



IDEOGRAM

ΕΕ3: Τεχνικό-οικονομική αξιολόγηση και περιβαλλοντική αποτίμηση συστημάτων γεωθερμικών αντλιών ανοικτού κυκλώματος

Π3.1. Μελέτη περίπτωσης Κλιματική Ζώνη Α

Π3.2. Μελέτη περίπτωσης Κλιματική Ζώνη Β

Π3.3. Μελέτη περίπτωσης Κλιματική Ζώνη Γ

Π3.4. Μελέτη περίπτωσης Κλιματική Ζώνη Δ

Αλεξανδρούπολη, 31-03-2023



KRITON ENERGY:

Κ.ΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.
Βιζυηνού 20, Αλεξανδρούπολη, 68131
www.kriton-energy.com
info@kriton-energy.com

Συντάκτες:

Παπατσούνης Αδαμάντιος, Μηχανικός Παραγωγής & Διοίκησης, papatsounis@kriton-energy.com

Τσάκα Σοφία, Μηχανολόγος Μηχανικός, tsaka@kriton-energy.com

Πεχτελίδης Αλέξανδρος, Μηχανικός Περιβάλλοντος, pechtelidis@kriton-energy.com

Υποστήριξη:

Κωνσταντίνος Λυμπερόπουλος, Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, MSc,
Γενικός Δ/ντής KRITON ENERGY
klympero@kriton-energy.com

ΥΠΕΡΓΟΛΑΒΟΣ:

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Κεντρικό: 6ο χλμ. οδού Χαριλάου - Θέρμης • Τ.Θ. 60361 • 570 01 Θέρμη, Θεσσαλονίκη
• Τηλ.: 2310-498100

Υποκατάστημα: 4ο χλμ. Πτολεμαΐδας - Μποδοσάκειο Νοσοκομείο (περιοχή Κουρί)
• 502 00 Πτολεμαΐδα • Τηλ.: 24630-55300

Γραφείο Αθήνας: Αιγιαλείας 52 • 15125 Μαρούσι • Τηλ. 211-1069500 • E-mail:
isfta@certh.gr

Web: www.cperi.certh.gr

Web: www.certh.gr • E-mail: certh@certh.gr



Συντάκτες:

Χρυσοβαλάντης Κετικίδης, Χημικός Μηχανικός, Επιστημονικός συνεργάτης ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ,
ketikidis@certh.gr

Ευαγγελία Μυλωνά, Μηχανολόγος Μηχανικός, Επιστημονικός συνεργάτης ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ,
mylona@certh.gr

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| Σκοπός παραδοτέου | 10 |
| Εισαγωγή..... | 10 |
| 1. Υπολογιστικά εργαλεία προσομοίωσης | 11 |
| 1.1 Το περιβάλλον Polysun | 11 |
| 1.2 Δομή και λειτουργία του Polysun στη μελέτη περίπτωσης | 12 |
| 1.3 Προσομοίωση της δυναμικής θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου..... | 12 |
| 2. Περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης | 18 |
| 2.1. Παρουσίαση των υπολογισμών για τις θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία από ΕΕ2... 18 | |
| 2.1.1 Κατοικία | 18 |
| 2.1.1.1 Παρουσίαση του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Κατοικίας» | 21 |
| Αντλία θερμότητας Αέρα-Νερού για την περίπτωση της «Κατοικίας»..... | 22 |
| 2.1.2 Εκπαίδευση..... | 23 |
| 2.1.2.1 Παρουσίαση του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» | 27 |
| 2.1.3 Προσωρινή διαμονή | 29 |
| 2.1.3.1 Παρουσίαση του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» | 32 |
| 2.1.4 Γραφεία..... | 35 |
| 2.1.1.1 Παρουσίαση του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση των «Γραφείων» | 38 |
| 2.2 Παρουσίαση των υπολογισμών ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης και του ετήσιου κόστους λειτουργίας των υφιστάμενων συστημάτων | 40 |
| 2.2.1 Κατοικία | 40 |
| 2.2.2 Εκπαίδευση..... | 45 |
| 2.2.3 Προσωρινή διαμονή | 50 |
| 2.2.4 Γραφεία..... | 55 |
| 3 Παρουσίαση του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τους τέσσερις (4) κτιριακούς τύπους..... | 61 |
| 3.1 Διαστασιολόγηση προτεινόμενου συστήματος ανά κτιριακό τύπο και ετήσια αποτελέσματα ενεργειακής απόδοσης..... | 64 |
| 3.1.1 Κατοικία | 64 |
| 3.1.2 Εκπαίδευση..... | 67 |

| | |
|---|----|
| 3.1.3 Προσωρινή διαμονή | 71 |
| 3.1.4 Γραφεία..... | 75 |
| 3.2 Αντιπαραβολή προτεινόμενου συστήματος με εναλλακτικά συστήματα ανά κτιριακό τύπο | 79 |
| 3.2.1 Κατοικία | 79 |
| 3.2.2 Εκπαίδευση..... | 80 |
| 3.2.3 Προσωρινή διαμονή | 81 |
| 3.2.4 Γραφεία..... | 83 |
| 4. Οικονομοτεχνική αποτίμηση προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού και περιβαλλοντικός αντίκτυπος σε σχέση με τα υφιστάμενα συστήματα | 85 |
| 4.1 Κόστος Αρχικού Κεφαλαίου (Capital Expenditures – CAPEX)..... | 85 |
| 4.2 Κόστος Συντήρησης και Λειτουργίας (Operational Expenditures – OPEX)..... | 85 |
| 4.3 Σταθμισμένο Κόστος Ενέργειας (Levelized Cost of Energy – LCoE)..... | 86 |
| 4.4 Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value – NPV) | 86 |
| 5. Συμπεράσματα..... | 96 |

Ευρετήριο Εικόνων

| | |
|--|----|
| Εικόνα 1. Νέο Project στο Polysun..... | 13 |
| Εικόνα 2. Διαθέσιμα παραδείγματα συστημάτων στο Polysun..... | 13 |
| Εικόνα 3. Επιλογή καταναλωτών ζεστού νερού χρήσης (στις περιπτώσεις όπου αυτά ανήκει στα φορτία προς κάλυψη). | 14 |
| Εικόνα 4. Ορισμός φορτίων βάσης για το κτίριο της εκάστοτε μελέτης περίπτωσης. | 15 |
| Εικόνα 5. Εισαγωγή μονάδας κάλυψης θερμικών και ψυκτικών αναγκών στην εκάστοτε μελέτη περίπτωσης..... | 15 |
| Εικόνα 6. Πρώτη αποτύπωση του συστήματος της εκάστοτε μελέτης περίπτωσης όπως προκύπτει από το λογισμικό Polysun..... | 16 |
| Εικόνα 7. Συνοπτικά αποτελέσματα όπως προκύπτουν από την πρώτη αποτύπωση του συστήματος κάλυψης αναγκών, πριν παρέμβει ο χρήστης..... | 17 |
| Εικόνα 8: Υφιστάμενη διάταξη θέρμανσης για την περίπτωση της «Κατοικίας»..... | 22 |
| Εικόνα 9: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας αέρα-νερού για την περίπτωση της «Κατοικίας». | 23 |
| Εικόνα 10: Υφιστάμενη διάταξη θέρμανσης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης»..... | 27 |
| Εικόνα 11: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας αέρα-νερού για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης». | 28 |
| Εικόνα 12: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας γεωεναλλάκτη νερού-νερού για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης»..... | 28 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 13: Υφιστάμενη διάταξη θέρμανσης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής». | 33 |
| Εικόνα 14: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας αέρα-νερού για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής». | 34 |
| Εικόνα 15: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας γεωεναλλάκτη νερού-νερού για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής». | 35 |
| Εικόνα 16: Υφιστάμενη διάταξη θέρμανσης για την περίπτωση των «Γραφείων». | 39 |
| Εικόνα 17: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας αέρα-νερού για την περίπτωση των «Γραφείων». | 39 |
| Εικόνα 18: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας γεωεναλλάκτη νερού-νερού για την περίπτωση των «Γραφείων». | 40 |
| Εικόνα 19: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 41 |
| Εικόνα 20: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 41 |
| Εικόνα 21: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα. | 42 |
| Εικόνα 22: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως. | 43 |
| Εικόνα 23: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 43 |
| Εικόνα 24: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 44 |
| Εικόνα 25: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα. | 44 |
| Εικόνα 26: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως. | 45 |
| Εικόνα 27: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 46 |
| Εικόνα 28: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 46 |
| Εικόνα 29: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα. | 46 |
| Εικόνα 30: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως. | 47 |
| Εικόνα 31: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 48 |
| Εικόνα 32: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 48 |
| Εικόνα 33: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα. | 49 |
| Εικόνα 34: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως. | 50 |
| Εικόνα 35: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 51 |
| Εικόνα 36: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 51 |
| Εικόνα 37: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα. | 51 |
| Εικόνα 38: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως. | 52 |
| Εικόνα 39: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 53 |
| Εικόνα 40: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 53 |
| Εικόνα 41: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα. | 54 |
| Εικόνα 42: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας θερμότητας αέρα-νερού ετησίως. | 55 |
| Εικόνα 43: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 56 |
| Εικόνα 44: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 56 |
| Εικόνα 45: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα. | 56 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 46: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως..... | 57 |
| Εικόνα 47: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα. | 58 |
| Εικόνα 48: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα..... | 58 |
| Εικόνα 49: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα..... | 59 |
| Εικόνα 50: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως..... | 60 |
| Εικόνα 51: Προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για την περίπτωση της «Μονοκατοικίας».. | 61 |
| Εικόνα 52: Προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης». | 62 |
| Εικόνα 53: Προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής»..... | 63 |
| Εικόνα 54: Προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για την περίπτωση των «Γραφείων». | 64 |
| Εικόνα 55: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 65 |
| Εικόνα 56: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς. | 66 |
| Εικόνα 57: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 67 |
| Εικόνα 58: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς. | 67 |
| Εικόνα 59: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 68 |
| Εικόνα 60: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 69 |
| Εικόνα 61: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς. | 69 |
| Εικόνα 62: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 70 |
| Εικόνα 63: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 70 |
| Εικόνα 64: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς. | 71 |
| Εικόνα 65: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 72 |
| Εικόνα 66: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 72 |
| Εικόνα 67: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς. | 73 |
| Εικόνα 68: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 74 |
| Εικόνα 69: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 74 |
| Εικόνα 70: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς. | 75 |

| | |
|---|----|
| Εικόνα 71: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 76 |
| Εικόνα 72: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 76 |
| Εικόνα 73: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς | 77 |
| Εικόνα 74: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 78 |
| Εικόνα 75: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό. | 78 |
| Εικόνα 76: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς | 79 |
| Εικόνα 77: NPV συμβατικού συστήματος στην 20ετία. | 87 |
| Εικόνα 78: NPV συστήματος αντλίας αέρα νερού..... | 87 |
| Εικόνα 79: NPV προτεινόμενου συστήματος. | 88 |
| Εικόνα 80: NPV προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών. | 88 |
| Εικόνα 81: NPV συμβατικού συστήματος στην 20ετία. | 89 |
| Εικόνα 82: NPV συστήματος αντλίας αέρα νερού..... | 90 |
| Εικόνα 83: NPV προτεινόμενου συστήματος. | 90 |
| Εικόνα 84: NPV προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών. | 90 |
| Εικόνα 85: NPV συμβατικού συστήματος στην 20ετία. | 92 |
| Εικόνα 86: NPV συστήματος αντλίας αέρα νερού..... | 92 |
| Εικόνα 87: NPV προτεινόμενου συστήματος. | 92 |
| Εικόνα 88: NPV προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών. | 93 |
| Εικόνα 89: NPV προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών και ηλιοθερμικών κατόπτρων. | 93 |
| Εικόνα 90: NPV συμβατικού συστήματος στην 20ετία. | 94 |
| Εικόνα 91: NPV συστήματος αντλίας θερμότητας αέρα νερού | 95 |
| Εικόνα 92: NPV προτεινόμενου συστήματος. | 95 |
| Εικόνα 93: NPV προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών. | 95 |

Ευρετήριο Πινάκων

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Κατοικίας» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Ανδραβίδας..... | 19 |
| Πίνακας 2 Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Κατοικίας» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας..... | 19 |
| Πίνακας 3: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Κατοικίας» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καβάλας..... | 20 |
| Πίνακας 4: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Κατοικίας» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καστοριάς..... | 21 |
| Πίνακας 5: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Εκπαίδευσης» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Ανδραβίδας | 24 |

| | |
|---|----|
| Πίνακας 6 Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Εκπαίδευσης» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας..... | 25 |
| Πίνακας 7: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Εκπαίδευσης» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καβάλας..... | 25 |
| Πίνακας 8: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Εκπαίδευσης» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καστοριάς..... | 26 |
| Πίνακας 9: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Προσωρινής διαμονής» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Ανδραβίδας..... | 29 |
| Πίνακας 10: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Προσωρινής διαμονής» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας..... | 30 |
| Πίνακας 11: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Προσωρινής διαμονής» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καβάλας..... | 31 |
| Πίνακας 12: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Προσωρινής διαμονής» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καστοριάς..... | 31 |
| Πίνακας 13: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Γραφεία» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Ανδραβίδας..... | 36 |
| Πίνακας 14: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Γραφεία» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας..... | 36 |
| Πίνακας 15: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Γραφεία» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καβάλας..... | 37 |
| Πίνακας 16: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Γραφεία» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καστοριάς..... | 38 |
| Πίνακας 17: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα..... | 41 |
| Πίνακας 18: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας θερμότητας αέρα-νερού..... | 42 |
| Πίνακας 19: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα..... | 43 |
| Πίνακας 20: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας αέρα-νερού..... | 44 |
| Πίνακας 21: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα..... | 45 |
| Πίνακας 22: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας θερμότητας αέρα-νερού..... | 47 |
| Πίνακας 23: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα..... | 47 |
| Πίνακας 24: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας αέρα-νερού..... | 49 |
| Πίνακας 25: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα..... | 50 |
| Πίνακας 26: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας αέρα-νερού..... | 52 |
| Πίνακας 27: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα..... | 52 |
| Πίνακας 28: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας αέρα-νερού..... | 54 |
| Πίνακας 29: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα..... | 55 |
| Πίνακας 30: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας αέρα-νερού..... | 57 |
| Πίνακας 31: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα..... | 58 |
| Πίνακας 32: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας θερμότητας αέρα-νερού..... | 59 |
| Πίνακας 33: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού..... | 65 |
| Πίνακας 34: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού..... | 66 |
| Πίνακας 35: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού..... | 68 |

| | |
|---|----|
| Πίνακας 36: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού..... | 69 |
| Πίνακας 37: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού..... | 71 |
| Πίνακας 38: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού..... | 73 |
| Πίνακας 39: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού..... | 75 |
| Πίνακας 40: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού..... | 77 |
| Πίνακας 41: Συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης αναγκών θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Κατοικίας»..... | 79 |
| Πίνακας 42: Συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης αναγκών θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης»..... | 80 |
| Πίνακας 43: Συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης αναγκών θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής»..... | 81 |
| Πίνακας 44: Συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης αναγκών θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση των «Γραφείων»..... | 83 |
| Πίνακας 45: Συγκριτική αξιολόγηση KPIs για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού σε αντιπαραβολή με εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των αναγκών θέρμανσης..... | 86 |
| Πίνακας 46: Συγκριτική αξιολόγηση KPIs για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού σε αντιπαραβολή με εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των αναγκών θέρμανσης..... | 88 |
| Πίνακας 47: Συγκριτική αξιολόγηση KPIs για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού σε αντιπαραβολή με εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των αναγκών θέρμανσης..... | 91 |
| Πίνακας 48: Συγκριτική αξιολόγηση KPIs για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού σε αντιπαραβολή με εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των αναγκών θέρμανσης..... | 93 |

Σκοπός παραδοτέου

Μέσω της μελέτης, σχεδίασης και μοντελοποίησης τυπικών κτιρίων στην Ελλάδα με χρήση γεωθερμικών συστημάτων ανοικτού κυκλώματος ως εξεταζόμενη τεχνολογία για την κάλυψη των αναγκών ψύξης και θέρμανσης, η εταιρεία Kriton Energy θα αποκτήσει εμπειριστατωμένη γνώση και το κατάλληλο υπόβαθρο για την δημιουργία προσαρμοσμένων μελετών (tailor-made) ανά περίπτωση.

Σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι η διερεύνηση της απόδοσης συστημάτων γεωθερμικών αντλιών θερμότητας ανοικτού τύπου και αποτίμηση της οικονομικής και περιβαλλοντικής τους συμπεριφοράς για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες. Μέσω της μοντελοποίησης τεσσάρων διαφορετικών κτιριακών τύπων στις κλιματικές αυτές ζώνες, επιδιώκεται ο προσδιορισμός των ορθών πρακτικών (best-practices) για τους κτιριακούς τύπους, ο βέλτιστος τεχνικός σχεδιασμός, το ελάχιστο κόστος ενέργειας και ο χαμηλός περιβαλλοντικός αντίκτυπος.

Εισαγωγή

Στην ΕΕ3 πραγματοποιήθηκε η μελέτη, η αποτύπωση των διακριτών σχεδιαστικών σημείων και η εξατομικευμένη προσέγγιση των τεσσάρων διαφορετικών κτιριακών τύπων. Για την πραγματοποίηση των παραπάνω σημείων, αναπτύχθηκε αναλυτική μεθοδολογία που συμπεριλαμβάνει τις κύριες πτυχές της διαστασιολόγησης μέσω της TOTEE καθώς και τα στοιχεία καινοτομίας, όπως αυτά αναπτύχθηκαν για τις ανάγκες του προγράμματος IDEOGRAM.

Η μεθοδολογία για την ανάπτυξη, διαστασιολόγηση, βελτίωση του συστήματος γεωθερμικής αντλίας θερμότητας ανοικτού τύπου και κάλυψης των θερμικών και ψυκτικών αναγκών που υπολογίστηκαν στο ΕΕ2: **(α)** καταγραφή των αναγκών ως αυτές προέκυψαν από το ΕΕ2, **(β)** συλλογή μετεωρολογικών στοιχείων της περιοχής, **(γ)** συλλογή δεδομένων κτιρίου και προσομοίωση μέσω υπολογιστικών εργαλείων, **(δ)** μελέτη και προσομοίωση των κτιρίων με σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για θέρμανση και κλιματισμό, **(ε)** υπολογισμός σημαντικών δεικτών απόδοσης (key performance indicators – KPIs) τόσο των οικονομικών όσο και των περιβαλλοντικών δεικτών του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού και **(στ)** αναδιαμόρφωση του συστήματος σε περιπτώσεις που οι δείκτες KPIs είναι εκτός προκαθορισμένων ορίων.

Τα κτίρια που επιλέχθηκαν αφορούν σε περιπτώσεις με μεσαία ή μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και κλιματισμό, και κατηγοριοποιούνται στις παρακάτω κατηγορίες σύμφωνα με τον κτιριοδομικό κανονισμό και τον ΚΕΝΑΚ.

- **Κατοικίας**
- **Εκπαίδευσης**
- **Προσωρινής διαμονής**
- **Γραφείων**

Οι κατηγορίες αυτές επιλέχθηκαν καθώς ενδιαφέρουν μελλοντικά την εταιρεία Kriton Energy για επέκταση της δραστηριότητας στον τομέα των μελετών και εγκαταστάσεων συστημάτων θέρμανσης και ψύξης με συστήματα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

Οι τέσσερις αυτές κατηγορίες κτιρίων μελετήθηκαν για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας, οι οποίες ομοιάζουν τις κλιματικές ζώνες της Μεσογείου, προσδίδοντας κατ' αυτόν τον τρόπο ευκαιρίες

επέκτασης σε γεωγραφικές περιοχές με παρόμοια κλιματολογικά δεδομένα. Σημειώνεται πως τα χαρακτηριστικά των κτιρίων καθορίστηκαν κατά τη διάρκεια υλοποίησης του έργου και δεν αφορούν υπαρκτά κτίρια του δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα.

Σημαντικό στάδιο για τη μελέτη του κάθε κτιρίου είναι τα δεδομένα που αφορούν τα χαρακτηριστικά του. Τα βασικότερα στοιχεία είναι τα αρχιτεκτονικά σχέδια (κατόψεις και όψεις), προσανατολισμός, υλικά κατασκευής τοιχοποιίας, δαπέδων, ορόφων και ανοιγμάτων, στοιχεία για τη θέρμανση και ψύξη. Επίσης, σημαντικές πληροφορίες για την ανάλυση του κάθε κτιρίου δίνουν και τα στοιχεία για το διάστημα λειτουργίας (διάρκεια, εποχή) των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, οι ώρες χρήσης του κτιρίου, ο αριθμός των ατόμων που χρησιμοποιούν την κάθε ζώνη, ο αερισμός και ο σκιασμός του. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα για τα τέσσερα κτίρια και με τη βοήθεια των υπολογιστικών εργαλείων πραγματοποιήθηκε προσομοίωση αυτών και υπολογίστηκαν οι ενεργειακές τους απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη.

Τα φορτία υπολογίζονται για κάθε ζώνη του κτιρίου, ενώ στη συνέχεια υπολογίζονται οι μηνιαίες και ετήσιες τιμές της απαιτούμενης θέρμανσης και ψύξης για το σύνολο των θερμικών ζωνών που έχουν οριστεί. Τα παραπάνω στοιχεία παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο ΕΕ2.

Στη συνέχεια μελετήθηκε ένα σενάριο προσομοίωσης για κάθε κτίριο, αναφορικά με την ενσωμάτωση ενός εναλλακτικού συστήματος θέρμανσης και ψύξης (ΓΑΘ θαλασσινού νερού) και αποτυπώθηκαν τα αποτελέσματα του σχετικά με την ενεργειακή κάλυψη, την οικονομική απόδοση και την περιβαλλοντική του συμπεριφορά.

1. Υπολογιστικά εργαλεία προσομοίωσης

1.1 Το περιβάλλον Polysun

Το περιβάλλον του Polysun αποτελεί ένα λογισμικό που επιτρέπει στους χρήστες να προσομοιώνουν αποδοτικά, ηλιοθερμικά, φωτοβολταϊκά και γεωθερμικά συστήματα. Κατά την εκκίνηση του προγράμματος, ένα νέο *project* δημιουργείται μέσα στο οποίο προσδιορίζεται η τοποθεσία (για εξακρίβωση στοιχείων ορίζοντα και κλιματολογικών δεδομένων), ο κτιριακός τύπος, τα κύρια φορτία και καταναλωτές του συστήματος.

Οι ετήσιες δυναμικές προσομοιώσεις των συστημάτων ΓΑΘ θαλασσινού νερού πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του προγράμματος Polysun, το οποίο βοηθά επίσης στη βελτιστοποίηση του συστήματος. Το πρόγραμμα είναι απλό στη χρήση και η γραφική διεπαφή χρήστη καθιστά δυνατή την παροχή ακριβούς και άμεσης ανατροφοδότησης. Χρησιμοποιούνται απλές μέθοδοι εισαγωγής των καθορισμένων δεδομένων, τα οποία λαμβάνονται από ένα γραφικό περιβάλλον που έχει ήδη δημιουργηθεί. Τα μοντέλα πραγματοποιούν επίσης ανάλυση σκοπιμότητας και οικολογικό ισοζύγιο, το οποίο συγκρίνει τις εκπομπές των συμβατικών και των ανανεώσιμων ενεργειακών συστημάτων και λαμβάνει υπόψη τα οκτώ σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τον Gantner (2000), το Polysun ήταν έγκυρο και ακριβές με ακρίβεια 5-10%. Για την πραγματοποίηση της έρευνας σχετικά με τις ΓΑΘ θαλασσινού νερού επιλέχθηκε το υπολογιστικό πρόγραμμα Polysun, με περιόδους προσομοίωσης που κυμαίνονταν από ένα λεπτό έως ένα έτος.

Στο Polysun το *Project* (έργο) καθορίζει τις ενδείξεις σχετικά με την τοποθεσία και τους καταναλωτές του συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού. Περιέχει επίσης διάφορα εναλλακτικά διαγράμματα του συστήματος. Το έργο μπορεί να ξεκινήσει από το μενού Project - New Project ή μέσω του Οδηγού έργου. Δίνεται επίσης η δυνατότητα αποθήκευσης ενός έργου με τη λειτουργία Project - Save Project (Έργο - Αποθήκευση έργου). Το διάγραμμα συστήματος ορίζει όλα τα εξαρτήματα και τις συνδέσεις του συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού. Ένα διάγραμμα συστήματος μπορεί να δημιουργηθεί στην επιλογή Διάγραμμα συστήματος - Δημιουργία νέου συστήματος Diagram (στο επίπεδο Designer), μέσω του Οδηγού ή, εάν απεικονίζεται ένα πρότυπο, με τη λειτουργία Add Template to Project (Προσθήκη προτύπου στο έργο). Είναι δυνατή η προσομοίωση κάθε διαγράμματος συστήματος μεμονωμένα και συνολική οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων. Το διάγραμμα συστήματος περιλαμβάνεται πάντα σε ένα έργο και μπορεί να αποθηκευτεί μόνο μαζί με αυτό. Συνήθως τα διάφορα διαγράμματα συστήματος εξετάζονται προκειμένου να γίνει σύγκριση και να βελτιστοποιηθεί το έργο. Το Polysun διαθέτει μια σειρά προκαθορισμένων προτύπων που μπορούν να τροποποιηθούν αναλόγως με τις ανάγκες της μελέτης.

1.2 Δομή και λειτουργία του Polysun στη μελέτη περίπτωσης

Προκειμένου να προσομοιωθεί η δυναμική συμπεριφορά συστημάτων όπως οι ΓΑΘ θαλασσινού νερού, ορίζεται ένα διάγραμμα συστήματος ως σημείο αναφοράς εάν δύο διαγράμματα συστήματος πρόκειται να συγκριθούν μεταξύ τους σε ένα διάγραμμα. Η διαδικασία έχει ως εξής:

- Επιλογή και αντιγραφή ενός διαγράμματος συστήματος.
- Αλλαγές στα πλαίσια διαλόγου των στοιχείων του νέου διαγράμματος συστήματος.
- Ορισμός ενός διαγράμματος συστήματος ως αναφορά. Για το σκοπό αυτό επιλογή του διαγράμματος συστήματος (επισημαίνεται με ροζ χρώμα) που πρόκειται να οριστεί ως αναφορά. Στη συνέχεια παρέχονται δύο επιλογές:

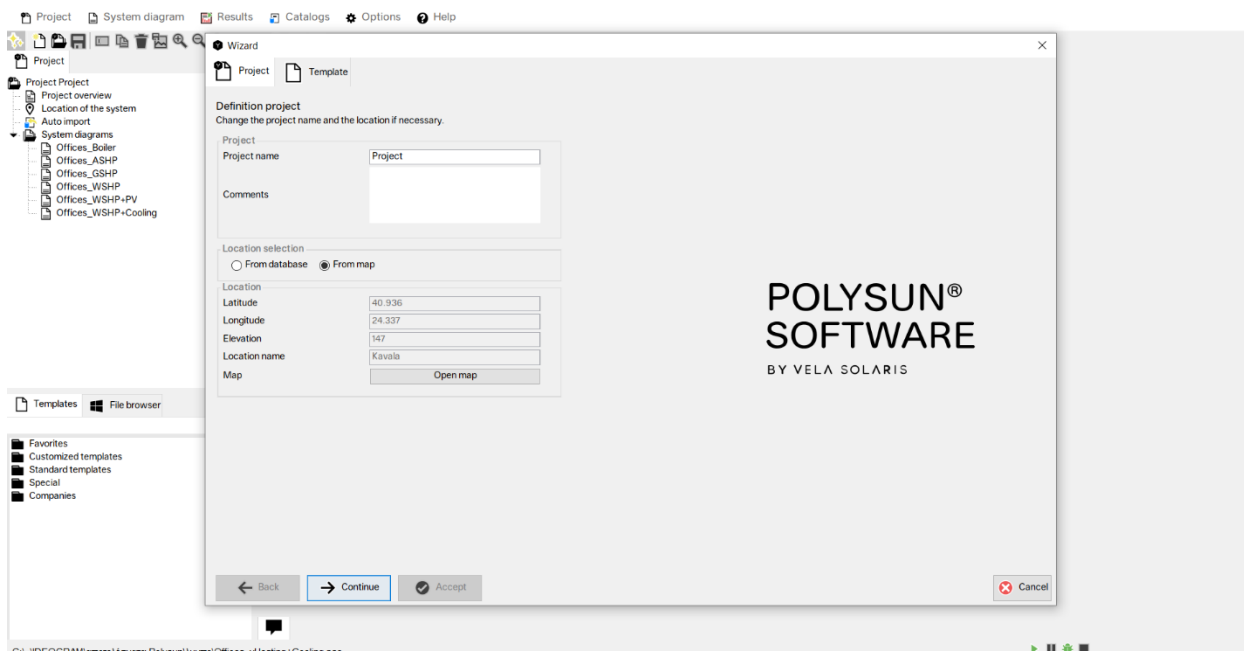
- Κλικ στην επιλογή "System diagram as reference" (Διάγραμμα συστήματος ως αναφορά) στο μενού System diagram (Διάγραμμα συστήματος)
- Δεξί κλικ στο όνομα του διαγράμματος συστήματος και επιλογή "System diagram as reference"

- Στο μενού "Αποτέλεσμα", εμφανίζεται η επισκόπηση των αποτελεσμάτων για το αρχικό σύστημα που έχει επισημανθεί με μπλε χρώμα διάγραμμα συστήματος και ξεκινά η προσομοίωση του σε ετήσια βάση.
- Προσομοίωση του διαγράμματος συστήματος αναφοράς.
- Η επισκόπηση αποτελεσμάτων θα εμφανιστεί μαζί με δύο φύλλα δεδομένων. Ορισμένα από τα καλυπτόμενα διαγράμματα παρουσιάζουν τα δύο συστήματα σε σύγκριση μεταξύ τους.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε για όλους τους κτιριακούς τύπους όπου ως συστήματα αναφοράς ορίστηκαν τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού για την εκάστοτε περίπτωση.

1.3 Προσομοίωση της δυναμικής θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου

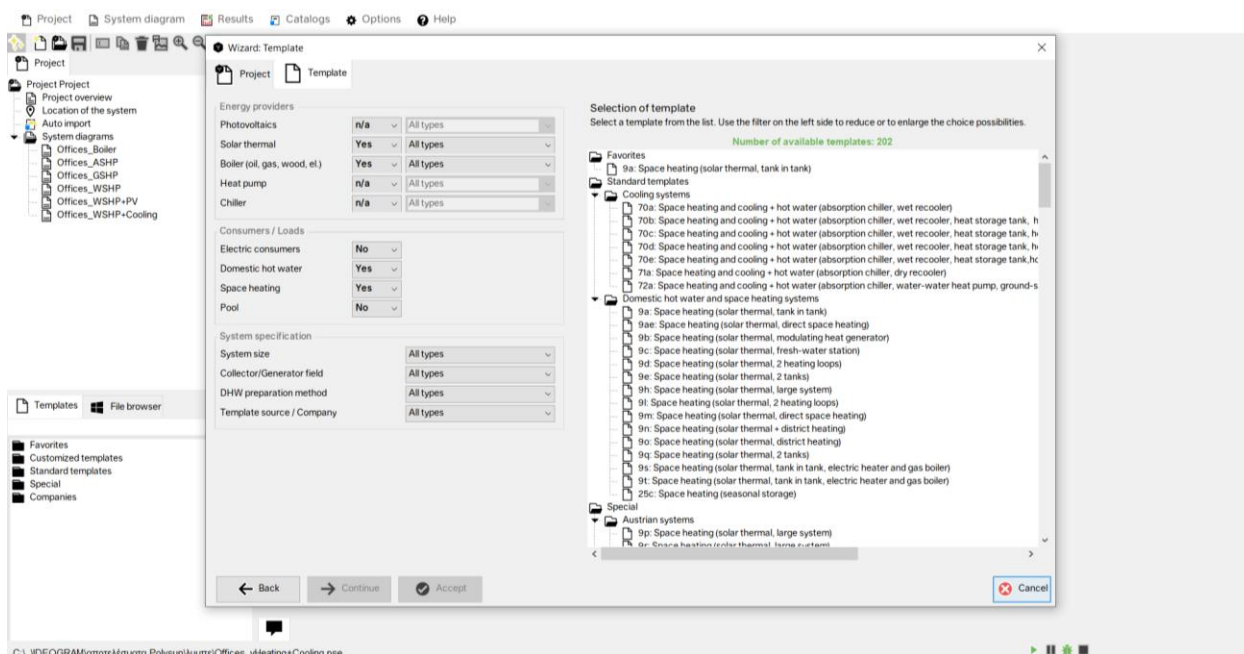
Η προσομοίωση της εκάστοτε μελέτης περίπτωσης μπορεί να γίνει με την εκκίνηση του προγράμματος και την επιλογή της γεωγραφικής περιοχής του.



Εικόνα 1. Νέο Project στο Polysun.

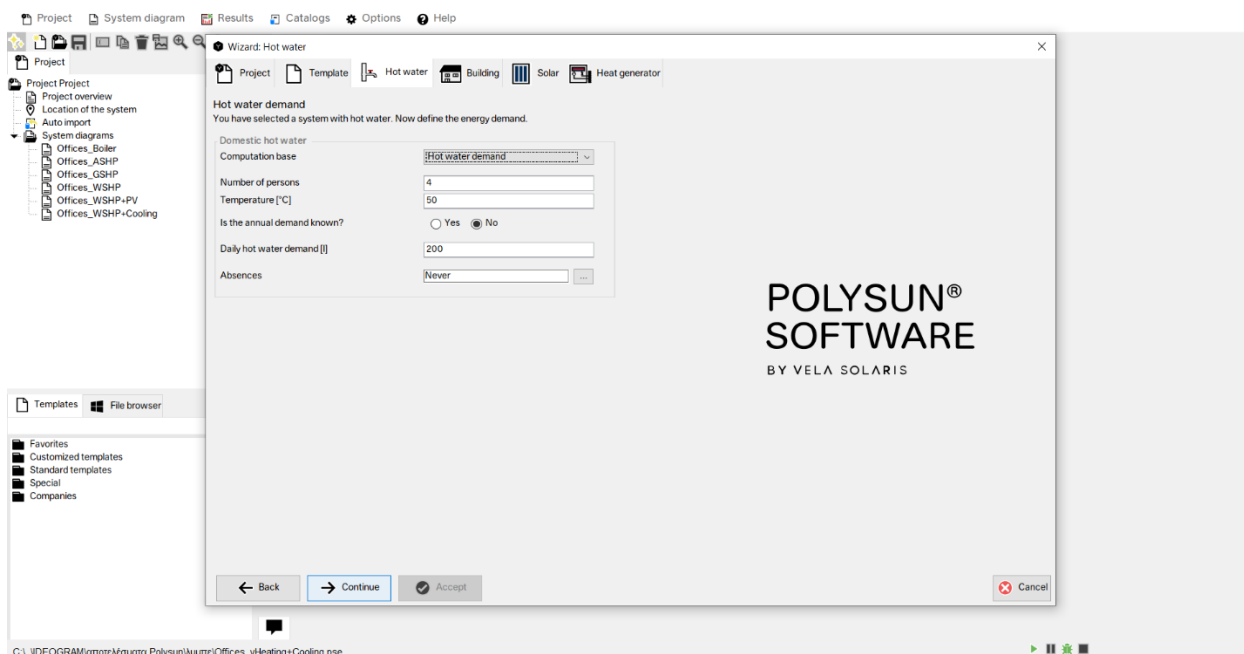
Στην συνέχεια, αφού επιλεγεί η γεωγραφική περιοχή ανοίγει η καρτέλα των διαθέσιμων παραδειγμάτων που μπορούν είτε να τροποποιηθούν είτε να αναβαθμιστούν προκειμένου να καλύπτουν τις ανάγκες της παρούσας μελέτης.

Στην Εικόνα 2 δίνεται μια απεικόνιση των διαθέσιμων παραδειγμάτων μετά την επιλογή γεωγραφικής τοποθεσίας.



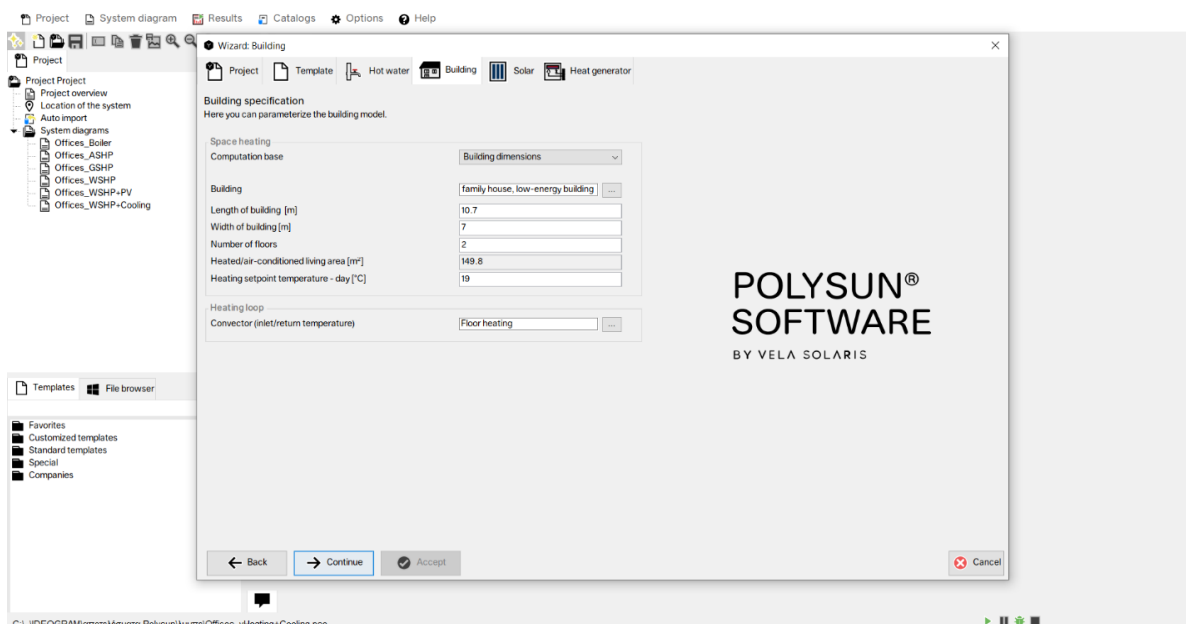
Εικόνα 2. Διαθέσιμα παραδείγματα συστημάτων στο Polysun.

Στην Εικόνα 3 απεικονίζεται το επόμενο βήμα του λογισμικού, στο οποίο ορίζονται οι καταναλωτές ζεστού νερού χρήσης (ZNX). Στις περιπτώσεις των κατοικιών και προσωρινής κατοικίας, τα φορτία αυτά είναι εξίσου σημαντικά με τα φορτία θέρμανσης και κλιματισμού και το ανάλογο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού διαστασιολογείται για κάλυψη και αυτών.



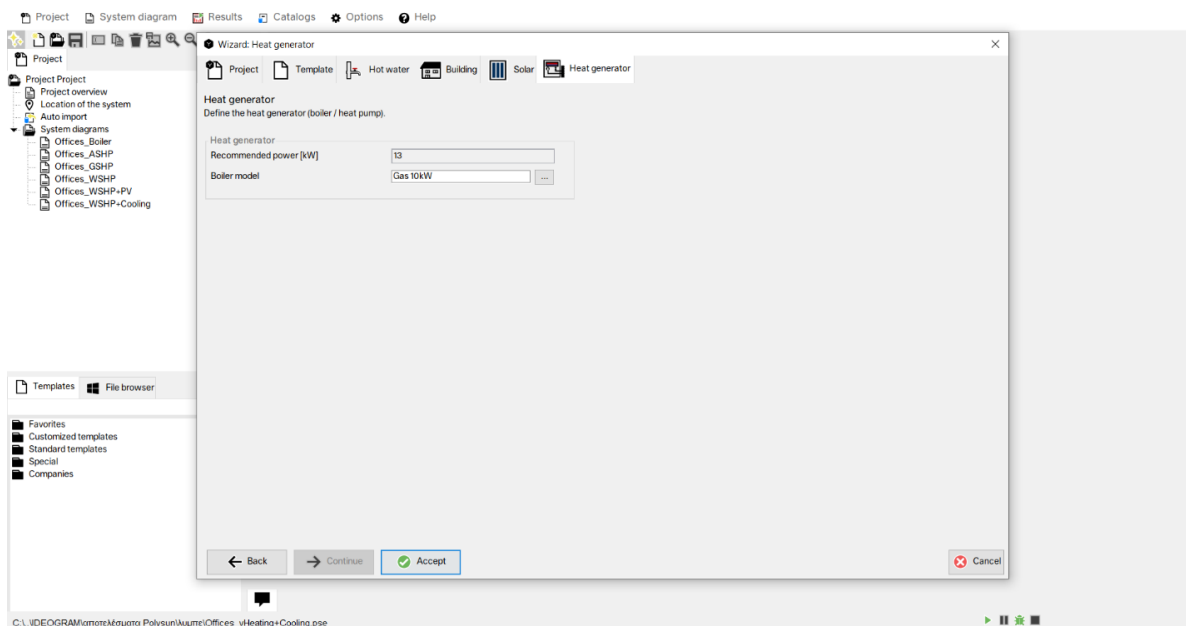
Εικόνα 3. Επιλογή καταναλωτών ζεστού νερού χρήσης (στις περιπτώσεις όπου αυτά ανήκει στα φορτία προς κάλυψη).

Στη συνέχεια γίνεται ορισμός των φορτίων βάσης της μελέτης περίπτωσης. Ο ορισμός αυτός για τους τέσσερις κτιριακούς τύπους και για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες, πραγματοποιείται σύμφωνα με τα αποτελέσματα υπολογισμένων φορτίων του ΕΕ2 (βλ. Ενότητα 5.4 Αποτελέσματα). Η Εικόνα 4 παρουσιάζει το υπολογιστικό περιβάλλον του Polysun όπου γίνεται εισαγωγή των ανάλογων φορτίων.



Εικόνα 4. Ορισμός φορτίων βάσης για το κτίριο της εκάστοτε μελέτης περίπτωσης.

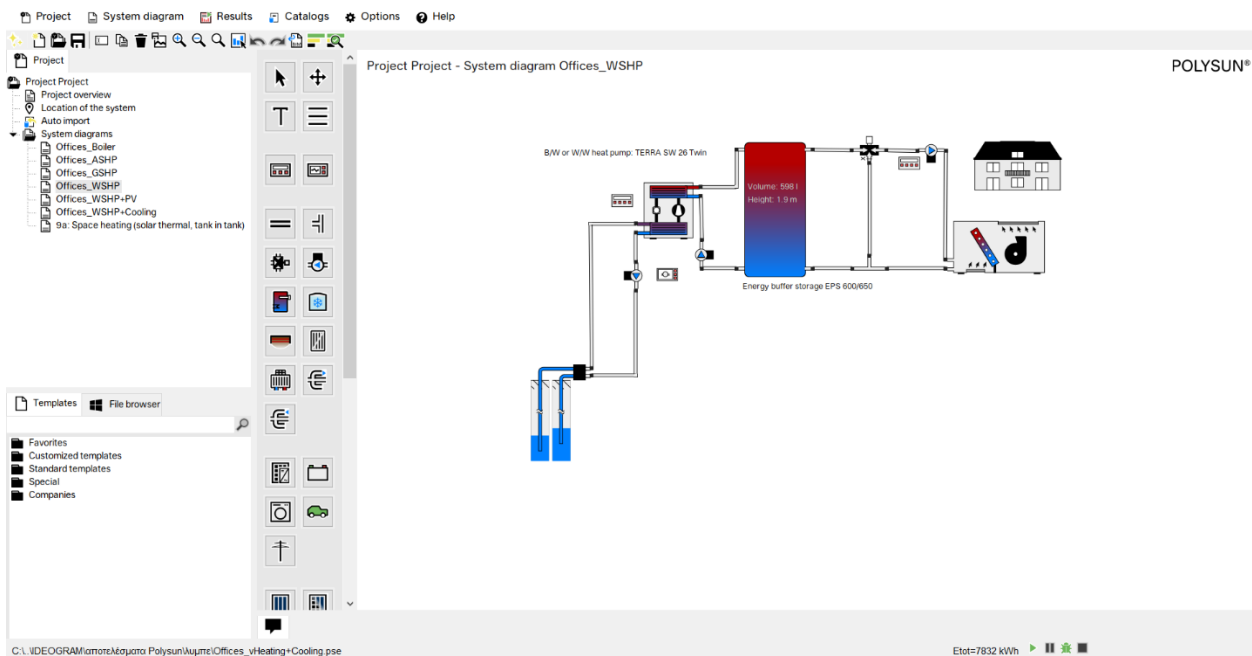
Μετά τον προσδιορισμό των φορτίων βάσης, το λογισμικό Polysun παραπέμπει τον χρήστη στη διαστασιολόγηση του εξοπλισμού κάλυψης αναγκών. Στην περίπτωση των συστημάτων ΓΑΘ θαλασσινού νερού, ορίζεται από τον χρήστη ο τύπος της γεώτρησης, το βάθος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των σωληνώσεων προσαγωγής και επιστροφής. Η Εικόνα 5 παρουσιάζει την απεικόνιση αυτού του βήματος στο περιβάλλον του Polysun.



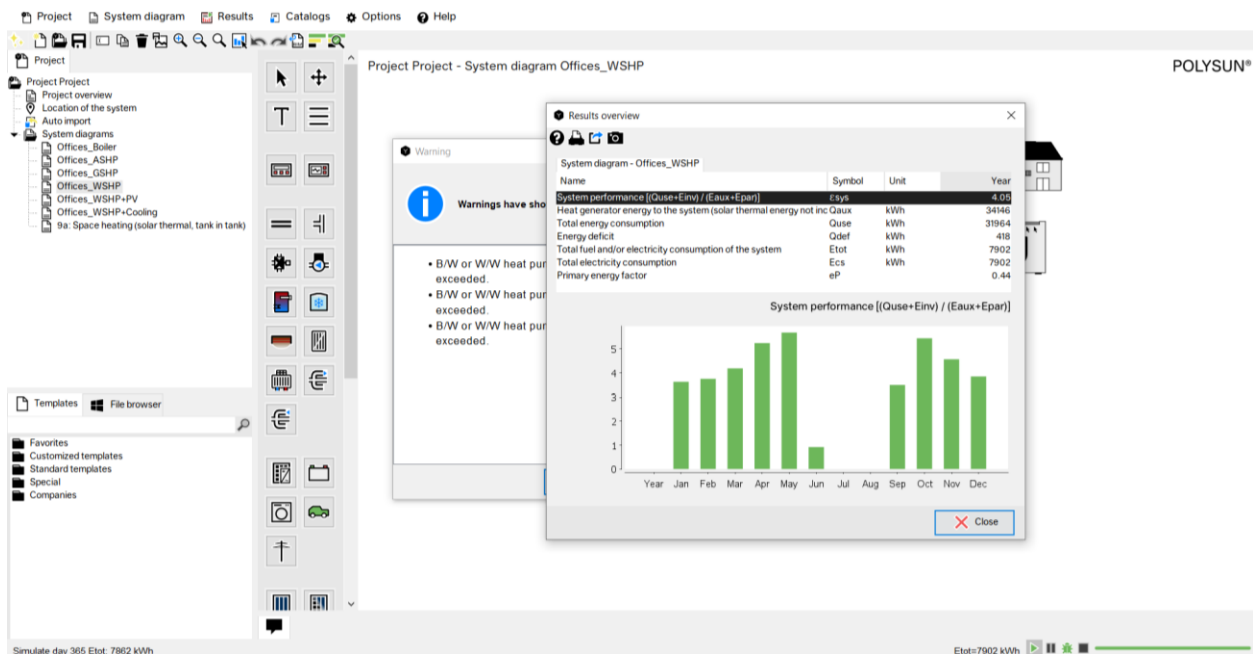
Εικόνα 5. Εισαγωγή μονάδας κάλυψης θερμικών και ψυκτικών αναγκών στην εκάστοτε μελέτη περίπτωσης.

Με τον προσδιορισμό και του συστήματος κάλυψης αναγκών, το λογισμικό Polysun προσφέρει μία πρώτη αποτύπωση του συστήματος που θα καλύψει τα φορτία του χρήστη, με τον κατάλληλο έλεγχο του συστήματος κυκλοφορίας (Εικόνα 6). Στο σημείο αυτό ο χρήστης δεν έχει παρέμβει με οποιονδήποτε τρόπο στη διαφοροποίηση του ελέγχου, της διατομής των σωληνώσεων, των μονάδων κυκλοφορίας και των τερματικών συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού.

Για την ολοκλήρωση του πρώτου σταδίου της προσομοίωσης του συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού, το λογισμικό προσφέρει μία συνοπτική απεικόνιση των αποτελεσμάτων του συστήματος, από τα οποία ο χρήστης μπορεί να κρίνει εάν είναι απαραίτητη η συνεισφορά του για τροποποίηση και διαφοροποίηση της προτεινόμενης διάταξης (Εικόνα 7).



Εικόνα 6. Πρώτη αποτύπωση του συστήματος της εκάστοτε μελέτης περίπτωσης όπως προκύπτει από το λογισμικό Polysun.



Εικόνα 7. Συνοπτικά αποτελέσματα όπως προκύπτουν από την πρώτη αποτύπωση του συστήματος κάλυψης αναγκών, πριν παρέμβει ο χρήστης.

Στη συνέχεια διαρθρώνεται η αναλυτική προσομοίωση των μελετών περίπτωσης των τεσσάρων κτιριακών τύπων στις διαφορετικές κλιματικές ζώνες, κάνοντας χρήση των αποτελεσμάτων του ΕΕ2. Αρχικά δίνεται σύντομη περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης των κτιριακών τύπων, το συστημάτων που καλύπτουν τις ανάγκες τους και των φορτίων βάσης του όπως αυτά υπολογίστηκαν στην Ενότητα 5.4: Αποτελέσματα του ΕΕ2.

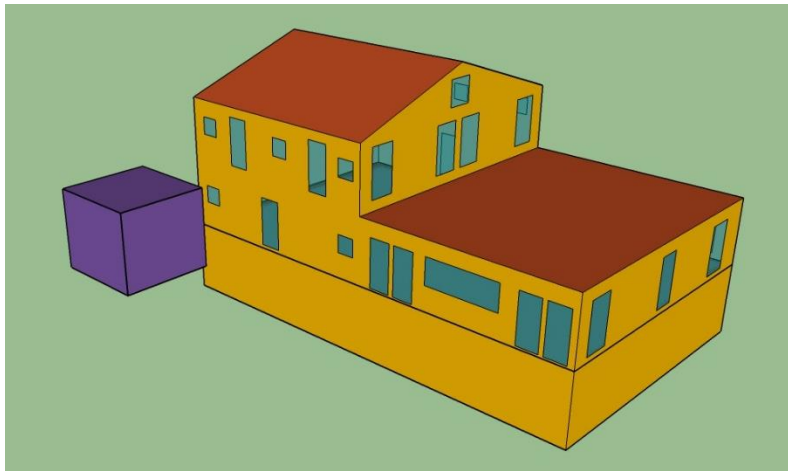
2. Περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης

2.1. Παρουσίαση των υπολογισμών για τις θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία από ΕΕ2.

Στο ΕΕ2, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της ετήσιας δυναμικής προσομοίωσης (8760 ώρες) για τους τέσσερις διαφορετικούς κτιριακούς τύπους, στις διαφορετικές κλιματικές ζώνες της Ελλάδας. Η παρούσα ενότητα είναι χωρισμένη σε 4 υποενότητες, όσοι και οι κτιριακοί τύποι, και τα αποτελέσματα των δυναμικών προσομοιώσεων για τις θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία δίνονται ξεχωριστά για τις 4 κλιματικές ζώνες. Επίσης, παρουσιάζεται και το υφιστάμενο σύστημα κάλυψης των αναγκών θέρμανσης και κλιματισμού για τον εκάστοτε κτιριακό τύπο.

2.1.1 Κατοικία

Το κτίριο που πρόκειται να προσομοιωθεί αφορά σε μεγάλη μονοκατοικία που αναπτύσσεται σε 2 επίπεδα. Έχει συνολικό εμβαδόν 375 m^2 και υπόγειο αποθηκευτικό χώρο 250 m^2 . Στο ισόγειο, εμβαδού 250 m^2 βρίσκονται το σαλόνι, η τραπεζαρία και η κουζίνα, ένα γραφείο, ο ξενώνας και το λουτρό. Στον όροφο, εμβαδού 125 m^2 βρίσκονται τα 3 υπνοδωμάτια με τα λουτρά τους. Παρακάτω παρατίθενται τρισδιάστατο μοντέλο της κατοικίας.



Η πρόσβαση στην κατοικία γίνεται από δρόμο στη βορεινή πλευρά, γι' αυτό και η κύρια είσοδος της, είναι στο βορρά. Γύρω από την κατοικία δεν υπάρχουν γειτονικά κτίσματα, εκτός από το κτίριο στάθμευσης οχήματος (γκαράζ) που φέρει στο σχέδιο μωβ χρωματισμό. Είναι πανταχόθεν ελεύθερη και έχουν έτσι προβλεφθεί ανοίγματα σε όλες τις όψεις της. Το χρώμα των όψεων του κτιρίου είναι σε γενικές γραμμές ανοιχτό. Η στέγη είναι εν μέρει κεκλιμένη για να μπορεί να φιλοξενήσει μελλοντικά φωτοβολταϊκούς συλλέκτες ενταγμένους στο κέλυφος του κτιρίου, ενώ το επίπεδο δώμα είναι βατό και θερμομονωμένο. Ο φέρων οργανισμός είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ οι τοίχοι πλήρωσης από μπατική οπτοπλινθοδομή. Η μόνωση έχει πάχος 5cm ώστε να περικλείει όλη τη θερμική μάζα του κτιρίου και να διασφαλίζει την παγίδευση της αποθηκευμένης ηλιακής ακτινοβολίας. Η πλειοψηφία των κουφωμάτων του κτιρίου είναι με συνθετικό πλαίσιο, με θερμοδιακοπή, με διπλό υαλοστάσιο (ΕΕ2).

Ανδραβίδα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Κατοικίας» στην περιοχή της Ανδραβίδας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Κατοικίας» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Ανδραβίδας.

| Month | Qheat Total (kJ/hr) | Qcool Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------|---------------------|
| Jan | 43.172,63 | 0,00 |
| Feb | 48.524,09 | 0,00 |
| Mar | 40.298,12 | 0,00 |
| Apr | 30.007,35 | 0,00 |
| May | 13.035,47 | 0,00 |
| Jun | 0,00 | 13.430,11 |
| Jul | 0,00 | 20.905,65 |
| Aug | 0,00 | 18.718,51 |
| Sep | 0,00 | 10.796,31 |
| Oct | 17.283,85 | 0,00 |
| Nov | 34.093,59 | 0,00 |
| Dec | 44.394,95 | 0,00 |

Αθήνα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Κατοικίας» στην περιοχή της Αθήνας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2 Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Κατοικίας» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας.

| Month | Qheat Total (kJ/hr) | Qcool Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------|---------------------|
| Jan | 52.866,62 | 0,00 |
| Feb | 62.208,21 | 0,00 |
| Mar | 47.890,59 | 0,00 |
| Apr | 29.938,76 | 0,00 |

| | | |
|-----|-----------|-----------|
| May | 16.157,25 | 7.447,11 |
| Jun | 0,00 | 19.253,27 |
| Jul | 0,00 | 28.853,29 |
| Aug | 0,00 | 26.914,56 |
| Sep | 3.546,85 | 16.058,76 |
| Oct | 21.078,26 | 0,00 |
| Nov | 40.286,50 | 0,00 |
| Dec | 44.882,05 | 0,00 |

Καβάλα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Κατοικίας» στην περιοχή της Καβάλας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Κατοικίας» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καβάλας.

| Month | Qheat Total (kJ/hr) | Qcool Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------|---------------------|
| Jan | 65.687,22 | 0,00 |
| Feb | 65.619,09 | 0,00 |
| Mar | 51.363,29 | 0,00 |
| Apr | 31.430,42 | 0,00 |
| May | 16.549,60 | 0,00 |
| Jun | 0,00 | 12.657,59 |
| Jul | 0,00 | 24.126,00 |
| Aug | 0,00 | 19.506,45 |
| Sep | 3.614,30 | 9.545,54 |
| Oct | 25.362,51 | 0,00 |
| Nov | 44.667,70 | 0,00 |
| Dec | 56.225,87 | 0,00 |

Καστοριά

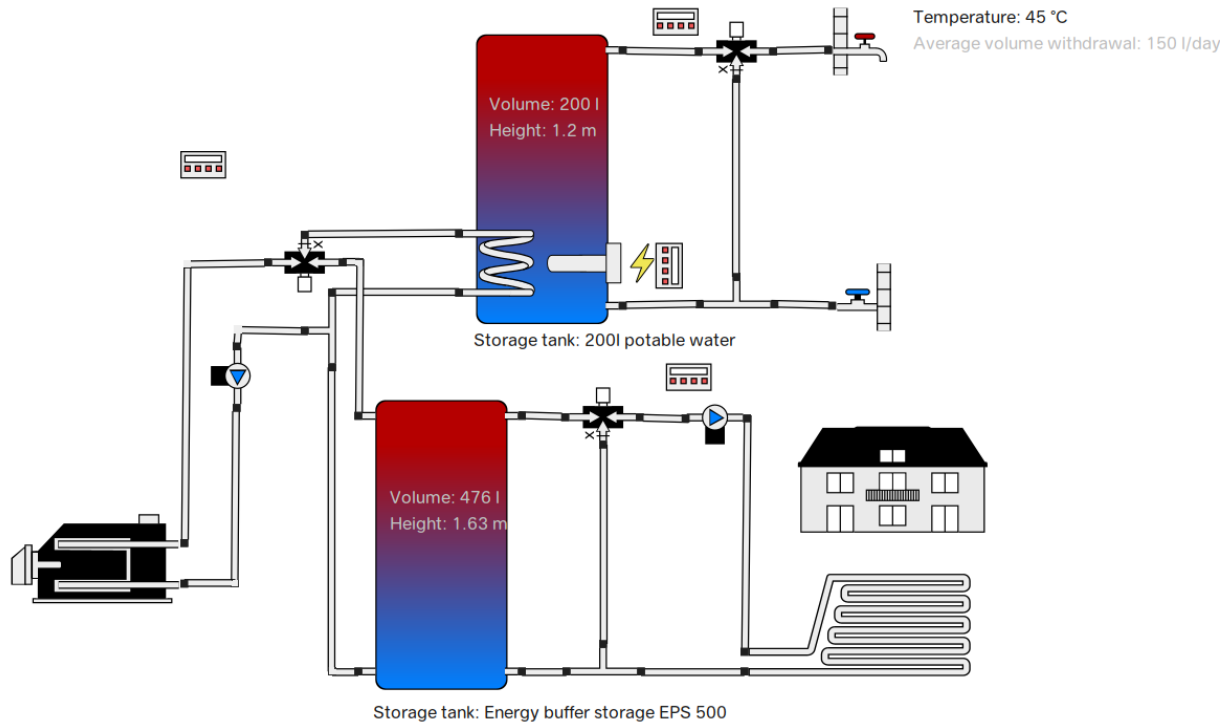
Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Κατοικίας» στην περιοχή της Καβάλας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Κατοικίας» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καστοριάς

| Month | Q _{heat} Total (kJ/hr) | Q _{cool} Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------------------|---------------------------------|
| Jan | 67.181,36 | 0,00 |
| Feb | 75.833,22 | 0,00 |
| Mar | 61.288,92 | 0,00 |
| Apr | 38.770,04 | 0,00 |
| May | 30.372,72 | 0,00 |
| Jun | 13.121,09 | 7.291,95 |
| Jul | 1.694,33 | 17.425,42 |
| Aug | 13.590,69 | 16.808,11 |
| Sep | 23.240,93 | 0,00 |
| Oct | 32.905,93 | 0,00 |
| Nov | 56.243,91 | 0,00 |
| Dec | 63.823,54 | 0,00 |

2.1.1.1 Παρουσίαση του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Κατοικίας»

Το υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου κατοικίας διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης μέσω λέβητα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας με εποχιακό βαθμό απόδοσης λέβητα-καυστήρα 85%. Για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων χρησιμοποιούνται τοπικές κλιματιστικές μονάδες με μέσω εποχιακό βαθμό ενεργειακής απόδοσης SEER=3,0. Η υφιστάμενη κατάσταση θέρμανσης για την περίπτωση της «Κατοικίας» απεικονίζεται στην Εικόνα 8, όπως διαρθρώθηκε στο λογισμικό Polysun.

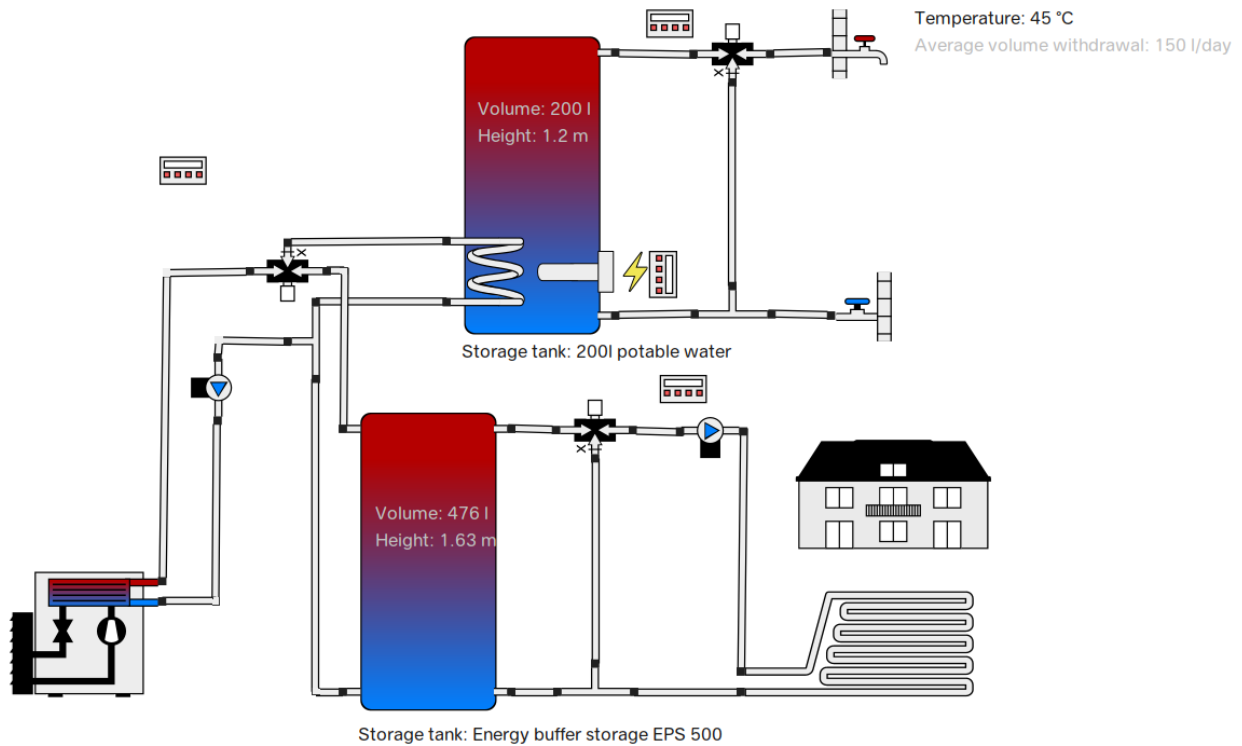


Εικόνα 8: Υφιστάμενη διάταξη θέρμανσης για την περίπτωση της «Κατοικίας».

Πρέπει να τονιστεί ότι η προσέγγιση της υφιστάμενης κατάστασης στην περίπτωση της ψύξης για την «Κατοικία» προσεγγίστηκε μόνο σε θεωρητικό επίπεδο. Εκτός της υφιστάμενης κατάστασης, η ερευνητική ομάδα προχώρησε σε προσομοίωση και εναλλακτικών λύσεων θέρμανσης, με την βοήθεια του λογισμικού Polysun, προκειμένου να γίνει αντιπαραβολή με το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

Αντλία θερμότητας Αέρα-Νερού για την περίπτωση της «Κατοικίας»

Για την περίπτωση της «Κατοικίας», σχεδιάστηκε για συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσής της, η ανάλογη αντλία θερμότητας αέρα-νερού, που θα καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης της περίπτωσης. Η Εικόνα 9 παρουσιάζει τη σχεδιαγραμματική απεικόνιση όπως διαρθρώθηκε στο Polysun.

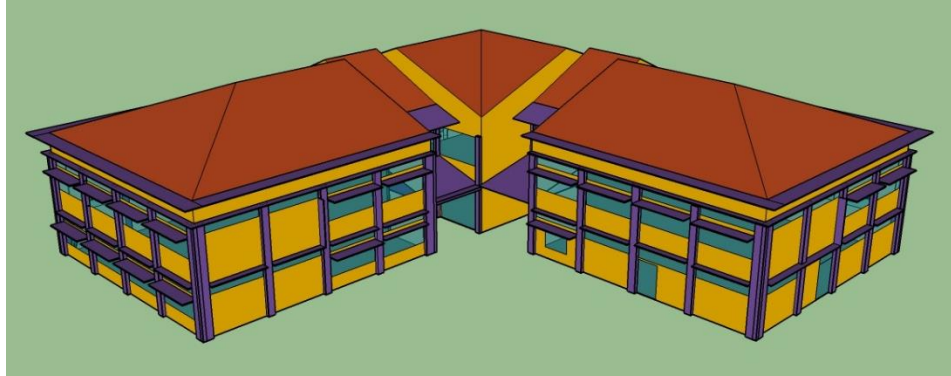


Εικόνα 9: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας αέρα-νερού για την περίπτωση της «Κα-τοικίας».

2.1.2 Εκπαίδευση

Η περίπτωση αυτή αφορά σε σχολικό κτίριο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Είναι διώροφο κτίριο (ισόγειο και ένας όροφος) και στεγάζονται σε αυτό 6 αίθουσες διδασκαλίας, 2 αίθουσες εργαστηρίων, αίθουσα βιβλιοθήκης, γραφείο καθηγητών, γραφείο διευθυντή, αποδυτήρια, τουαλέτες, κυλικείο, χώροι κυκλοφορίας, 2 κλιμακοστάσια και μηχανοστάσιο. Έχει συνολικό εμβαδόν 913,15 m². Το κτίριο είναι προσανατολισμένο με τις μεγάλες του πλευρές κατά μήκος του άξονα ΒΒΑ – ΒΒΔ. Η βασική όψη του κτιρίου, αυτή με τη μεγαλύτερη έκταση ανοιγμάτων και την κύρια είσοδο προς την αυλή, είναι η νότια όψη του. Το κέλυφος του κτιρίου έχει:

- Τα στοιχεία του φέροντα οργανισμού
- Τις εξωτερικές τοιχοποιίες
- Το δάπεδο επί εδάφους
- Την οροφή κάτω από τη στέγη



Ο φέρων οργανισμός είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ οι τοίχοι πλήρωσης από μπατική οπτοπλινθοδομή. Η οροφή είναι πλάκα σκυροδέματος και κεραμοσκεπή κατασκευασμένη σε ύστερο χρόνο. Υπάρχει θερμομόνωση πάχους 6 cm και το χρώμα των όψεων του κτιρίου είναι σε γενικές γραμμές ανοιχτό με τα κατακόρυφα στοιχεία του φέροντος οργανισμού σκουρόχρωμα. Τα ανοίγματα του κτιρίου είναι παράθυρα συρόμενα ενώ υπάρχουν φεγγίτες επάνω από αυτά. Η πλειοψηφία των κουφωμάτων του κτιρίου είναι με πλαίσιο αλουμινίου, με θερμοδιακοπή, με διπλά υαλοστάσια (EE2).

Ανδραβίδα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» στην περιοχή της Ανδραβίδας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Εκπαίδευσης» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Ανδραβίδας

| Month | Qheat Total (kJ/hr) | Qcool Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------|---------------------|
| Jan | 947.382,95 | 0,00 |
| Feb | 968.726,61 | 0,00 |
| Mar | 914.537,99 | 0,00 |
| Apr | 873.144,79 | 0,00 |
| May | 636.039,64 | 0,00 |
| Jun | 0,00 | 52.326,73 |
| Jul | 0,00 | 107.528,27 |
| Aug | 0,00 | 138.933,55 |
| Sep | 0,00 | 67.003,23 |
| Oct | 672.814,10 | 0,00 |

| | | |
|-----|------------|------|
| Nov | 869.541,31 | 0,00 |
| Dec | 949.153,93 | 0,00 |

Αθήνα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» στην περιοχή της Αθήνας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6 Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Εκπαίδευσης» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας

| Month | Qheat Total (kJ/hr) | Qcool Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------|---------------------|
| Jan | 1.004.891,35 | 0,00 |
| Feb | 1.056.440,54 | 0,00 |
| Mar | 943.248,59 | 0,00 |
| Apr | 869.287,96 | 0,00 |
| May | 736.325,23 | 0,00 |
| Jun | 0,00 | 88.465,70 |
| Jul | 0,00 | 342.822,51 |
| Aug | 0,00 | 381.229,09 |
| Sep | 95.974,60 | 105.379,79 |
| Oct | 796.901,84 | 0,00 |
| Nov | 903.754,21 | 0,00 |
| Dec | 952.686,14 | 0,00 |

Καβάλα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» στην περιοχή της Καβάλας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Εκπαίδευσης» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καβάλας.

| Month | Qheat Total (kJ/hr) | Qcool Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------|---------------------|
| Jan | 1.040.473,54 | 0,00 |
| Feb | 1.029.464,96 | 0,00 |

| | | |
|-----|--------------|------------|
| Mar | 941.651,97 | 0,00 |
| Apr | 883.135,36 | 0,00 |
| May | 673.801,31 | 0,00 |
| Jun | 0,00 | 49.880,34 |
| Jul | 0,00 | 117.997,24 |
| Aug | 0,00 | 209.505,13 |
| Sep | 63.975,16 | 53.861,05 |
| Oct | 824.194,70 | 0,00 |
| Nov | 941.620,53 | 0,00 |
| Dec | 1.003.872,81 | 0,00 |

Καστοριά

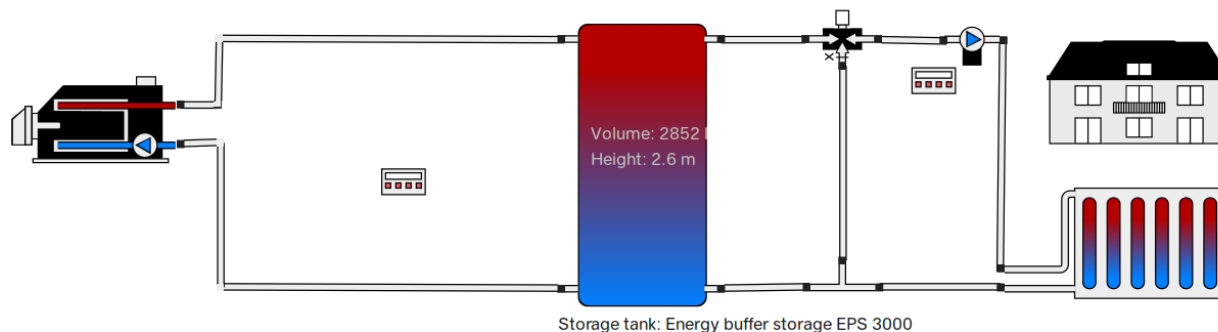
Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» στην περιοχή της Καστοριάς, παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Εκπαίδευσης» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καστοριάς.

| Month | Q _{heat} Total (kJ/hr) | Q _{cool} Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------------------|---------------------------------|
| Jan | 1.057.432,94 | 0,00 |
| Feb | 1.108.613,56 | 0,00 |
| Mar | 1.003.674,06 | 0,00 |
| Apr | 926.595,10 | 0,00 |
| May | 830.588,38 | 0,00 |
| Jun | 513.226,78 | 0,00 |
| Jul | 124.257,40 | 79.231,00 |
| Aug | 394.759,58 | 80.334,09 |
| Sep | 747.095,35 | 0,00 |
| Oct | 866.371,26 | 0,00 |
| Nov | 987.325,89 | 0,00 |
| Dec | 1.044.315,16 | 0,00 |

2.1.2.1 Παρουσίαση του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης»

Το υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου εκπαίδευσης διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης μέσω λέβητα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας με εποχιακό βαθμό απόδοσης λέβητα-καυστήρα 85%. Δεν διατίθενται μονάδες κάλυψης ψυκτικών φορτίων λόγω της χρήσης του κτιριακού τύπου. Η υφιστάμενη κατάσταση θέρμανσης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» απεικονίζεται στην Εικόνα 10, όπως διαρθρώθηκε στο λογισμικό Polysun.

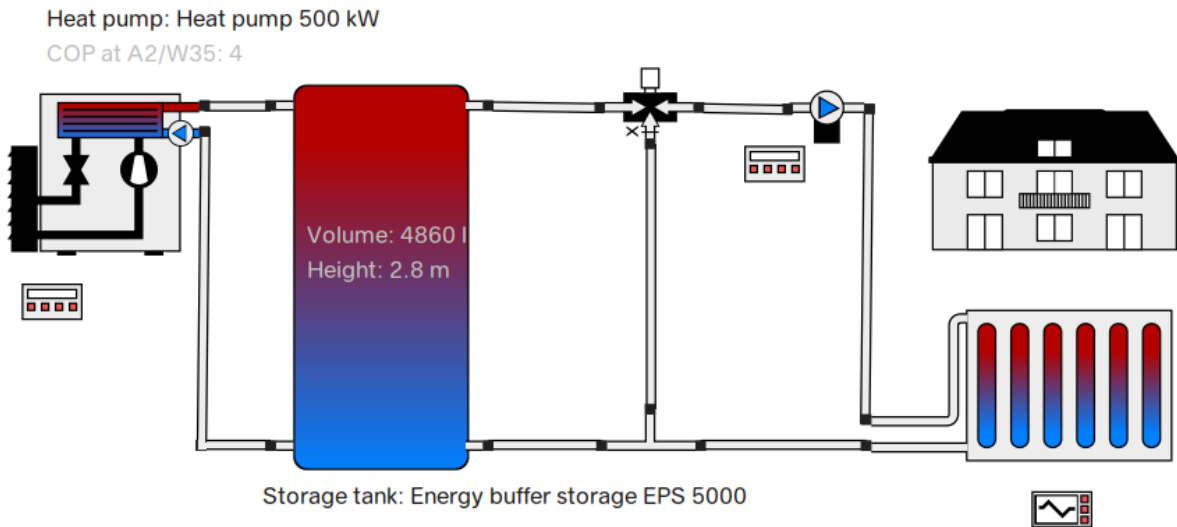


Εικόνα 10: Υφιστάμενη διάταξη θέρμανσης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης».

Εκτός της υφιστάμενης κατάστασης, η ερευνητική ομάδα προχώρησε σε προσομοίωση και εναλλακτικών λύσεων θέρμανσης, με την βοήθεια του λογισμικού Polysun, προκειμένου να γίνει αντιπαραβολή με το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

Αντλία θερμότητας Αέρα-Νερού για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης»

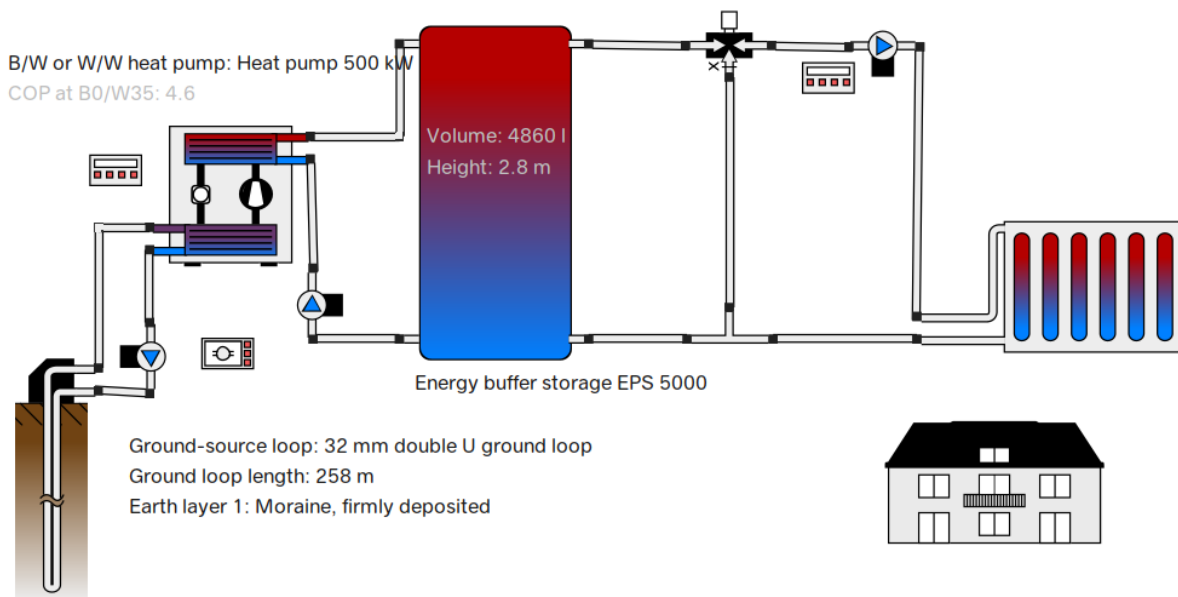
Για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης», σχεδιάστηκε για συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσής της, η ανάλογη αντλία αέρα-νερού, που θα καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης της περίπτωσης. Η Εικόνα 11 παρουσιάζει τη σχεδιαγραμματική απεικόνιση όπως διαρθρώθηκε στο Polysun.



Εικόνα 11: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας αέρα-νερού για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης».

Αντλία θερμότητας γεωεναλλάκτη Νερού-Νερού για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης»

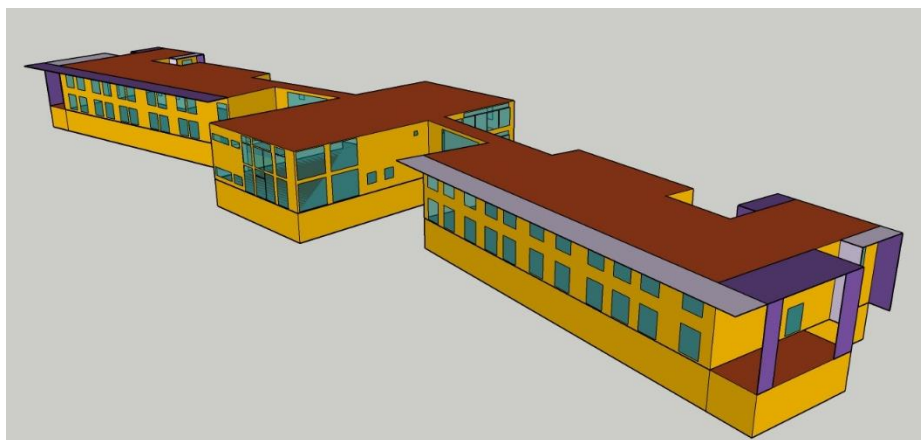
Για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης», σχεδιάστηκε για συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσής της, η ανάλογη αντλία θερμότητας γεωεναλλάκτη νερού-νερού, που θα καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης της περίπτωσης. Η Εικόνα 12 παρουσιάζει τη σχεδιαγραμματική απεικόνιση όπως διαρθρώθηκε στο Polysun.



Εικόνα 12: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας γεωεναλλάκτη νερού-νερού για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης».

2.1.3 Προσωρινή διαμονή

Πρόκειται για ένα χώρο για την φιλοξενία ηλικιωμένων ατόμων. Είναι διώροφο κτίριο (ισόγειο, ένας όροφος και υπόγειο) και στεγάζονται σε αυτό κοιτώνες, αίθουσες αποκατάστασης, γραφεία, αποδυτήρια, τουαλέτες, χώροι κυκλοφορίας, κλιμακοστάσια και μηχανοστάσιο. Έχει συνολικό εμβαδόν 3.214,78 m². Το κτίριο είναι προσανατολισμένο με τις μεγάλες του πλευρές κατά μήκος του άξονα βορά νότου. Η βασική όψη του κτιρίου, αυτή με τη μεγαλύτερη έκταση ανοιγμάτων και την κύρια είσοδο προς την αυλή, είναι η νότια όψη του. Το κέλυφος του κτιρίου έχει τα στοιχεία του φέροντα οργανισμού, τις εξωτερικές τοιχοποιίες, το δάπεδο επί εδάφους, το δώμα.



Ο φέρων οργανισμός είναι από σπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ οι τοίχοι πλήρωσης από μπατική οπτοπλινθοδομή. Η οροφή είναι πλάκα σκυροδέματος. Υπάρχει θερμομόνωση πάχους 6 cm και το χρώμα των όψεων του κτιρίου είναι σε γενικές γραμμές ανοιχτό με τα κατακόρυφα στοιχεία του φέροντος οργανισμού σκουρόχρωμα. Τα ανοίγματα του κτιρίου είναι παράθυρα συρόμενα. Η πλειοψηφία των κουφωμάτων του κτιρίου είναι με πλαίσιο αλουμινίου, με θερμοδιακοπή, με διπλά υαλοστάσια.

Ανδραβίδα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» στην περιοχή της Ανδραβίδας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Προσωρινής διαμονής» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Ανδραβίδας.

| Month | Q _{heat main} (kJ/hr) | Q _{heat base-ment} (kJ/hr) | Q _{heat Total} (KJ/hr) | Q _{cool main} (kJ/hr) | Q _{cool base-ment} (kJ/hr) | Q _{cool Total} (kJ/hr) |
|-------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Jan | 258.877,39 | 187.473,05 | 446.350,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Feb | 291.253,74 | 216.643,87 | 507.897,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | |
|-----|------------|------------|------------|------------|----------|------------|
| Mar | 240.163,06 | 186.847,62 | 427.010,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Apr | 143.129,02 | 146.394,73 | 289.523,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| May | 27.596,39 | 82.701,75 | 110.298,14 | 63.223,45 | 0,00 | 63.223,45 |
| Jun | 0,00 | 25.097,75 | 25.097,75 | 169.281,16 | 0,00 | 169.281,16 |
| Jul | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 228.975,79 | 0,00 | 228.975,79 |
| Aug | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 239.857,56 | 5.713,24 | 245.570,80 |
| Sep | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 193.135,95 | 0,00 | 193.135,95 |
| Oct | 66.277,93 | 59.093,16 | 125.371,10 | 106.902,45 | 0,00 | 106.902,45 |
| Nov | 180.783,75 | 108.696,70 | 289.480,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dec | 252.424,25 | 171.317,57 | 423.741,82 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Αθήνα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» στην περιοχή της Αθήνας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Προσωρινής διαμονής» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας.

| Month | Q _{heat main} (kJ/hr) | Q _{heat base-ment} (kJ/hr) | Q _{heat Total} (kJ/hr) | Q _{cool main} (kJ/hr) | Q _{cool base-ment} (kJ/hr) | Q _{cool Total} (kJ/hr) |
|-------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Jan | 318.775,07 | 239.784,47 | 558.559,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Feb | 380.949,04 | 269.066,68 | 650.015,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mar | 279.582,52 | 211.191,35 | 490.773,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Apr | 152.380,97 | 150.585,63 | 302.966,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| May | 61.639,19 | 95.154,30 | 156.793,50 | 135.963,22 | 0,00 | 135.963,22 |
| Jun | 0,00 | 21.407,32 | 21.407,32 | 203.898,84 | 0,00 | 203.898,84 |
| Jul | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 283.327,61 | 22.049,83 | 305.377,44 |
| Aug | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 285.111,61 | 29.666,76 | 314.778,38 |
| Sep | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 241.900,15 | 7.444,31 | 249.344,46 |
| Oct | 90.389,50 | 72.785,36 | 163.174,86 | 93.951,54 | 0,00 | 93.951,54 |
| Nov | 227.686,50 | 135.389,87 | 363.076,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dec | 279.258,64 | 185.614,17 | 464.872,82 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Καβάλα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» στην περιοχή της Καβάλας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Προσωρινής διαμονής» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καβάλας.

| Month | Q _{heat main} (kJ/hr) | Q _{heat base-ment} (kJ/hr) | Q _{heat Total} (kJ/hr) | Q _{cool main} (kJ/hr) | Q _{cool base-ment} (kJ/hr) | Q _{cool Total} (kJ/hr) |
|-------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Jan | 397.132,34 | 239.327,57 | 636.459,91 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Feb | 399.483,87 | 257.143,40 | 656.627,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mar | 290.782,57 | 213.128,32 | 503.910,89 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Apr | 155.579,53 | 150.238,66 | 305.818,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| May | 39.938,47 | 88.425,93 | 128.364,41 | 73.260,21 | 0,00 | 73.260,21 |
| Jun | 0,00 | 28.164,47 | 28.164,47 | 166.948,42 | 0,00 | 166.948,42 |
| Jul | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 252.256,91 | 0,00 | 252.256,91 |
| Aug | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 237.718,27 | 0,00 | 237.718,27 |
| Sep | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 177.915,88 | 0,00 | 177.915,88 |
| Oct | 120.479,46 | 79.620,58 | 200.100,04 | 20.449,27 | 0,00 | 20.449,27 |
| Nov | 267.015,40 | 157.520,84 | 424.536,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dec | 331.656,85 | 209.021,31 | 540.678,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Καστοριά

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» στην περιοχή της Καστοριάς, παρουσιάζονται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Προσωρινής διαμονής» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καστοριάς.

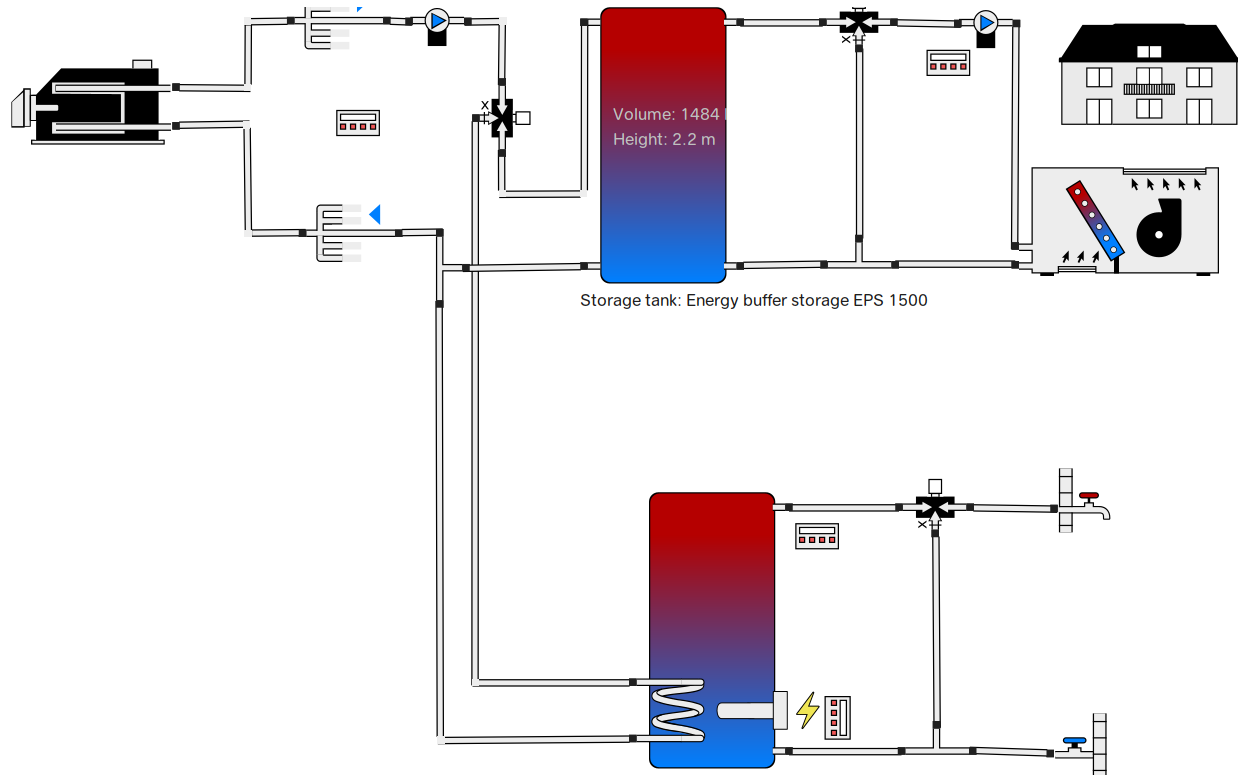
| Month | Q _{heat main} (kJ/hr) | Q _{heat base-ment} (kJ/hr) | Q _{heat Total} (kJ/hr) | Q _{cool main} (kJ/hr) | Q _{cool base-ment} (kJ/hr) | Q _{cool Total} (kJ/hr) |
|-------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Jan | 387.418,89 | 224.379,91 | 611.798,79 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Feb | 453.903,46 | 272.010,24 | 725.913,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mar | 349.528,62 | 232.419,75 | 581.948,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | |
|-----|------------|------------|------------|------------|------|------------|
| Apr | 228.801,30 | 181.029,66 | 409.830,96 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| May | 132.178,60 | 120.600,93 | 252.779,53 | 51.410,60 | 0,00 | 51.410,60 |
| Jun | 0,00 | 68.590,36 | 68.590,36 | 137.998,71 | 0,00 | 137.998,71 |
| Jul | 0,00 | 18.735,33 | 18.735,33 | 197.463,47 | 0,00 | 197.463,47 |
| Aug | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 214.139,89 | 0,00 | 214.139,89 |
| Sep | 93.503,36 | 67.583,74 | 161.087,10 | 145.368,77 | 0,00 | 145.368,77 |
| Oct | 161.680,75 | 90.467,52 | 252.148,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nov | 313.400,58 | 174.235,15 | 487.635,73 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dec | 366.821,45 | 223.027,55 | 589.848,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

2.1.3.1 Παρουσίαση του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής»

Το υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου προσωρινής διαμονής αποτελείται από έναν λέβητα πετρελαίου εγκατεστημένης ισχύος 450 kW που είναι συνδεδεμένος με fan coil units (FCUs) μέσω εκτεταμένου δικτύου διανομής μονωμένων χαλύβδινων σωληνώσεων. Τα ψυκτικά φορτία καλύπτονται μέσω κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εγκατεστημένης ισχύος 350 kW, που είναι συνδεδεμένη στο ίδιο δίκτυο διανομής (δισωλήνιο σύστημα). Η υφιστάμενη κατάσταση θέρμανσης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» απεικονίζεται στην Εικόνα 13, όπως διαρθρώθηκε στο λογισμικό Polysun.

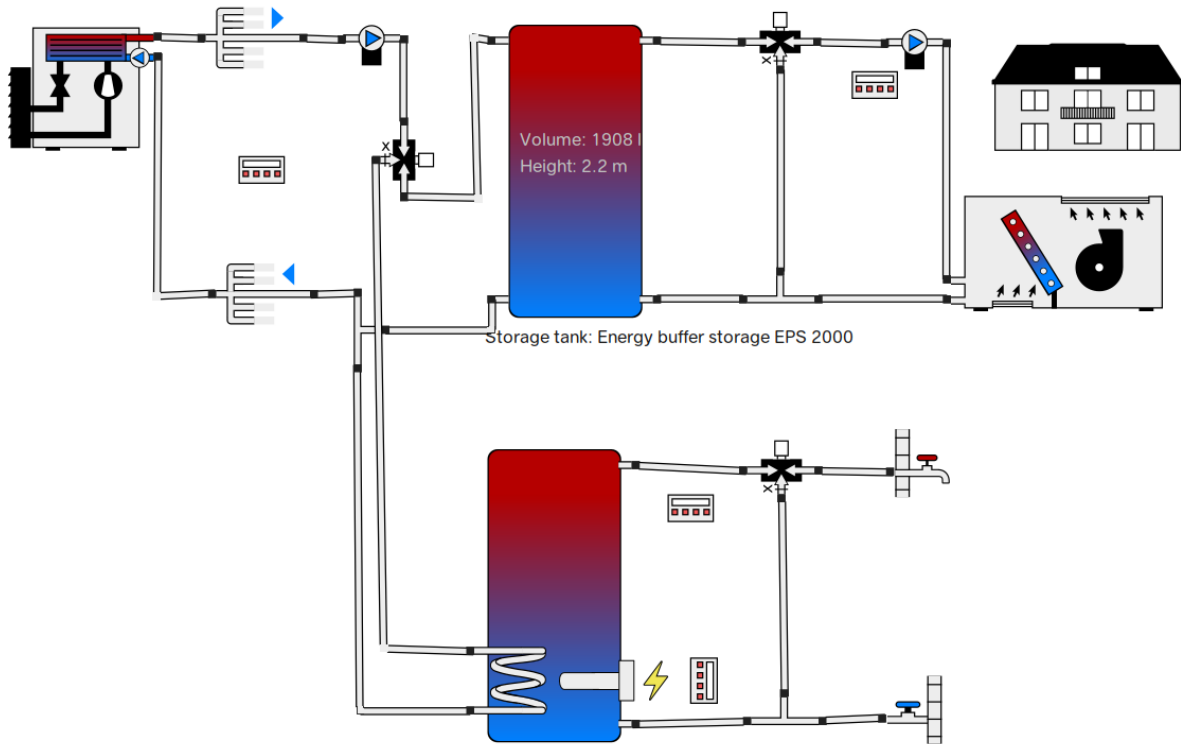
Εκτός της υφιστάμενης κατάστασης, η ερευνητική ομάδα προχώρησε σε προσομοίωση και εναλλακτικών λύσεων θέρμανσης, με την βοήθεια του λογισμικού Polysun, προκειμένου να γίνει αντιπαραβολή με το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού



Εικόνα 13: Υφιστάμενη διάταξη θέρμανσης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής».

Αντλία θερμότητας Αέρα-Νερού για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής»

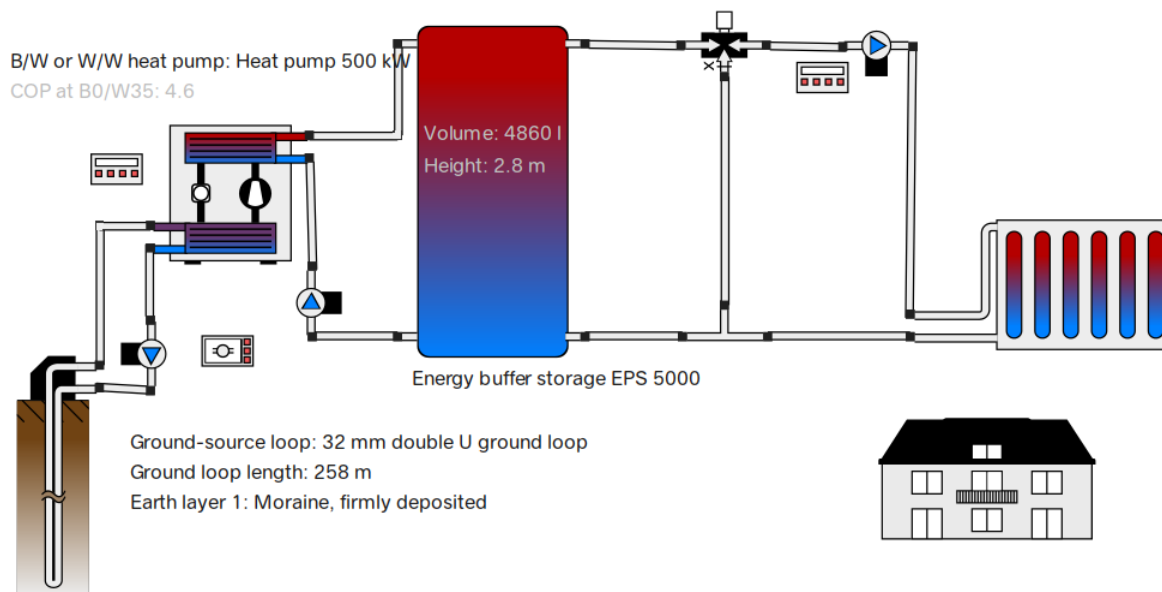
Για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής», σχεδιάστηκε για συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσής της, η ανάλογη αντλία αέρα-νερού, που θα καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης της περίπτωσης. Η Εικόνα 14 παρουσιάζει τη σχεδιαγραμματική απεικόνιση όπως διαρθρώθηκε στο Polysun.



Εικόνα 14: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας αέρα-νερού για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής».

Αντλία θερμότητας γεωεναλλάκτη Νερού-Νερού για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής»

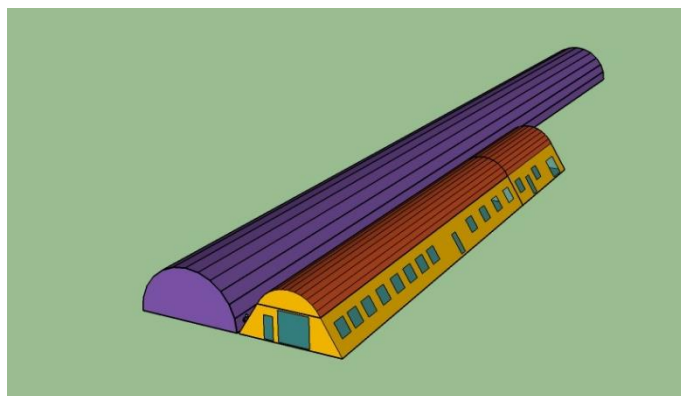
Για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής», σχεδιάστηκε για συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσής της, η ανάλογη αντλία θερμότητας γεωεναλλάκτη νερού-νερού, που θα καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης της περίπτωσης. Η Εικόνα 15 παρουσιάζει τη σχεδιαγραμματική απεικόνιση όπως διαρθρώθηκε στο Polysun.



Εικόνα 15: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας γεωεναλλάκτη νερού-νερού για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής».

2.1.4 Γραφεία

Πρόκειται για ένα χώρο γραφείων. Είναι ισόγειο κτίριο και στεγάζονται σε αυτό γραφεία, τουαλέτες και χώροι κυκλοφορίας. Έχει συνολικό εμβαδόν 827,37 m². Το κτίριο είναι προσανατολισμένο βορειοανατολικά με τις μεγάλες του πλευρές στην ανατολή και στη δύση. Η κύρια είσοδος βρίσκεται στη νότια όψη. Είναι ισόγειο μεταλλικό κτίριο και επί αυτού εδράζεται στέγη από λεπτό φύλλο μετάλλου (αυλακωτή λαμαρίνα).



Υπάρχει θερμομόνωση πάχους 8 cm και το χρώμα των όψεων του κτιρίου είναι σε γενικές γραμμές ανοιχτό. Τα ανοίγματα του κτιρίου είναι παράθυρα ανοιγόμενα/ανακλινόμενα. Η πλειοψηφία των κουφωμάτων του κτιρίου είναι με πλαίσιο αλουμινίου, με θερμοδιακοπή, με διπλά υαλοστάσια.

Ανδραβίδα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση των «Γραφείων» στην περιοχή της Ανδραβίδας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Γραφεία» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Ανδραβίδας.

| Month | Qheat Total (kJ/hr) | Qcool Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------|---------------------|
| Jan | 45.615,55 | 0,00 |
| Feb | 51.454,31 | 0,00 |
| Mar | 39.477,28 | 0,00 |
| Apr | 35.294,69 | 0,00 |
| May | 16.555,59 | 3.237,79 |
| Jun | 0,00 | 19.292,88 |
| Jul | 0,00 | 25.605,01 |
| Aug | 0,00 | 25.111,34 |
| Sep | 961,30 | 15.797,58 |
| Oct | 21.904,53 | 0,00 |
| Nov | 34.833,99 | 0,00 |
| Dec | 47.273,15 | 0,00 |

Αθήνα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση των «Γραφείων» στην περιοχή της Αθήνας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 14: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Γραφεία» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας.

| Month | Qheat Total (kJ/hr) | Qcool Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------|---------------------|
| Jan | 53.362,59 | 0,00 |
| Feb | 61.603,75 | 0,00 |
| Mar | 48.073,40 | 0,00 |
| Apr | 33.240,30 | 0,00 |
| May | 17.253,98 | 15.111,58 |
| Jun | 210,02 | 24.584,88 |

| | | |
|-----|-----------|-----------|
| Jul | 0,00 | 32.275,27 |
| Aug | 0,00 | 31.769,87 |
| Sep | 8.858,81 | 23.102,08 |
| Oct | 22.693,21 | 2.273,69 |
| Nov | 38.217,10 | 0,00 |
| Dec | 46.611,19 | 0,00 |

Καβάλα

Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση των «Γραφείων» στην περιοχή της Καβάλας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 15.

Πίνακας 15: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Γραφεία» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καβάλας.

| Month | Q _{heat} Total (kJ/hr) | Q _{cool} Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------------------|---------------------------------|
| Jan | 60.358,88 | 0,00 |
| Feb | 63.950,71 | 0,00 |
| Mar | 49.764,66 | 0,00 |
| Apr | 33.997,68 | 0,00 |
| May | 19.836,57 | 2.899,47 |
| Jun | 801,23 | 18.448,28 |
| Jul | 0,00 | 27.801,87 |
| Aug | 0,00 | 25.602,46 |
| Sep | 7.222,15 | 12.990,49 |
| Oct | 28.586,60 | 0,00 |
| Nov | 45.385,27 | 0,00 |
| Dec | 55.943,24 | 0,00 |

Καστοριά

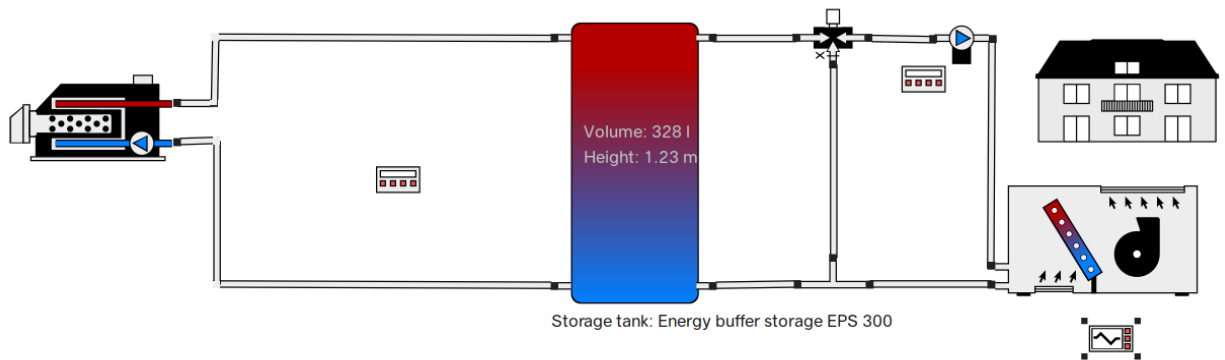
Όπως υπολογίστηκε στο EE2 μέσω του λογισμικού TRNSYS, τα φορτία θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση των «Γραφείων» στην περιοχή της Καστοριάς, παρουσιάζονται στον Πίνακα 16.

Πίνακας 16: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου «Γραφεία» από το TRNSYS για τα κλιματικά δεδομένα της Καστοριάς.

| Month | Qheat Total (kJ/hr) | Qcool Total (kJ/hr) |
|-------|---------------------|---------------------|
| Jan | 65.436,12 | 0,00 |
| Feb | 74.257,07 | 0,00 |
| Mar | 58.435,60 | 0,00 |
| Apr | 44.741,41 | 0,00 |
| May | 30.742,87 | 6.548,92 |
| Jun | 16.481,14 | 14.716,89 |
| Jul | 7.014,93 | 22.758,32 |
| Aug | 11.886,73 | 23.913,69 |
| Sep | 26.707,13 | 4.962,84 |
| Oct | 36.850,88 | 0,00 |
| Nov | 51.692,09 | 0,00 |
| Dec | 64.583,44 | 0,00 |

2.1.1.1 Παρουσίαση του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση των «Γραφείων»

Το υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου γραφεία διαθέτει κεντρικό σύστημα θέρμανσης μέσω λέβητα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας με εποχιακό βαθμό απόδοσης λέβητα-καυστήρα 85%. Για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων χρησιμοποιούνται αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου, με μέσω εποχιακό βαθμό ενεργειακής απόδοσης SEER=3,0. Η υφιστάμενη κατάσταση θέρμανσης για την περίπτωση των «Γραφείων» απεικονίζεται στην Εικόνα 16, όπως διαρθρώθηκε στο λογισμικό Polysun.

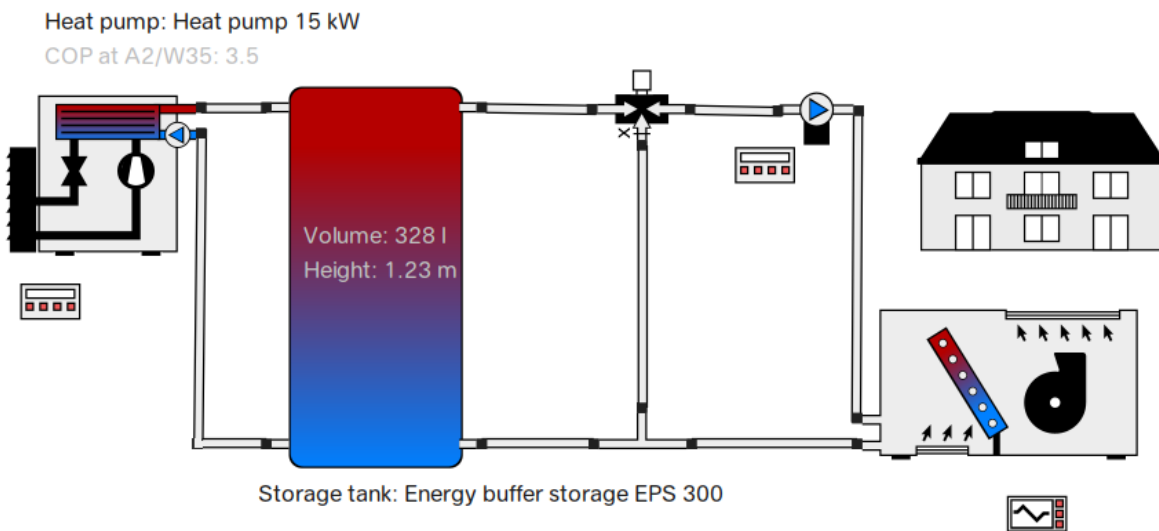


Εικόνα 16: Υφιστάμενη διάταξη θέρμανσης για την περίπτωση των «Γραφείων».

Εκτός της υφιστάμενης κατάστασης, η ερευνητική ομάδα προχώρησε σε προσομοίωση και εναλλακτικών λύσεων θέρμανσης, με την βοήθεια του λογισμικού Polysun, προκειμένου να γίνει αντιπαραβολή με το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

Αντλία θερμότητας Αέρα-Νερού για την περίπτωση των «Γραφείων»

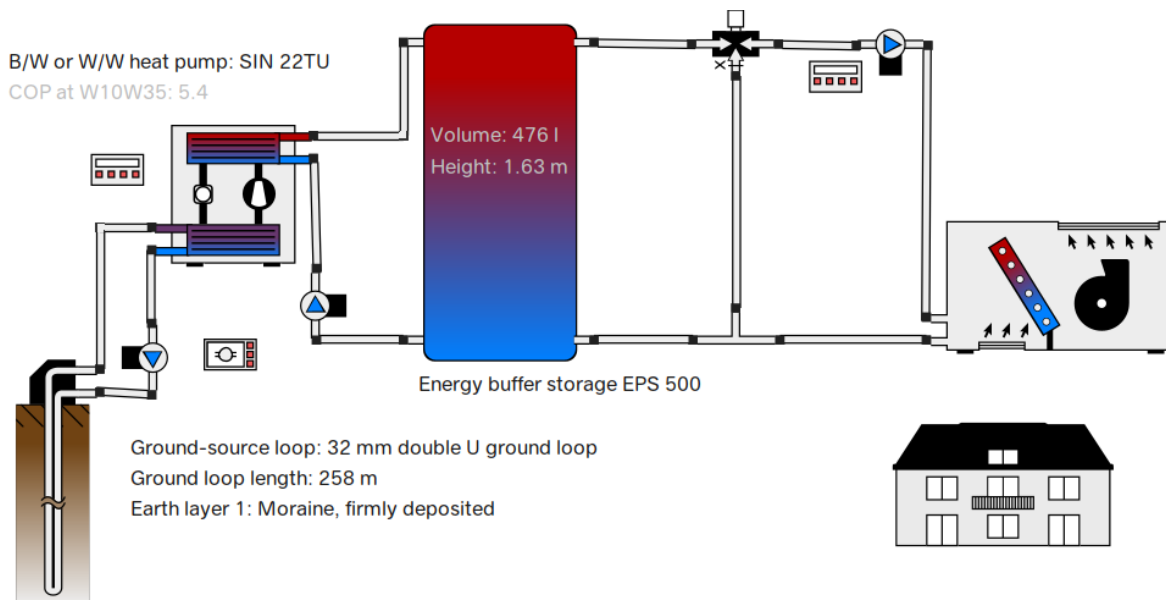
Για την περίπτωση των «Γραφείων», σχεδιάστηκε για συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσής της, η ανάλογη αντλία αέρα-νερού, που θα καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης της περίπτωσης. Η Εικόνα 17 παρουσιάζει τη σχεδιαγραμματική απεικόνιση όπως διαρθρώθηκε στο Polysun.



Εικόνα 17: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας αέρα-νερού για την περίπτωση των «Γραφείων».

Αντλία θερμότητας γεωεναλλάκτη Νερού-Νερού για την περίπτωση των «Γραφείων»

Για την περίπτωση των «Γραφείων», σχεδιάστηκε για συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσής της, η ανάλογη αντλία θερμότητας γεωεναλλάκτη νερού-νερού, που θα καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης της περίπτωσης. Η Εικόνα 18 παρουσιάζει τη σχεδιαγραμματική απεικόνιση όπως διαρθρώθηκε στο Polysun.



Εικόνα 18: Συγκριτική διάταξη θέρμανσης με τη χρήση αντλίας θερμότητας γεωεναλλάκτη νερού-νερού για την περίπτωση των «Γραφείων».

2.2 Παρουσίαση των υπολογισμών ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης και του ετήσιου κόστους λειτουργίας των υφιστάμενων συστημάτων

Η προσέγγιση της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης αλλά και του ετήσιου κόστους λειτουργίας των συμβατικών συστημάτων κάλυψης των θερμικών και ψυκτικών φορτίων, πραγματοποιήθηκε μέσω του λογισμικού Polysun. Τα αποτελέσματα αυτής παρουσιάζονται αναλυτικά στην παρούσα ενότητα, διαδοχικά για τους 4 κτιριακούς τύπους. Τα αποτελέσματα για τις περιοχές Ανδραβίδα-Αθήνα και Καβάλα-Καστοριά δεν παρουσίασαν σημαντική διαφοροποίηση και επομένως δεν συμπεριλαμβάνονται. Θεωρούνται αντιπροσωπευτικές οι δύο από τις 4 κλιματικές περιοχές και επομένως στην παρούσα ενότητα ενσωματώνονται οι περιοχές Αθήνας και Καβάλας.

2.2.1 Κατοικία

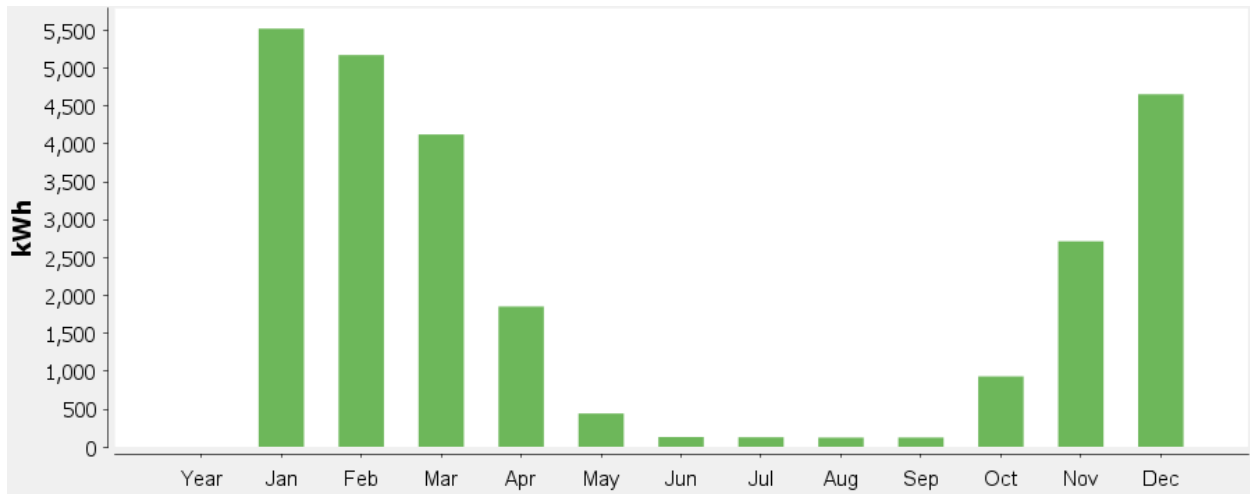
Για την περίπτωση της «Κατοικίας», όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.1.1, το συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις θερμικές ανάγκες της είναι λέβητας πετρελαίου με συντ. απόδοσης 85%. Τα ετήσια αποτελέσματα για την περίπτωση της «Κατοικίας» αναλυτικά για τις περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Αθήνα

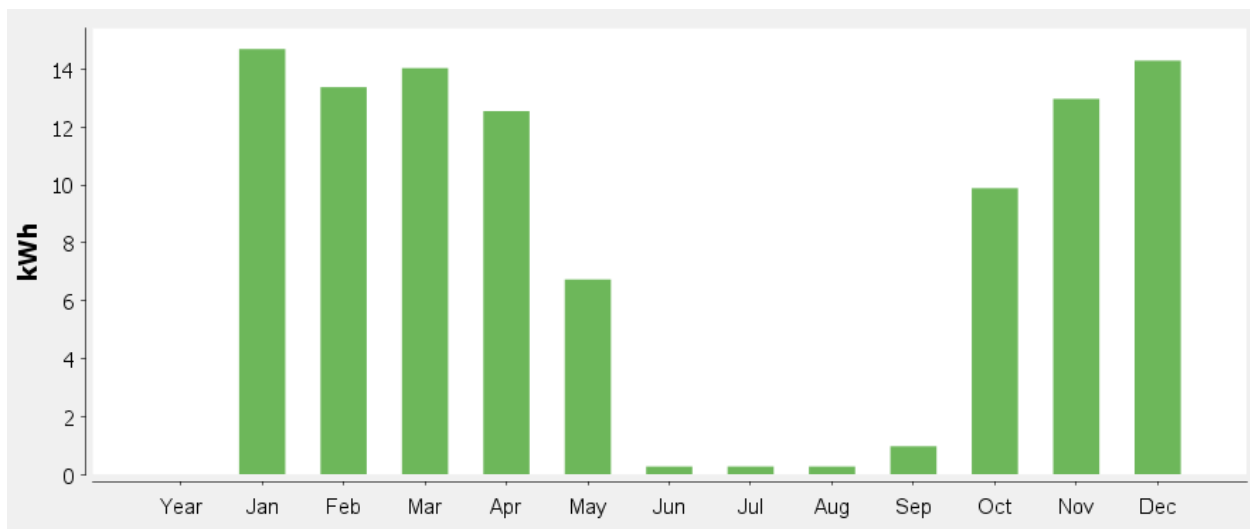
Τα ετήσια αποτελέσματα του συμβατικού συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 17.

Πίνακας 17: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα.

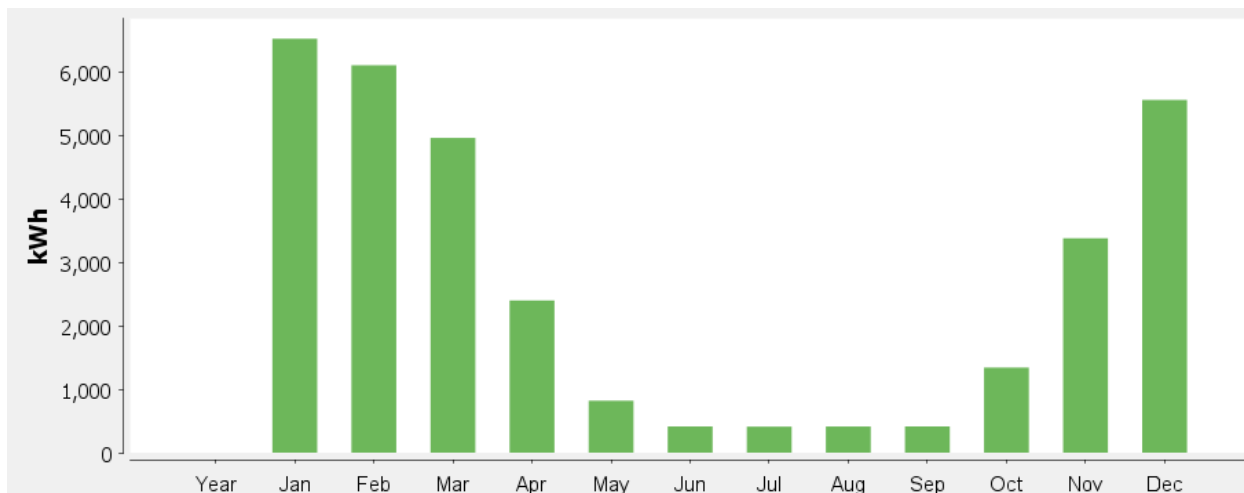
| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,79 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 29.854 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 25.929 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 32.735 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 100 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,4 |



Εικόνα 19: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.



Εικόνα 20: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.

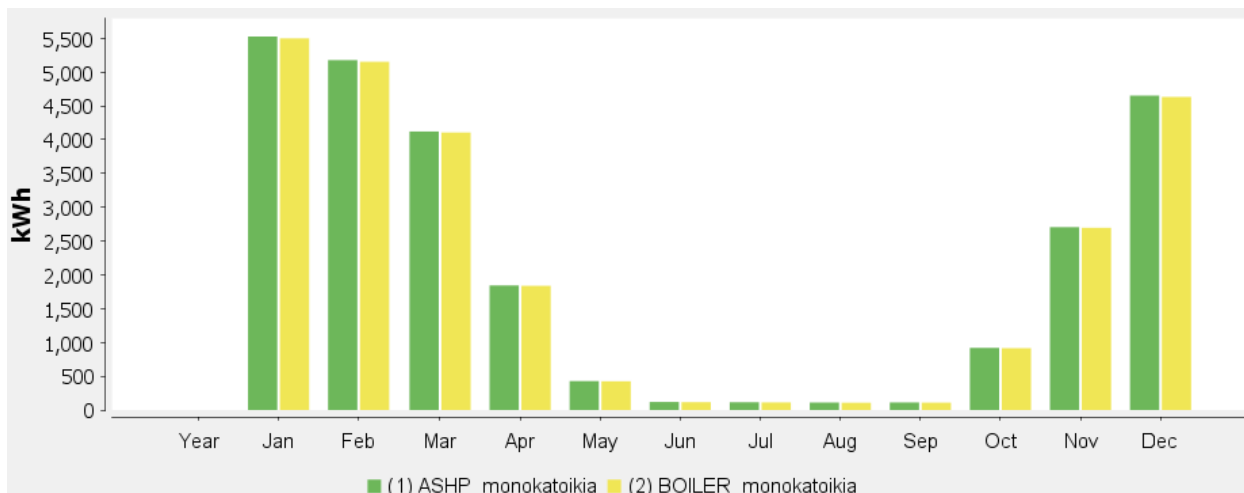


Εικόνα 21: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα.

Σε ότι αφορά το σύστημα σε αντιπαραβολή (την αντλία αέρα νερού), ο Πίνακας 18 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για το σύστημα σε αντιπαραβολή.

Πίνακας 18: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας θερμότητας αέρα-νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|---|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 3,41 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 29423 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 25833 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 8734 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,61 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το συμβατικό | 23873 kWh |
| Εξοικονόμηση CO2 ρύπων | 9774 kg |



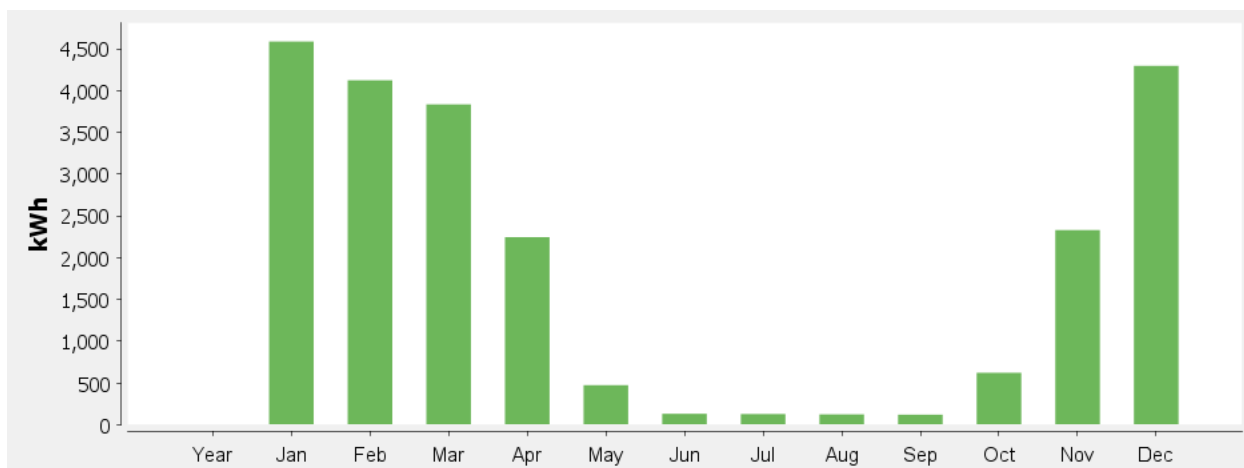
Εικόνα 22: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως.

Καβάλα

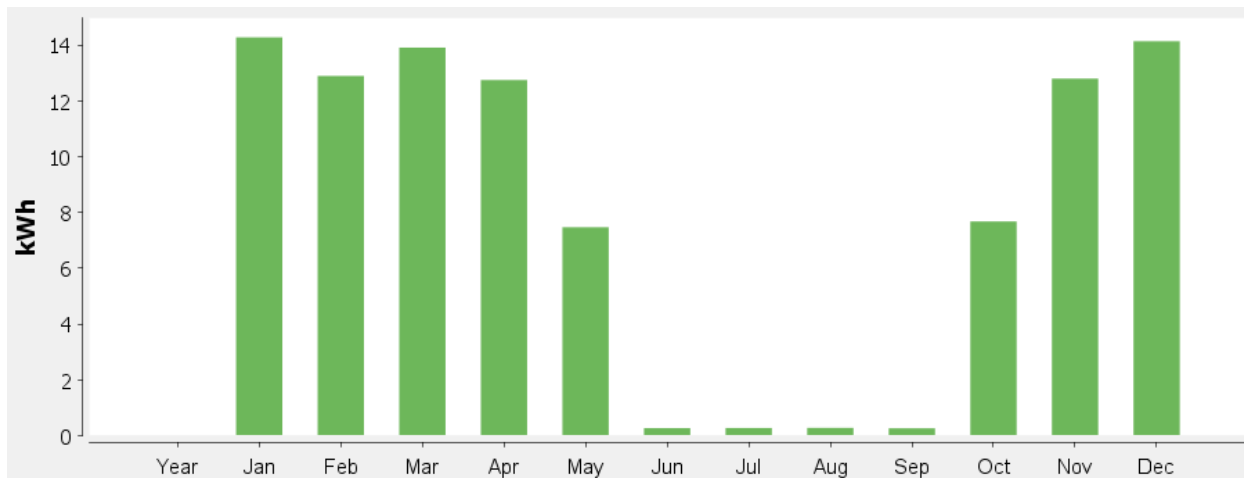
Τα ετήσια αποτελέσματα του συμβατικού συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 19.

Πίνακας 19: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα.

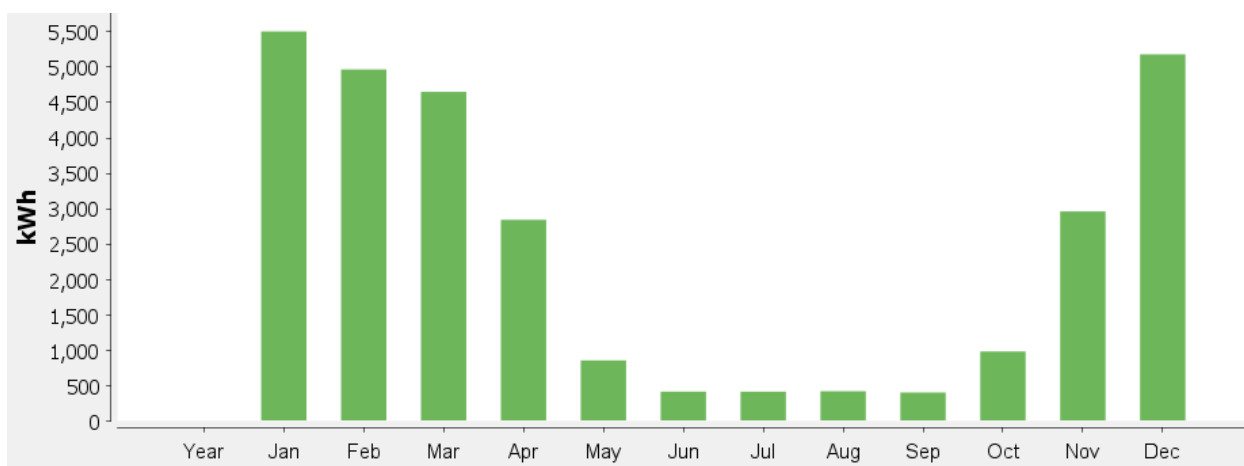
| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,81 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 37963 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 33897 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 41626 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 107 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,36 |



Εικόνα 23: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.



Εικόνα 24: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.

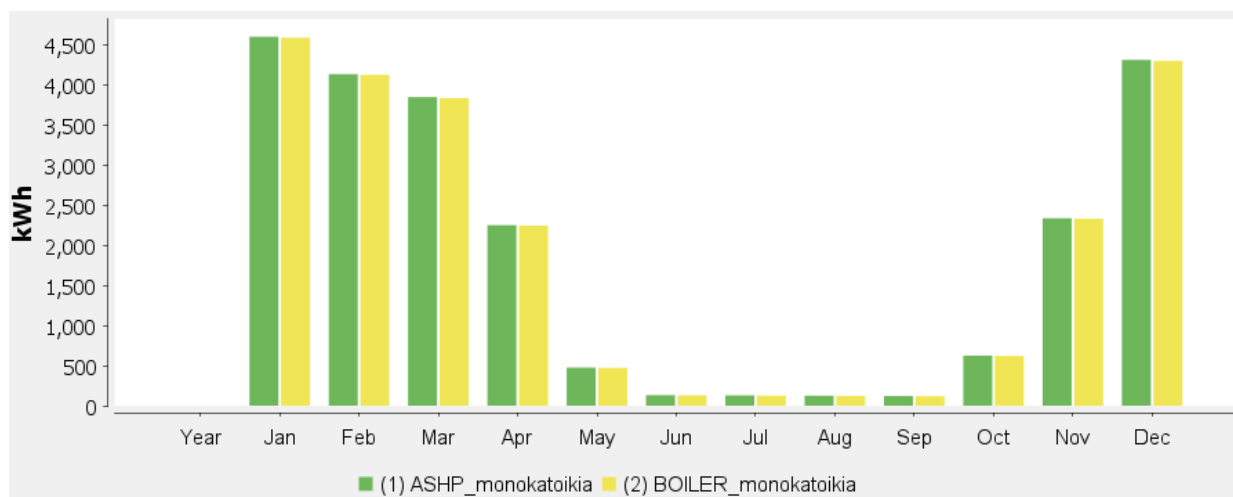


Εικόνα 25: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα.

Σε ότι αφορά το σύστημα σε αντιπαραβολή (την αντλία αέρα νερού), ο Πίνακας 20 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για το σύστημα σε αντιπαραβολή.

Πίνακας 20: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας αέρα-νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|---|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 3,26 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 29423 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 25833 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 8734 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,61 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το συμβατικό | 23873 kWh |
| Εξοικονόμηση CO2 ρύπων | 9774 kg |



Εικόνα 26: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως.

2.2.2 Εκπαίδευση

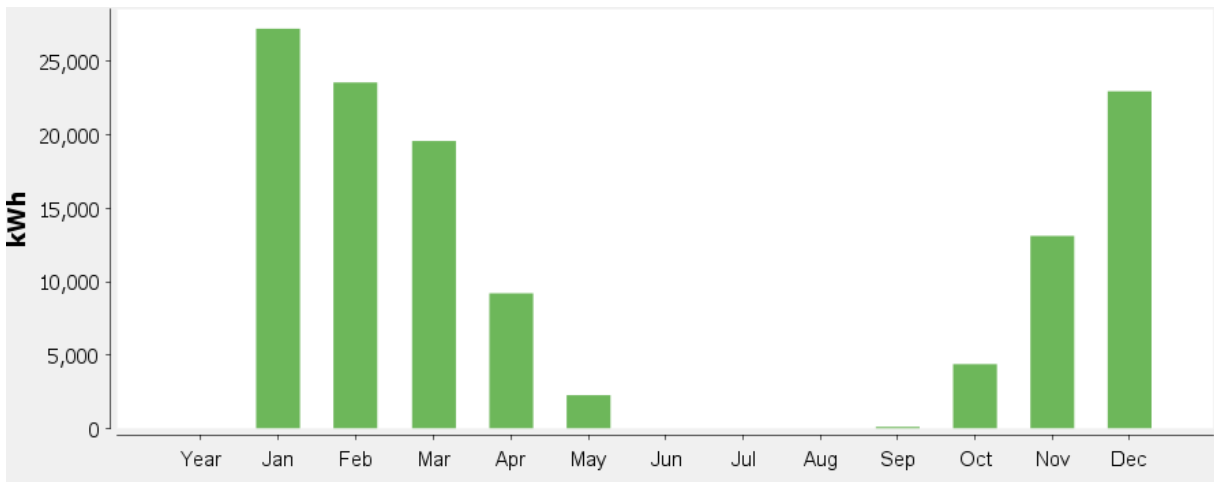
Για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης», όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.1.2, το συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις θερμικές ανάγκες της είναι λέβητας πετρελαίου με συντ. απόδοσης 85%. Τα ετήσια αποτελέσματα για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» αναλυτικά για τις περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Αθήνα

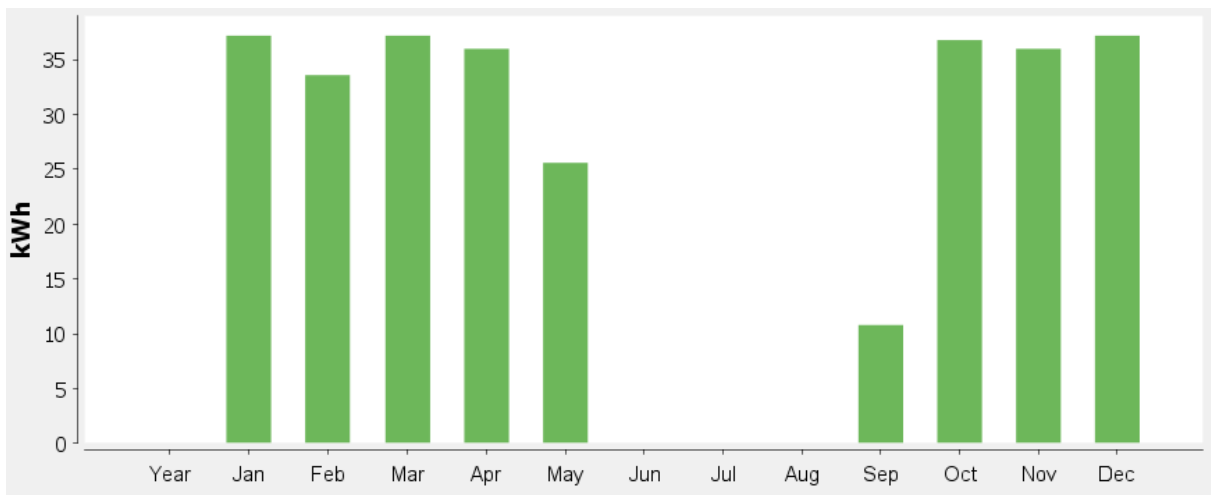
Τα ετήσια αποτελέσματα του συμβατικού συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 21.

Πίνακας 21: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα.

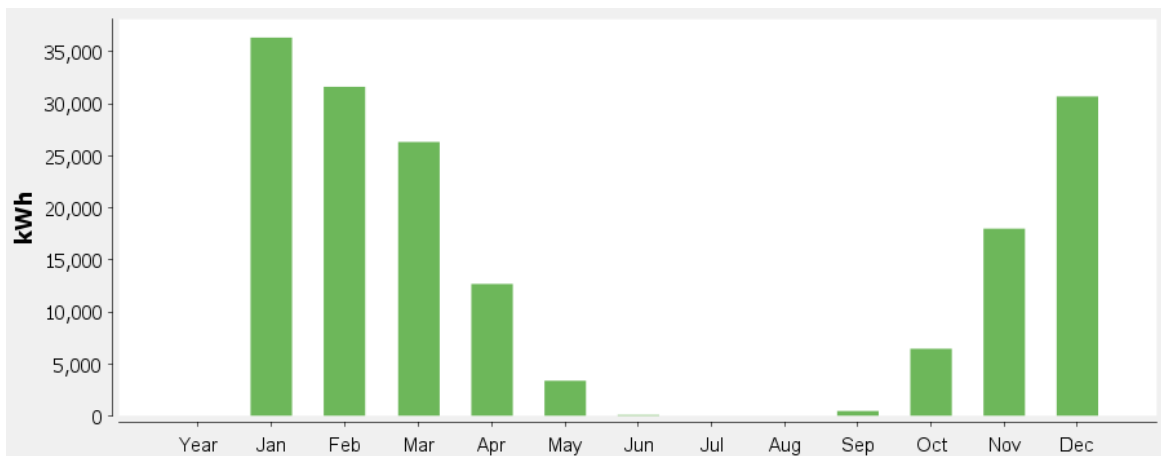
| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,73 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 139296 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 122437 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 166301 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 290 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,5 |



Εικόνα 27: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.



Εικόνα 28: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.

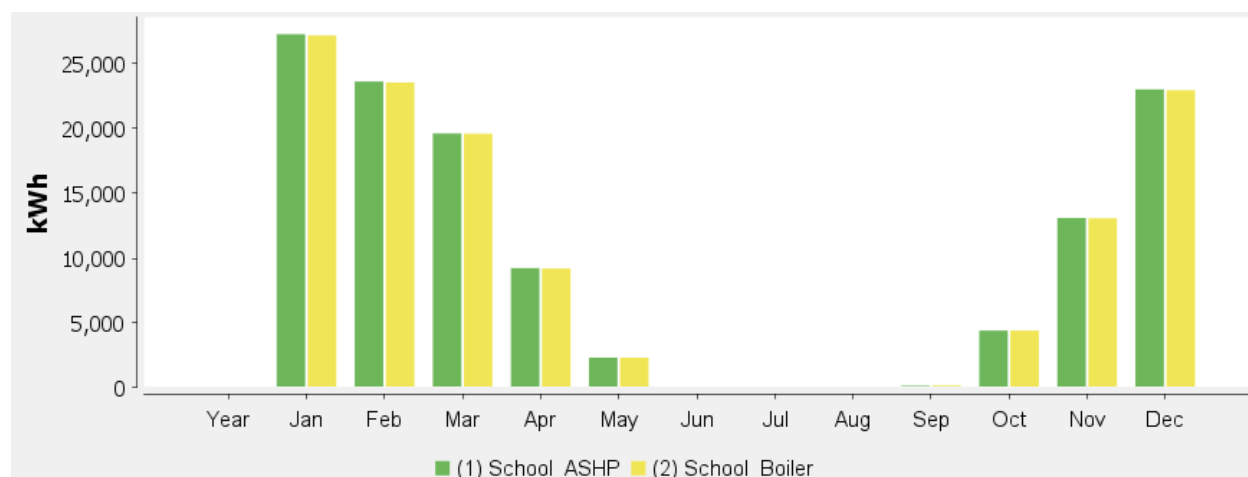


Εικόνα 29: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα.

Σε ότι αφορά το σύστημα σε αντιπαραβολή (την αντλία θερμότητας αέρα νερού), ο Πίνακας 22 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για το σύστημα σε αντιπαραβολή.

Πίνακας 22: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας θερμότητας αέρα-νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|---|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 3,56 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 134000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 123000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 34500 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,51 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το συμβατικό | 132000 kWh |
| Εξοικονόμηση CO2 ρύπων | 50002 kg |



Εικόνα 30: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως.

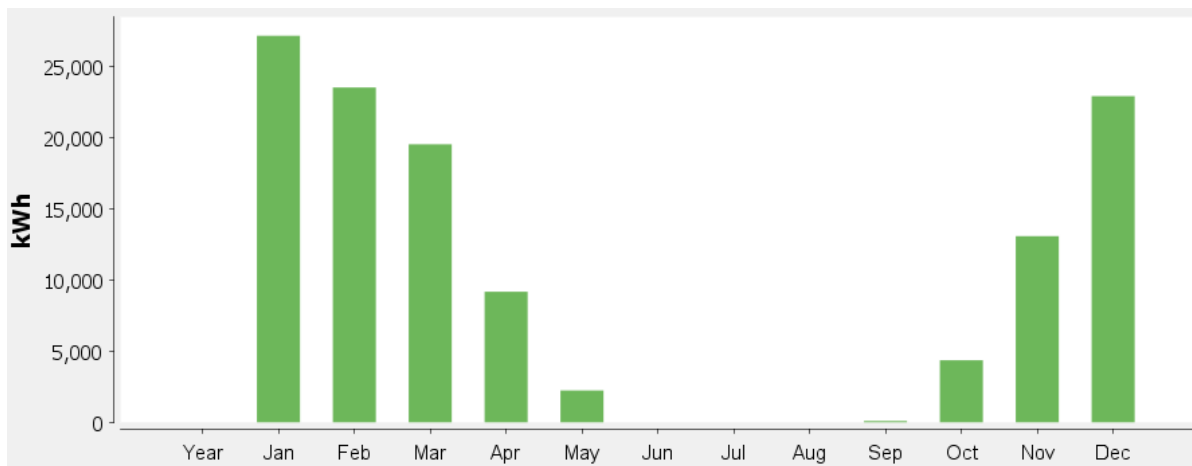
Καβάλα

Τα ετήσια αποτελέσματα του συμβατικού συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 23.

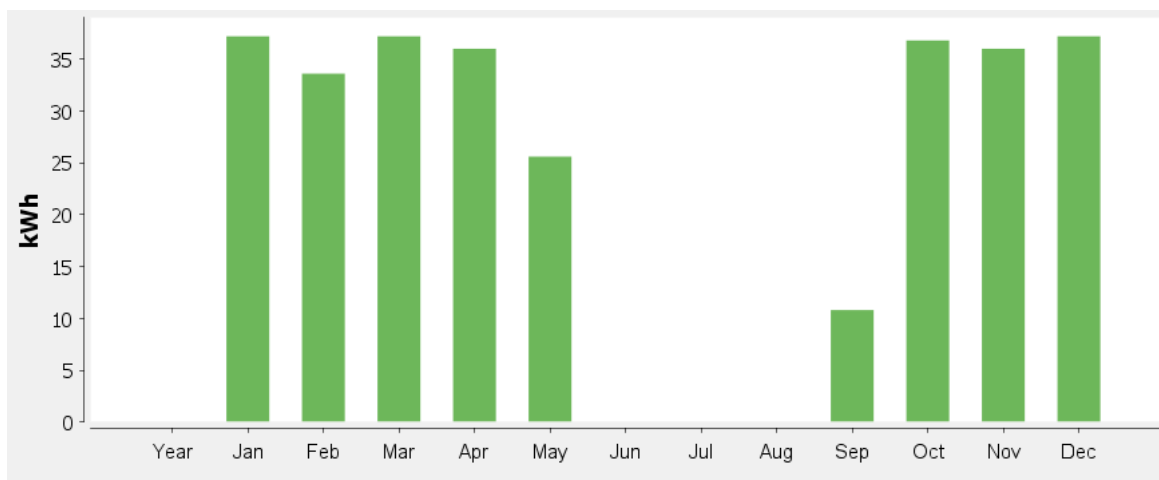
Πίνακας 23: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|---|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,73 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 139315 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 122450 kWh |

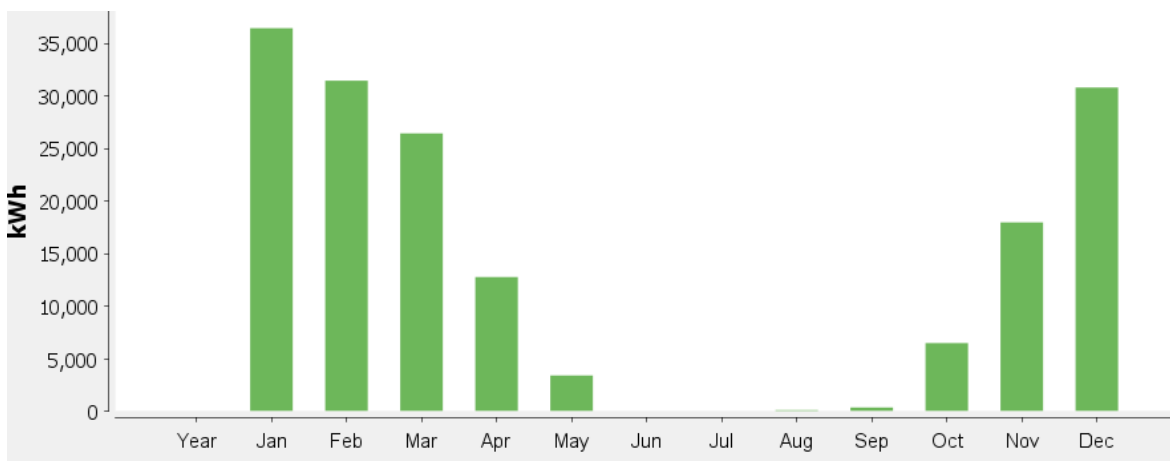
| | |
|--|------------|
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 166323 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 290 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,5 |



Εικόνα 31: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.



Εικόνα 32: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.

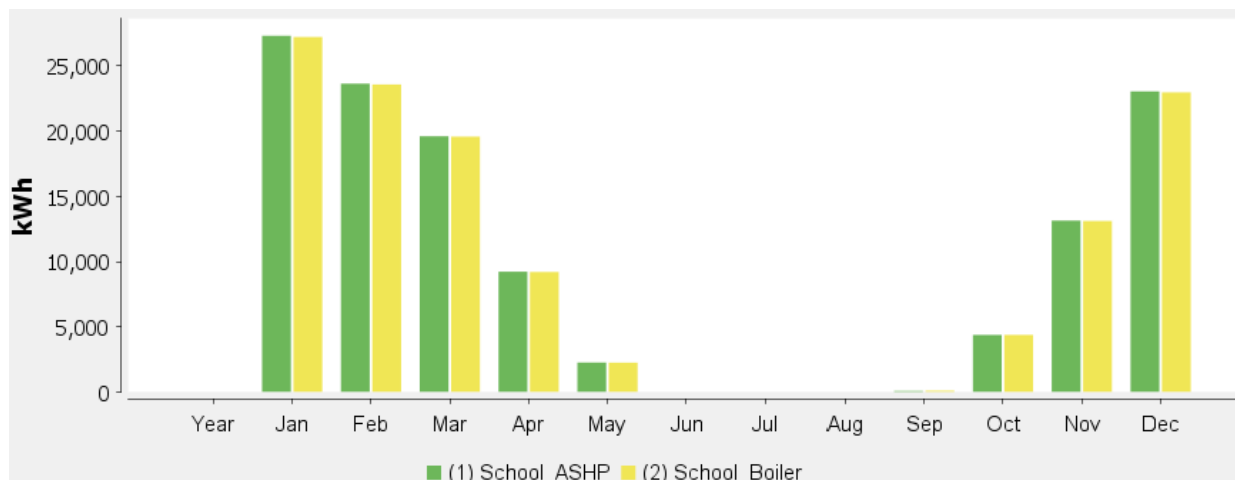


Εικόνα 33: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα.

Σε ότι αφορά το σύστημα σε αντιπαραβολή (την αντλία αέρα νερού), ο Πίνακας 24 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για το σύστημα σε αντιπαραβολή.

Πίνακας 24: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας αέρα-νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|---|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 3,28 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 134000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 123000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 37415 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,55 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το συμβατικό | 129000 kWh |
| Εξοικονόμηση CO2 ρύπων | 50009 kg |



Εικόνα 34: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως.

2.2.3 Προσωρινή διαμονή

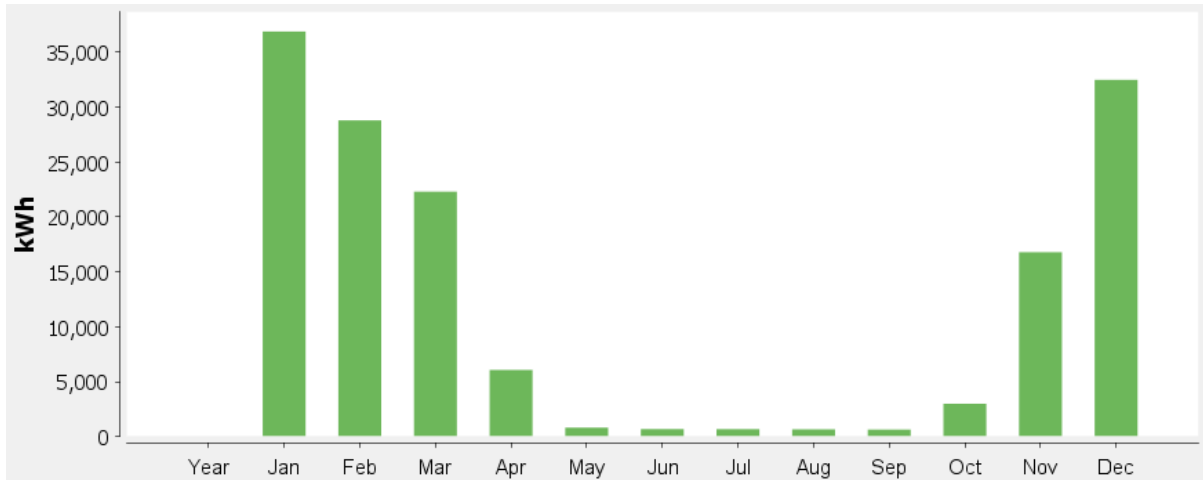
Για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής», όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.1.3, το συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις θερμικές ανάγκες της είναι λέβητας πετρελαίου με συντ. απόδοσης 85%. Τα ετήσια αποτελέσματα για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» αναλυτικά για τις περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Αθήνα

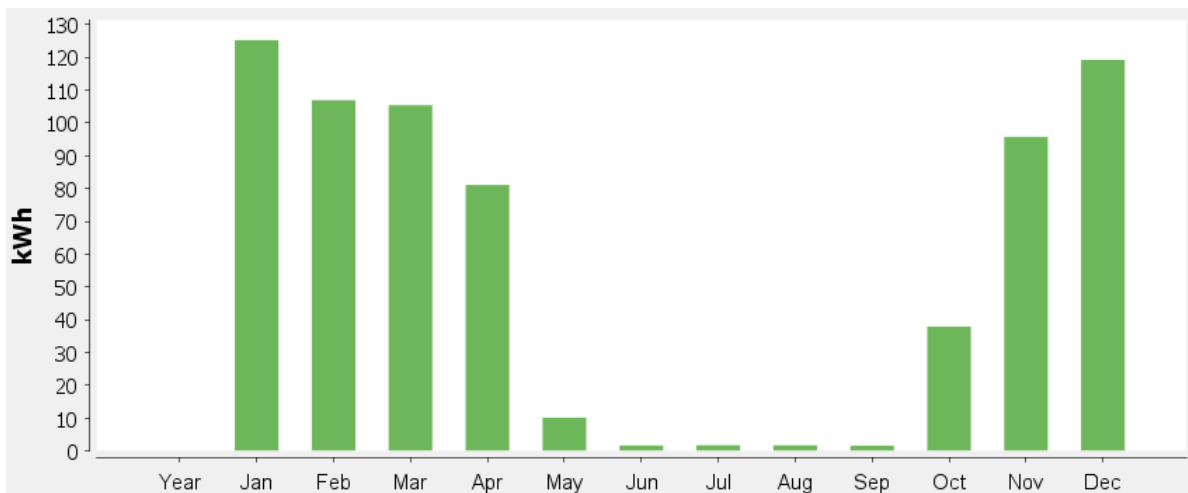
Τα ετήσια αποτελέσματα του συμβατικού συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 25.

Πίνακας 25: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα.

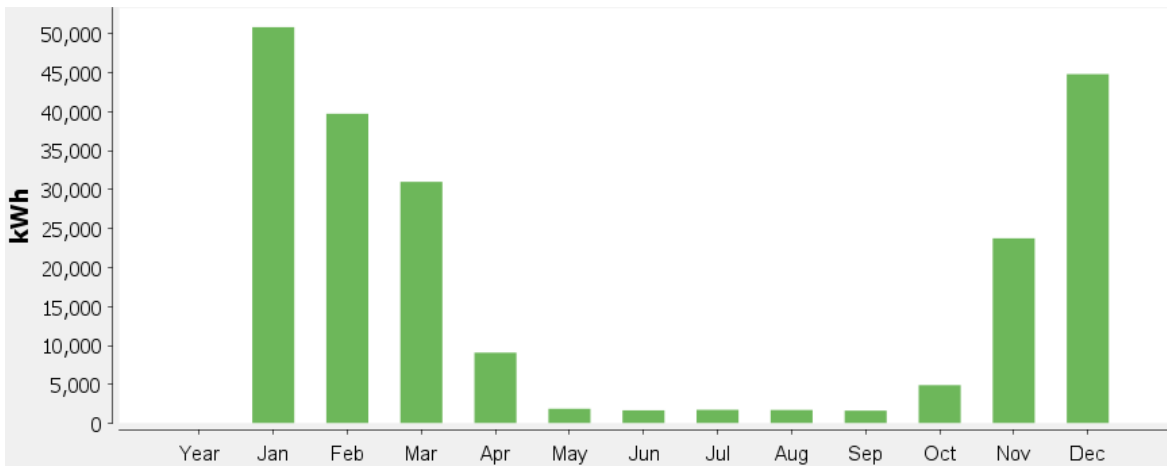
| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,7 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 179124 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 149847 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 212907 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 689 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,57 |



Εικόνα 35: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.



Εικόνα 36: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.

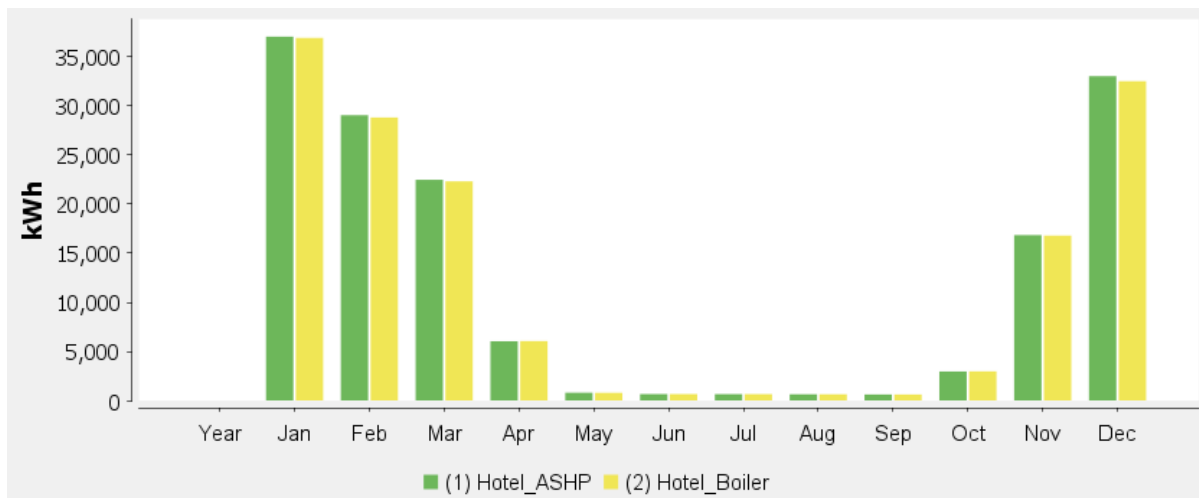


Εικόνα 37: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα.

Σε ότι αφορά το σύστημα σε αντιπαραβολή (την αντλία αέρα νερού), ο Πίνακας 26 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για το σύστημα σε αντιπαραβολή.

Πίνακας 26: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας αέρα-νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|---|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 3,7 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 165000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 151000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 42678 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,51 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το συμβατικό | 171000 kWh |
| Εξοικονόμηση CO2 ρύπων | 64015 kg |



Εικόνα 38: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως.

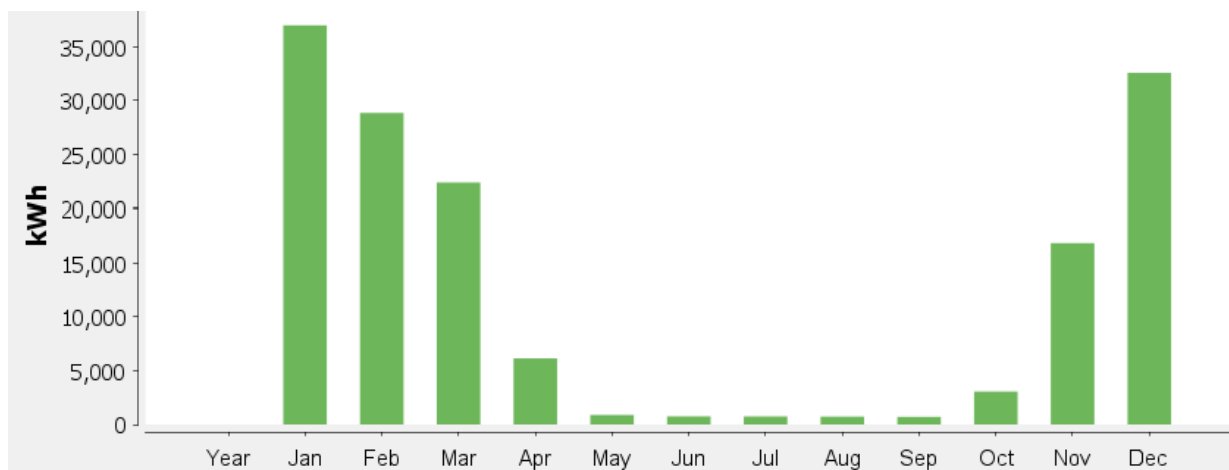
Καβάλα

Τα ετήσια αποτελέσματα του συμβατικού συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 27.

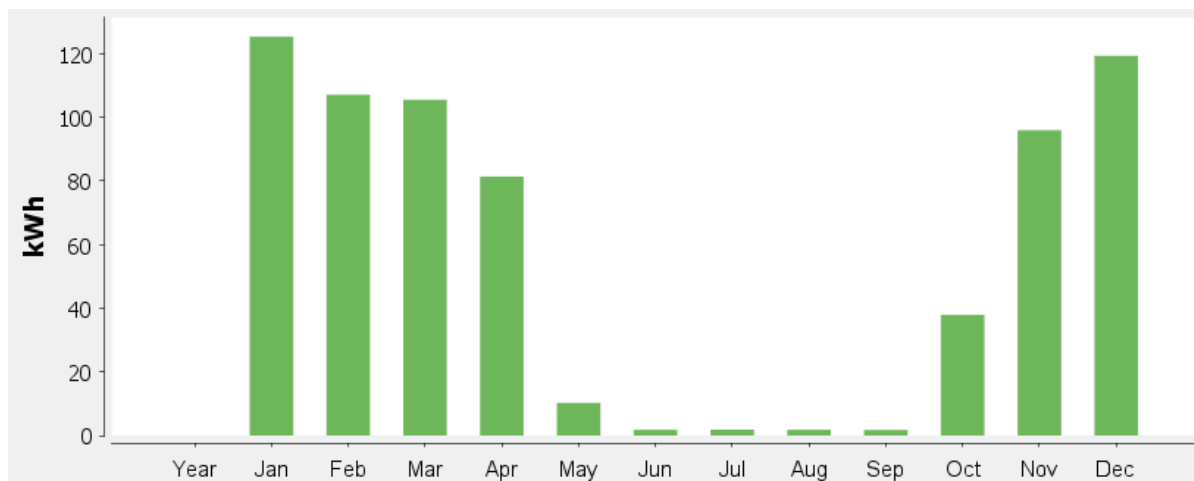
Πίνακας 27: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|-----------------------------|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,7 |

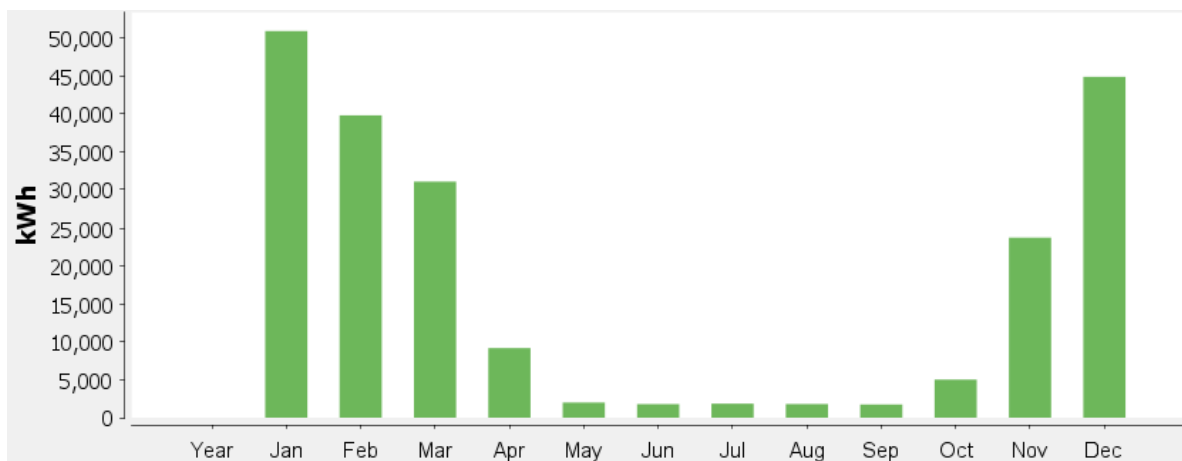
| | |
|--|------------|
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 197949 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 150691 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 213883 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 690 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,57 |



Εικόνα 39: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.



Εικόνα 40: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.

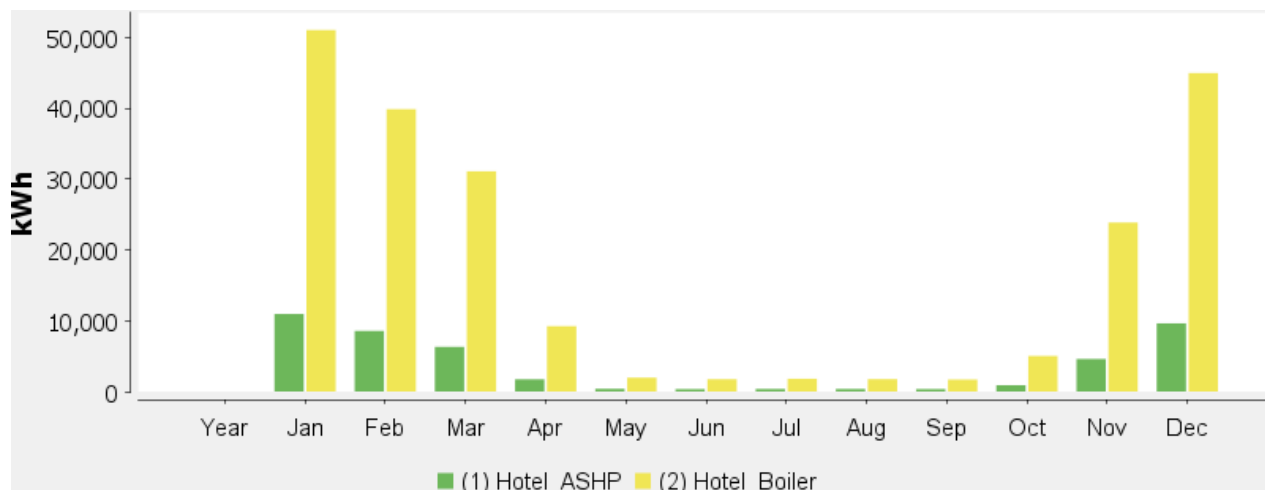


Εικόνα 41: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα.

Σε ότι αφορά το σύστημα σε αντιπαραβολή (την αντλία αέρα νερού), ο Πίνακας 28 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για το σύστημα σε αντιπαραβολή.

Πίνακας 28: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας αέρα-νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|---|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 3,78 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 164133 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 150201 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 45074 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,54 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το συμβατικό | 169000 kWh |
| Εξοικονόμηση CO2 ρύπων | 63950 kg |



Εικόνα 42: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας θερμότητας αέρα-νερού ετησίως.

2.2.4 Γραφεία

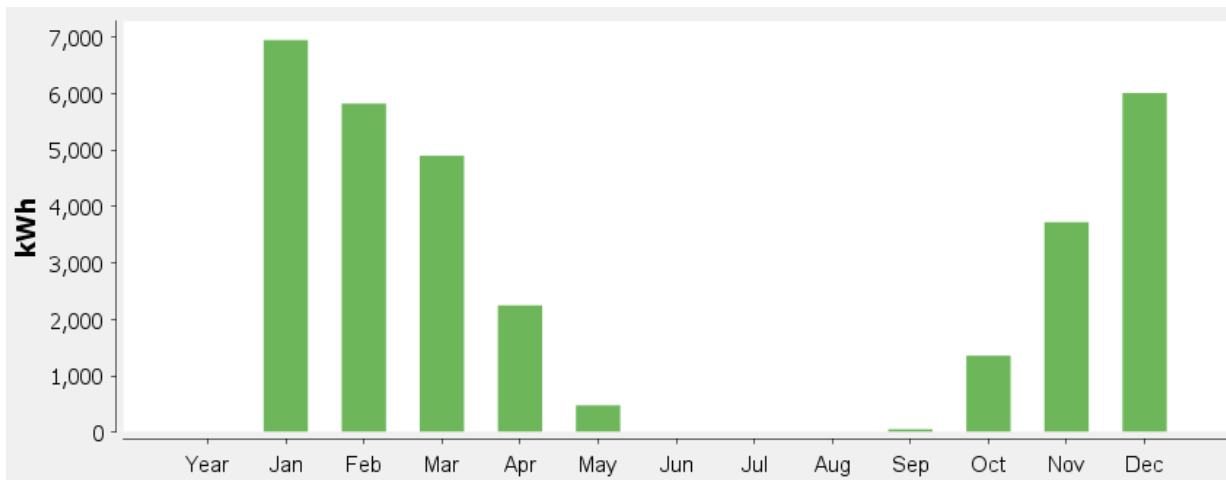
Για την περίπτωση των «Γραφείων», όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.1.4, το συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις θερμικές ανάγκες της είναι λέβητας πετρελαίου με συντ. απόδοσης 85%. Τα ετήσια αποτελέσματα για την περίπτωση των «Γραφείων» αναλυτικά για τις περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Αθήνα

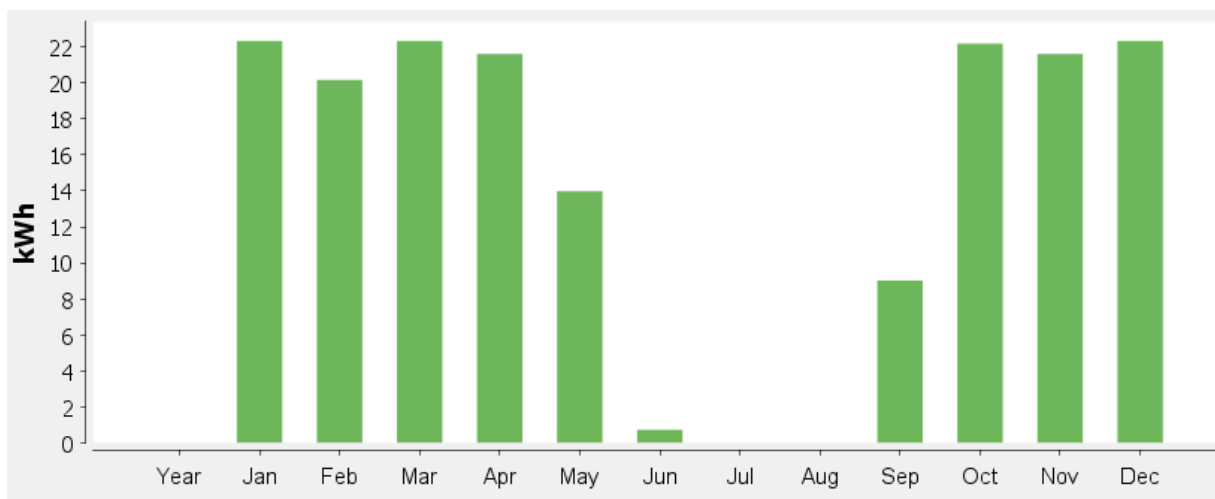
Τα ετήσια αποτελέσματα του συμβατικού συστήματος αναδεικνύουν συνολικό συντελεστή απόδοσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 29.

Πίνακας 29: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα.

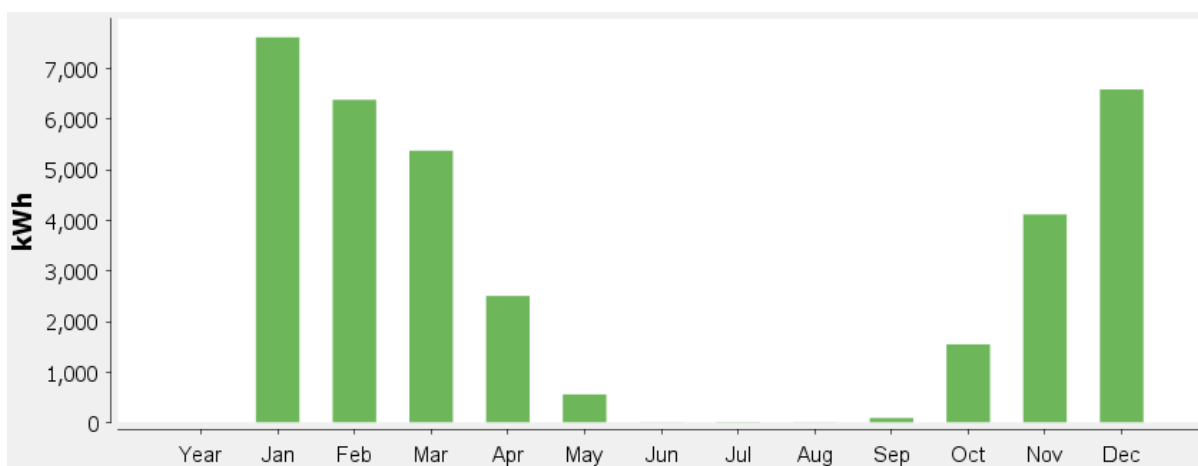
| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,9 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 33867 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 31519 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 35003 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 176 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,23 |



Εικόνα 43: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.



Εικόνα 44: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.

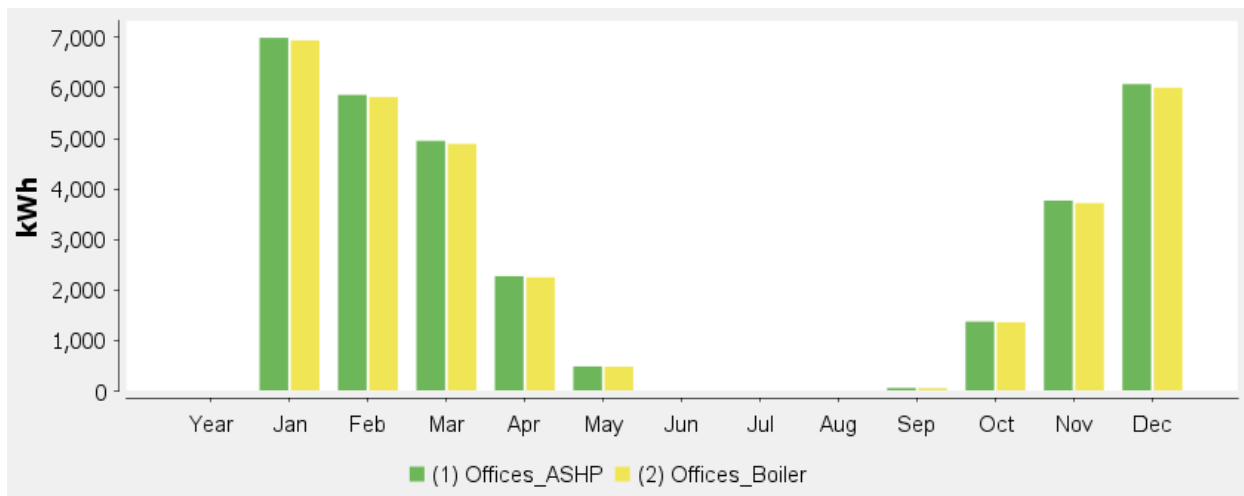


Εικόνα 45: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα.

Σε ότι αφορά το σύστημα σε αντιπαραβολή (την αντλία αέρα νερού), ο Πίνακας 30 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για το σύστημα σε αντιπαραβολή.

Πίνακας 30: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας αέρα-νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|---|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 2,9 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 33949 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 31834 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 10994 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,62 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το συμβατικό | 24009 kWh |
| Εξοικονόμηση CO2 ρύπων | 8066 kg |



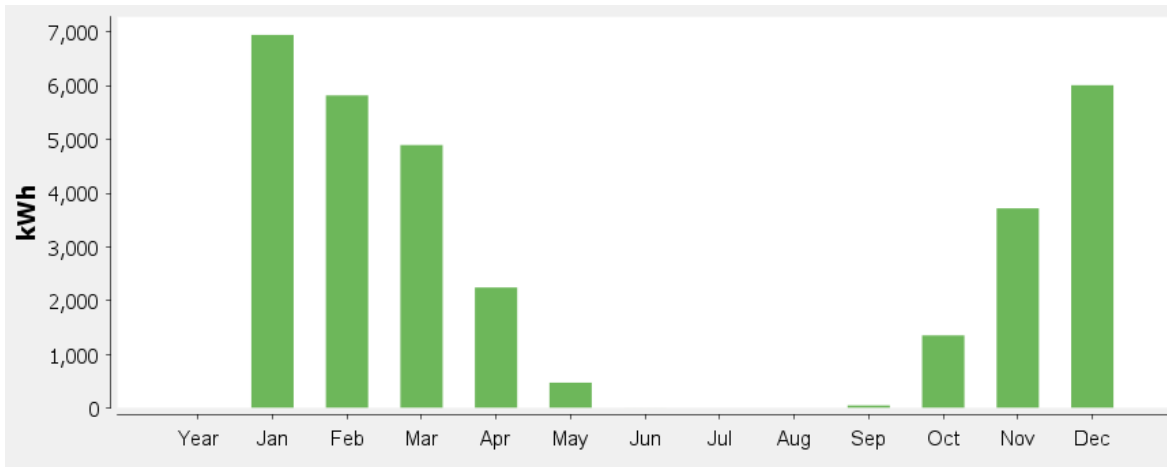
Εικόνα 46: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως.

Καβάλα

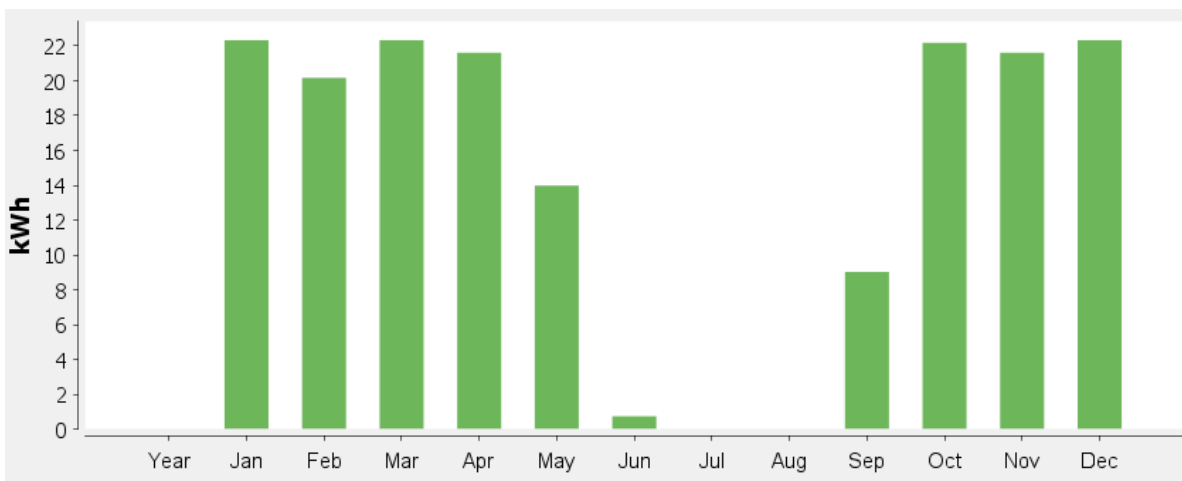
Τα ετήσια αποτελέσματα του συμβατικού συστήματος αναδεικνύουν συνολικό συντελεστή απόδοσης παρουσιάζονται στον Πίνακας 31.

Πίνακας 31: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το συμβατικό σύστημα.

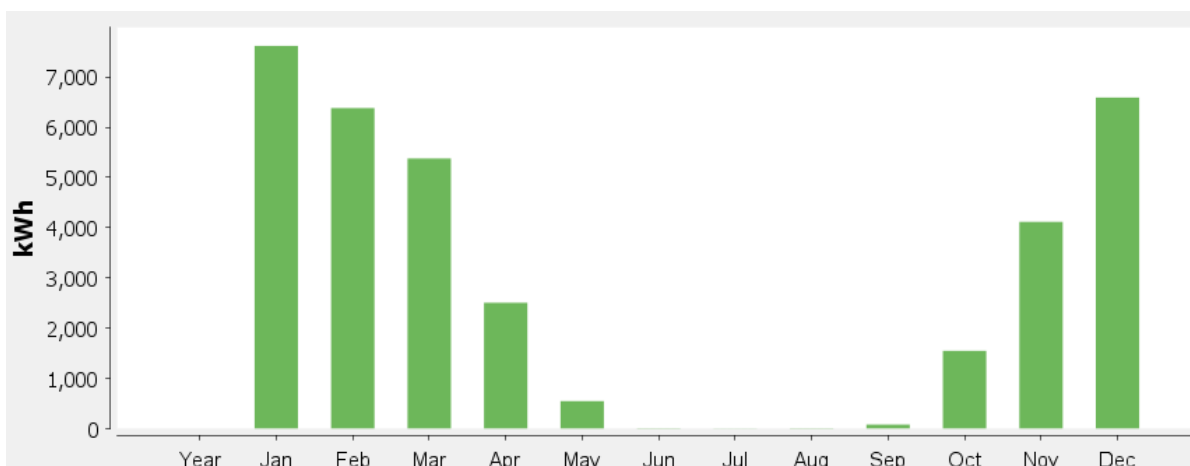
| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,9 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 33868 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 31521 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 35004 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 176 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,23 |



Εικόνα 47: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.



Εικόνα 48: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το συμβατικό σύστημα.

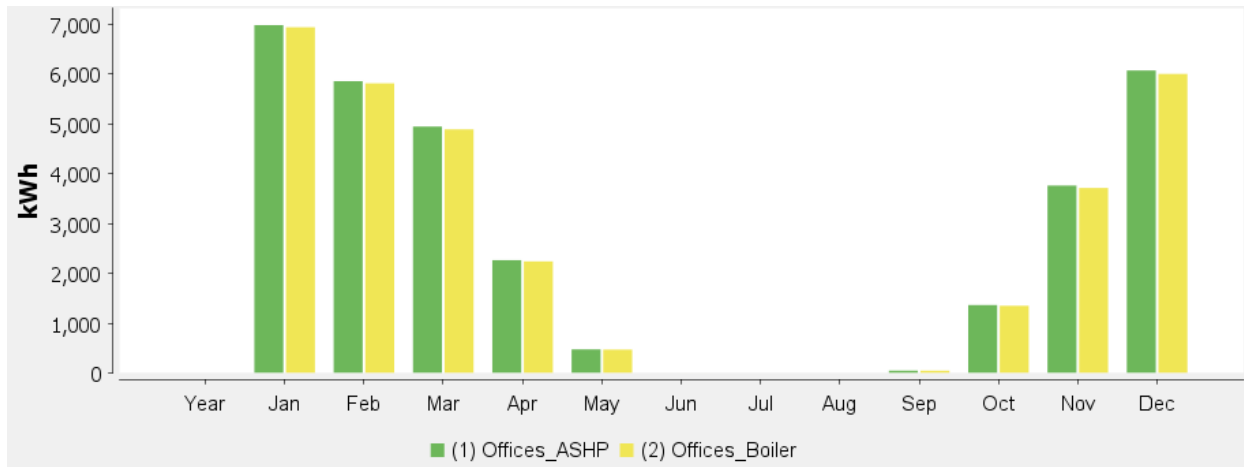


Εικόνα 49: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το συμβατικό σύστημα.

Σε ότι αφορά το σύστημα σε αντιπαραβολή (την αντλία αέρα νερού), ο Πίνακας 32 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για το σύστημα σε αντιπαραβολή.

Πίνακας 32: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το σύστημα αντλίας θερμότητας αέρα-νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|---|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 2,87 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 33955 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 31827 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 11106 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,63 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το συμβατικό | 23898 kWh |
| Εξοικονόμηση CO2 ρύπων | 8066 kg |



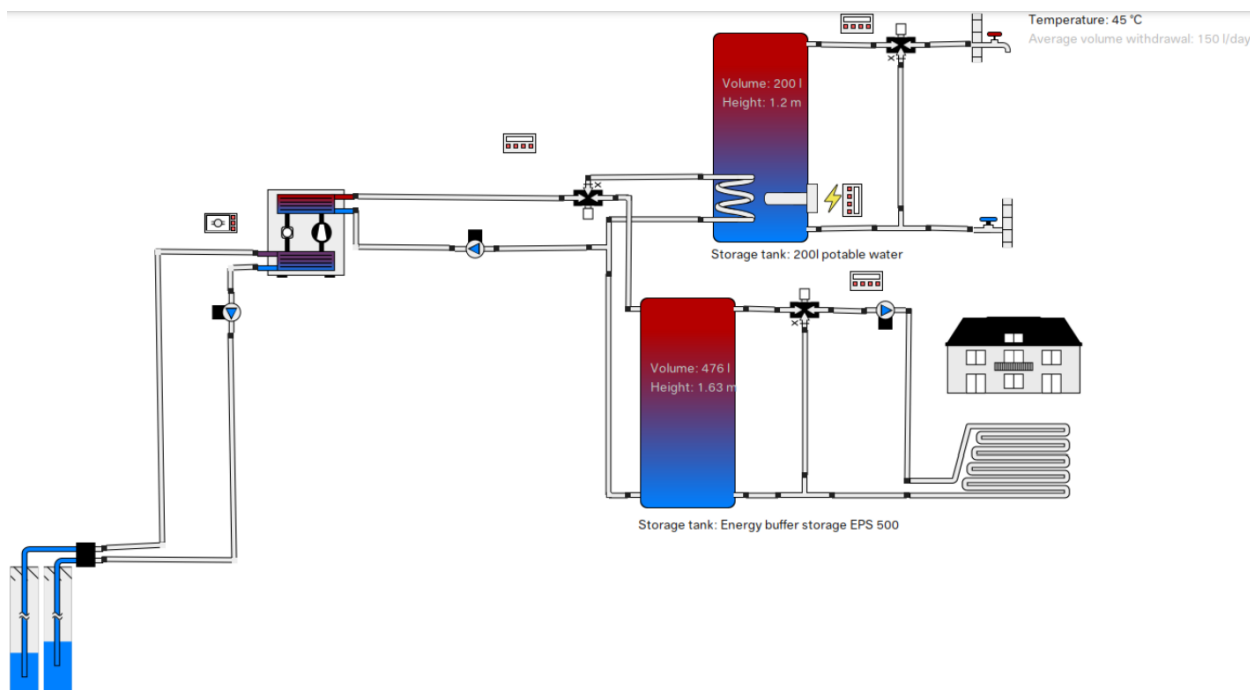
Εικόνα 50: Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας στο συμβατικό και στο σύστημα αντλίας αέρα-νερού ετησίως.

3 Παρουσίαση του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τους τέσσερις (4) κτιριακούς τύπους

Όπως αναλύθηκε στο ΕΕ2, η μεθοδολογία διαστασιολόγησης των συστημάτων κάλυψης θερμικών και ψυκτικών αναγκών για του 4 κτιριακούς τύπους στηρίχτηκε στα υπολογισμένα θερμικά και ψυκτικά φορτία του λογισμικού TRNSYS. Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τους 4 κτιριακούς τύπους.

Κατοικία

Για την περίπτωση της «Κατοικίας» και σύμφωνα με το ΕΕ2, η διαφορά στην εγκατεστημένη ισχύ για τις κλιματικές περιοχές της Αθήνας-Ανδραβίδας και Καβάλας-Καστοριάς είναι στατιστικά ασήμαντη και επομένως λαμβάνονται υπόψη μόνο οι περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας. **Η Σφάλμα! Το αρχείο προ-έλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.** παρουσιάζει το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τον κτιριακό τύπο όπως σχεδιάστηκε στο λογισμικό Polysun.



Εικόνα 51: Προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για την περίπτωση της «Κατοικίας».

Αθήνα

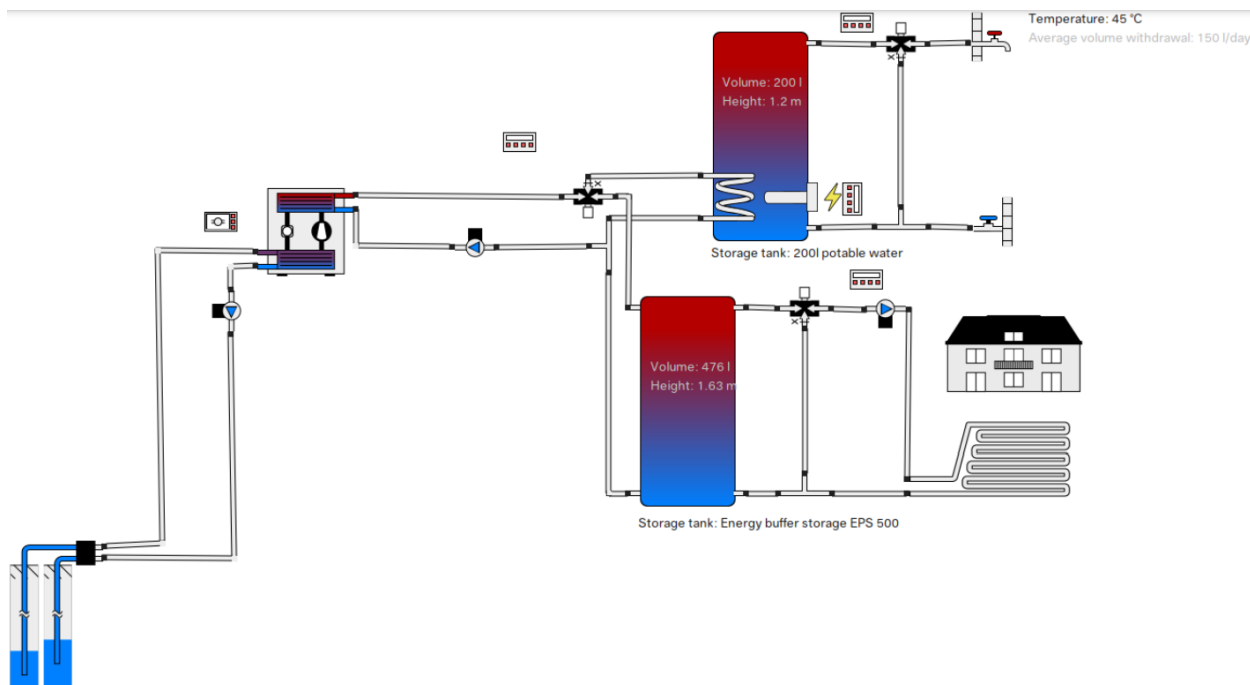
Για την περίπτωση της «Μονοκατοικίας» στην περιοχή της Αθήνας, η εγκατεστημένη ισχύς του προτεινόμενου συστήματος σύμφωνα με τα αποτελέσματα θερμικού φορτίου του TRNSYS είναι: 20 kW.

Καβάλα

Για την περίπτωση της «Μονοκατοικίας» στην περιοχή της Καβάλας, η εγκατεστημένη ισχύς του προτεινόμενου συστήματος σύμφωνα με τα αποτελέσματα θερμικού φορτίου του TRNSYS είναι: 25 kW.

Εκπαίδευση

Για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» και σύμφωνα με το ΕΕ2, η διαφορά στην εγκατεστημένη ισχύ για τις κλιματικές περιοχές της Αθήνας-Ανδραβίδας και Καβάλας-Καστοριάς είναι στατιστικά ασήμαντη και επομένως λαμβάνονται υπόψη μόνο οι περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας. Η παρουσιάζει το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τον κτιριακό τύπο όπως σχεδιάστηκε στο λογισμικό Polysun.



Εικόνα 52: Προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης».

Αθήνα

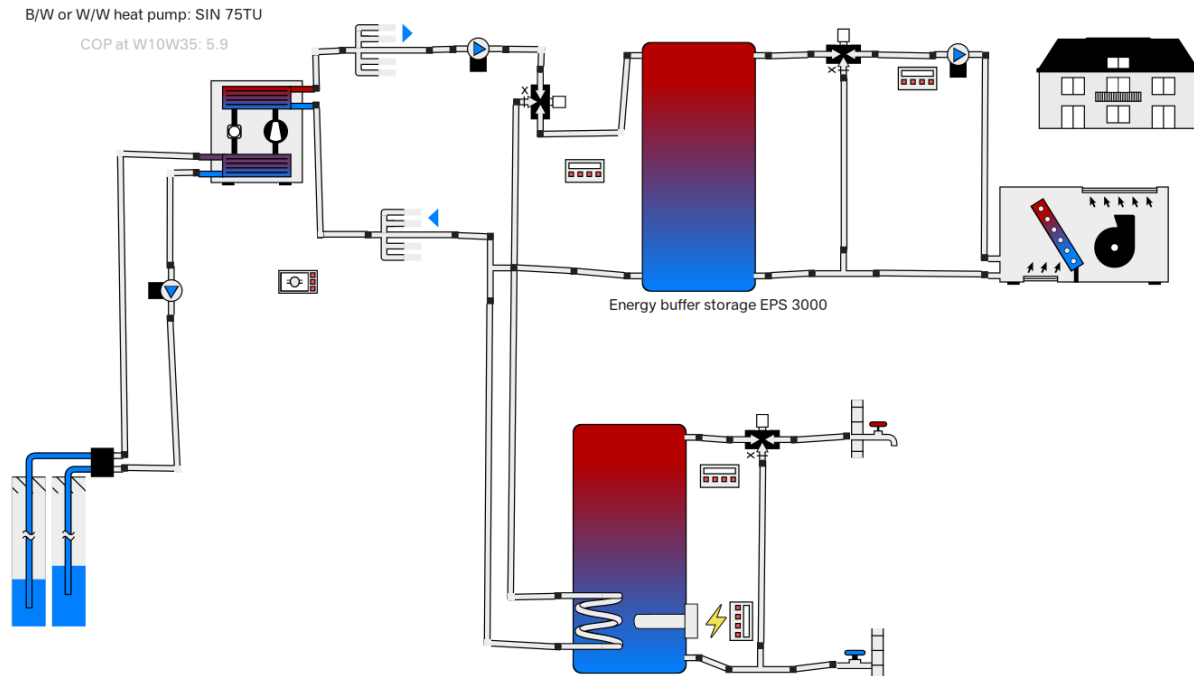
Για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» στην περιοχή της Αθήνας, η εγκατεστημένη ισχύς του προτεινόμενου συστήματος σύμφωνα με τα αποτελέσματα θερμικού φορτίου του TRNSYS είναι: 320 kW.

Καβάλα

Για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» στην περιοχή της Καβάλας, η εγκατεστημένη ισχύς του προτεινόμενου συστήματος σύμφωνα με τα αποτελέσματα θερμικού φορτίου του TRNSYS είναι: 350 kW.

Προσωρινή διαμονή

Για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» και σύμφωνα με το ΕΕ2, η διαφορά στην εγκατεστημένη ισχύ για τις κλιματικές περιοχές της Αθήνας-Ανδραβίδας και Καβάλας-Καστοριάς είναι στατιστικά ασήμαντη και επομένως λαμβάνονται υπόψη μόνο οι περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας. Η Εικόνα 53 παρουσιάζει το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τον κτιριακό τύπο όπως σχεδιάστηκε στο λογισμικό Polysun.



Εικόνα 53: Προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής».

Αθήνα

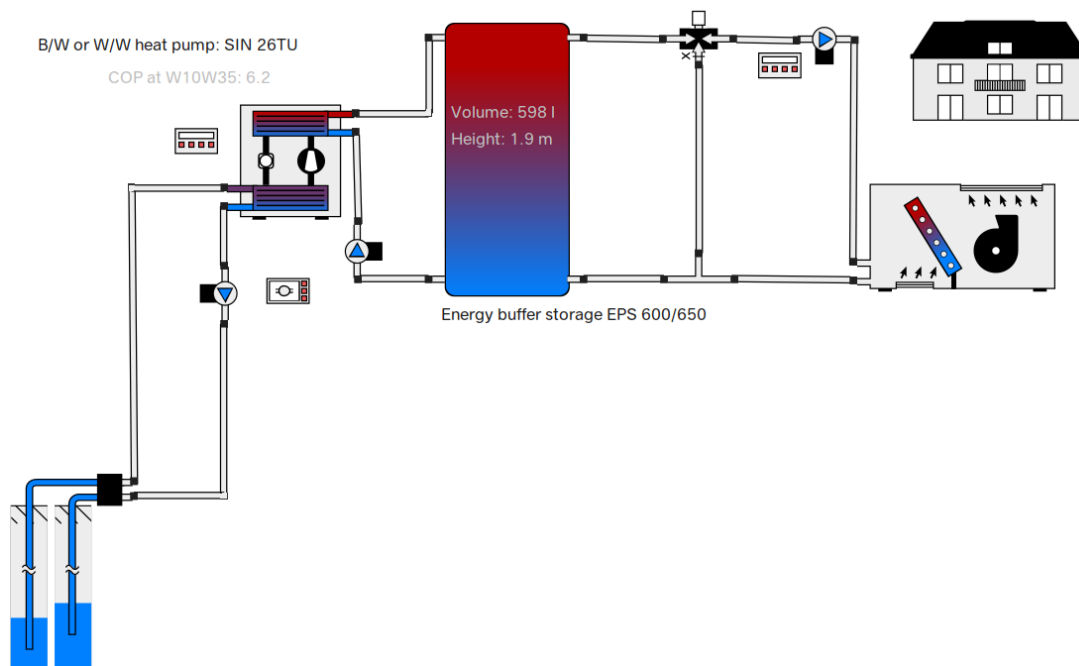
Για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» στην περιοχή της Αθήνας, η εγκατεστημένη ισχύς του προτεινόμενου συστήματος σύμφωνα με τα αποτελέσματα θερμικού φορτίου του TRNSYS είναι: 180 kW.

Καβάλα

Για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» στην περιοχή της Καβάλας, η εγκατεστημένη ισχύς του προτεινόμενου συστήματος σύμφωνα με τα αποτελέσματα θερμικού φορτίου του TRNSYS είναι: 210 kW.

Γραφεία

Για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» και σύμφωνα με το ΕΕ2, η διαφορά στην εγκατεστημένη ισχύ για τις κλιματικές περιοχές της Αθήνας-Ανδραβίδας και Καβάλας-Καστοριάς είναι στατιστικά ασήμαντη και επομένως λαμβάνονται υπόψη μόνο οι περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας. Η Εικόνα 53 παρουσιάζει το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τον κτιριακό τύπο όπως σχεδιάστηκε στο λογισμικό Polysun.



Εικόνα 54: Προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού για την περίπτωση των «Γραφείων».

Αθήνα

Για την περίπτωση των «Γραφείων» στην περιοχή της Αθήνας, η εγκατεστημένη ισχύς του προτεινόμενου συστήματος σύμφωνα με τα αποτελέσματα θερμικού φορτίου του TRNSYS είναι: 20 kW.

Καβάλα

Για την περίπτωση των «Γραφείων» στην περιοχή της Καβάλας, η εγκατεστημένη ισχύς του προτεινόμενου συστήματος σύμφωνα με τα αποτελέσματα θερμικού φορτίου του TRNSYS είναι: 25 kW.

3.1 Διαστασιολόγηση προτεινόμενου συστήματος ανά κτιριακό τύπο και ετήσια αποτελέσματα ενεργειακής απόδοσης

Για την επιλεγμένη εγκατεστημένη ισχύ, προσομοιώθηκε η ετήσια απόδοση του συστήματος για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών για τους τέσσερις (4) κτιριακούς τύπους στις κλιματικές περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας. Η παρούσα υποενοότητα παραθέτει τα αποτελέσματα του λογισμικού Polysun για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

3.1.1 Κατοικία

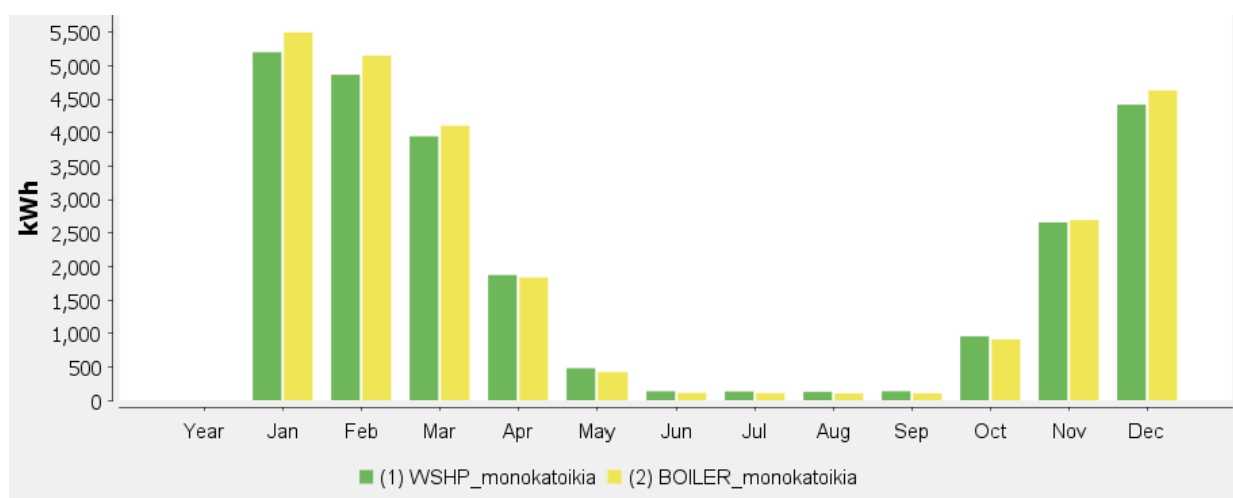
Για την περίπτωση της «Κατοικίας», τα αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τις περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας παρατίθενται παρακάτω.

Αθήνα

Τα ετήσια αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 33.

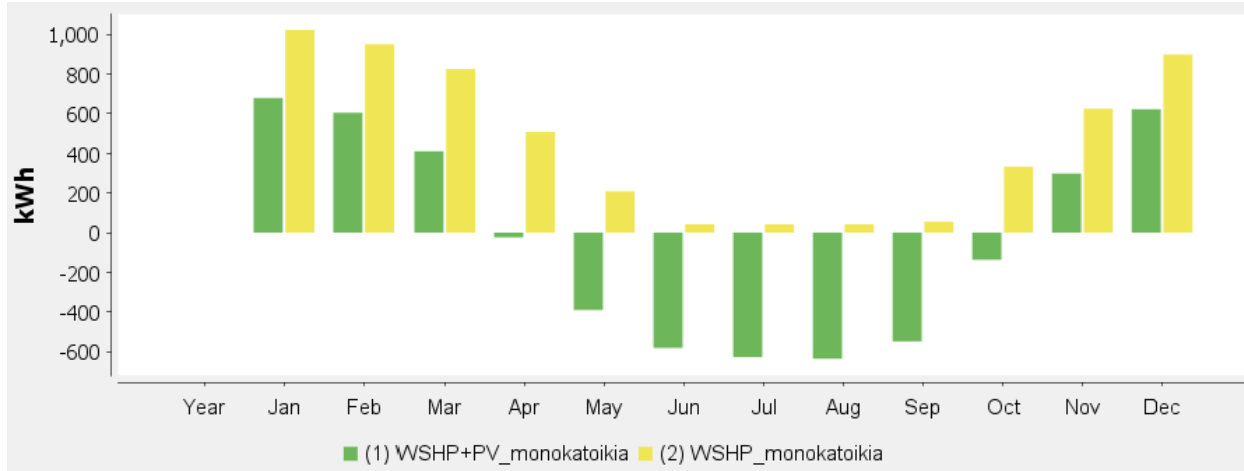
Πίνακας 33: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 5,91 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 25351 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 24958 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 5551 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,4 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | 27056 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | 9774 kg |



Εικόνα 55: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Αν συνυπολογιστεί συνεισφορά φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του προτεινόμενου συστήματος, τότε η σύγκριση μεταξύ του προτεινόμενου συστήματος και του προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών απεικονίζεται στην Εικόνα 58.



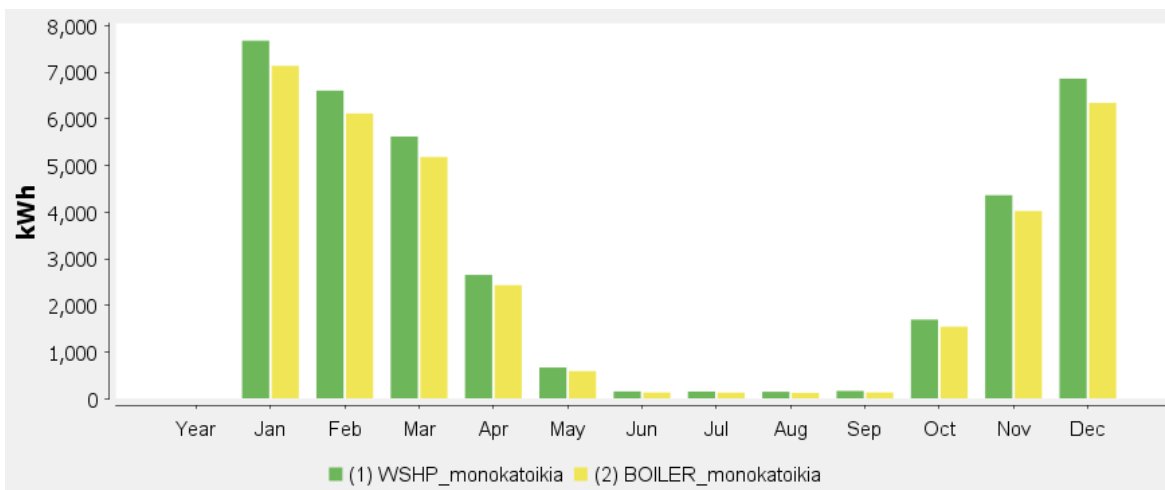
Εικόνα 56: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς.

Καβάλα

Τα ετήσια αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 34.

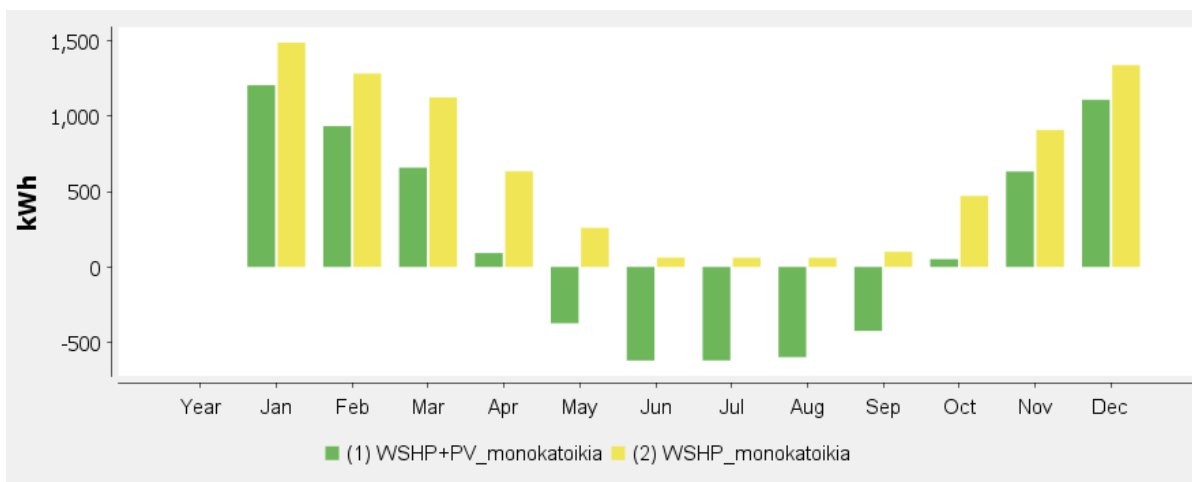
Πίνακας 34: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 5,7 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 37690 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 36771 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 7795 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,38 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | 33938 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | 12516 kg |



Εικόνα 57: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Αν συνυπολογιστεί συνεισφορά φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του προτεινόμενου συστήματος, τότε η σύγκριση μεταξύ του προτεινόμενου συστήματος και του προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών απεικονίζεται στην Εικόνα 58.



Εικόνα 58: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς.

3.1.2 Εκπαίδευση

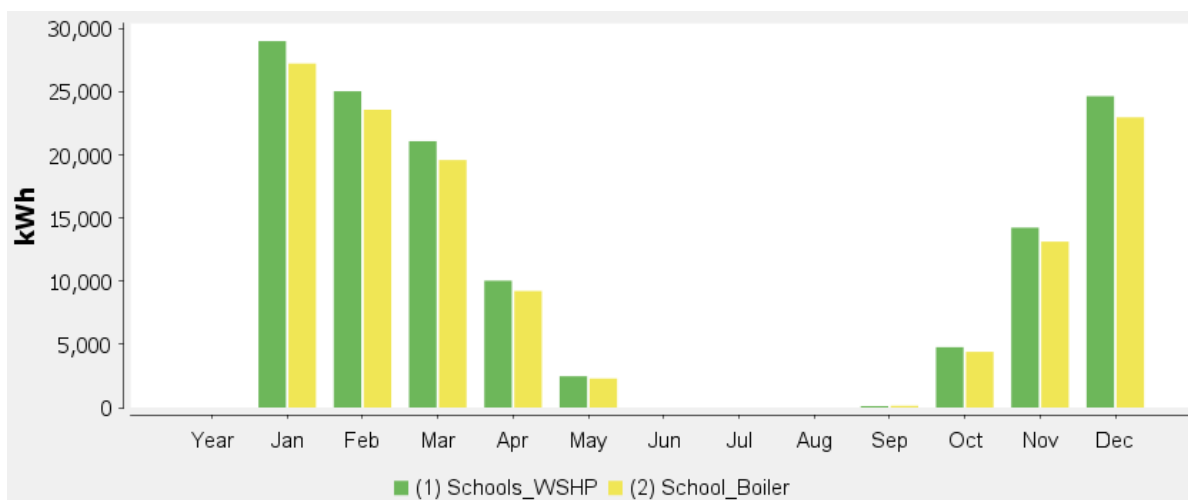
Για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης», τα αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τις περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας παρατίθενται παρακάτω.

Αθήνα

Τα ετήσια αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 35.

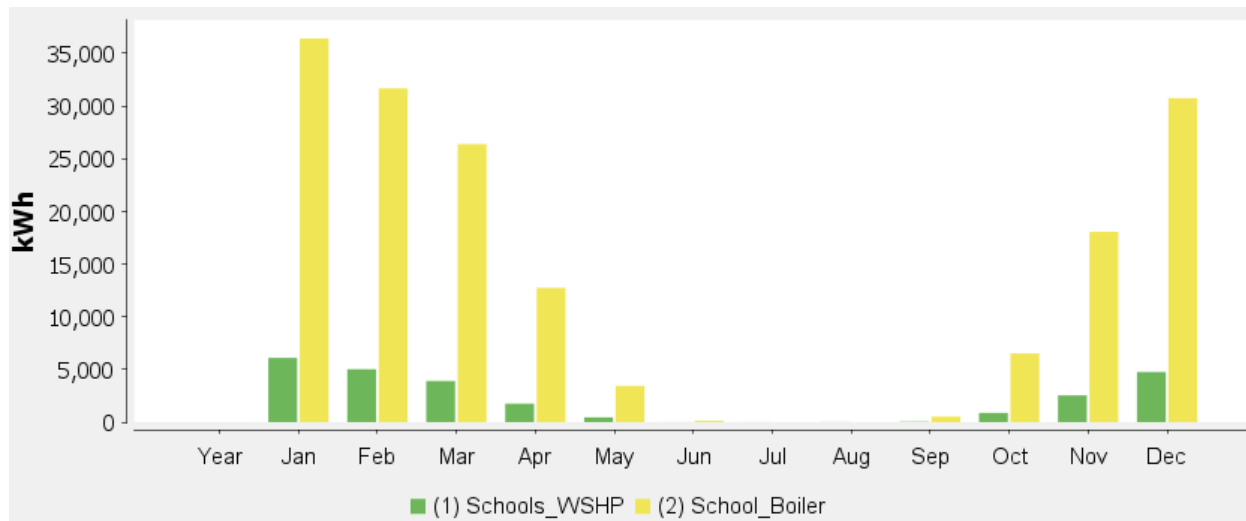
Πίνακας 35: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 5,16 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 166000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 131000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 25433 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,35 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | 141000 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | 50002 kg |



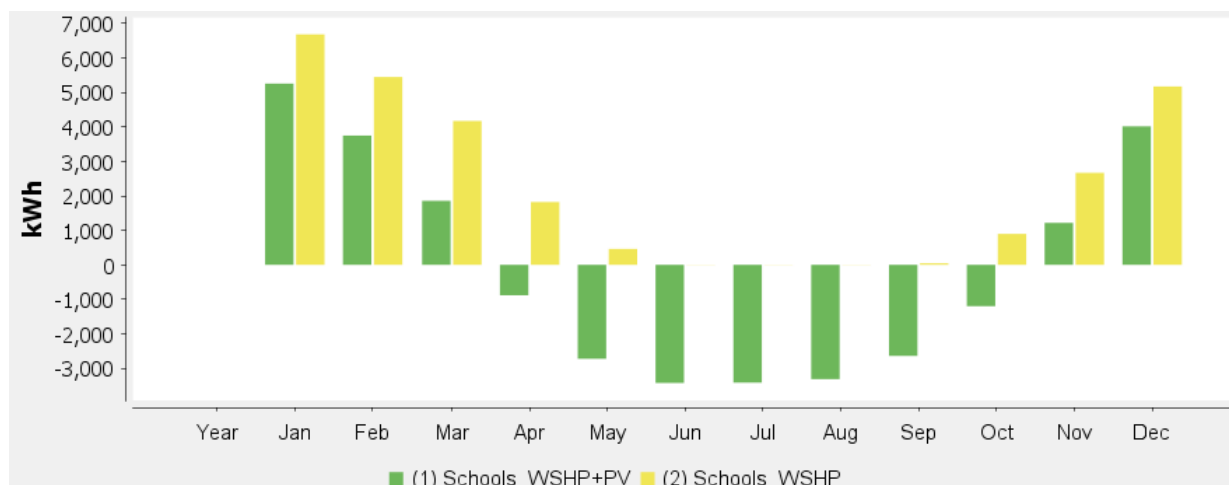
Εικόνα 59: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το προτεινόμενο σύστημα, παρά την αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που έχει, συνολικά καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από ότι το συμβατικό για την παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 60: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Αν συνυπολογιστεί συνεισφορά φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του προτεινόμενου συστήματος, τότε η σύγκριση μεταξύ του προτεινόμενου συστήματος και του προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών απεικονίζεται στην Εικόνα 58.



Εικόνα 61: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς.

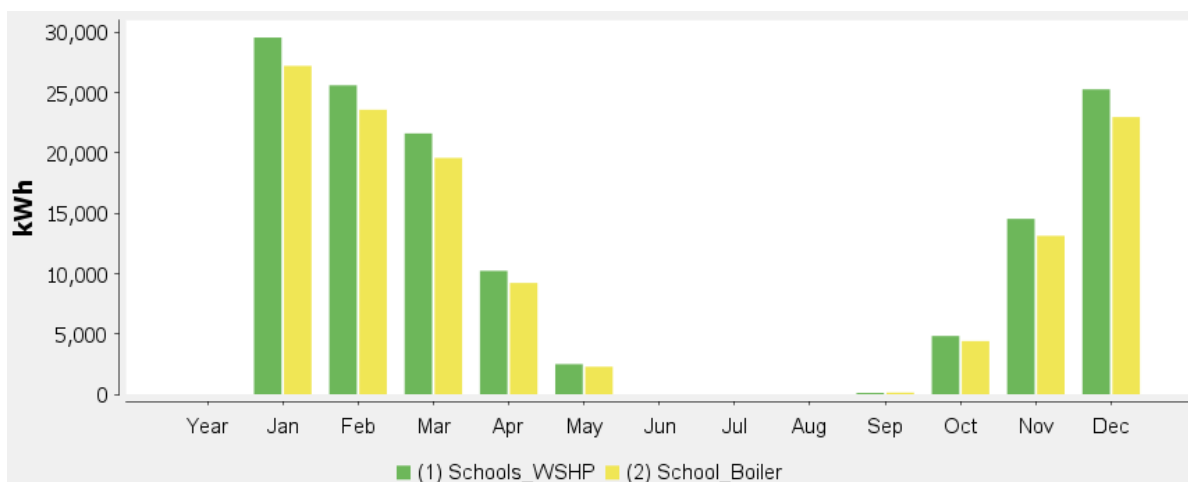
Καβάλα

Τα ετήσια αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 38.

Πίνακας 36: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

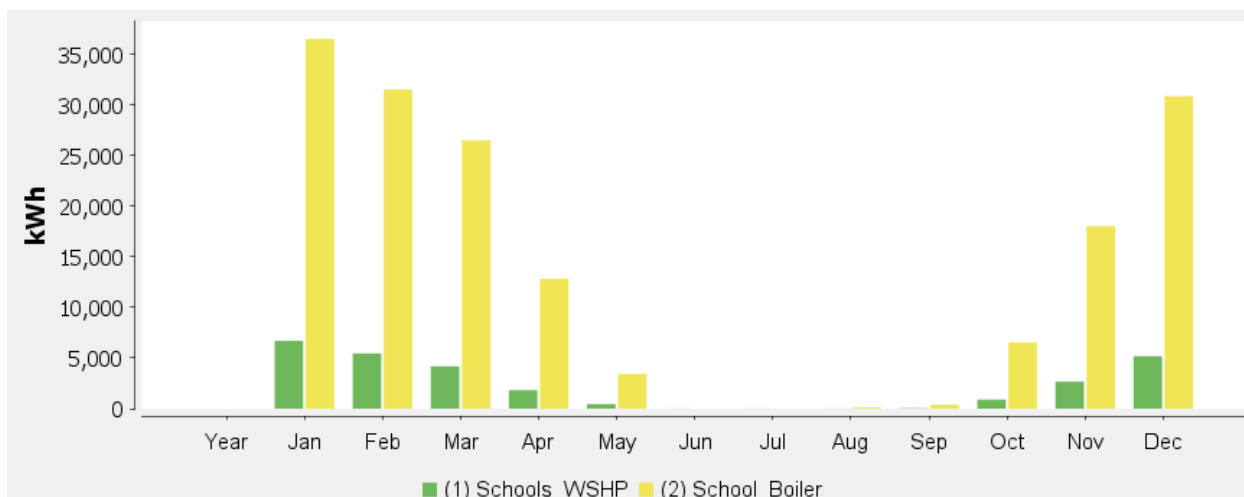
| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|-----------------------------|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 4,9 |

| | |
|--|------------|
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 170000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 134000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 27369 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,37 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | 139000 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | 50009 kg |



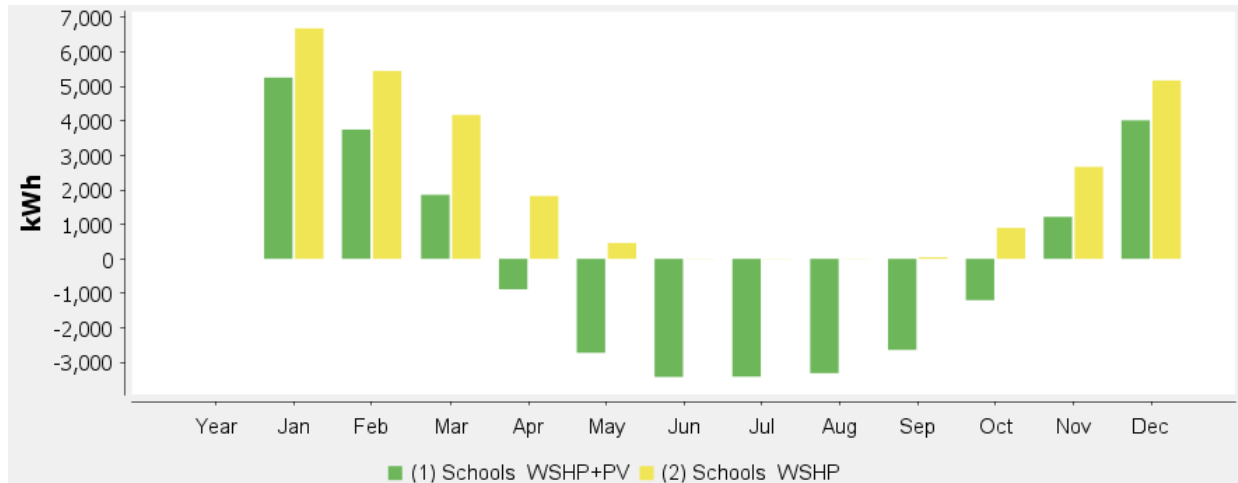
Εικόνα 62: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το προτεινόμενο σύστημα, παρά την αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που έχει, συνολικά καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από ότι το συμβατικό για την παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 63: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Αν συνυπολογιστεί συνεισφορά φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του προτεινόμενου συστήματος, τότε η σύγκριση μεταξύ του προτεινόμενου συστήματος και του προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών απεικονίζεται στην Εικόνα 64.



Εικόνα 64: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς .

3.1.3 Προσωρινή διαμονή

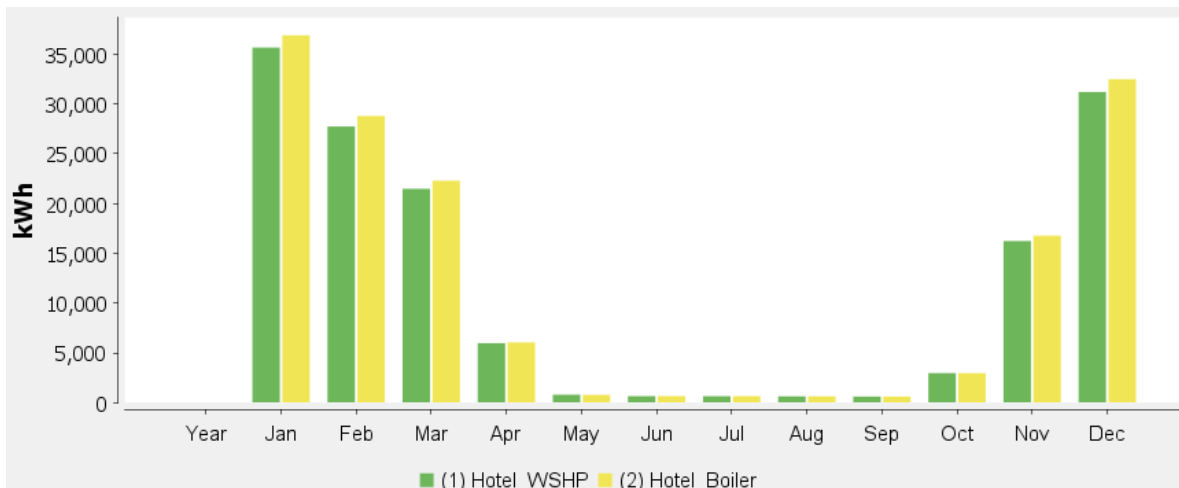
Για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής», τα αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τις περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας παρατίθενται παρακάτω.

Αθήνα

Τα ετήσια αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 37.

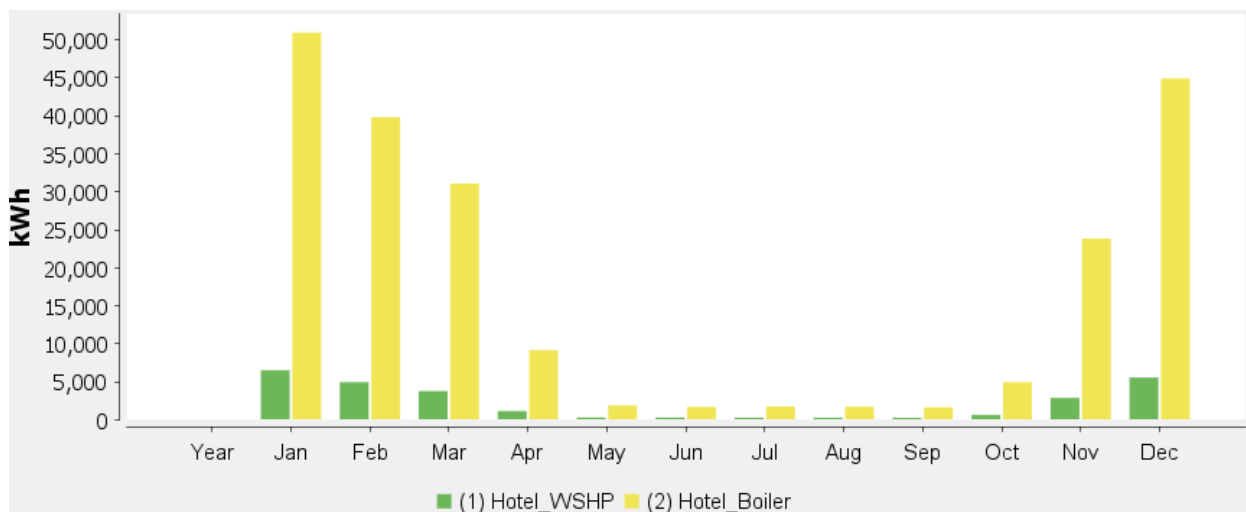
Πίνακας 37: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 5,20 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 162000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 145000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 27101 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,34 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | 186000 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | 64015 kg |



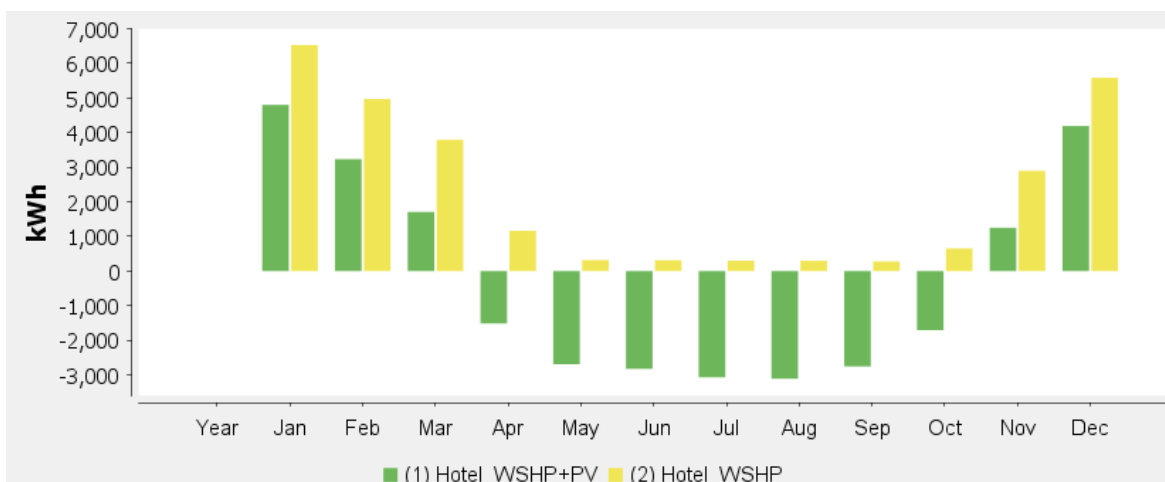
Εικόνα 65: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το προτεινόμενο σύστημα, παρά την αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που έχει, συνολικά καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από ότι το συμβατικό για την παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 66: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Αν συνυπολογιστεί συνεισφορά φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του προτεινόμενου συστήματος, τότε η σύγκριση μεταξύ του προτεινόμενου συστήματος και του προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών απεικονίζεται στην Εικόνα 67.



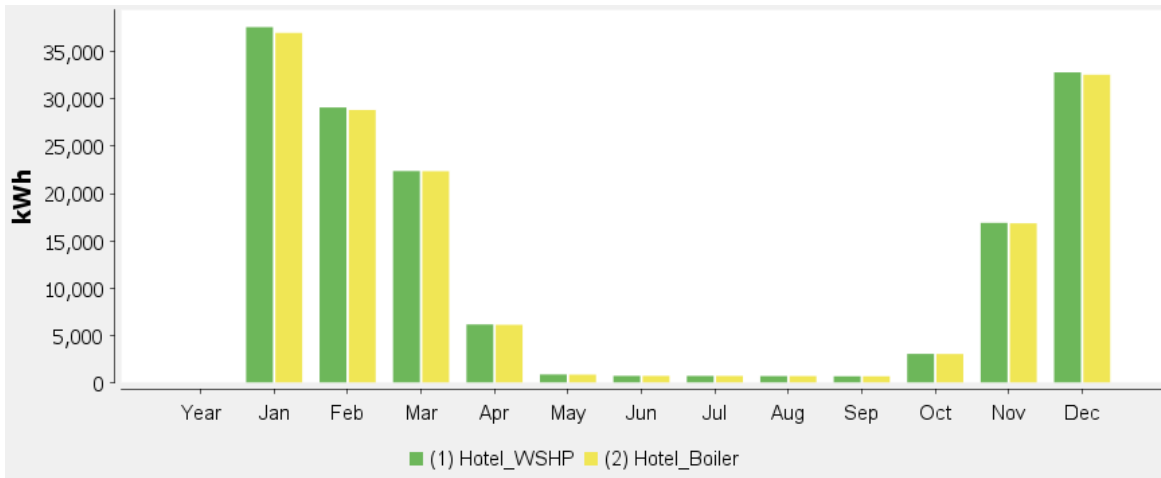
Εικόνα 67: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς.

Καβάλα

Τα ετήσια αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 35.

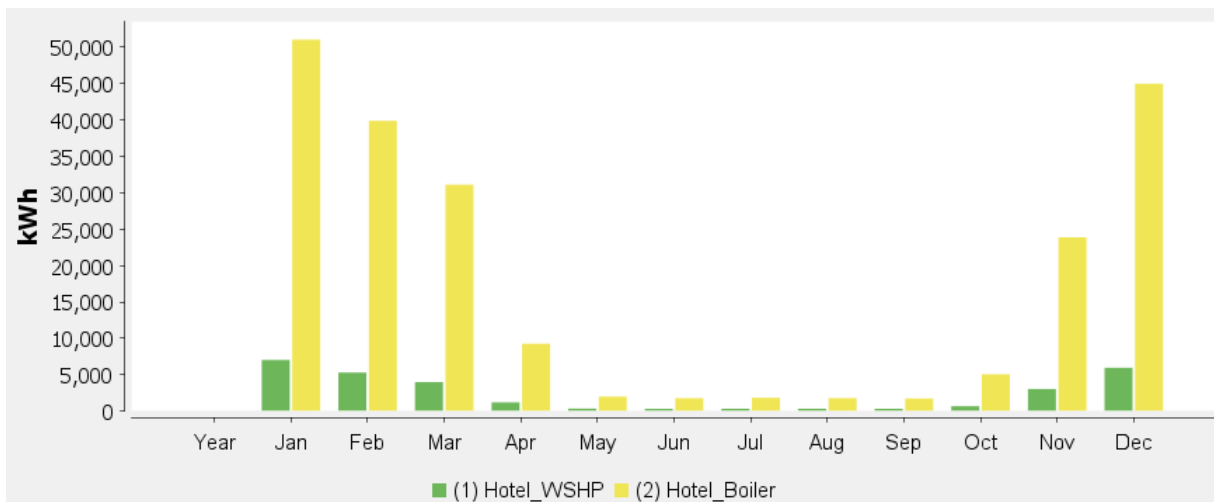
Πίνακας 38: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 4,75 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 169000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 152000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 29017 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,34 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | 186000 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | 64309 kg |



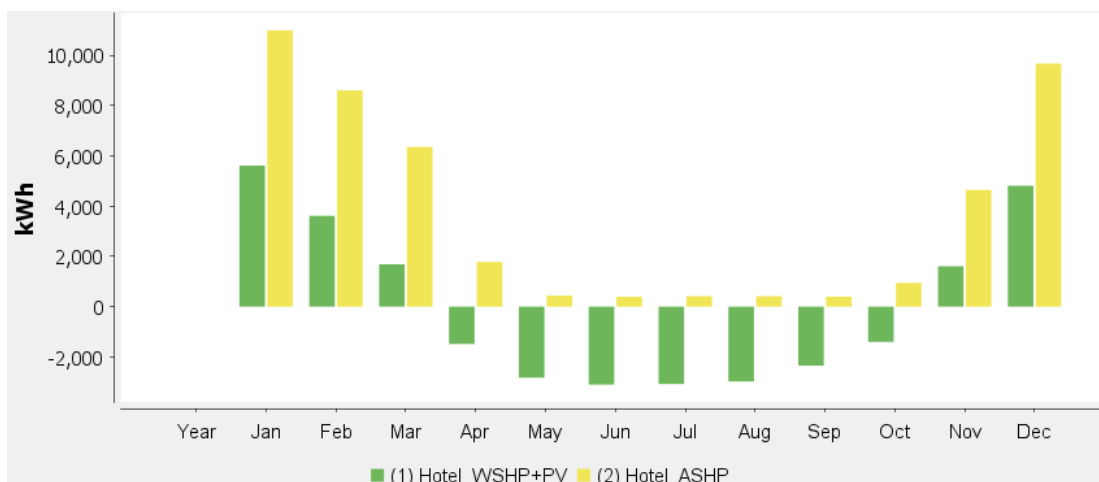
Εικόνα 68: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το προτεινόμενο σύστημα, παρά την αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που έχει, συνολικά καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από ότι το συμβατικό για την παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 69: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Αν συνυπολογιστεί συνεισφορά φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του προτεινόμενου συστήματος, τότε η σύγκριση μεταξύ του προτεινόμενου συστήματος και του προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών απεικονίζεται στην Εικόνα 64.



Εικόνα 70: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς.

3.1.4 Γραφεία

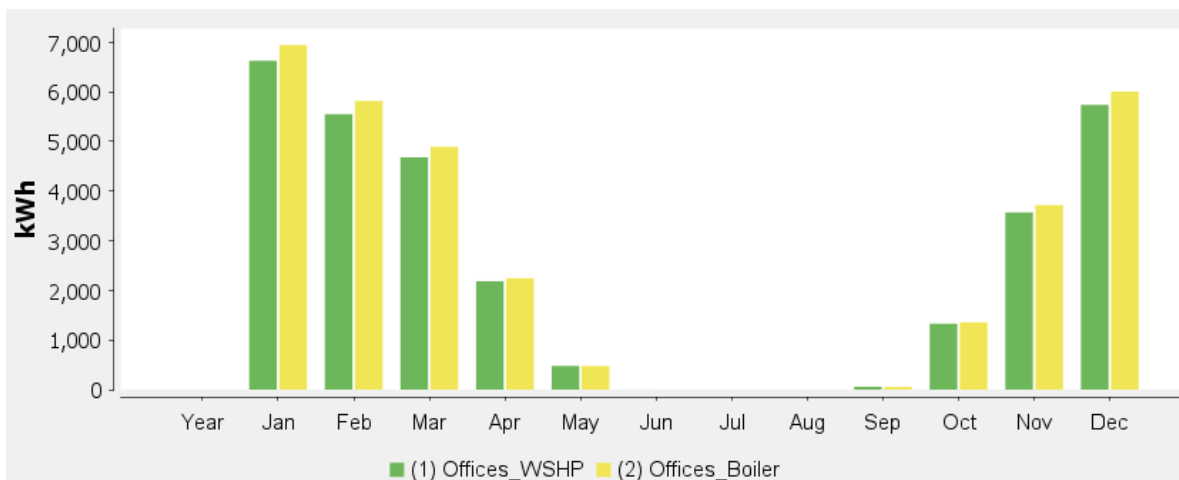
Για την περίπτωση των «Γραφείων», τα αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού για τις περιοχές της Αθήνας και της Καβάλας παρατίθενται παρακάτω.

Αθήνα

Τα ετήσια αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος παρουσιάζονται στον **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε..**

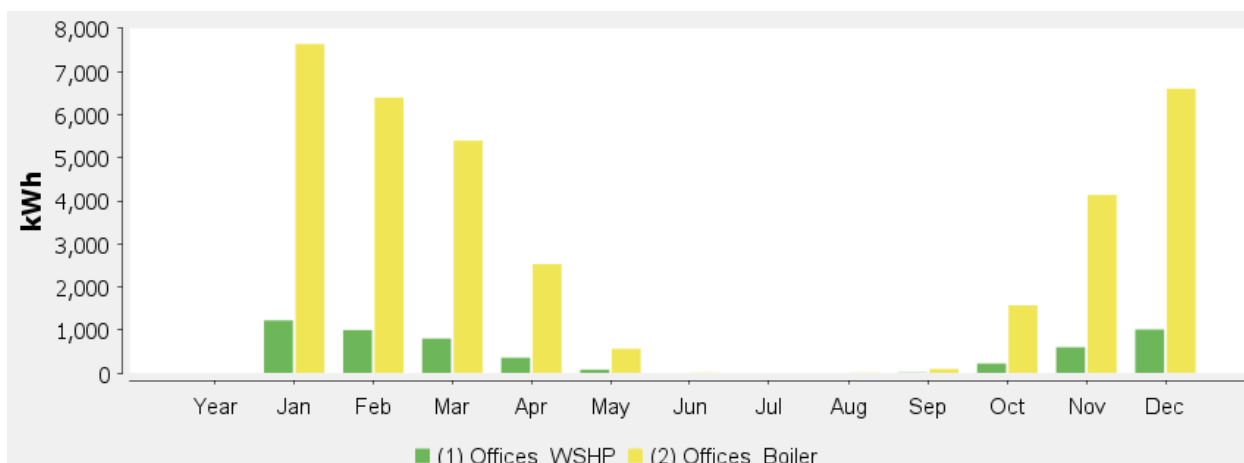
Πίνακας 39: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 6,1 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 31394 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 30227 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 4953 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,29 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | 30050 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | 8066 kg |



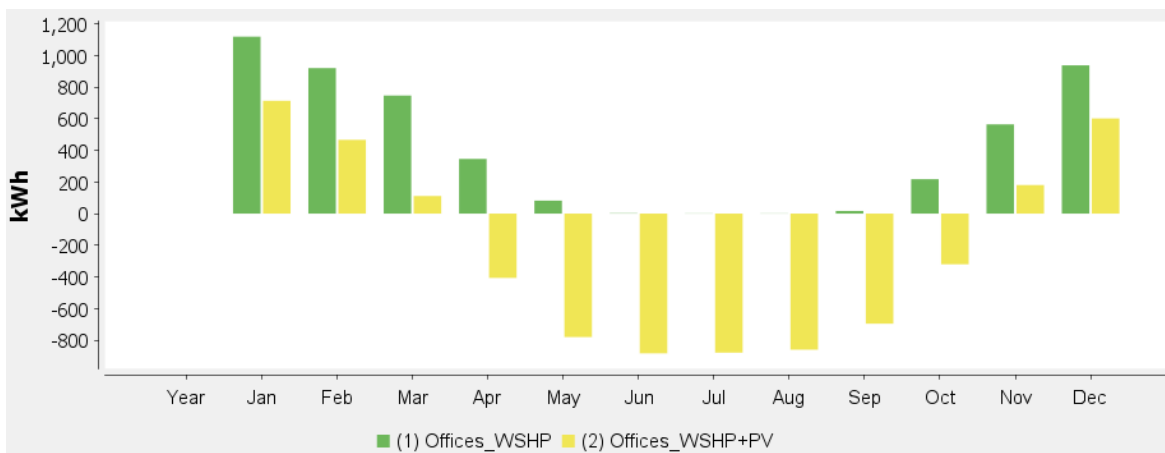
Εικόνα 71: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το προτεινόμενο σύστημα, παρά την αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που έχει, συνολικά καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από ότι το συμβατικό για την παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 72: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Αν συνυπολογιστεί συνεισφορά φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του προτεινόμενου συστήματος, τότε η σύγκριση μεταξύ του προτεινόμενου συστήματος και του προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών απεικονίζεται στην Εικόνα 76.



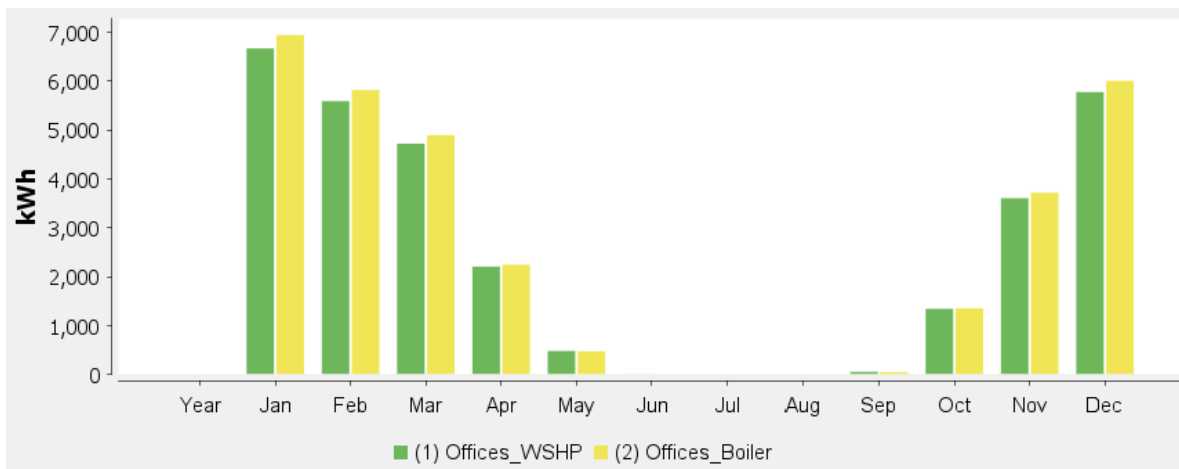
Εικόνα 73: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς.

Καβάλα

Τα ετήσια αποτελέσματα του προτεινόμενου συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 40.

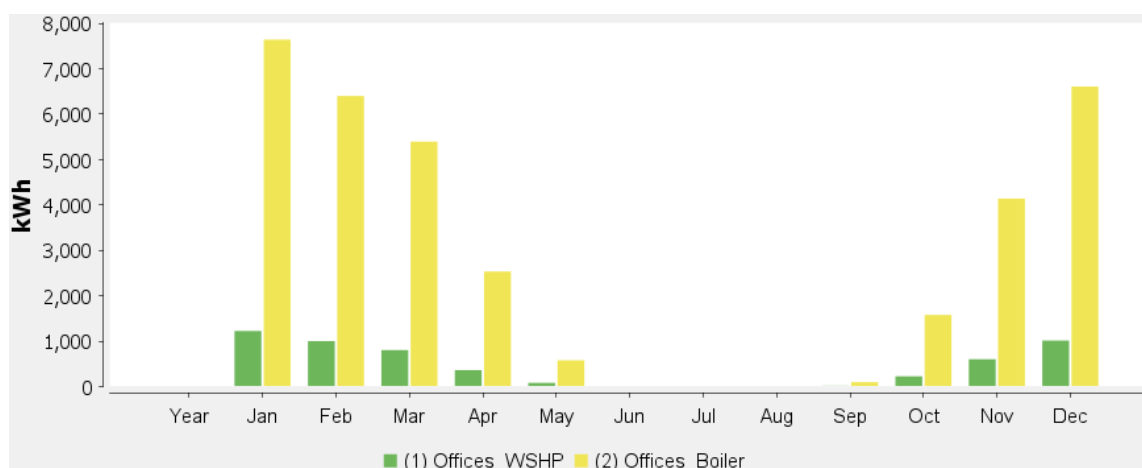
Πίνακας 40: Αποτελέσματα ετήσιας προσομοίωσης για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού.

| Όνομα Μεγέθους | Αποτέλεσμα |
|--|------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 6,1 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 31641 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 30461 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 4994 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 0,3 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | 30010 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | 8043 kg |



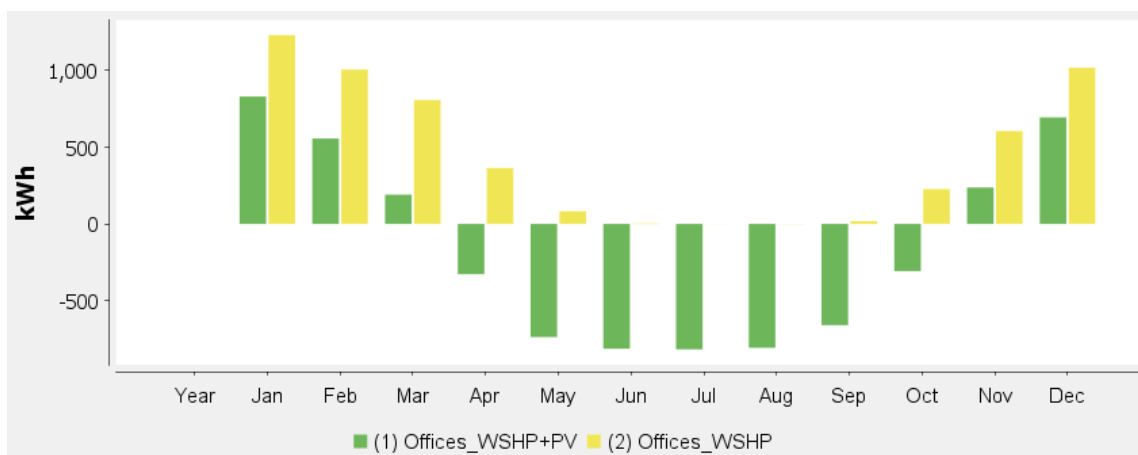
Εικόνα 74: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το προτεινόμενο σύστημα, παρά την αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που έχει, συνολικά καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από ότι το συμβατικό για την παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 75: Ετήσια κατανάλωση καυσίμου για το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το συμβατικό.

Αν συνυπολογιστεί συνεισφορά φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του προτεινόμενου συστήματος, τότε η σύγκριση μεταξύ του προτεινόμενου συστήματος και του προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών απεικονίζεται στην Εικόνα 76.



Εικόνα 76: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το προτεινόμενο σύστημα με φωτοβολταϊκό σε σύγκριση με το προτεινόμενο χωρίς.

3.2 Αντιπαραβολή προτεινόμενου συστήματος με εναλλακτικά συστήματα ανά κτιριακό τύπο

3.2.1 Κατοικία

Για την περίπτωση της «Κατοικίας» τα συστήματα σε αντιπαραβολή είναι το συμβατικό λέβητα πετρελαίου, αντλία αέρα-νερού, ΓΑΘ θαλασσινού νερού με και χωρίς φωτοβολταϊκό σύστημα. Τα συστήματα αυτά, στην παρούσα ενότητα, θα συγκριθούν με το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού και θα αποτυπωθεί η βέλτιστη επιλογή.

Πίνακας 41: Συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης αναγκών θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Κατοικίας».

| Όνομα Μεγέθους | Συμβατικό | Αντλία αέρα-νερού | Αντλία γεωεναλλάκτη | ΓΑΘ θαλασσινού νερού | ΓΑΘ θαλασσινού νερού + PV |
|--|-----------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,79 | 3,21 | 3,74 | 5,91 | 5,91 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 29854 kWh | 29423 kWh | 27868 kWh | 25351 kWh | 25351 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 25929 kWh | 25833 kWh | 25489 kWh | 24958 kWh | 24958 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 32835 kWh | - kWh | - kWh | - kWh | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 100 kWh | 8734 kWh | 8425 kWh | 5551 kWh | -330 kWh |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,4 | 0,61 | 0,42 | 0,4 | 0,4 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | - kWh | 23873 kWh | 25478 kWh | 27056 kWh | 29874 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | - kg | 9774 kg | 9774 kg | 9774 kg | 8637 kg |

Η σύγκριση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης θερμικών αναγκών αναδεικνύει ως την ενεργειακά αποδοτικότερη και περιβαλλοντικά βιωσιμότερη την επιλογή της ΓΑΘ θαλασσινού νερού, που σε συνδυασμό με φωτοβολταϊκό σύστημα είναι πλήρως αυτόνομο και επαρκές για τις ανάγκες της περίπτωσης. Η περίπτωση της αντλίας θερμότητας αέρα νερού παρουσιάζει σημαντικές διαφορές από το υφιστάμενο σύστημα αλλά εξακολουθεί να απαιτεί μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας από το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού και συνεπώς έχει μεγαλύτερη εκμετάλλευση πρωτογενούς δυναμικού. Ο χαμηλότερος δείκτης πρωτογενούς δυναμικού εμφανίζεται στην περίπτωση του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού. Τέλος, οι συντελεστές εποχικής απόδοσης (συντελεστής απόδοσης συστήματος - $SCOP = Q_{use} + E_{inv}/E_{aux} + E_{par}$) έχουν τη μεγαλύτερη τιμή τους στην περίπτωση και πάλι του προτεινόμενου συστήματος, καθιστώντας το έτσι την αποδοτικότερη επιλογή.

3.2.2 Εκπαίδευση

Για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» τα συστήματα σε αντιπαραβολή είναι το συμβατικό λέβητα πετρελαίου, αντλία αέρα-νερού, ΓΑΘ θαλασσινού νερού με και χωρίς φωτοβολταϊκό σύστημα. Τα συστήματα αυτά, στην παρούσα ενότητα, θα συγκριθούν με το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού και θα αποτυπωθεί η βέλτιστη επιλογή.

Πίνακας 42: Συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης αναγκών θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης».

| Όνομα Μεγέθους | Συμβατικό | Αντλία αέρα-νερού | Αντλία γεωεναλλάκτη | ΓΑΘ θαλασσινού νερού | ΓΑΘ θαλασσινού νερού + PV |
|--|------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,73 | 3,28 | 3,78 | 4,9 | 4,9 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 139315 kWh | 134000 kWh | 168000 kWh | 170000 kWh | 170000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 122450 kWh | 123000 kWh | 159600 kWh | 134000 kWh | 134000 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 166323 kWh | - kWh | - kWh | - kWh | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 290 kWh | 37415 kWh | 29856 kWh | 27396 kWh | -1500 kWh |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------|------------|------------|------------|------------|
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,5 | 0,55 | 0,45 | 0,37 | 0,37 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | - kWh | 129000 kWh | 151000 kWh | 168000 kWh | 168000 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | - kg | 50009 kg | 50009 kg | 50009 kg | 50009 kg |

Η σύγκριση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης θερμικών αναγκών για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης» αναδεικνύει ως την ενεργειακά αποδοτικότερη και περιβαλλοντικά βιωσιμότερη την επιλογή της ΓΑΘ θαλασσινού νερού, που σε συνδυασμό με φωτοβολταϊκό σύστημα είναι πλήρως αυτόνομο και επαρκές για τις ανάγκες της περίπτωσης. Η περίπτωση της αντλίας αέρα νερού παρουσιάζει σημαντικές διαφορές από το υφιστάμενο σύστημα αλλά εξακολουθεί να απαιτεί μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας από το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού και συνεπώς έχει μεγαλύτερη εκμετάλλευση πρωτογενούς δυναμικού. Ο χαμηλότερος δείκτης πρωτογενούς δυναμικού εμφανίζεται στην περίπτωση του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού. Εκτός του πρωτογενούς δυναμικού, το προτεινόμενο σύστημα οδηγεί σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας ετησίως εξαιτίας των χαμηλότερων αναπτυσσόμενων θερμοκρασιών στο σύστημα από την πλευρά της παραγωγής αλλά και από την πλευρά της κατανάλωσης. Τέλος, οι συντελεστές εποχικής απόδοσης (συντελεστής απόδοσης συστήματος) έχουν τη μεγαλύτερη τιμή τους στην περίπτωση και πάλι του προτεινόμενου συστήματος, καθιστώντας το έτσι την αποδοτικότερη επιλογή.

3.2.3 Προσωρινή διαμονή

Για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» τα συστήματα σε αντιπαραβολή είναι το συμβατικό λέβητα πετρελαίου και διαιρούμενες κλιματιστικές μονάδες, αντλία θερμότητας αέρα-νερού, ΓΑΘ θαλασσινού νερού με και χωρίς φωτοβολταϊκό σύστημα. Τα συστήματα αυτά, στην παρούσα ενότητα, θα συγκριθούν με το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού και θα αποτυπωθεί η βέλτιστη επιλογή.

Πίνακας 43: Συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης αναγκών θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής».

| Όνομα Μεγέθους | Συμβατικό | Αντλία αέρα-νερού | Αντλία γεω-ναλλάκτη | ΓΑΘ θαλασσινού νερού (θέρμανση) | ΓΑΘ θαλασσινού νερού + PV | ΓΑΘ θαλασσινού νερού (ψύξη) |
|---|------------|-------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,7 | 3,33 | 3,68 | 6,1 | 6,1 | 4,18 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 179949 kWh | 164133 kWh | 165020 kWh | 169000 kWh | 169000 kWh | 72313 kWh |

| | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 150691 kWh | 150201 kWh | 157000 kWh | 152000 kWh | 152000 kWh | 39483 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 213883 kWh | - kWh | - kWh | - kWh | - kWh | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 690 kWh | 45074 kWh | 38562 kWh | 29017 kWh | -1700 kWh | 9448 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,57 | 0,54 | 0,42 | 0,34 | 0,37 | 0,43 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | - kWh | 52349 kWh | 127000 kWh | 186000 kWh | 186000 kWh | 180000kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | - kg | 50009 kg | 50009 kg | 50009 kg | 50009 kg | 24568 kg |

Η σύγκριση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης θερμικών αναγκών για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» αναδεικνύει ως την ενεργειακά αποδοτικότερη και περιβαλλοντικά βιωσιμότερη την επιλογή της ΓΑΘ θαλασσινού νερού, που σε συνδυασμό με φωτοβολταϊκό σύστημα είναι πλήρως αυτόνομο και επαρκές για τις ανάγκες της περίπτωσης. Η περίπτωση της αντλίας αέρα νερού παρουσιάζει σημαντικές διαφορές από το υφιστάμενο σύστημα αλλά εξακολουθεί να απαιτεί μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας από το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού και συνεπώς έχει μεγαλύτερη εκμετάλλευση πρωτογενούς δυναμικού. Ο χαμηλότερος δείκτης πρωτογενούς δυναμικού εμφανίζεται στην περίπτωση του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού. Τέλος, οι συντελεστές εποχικής απόδοσης (συντελεστής απόδοσης συστήματος) έχουν τη μεγαλύτερη τιμή τους στην περίπτωση και πάλι του προτεινόμενου συστήματος, καθιστώντας το έτσι την αποδοτικότερη επιλογή.

Στην περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής» συνυπολογίζονται και τα φορτία ψύξης τα οποία καλύπτονται από το προτεινόμενο σύστημα με εποχικό βαθμό απόδοσης 4,18. Το προτεινόμενο σύστημα προσφέρει επίσης χαμηλό συντελεστή εκμετάλλευσης πρωτογενούς δυναμικού, 0,43. Αν συγκριθούν τα συστήματα της «Προσωρινής διαμονής» και «Εκπαίδευσης» παρατηρείται διαφορά στην απόδοσή τους, με την «Προσωρινή διαμονή» να έχει υψηλότερο. Το αποτέλεσμα αυτό αποδίδεται στη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος καθώς η «Εκπαίδευση» δεν λειτουργεί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όπου το προτεινόμενο σύστημα λειτουργεί με υψηλότερους βαθμούς απόδοσης (τόσο στην περίπτωση της ΓΑΘ θαλασσινού νερού, όσο και στην περίπτωση της ΓΑΘ που τα ηλεκτρικά της φορτία καλύπτονται από φ/β σύστημα.

3.2.4 Γραφεία

Για την περίπτωση των «Γραφείων» τα συστήματα σε αντιπαραβολή είναι το συμβατικό λέβητα πετρελαίου, αντλία αέρα-νερού, ΓΑΘ θαλασσινού νερού με και χωρίς φωτοβολταϊκό σύστημα. Τα συστήματα αυτά, στην παρούσα ενότητα, θα συγκριθούν με το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού και θα αποτυπωθεί η βέλτιστη επιλογή.

Πίνακας 44: Συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης αναγκών θέρμανσης και ψύξης για την περίπτωση των «Γραφείων».

| Όνομα Μεγέθους | Συμβατικό | Αντλία αέρα-νερού | Αντλία γε-ωεναλλάκτη | ΓΑΘ θαλασσινού νερού (θέρμανση) | ΓΑΘ θαλασσινού νερού + PV | ΓΑΘ θαλασσινού νερού (ψύξη) |
|--|-----------|-------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Συνολική απόδοση συστήματος | 0,9 | 2,87 | 3,74 | 6,1 | 6,1 | 4,21 |
| Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια/έτος | 33868 kWh | 33955 kWh | 33393 kWh | 31641 kWh | 31641 kWh | 47425 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας/έτος | 31521 kWh | 31827 kWh | 31526 kWh | 30461 kWh | 30461 kWh | 46252 kWh |
| Συνολική κατανάλωση ενέργειας από καύσιμο/έτος | 34828 kWh | - kWh | - kWh | - kWh | - kWh | - kWh |
| Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας /έτος | 176 kWh | 11106 kWh | 8425 kWh | 4994 kWh | -2714,5 kWh | 3579 kWh |
| Συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας | 1,23 | 0,63 | 0,48 | 0,3 | 0,3 | 0,47 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας/έτος | - kWh | 23898 kWh | 26579 kWh | 30010 kWh | 30010 kWh | 23158 kWh |
| Μείωση ρύπων CO2/έτος | - kg | 8066 kg | 8066 kg | 8066 kg | 8066 kg | 4547 Kg |

Η σύγκριση μεταξύ εναλλακτικών συστημάτων κάλυψης θερμικών αναγκών αναδεικνύει ως την ενεργειακά αποδοτικότερη και περιβαλλοντικά βιωσιμότερη την επιλογή της ΓΑΘ θαλασσινού νερού, που σε συνδυασμό με φωτοβολταϊκό σύστημα είναι πλήρως αυτόνομο και επαρκές για τις ανάγκες της περίπτωσης. Η περίπτωση της αντλίας αέρα νερού παρουσιάζει σημαντικές διαφορές από το υφιστάμενο σύστημα αλλά εξακολουθεί να απαιτεί μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας από το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού και συνεπώς έχει μεγαλύτερη εκμετάλλευση πρωτογενούς δυναμικού. Ο χαμηλότερος δείκτης πρωτογενούς δυναμικού εμφανίζεται στην περίπτωση του προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού. Τέλος, οι συντελεστές εποχικής απόδοσης (συντελεστής απόδοσης συστήματος) έχουν τη μεγαλύτερη τιμή τους στην περίπτωση και πάλι του προτεινόμενου συστήματος, καθιστώντας το έτσι την αποδοτικότερη επιλογή.

Στην περίπτωση των «Γραφείων» συνυπολογίζονται και τα φορτία ψύξης τα οποία καλύπτονται από το προτεινόμενο σύστημα με εποχικό βαθμό απόδοσης 4,21. Το προτεινόμενο σύστημα προσφέρει επίσης χαμηλό συντελεστή εκμετάλλευσης πρωτογενούς δυναμικού, 0,47.

4. Οικονομοτεχνική αποτίμηση προτεινόμενου συστήματος ΓΑΘ θαλασσινού νερού και περιβαλλοντικός αντίκτυπος σε σχέση με τα υφιστάμενα συστήματα

Με την εξακρίβωση της βιωσιμότερης ενεργειακά και περιβαλλοντικά επιλογής, της ΓΑΘ θαλασσινού νερού, ακολουθεί η οικονομική αποτίμηση του σεναρίου εγκατάστασής της στους τέσσερις (4) κτιριακούς τύπους. Προκειμένου να εκτιμηθεί η οικονομική βιωσιμότητα του προτεινόμενου σεναρίου θα χρησιμοποιηθούν σημαντικοί δείκτες απόδοσης (key performance indicators – KPIs). Αυτοί είναι το κόστος αρχικού κεφαλαίου (capital expenditures – CAPEX), το κόστος συντήρησης και λειτουργίας (operational expenditures – OPEX), το σταθμισμένο κόστος ενέργειας (levelized cost of energy – LCoE), η καθαρή παρούσα αξία (net present value – NPV), ο ρυθμός απόσβεσης της επένδυσης (return on investment – ROI), η περίοδος αποπληρωμής (payback period – PP) και ο εσωτερικός ρυθμός επιστροφής της επένδυσης (internal rate of return – IRR).

4.1 Κόστος Αρχικού Κεφαλαίου (Capital Expenditures - CAPEX)

Το κόστος αρχικού κεφαλαίου αναφέρεται στο ποσό δανεισμού που πρέπει να ληφθεί από την δυνητική ΕΚ προκειμένου να αγοραστεί ο δυνητικός εξοπλισμός κάλυψης των αναγκών τους. Προκύπτει από την Εξ. 1.

$$CAPEX = \sum_{n=l} q_n \text{ (€)} \quad (1)$$

όπου q είναι οι μονάδες της υπερδομής προς κάλυψη των αναγκών, n είναι το κόστος της εκάστοτε μονάδας και l είναι το σύνολο των μονάδων που δυνητικά θα αποκτηθούν.

4.2 Κόστος Συντήρησης και Λειτουργίας (Operational Expenditures - OPEX)

Το κόστος συντήρησης και λειτουργίας αναφέρεται στο ποσό που δαπανάται ετησίως από την δυνητική ΕΚ προκειμένου να λειτουργήσει ο εξοπλισμός κάλυψης των αναγκών. Προκύπτει από την Εξ. 2.

$$OPEX = \sum_{n=l} a_n + m_n \text{ (€)} \quad (2)$$

όπου a είναι το λειτουργικό κόστος των n μονάδων του συστήματος και m είναι το αντίστοιχο κόστος συντήρησης τους.

4.3 Σταθμισμένο Κόστος Ενέργειας (Levelized Cost of Energy - LCoE)

Το σταθμισμένο κόστος ενέργειας αναφέρεται στην τιμή της μονάδας ενέργειας όπως αυτή προκύπτει από το κόστος που έχει επενδυθεί για την απόκτηση του εξοπλισμού αλλά και την απόδοση σε ενέργεια, του συστήματος κατά τη διάρκεια ζωής του. Η Εξ. 3 παρουσιάζει τον αναλυτικό τρόπο υπολογισμού του σταθμισμένου κόστους ενέργειας.

$$LCoE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1 + d_r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1 + d_r)^t}} \text{ (€/kWh)} \quad (3)$$

όπου I_t είναι το κόστος επένδυσης σε έτη t , το M_t είναι τα λειτουργικά κόστη αλλά και κόστη συντήρησης για τα έτη t , F_t είναι τα έξοδα για καύσιμα στα έτη t (π.χ. βιομάζα), E_t είναι η παραχθείσα θερμική και ψυκτική ενέργεια από το σύστημα κατά τα έτη n , d_r είναι ο ρυθμός απώλειας αξίας του συστήματος.

4.4 Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value - NPV)

Η καθαρή παρούσα αξία αναφέρεται στην αξία της επένδυσης υπολογισμένη στο παρόν ως προς την δυνητική μελλοντική χρηματορροή από αυτή. Ο αναλυτικός τρόπος υπολογισμού της δίνεται από την Εξ. 4.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1 + d_r)^t} - CAPEX \text{ (€)} \quad (4)$$

Όπου R_t είναι η καθαρή χρηματορροή στο σύνολο των περιόδων υπολογισμού της αξίας, t είναι οι περίοδοι υπολογισμού της καθαρής παρούσας αξίας και $CAPEX$ είναι το αρχικό κόστος επένδυσης.

Κατοικία

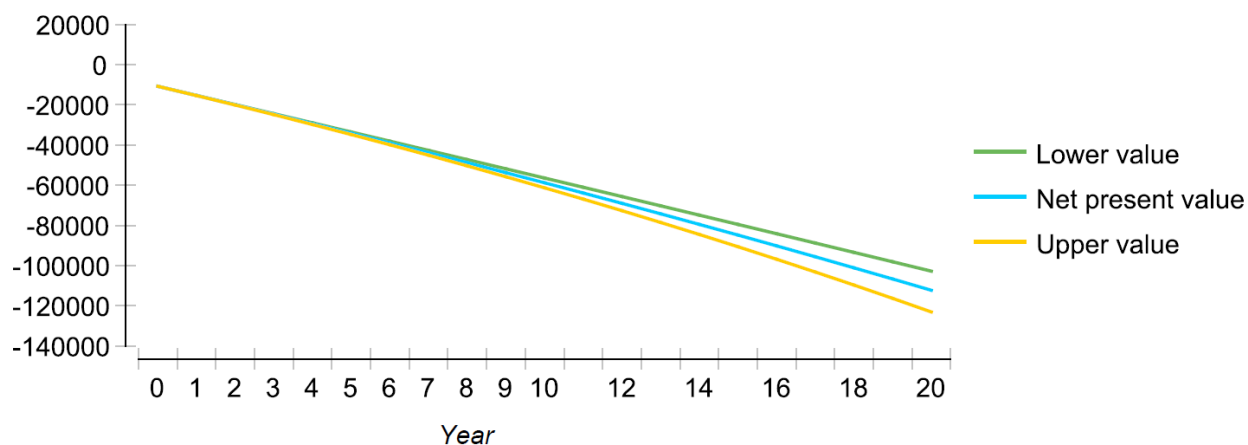
Για την περίπτωση της «Κατοικίας», η οικονομική αποτίμηση του προτεινόμενου συστήματος σε σύγκριση με τα εναλλακτικά συστήματα κάλυψης θερμικών και ψυκτικών αναγκών, όπως αυτά αναφέρθηκαν παραπάνω, παρουσιάζεται με τη χρήση KPIs στον Πίνακα 45.

Πίνακας 45: Συγκριτική αξιολόγηση KPIs για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού σε αντιπαραβολή με εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των αναγκών θέρμανσης.

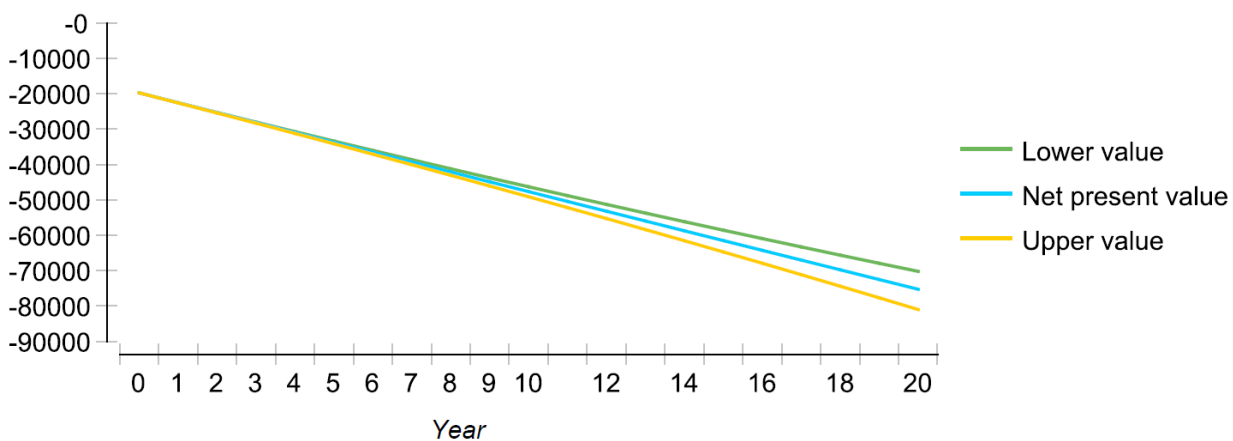
| KPI | Συμβατικό | Αντλία αέρα-νερού | ΓΑΘ θαλασσινού νερού | ΓΑΘ θαλασσινού νερού με φ/β |
|----------------------------------|-----------|-------------------|----------------------|-----------------------------|
| Primary Energy Factor | 1,42 | 0,61 | 0,38 | 0,38 |
| Total costs | 7984,2 € | 21921 € | 37898 € | 43398 € |
| Maintenance Costs | 250 € | 200 € | 300 € | 350 € |
| Net present value (NPV)-20 years | -112298 € | -75266 € | -73231 € | -78731 € |

| | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|
| Internal Rate of Return (IRR) | - | 7% | 4% | 8% |
| Return on Investment (ROI) | | 26% | 21% | 34% |
| Levelised Cost of Energy (LCOE) | 0,17 €/kWh | 0,11 €/kWh | 0,10 €/kWh | 0,09 €/kWh |
| Capital expenditure (CAPEX) | 4200 € | 19760 € | 35750 € | 41250 € |
| Operating expenditure (OPEX) | 3784,2 € | 2161 € | 2148 € | 350 € |
| Energy consumption | 33897 kWh | 23108 kWh | 36771 kWh | 36771 kWh |
| Emissions reduction (kg CO ₂ equiv.) | - | 8903 kg | 12516 kg | 18397 kg |
| Seasonal Performance Factor (SPF) | 0,81 | 3,21 | 6,1 | 6,1 |
| Simple Paypack Period (PP) - years | - | 16 | 15 | 14 |

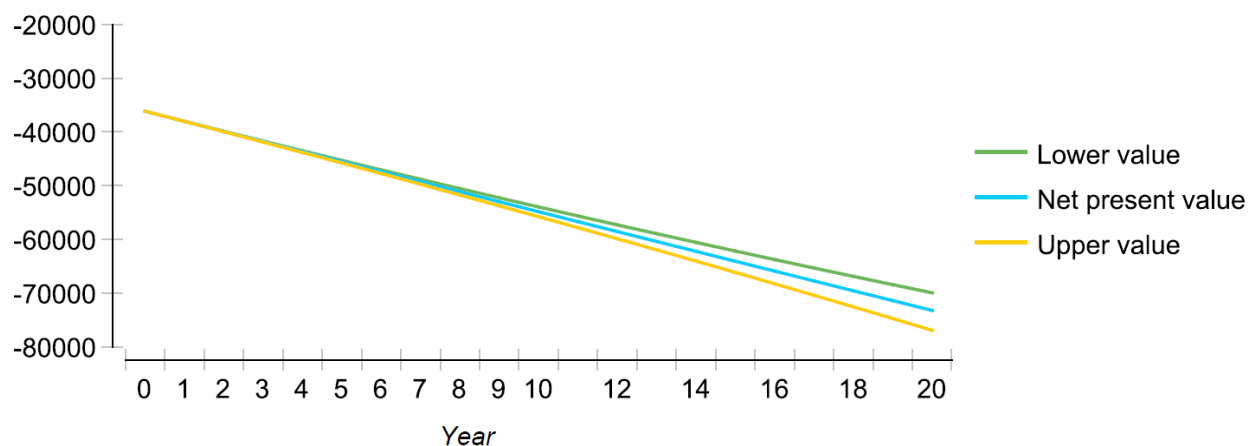
Εκτός του παραπάνω συγκεντρωτικού πίνακα, οι Εικόνα 77, Εικόνα 78, Εικόνα 79, Εικόνα 80 παρουσιάζουν τη μελέτη ευαισθησίας του NPV σε διαφορετικά σενάρια συντελεστών απόσβεσης.



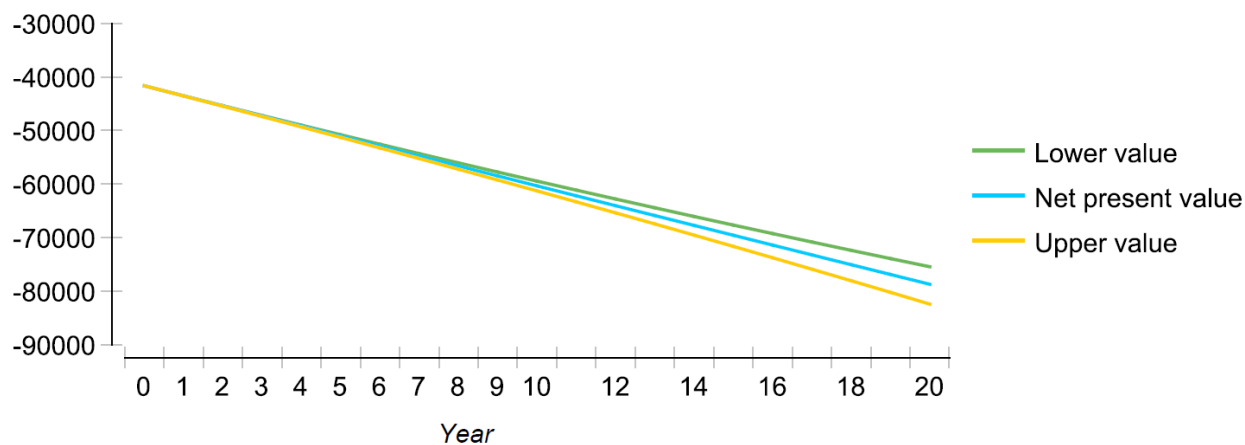
Εικόνα 77: NPV συμβατικού συστήματος στην 20ετία.



Εικόνα 78: NPV συστήματος αντλίας αέρα νερού



Εικόνα 79: NPV προτεινόμενου συστήματος.



Εικόνα 80: NPV προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών.

Εκπαίδευση

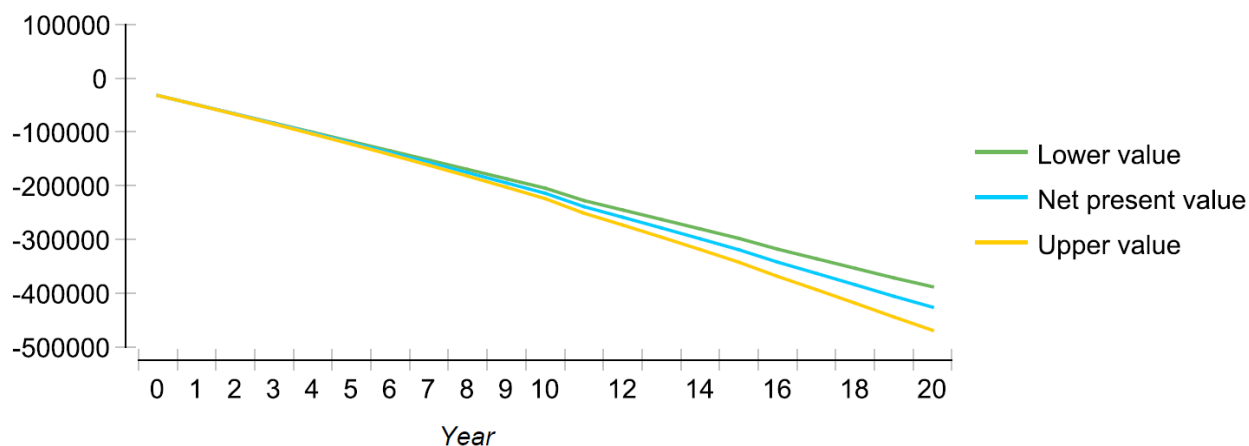
Για την περίπτωση της «Εκπαίδευσης», η οικονομική αποτίμηση του προτεινόμενου συστήματος σε σύγκριση με τα εναλλακτικά συστήματα κάλυψης θερμικών και ψυκτικών αναγκών, όπως αυτά αναφέρθηκαν παραπάνω, παρουσιάζεται με τη χρήση KPIs στον Πίνακα 46.

Πίνακας 46: Συγκριτική αξιολόγηση KPIs για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού σε αντιπαραβολή με εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των αναγκών θέρμανσης.

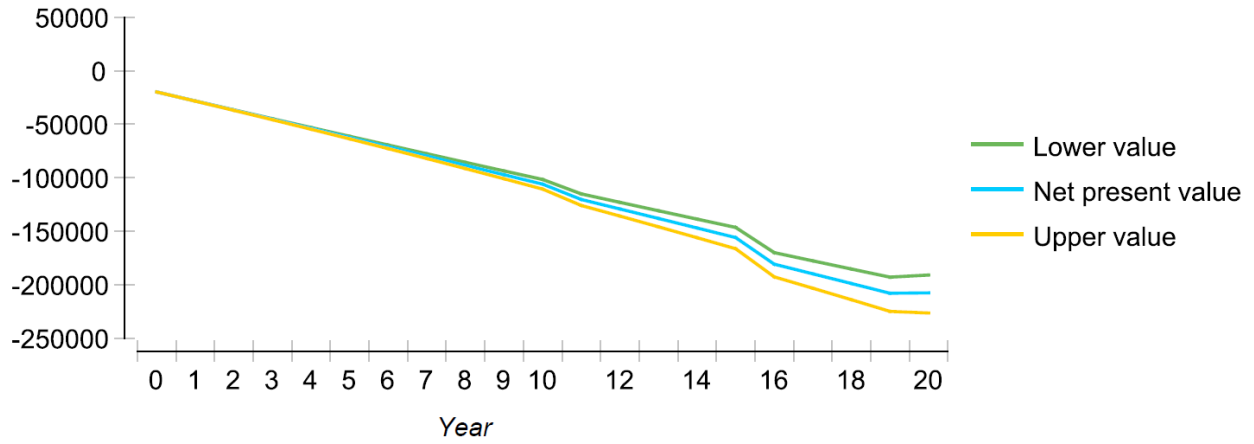
| KPI | Συμβατικό | Αντλία α- έρα-νερού | ΓΑΘ θαλασ- σινού νερού | ΓΑΘ θαλασ- σινού νερού με φ/β |
|-----------------------|-----------|------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Primary Energy Factor | 1,5 | 0,55 | 0,37 | 0,37 |

| | | | | |
|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Total costs | 47825 € | 104703 € | 133600 € | 143850 € |
| Maintenance Costs | 300 € | 350 € | 600 € | 650 € |
| Net present value (NPV)-20 years | -426099 € | -207655 € | -313698 € | -334151 € |
| Internal Rate of Return (IRR) | - | 13% | 12,7% | 11% |
| Return on Investment (ROI) | | 5% | 6% | 10% |
| Levelised Cost of Energy (LCOE) | 0,17 €/kWh | 0,15 €/kWh | 0,12 €/kWh | 0,10 €/kWh |
| Capital expenditure (CAPEX) | 32405 € | 95000 € | 125150 € | 143150 € |
| Operating expenditure (OPEX) | 15420 € | 9703€ | 7449 € | 700 € |
| Energy consumption | 122450 kWh | 123000 kWh | 134000 kWh | 134000 kWh |
| Emissions reduction (kg CO2equiv.) | - | 50009 kg | 50009 kg | 50009 kg |
| Energy saved | - | 129000 | 139000 kWh | 168000 |
| Seasonal Performance Factor (SPF) | 0,73 | 3,28 | 4,9 | 4,9 |
| Simple Paypack Period (PP) - years | - | 18 | 17 | 11 |

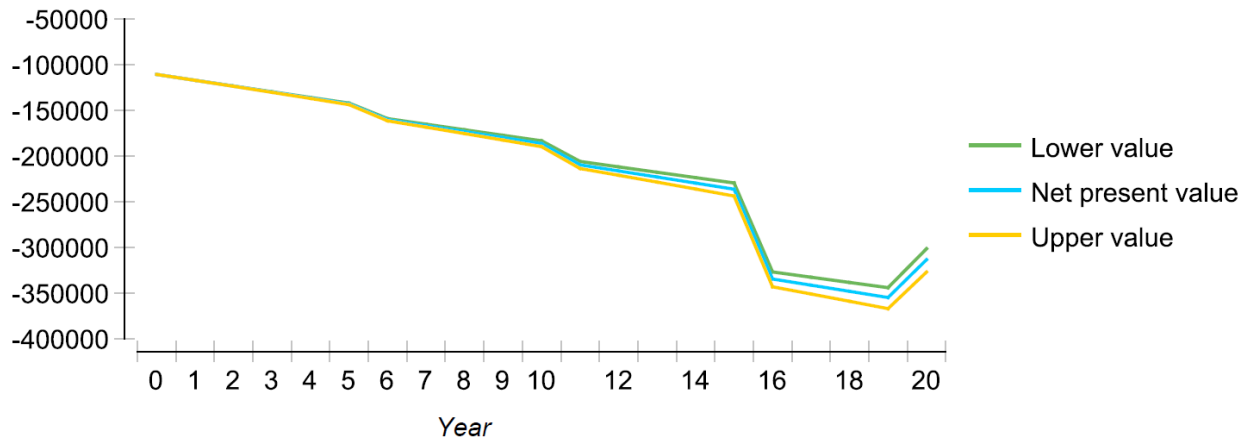
Εκτός του παραπάνω συγκεντρωτικού πίνακα, οι Εικόνα 81Εικόνα 82Εικόνα 83Εικόνα 84 παρουσιάζουν τη μελέτη ευαισθησίας του NPV σε διαφορετικά σενάρια συντελεστών απόσβεσης.



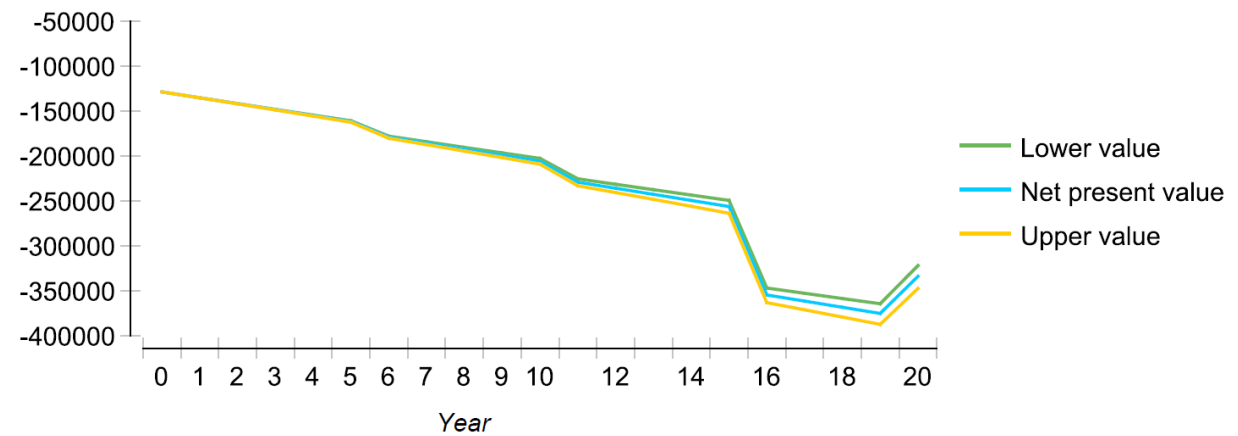
Εικόνα 81: NPV συμβατικού συστήματος στην 20ετία.



Εικόνα 82: NPV συστήματος αντλίας αέρα νερού



Εικόνα 83: NPV προτεινόμενου συστήματος.



Εικόνα 84: NPV προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών.

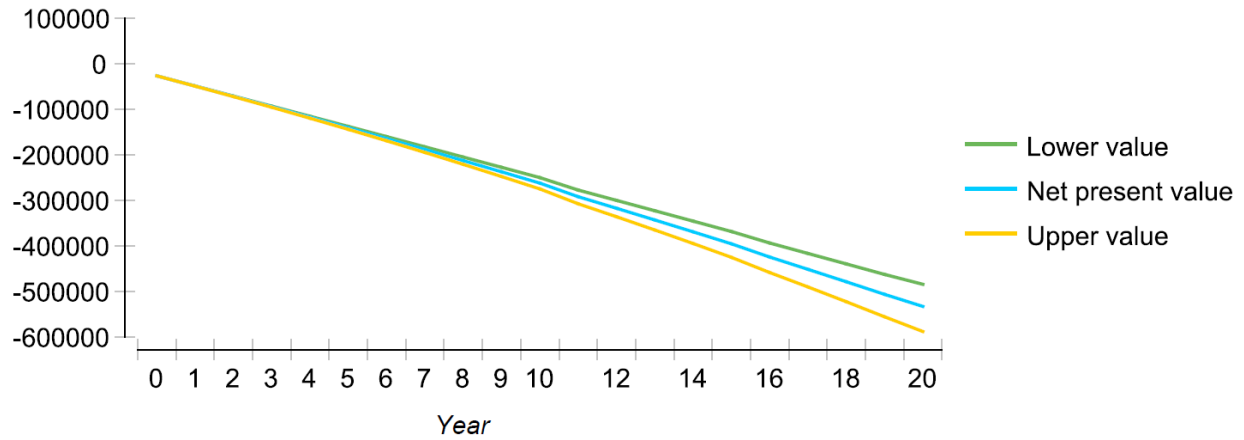
Προσωρινή διαμονή

Για την περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής», η οικονομική αποτίμηση του προτεινόμενου συστήματος σε σύγκριση με τα εναλλακτικά συστήματα κάλυψης θερμικών και ψυκτικών αναγκών, όπως αυτά αναφέρθηκαν παραπάνω, παρουσιάζεται με τη χρήση KPIs στον Πίνακα 47.

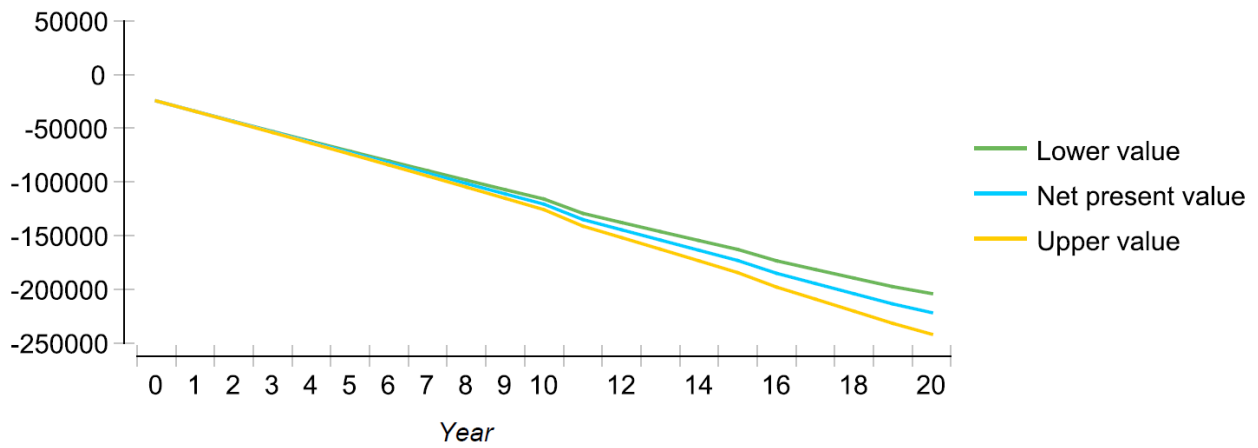
Πίνακας 47: Συγκριτική αξιολόγηση KPIs για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού σε αντιπαραβολή με εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των αναγκών θέρμανσης.

| KPI | Συμβατικό | Αντλία α-έρα-νερού | ΓΑΘ θαλασσινού νερού | ΓΑΘ θαλασσινού νερού με φ/β | ΓΑΘ-Φ/Β-Ηλιοθερμικό πεδίο |
|---|------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Primary Energy Factor | 1,57 | 0,54 | 0,34 | 0,31 | 0,31 |
| Total costs | 46803 € | 56768 € | 102454 € | 113200 € | 122665 € |
| Maintenance Costs | 700 € | 500 € | 600 € | 750 € | 900 € |
| Net present value (NPV)-20 years | -533425 € | -221730 € | -246852 € | -267305 € | -262847 € |
| Internal Rate of Return (IRR) | - | 19% | 12% | 10,2% | 10% |
| Return on Investment (ROI) | | 14% | 11% | 17% | 7% |
| Levelised Cost of Energy (LCOE) | 0,18 €/kWh | 0,10 €/kWh | 0,09 €/kWh | 0,07 €/kWh | 0,08 €/kWh |
| Capital expenditure (CAPEX) | 27160 € | 45000 € | 94500 € | 112500 € | 121765 € |
| Operating expenditure (OPEX) | 19643 € | 11768 € | 7954 € | 700 € | 900 € |
| Energy consumption | 150691 kWh | 150201 kWh | 152000 kWh | 134000 kWh | 145367 kWh |
| Emissions reduction (kg CO ₂ equiv.) | - | 50603 kg | 64309 kg | 64309 kg | 72058 kg |
| Energy saved | - | 125630 kWh | 186000 kWh | 201000 kWh | 205000 kWh |
| Seasonal Performance Factor (SPF) | 0,7 | 3,31 | 5,7 | 5,7 | 5,9 |
| Simple Payback Period (PP) - years | - | 5 | 10 | 7 | 8 |

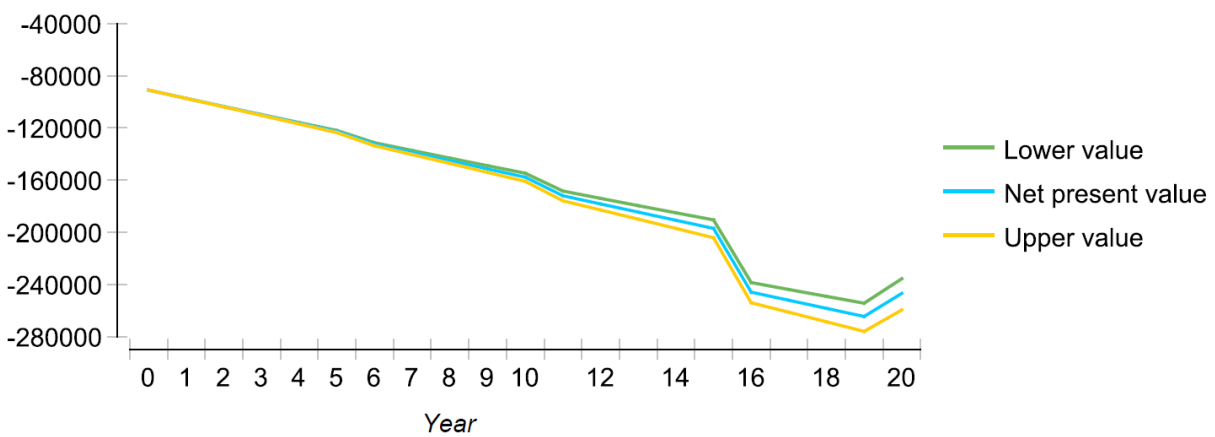
Εκτός του παραπάνω συγκεντρωτικού πίνακα, οι Εικόνα 85Εικόνα 86Εικόνα 87Εικόνα 88 παρουσιάζουν τη μελέτη ευαισθησίας του NPV σε διαφορετικά σενάρια συντελεστών απόσβεσης.



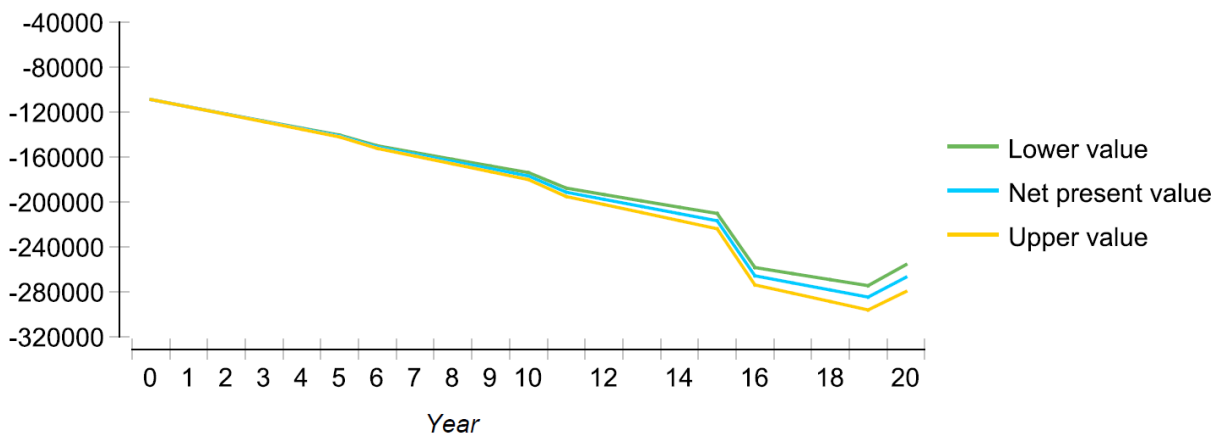
Εικόνα 85: NPV συμβατικού συστήματος στην 20ετία.



Εικόνα 86: NPV συστήματος αντλίας αέρα νερού

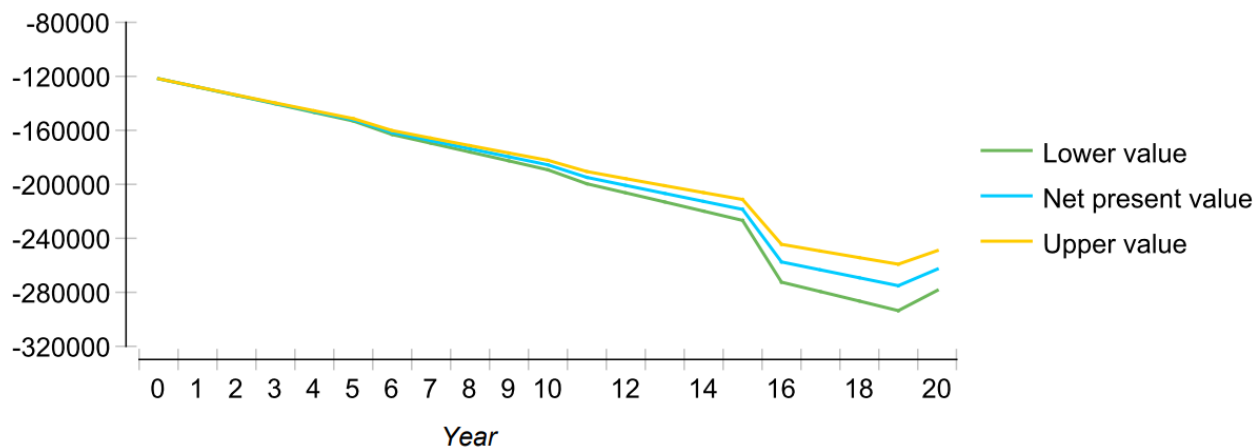


Εικόνα 87: NPV προτεινόμενου συστήματος.



Εικόνα 88: NPV προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών.

Στην περίπτωση της «Προσωρινής διαμονής», η προσθήκη ηλιοθερμικών κατόπτρων για την κάλυψη των αναγκών ΖΝΧ αυξάνει περαιτέρω την ενεργειακή και οικονομική απόδοση του συστήματος (Πίνακας 47). Η παρουσίαζεί το NPV 10-ετίας για το υβριδικό σύστημα ΓΑΘ-Φ/Β-ηλιοθερμικά κάτοπτρα.



Εικόνα 89: NPV προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών και ηλιοθερμικών κατόπτρων.

Γραφεία

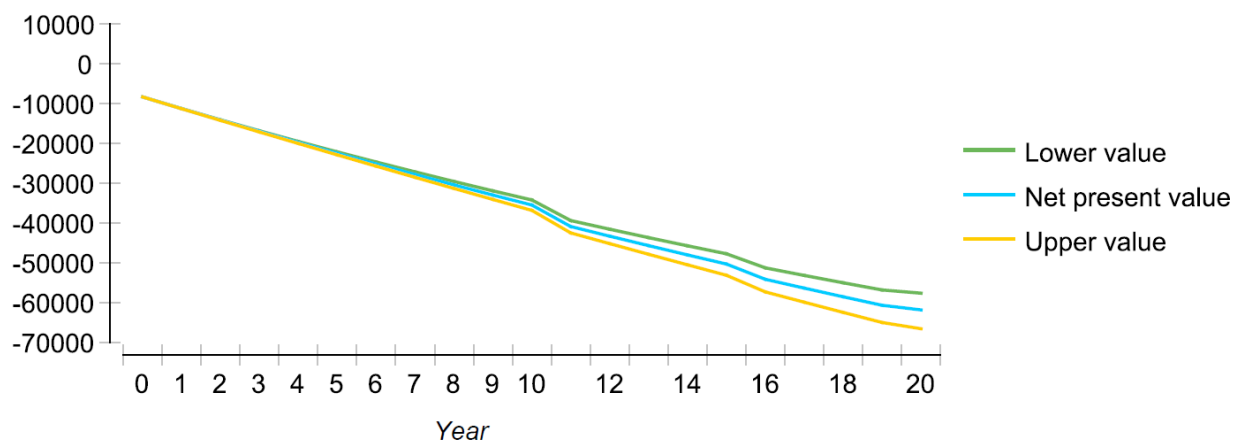
Για την περίπτωση των «Γραφείων», η οικονομική αποτίμηση του προτεινόμενου συστήματος σε σύγκριση με τα εναλλακτικά συστήματα κάλυψης θερμικών και ψυκτικών αναγκών, όπως αυτά αναφέρθηκαν παραπάνω, παρουσιάζεται με τη χρήση KPIs στον Πίνακα 48.

Πίνακας 48: Συγκριτική αξιολόγηση KPIs για το προτεινόμενο σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού σε αντιπαραβολή με εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των αναγκών θέρμανσης.

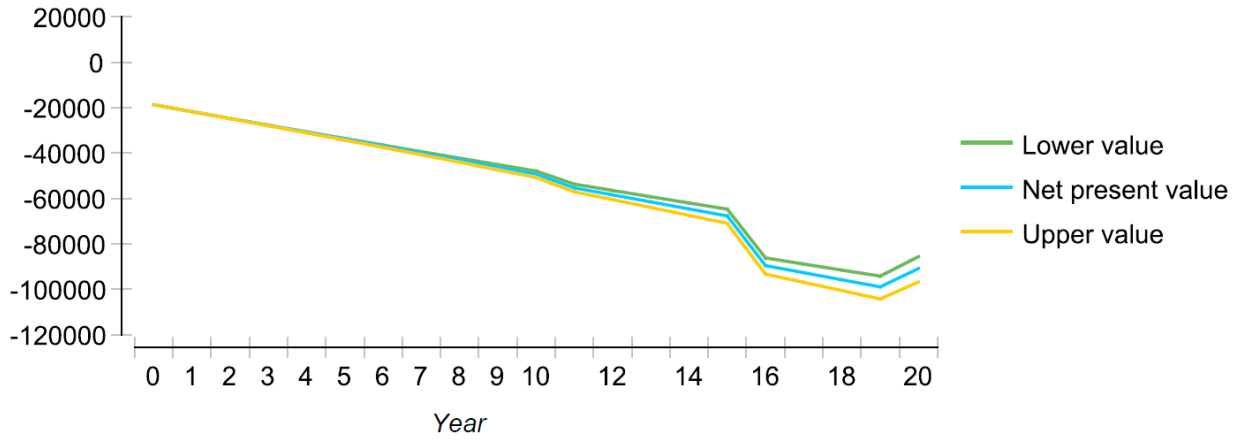
| KPI | Συμβατικό | Αντλία α- έρα-νερού | ΓΑΘ θαλασ- σινού νερού | ΓΑΘ θαλασ- σινού νερού με Φ/Β |
|-----------------------|-----------|------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Primary Energy Factor | 1,23 | 0,63 | 0,3 | 0,3 |
| Total costs | 11471 € | 21781 € | 37658 € | 39860 € |
| Maintenance Costs | 300 € | 500 € | 600 € | 750 € |

| | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|
| Net present value (NPV)-20 years | -61849 € | -90844 € | -90240 € | -89057 € |
| Internal Rate of Return (IRR) | - | 14% | 12,8% | 10% |
| Return on Investment (ROI) | | 7% | 4% | 7% |
| Levelised Cost of Energy (LCOE) | 0,15 €/kWh | 0,14 €/kWh | 0,14 €/kWh | 0,11 €/kWh |
| Capital expenditure (CAPEX) | 8305 € | 18705 € | 35810 € | 39110 € |
| Operating expenditure (OPEX) | 3366 € | 3276 € | 1848 € | 750 € |
| Energy consumption | 31521 kWh | 31827 kWh | 30461 kWh | 32011 kWh |
| Emissions reduction (kg CO ₂ equiv.) | - | 8066 kg | 8066 kg | 64309 kg |
| Energy saved | - | 23898 kWh | 30010 kWh | 37718 kWh |
| Seasonal Performance Factor (SPF) | 0,9 | 2,87 | 6,1 | 6,07 |
| Simple Paypack Period (PP) - years | - | 14 | 15 | 16 |

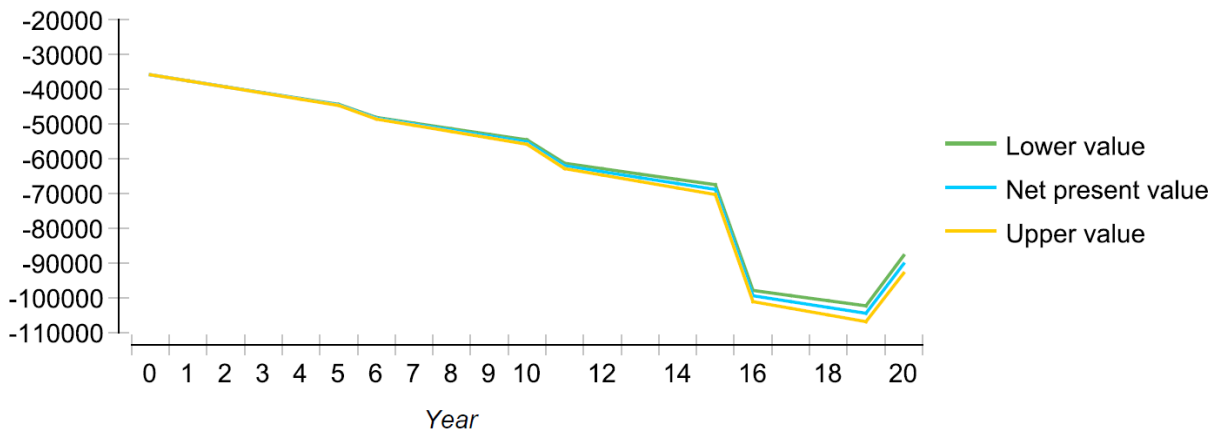
Εκτός του παραπάνω συγκεντρωτικού πίνακα, οι Εικόνα 90, Εικόνα 91, Εικόνα 92 και Εικόνα 93 παρουσιάζουν τη μελέτη ευαισθησίας του NPV σε διαφορετικά σενάρια συντελεστών απόσβεσης (ROI).



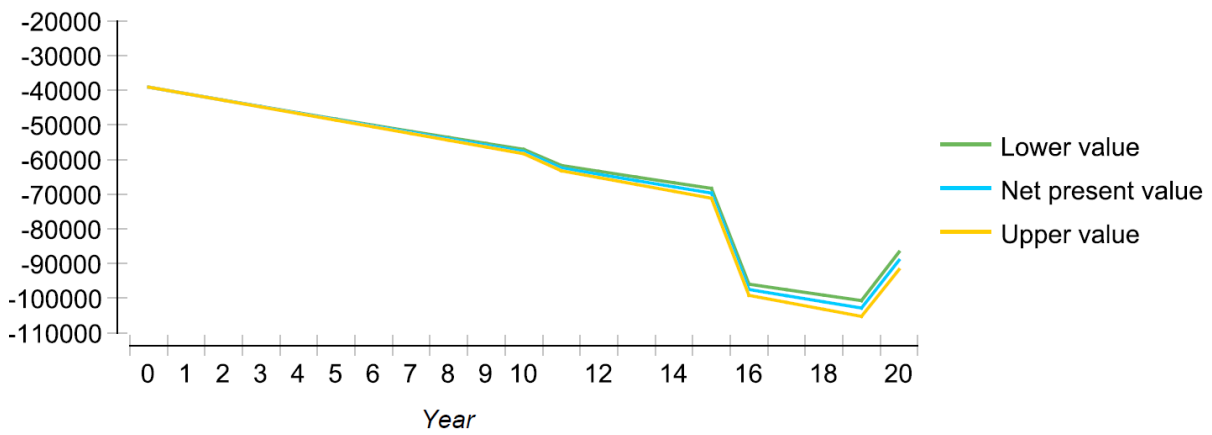
Εικόνα 90: NPV συμβατικού συστήματος στην 20ετία.



Εικόνα 91: NPV συστήματος αντλίας θερμότητας αέρα νερού



Εικόνα 92: NPV προτεινόμενου συστήματος.



Εικόνα 93: NPV προτεινόμενου συστήματος με την προσθήκη φωτοβολταϊκών.

5. Συμπεράσματα

Στην ΕΕ3 πραγματοποιήθηκε η οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση των συστημάτων ΓΑΘ θαλασσινού νερού των τεσσάρων μελετών περίπτωσης. Από τα αποτελέσματα της οικονομικής αξιολόγησης συμπεραίνεται ότι οι ΓΑΘ θαλασσινού νερού αποτελούν ενεργειακά αποδοτικότερες, περιβαλλοντικά φιλικότερες και οικονομικά βιωσιμότερες επιλογές για την κάλυψη θερμικών και ψυκτικών αναγκών και των 4 κτιριακών τύπων. Ειδικότερα, αναλύθηκαν παράγοντες που επηρεάζουν την οικονομική βιωσιμότητα όπως το ύψος των πάγιων δαπανών (CAPEX) για αγορά εξοπλισμού και κατασκευή, οι λειτουργικές δαπάνες (OPEX), η διάρκεια ζωής του έργου (Lifetime), το κόστος της ενέργειας που υποκαθίσταται (LCoE), το κόστος του χρήματος (NPV, ROI, IRR), η ύπαρξη εναλλακτικών επενδυτικών προτάσεων. Η παρούσα ΕΕ προσέφερε τα κατάλληλα δεδομένα και το αντίστοιχο υλικό στην εταιρεία Kriton Energy ώστε να παρουσιάζει προκαταρκτικά την οικονομικότητα μιας αντίστοιχης επένδυσης στους υποψήφιους πελάτες της, ανεξαρτήτως γεωγραφικής περιοχής.

Βασικοί δείκτες χρηματοοικονομικής ανάλυσης που θα μελετήθηκαν για κάθε μελέτη περίπτωσης είναι ο ρυθμός επιστροφής της επένδυσης (Return of Investment – ROI), η περίοδος αποπληρωμής (Payback period), η Καθαρά Παρούσα Αξία (Net Present Value – NPV), η εξοικονόμηση ενέργειας, η μείωση ρύπων CO₂, ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (seasonal performance factor – SPF), ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Internal Rate of Return – IRR) καθώς και άλλοι συμπληρωματικοί δείκτες. Η οικονομική βιωσιμότητα των αντλιών θερμότητας, προέκυψε από τη σύγκριση της ενέργειας που καταναλώνει ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης και κλιματισμού με την ενέργεια που καταναλώνει ένα σύστημα ΓΑΘ θαλασσινού νερού. Ο χρόνος αποπληρωμής εξαρτάται σημαντικά από την τιμή του πετρελαίου και την περιοχή που βρίσκεται η κάθε εγκατάσταση. Επιπλέον, τα συστήματα ΓΑΘ θαλασσινού νερού απαιτούν αυξημένη συντήρηση, ωστόσο χαμηλού κόστους, υπό τη μορφή κυρίως χημικού ή μηχανικού καθαρισμού των σωληνώσεων καθώς η αλατότητα του νερού αυξάνει τις επικαθίσεις. Για αυτόν το λόγο, τα μέρη της εγκατάστασης που έρχονται σε άμεση επαφή με τη θάλασσα (εναλλάκτης, υποβρύχια αντλία) κατασκευάζονται από ειδικά υλικά (τιτάνιο, ανοξείδωτος χάλυβας) ανθεκτικά στη διάβρωση. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η αντλία θερμότητας και τα εσωτερικά συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (15-20 έτη) από εκείνη των αντίστοιχων συμβατικών συστημάτων με αποτέλεσμα σημαντικά οικονομικά οφέλη σε βάθος χρόνου. Επίσης, η ενσωμάτωση φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του συστήματος αυξάνει σημαντικά την συνολική του απόδοση, τη μείωση της τελικής καταναλισκόμενης ενέργειας, τη μείωση ρύπων CO₂, το χρόνο αποπληρωμής και τη μείωση του συντελεστή εκμετάλλευσης πρωτογενούς ενέργειας. Παρά το αυξημένο κόστος αρχικής επένδυσης (CAPEX), τα υβριδικά συστήματα ΓΑΘ θαλασσινού νερού/φωτοβολταϊκών προσφέρουν συντομότερους χρόνους αποπληρωμής (PP) αλλά και οικονομικότερη ενέργεια (LCoE).

Το περιβαλλοντικό όφελος από τη χρήση ΓΑΘ προκύπτει από την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και κατ' επέκταση τη μείωση των εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου. Για την περιβαλλοντική αξιολόγηση και ποσοτικοποίηση του αντίστοιχου οφέλους που προκύπτει από την εφαρμογή συστημάτων ΓΑΘ στις τέσσερις μελέτες περίπτωσης πραγματοποιήθηκε υπολογισμός και σύγκριση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτουν από την χρήση του προτεινόμενου συστήματος και του συμβατικού. Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα υπολογίστηκαν από την κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας των δυο συστημάτων με τη χρήση των νομοθετημένων συντελεστών εκπομπής ανά καύσιμο, με τη βοήθεια του υπολογιστικού εργαλείου δυναμικών προσομοιώσεων Polysun. Παράλληλα έγινε αναφορά

στην ανάλυση του κύκλου ζωής (ΑΚΖ) των διαφόρων προαναφερθέντων σεναρίων. Μέσα από τη συγκεκριμένη διαδικασία επιτεύχθηκε ο εντοπισμός εκείνων των δραστηριοτήτων που προκαλούν τις σοβαρότερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, που είναι η αυξημένη εκμετάλλευση πρωτογενούς ενέργειας αλλά και η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από μη ανανεώσιμες πηγές. Οι χρήστες συνεπώς μπορούν να προσανατολιστούν σε συγκεκριμένους τομείς για να μειώσουν ή ακόμα και να ελαχιστοποιήσουν τις πιέσεις που ασκούνται στο περιβάλλον από την χρήση συγκεκριμένης τεχνολογίας θέρμανσης – κλιματισμού, που είναι οι ΓΑΘ θαλασσινού νερού.