.00
Μέσος όρος	0.20
Τυπική Απόκλιση	0.20
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.00
50%	0.10
75%	0.20
Μέγιστη Τιμή	2.60

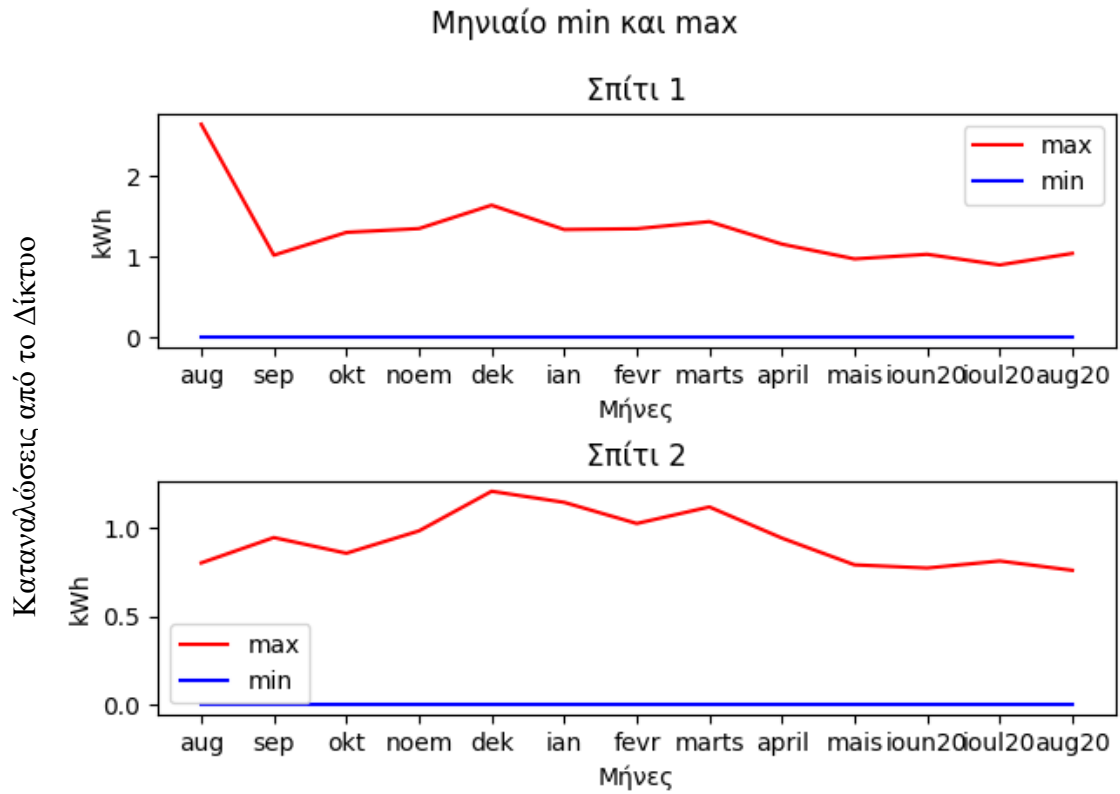
Πίνακας 19 Πίνακας ανάλυσης για επιπρόσθετη ενέργεια από το δίκτυο κατοικία 2 Αυγούστου 2019 – Αυγούστου 2020

	Κατοικία 2 (kWh)
Αριθμός Δεδομένων	36577.00
Μέσος όρος	0.20
Τυπική Απόκλιση	0.20
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.00
50%	0.10
75%	0.30

<b>Μέγιστη Τιμή</b>	1.21
---------------------	------



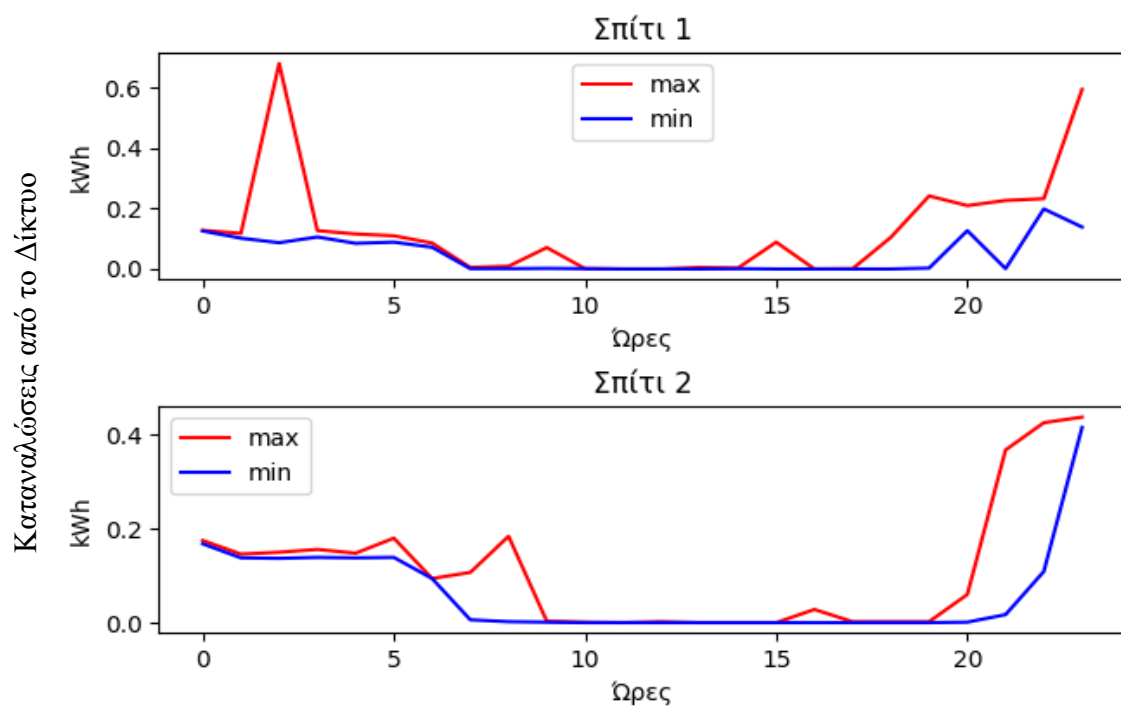
Εικόνα 101 Όλες οι τιμές ανά τέταρτο για επιπρόσθετη ενέργεια από το δίκτυο



Εικόνα 102 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο στις κατοικίες 1 και 2

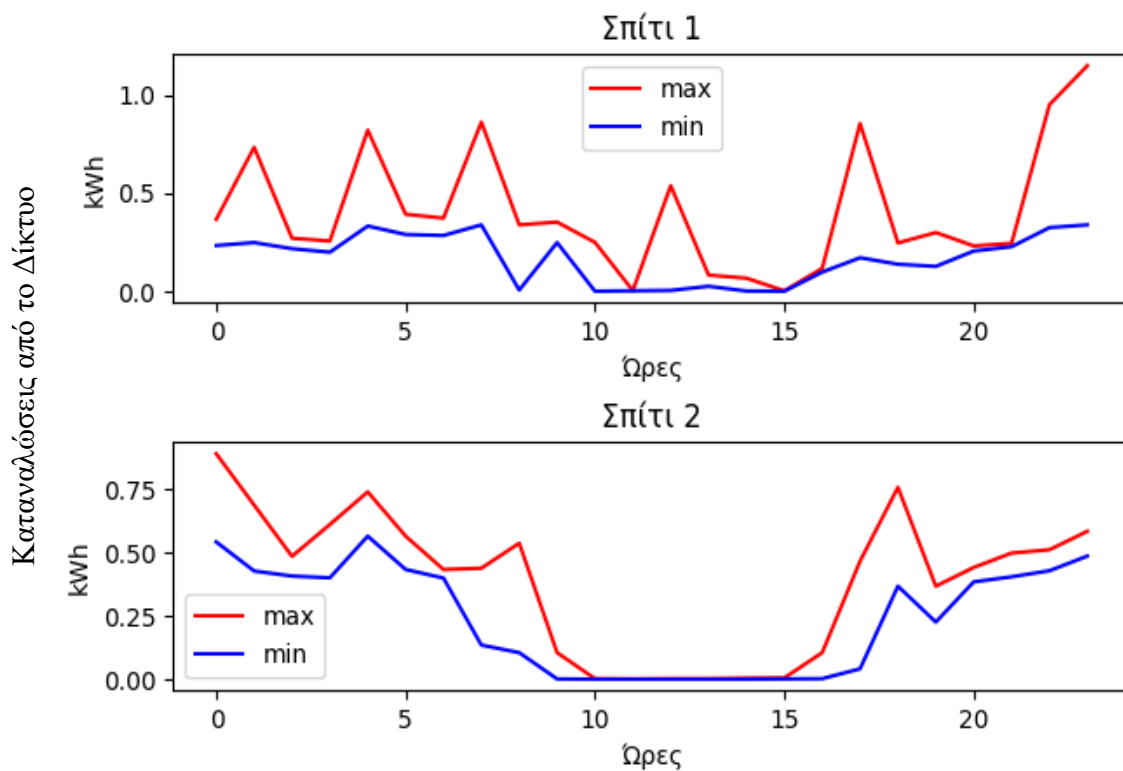
Η κατοικία 1 παρόλο που δεν παράγει με τον ίδιο ρυθμό ενέργεια μέσω των φωτοβολταϊκών όπως το κατοικία 2 (εικόνα 101) , έτσι και εδώ παρατηρούνται μηνιαία περισσότερη ζήτηση ενέργειας από το δίκτυο αντίστοιχα (εικόνα 102) . Παρακάτω καταγράφηκαν σε τρεις τυχαίες μέρες η ζήτηση ενέργειας .

28/5/2020



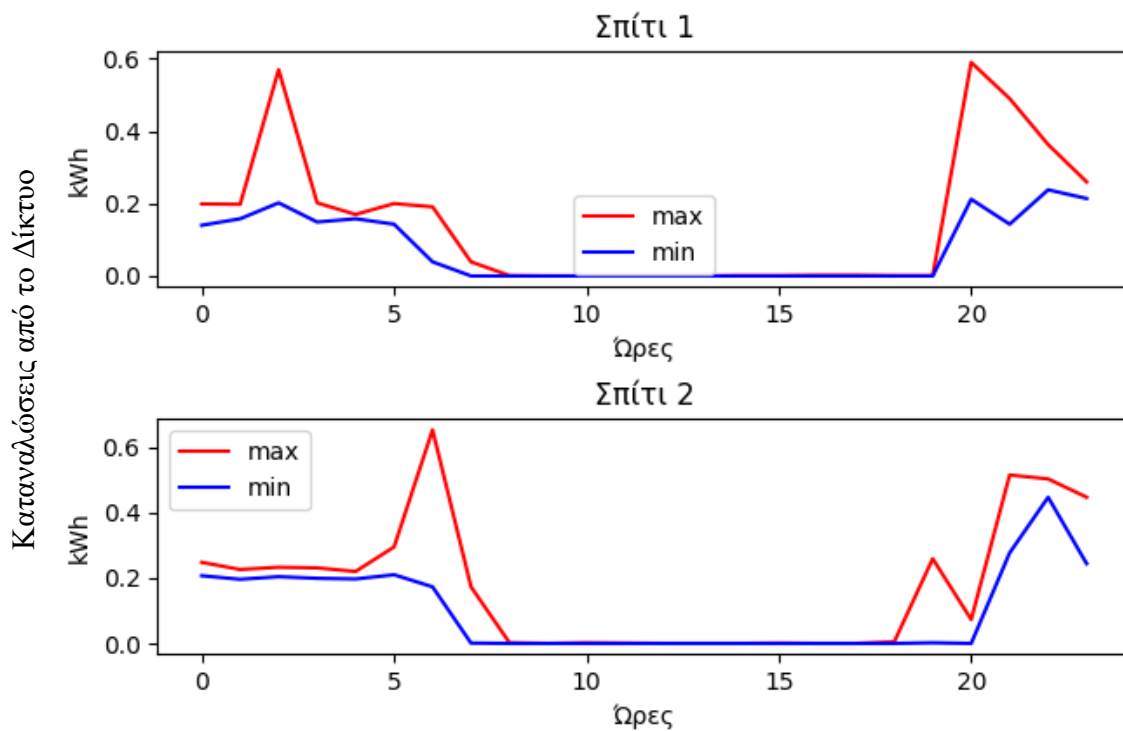
Εικόνα 103 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο στις 28 Μαΐου 2020

07/02/2020



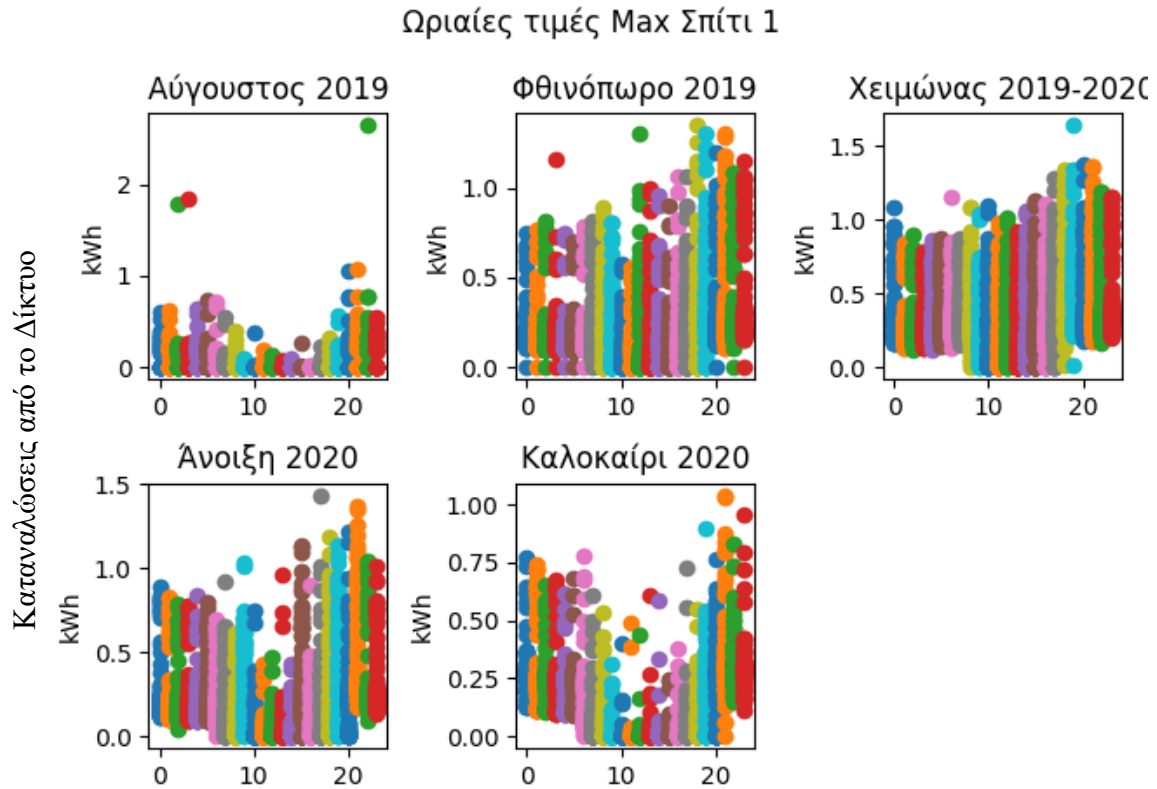
Εικόνα 104 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο στις 7 Φεβρουαρίου 2020

11/08/2020



Εικόνα 105 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο στις 11 Αυγούστου 2020

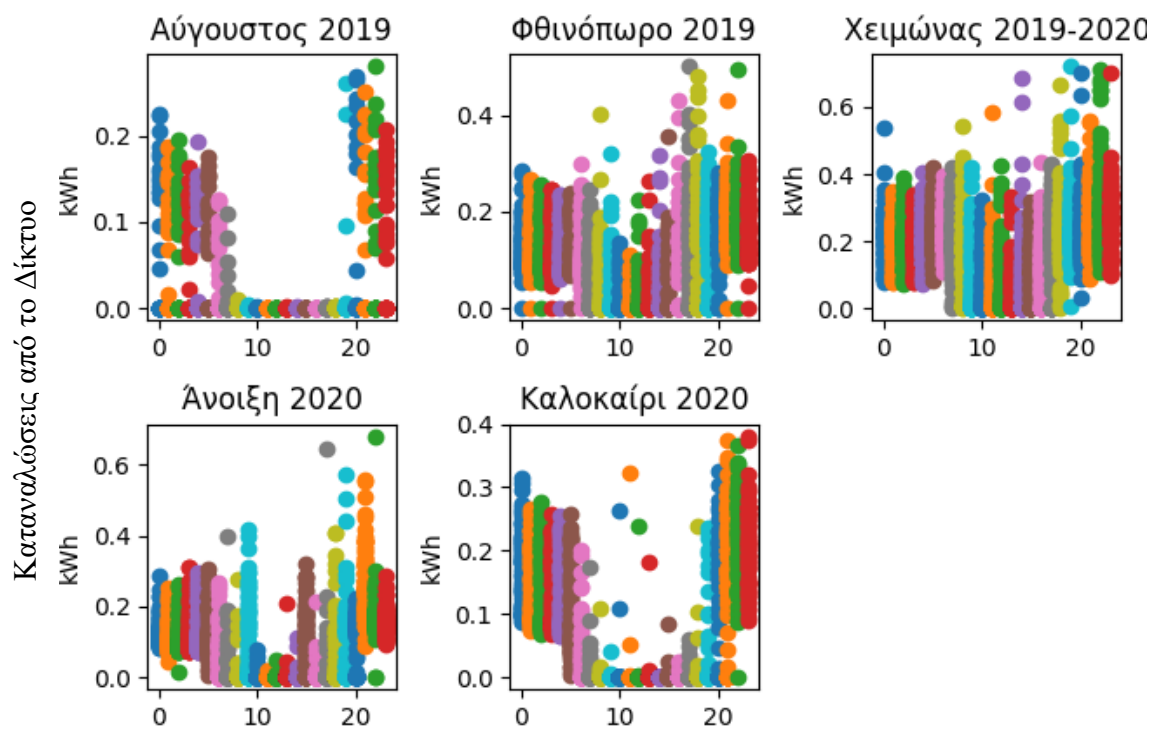
Κύριες ώρες ζήτησης ενέργειας είναι οι νυχτερινές . Το αξιοσημείωτο είναι ότι στην κατοικία 2 όπου δεν έχει καθόλου ζήτηση τις ώρες ηλιοφάνειας , ενώ η κατοικία 1 παρουσιάζει κατανάλωση ενέργειας από το δίκτυο (εικόνες 103-105).



Εικόνα 106 Ωριαία κατανομή μεγίστων για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο για την κατοικία 1

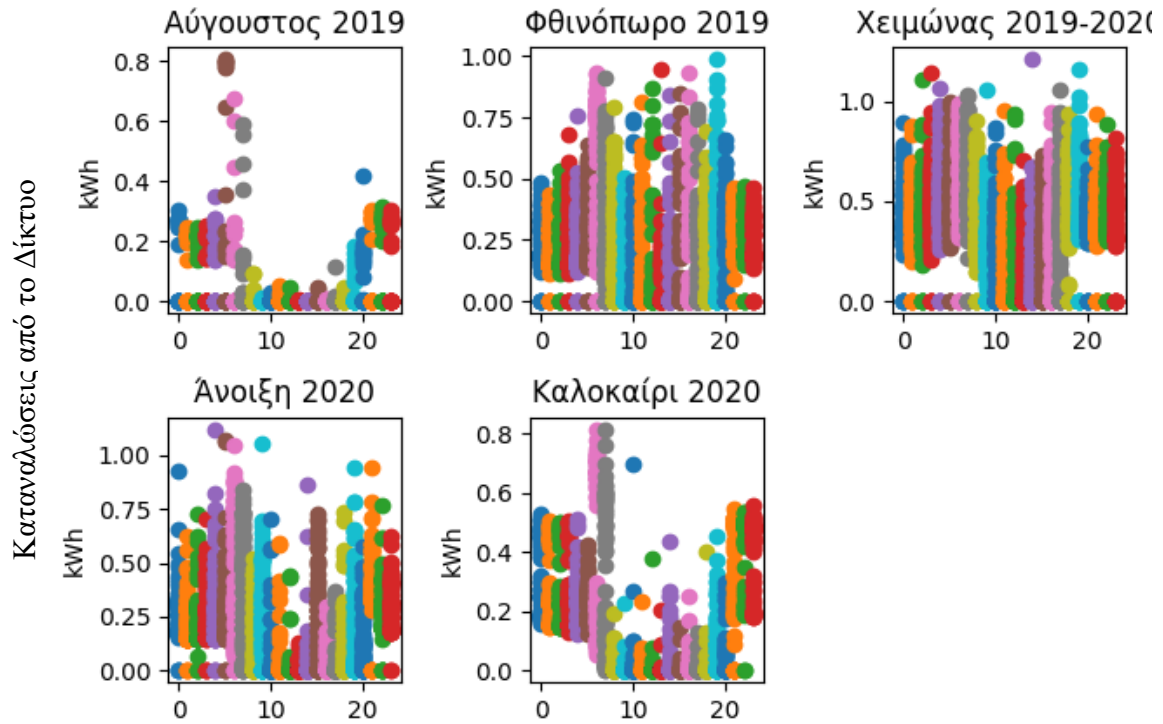


Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 1



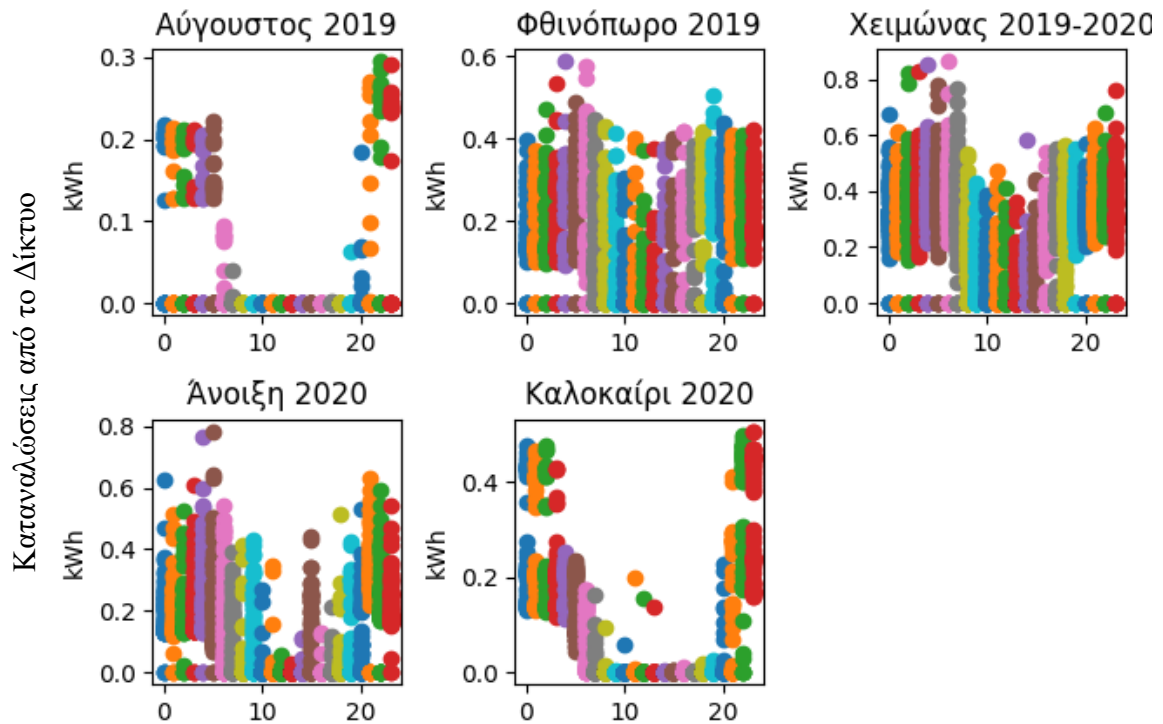
Εικόνα 107 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο για την κατοικία 1

### Ωριαίες τιμές Max Σπίτι 2

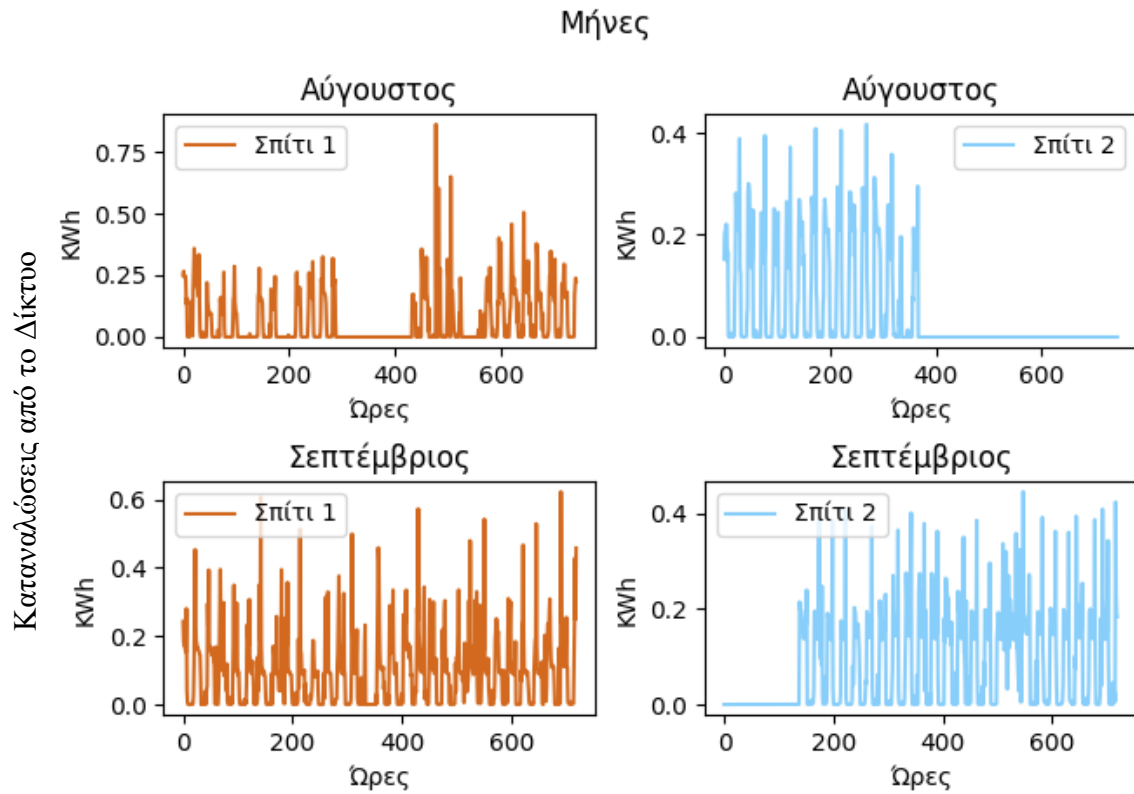


Εικόνα 108 Ωριαία κατανομή μεγίστων για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο για την κατοικία 2

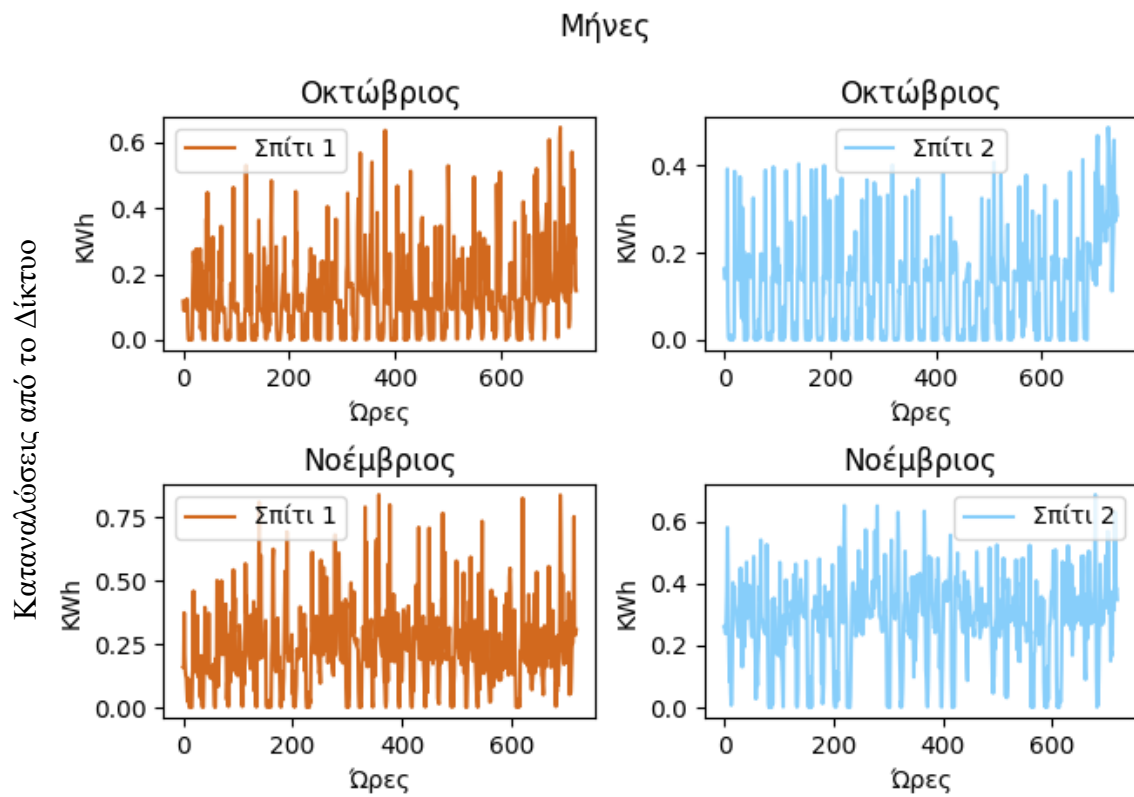
### Ωριαίες τιμές Min Σπίτι 2



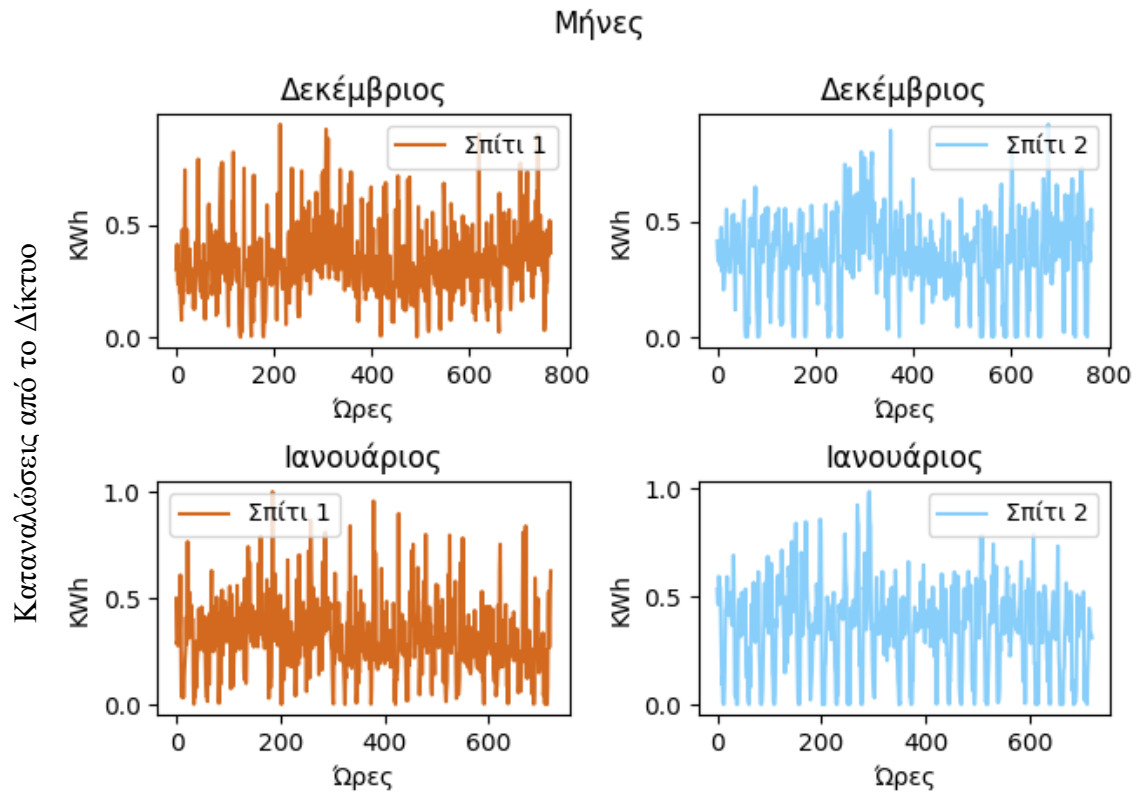
Εικόνα 109 Ωριαία κατανομή ελαχίστων για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο για την κατοικία 2



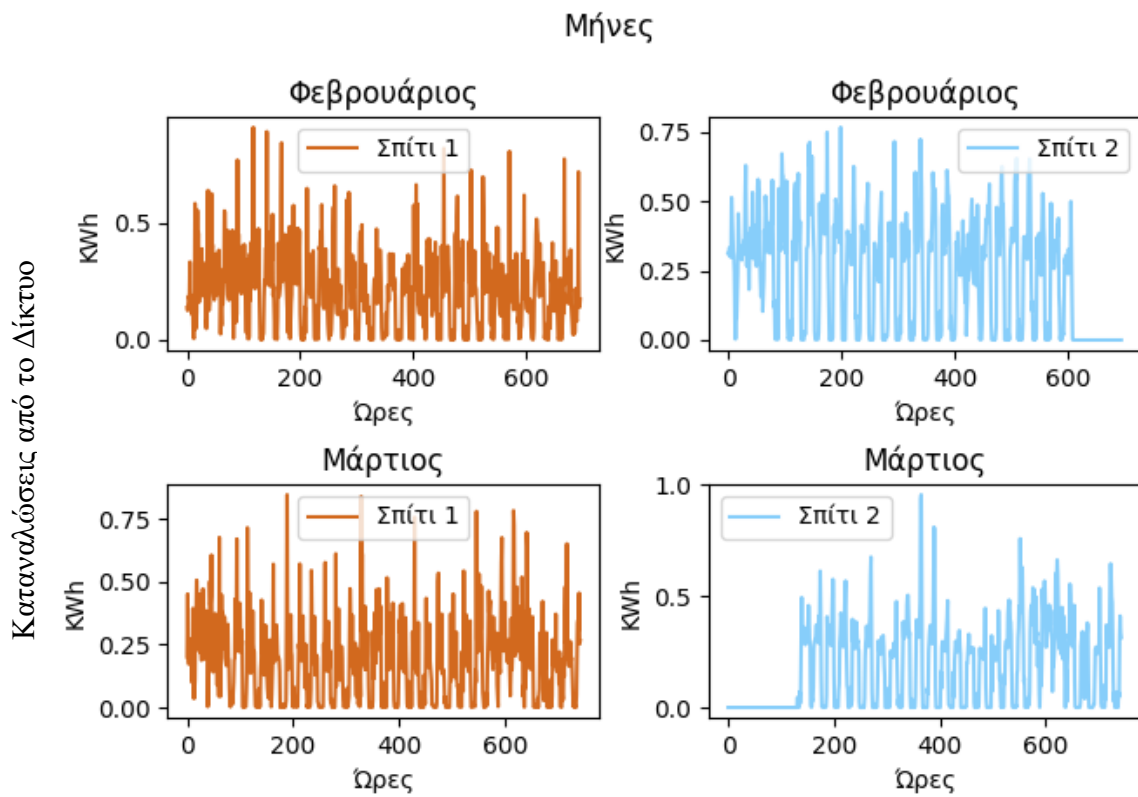
Εικόνα 110 Ημερήσιες τιμές Αυγούστου και Σεπτεμβρίου για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο



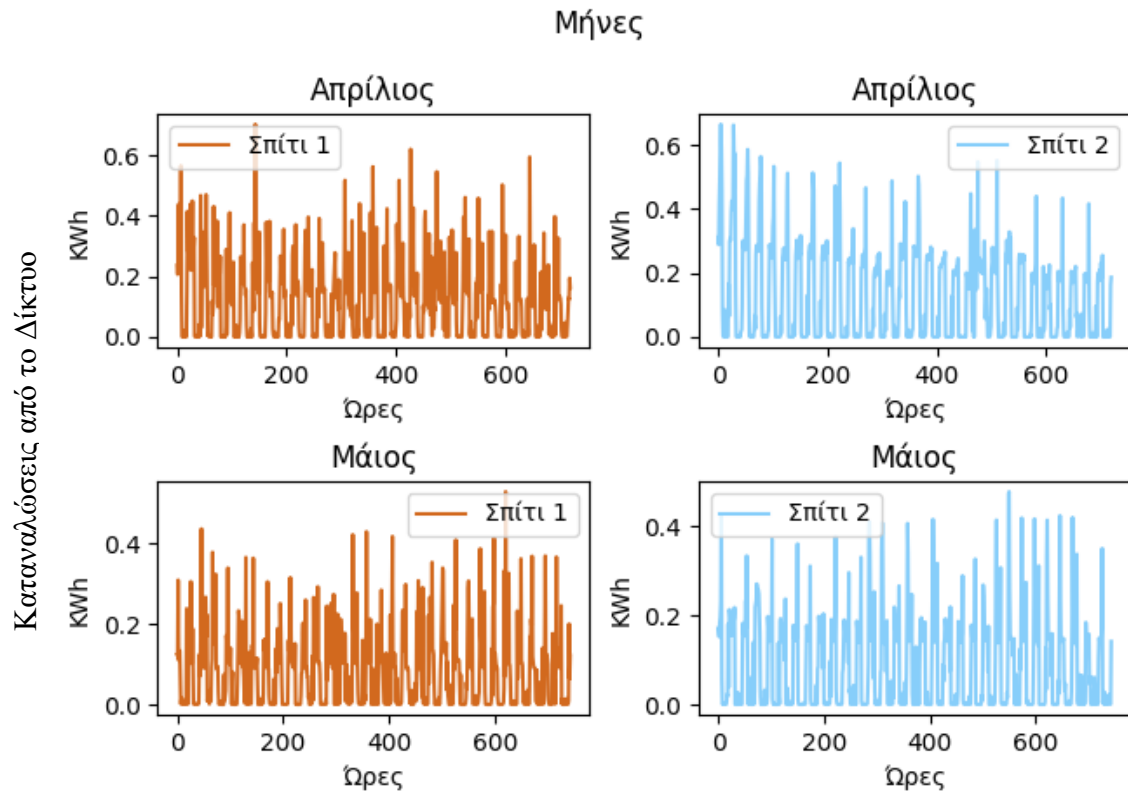
Εικόνα 111 Ημερήσιες τιμές Οκτωβρίου και Ιουλίου για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο



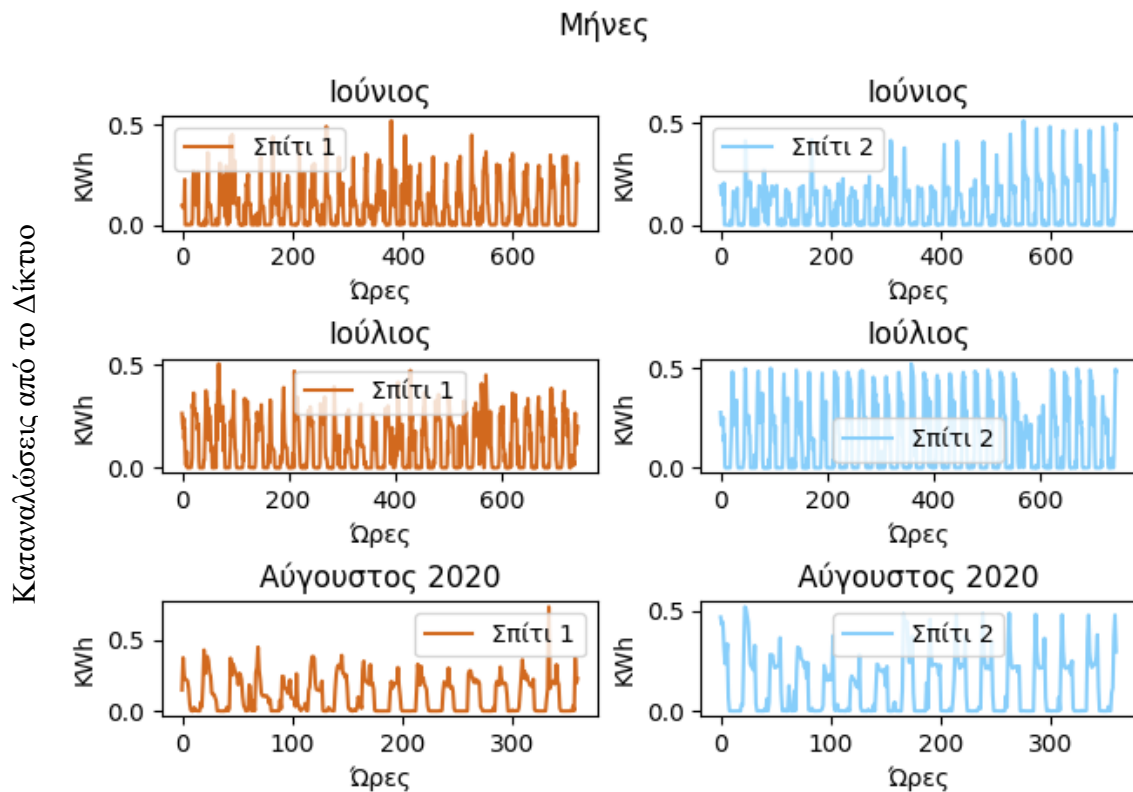
Εικόνα 112 Ωριαίες τιμές Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο



Εικόνα 113 Ωριαίες τιμές Φεβρουαρίου και Μαρτίου για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο



Εικόνα 114 Ωριαίες τιμές Απριλίου και Μαΐου για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο



Εικόνα 115 Ωριαίες τιμές Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου για κατανάλωση επιπρόσθετης ενέργειας από το δίκτυο

Κατά κύριο λόγο οι τιμές ζήτησης σε σύγκριση μεταξύ των μηνών είναι ίδια . Βέβαια υπάρχουν μικρές εξαιρέσεις όπου το σπίτι 2 έχει υψηλότερες ζητήσεις όπως ο μήνας Φεβρουάριος .

#### 4.11 Θεωρητικές Τιμές

Οι θεωρητικές τιμές κατανάλωσης ενέργειας είναι οι τιμές που προέρχονται από την προσομοίωση στο πρόγραμμα Energy Plus+ . Παρακάτω θα γίνει σύγκριση με τις τιμές που ελήφθησαν από τις κατοικίες και θα δείξει την απόκλιση τους από τα θεωρητικά δεδομένα . Η πρώτη τιμή είναι στη 1 Ιανουαρίου και ώρα 01:00 ενώ στις πραγματικές τιμές των κατοικιών είναι από Ιούνιο και ώρες που κυμαίνονται . Θα γίνουν συγκρίσεις ανά εποχή αλλά και ανά μήνα . Αρχικά οι παρακάτω πίνακες (πίνακες 19 και 20) θα δείξουν μια γενική εικόνα για τα θεωρητικά δεδομένα :

##### 4.11.1 Παραγωγή Ενέργειας

Πίνακας 20 Πίνακας ανάλυσης θεωρητικών τιμών παραγωγής ενέργειας κατοικία 1

	Κατοικία 1 (kWh)
Αριθμός Δεδομένων	8760.00
Μέσος όρος	0.50
Τυπική Απόκλιση	0.70
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.00
50%	0.10
75%	0.90
Μέγιστη Τιμή	3.50

Πίνακας 21 Πίνακας ανάλυσης θεωρητικών τιμών παραγωγής ενέργειας κατοικία 2

	Κατοικία 2 (kWh)
Αριθμός Δεδομένων	8760.00
Μέσος όρος	0.50
Τυπική Απόκλιση	0.80
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.00
50%	0.00

75%	0.90
max	3.70

#### 4.11.2 Καταναλώσεις Ενέργειας

Πίνακας 22 Πίνακας ανάλυσης κατανάλωσης από θέρμανση , ψύξη και θέρμανση νερού κατοικία 1

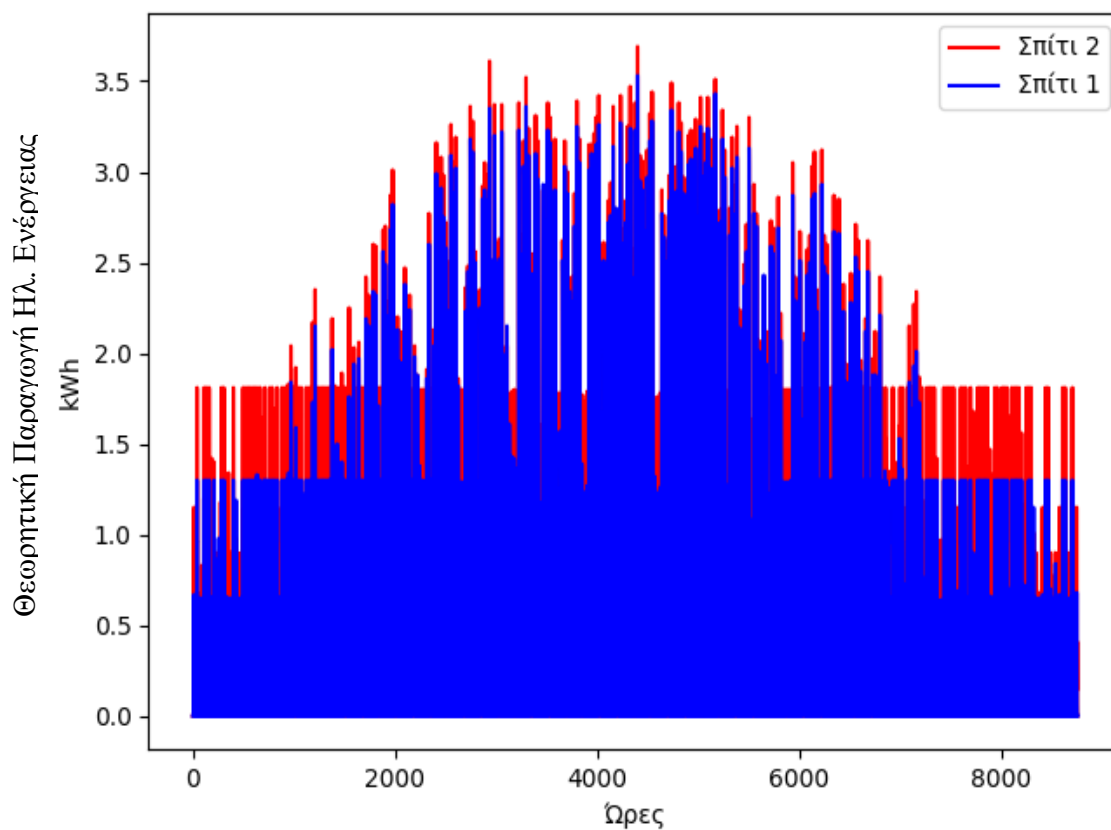
	Reguralted Energy Σπίτι 1 (kWh)
Αριθμός Δεδομένων	8760.00
Μέσος όρος	0.60
Τυπική Απόκλιση	0.70
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.10
50%	0.30
75%	1.00
Μέγιστη Τιμή	3.80

Πίνακας 23 Πίνακας ανάλυσης κατανάλωσης από θέρμανση , ψύξη και θέρμανση νερού κατοικία 2

	Reguralted Energy Σπίτι 2 (kWh)
Αριθμός Δεδομένων	8760.00
Μέσος όρος	0.50
Τυπική Απόκλιση	0.70
Ελάχιστη Τιμή	0.00
25%	0.00
50%	0.30
75%	0.80
Μέγιστη Τιμή	3.60

Από τους πίνακες παρατηρείται πάλι ότι το σπίτι 2 παράγει περισσότερη αλλά και καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από το σπίτι 1 όπως δηλαδή και στα πραγματικά δεδομένα των μετρήσεων.

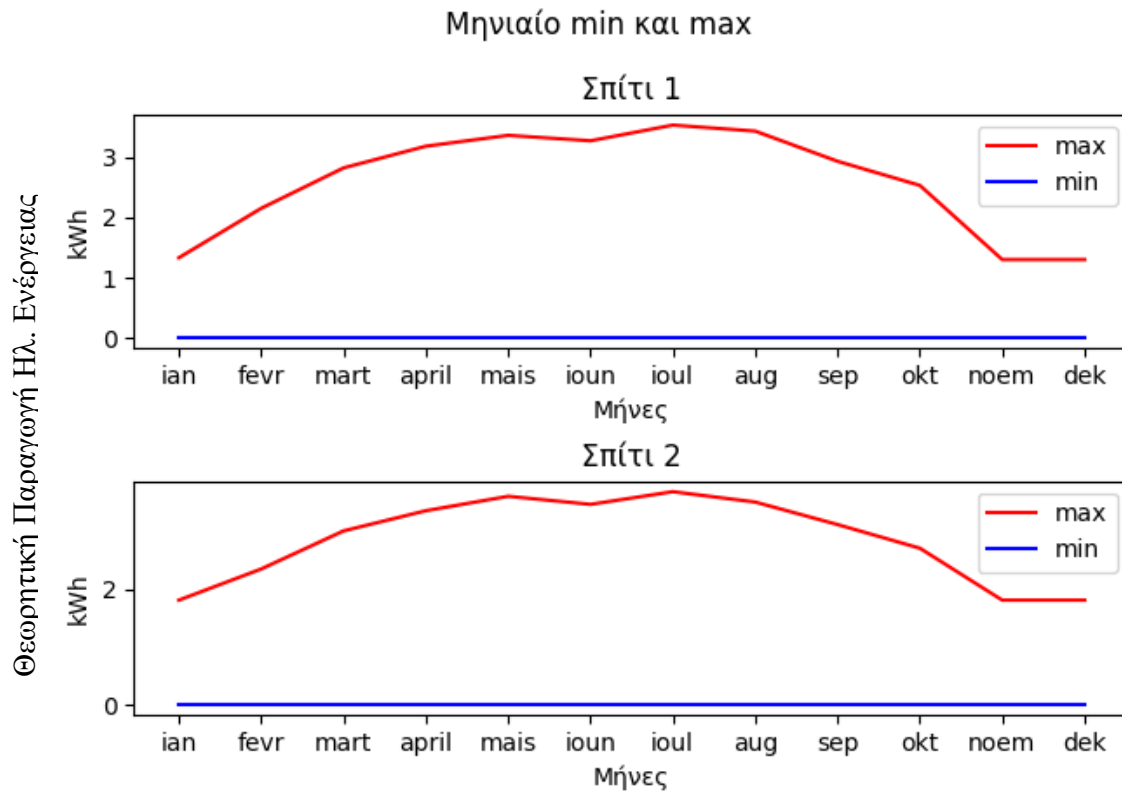
#### 4.12 Θεωρητική Παραγωγή από Φωτοβολταϊκά στοιχεία



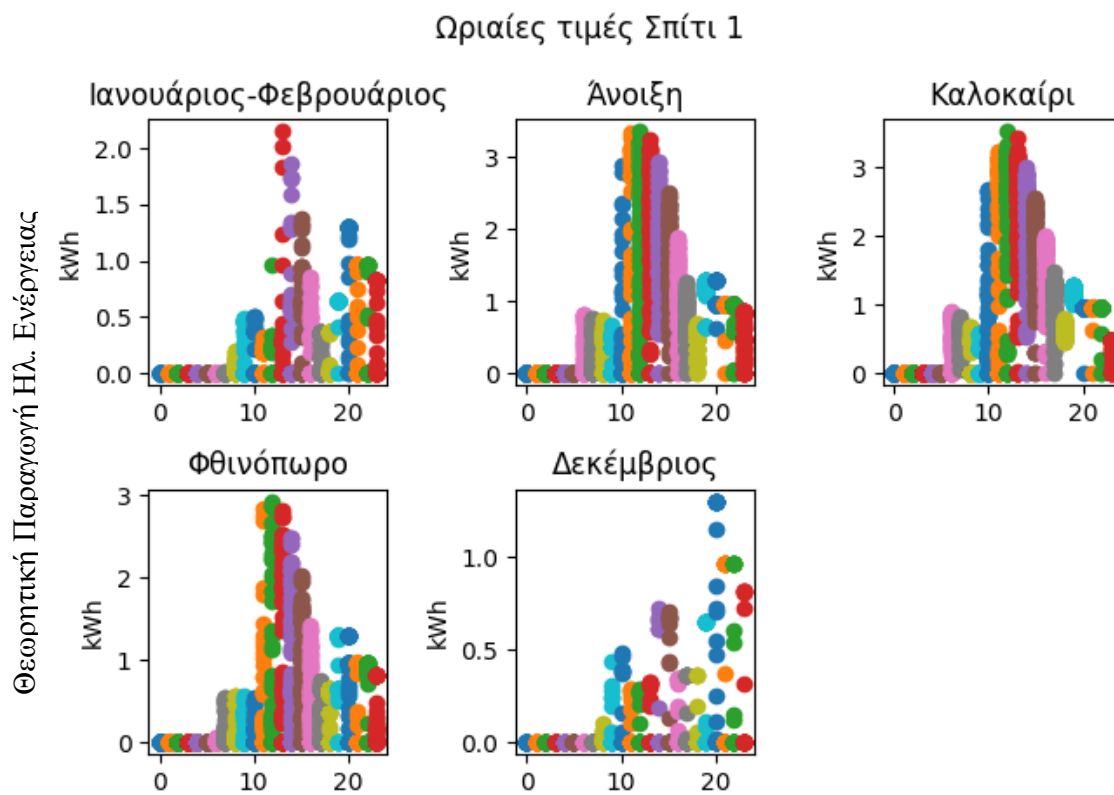
Εικόνα 116 Όλες οι τιμές ανά τέταρτο για θεωρητικές τιμές παραγωγής ενέργειας

Παρατηρείται και στις θεωρητικές τιμές ότι το σπίτι 1 παράγει λιγότερη ενέργεια από το σπίτι 2 (εικόνα 109) .



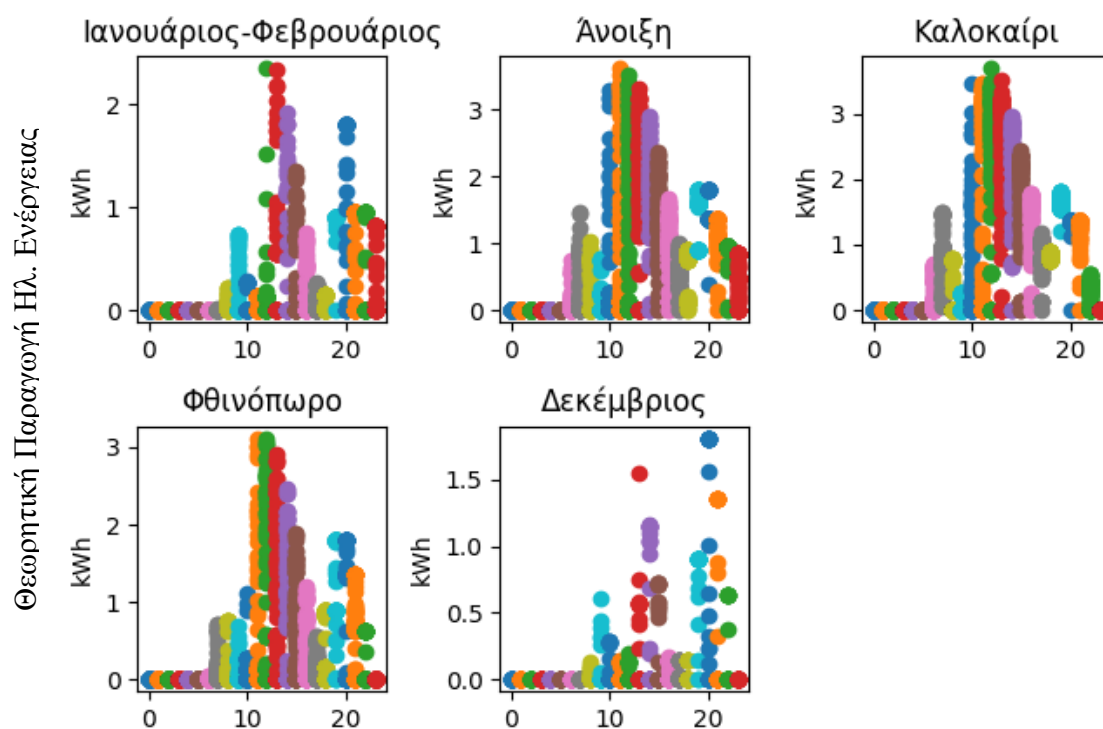


Εικόνα 117 Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ανά μήνα για παραγωγή ενέργειας στην κατοικία 1 και κατοικία 2



Εικόνα 118 Ωριαία κατανομή για θεωρητική παραγωγή ενέργειας για την κατοικία 1

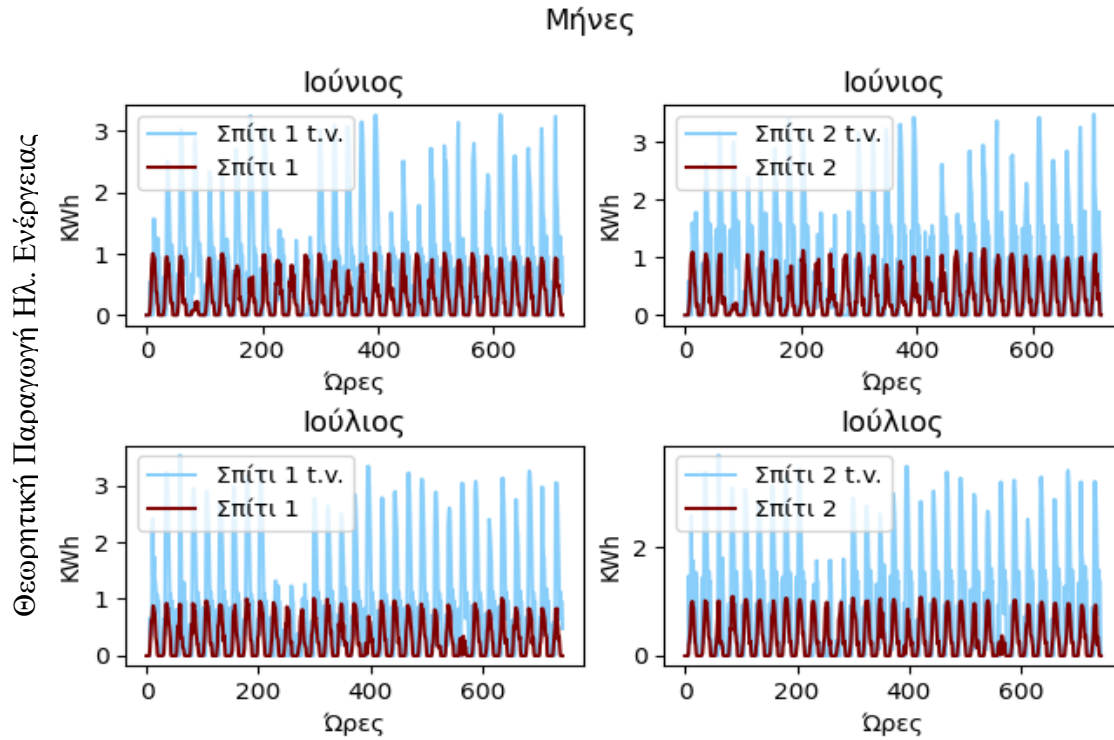
# Ωριαίες τιμές Σπίτι 2



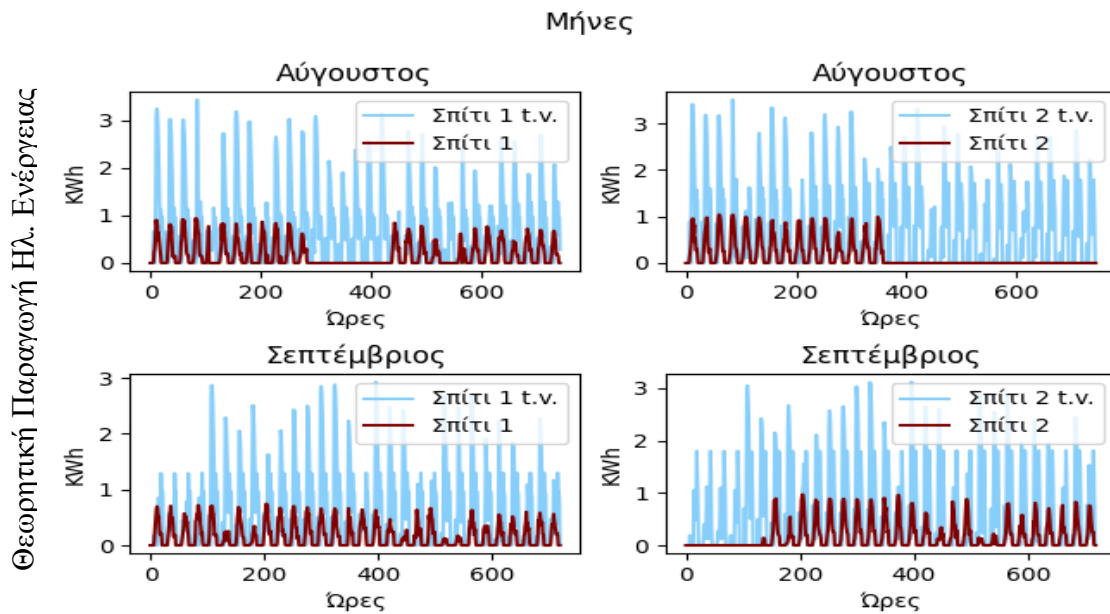
Εικόνα 119 Ωριαία κατανομή για θεωρητική παραγωγή ενέργειας για την κατοικία 2

#### 4.13 PV Θεωρητικές Τιμές (t.v.) VS Πειραματικές Τιμές

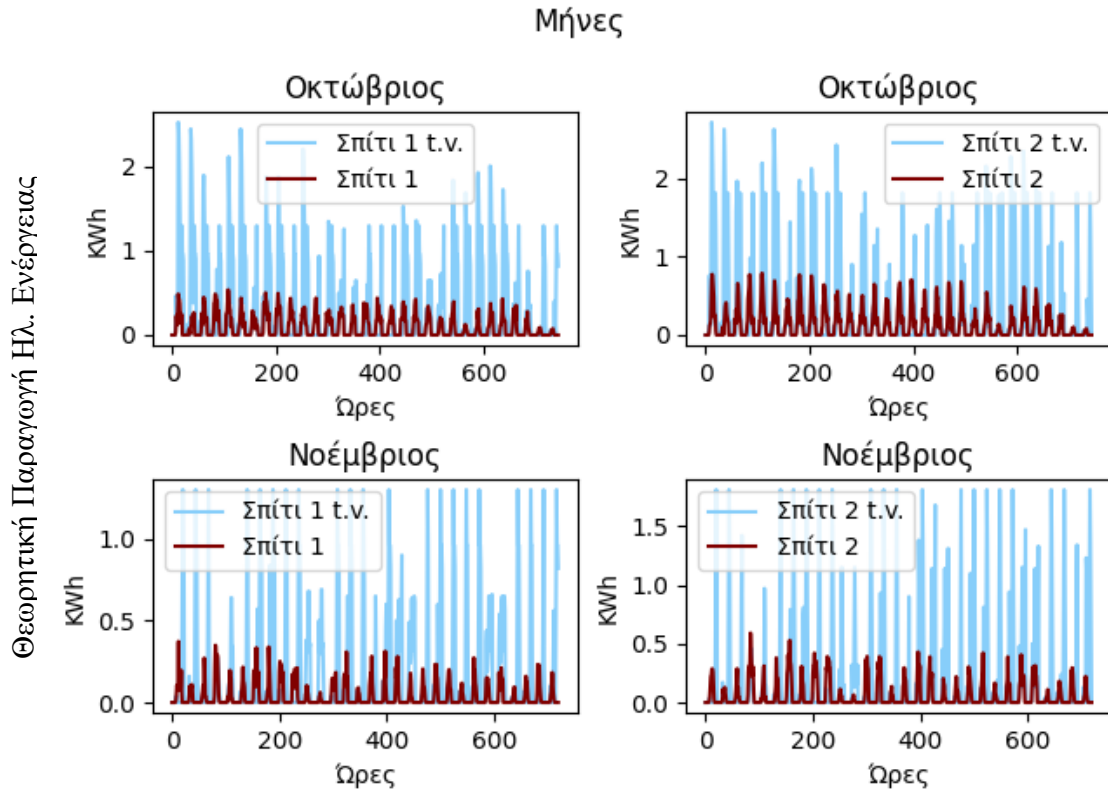
Στα παρακάτω διαγράμματα γίνεται η σύγκριση των ωριαίων πειραματικών τιμών με τις θεωρητικές ωριαίες τιμές, για κάθε μήνα.



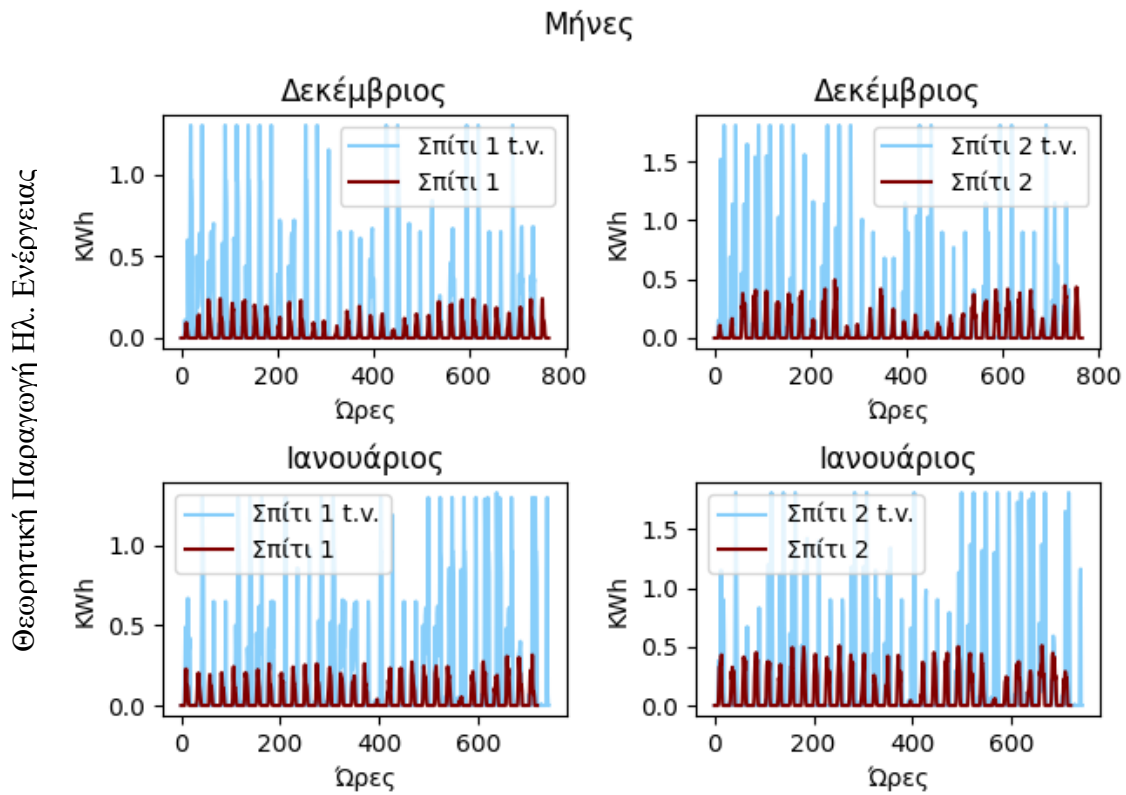
Εικόνα 120 Ωριαίες τιμές Ιουνίου και Ιουλίου για θεωρητική παραγωγή ενέργειας



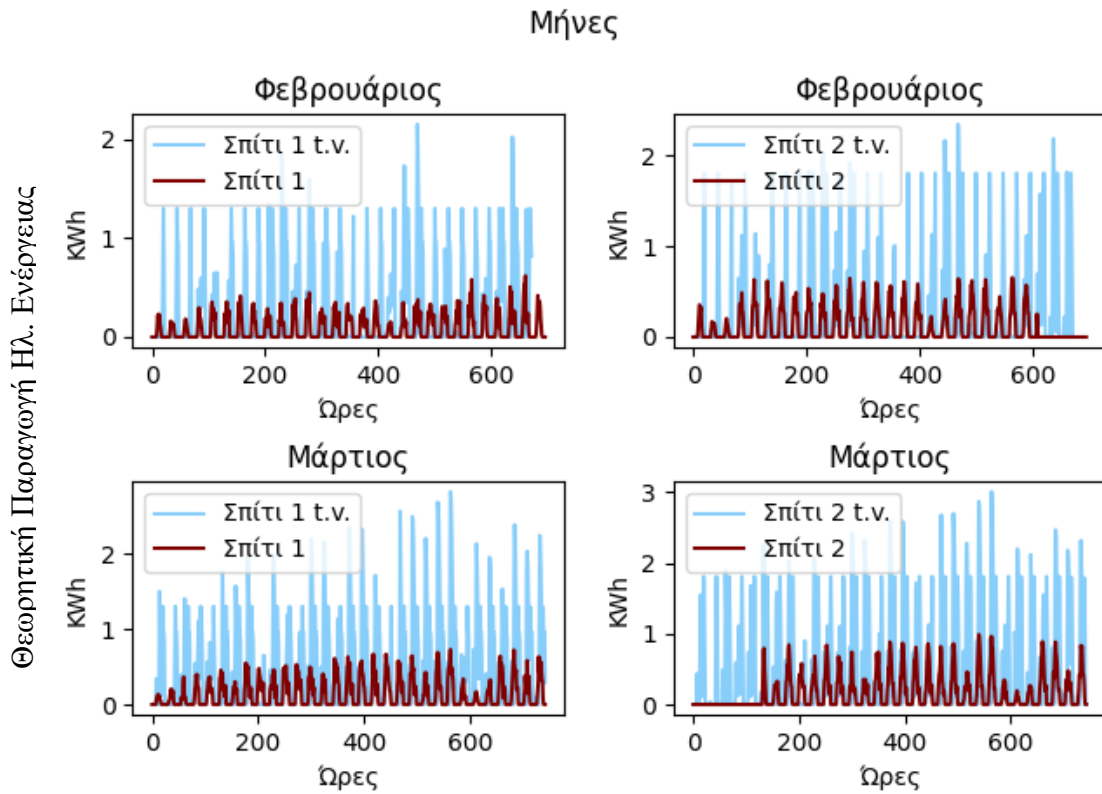
Εικόνα 121 Ωριαίες τιμές Αυγούστου και Σεπτεμβρίου για θεωρητική παραγωγή ενέργειας



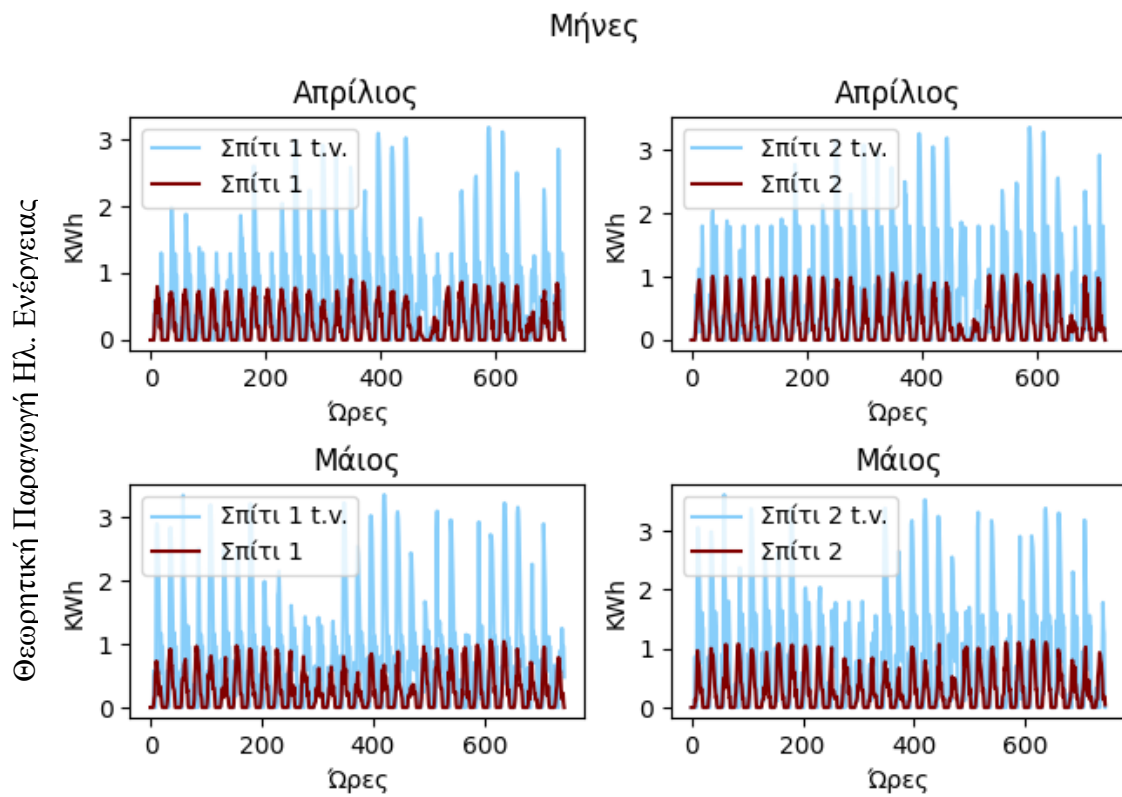
Εικόνα 122 Ωριαίες τιμές Οκτωβρίου και Ιουλίου για θεωρητική παραγωγή ενέργειας



Εικόνα 123 Ωριαίες τιμές Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου για θεωρητική παραγωγή ενέργειας



Εικόνα 124 Ωριαίες τιμές Φεβρουαρίου και Μαρτίου για θεωρητική παραγωγή ενέργειας



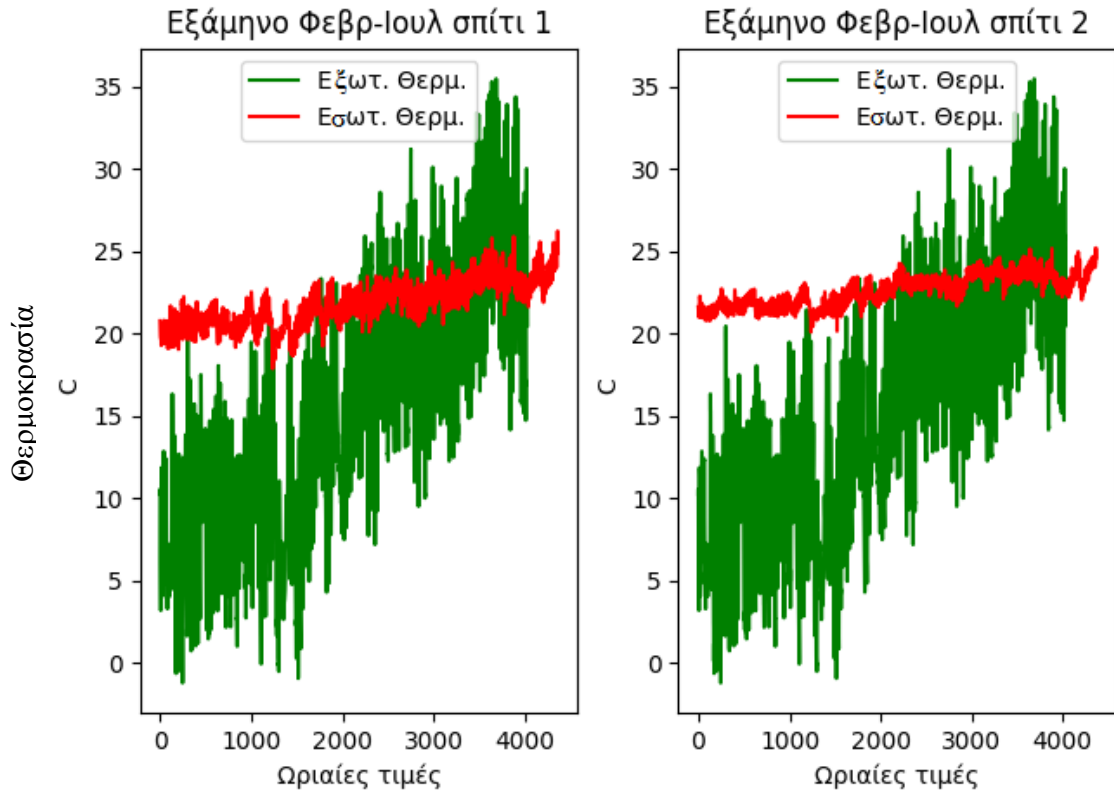
Εικόνα 125 Ωριαίες τιμές Απριλίου και Μαΐου για θεωρητική παραγωγή ενέργειας

Ενώ παρατηρούνται παρόμοιες αυξομειώσεις ανάλογα το μήνα και την εποχή , οι θεωρητικές είναι τριπλάσιες από τις πειραματικές τιμές . Αυτό συμβαίνει γιατί οι θεωρητικές τιμές είναι υπό ιδανικές συνθήκες , δηλαδή επιτυγχάνονται μεγαλύτερες τιμές παραγωγής ενέργειας , λιγότερες απώλειες λόγω εξαρτημάτων όπως γίνεται στις πραγματικές συνθήκες , πιο ιδανικές συνθήκες καιρού και λιγότερες πιθανές σκιάσεις από εμπόδια και κατασκευές . Επίσης παρατηρούνται ελάχιστες διαφορές στις τιμές τις θεωρητικές μεταξύ τους , αλλά της 2<sup>ης</sup> κατοικίας οι τιμές είναι λίγο πιο υψηλά από της 1<sup>ης</sup> κατοικίας (όπως μήνας Φεβρουάριος) .

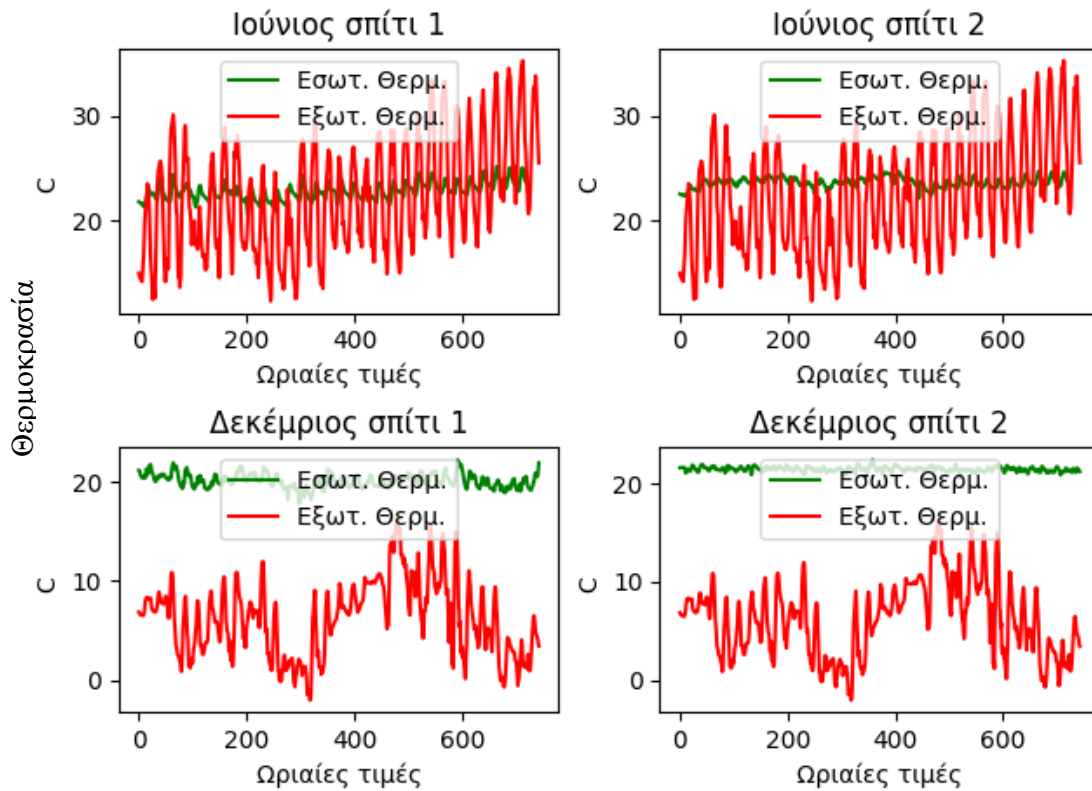
#### 4.14 Συνδυαστικά διαγράμματα

Τα παρακάτω διαγράμματα είναι φτιαγμένα σε εξάμηνα , σε μήνες και σε μέρες . Το χαρακτηριστικό τους είναι πως χρησιμοποιούν δύο άξονες y και ένα x ώστε να γίνουν πιο κατανοητές συγκρίσεις . Τα διαγράμματα αυτά συνδυάζουν τα παραπάνω αρχεία και δεδομένα που αναλύθηκαν μεμονωμένα .

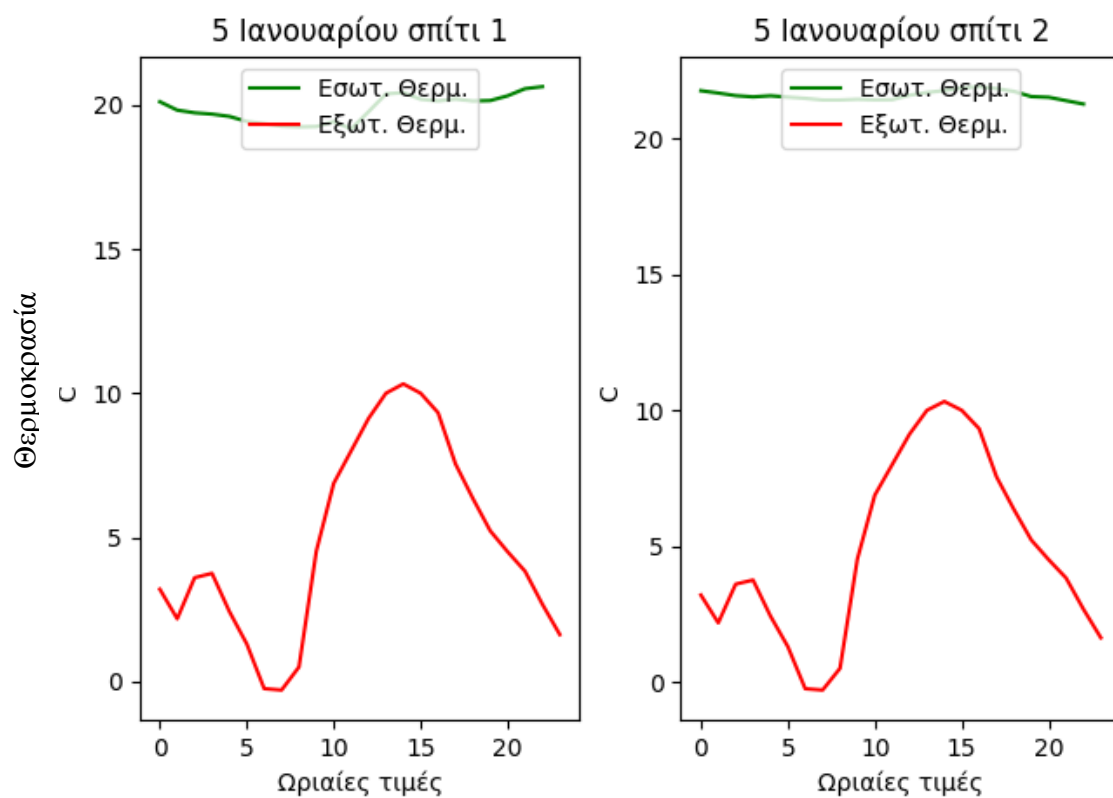
Πρώτη σύγκριση είναι η εσωτερική θερμοκρασία με την εξωτερική θερμοκρασία . Ο λόγος που συγκρίνονται είναι για την παρατήρηση τυχόν αλληλεπίδρασης μεταξύ τους παρόλο που τα σπίτια χρησιμοποιούν θερμοστάτη για την σταθερή θερμοκρασία στο εσωτερικό τους :



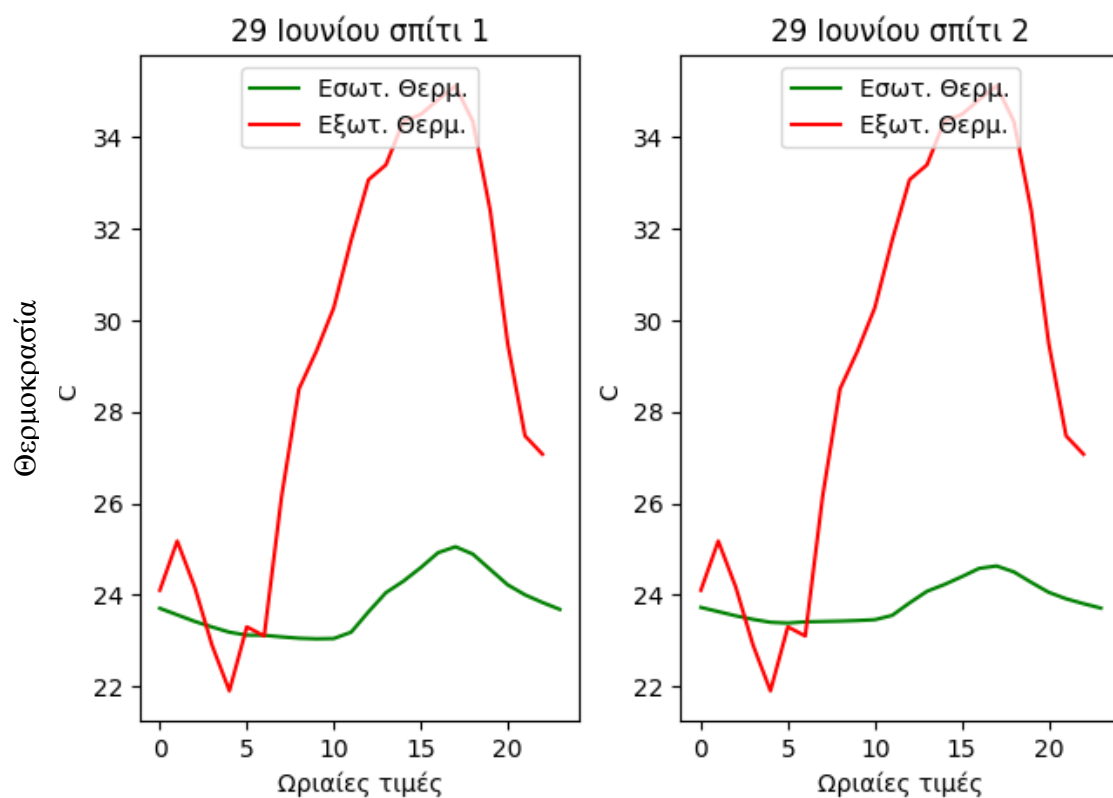
Εικόνα 126 Εξάμηνο Φεβρουάριος-Ιούλιος για την κατοικία 1 και κατοικία 2 για την αλληλεπίδραση εσωτερικής με εξωτερικής θερμοκρασίας



Εικόνα 127 Μήνες Ιούνιος και Δεκέμβριος για την αλληλεπίδραση εσωτερικής με εξωτερικής θερμοκρασίας



Εικόνα 128 Ημέρα 5 Ιανουαρίου 2020 για την αλληλεπίδραση εσωτερικής με εξωτερικής θερμοκρασίας

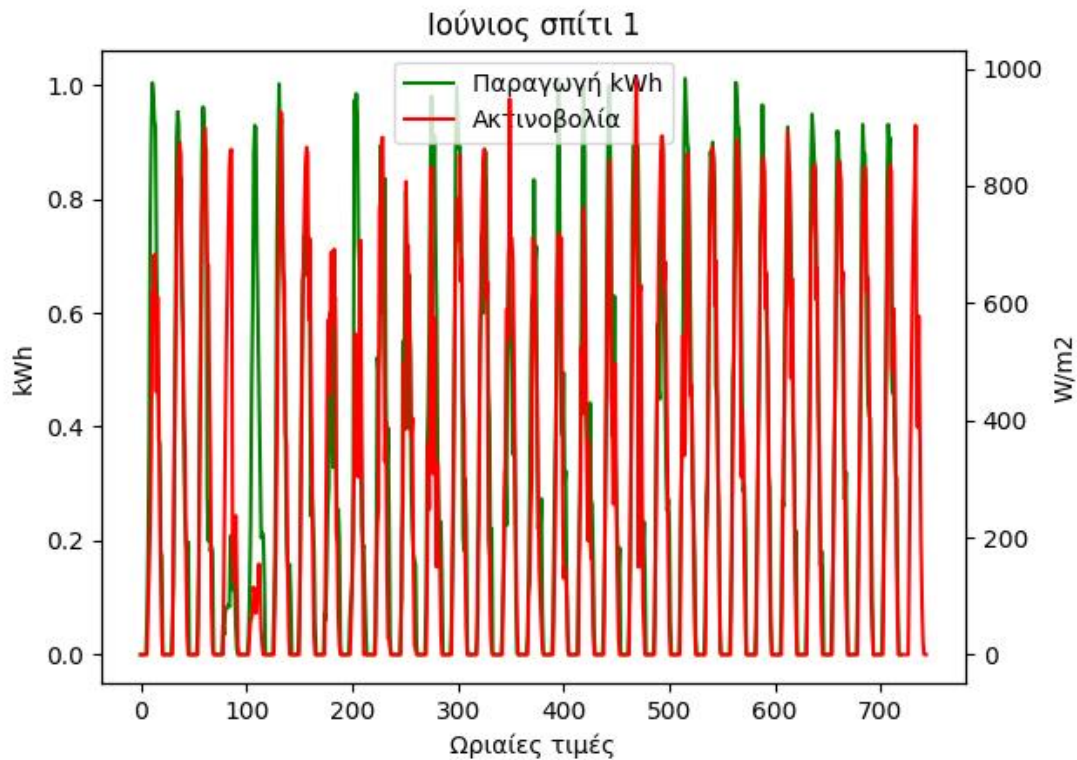


Εικόνα 129 Ημέρα 29 Ιουνίου 2020 για την αλληλεπίδραση εσωτερικής με εξωτερικής θερμοκρασίας

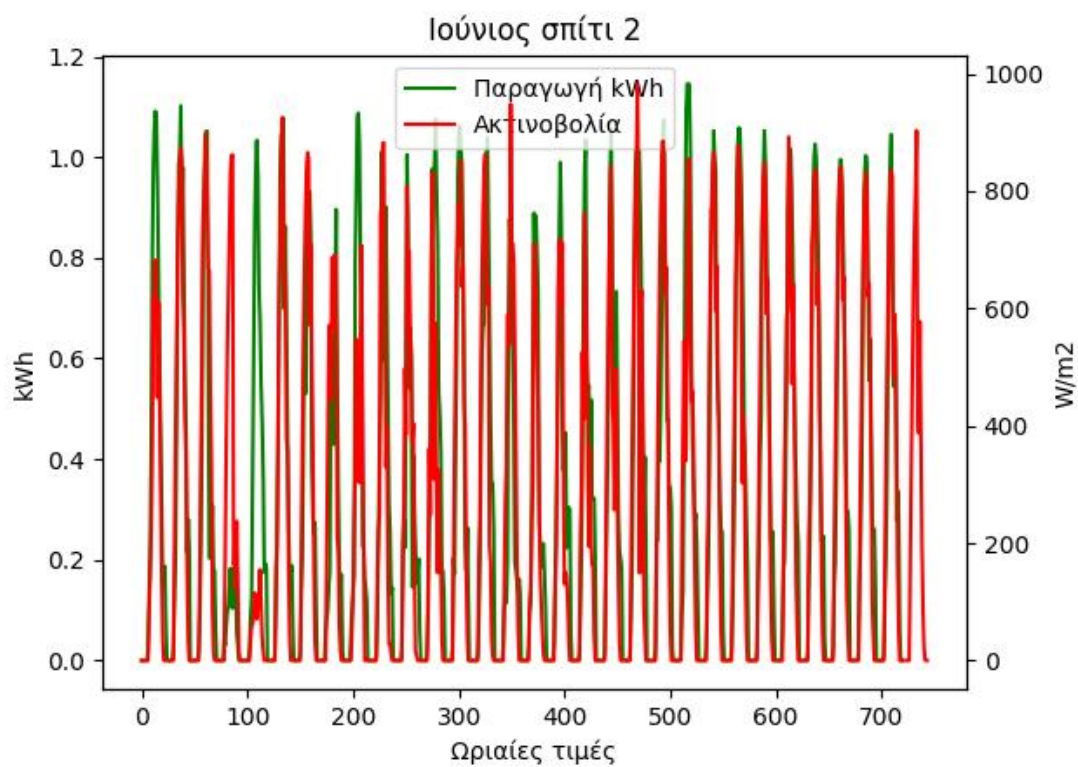


Παρατηρείται η σταθερότητα των τιμών για την εσωτερική θερμοκρασία μέσα στους μήνες του εξαμήνου με μικρή αύξηση στις τιμές το καλοκαίρι . Παράλληλα οι διακυμάνσεις που δημιουργούνται μέσα στη μέρα της εξωτερικής θερμοκρασίας βλέπουμε να συμπίπτουν με τις διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας παρόλο που υπάρχει μέσα στο σπίτι θερμοστάτης . Άρα η εξωτερική θερμοκρασία επηρεάζει την εσωτερική στις κατοικίες που μελετιούνται αλλά όχι σε μεγάλο βαθμό διότι η μέγιστη αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας είναι της τάξεως  $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$  .

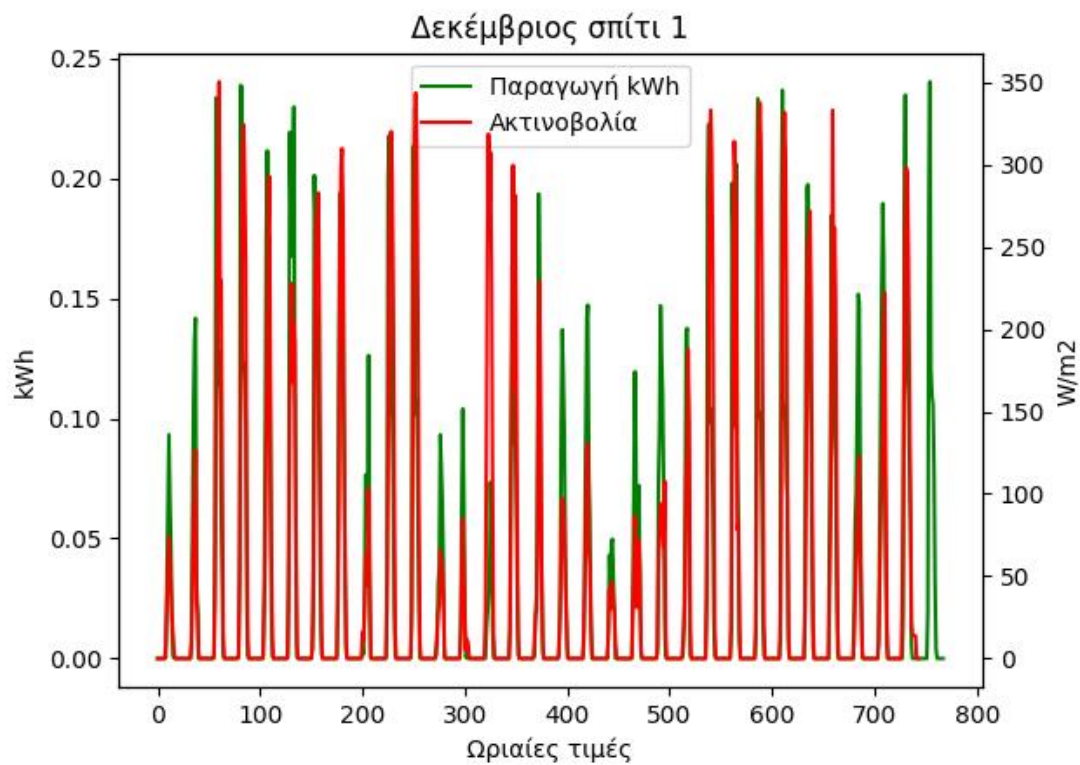
Επόμενη σύγκριση είναι η παραγωγή ενέργειας λόγω των φωτοβολταϊκών στοιχείων με την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει :



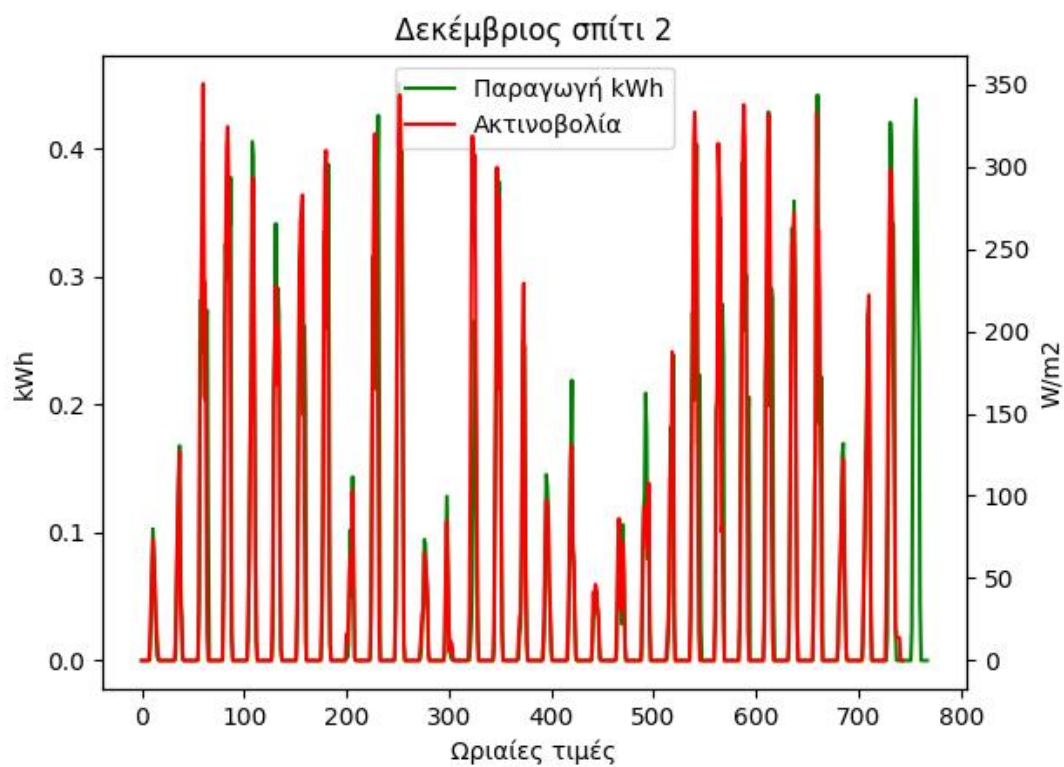
Εικόνα 130 Μήνας Ιούνιος 2019 σύγκριση μεταξύ παραγωγής ενέργειας και ηλιακής ακτινοβολίας για κατοικία 1



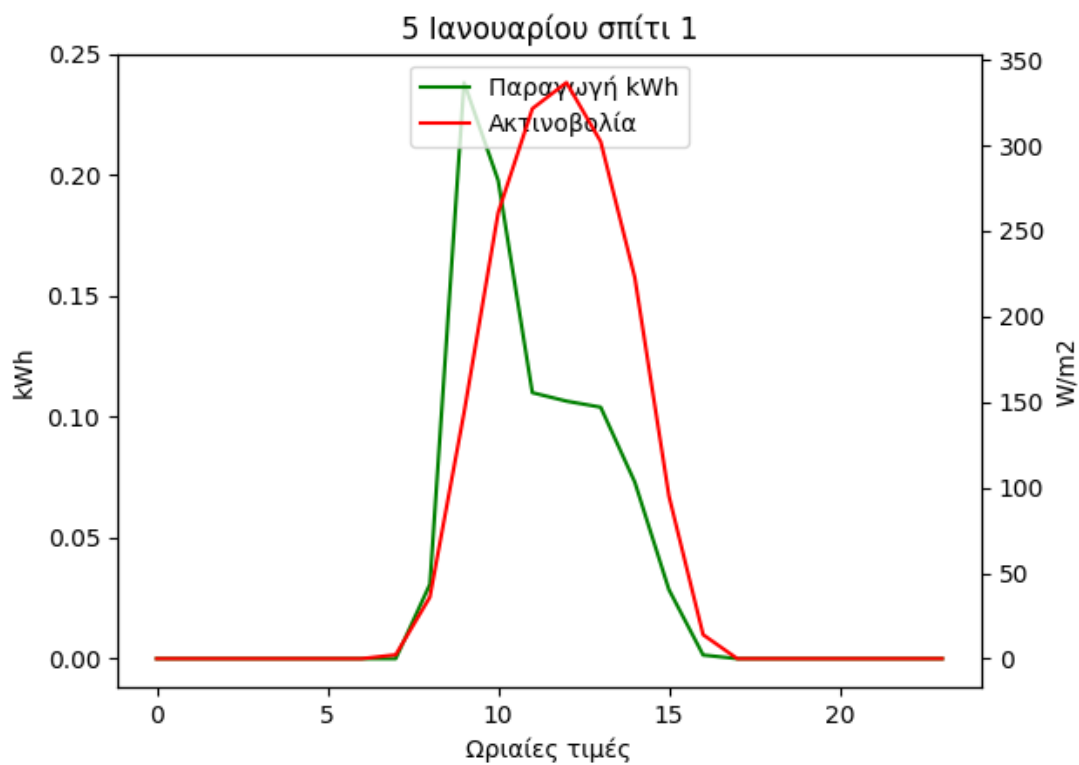
Εικόνα 131 Μήνας Ιούνιος 2019 σύγκριση μεταξύ παραγωγής ενέργειας και ηλιακής ακτινοβολίας για κατοικία 2



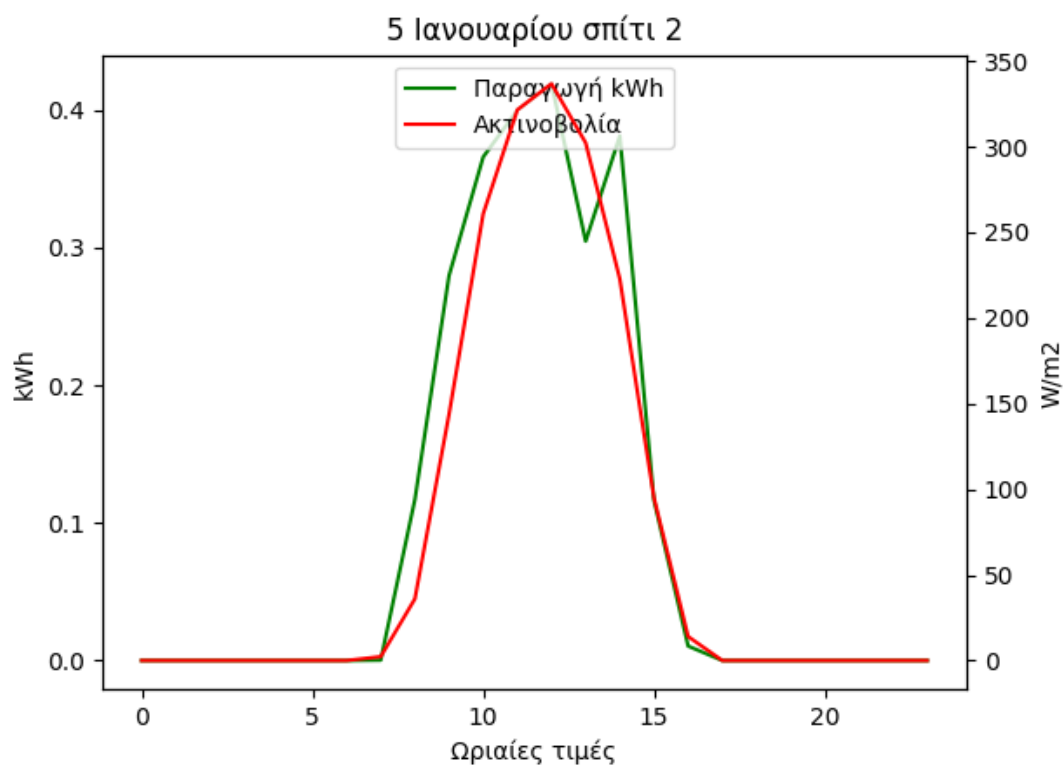
Εικόνα 132 Μήνας Δεκέμβριος 2019 σύγκριση μεταξύ παραγωγής ενέργειας και ηλιακής ακτινοβολίας για κατοικία 1



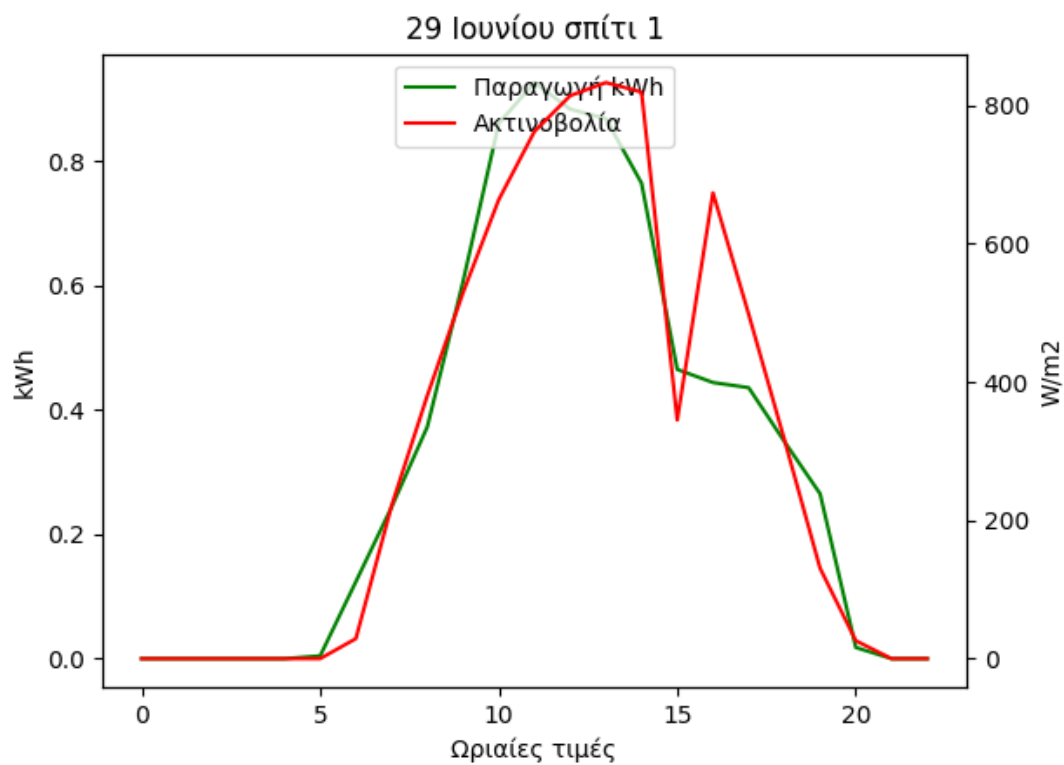
Εικόνα 133 Μήνας Δεκέμβριος 2019 σύγκριση μεταξύ παραγωγής ενέργειας και ηλιακής ακτινοβολίας για κατοικία 2



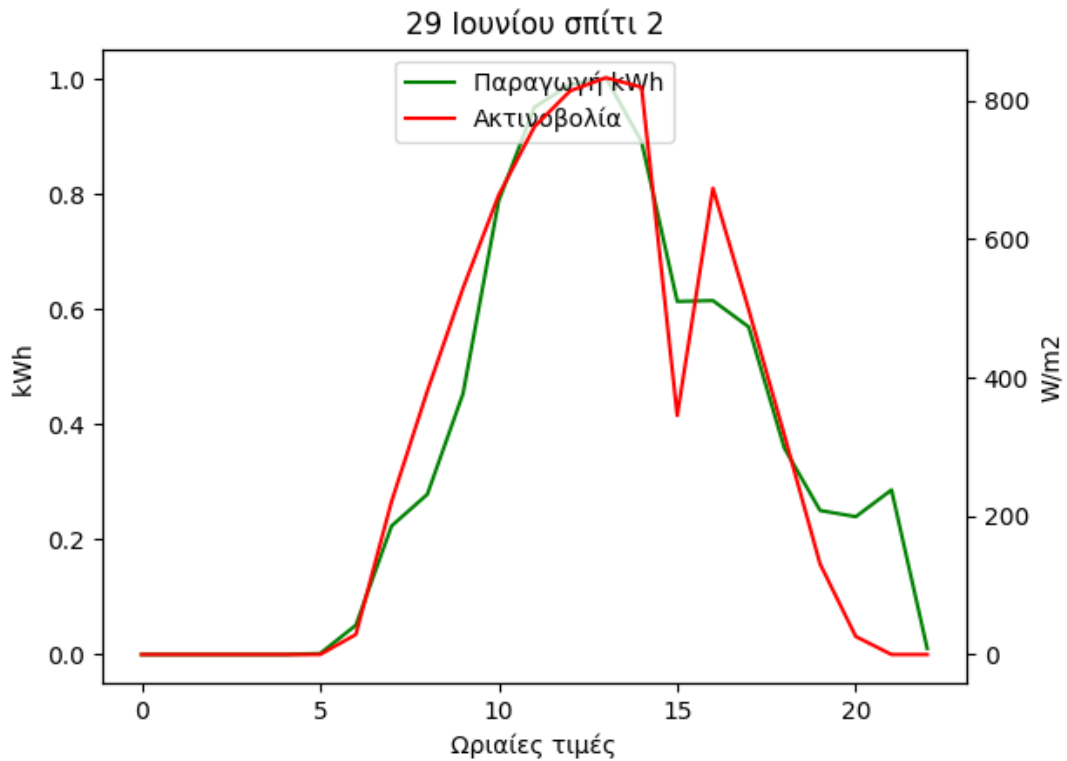
Εικόνα 134 Ημέρα 5 Ιανουαρίου 2020 σύγκριση μεταξύ παραγωγής ενέργειας και ηλιακής ακτινοβολίας για κατοικία 1



Εικόνα 135 Ημέρα 5 Ιανουαρίου 2020 σύγκριση μεταξύ παραγωγής ενέργειας και ηλιακής ακτινοβολίας για κατοικία 2



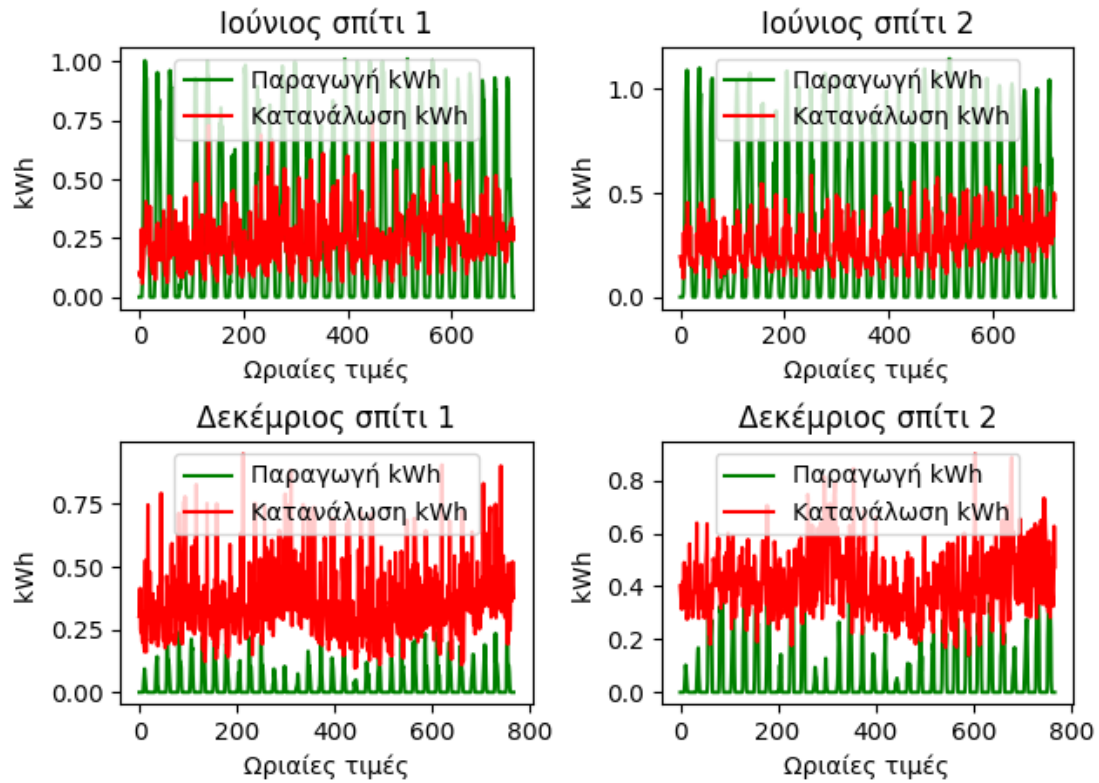
Εικόνα 136 Ημέρα 29 Ιουνίου 2020 σύγκριση μεταξύ παραγωγής ενέργειας και ηλιακής ακτινοβολίας για κατοικία 1



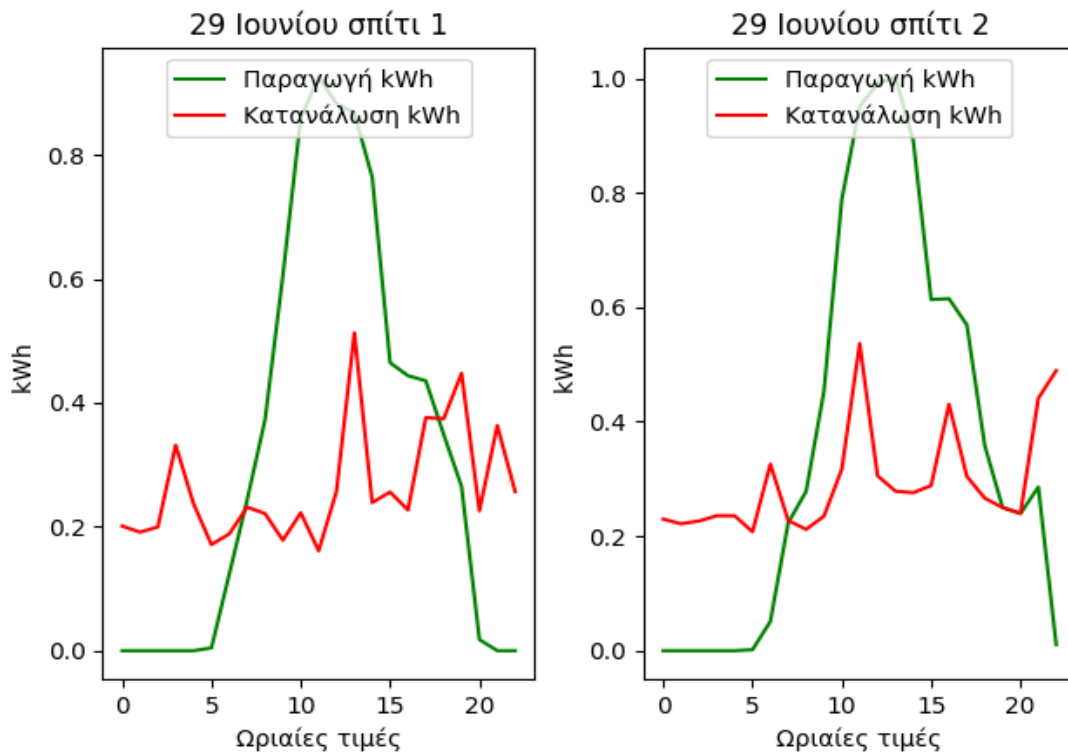
Εικόνα 137 Ημέρα 29 Ιουνίου 2020 σύγκριση μεταξύ παραγωγής ενέργειας και ηλιακής ακτινοβολίας για κατοικία 2

Όπως είναι λογικό , η παραγωγή ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά σχετίζεται με την ηλιακή ακτινοβολία και όπως παρατηρείται όσο μεγαλύτερη η ακτινοβολία τόσο μεγαλύτερη η παραγωγή (εικόνες 123-130) .

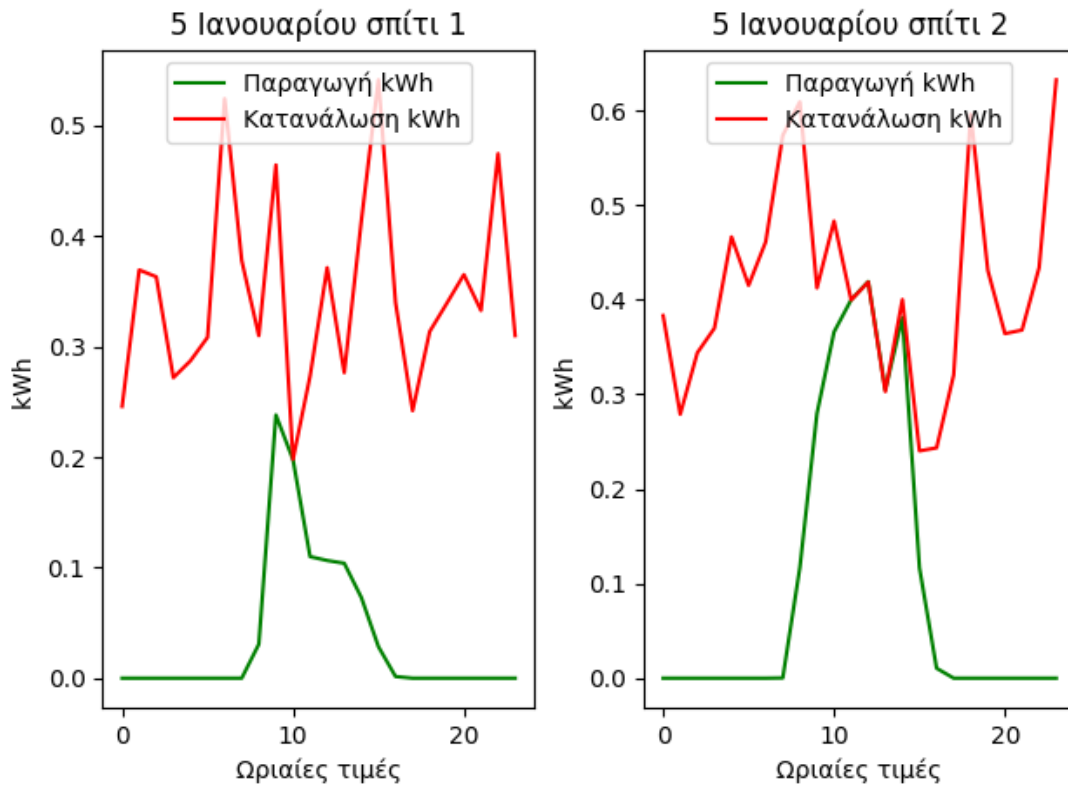
Έπειτα , τα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζουν την παραγωγή ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά με τις συνολικές καταναλώσεις των κατοικιών . Είναι η πιο σημαντική σύγκριση όσον αφορά άμα τα σπίτια τείνουν να είναι μηδενικής κατανάλωσης :



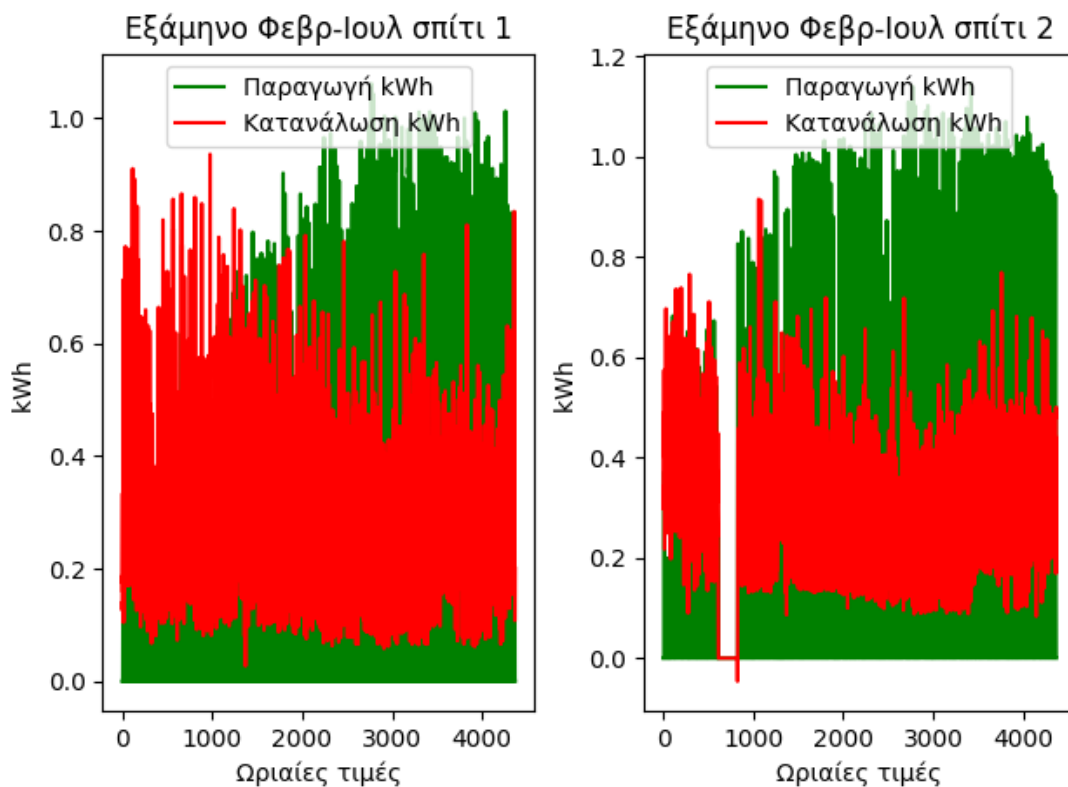
Εικόνα 138 Μήνες Ιούνιος και Δεκέμβριος 2020 σύγκριση κατανάλωση ενέργειας με παραγωγή ενέργειας για κατοικία 1 και κατοικία 2



Εικόνα 139 Ημέρα 29 Ιουνίου 2020 σύγκριση κατανάλωση ενέργειας με παραγωγή ενέργειας για κατοικία 1 και κατοικία 2



Εικόνα 140 Ημέρα 5 Ιανουαρίου 2020 σύγκριση κατανάλωση ενέργειας με παραγωγή ενέργειας για κατοικία 1 και κατοικία 2

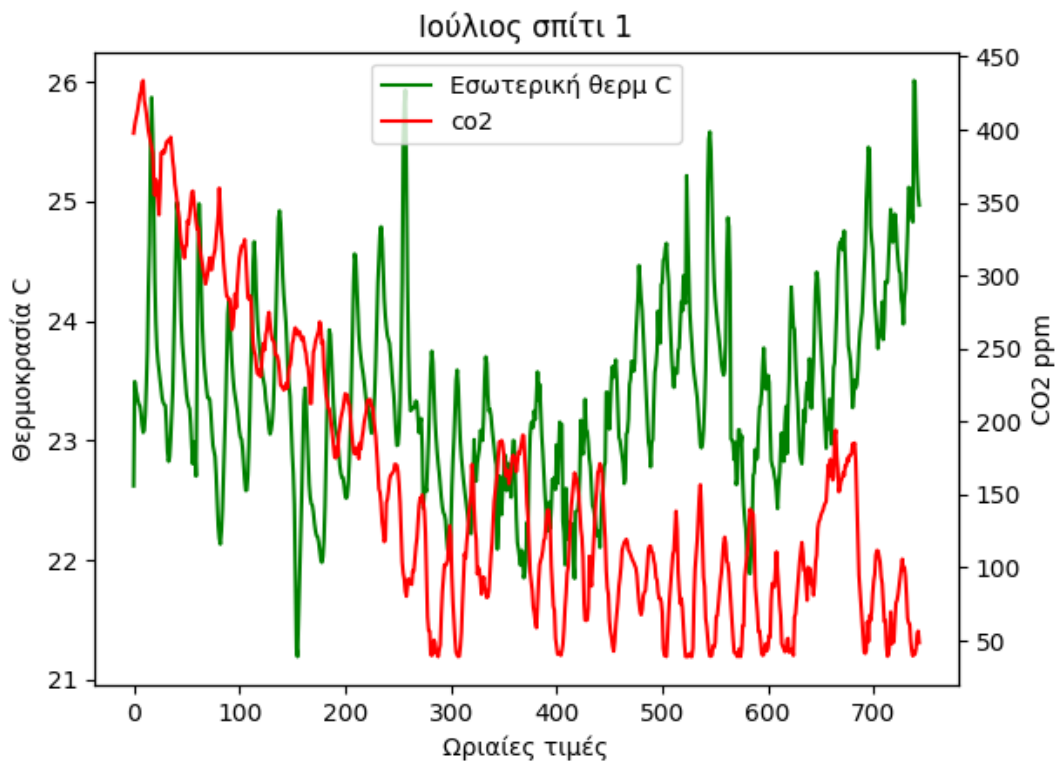


Εικόνα 141 Εξαμηνιαία σύγκριση κατανάλωση ενέργειας με παραγωγή ενέργειας για κατοικία 1 και κατοικία 2



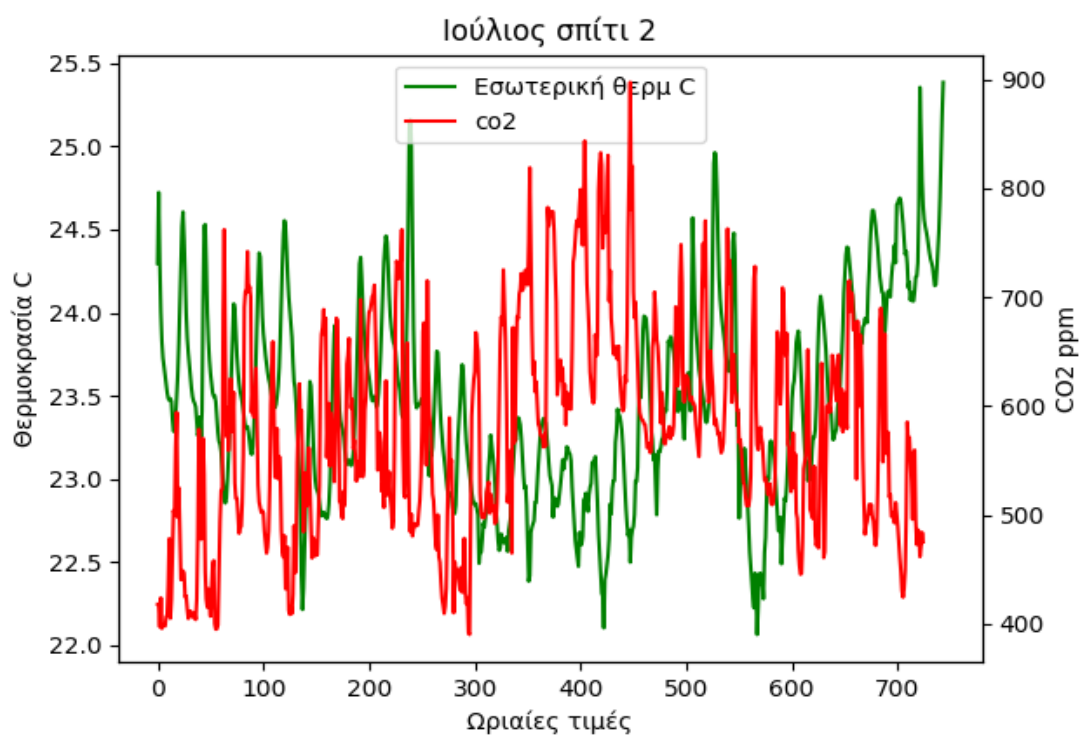
Επομένως , η κατανάλωση τους χειμερινούς μήνες είναι υψηλότερη από ότι η παραγωγή ενέργειας αλλά τους περισσότερους μήνες και εποχές όπως άνοιξη και καλοκαίρι η παραγωγή είναι πολύ υψηλότερη από τις καταναλώσεις πράγμα πολύ καλό και για την αποθήκευση ενέργειας αλλά και την επίτευξη των στόχων για μηδενικής κατανάλωσης κτίρια .

Επόμενο , η εσωτερική θερμοκρασία με διοξείδιο του άνθρακα . Γίνεται η σύγκριση ώστε να παρατηρηθεί τυχόν αλληλεπίδραση μεταξύ τους καθώς είναι τιμές που επηρεάζουν τους ανθρώπους και σημαντικοί δείκτες για τη θερμική άνεση στον χώρο:

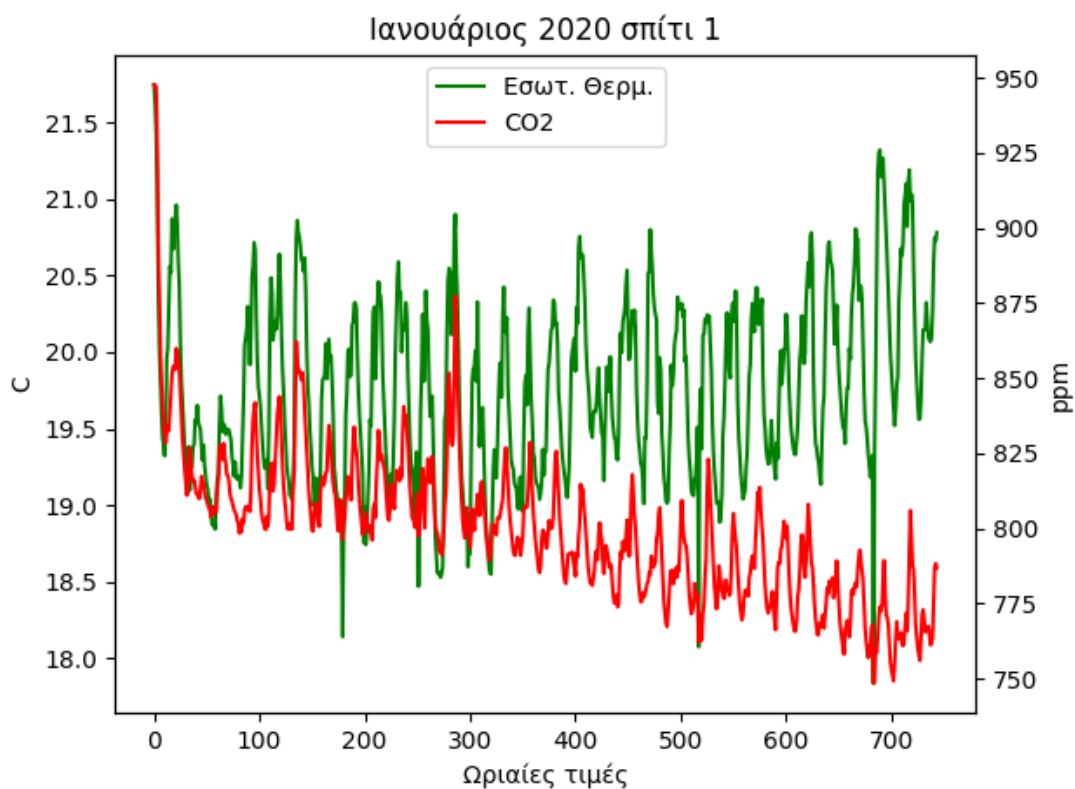


Εικόνα 142 Μήνας Ιούλιος σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με CO2 κατοικία 1

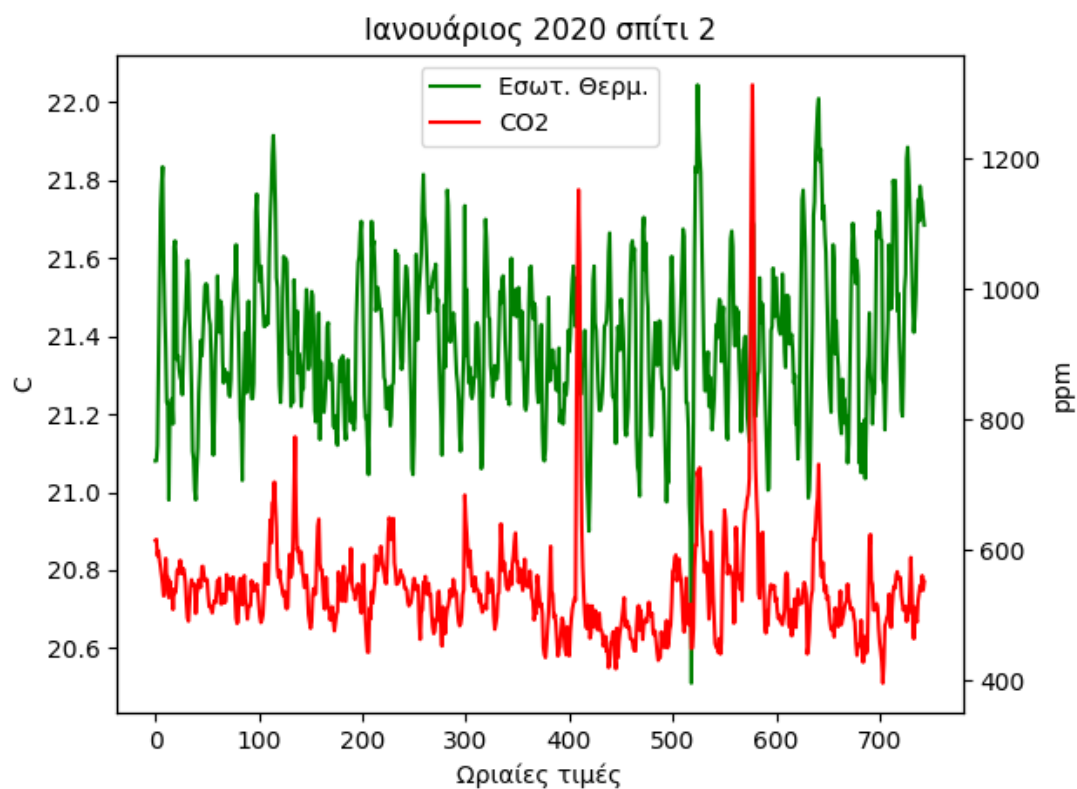




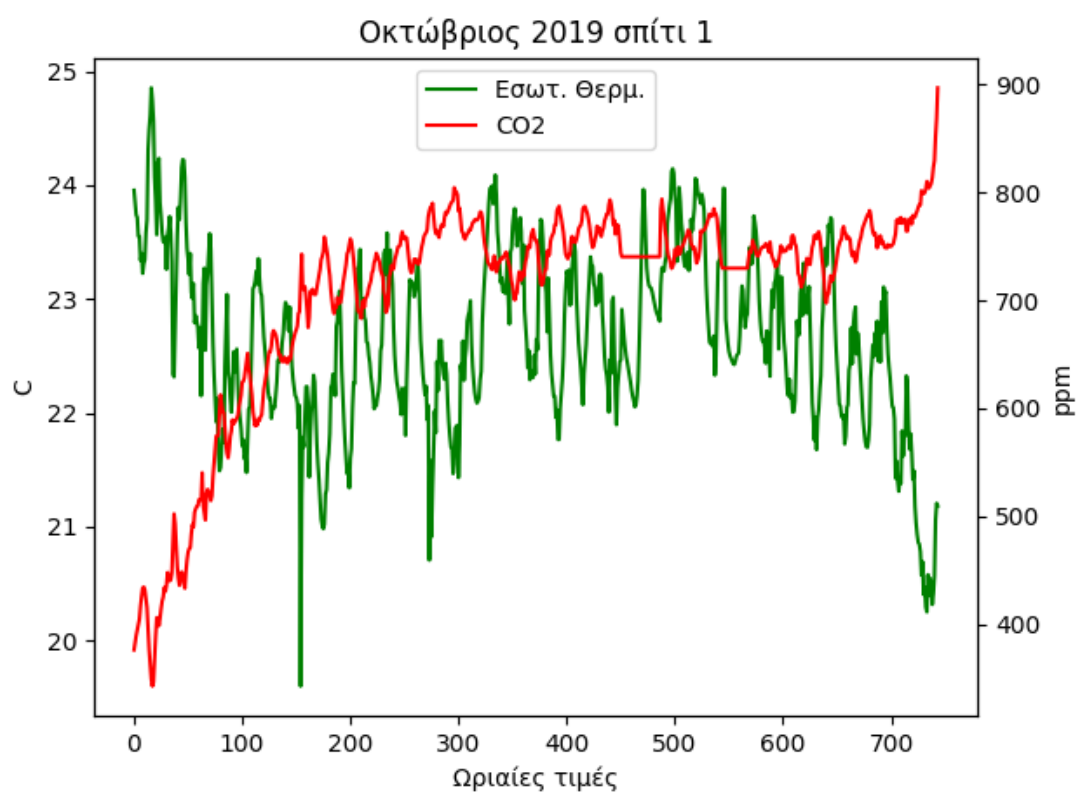
Εικόνα 143 Μήνας Ιούλιος σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με CO2 κατοικία 2



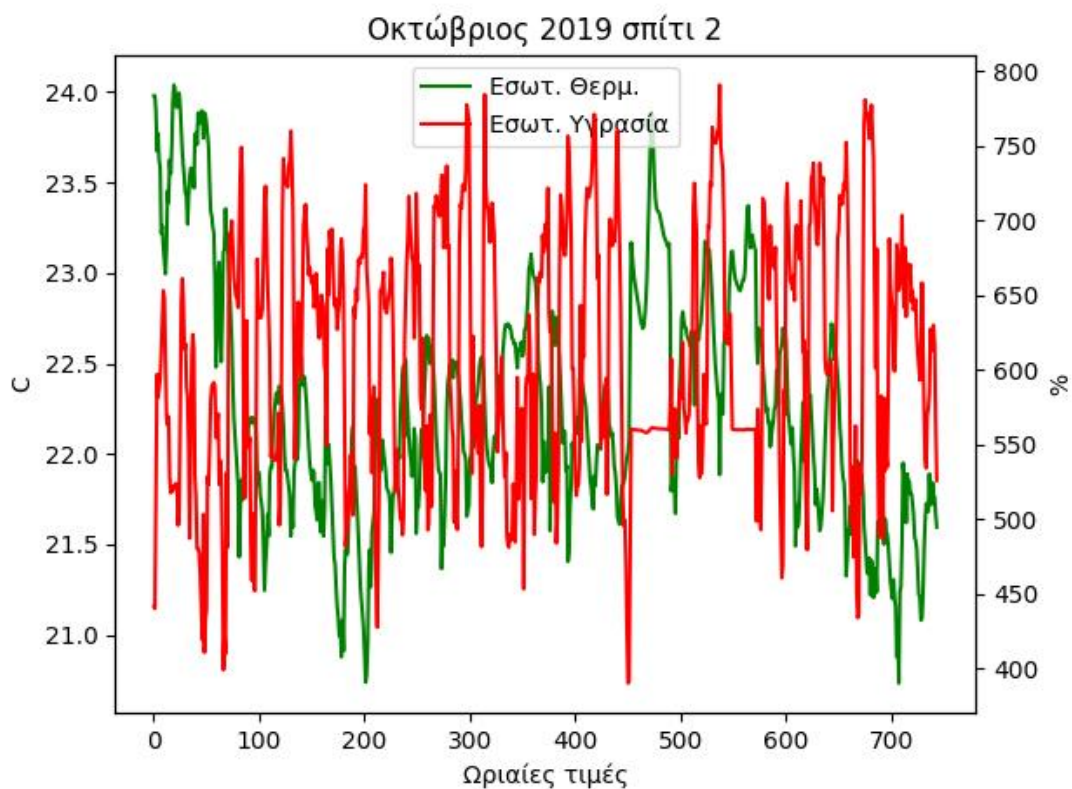
Εικόνα 144 Μήνας Ιανουάριος σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με CO2 κατοικία 1



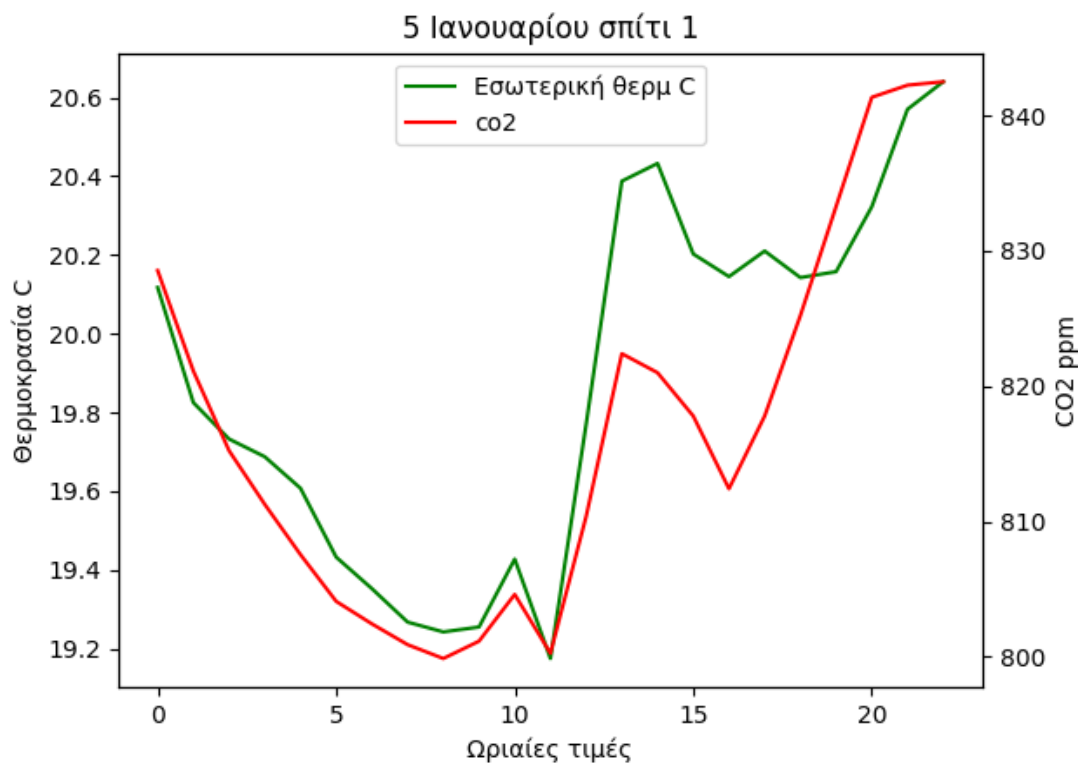
Εικόνα 145 Μήνας Ιανουάριος σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με CO2 κατοικία 2



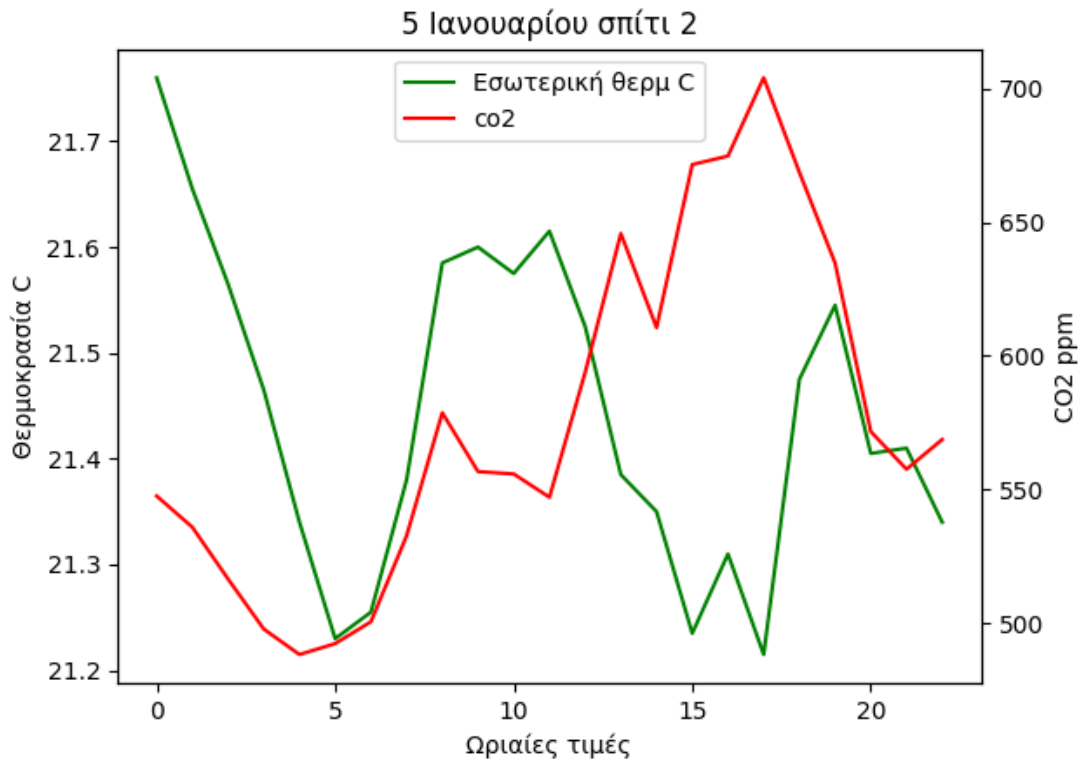
Εικόνα 146 Μήνας Οκτώβριος σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με CO2 κατοικία 1



Εικόνα 147 Μήνας Οκτώβριος σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με CO<sub>2</sub> κατοικία 2



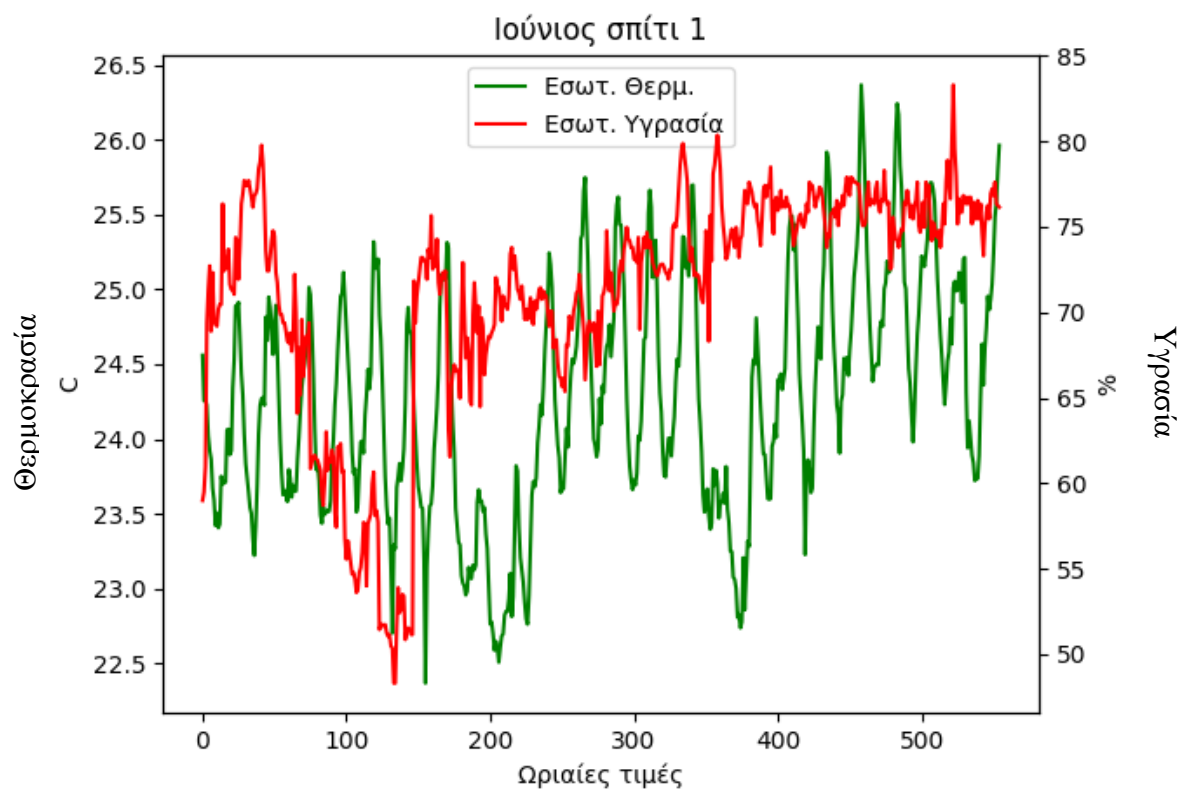
Εικόνα 148 Ημέρα 5 Ιανουαρίου 2020 σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με CO<sub>2</sub> κατοικία 1



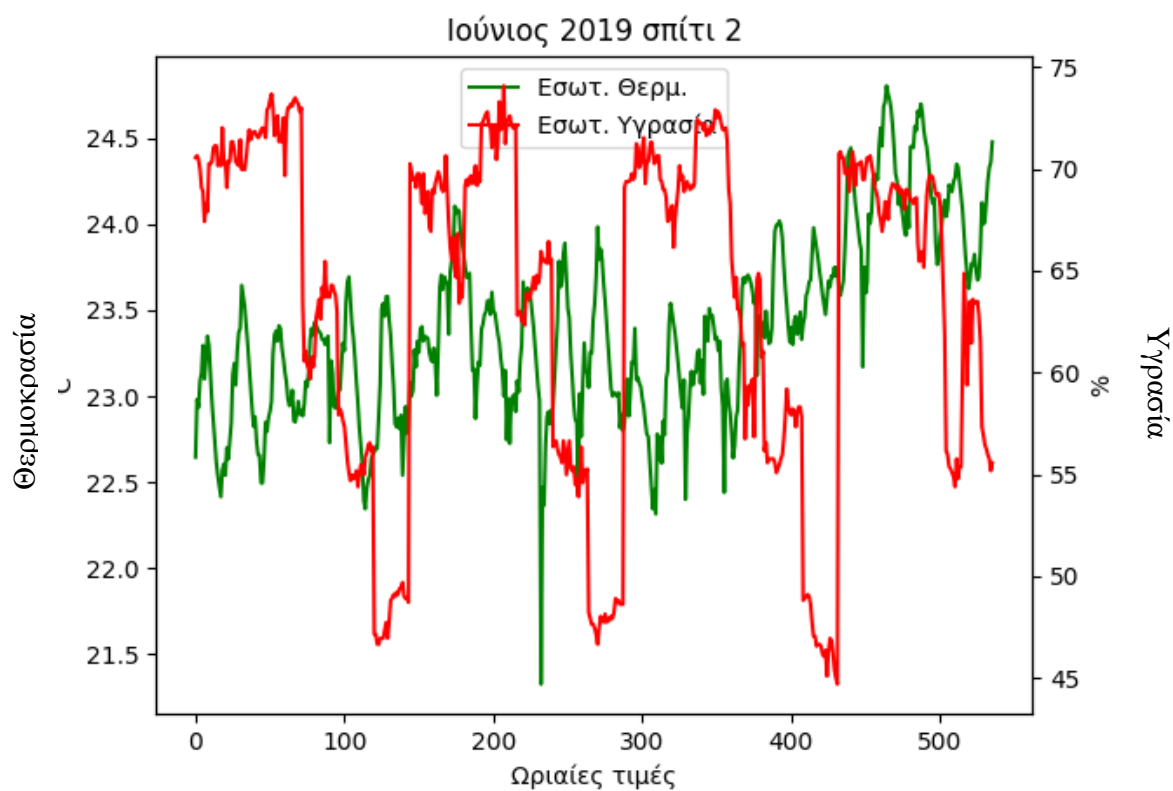
Εικόνα 149 Ημέρα 5 Ιανουαρίου 2020 σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με CO<sub>2</sub> κατοικία 2

Παρατηρείται αύξηση του CO<sub>2</sub> και της εσωτερικής θερμοκρασίας κυρίως τις βραδινές ώρες πιθανότατα λόγω παρουσίας ατόμων στο χώρο . Φαίνεται και σε γενικές περιπτώσεις ότι οι τιμές είναι αντιστρόφως ανάλογες , δηλαδή όταν υπάρχει αύξηση του CO<sub>2</sub> , η εσωτερική θερμοκρασία μειώνεται (142-149) .

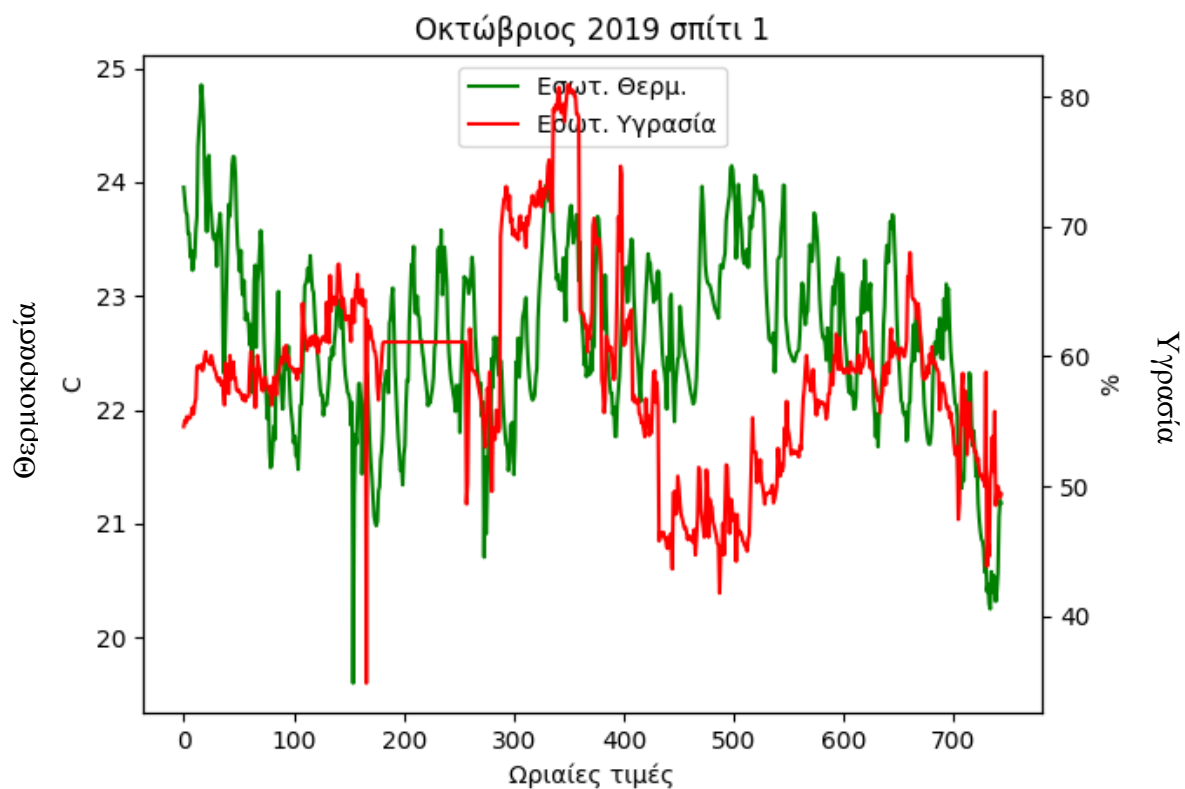
Επιπρόσθετα , θα συγκριθούν οι τιμές της εσωτερικής θερμοκρασίας με την εσωτερική υγρασία . Όπως αναφέρθηκε η εσωτερική θερμοκρασία είναι δείκτης υπολογισμού της θερμικής άνεσης στον χώρο όπως και η υγρασία . έτσι τιμές πάνω από τα όρια (ASHRAE) μεταξύ των δύο τιμών επηρεάζει την παραγωγικότητα και την διάθεση του ατόμου στον χώρο .



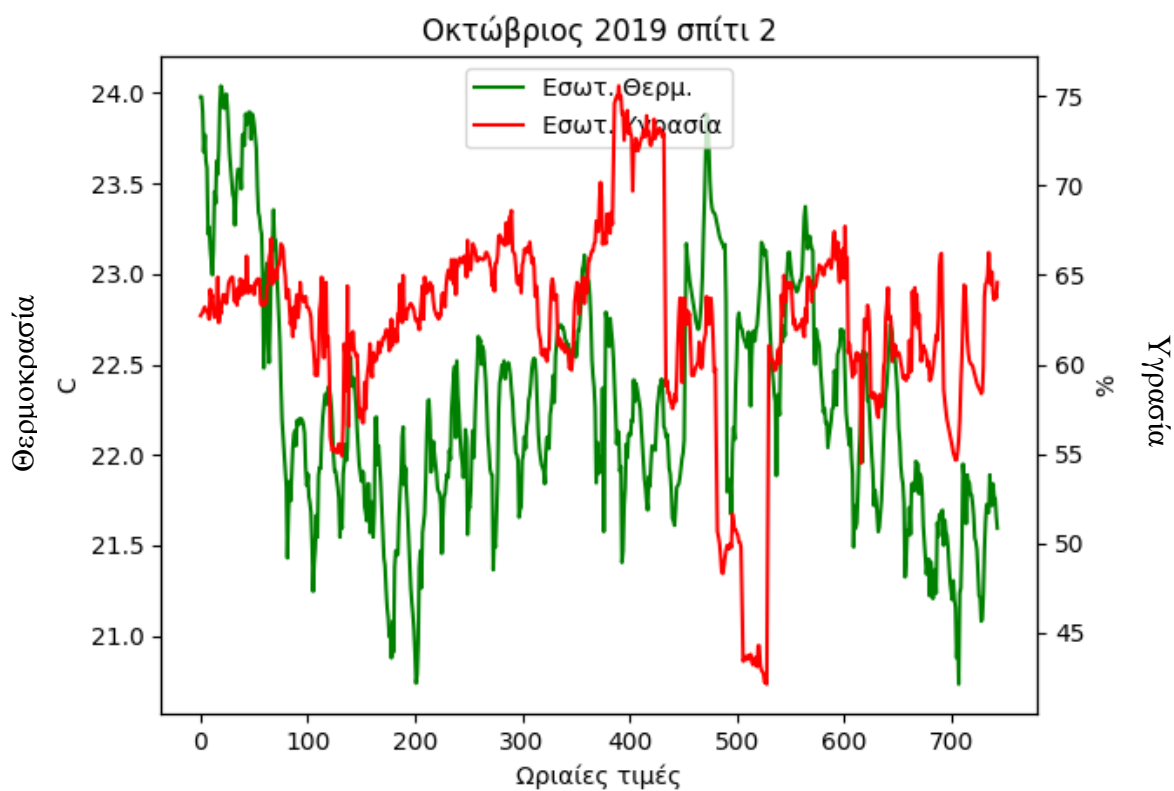
Εικόνα 150 Μήνας Ιούνιος σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με εσωτερική υγρασία κατοικία 1



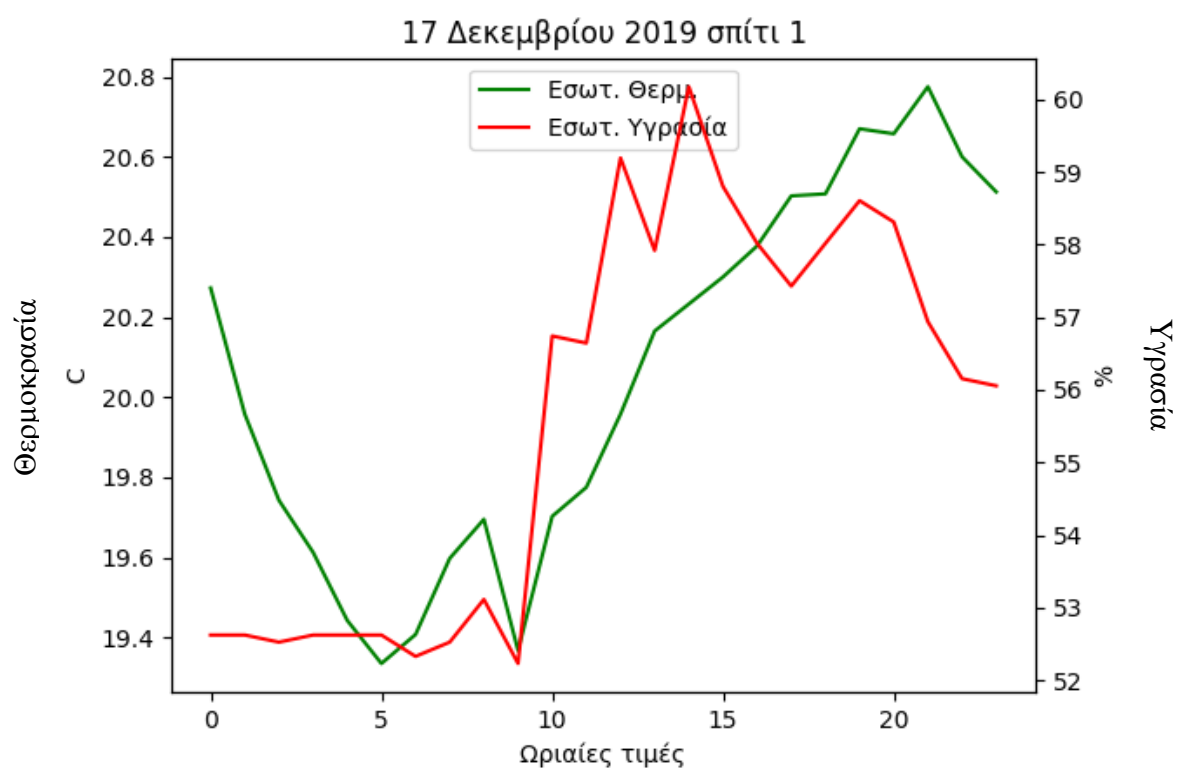
Εικόνα 151 Μήνας Ιούνιος σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με εσωτερική υγρασία κατοικία 2



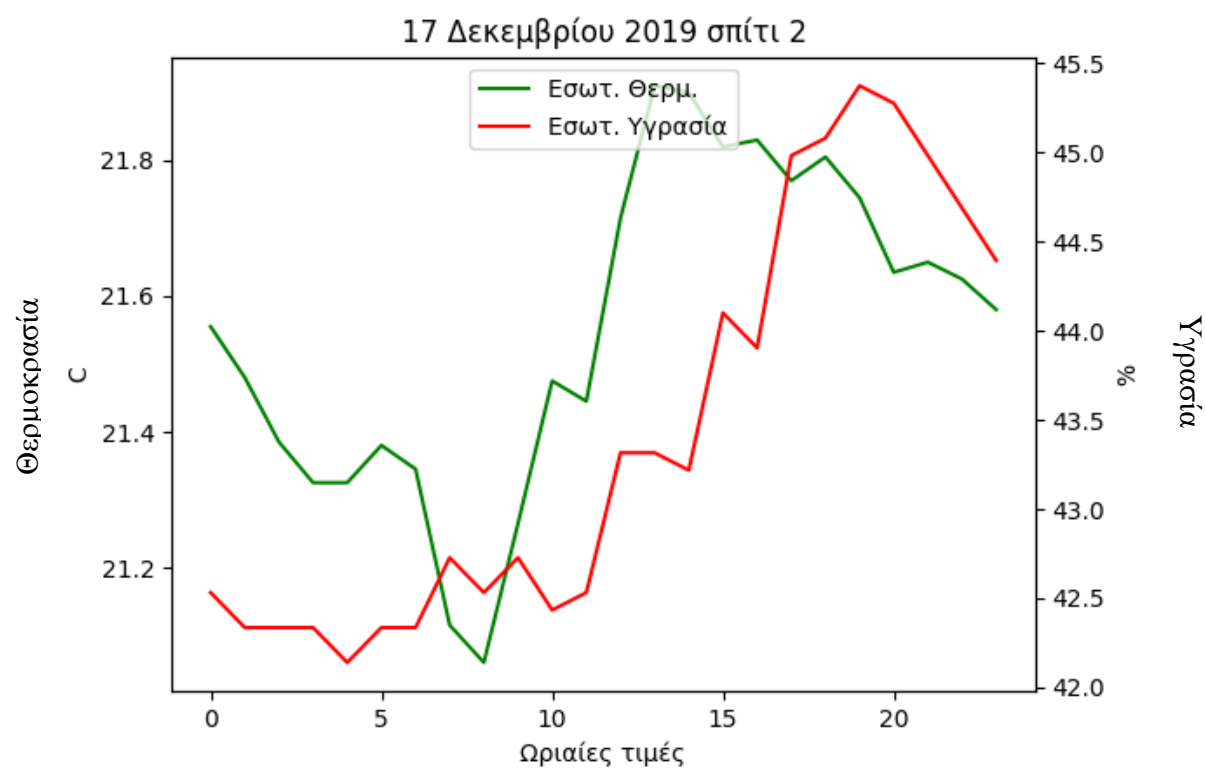
Εικόνα 152 Μήνας Οκτώβριος σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με εσωτερική υγρασία κατοικία 1



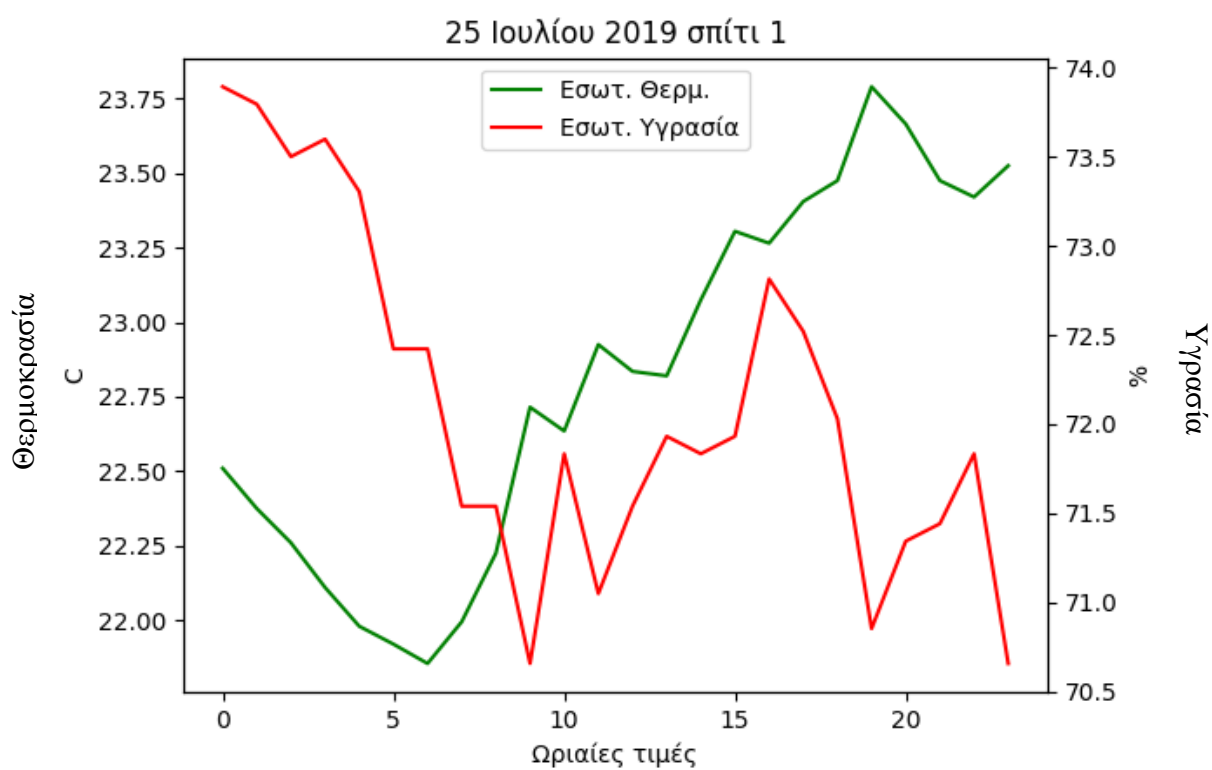
Εικόνα 153 Μήνας Οκτώβριος σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με εσωτερική υγρασία κατοικία 2



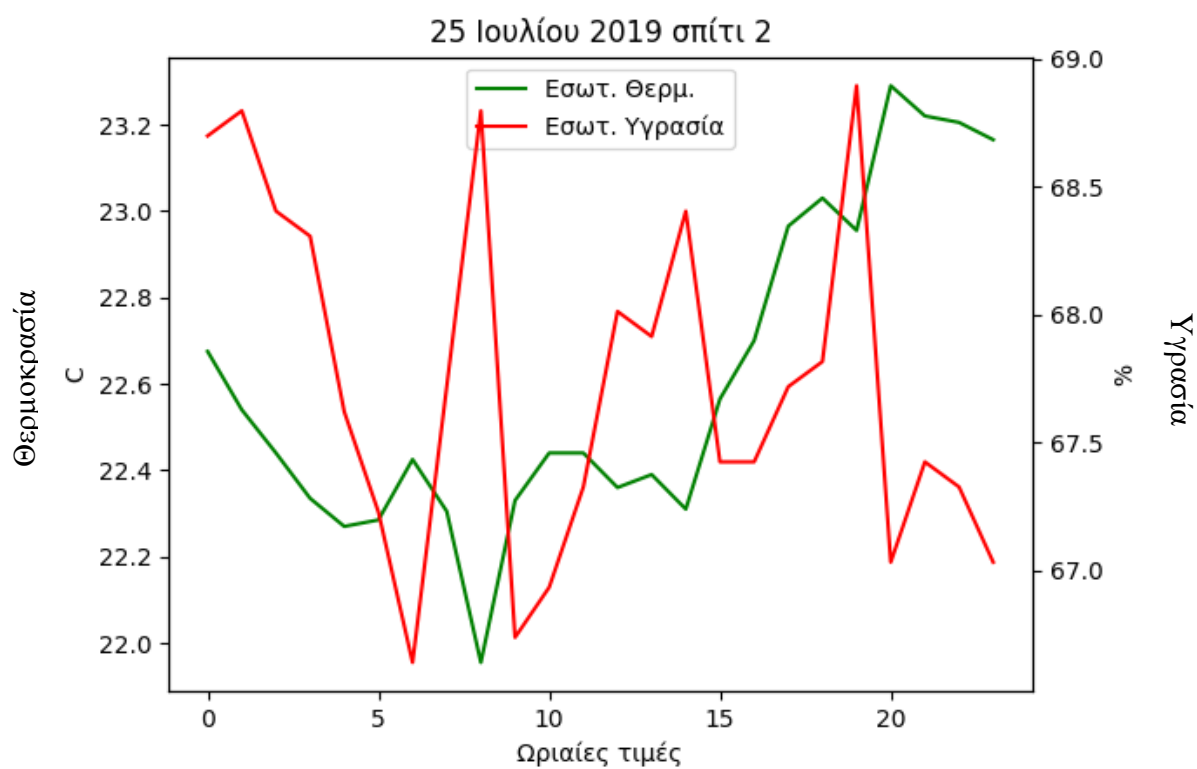
Εικόνα 154 Ημέρα 17 Δεκεμβρίου 2019 σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με εσωτερική υγρασία κατοικία 1



Εικόνα 155 Ημέρα 17 Δεκεμβρίου 2019 σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με εσωτερική υγρασία κατοικία 2



Εικόνα 156 Ημέρα 25 Ιουλίου 2019 σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με εσωτερική υγρασία κατοικία 1

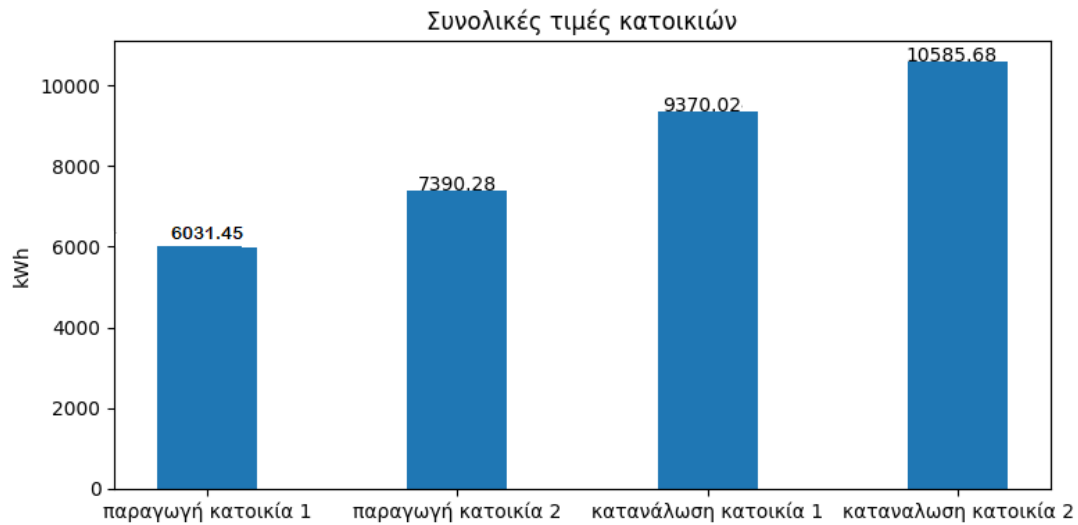


Εικόνα 157 Ημέρα 25 Ιουλίου 2019 σύγκριση εσωτερικής θερμοκρασίας με εσωτερική υγρασία κατοικία 2

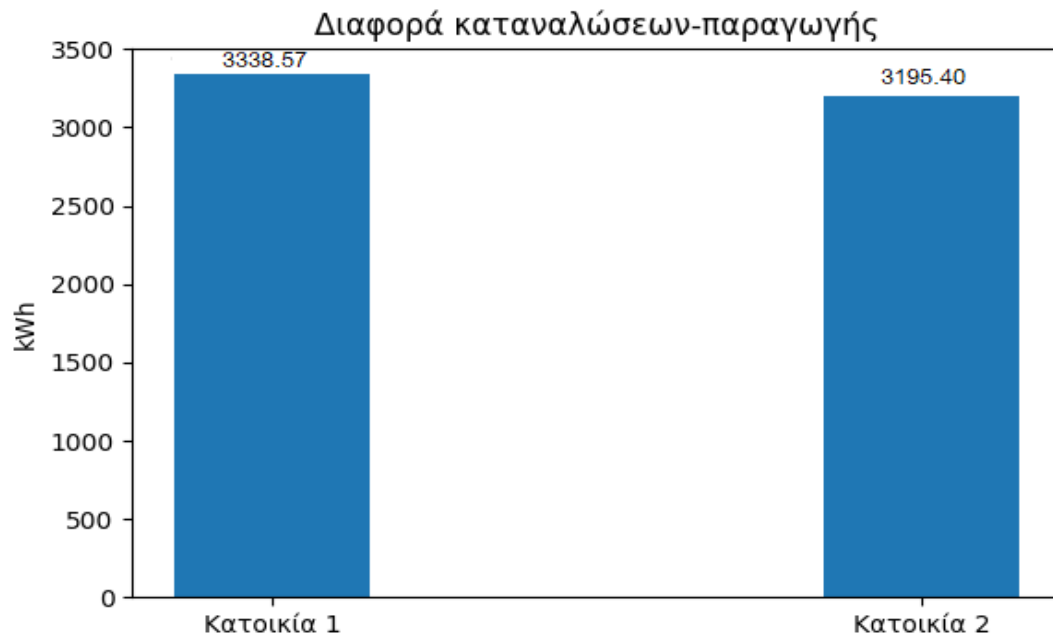


Η θερμοκρασία και η υγρασία παρατηρείται ότι έχουν ίδιες κατά κύριο λόγο αυξομειώσεις με τις τιμές να είναι περίπου σταθερές και κατά μεγάλη πλειοψηφία εντός των ορίων που έχει θέσει το ASHRAE(30%-60% humidity και 20-26 °C) .

Τα τελικά διαγράμματα αφορούν την συνολική διαφορά μεταξύ της συνολικής παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ και της συνολικής κατανάλωσης των κατοικιών ώστε να εξακριβωθεί σε διάστημα ενός χρόνου αν τα κτίρια είναι nZEB .

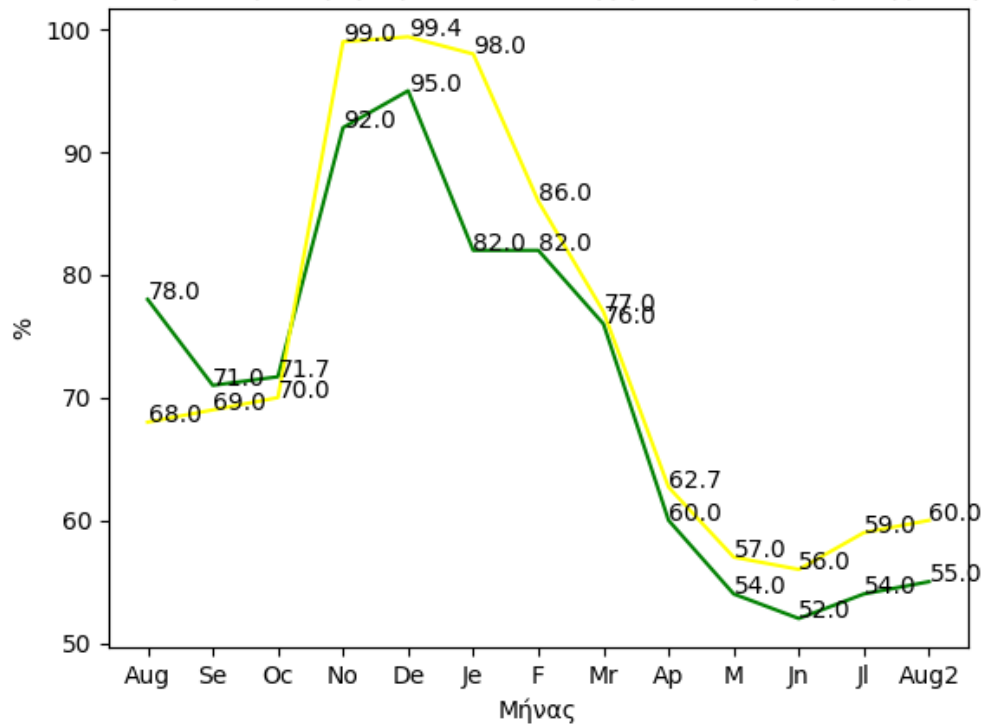


Εικόνα 158 Συνολικές καταναλώσεις και παραγωγές σε διάστημα ενός χρόνου και για τις δυο κατοικίες



Εικόνα 159 Η διαφορά των συνολικών τιμών κατανάλωσης μείον παραγωγής ενέργειας

Ποσοστό ωριαίας διαφοράς κατανάλωσης μείον παραγόμενης ενέργειας



Εικόνα 160 Ποσοστό διαφοράς ωριαίων τιμών σε μηνιαίο διάστημα . Το ποσοστό αντιπροσωπεύει το σύνολο των ωρών του μήνα που η παραγόμενη ενέργεια ήταν μικρότερη από την κατανάλωση .

Από το διάγραμμα της εικόνας 159 θα υπολογιστεί πόσα φωτοβολταϊκά θα χρειαστούν για να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες αυτές σε θεωρητικό επίπεδο . Για το πρώτο , έστω ότι όλη την μέρα και για ένα χρόνο έχουμε μέσο όρο ηλιακής ακτινοβολίας  $300\text{W/m}^2$  , απώλειες λόγω υλικών 20% και θα χρησιμοποιηθούν φωτοβολταϊκά  $1.5\text{m}^2$ . Για τους υπολογισμούς έγινε χρήση της εξίσωσης :

$$\text{Επιφάνεια φωτοβολταϊκών} = \frac{\text{Παραγόμενη ενέργεια}}{\text{ηλιακή ακτινοβολία} * \text{ποσοστό ισχύος} * (1 - \text{απώλειες})}$$

Για την κατοικία 1 :

$$\text{Επιφάνεια φωτοβολταϊκών} = \frac{\left( \frac{3338580\text{W}}{365} \right) / 24}{300\text{W/m}^2 * 0.14 * (1 - 0.20)} = 11.34 \text{ m}^2$$

$$11.34 \text{ m}^2 / 1.5\text{m}^2 = 8 \text{ φωτοβολταϊκά}$$

Αντίστοιχα για την κατοικία 2 :

$$\text{Επιφάνεια φωτοβολταϊκών} = \frac{\left(\frac{3195402W}{365}\right)}{\frac{24}{300W/m^2 * 0.14 * (1-0.20)}} = 10.85m^2$$

$10.85 m^2 / 1.5m^2 = 8$  φωτοβολταϊκά .

Άρα για την επαρκή κάλυψη και των δύο κατοικιών θα χρειαστούν άλλα 8 φωτοβολταϊκά των  $1.5 m^2$  .

Για το δεύτερο σενάριο , έστω ότι θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά ίδιων διαστάσεων ( $1.5m^2$ ) και 5 kWp . Κάνοντας χρήση της ιστοσελίδας της Ευρωπαϊκής Ένωσης , Photovoltaic Geographical Information System , γίνεται έλεγχος για κάλυψη του “χειρότερου” μήνα ως προς το ποσοστό κάλυψης , δηλαδή του Δεκεμβρίου . Βάση της ανάλυσης των δεδομένων προκύπτει ότι για τον συγκεκριμένο μήνα η κατοικία 1 είχε 253.17 kWh και η κατοικία 2 285.18 kWh μη καλυπτόμενης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά . Με τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει η παρακάτω εικόνα (εικόνα 161)



#### PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

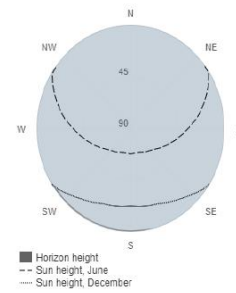
##### Provided inputs:

Latitude/Longitude: 44.556, 11.439  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 5 kWp  
 System loss: 14 %

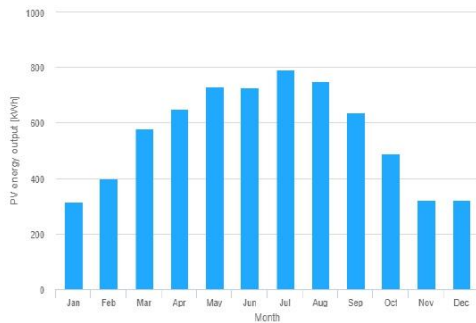
##### Simulation outputs

Slope angle: 35 °  
 Azimuth angle: 0 °  
 Yearly PV energy production: 6705.72 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 1728.86 kWh/m<sup>2</sup>  
 Year-to-year variability: 339.00 kWh  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -2.73 %  
 Spectral effects: 1.17 %  
 Temperature and low irradiance: -8.34 %  
 Total loss: -22.43 %

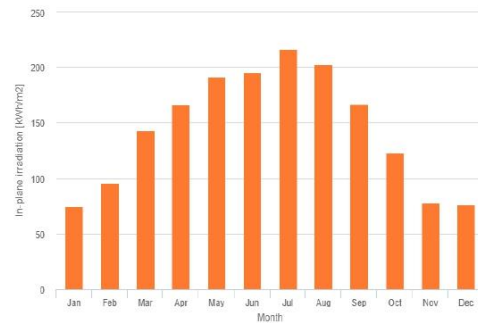
##### Outline of horizon at chosen location:



##### Monthly energy output from fix-angle PV system:



##### Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



##### Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	316.1	75.0	82.8
February	397.9	96.0	82.5
March	580.2	143.3	90.1
April	648.3	165.6	73.3
May	728.6	190.7	63.4
June	726.3	195.7	49.8
July	792.2	216.2	42.8
August	749.2	202.9	59.6
September	635.1	166.3	57.9
October	490.5	123.0	78.2
November	321.1	78.2	78.5
December	320.2	76.1	52.9

E\_m: Average monthly electricity production from the given system [kWh].

H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m<sup>2</sup>].

SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies and programs. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them.

However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- (i) of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- (ii) not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- (iii) sometimes linked to external sites over which the Commission services have no control and for which the Commission assumes no responsibility;
- (iv) not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Joint  
Research  
Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2021.

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2021/11/20

Εικόνα 161 Δεδομένα από την ιστοσελίδα της ΕΕ για την παραγωγή φωτοβολταϊκών στην περιοχή της Μπολόνια όπου και βρίσκονται οι κατοικίες μελέτης. ([https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP))

Τον μήνα Δεκέμβριο όπως παρατηρείται και από την εικόνα 161 η παραγωγή από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι της τάξης των 320 kWh, όπου επαρκή για την κάλυψη

και των δύο κατοικιών ξεχωριστά . Για να βρεθούν πόσα φωτοβολταϊκά θα χρησιμοποιηθούν :

$$\frac{320 \text{ kWh}}{31 \text{ d}} = 10.32 \text{ kWh/d} \Rightarrow \frac{10.32 \text{ kWh/d}}{1.5 \text{ m}^2} = 7 \text{ φωτοβολταϊκά περίπου το ίδιο βάση}$$

του 1<sup>ου</sup> σεναρίου όπου χρησιμοποιήθηκαν οι εξισώσεις .

## 6.Συμπεράσματα

Στη παρούσα μελέτη έγινε ανάλυση των συνθηκών που επικρατούν μέσα αλλά και έξω από τις δύο κατοικίες στην περιοχή Γκραναρόλο ντελ Εμίλια . Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τύπου csv αρχεία και αφορούσαν το εσωτερικό περιβάλλον όπως εσωτερική θερμοκρασία και CO<sub>2</sub> , τις καταναλώσεις και την παραγωγή ενέργειας όπως καταναλώσεις λόγω φωτισμού και παραγωγή ενέργειας λόγω φωτοβολταϊκού για το εκάστοτε σπίτι αλλά και τις εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος όπως ηλιακή ακτινοβολία και εξωτερική θερμοκρασία . Τα αρχεία αυτά επεξεργάστηκαν με τη χρήση του προγράμματος PyCharm και τη προγραμματιστική γλώσσα Python . Έπειτα δημιουργήθηκαν διαγράμματα ωριαία και μηνιαία και όλου του διαστήματος που υπήρχαν τιμές για την κατανόηση των δεδομένων που έχουμε όπως και σύγκριση μεταξύ των δύο κατοικιών και δύο διαφορετικών δεδομένων μαζί .

Αρχικά για τις εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος αναλύθηκαν τα δεδομένα για την ηλιακή ακτινοβολία , υγρασία , βροχόπτωση και εξωτερική θερμοκρασία . Τα επίπεδα βροχόπτωσης ήταν χαμηλά και κατά κύριο λόγο τις περισσότερες μέρες δεν παρατηρούνται βροχοπτώσεις . Η πιο υψηλή τιμή ήταν 1.64 mm και μέσος όρος 0.018mm και όπως φαίνεται στα διαγράμματα στην ενότητα 5.3 παρατηρήθηκαν οι περισσότερες βροχοπτώσεις το φθινόπωρο όπως και οι μέγιστες τιμές . Όσον αφορά την υγρασία οι τιμές το καλοκαίρι παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση από 30% μέχρι 95% αλλά το φθινόπωρο και την άνοιξη παρατηρούνται τιμές πιο πυκνές στην περιοχή των 55% με 95% και τέλος το χειμώνα παρουσιάζεται μια μεγάλη πυκνότητα στις τιμές στην περιοχή των 70% με 98% . Οι τιμές είναι υψηλές καθώς όπως αναφέρθηκε η περιοχή μελέτης περιβάλλεται από ποτάμια . Σημαντικά επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας παρατηρήθηκαν τους καλοκαιρινούς μήνες και αυτό οφείλεται στην κλίση της γης , αντίστοιχα το χειμώνα παρατηρούνται οι ελάχιστες τιμές ακτινοβολίας . Η ηλιοφάνεια και υψηλά ποσά ακτινοβολίας βοηθούν στην παραγωγή ενέργειας από τα εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά που έχουν οι κατοικίες και όπως φαίνεται από τα διαγράμματα της ενότητας 5.1 η μέγιστη ακτινοβολία είναι 1097 W/m<sup>2</sup> και παρατηρήθηκε το καλοκαίρι ενώ μέγιστη τιμή το χειμώνα είναι στο 400W/m<sup>2</sup> . Η περιοχή της Μπολόνια έχει λιγότερη ποσότητα ακτινοβολίας συγκριτικά με τη νότια Ιταλία αλλά σε φυσιολογικά επίπεδα για το Μεσογειακό κλίμα άρα η παραγωγή ενέργειας θα είναι αποτελεσματική και χρήσιμη για τις κατοικίες . Τέλος από τα δεδομένα καιρού επεξεργάστηκαν οι τιμές εξωτερικής θερμοκρασίας .

Παρατηρούνται τιμές με διακύμανση από 15 °C μέχρι 40 °C το καλοκαίρι με μέγιστες τιμές τον Αύγουστο του 2019 και ήπιο χειμώνα με τιμές από -3.4 °C (ελάχιστη τιμή) με 15 °C . Οι θερμοκρασίες αυτές είναι φυσιολογικές για το Μεσογειακό κλίμα .

Τα κτίρια είναι κατασκευασμένα με τα ίδια υλικά όπως μονώσεις και έχουν τοποθετηθεί ο ίδιος αριθμός φωτοβολταϊκών . Παρ 'όλα αυτά οι τιμές που προέκυψαν ήταν διαφορετικές μεταξύ των κατοικιών σε όλα τα δεδομένα που επεξεργάστηκαν με μικρές αλλά και με μεγάλες διαφορές . Πιο αναλυτικά , οι εσωτερική μέγιστη θερμοκρασία στο σπίτι 1 ήταν 28 °C και ελάχιστη 14,5 °C ενώ στο σπίτι 2 25,9 °C και 19,2 °C αντίστοιχα . Οι τιμές αυτές όπως φαίνονται από τα διαγράμματα είναι μεμονωμένες τιμές και δεν αντιπροσωπεύουν όλες τις τιμές καθώς οι μέσες τιμές είναι 22,1 και 22,7 για την κατοικία 1 και κατοικία 2 αντίστοιχα . Λόγω αυξανόμενης θερμοκρασίας εξωτερικά το καλοκαίρι , οι τιμές της εσωτερικής θερμοκρασίας επηρεάζονται και είναι κατά 1-2 °C συγκριτικά με φθινόπωρο και 2-4 °C συγκριτικά με το χειμώνα . Αλλά τα πλαίσια των θερμοκρασιών αυτών είναι εντός ορίων βάση του ASHRAE (20 °C με 24 °C το χειμώνα και 24 °C με 27 °C το καλοκαίρι) . Έτσι από τα συγκριτικά διαγράμματα όσον αφορά την εσωτερική θερμοκρασία με την εξωτερική για το εξάμηνο Φεβρουάριος-Ιούνιος 2020 , παρατηρείται ότι υπάρχει ίδια αυξανόμενη κλίση αλλά δεν υπάρχει μεγάλη επιρροή διότι εκτός από τις μονώσεις , οι κατοικίες έχουν και θερμοστάτη όπου σταθεροποιεί την θερμοκρασία .

Σημαντικός δείκτης για τη θερμική άνεση είναι η ποσότητα του CO<sub>2</sub> που υπάρχει στον χώρο . Υψηλές τιμές διοξειδίου του άνθρακα προκαλούν ναυτίες , αίσθηση έλλειψης οξυγόνου (Παράρτημα Ι) και δυσαρέσκεια των ατόμων για τις συνθήκες του χώρου . Βάση των δεδομένων οι τιμές του CO<sub>2</sub> κυμαίνονται σε φυσιολογικά επίπεδα με υψηλότερες τιμές να παρουσιάζει στο σπίτι 2 (>1000ppm) αλλά όπως φαίνεται από το ωραίο διάγραμμα με τις κατανομές των τιμών σε ωριαία βάση , οι τιμές που βρίσκονται στο εύρος >1000 και <1500 είναι ελάχιστες , άρα δεν είναι ανησυχητικά αποτελέσματα . Μέγιστες τιμές ημερήσια παρατηρούνται μετά τις έξι το απόγευμα που το πιο πιθανό σενάριο είναι οι κάτοικοι να βρίσκονται στον χώρο και λόγω εκπνοής να παρουσιάζονται υψηλότερα ποσά διοξειδίου του άνθρακα . Τέλος , παρατηρήθηκε ότι στις μέγιστες ημερήσιες τιμές εσωτερικής θερμοκρασίας υπάρχει η ελάχιστη ημερήσια τιμή διοξειδίου του άνθρακα .

Η καταναλώσεις των κατοικιών για θέρμανση και ψύξη κυμαίνονται κάτω της 1kWh με πιο υψηλές καταναλώσεις το χειμώνα για θέρμανση με μέγιστες ωριαίες τιμές να κυμαίνονται μεταξύ των 0-800Wh για το σπίτι 1 και για το σπίτι 2 από 0-750Wh ενώ το καλοκαίρι παρατηρούνται οι περισσότερες και πιο υψηλές καταναλώσεις τις ώρες από το πρωί (08:00 μέχρι 20:00) και μέχρι τις 650Wh . Επιπρόσθετα τα δεδομένα για ηλεκτρικές συσκευές , φωτιστικά και λάμπες παρατηρούνται μέγιστες τιμές το μεσημέρι και το απόγευμα με τις δύο κατοικίες να παρουσιάζουν μικρές διαφορές στις καταναλώσεις με μικρότερες τιμές να παρουσιάζει το σπίτι 2 τους μήνες του χειμώνα .

Σημαντικά ήταν τα δεδομένα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά , αφού είχε γίνει μετατροπή μέσω του inverter , από DC σε AC . Όπως είναι λογικό , η απόδοση τους εξαρτάται από την ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει , αλλά και από τις ώρες ηλιοφάνειας . Έτσι μέγιστες τιμές παραγωγής ενέργειας παρατηρήθηκαν τις ώρες μέγιστης ακτινοβολίας δηλαδή τις μεσημεριανές ώρες . Από τα διαγράμματα φαίνεται αυτή η σύγκριση καθώς στις 5 Ιανουαρίου 2020 η μέγιστη ακτινοβολία είναι  $340\text{W/m}^2$  και 0.25 kWh η μέγιστη παραγωγή για το σπίτι 1 ενώ στο σπίτι 2 0.4 kWh . Αντίστοιχα στο διάγραμμα στις 29 Ιουνίου 2020 παρατηρείται μέγιστη παραγωγή 0.9kWh και 1 kWh για το σπίτι 1 και σπίτι 2 αντίστοιχα με μέγιστη ακτινοβολία στα  $805\text{W/m}^2$  . Στο σύνολο των δεδομένων , το σπίτι 2 παράγει περισσότερη ενέργεια καθώς και οι μέσες τιμές είναι 0.24 kWh για το σπίτι 1 και 0.28 για το σπίτι 2 αλλά και από το διάγραμμα των μέγιστων και ελάχιστων τιμών μηνιαία φαίνεται η διαφορά στις μέγιστες τιμές μεταξύ των κατοικιών . Αντίθετα οι καταναλώσεις οι ολικές για το εκάστοτε σπίτι έχουν μέσο όρο τιμών 0.25 και 0.27 kWh και μέγιστες τιμές 2.96 και 1.27 kWh για το σπίτι 1 και σπίτι 2 αντίστοιχα με μεγαλύτερες τιμές κατανάλωσης να παρουσιάζει η κατοικία 1 τους περισσότερους μήνες της περιόδου μελέτης . Το εξάμηνο Φεβρουαρίου – Ιουλίου 2020 διαπιστώνεται ότι τους χειμερινούς μήνες με πρώτους μήνες της άνοιξης η παραγωγή ενέργειας είναι μικρότερη από την κατανάλωση ενώ τους υπόλοιπους η παραγωγή ενέργειας επαρκεί . Όμως το αρνητικό των δεδομένων που επεξεργάστηκαν για την παραγωγή ενέργειας είναι πως οι θεωρητικές τιμές της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι τριπλάσιες σχεδόν από τις πραγματικές . Δεν είναι περίεργο βέβαια διότι οι τιμές αυτές είναι υπό ιδανικές συνθήκες , έτσι δεν υπολογίζονται πιθανές αντιστάσεις , φθορές ή αστοχίες των υλικών .



Ακόμα , η ηλεκτρική ενέργεια που εισήλθε από το δίκτυο παρουσιάζει μέγιστες τιμές τις νυχτερινές ώρες καθώς δεν παράγεται εκείνες τις ώρες ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά . Οι μέσες τιμές των κατοικιών δεν παρουσιάζουν και πάλι μεγάλες διαφορές , αλλά το σπίτι 1 με μέσο όρο τιμών να είναι στο 0.15kWh ενώ στο σπίτι 2 στο 0.17kWh . Από τα ημερήσια διαγράμματα όμως εμφανίζονται κάποιες αυξομειώσεις μέσα στη μέρα την περίοδο ηλιοφάνειας στο σπίτι 1 , όπου μπορεί να οφείλονται σε δυσλειτουργίες ή πιο υψηλές απαιτήσεις σε ενέργεια εκείνες τις ώρες καθώς η παραγωγή ενέργειας όπως αναφέρθηκε τους χειμερινούς και τις πρώτες ημέρες της άνοιξης η παραγωγή ενέργειας είναι μικρότερη συγκριτικά με την κατανάλωση .

Τέλος , προκύπτει το συμπέρασμα ότι και οι δύο κατοικίες τηρούν τις προϋποθέσεις ώστε να υπάρχει στο χώρο θερμική άνεση καθώς η τιμές της υγρασίας , θερμοκρασίας και επιπέδων CO<sub>2</sub> είναι σε φυσιολογικές τιμές βάση των ορίων που έχει θέσει το ASHRAE-55 ενώ τους μισούς μήνες του χρόνου οι παραγωγή ενέργειας συγκεκριμένες ώρες της ημέρας είναι πιο υψηλή από τις καταναλώσεις παρ'όλα αυτά χρειάζεται επιπρόσθετη ενέργεια από το δίκτυο για τις ανάγκες που προκύπτουν τις ώρες μη ηλιοφάνειας και τους άλλους μισούς μήνες η κατανάλωση είναι πιο υψηλή από την παραγωγή και έτσι υπάρχει μεγαλύτερη ζήτηση από το δίκτυο. Έτσι για να μηδενιστούν η διαφορά παραγωγής-κατανάλωσης θα πρέπει να τοποθετηθούν τουλάχιστον άλλα 7-8 φωτοβολταϊκά . Εν κατακλείδι , οι δύο κατοικίες παρουσιάζουν μικρές διαφορές στο εσωτερικό περιβάλλον και στις παραγωγές και καταναλώσεις μεταξύ τους και μπορούν να θεωρηθούν σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης κτίρια ( nZEB ) επιτυγχάνοντας επίσης θερμική άνεση στον εσωτερικό τους χώρο .

## 7. Βιβλιογραφία

- Afroditi Synnefa, M. L. G. L. P. S., 2017. *Development of net zero energy settlements using advanced energy technologies*. s.l.:Elsevier.
- Agency, U. S. E. P., 2021. *Global Greenhouse Gas Emissions Data*. [Ηλεκτρονικό].
- Anaconda, n.d. *Data Science with Anaconda*. s.l.:s.n.
- Anon., 2021. *CLIMATE GRANAROLO DELL'EMILIA (ITALY)*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://en.climate-data.org/europe/italy/emilia-romagna/granarolo-dell-emilia-115840/>
- Anon., 2021. *www.weatherspark.com*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://weatherspark.com/h/y/148218/2018/Historical-Weather-during-2018-at-Bologna-Guglielmo-Marconi-Airport-Italy#Figures-Temperature>
- Anon., 2021. *Πρωτόκολλο του Κυότο για τις κλιματικές μεταβολές*. [Ηλεκτρονικό].
- Anon., n.d. *www.zerobuildings.com*. [Ηλεκτρονικό].
- ASHRAE-55, 2010. *Thermal Comfort*. s.l.:s.n.
- Australian Government, D. o. A. ., W. a. t. E., n.d. *Greenhouse effect*, s.l.: s.n.
- BPIE, 2015. *NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2015/09/BPIE\\_factsheet\\_nZEB\\_definitions\\_across\\_Europe.pdf](https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2015/09/BPIE_factsheet_nZEB_definitions_across_Europe.pdf)
- Eurostat, 2021. *Energy statistics - an overview*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_statistics\\_-\\_an\\_overview#Final\\_energy\\_consumption](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption)
- HARRIS, J. M., 1991. *Global Institutions and Ecological Crisis*.
- Liping Wang, J. G. J., 2009. Case study of zero energy house design in UK. *Elsevier*, 10 March, p. 8.
- Maria Teresa Trentinaglia, M. P. ., F. D. ., A. O., 2021. Climate change and obesity: A global analysis. *Global Food Security*.
- Maurizio Cellura, F. G. ., S. L. ., M. M., 2013. Energy life-cycle approach in Net zero energy buildings balance: Operation and embodied energy of an Italian case study. *Elsevier*.
- Monzur Imteaz, U. P. ., C. S., 2021. Impacts of climate change on weather and spatial variabilities of potential.
- R. Puertas, L. M., 2021. International ranking of climate change action: An analysis using the indicators from the Climate Change Performance Index. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* .

Shicong Zhang, W. X. ., E. M., 2020. *Scenarios of energy reduction potential of zero energy building*. s.l.:Elsevier.

Solargis, 2019. *Solar resource maps of Italy*. s.l.:s.n.

Union, E., n.d. *PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP)

United Nations, 2021. *The Paris Agreement*. [Ηλεκτρονικό].

Ürge-Vorsatz, D., n.d. *Energy End-Use: Buildings*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: [https://iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/GEA\\_Chapter10\\_buildings\\_hires.pdf](https://iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/GEA_Chapter10_buildings_hires.pdf)

V.M Barthelmes, C. B. ., S. C. ., C. G., 2015. Design and construction of an nZEB in Piedmont Region, North Italy. *Energy Procedia*.

Wisconsin Department of Health Services, 2021. *Carbon Dioxide*. s.l.:s.n.

Αθανάσιος, Ι., 2013. Σχεδιασμός και μελέτη μετατροπής υφιστάμενων κατοικιών σε κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. 2 9, p. 149.

Απαλίδου, Φ., 2018. *Η νέα πρόκληση << Κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας >>*. s.l.:ΑΠΘ.

Δήμητρα, Κ., 2010. Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης διεθνής εμπειρία και μελέτες περίπτωσης.

Ελλάδος, Τ. Ε., 2010. *Θερμοφυσικές Ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων*. s.l.:TOTEE.

Εθνικό Τυπογραφείο , 2013 , 4122/2013 Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις. (ΦΕΚ Α' 42/19-02-2013), Αθήνα

Ζήσης, Σ. Π., 2011. *Ενεργειακή απόδοση κτιρίων*. Αθήνα: s.n.

Λαζαρίδης, Μ., 2010. *Ατμοσφαιρική Ρύπανση με Στοιχεία Μετεωρολογίας*. s.l.:s.n.

Παπαϊωάννου, Ν., 2019. *ΣΧΕΔΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ*.

Θεσσαλονίκη: s.n.

Σοφία, Σ., 2017. *Ενεργειακή επιθεώρηση εθνικού ιδρύματος ερευνών*. s.l.:s.n.

ΣΤΡΑΒΩΝ, n.d. *Davis Vantage Vue*. s.l.:s.n.

Συμβούλιο, Ε. Κ. κ., 2010. *ΟΔΗΓΙΑ 2010/31/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΫ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ*. s.l.:ΕΕ.

## Παράρτημα Ι

Exposure to CO<sub>2</sub> can produce a variety of health effects. These may include headaches, dizziness, restlessness, a tingling or pins or needles feeling, difficulty breathing, sweating, tiredness, increased heart rate, elevated blood pressure, coma, asphyxia, and convulsions.

**The levels of CO<sub>2</sub> in the air and potential health problems are:**

- 250 - 400 ppm: background (normal) outdoor air level.
- 400 - 1,000 ppm: typical level found in occupied spaces with good air exchange.
- 1,000 - 2,000 ppm: level associated with complaints of drowsiness and poor air.
- 2,000 - 5,000 ppm: level associated with headaches, sleepiness, and stagnant, stale, stuffy air. Poor concentration, loss of attention, increased heart rate and slight nausea may also be present.
- 5,000 ppm: this indicates unusual air conditions where high levels of other gases could also be present. Toxicity or oxygen deprivation could occur. This is the permissible exposure limit for daily workplace exposures.
- 40,000 ppm: this level is immediately harmful due to oxygen deprivation.

### Everyone's Reaction is Different

A person's reaction to chemicals depends on several things, including individual health, heredity, previous exposure to chemicals including medicines, and personal habits such as smoking or drinking. It's also important to consider the length of exposure to the chemical, the amount of chemical exposure, and whether the chemical was inhaled, touched, or eaten.

*Εικόνα 162, CO<sub>2</sub> Επίδραση στην Υγεία, Ουσκόνσιν , Τμήμα Υπηρεσιών Υγείας*

## Παράρτημα II

SOLAR RESOURCE MAP

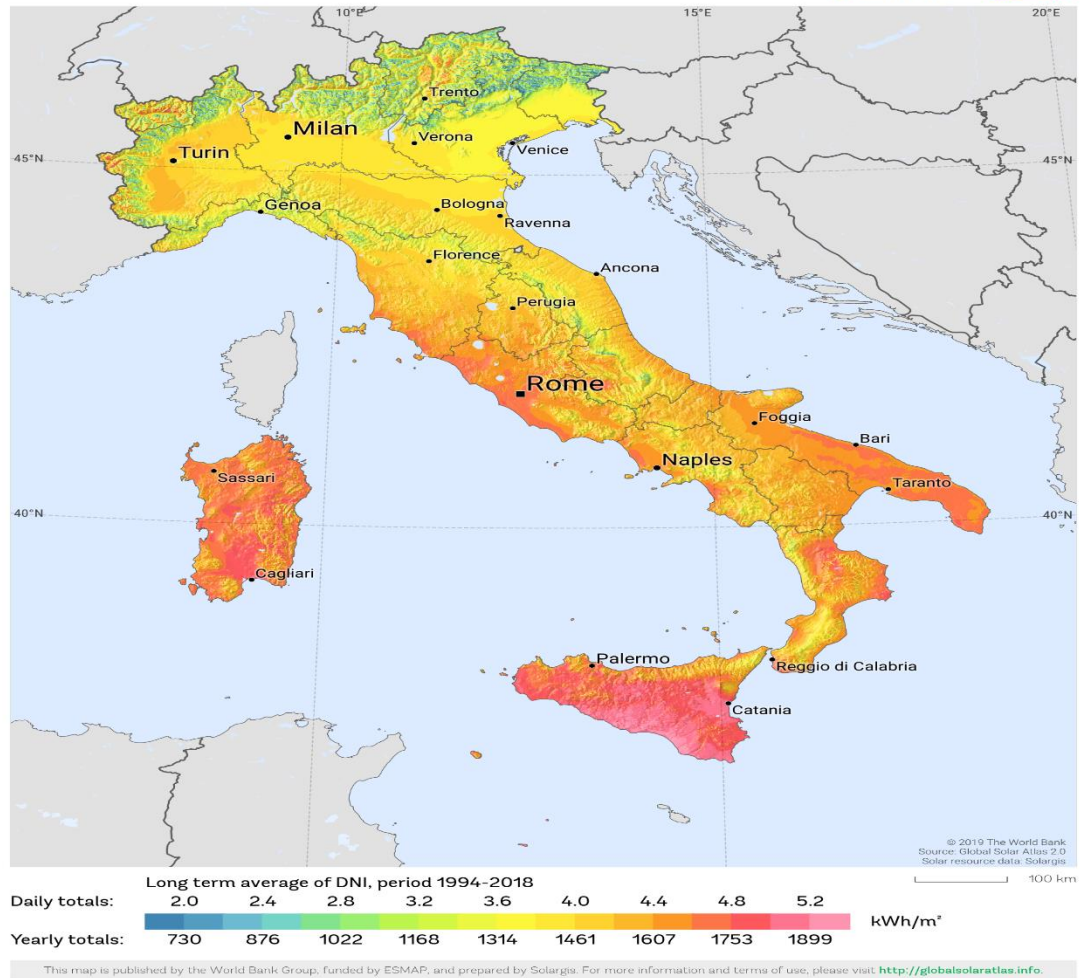
**DIRECT NORMAL IRRADIATION**

**ITALY**

WORLD BANK GROUP

ESMAP

SOLARGIS



Εικόνα 163 Κατανομή Ηλιακής Ακτινοβολίας στην Ιταλία 2019

