



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Διπλωματική Εργασία

**“ Ανάλυση ενεργειακής αποδοτικότητας παθητικών
τεχνικών σε κτίρια γραφείων”**

Χατήρα Ελπίδα Ειρήνη
A.M. 2013050107

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Κολοκοτσά Διονυσία

Χανιά, 2025

Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων.....	1
Πίνακας εικόνων	3
Πίνακας γραφιδμάτων	4
Πίνακας πινάκων	5
Περίληψη.....	6
Abstract	7
Κεφάλαιο 1: Θεωρητική προσέγγιση	8
Εισαγωγή	8
Το ενεργειακό ζήτημα	9
Η ενεργειακή φτώχεια.....	10
Η ενεργειακή φτώχεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση	10
Η ενεργειακή φτώχεια στην Ελλάδα	12
Το παγκόσμιο όραμα της αειφόρου ανάπτυξης	14
Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια	16
Το κτιριακό απόθεμα στην Ελλάδα.....	16
Κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων στην Ελλάδα	19
Κεφάλαιο 2: Παθητικά Κτίρια.....	24
Εισαγωγή	24
Βασικές αρχές Παθητικών Κτιρίων.....	25
Τύποι Παθητικών Κτιρίων.....	27
Παθητικά Κτίρια και Κτίρια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης.....	29
Παραδείγματα Παθητικών Κτιρίων.....	30
Το πρώτο Παθητικό Κτίριο παγκοσμίως, Darmstadt-Kranichstein, Γερμανία.....	30
Παθητικό Κτιριακό Συγκρότημα στην Αγριά Βόλου.....	32
Παθητικό Κτίριο «Τσέρι» (Κύπρος)	33
Έδρα Ελληνικού Ινστιτούτου Παθητικού Κτιρίου (Ε.Ι.ΠΑ.Κ) – Παπάγου	35
Smith House, Urbana, Illinois	36
PHPP - Passive House Planning Package	39
Κεφάλαιο 3: Σχεδιασμός Παθητικών κτιρίων	41
Εισαγωγή	41

Αρχιτεκτονική – Βιοκλιματικός σχεδιασμός και σωστή χωροθέτηση.....	43
Θερμικές απώλειες – Θερμομόνωση και Αεροστεγανότητα	46
Θερμομόνωση	47
Θερμογέφυρες	47
Αεροστεγανότητα	48
Κουφώματα	48
Μηχανικός αερισμός με ανάκτηση ενέργειας	51
Κεφάλαιο 4: Μοντελοποίηση κτιρίου K2.....	53
Εισαγωγή	53
Αρχική κατάσταση του κτιρίου	55
Βήμα 1: Θερμομόνωση και αεροστεγανότητα.....	59
Βήμα 2: Αλλαγή κουφωμάτων και προσθήκη συστήματος αερισμού	62
Βήμα 3: Μείωση κατανάλωσης ενέργειας.....	66
Σύγκριση αποτελεσμάτων	68
Βιβλιογραφία.....	71
Δικτυογραφία	74
Annex: PHPP	75

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1: Ποσοστό ενεργειακής φτώχειας στην ΕΕ το 2021 (Eurostat)	11
Εικόνα 2: Συμβολή του κτιριακού τομέα σε διάφορες περιοχές στην ενεργειακή αποδοτικότητα, σύμφωνα με το Σενάριο Βιώσιμης Ανάπτυξης 2000-2030 (IEA, 2020)...	15
Εικόνα 3: Κατανομή των κτιρίων αποκλειστικής χρήσης βάσει της χρήσης τους (www.statistics.gr).....	16
Εικόνα 4: Κατανομή των κτιρίων μικτής χρήσης βάσει της χρήση τους (Greenpeace, 2015)	17
Εικόνα 5: Κατανομή κτιρίων με βάση την περίοδο κατασκευής (απογραφή ΕΛΣΤΑΤ 2011)	18
Εικόνα 6: Ενεργειακά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά κτιρίων στην Ελλάδα σε συνάρτηση με την χρονολογία και τον αριθμό των κατασκευών.	18
Εικόνα 7: Μέση υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (κολώνες, πρωτεύων άξονας) και εκπομπές CO ₂ (σύμβολα, δευτερεύων άξονας) για διαφορετικές κατηγορίες κτιρίων (Greenpeace, 2015).....	19
Εικόνα 8: Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά την τελική χρήση	20
Εικόνα 9: Μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση, για τις πιο βασικές κατηγορίες κτιρίων του τριτογενή τομέα (Σχολεία *: Σχολεία / Φροντιστήρια/Ωδεία / Αίθουσες διδασκαλίας, Καταστήματα*: Καταστήματα / Φαρμακεία / Εμπορικά κέντρα / Αγορές / Υπεραγορές, Εστιατόρια*: Εστιατόρια / Ζαχαροπλαστεία / Καφενεία), (Greenpeace, 2015)	21
Εικόνα 10: Ποσοστό ΠΕΑ κτιρίων δημοσίων υπηρεσιών ανά ενεργειακή κατηγορία (Βουτσαδάκης, 2020).....	22
Εικόνα 11: Μέση κατανάλωση ανά χρήση κτιρίου και κλιματική ζώνη	23
Εικόνα 12: Οι 5 βασικές αρχές ενός Παθητικού Κτιρίου.....	25
Εικόνα 13: Ετήσιο κόστος για ενέργεια διαφόρων τύπων κτιρίων.....	26
Εικόνα 14: Passive House Classic/Plus/Premium (https://passipedia.org)	27
Εικόνα 15: Αριθμός Παθητικών Κτιρίων ανά έτος και ανά χώρα (www.langconsulting.at)	30
Εικόνα 16: Νότια πρόσοψη του κτιρίου Darmstadt-Kranichstein (www.passipedia.org).	30
Εικόνα 17: Σύστημα αερισμού κα θέρμανσης αέρα του Παθητικού Κτιρίου στο Darmstadt	31
Εικόνα 18: Σύγκριση της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας (αριστερά) με το ενεργειακό ισοζύγιο όπως υπολογίζεται με το PHPP για το παθητικό σπίτι Darmstadt – Kranichstein (www.passipedia.org).....	32
Εικόνα 19: Παθητικό Κτιριακό Συγκρότημα στην Αγριά Βόλου	33
Εικόνα 20: Παθητικό Κτίριο «Τσέρι»	34
Εικόνα 21: Θερμοπερατότητα Παθητικού Κτιρίου «Τσέρι»	34

Εικόνα 22: Η έδρα του ΕΙΠΑΚ στου Παπάγου.....	35
Εικόνα 23: Το σχέδιο ανακαίνισης του κτιρίου στου Παπάγου	36
Εικόνα 24: Το Smith House στην Urbana του Illinois (www.solaripedia.com)	37
Εικόνα 25: Το Fairview House (www.solaripedia.com)	38
Εικόνα 26: Απεικόνιση του τρόπου εισροής δεδομένων στο PHPP (www.passipedia.org)	39
Εικόνα 27: Λειτουργία βιοκλιματικού κτιρίου (www.phius.org)	43
Εικόνα 28: Παράδειγμα σωστής διαχείρισης της ηλιακής ακτινοβολίας στην πιο απλή μορφή.	44
Εικόνα 29: Βέλτιστο σχήμα κτιρίου ανά κλίμα ¹⁴ (Νικολούδης Σ., Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παραδοσιακή αρχιτεκτονική, 2013).	45
Εικόνα 30: Διαφορά μεταξύ ενός συμβατικού και ενός ενεργειακού κουφώματος και κατασκευής.....	46
Εικόνα 31: Αριστερά είναι μια κατασκευαστική θερμογέφυρα και δεξιά μια γεωμετρική... ..	47
Εικόνα 32: Επίπεδο αεροστεγανότητας (κόκκινη γραμμή) και πιθανά σημεία διαρροών (https://passiv.de/)	48
Εικόνα 33: Χαρακτηριστικά και απώλειες ενός κουφώματος (https://passiv.de/).....	49
Εικόνα 34: Ενδεικτικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων στην Ευρώπη, ώστε να επιτυγχάνεται η θερμική άνεση στα κτίρια	50
Εικόνα 35: Ενδεικτικό σύστημα μηχανικού αερισμού σε κτίριο (https://passiv.de/)	51
Εικόνα 36: Ετήσια θερμοκρασιακή διακύμανση ατμοσφαιρικού αέρα και εδάφους (www.anelixi2020.org)	52
Εικόνα 37: Επιβεβαίωση κτιρίου ως EnerPhit Classic από το PHPP	70

Πίνακας γραφημάτων

Γράφιμα 1: Διάγραμμα ακτινοβολίας-θερμότητας	53
Γράφιμα 2: Θερμικά κέρδη και απώλειες αρχικής κατάστασης κτιρίου.....	55
Γράφιμα 3: Γράφιμα υπερθέρμανσης αρχικής κατάστασης κτιρίου.....	56
Γράφιμα 4: Ισοζύγιο ενέργειας θέρμανσης αρχικής κατάστασης κτιρίου	57
Γράφιμα 5: Ισοζύγιο ενέργειας ψύξης αρχικής κατάστασης κτιρίου	58
Γράφιμα 6: Γράφιμα υπερθέρμανσης μετά το πρώτο βήμα παρεμβάσεων.....	59
Γράφιμα 7: Ισοζύγιο ενέργειας θέρμανσης μετά το πρώτο βήμα παρεμβάσεων	60
Γράφιμα 8: Ισοζύγιο ενέργειας ψύξης μετά το πρώτο βήμα παρεμβάσεων	61
Γράφιμα 9: Θερμικά κέρδη και απώλειες μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων.....	62

Γράφιμα 10: Γράφιμα υπερθέρμανσης μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων	63
Γράφιμα 11: Ισοζύγιο ενέργειας θέρμανσης μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων	64
Γράφιμα 12: Ισοζύγιο ενέργειας ψύξης μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων	65
Γράφιμα 13: Μηνιαίες απαιτήσεις ZNX	67
Γράφιμα 14: Μηνιαία παραγωγή ενέργειας από την τοποθέτηση ΦΒ πάνελς	67
Γράφιμα 15: Σύνοψη αποτελεσμάτων	68
Γράφιμα 16: Καταληλότητα κτιρίου κατά την αρχική (αριστερά) και τελική (δεξιά) κατάσταση	69

Πίνακας πινάκων

Πίνακας 1: Αποτελέσματα αρχικής κατάστασης κτιρίου	55
Πίνακας 2: Αποτελέσματα μετά το πρώτο βήμα παρεμβάσεων	59
Πίνακας 3: Αποτελέσματα μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων	62
Πίνακας 4: Αποτελέσματα μετά το τρίτο βήμα παρεμβάσεων	66

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει την ενεργειακή αποδοτικότητα παθητικών τεχνικών σε κτίρια γραφείων, αναδεικνύοντας τη σημασία τους στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια αντιπροσωπεύει το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και το 36% των εκπομπών CO₂ στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Για τον λόγο αυτό, οι ευρωπαϊκές οδηγίες και άλλες νομικές ρυθμίσεις επιβάλλουν τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Μια σημαντική λύση είναι το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου, το οποίο υπόσχεται έως και 90% μείωση στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ενοίκων. Μέχρι σήμερα, χιλιάδες κτίρια παγκοσμίως έχουν κατασκευαστεί ακολουθώντας αυτό το πρότυπο.

Στο πλαίσιο αυτής της μελέτης, πραγματοποιήθηκε η μοντελοποίηση ενός υφιστάμενου κτιρίου γραφείων του Πολυτεχνείου Κρήτης ως Παθητικού Κτιρίου, χρησιμοποιώντας το λογισμικό PHPP. Η διαδικασία περιλάμβανε τη θερμομόνωση και αεροστεγανότητα του κτιρίου, την αντικατάσταση κουφωμάτων και την προσθήκη συστήματος αερισμού. Επιπλέον, η ενεργειακή κατανάλωση μειώθηκε μέσω της αντικατάστασης του συστήματος θέρμανσης και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, καθώς και μέσω της εγκατάστασης ηλεκτρικού θερμοσίφωνα και φωτοβολταϊκών πάνελ.

Έτσι, η παρούσα εργασία επιβεβαιώνει τη σημασία των παθητικών τεχνικών ως μέσο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και συμβολής στη βιώσιμη ανάπτυξη.

Abstract

This thesis examines the energy efficiency of passive techniques in office buildings, highlighting their importance in reducing energy consumption.

Building energy consumption accounts for 40% of total energy use and 36% of CO₂ emissions in the European Union. For this reason, European directives and legal regulations require improvements in energy efficiency. A significant solution is the Passive House standard, which promises up to a 90% reduction in heating energy consumption and contributes to improving occupants' quality of life. To date, thousands of buildings worldwide have been constructed following this standard.

In this study, an existing office building at the Technical University of Crete was modeled as a Passive House using the PHPP software. The process included thermal insulation and airtightness improvements, window frame replacement, and the addition of a ventilation system. Furthermore, energy consumption was reduced by upgrading the heating system and electromechanical equipment, as well as installing an electric water heater and photovoltaic panels.

This thesis confirms the significance of passive techniques as a means of enhancing energy efficiency and contributing to sustainable development.

.

Κεφάλαιο 1: Θεωρητική προσέγγιση

Εισαγωγή

Η εντατική εκμετάλλευση, μετά τη βιομηχανική επανάσταση, των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων (γαιανθράκων, πετρελαίου και φυσικού αερίου) για την παραγωγή ενέργειας, εκτός από το πρόβλημα της εξάντλησης των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων, δημιουργεί και το πρόβλημα της ρύπανσης λόγω της παραγωγής ρύπων. Η ατμόσφαιρα επιβαρύνεται από την έκλυση χημικών ουσιών που είτε προϋπήρχαν, σε μικρές συγκεντρώσεις, στους βιογεωχημικούς κύκλους, όπως πχ. CO₂, SO₂, NO, NO₂, είτε εμφανίστηκαν ανθρωπογενώς, όπως οι τετραχλωράνθρακες (CFCs) και το εντομοκτόνο DDT. Η απελευθέρωση των ρύπων αυτών στην ατμόσφαιρα, έχει άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στην ισορροπία της βιόσφαιρας και υποβαθμίζει τα φυσικά οικοσυστήματα. Οι εκτιμήσεις για το μέλλον είναι αποθαρρυντικές, με πιο ανησυχητική από όλες την κλιματική αλλαγή. Φαινόμενα ρύπανσης όπως η όξινη βροχή, το αυξημένο φαινόμενο του θερμοκηπίου, η εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος και το φωτοχημικό νέφος δε γνωρίζουν γεωγραφικά ή πολιτικά σύνορα αποτελώντας πλέον διεθνές πρόβλημα.

Η αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών είναι ίσως η μεγαλύτερη πρόκληση της εποχής μας και απαιτεί επαναπροσανατολισμό των ανθρώπινων επιλογών, υιοθέτηση μιας οικοκεντρικής φιλοσοφίας και στάσης, αειφορική διαχείριση των φυσικών πόρων και αναδιάρθρωση των τρόπων παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2021), ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για το 36% των εκπομπών CO₂ και το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ε.Ε. Τα τελευταία χρόνια, η έμφαση δίνεται στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και στη μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σύμφωνα με τη στρατηγική της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας.

Το ενεργειακό ζήτημα

Πριν το 19^ο αιώνα και τη βιομηχανική επανάσταση οι ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπου καλύπτονταν από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι αυξημένες ενεργειακές ανάγκες των μεγάλων βιομηχανικών μονάδων έστρεψαν την ανθρώπινη δραστηριότητα στην εξόρυξη και καύση των στερεών (γαιάνθρακες), υγρών (πετρέλαιο) και αερίων (φυσικό αέριο) ορυκτών καυσίμων. Σύντομα, οι βιομηχανικά αναπτυσσόμενες χώρες έπαψαν να είναι ενεργειακά αυτόνομες οπότε η εισαγωγή ορυκτών καυσίμων από χώρες με μεγάλα ενεργειακά αποθέματα οδήγησε σε γεωπολιτικές ανακατατάξεις που έβαλαν τη σφραγίδα τους στην παγκόσμια ιστορία από το τέλος του 19^{ου} αιώνα και μετά.

Σε οικονομικό και πολιτικό επίπεδο η ενεργειακή εξάρτηση των χωρών καταναλωτών από τις προμηθεύτριες χώρες οδήγησε σε οικονομική εξάρτηση, με αποτέλεσμα σημαντικές διακυμάνσεις στην τιμή των καυσίμων, εντάσεις και διαμάχες μεταξύ κρατών αλλά και ανάγκη για χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στο πλαίσιο αυτό δημιουργήθηκε το ενεργειακό ζήτημα, το οποίο ουσιαστικά εκφράζει τη συνειδητοποίηση ότι οι μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι δεν είναι ανεξάντλητοι και η διαχείρισή τους οδηγεί σε ασταθείς, απρόβλεπτες και προβληματικές κοινωνικοπολιτικές, περιβαλλοντικές, οικονομικές και γεωστρατηγικές καταστάσεις (Hall, 2013).

Η πρώτη ενεργειακή κρίση το 1973, οπότε η τιμή του πετρελαίου πενταπλασιάστηκε σε μικρό χρονικό διάστημα, αναδεικνύει το παγκόσμιο πρόβλημα της εξάντλησης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη στενή σχέση μεταξύ της ενεργειακής πολιτικής και της εξωτερικής πολιτικής κάθε χώρας.

Για την ουσιαστική αντιμετώπιση του ενεργειακού ζητήματος απαιτείται επαναπροσδιορισμός των ατομικών και συλλογικών επιλογών μας σε σχέση με την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας. Μπορούμε να πετύχουμε τη βελτίωση της ενεργειακής επάρκειας μειώνοντας ή μηδενίζοντας την μη αναγκαία χρήση και τη σπατάλη ενέργειας. Για να το πετύχουμε αυτό πρέπει : α) σε ατομικό επίπεδο να αναπτύξουμε συνείδηση οικονομίας ενέργειας, αφενός διαμορφώνοντας στάσεις και συμπεριφορές που μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και αφετέρου αυξάνοντας την ενεργειακή μας επάρκεια αναπτύσσοντας και χρησιμοποιώντας κατάλληλη τεχνολογία, και β) σε εθνικό και υπερεθνικό επίπεδο, να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε «πράσινες» στρατηγικές και να υιοθετήσουμε πολιτικές που επενδύουν στην ανάπτυξη, διάδοση και εφαρμογή νέων τεχνολογιών που αξιοποιούν στο μέγιστο βαθμό τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η ενεργειακή φτώχεια

Το 2010 στο World Economic Forum ορίστηκε ως «ενεργειακή φτώχεια» η αδυναμία πρόσβασης σε επαρκείς, προσιτές, αξιόπιστες, ποιοτικές, ασφαλείς και περιβαλλοντικά ορθές ενεργειακές υπηρεσίες. Σύμφωνα με το Energy Poverty Observatory, η ενεργειακή φτώχεια είναι μια ξεχωριστή μορφή φτώχειας που σχετίζεται άμεσα με μια σειρά αρνητικών επιπτώσεων στη σωματική και ψυχική υγεία των ανθρώπων, αλλά έχει και έμμεσο αντίκτυπο σε πολλούς τομείς της πολιτικής, του περιβάλλοντος και της οικονομίας. Η αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας αποφέρει πολλαπλά οφέλη, όπως για παράδειγμα μείωση των δαπανών για την υγεία, βελτίωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της κλιματικής αλλαγής, αυξημένη οικονομική δραστηριότητα και ευημερία των νοικοκυριών.

Σε παγκόσμιο επίπεδο το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας αποτελεί τεράστια πρόκληση αφού, παρόλο που ο σύγχρονος πολιτισμός στηρίζεται στην χρήση ενέργειας, η πρόσβαση σε επαρκείς και προσιτές πηγές δεν κατανέμεται ισότιμα μεταξύ των πολιτών. Αν και η ενεργειακή φτώχεια δεν σημαίνει απαραίτητα και οικονομική φτώχεια, η πρόσβαση στις ενεργειακές υπηρεσίες συνδέεται με την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη, οι φτωχότερες χώρες είναι αυτές που διαθέτουν τις χειρότερες ενεργειακές υπηρεσίες, γεγονός που συμβάλλει σημαντικά στο υποβαθμισμένο βιοτικό επίπεδο. Υπολογίζεται ότι, αν δεν αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό, μέχρι το 2030, 4000 άτομα την ημέρα θα πεθαίνουν λόγω του τοξικού καπνού και των πυρκαγιών που προκαλούνται από μη ασφαλείς, πρωτόγονες εστίες μαγειρέματος σε εσωτερικούς χώρους κτιρίων. Οι εκτιμήσεις αυτές ξεπερνούν αντίστοιχες εκτιμήσεις για ανθρώπινες απώλειες λόγω σοβαρών λοιμώξεων όπως η ιλαρά, η φυματίωση και το AIDS (Lavelle, 2010).

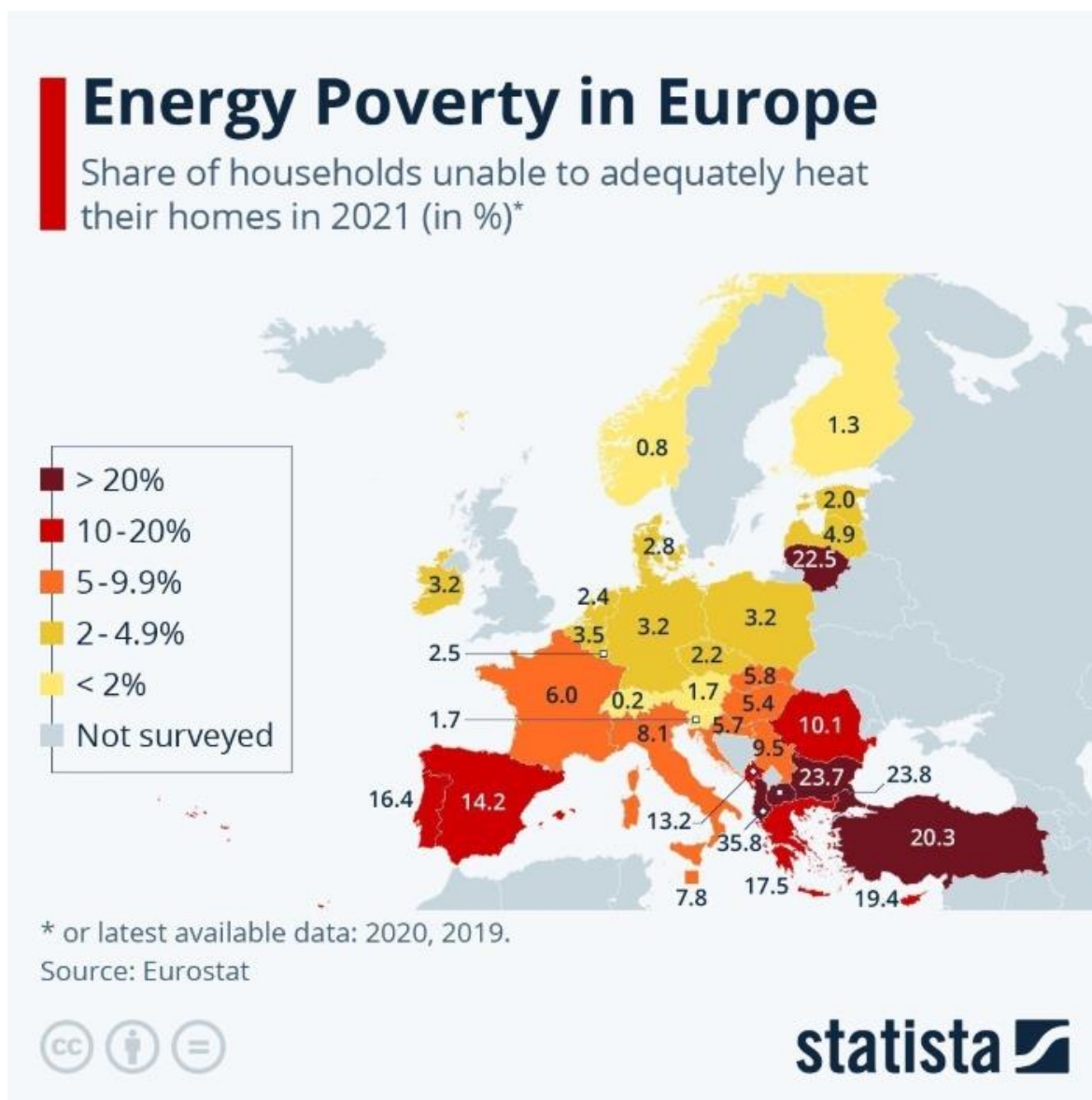
Η ενεργειακή φτώχεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Ο όρος «ενεργειακή φτώχεια» εμφανίστηκε για πρώτη φορά στα θεσμικά όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατά τη διαδικασία της προετοιμασίας του «Τρίτου Ενεργειακού Πακέτου» που εγκρίθηκε από την ολομέλεια του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου στις 21 Απριλίου 2009 (www.europarl.europa.eu). Το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας έχει αναγνωριστεί ως προτεραιότητα, με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να προτείνει νέα μέτρα για την καταπολέμηση του φαινομένου. Οι οδηγίες για τα Nearly Zero Energy Buildings (nZEB) και το "Fit for 55" στοχεύουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και στη μείωση του ενεργειακού κόστους για τα νοικοκυριά.

Σύμφωνα με το Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας (Energy Poverty Observatory 2022) της Ευρωπαϊκής Ένωσης (www.energypoverty.eu) περίπου 34 εκατομμύρια Ευρωπαίοι δεν είχαν επαρκή θέρμανση το 2021. Η επαρκής θέρμανση, η ψύξη, ο φωτισμός και η χρήση ηλεκτρικών συσκευών είναι βασικές υπηρεσίες για την εξασφάλιση ενός αξιοπρεπούς βιοτικού επιπέδου. Μέσω της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου, η πρόσβαση σε αυτές τις ενεργειακές υπηρεσίες ενισχύει την κοινωνική ένταξη.

Τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Στατιστικής Αρχής δείχνουν πως το 2021, 50 εκατομμύρια κάτοικοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ποσοστό 11,4%) ζούσαν σε συνθήκες ενεργειακής φτώχειας (<https://ec.europa.eu/eurostat>). Τρεις είναι οι παράμετροι που επηρεάζουν την ενεργειακή φτώχεια στα ευρωπαϊκά νοικοκυριά: η αδυναμία διατήρησης της εσωτερικής θερμοκρασίας, η καθυστέρηση αποπληρωμής των λογαριασμών ενέργειας και οι ακατάλληλες συνθήκες διαβίωσης. Αν και οι συγκεκριμένοι παράμετροι διαφέρουν από χώρα σε χώρα στην Ε.Ε., τα κριτήρια είναι παρόμοια σε όλη την Ευρώπη. Το Ευρωπαϊκό

Ινστιτούτο Απόδοσης Κτιρίων αντιστοιχεί τα νοικοκυριά αυτά σε 50-125 εκατομμύρια Ευρωπαίους πολίτες. Επομένως, χρησιμοποιείται ο όρος «ενεργειακή ευαλωτότητα» προκειμένου να περιγράψει τη χωρική και χρονική του φαινομένου την ενεργειακή φτώχεια.



Εικόνα 1: Ποσοστό ενεργειακής φτώχειας στην ΕΕ το 2021 (Eurostat)

Το κτιριακό απόθεμα ανά την Ευρώπη παρατηρείται να είναι υπεύθυνο, σε ποσοστό 40%, της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Τα παλιά κτίρια με κακή ή ανύπαρκτη μόνωση είναι περισσότερο κοστοβόρα καθώς απαιτούν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας για την επαρκή κάλυψη των αναγκών τους και κυρίως της θέρμανσής τους. Για να ενισχύσει την ενεργειακή ασφάλειά και αυτάρκειά της, η Ευρωπαϊκή Ένωση προσανατολίστηκε προς την

εξοικονόμηση ενέργειας στο κτιριακό τομέα με βασικό στόχο την μείωση των αναγκών θέρμανσης ώστε σταδιακά να υπάρξει απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα ως μέσο θέρμανσης.

Η πολιτική οδηγεί στην υποστήριξη κατασκευής κτιρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης και, πιο συγκεκριμένα, των Zero Energy Buildings (ZEB) δηλαδή των κτιρίων μηδενικού ενεργειακού ισοζυγίου. Ακόμα, η νομοθετική πρόταση «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» (Clean Energy for all Europeans), η οποία ανακοινώθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση στις 30 Νοεμβρίου 2016 αποδεικνύει τον προσανατολισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης προς την αντιμετώπιση του ζητήματος. Τον Δεκέμβριο του 2016 ιδρύθηκε το Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο για την Ενεργειακή Φτώχεια (European Energy Poverty Observatory), το οποίο λειτουργεί ως όργανο πληροφόρησης σχετικά με τις υπάρχουσες πρωτοβουλίες, τις πολιτικές και τους φορείς που δραστηριοποιούνται με στόχο τη μείωση της ενεργειακής φτώχειας σε όλη την Ευρώπη. Επίσης, τον Δεκέμβριο του 2018 πραγματοποιήθηκε η υποβολή Εθνικών Σχεδίων για την Ενέργεια και το Κλίμα (NECPs) από τα κράτη-μέλη, όπου οι χώρες περιέγραψαν πολιτικές και μέτρα για την αντιμετώπιση του ενεργειακού ζητήματος και της κλιματικής αλλαγής. Τελος, η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal), που θεσπίστηκε το 2019, επιδιώκει την ουδέτερη εκπομπή άνθρακα έως το 2050 μέσω της ενεργειακής μετάβασης και της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η ενεργειακή φτώχεια στην Ελλάδα

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (2022), περίπου το 17% των ελληνικών νοικοκυριών αδυνατούσε να διατηρήσει το σπίτι του επαρκώς ζεστό τον χειμώνα. Το Εθνικό Παρατηρητήριο για την Ενεργειακή Φτώχεια, χρησιμοποιεί δύο βασικούς δείκτες για τη μελέτη του φαινομένου:

1. Το ποσοστό κάλυψης βασικών ενεργειακών αναγκών των νοικοκυριών (το επιθυμητό είναι άνω του 80%) και
2. Το ποσοστό πραγματικών ενεργειακών δαπανών (το επιθυμητό είναι μέχρι 10%).

Το Εθνικό Παρατηρητήριο επίσης λαμβάνει υπόψη παραμέτρους όπως η περιφέρεια και η κλιματική ζώνη στις οποίες βρίσκεται το νοικοκυριό, το μέγεθός του και η ύπαρξη ευπαθών ατόμων στην οικογένεια, το ετήσιο εισόδημα, το καθεστώς ιδιοκτησίας και το έτος κατασκευής του κτιρίου.

Κατά την τελευταία δεκαετία έχουν γίνει κάποιες ουσιαστικές προσπάθειες στήριξης των ευάλωτων ομάδων του πληθυσμού και εξομάλυνσης του φαινομένου, όπως (INZEB, 2019):

- Η εφαρμογή του Κοινωνικού Τιμολογίου (ΚΟΤ) από το 2010
- Προθεσμία τουλάχιστον 40 ημερών για την εξόφληση των λογαριασμών κατανάλωσης ενέργειας
- Δυνατότητα τμηματικής και άτοκης εξόφλησης των λογαριασμών κατανάλωσης ενέργειας
- Αναστολή της δυνατότητας του προμηθευτή να διακόψει την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας λόγω ληξιπρόθεσμων οφειλών
- Επιδότηση πετρελαίου θέρμανσης

- Επιδότηση έως 70% έργων εξοικονόμησης ενέργειας για νοικοκυριά με χαμηλό εισόδημα με το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ'οίκον II» που ξεκίνησε το 2018

Στόχος αυτών των προσπαθειών, εκτός από την άμεση στήριξη των οικονομικά ευάλωτων ομάδων του πληθυσμού, είναι η επίτευξη των εθνικών ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων. Η Ελλάδα έχει θέσει στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα που υποβλήθηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2018 ποσοτικό στόχο για τη μείωση της ενεργειακής φτώχειας κατά 50% μέχρι το 2025 και κατά 75% μέχρι το 2030.

Παρά τις παραπάνω παρεμβάσεις η Ευρωπαϊκή Στατιστική Αρχή (Eurostat) επισημαίνει αύξηση του ενεργειακού κόστους για τα ελληνικά νοικοκυριά. Σύμφωνα με στοιχεία του 2024, η Ελλάδα κατέχει την 9^η θέση στον πίνακα τιμών ηλεκτρικής ενέργειας (μαζί με φόρους και εισφορές) μεταξύ των κρατών-μελών. Η ελληνική κυβέρνηση έχει υιοθετήσει πολιτικές όπως το «Εξοικονομώ - Αυτονομώ» που ενισχύουν ενεργειακές αναβαθμίσεις κατοικιών για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών CO₂.

Το παγκόσμιο όραμα της αειφόρου ανάπτυξης

Σύμφωνα με το IEA World Energy Outlook 2023 υπάρχουν 733 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως χωρίς πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια, κυρίως στην Αφρική και στη Νότια Ασία. Πιο συγκεκριμένα, στην υποσαχάρια Αφρική 590 εκατομμύρια άνθρωποι (43% του πληθυσμού της) ζουν χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ στην αναπτυσσόμενη Ασία ζουν χωρίς ηλεκτρική ενέργεια 143 εκατομμύρια άνθρωποι (3% του πληθυσμού).

Το σύγχρονο ενεργειακό ζήτημα επιβάλλει την αναδιάρθρωση των τρόπων παραγωγής και κατανάλωσης και την υιοθέτηση αειφόρων ενεργειακών συστημάτων. Οι επιλογές αυτές συνεπάγονται ριζικές αλλαγές σε ατομικό, τοπικό, εθνικό και υπερεθνικό επίπεδο, γεγονός που καθιστά την επίλυση του ενεργειακού ζητήματος ιδιαίτερα πολύπλοκη και ατελέσφορη. Σύμφωνα με την Lavelle (2010), το επιδεινούμενο πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας μπορεί να λυθεί με μικρό κόστος τόσο στην οικονομία των κρατών όσο και στην κλιματική αλλαγή. Και προσθέτει ότι, σύμφωνα με έρευνα των Ηνωμένων Εθνών, η επίτευξη του παγκόσμιου στόχου της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε όλον τον πληθυσμό του πλανήτη ως το 2030 μπορεί να επιτευχθεί με επιβάρυνση του παγκόσμιου ΑΕΠ κατά 0.06%, αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατά μόλις 2,9%, ενώ η ζήτηση πετρελαίου θα αυξηθεί λιγότερο από 1% και οι εκπομπές άνθρακα να είναι μόλις 0,8% υψηλότερες.

Σε επίπεδο διεθνών διασκέψεων, υπάρχει συμφωνία ότι προέχει η πρόβλεψη, πρόληψη και έγκαιρη αντιμετώπιση των αιτιών και των συνεπειών των περιβαλλοντικών προβλημάτων που απορρέουν του ενεργειακού ζητήματος, ενώ όλοι αποδέχονται το γεγονός ότι τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι αφενός αλληλένδετα μεταξύ τους και αφετέρου σχετίζονται με σοβαρά κοινωνικά και οικονομικά ζητήματα όπως η αστικοποίηση, ο υπερκαταναλωτισμός, η δημογραφική έκρηξη κ.ά.

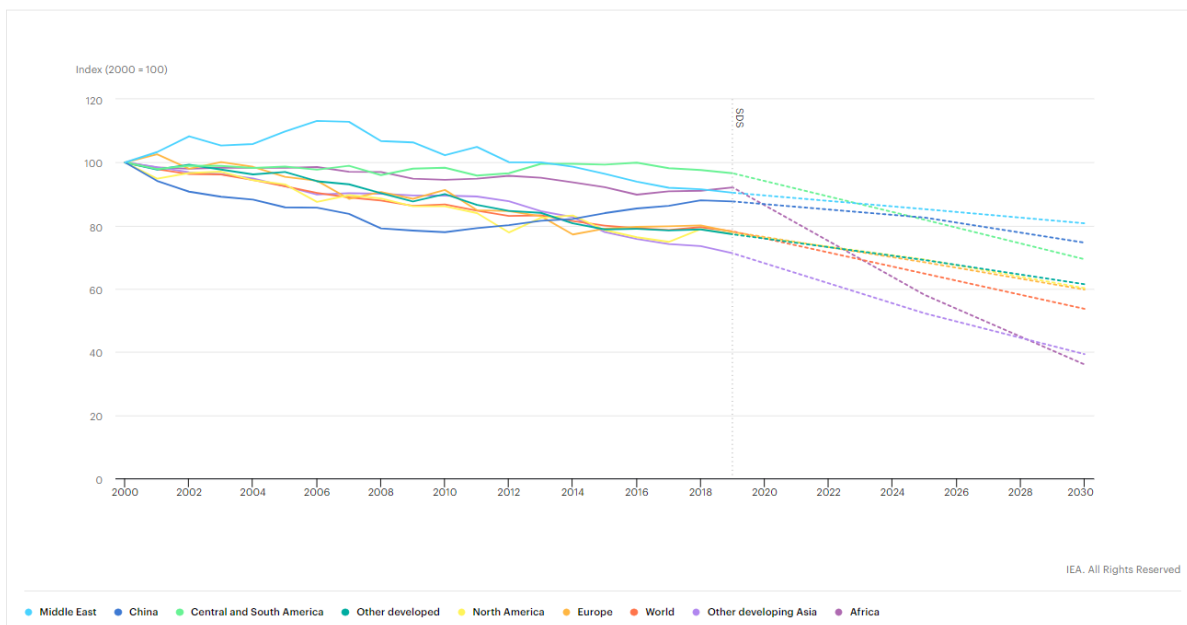
Αν συγκρίνουμε πρόσφατα στατιστικά δεδομένα με αντίστοιχα των αρχών της δεκαετίας του 2000, παρατηρούμε μια σημαντική βελτίωση: σύμφωνα με στοιχεία της International Energy Agency (2018) για πρώτη φορά το 2017 ο αριθμός των κατοίκων του πλανήτη χωρίς πρόσβαση σε ενέργεια για τις καθημερινές τους ανάγκες έπεσε κάτω από 1 δισεκατομμύριο. Στην ανατολική Ασία και τη Λατινική Αμερική έχουν πλέον καλύτερη πρόσβαση στην ενέργεια χάρη στην επέκταση των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας. Στην Ινδονησία, ο ρυθμός ηλεκτροδότησης είναι σχεδόν 95% σήμερα από 50% το 2000. Αντίστοιχα στο Μπαγκλαντές είναι 80% σήμερα από 20% το 2000. Στην Κένυα είναι 73% σήμερα από 8% το 2000, στην Αιθιοπία είναι 45% από 5% το 2000 και στόχο την καθολική πρόσβαση στην ενέργεια το 2022 (IEA, 2018, Silverstein, 2019).

Παρά τη σημαντική πρόοδο, η αειφόρος διαχείριση της ενέργειας απέχει ακόμα πολύ. Σύμφωνα με στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας μέχρι το 2018, το 40% του παγκόσμιου πληθυσμού, δεν είχαν πρόσβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τις καθημερινές τους ανάγκες (IEA, 2018). Αν και το νούμερο αυτό ήταν 2,9 δισεκατομμύρια άνθρωποι το 2010, είναι προφανές ότι η επίτευξη του Στόχου 7 της βιώσιμης ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών χρειάζεται πολλή και εντατική δουλειά για να επιτευχθεί. Το αισιόδοξο είναι ότι ο αριθμός των ατόμων που έχει πρόσβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει εξαπλασιαστεί από το 2011 και έφτανε τα 133 εκατομμύρια άτομα το 2016 (IRENA, 2018).

Η ατζέντα του 2030 για την αειφόρο ανάπτυξη αξιολογεί την πρόσβαση σε προσιτή, αξιόπιστη, βιώσιμη και τεχνολογικά σύγχρονη ενέργεια ως βασικό πυλώνα του Στόχου Αειφόρου Ανάπτυξης 7 (SDG 7). Ο SDG 7 δεν προϋποθέτει απλά τη διασφάλιση

παγκόσμιας πρόσβασης στην ενέργεια αλλά και την παροχή της με προσιτό, αξιόπιστο και βιώσιμο τρόπο. Η καθολική πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια απαιτεί συντονισμένη δράση σε πολλά επίπεδα, όπως πολιτικές και νομοθεσία, μοντέλα οργάνωσης και χρηματοδότησης, θεσμικά πλαίσια, ανάπτυξη ικανοτήτων, προσαρμογή τεχνολογίας και διατομεακές διασυνδέσεις (IRENA, 2018).

Στις αναπτυσσόμενες βιομηχανικά χώρες, τα κτίρια είναι ευθύνονται για το 40% της συνολικής καναλισκώμενης ενέργειας (Garcia & Kranzi, 2018). Επομένως, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων παίζει καθοριστικό ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 2: Συμβολή του κτιριακού τομέα σε διάφορες περιοχές στην ενεργειακή αποδοτικότητα, σύμφωνα με το Σενάριο Βιώσιμης Ανάπτυξης 2000-2030 (IEA, 2020)

Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια

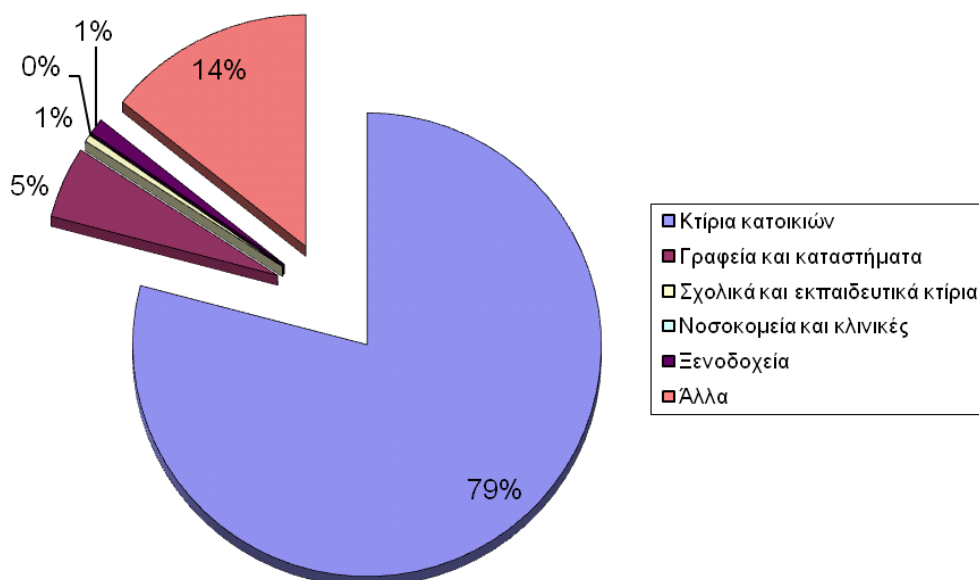
Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής προϋποθέτει μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Είναι αποδεκτό ότι η κατανάλωση ενέργειας του κτιριακού αποθέματος αποτελεί σημαντικό ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι πολύπλευρη και πολυδιάστατη έννοια, αφού ποικίλοι περιβαλλοντικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί παράγοντες καθορίζουν την ενεργειακή συμπεριφορά κάθε κτιρίου. Η ηλικία του κτιριακού αποθέματος είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζει την ενεργειακή απόδοση.

Τόσο η ευρωπαϊκή όσο και η εθνική νομοθεσία εστιάζει στην ανάγκη αύξησης της ενεργειακής απόδοσης. Όλες οι ισχύουσες νομοθετικές διατάξεις στην Ελλάδα επιδιώκουν εναρμόνιση με τις ευρωπαϊκές οδηγίες.

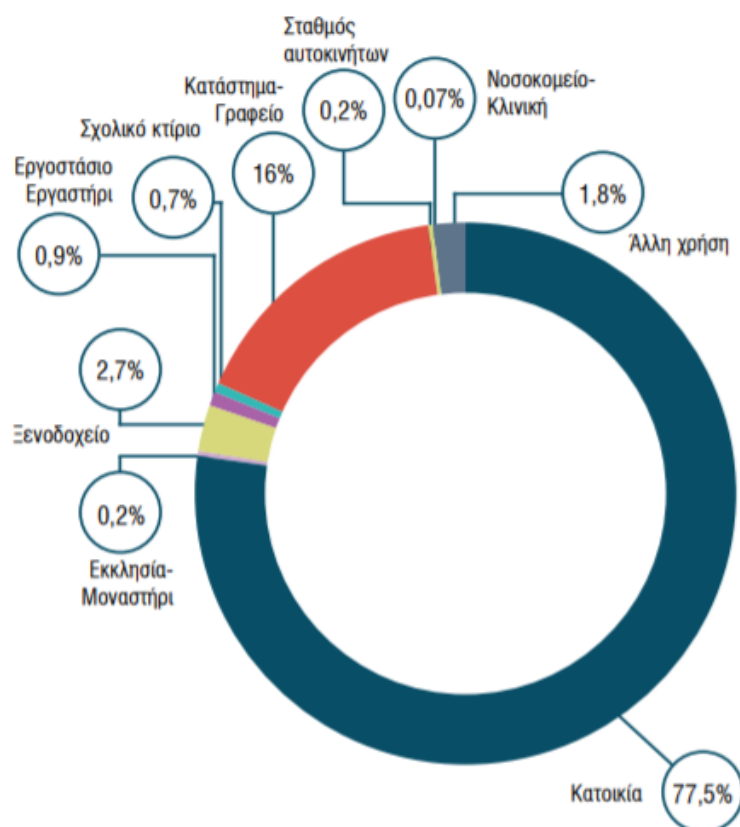
Το κτιριακό απόθεμα στην Ελλάδα

Σύμφωνα με την απογραφή κτιρίων το 2021 από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), το 92% (3.775.848) των κτιρίων της χώρας είναι αποκλειστικής χρήσης ενώ μόνο το 8% (329.789) είναι κτίρια μεικτής χρήσης. Το κτιριακό απόθεμα κατηγοριοποιείται σε:

- Κτίρια κατοικιών: 3.246.008
- Γραφεία και καταστήματα: 206.254
- Εκπαιδευτικά κτίρια: 21.853
- Νοσοκομεία και κλινικές: 1.973
- Ξενοδοχεία: 43.516

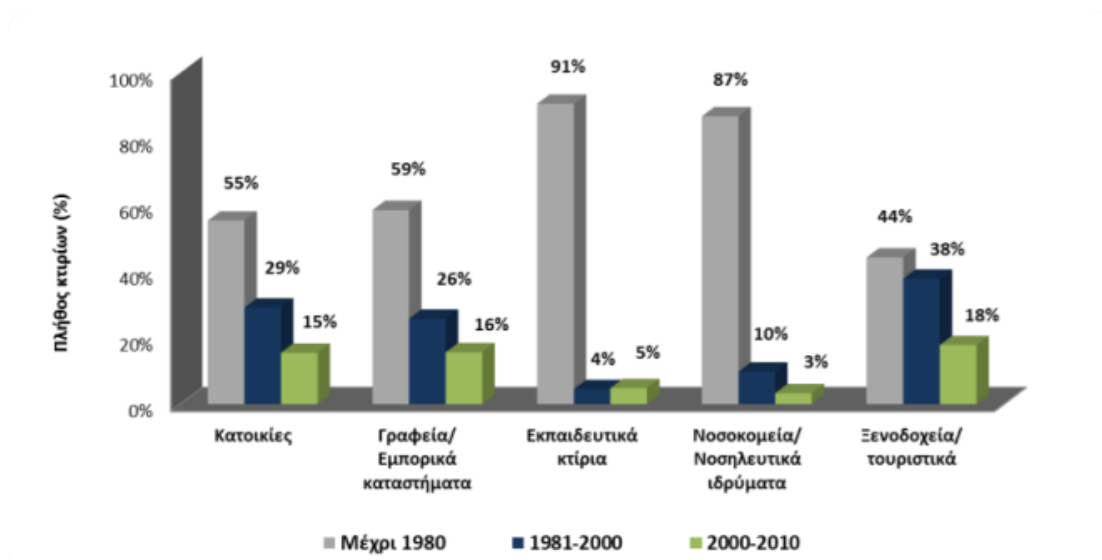


Εικόνα 3: Κατανομή των κτιρίων αποκλειστικής χρήσης βάσει της χρήσης τους (www.statistics.gr)



Εικόνα 4: Κατανομή των κτιρίων μικτής χρήσης βάσει της χρήσης τους (Greenpeace, 2015)

Στην απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ το 2011 έγινε και απογραφή της χρονικής περιόδου κατασκευής των κτιρίων, σύμφωνα με την οποία το 58,4% των κτιρίων έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980, είναι θερμομονωτικά απροστάτευτα, έχουν παλιές ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και παρουσιάζουν χαμηλή ενεργειακή απόδοση, ενώ λόγω της οικονομικής ύφεσης, μόνο ένα μικρό ποσοστό κτιρίων έχει κατασκευαστεί μετά το 2010. Το 70% των κτιρίων βρίσκεται να είναι θερμικά πλήρως απροστάτευτα καθώς δεν έχουν εφαρμοστεί σε αυτά οι απαιτήσεις του κανονισμού θερμομόνωσης κτιρίων, ενώ στο 20% είχαν εφαρμοστεί με σοβαρές ελλείψεις, ενώ μόνο ένα 10% κατέχει πλήρης θερμική μόνωση. Συμπερασματικά, είναι φανερό πως ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει κατά κύριο λόγο κτίρια μεγάλης ηλικίας όπου στις περισσότερες περιπτώσεις δεν έχουν αναβαθμιστεί ενεργειακά με αποτέλεσμα να αποτελούν ένα σημαντικό δυναμικό για ενεργειακή αναβάθμιση.



Εικόνα 5: Κατανομή κτιρίων με βάση την περίοδο κατασκευής (απογραφή ΕΛΣΤΑΤ 2011)

Η παλαιότητα των κατοικιών στην Ελλάδα, σε συνδυασμό με την οικονομική ύφεση των τελευταίων χρόνων, τα καθιστά ενεργοβόρα και κοστοβόρα. Οι αντίστοιχες πληροφορίες συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Κατηγορίες	Μονο/οικίες (προ-1980)	Πολύ/οικίες (προ-1980)	Μονο/οικίες (1980-2001)	Πολύ/οικίες (1980-2001)	Μονο/οικίες (2002-2010)	Πολύ/οικίες (2002-2010)
Συνολικός αριθμός κτιρίων κατοικιών	1,371,642	194,667	450,724	91,443	278,351	81,297
Κτίρια χωρίς εξωτερική μόνωση τοίχων	1,371,642	194,667	74,491	12,314	--	--
Κτίρια χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση οροφής	1,056,164	149,894	18,623	3,079	--	--
Κτίρια με σύστημα κεντρικής θέρμανσης	741,979	79,647	436,598	89,981	278,351	81,297
Κτίρια με παλιό σύστημα κεντρικής θέρμανσης	519,385	55,753	17,210	2,932	--	--
Κτίρια χωρίς θερμοστάτη αντιστάθμισης στην κεντρική θέρμανση	519,385	55,753	130,979	26,994	--	--
Κτίρια χωρίς θερμοστάτη χώρων	667,781	71,682	34,421	5,865	--	--
Κτίρια με τοπικά κλιματιστικά	643,100	98,954	214,916	45,172	131,312	40,060
Κτίρια με ηλιακούς συλλέκτες	1,097,314	155,734	289,057	57,944	139,176	40,649
Κτίρια χωρίς σκίαση	321,550	49,477	107,458	22,586	65,656	20,030

Εικόνα 6: Ενεργειακά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά κτιρίων στην Ελλάδα σε συνάρτηση με την χρονολογία και τον αριθμό των κατασκευών.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (αναδιατύπωση της Οδηγίας 2002/91/ΕΕ) και την Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την

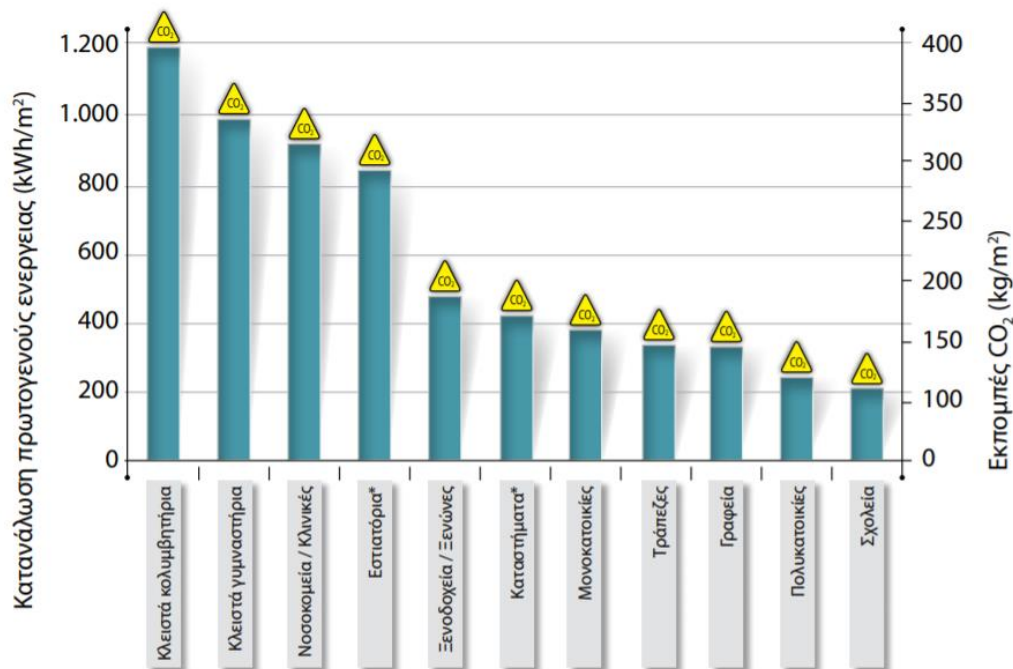
Ενεργειακή Αποδοτικότητα υπογραμμίζει την αναγκαιότητα της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων.

Κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων στην Ελλάδα

Τα κτίρια στην Ελλάδα καταναλώνουν περίπου το 40% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας στη χώρα. Το ποσό αυτό, υπολογίζεται περίπου 100.000 GWh, με τις 65.000 GWh να καταναλώνονται στις κατοικίες ενώ οι υπόλοιπες 35.000 GWh σε κτίρια του τριτογενή τομέα.

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων καθορίζει πολύπλευρα τη λειτουργία τους. Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων, και οι σχετικές με αυτή παράμετροι, καθορίζουν την περιβαλλοντική (περιβαλλοντική υποβάθμιση, κατανάλωση ενέργειας κ.ά), την οικονομική (κόστος ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων) και την κοινωνική (βιοτικό επίπεδο) διάσταση της απόδοσής τους (Σαββαστάκη-Σεβαστάκη και συν., 2018). Η μετάβαση σε ένα νέο, αειφόρο εθνικό σύστημα ενέργειας, απαιτεί τη θέσπιση και εφαρμογή του απαραίτητου νομοθετικού πλαισίου και την υλοποίηση προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας για κτίρια διαφόρων χρήσεων, τα οποία θα μεγιστοποιούν την αξιοποίηση όλων των διαθέσιμων κονδυλίων.

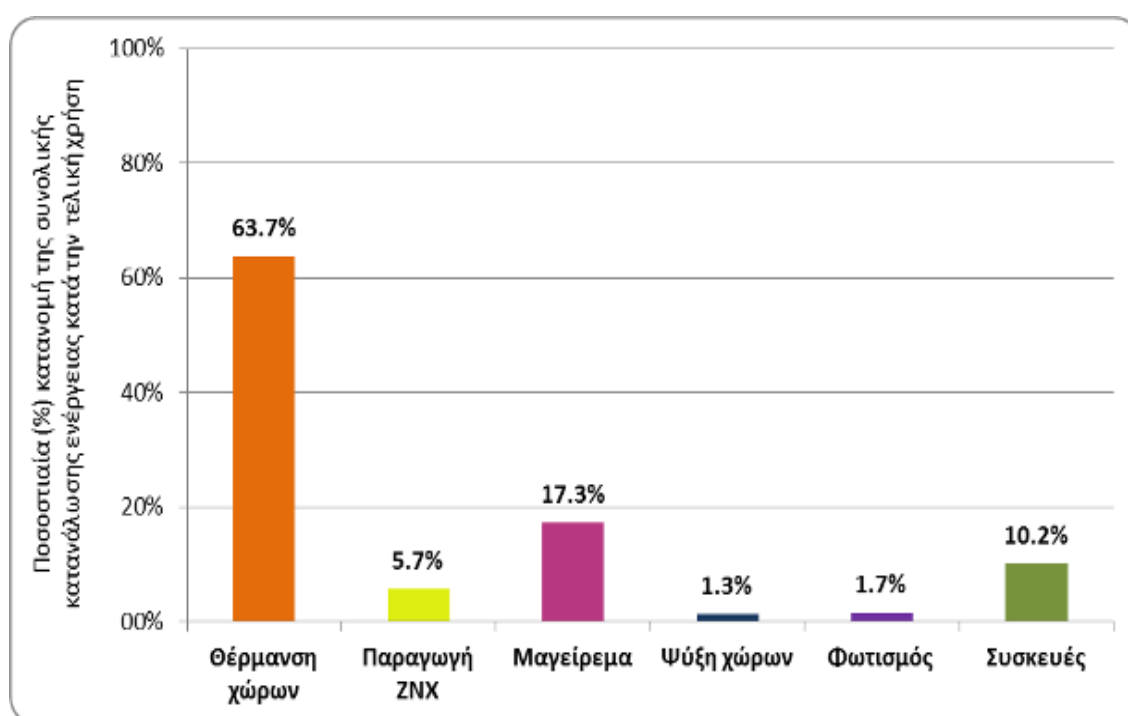
Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ενεργειακή χρήση και αποδοτικότητα στον ελληνικό κτιριακό τομέα είναι η ηλικία του κτιριακού αποθέματος. Καθώς η πλειοψηφία των κτιρίων κατασκευάστηκε χωρίς ειδικές προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης, η ενεργειακή αναβάθμιση αυτών είναι ο μοναδικός τρόπος προς την εξοικονόμηση ενέργειας.



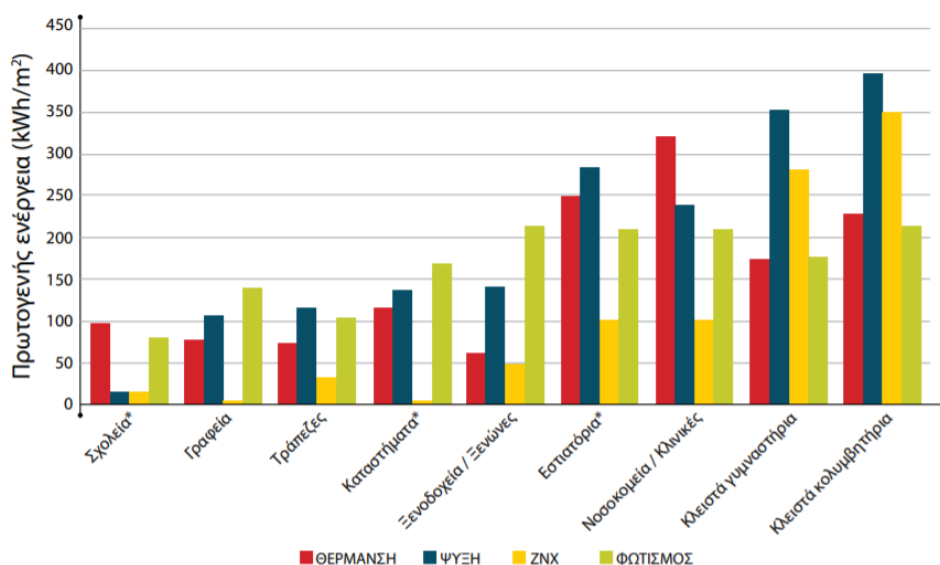
Εικόνα 7: Μέση υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (κολώνες, πρωτεύων άξονας) και εκπομπές CO₂ (σύμβολα, δευτερεύων άξονας) για διαφορετικές κατηγορίες κτιρίων (Greenpeace, 2015)

(Σχολεία*: Σχολεία / Φροντιστήρια/Ωδεία / Αίθουσες διδασκαλίας, Καταστήματα*: Καταστήματα / Φαρμακεία / Εμπορικά κέντρα / Αγορές / Υπεραγορές, Εστιατόρια *: Εστιατόρια / Ζαχαροπλαστεία / Καφενεία)

Στα ελληνικά νοικοκυριά, 63,7% της συνολικής ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, 17,3% για μαγείρεμα, 10,2% για ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, 5,7% για ΖΝΧ, 1,7% για φωτισμό, και 1,3% για ψύξη. Σύμφωνα με τα δεδομένα από τα διαθέσιμα ΠΕΑ, 67% της συνολικής ετήσιας καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, 20% για ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ) και 13% για ψύξη. Η μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 174,4 kWh/m² για θέρμανση, 33,3 kWh/m² για ψύξη και 53,6 kWh/m² για ΖΝΧ (η κατανάλωση ενέργειας ανάγεται ανά μονάδα επιφανείας του κτηρίου, δηλαδή σε kWh/m²) (www.statistics.gr).



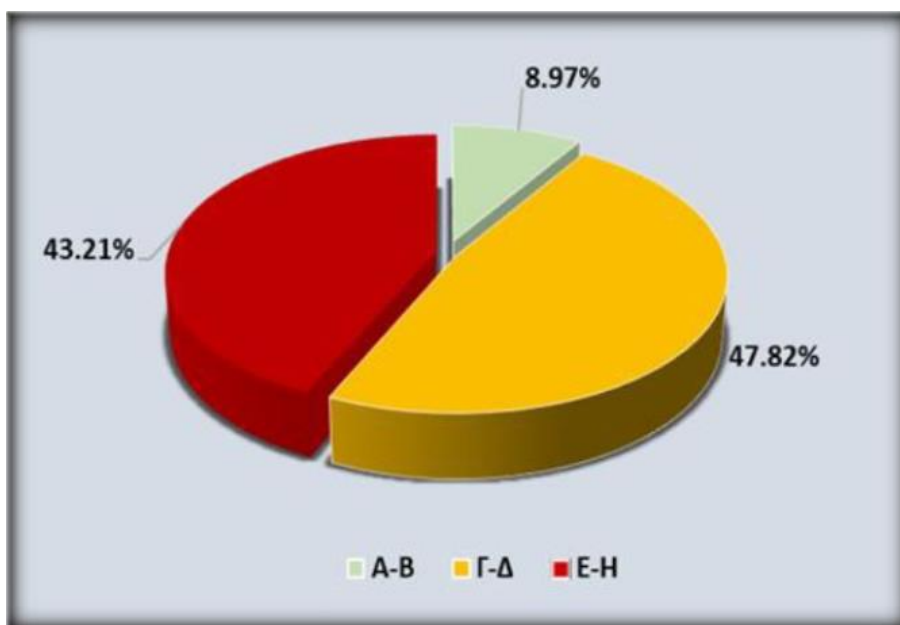
Εικόνα 8: Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά την τελική χρήση



Εικόνα 9: Μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση, για τις πιο βασικές κατηγορίες κτιρίων του τριτογενή τομέα (Σχολεία *: Σχολεία / Φροντιστήρια/Ωδεία / Αίθουσες διδασκαλίας, Καταστήματα*: Καταστήματα / Φαρμακεία / Εμπορικά κέντρα / Αγορές / Υπεραγορές, Εστιατόρια*: Εστιατόρια / Ζαχαροπλαστεία / Καφενεία), (Greenpeace, 2015)

Από το 2010 έχει ξεκινήσει και στην Ελλάδα μία συστηματική προσπάθεια καταγραφής της κατάστασης του κτιριακού αποθέματος και ο σχεδιασμός της βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς των νέων κτιρίων. Για το λόγο αυτό εφαρμόζεται ο «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (ΚΕΝΑΚ), ο οποίος αξιολογεί την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, και οι αντίστοιχες Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ 20701) που υποστηρίζονται από το επίσημο λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ. Ως αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής όλα τα νέα κτίρια έχουν πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ) με ενεργειακή κατάταξη τουλάχιστον Β. Επίσης σημαντική είναι η δυνατότητα επιλογής μεταξύ διαφορετικών εργαλείων αξιολόγησης τόσο της ενεργειακής συμπεριφοράς (π.χ. Passive House, Minergie, Energy Star) όσο και των συστημάτων περιβαλλοντικής πιστοποίησης (π.χ. BREEAM, LEED) των κτιρίων.

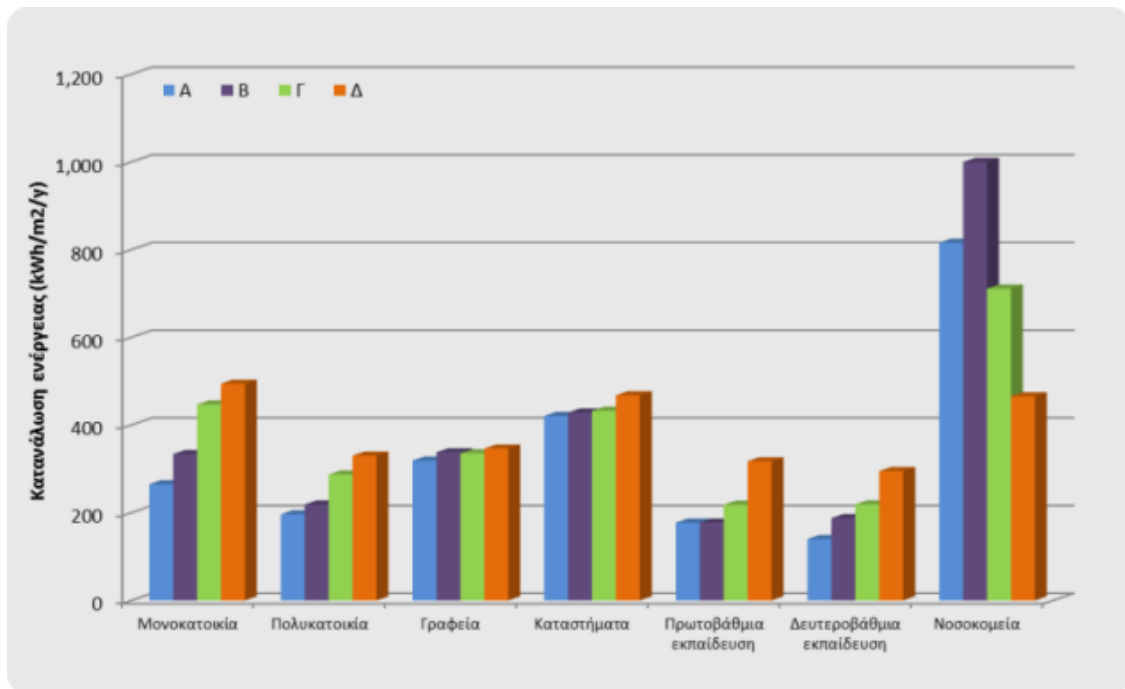
Από τις καταγραφές των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ) των κτιρίων δημόσιων υπηρεσιών της περιόδου 2011 – 2019 προκύπτει ότι 90% των κτιρίων κατατάσσονται σε κατηγορία χαμηλότερη της Γ και μόλις το 10% είναι κατηγορίας Β ή Α. Ένα στα δύο κτίρια (49,51 %) κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Γ ή Δ. Με την ισχύουσα νομοθεσία, τα κτίρια που αγοράζει η μισθώνει το ελληνικό δημόσιο μέχρι το 2020 έπρεπε να είναι κατηγορίας Γ τουλάχιστον.



Εικόνα 10: Ποσοστό ΠΕΑ κτιρίων δημοσίων υπηρεσιών ανά ενεργειακή κατηγορία (Βουτσαδάκης, 2020)

Από την 1η Ιανουαρίου 2021, όλα τα νέα κτίρια στην Ελλάδα υποχρεούνται να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (ΚΣΜΚΕ), ενώ για τα νέα δημόσια κτίρια η υποχρέωση αυτή ισχύει από την 1η Ιανουαρίου 2019 (ypen.gov.gr). Επιπλέον, το 2023, η ελληνική κυβέρνηση εισήγαγε πρόσθετα κίνητρα για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένης της εφαρμογής αυστηρότερων προδιαγραφών για την ενεργειακή απόδοση μέσω του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων της ελληνική επικράτεια γίνεται με τον διαχωρισμό των κτιρίων σε 4 κλιματικές ζώνες Α, Β, Γ και Δ (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) με βάση τις βαθμο-ημέρες θέρμανσης. Τα κτίρια γραφείων εμφανίζουν παρόμοιες ενεργειακές καταναλώσεις σε όλες τις κλιματικές ζώνες.



Εικόνα 11: Μέση κατανάλωση ανά χρήση κτιρίου και κλιματική ζώνη

Κεφάλαιο 2: Παθητικά Κτίρια

Εισαγωγή

Τα Παθητικά Κτίρια (Passive Houses), δεν αποτελούν ένα τύπο κτιρίου αλλά μία πρακτική κατασκευής φιλική προς το περιβάλλον που στοχεύουν στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αλλά και την άνεση των χρηστών. Χρησιμοποιούμε το επίθετο «παθητικό» για να περιγράψουμε αυτά τα κτίρια γιατί καταφέρνουν να διατηρούν το εσωτερικό τους στη σωστή θερμοκρασία, χωρίς να απαιτείται κατανάλωση ενέργειας για ψύξη ή θέρμανση. Χρησιμοποιούν δηλαδή την υπάρχουσα θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία μέσω παραθύρων και τη θερμότητα που εκπέμπεται από συσκευές και ενοίκους ενώ παράλληλα, έχουν εξαιρετικά χαμηλές απώλειες ενέργειας λόγω της χρήσης παθητικών μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας (μονωτικά υλικά, φιλικός προς το περιβάλλον μηχανικός και αρχιτεκτονικός σχεδιασμός),

Διάφορα εργαλεία προσομοίωσης αναλύουν και επιβεβαιώνουν τη χρήση ενέργειας στα Παθητικά Κτίρια, την άνεση, το μικροκλίμα, την ποιότητα ζωής και την αισθητική τους, καθώς και τεχνικές, οικονομικές, νομικές, εκπαιδευτικές και καινοτόμες πτυχές τους (Kaklauskas et al., 2012).

Το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου πρωτοδημιουργήθηκε στη Γερμανία, όπου το 1996 ιδρύθηκε στο Darmstadt το Γερμανικό Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου (PassivHaus-Institut), ενώ ήδη από το 1991 είχε κατασκευαστεί στην ίδια πόλη το πρώτο Παθητικό Κτίριο. Ακολούθησε σταδιακά η ίδρυση αντίστοιχων Εθνικών Ινστιτούτων Παθητικών Κτιρίων σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες. Η έρευνα αλλά και η επίσημη πιστοποίηση που προσφέρουν τα ινστιτούτα αυτά, καλλιέργησαν και ενίσχυσαν την διεθνή τάση για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στον κτιριακό τομέα.

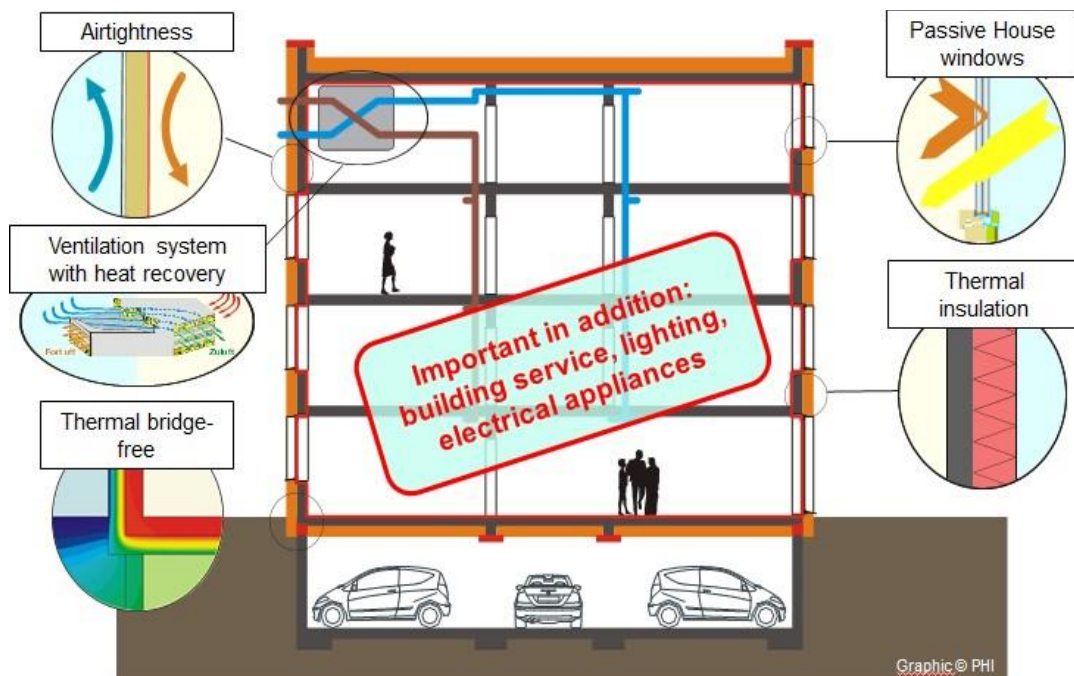
Η πλειοψηφία των Παθητικών Κτιρίων βρίσκονται σε γερμανόφωνες ευρωπαϊκές χώρες και στις σκανδιναβικές χώρες. Η Γερμανία και η Αυστρία κατέχουν τα πρωτεία στην κατασκευή Παθητικών Κτιρίων και στη μελέτη βέλτιστων ενεργειακών πολιτικών, γεγονός που δηλώνει ότι υπάρχει ένα ευρύ ερευνητικό πεδίο σχετικά με την προσαρμογή του προτύπου στις κλιματικές ζώνες της Μεσογείου και των υποτροπικών περιοχών. Οι μέχρι τώρα παρατηρήσεις δείχνουν δυσκολία του προτύπου να ανταποκριθεί σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες (Focaides et al., 2016).

Βασικές αρχές Παθητικών Κτιρίων

Ένα Παθητικό Κτίριο δεν είναι απλά ένα κτίριο χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Το παθητικό πρότυπο κτιρίου παρέχει τη λύση χαμηλότερου κόστους για μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας και βέλτιστη άνεση διαβίωσης.

Βασίζεται σε πέντε (5) βασικές αρχές:

1. **Μόνωση:** Το κτίριο διαθέτει ένα καλά μονωμένο κέλυφος, που διατηρεί σταθερή την εσωτερική θερμοκρασία. Η μόνωση πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 cm (εξαρτάται από την κλιματική περιοχή), και πρέπει να έχει θερμική αγωγιμότητα $\leq 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Η τιμή U του κελύφους πρέπει να είναι από 0,10 - 0,25W/(m²K).
2. **Αεροστεγανότητα:** Το κτίριο διαθέτει όσο το δυνατόν πιο αεροστεγές κέλυφος ώστε να αποφεύγονται οι διαρροές αέρα συμβάλλοντας έτσι στη διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας και στην αποφυγή εμφάνισης υγρασίας. Η αεροστεγανότητα δεν πρέπει να ξεπερνά τις 0,6 αλλαγές αέρα/ώρα.
3. **Θερμογέφυρες:** Το κέλυφος του κτιρίου μειώνει τις θερμογέφυρες στο ελάχιστο δυνατό συνεισφέροντας στην αποφυγή διαρροών αέρα.
4. **Κουφώματα:** Τα κουφώματα, ως μέρος του κελύφους, συμβάλουν στην μόνωση και αεροστεγανότητα. Πρέπει να είναι ενεργειακά αποδοτικά, με τιμή $U_g < 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και συνολική τιμή $U_w < 1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.
5. **Αερισμός:** Το κτίριο διαθέτει ποιοτικό σύστημα αερισμού που παρέχει καθαρό αέρα ανώτερης ποιότητας, απαλλαγμένο από γύρη και σκόνη. Το σύστημα εξαερισμού βελτιώνει ουσιαστικά την υγιεινή της κατοικίας. Παράλληλα, μια ειδική μονάδα ανάκτησης θερμότητας επιτρέπει επαναχρησιμοποίηση της θερμότητας που περιέχεται στον αέρα που εξατμίζεται.



© PHI

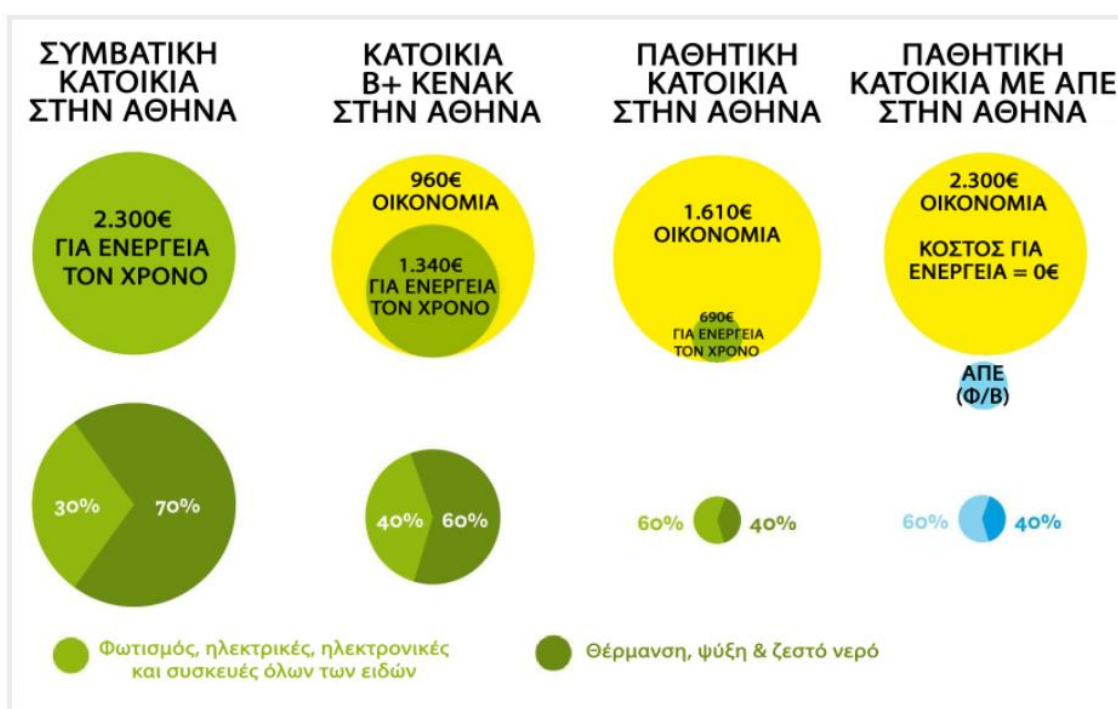
Εικόνα 12: Οι 5 βασικές αρχές ενός Παθητικού Κτιρίου

Τα Παθητικά Κτίρια, ακολουθώντας τις παραπάνω αρχές παθητικής θέρμανσης και ψύξης, εξοικονομούν ενέργεια μέχρι και 90%. Ο βαθμός εξοικονόμησης ενέργειας εξαρτάται άμεσα από την κλιματική ζώνη. Κατά κύριο λόγο, οι παράγοντες που επηρεάζονται από τις κλιματικές συνθήκες είναι οι ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη, η αναλογία χρήσης μηχανικού και φυσικού αερισμού, οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων και των λοιπών δομικών στοιχείων του κελύφους και η επιφάνεια των διαφανών δομικών στοιχείων όπως των παραθύρων.

Η συσσωρευμένη ηλιακή ενέργεια, η θερμότητα από ηλεκτρικές συσκευές και οι άνθρωποι/ένοικοι του κτιρίου είναι σημαντικές πηγές θερμότητας και αυτή η αρχή είναι η βάση των τεχνολογικών ενός Παθητικού Κτιρίου. Σε κάθε περίπτωση όμως, ακόμα και αν έχουν τηρηθεί όλες οι προδιαγραφές του παθητικού προτύπου, η συμπεριφορά των ενοίκων του κτιρίου διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην ενεργειακή απόδοση.

Το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου έχει θεμελιωθεί στη Γερμανία και σε χώρες κυρίως της κεντρικής Ευρώπης, οπότε είναι βασισμένο σε ψυχρότερες περιοχές. Είναι, όμως, κατάλληλο και για διαφορετικές κλιματικές συνθήκες με προσαρμογή. Για παράδειγμα, για την Μεσόγειο, το απαιτούμενο πάχος μόνωσης του κελύφους είναι αισθητά μικρότερο του προτύπου Παθητικού Κτιρίου της κεντρικής Ευρώπης.

Αν και η κατασκευή ενός Παθητικού Κτιρίου στοιχίζει σημαντικά περισσότερο από ένα συμβατικό κτίριο, δεν είναι υπερβολή να πούμε ότι σε βάθος χρόνου η επιλογή του παθητικού προτύπου είναι βιώσιμη και ανταποδίδει σημαντικό οικονομικό όφελος μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας.



Εικόνα 13: Ετήσιο κόστος για ενέργεια διαφόρων τύπων κτιρίων
(www.eipak.org)

Τύποι Παθητικών Κτιρίων

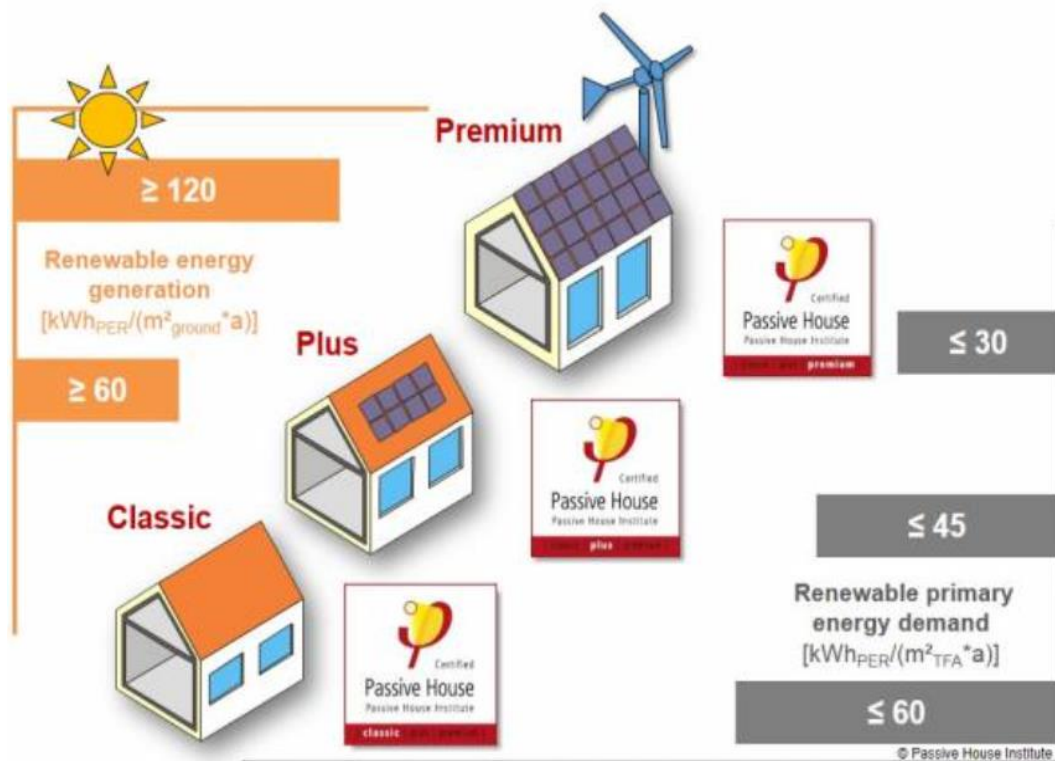
Τα Παθητικά Κτίρια διακρίνονται σε κατηγορίες με βάση τις ενεργειακές ανάγκες και την παραγωγή πρωτογενών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό το σύστημα κατάταξης περιλαμβάνει τρεις τύπους:

1. Passive House Classic / Plus / Premium

Το πιστοποιητικό αυτό δίνεται σε νέα κτίρια.

Υπάρχει και ο επιμέρους χαρακτηρισμός που σχετίζεται με τη χρήση, ή μη, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο τύπος classic περιλαμβάνει τα παραδοσιακά κριτήρια του προτύπου του Παθητικού Κτιρίου. Ενώ, στους τύποι plus και premium γίνεται παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο εκφράζεται με τον συντελεστή PER (Primary Energy Renewable) που αναφέρεται στη μέγιστη δυνατή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Για το Passive House Classic, η ζήτηση PER δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 60kWh/m². Για το Passive House Plus το ίδιο μέγεθος ανέρχεται σε 45kWh/m² (παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας τουλάχιστον 60kWh/m²/έτος) και για το Passive House Premium σε 30kWh/m² (παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας τουλάχιστον 120kWh/m²/έτος). Τα Passive House Plus και Premium, λόγω του πλεονάσματος πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, προσεγγίζουν περισσότερο το στόχο του κτιρίου σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.



Εικόνα 14: Passive House Classic/Plus/Premium (<https://passipedia.org>)

2. EnerPHit Classic / Plus / Premium

Το πιστοποιητικό αυτό δίνεται σε υπάρχοντα, ενεργειακά αναβαθμισμένα κτίρια και υπάρχει πάλι ο επιμέρους τύπος (Classic, Plus ή Premium).

Παρόλο που τα ανακαινισμένα κτίρια έχουν κατά κανόνα υψηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις, το πρότυπο EnerPHit προσφέρει σχεδόν όλα τα πλεονεκτήματα του προτύπου Passive House.

3. PHI Low Energy Building

Το πιστοποιητικό αυτό δίνεται σε νέα κτίρια τα οποία, για διάφορους λόγους, δεν συμμορφώνονται πλήρως με το πιο αυστηρό πρότυπο του Passive House.

Παθητικά Κτίρια και Κτίρια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης

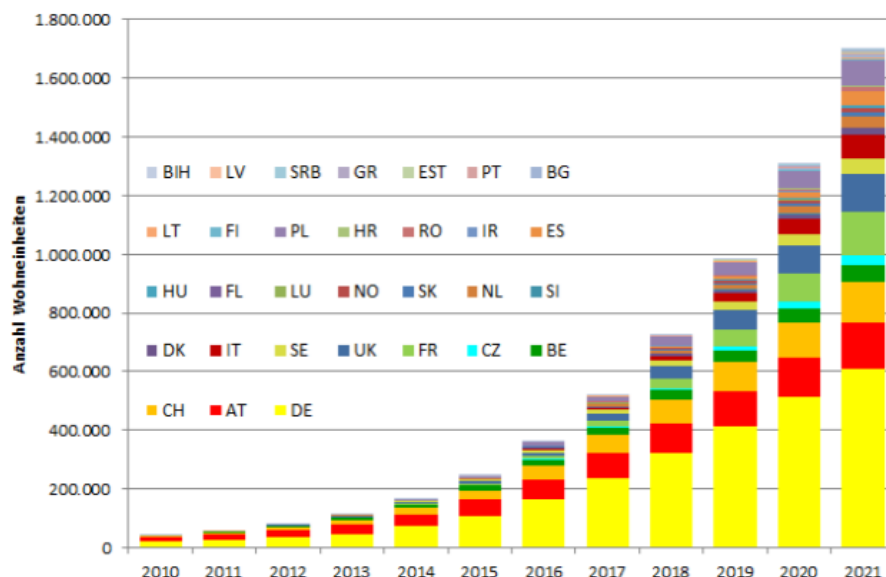
Τα Κτίρια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης (ZEB-Zero Energy Buildings) είναι ιδεατή φιλοσοφία κατασκευής που, στην ουσία, αποτελεί μέτρο σύγκρισης για όλα τα κτίρια ώστε να μεγιστοποιήσουν την εξοικονόμηση ενέργειας.

Το Παθητικό Κτίριο, όπως αναφέρθηκε ήδη, αποτελεί ένα πρότυπο κατασκευής κτιρίων που προσεγγίζει σε μεγάλο ποσοστό τις προδιαγραφές ενός ZEB. Το Παθητικό Κτίριο μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια πολύ καλή, ρεαλιστική προσέγγιση του Κτιρίου Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (nZEB – Nearly Zero Energy Building). Ουσιαστικά, το πρότυπο Παθητικού Κτιρίου είναι η βάση για τα nZEB, τα οποία ορίζονται από την ΕΕ ως το ελάχιστο πρότυπο σε ολόκληρη την Ευρώπη από το 2020 και μετά. Στα κτίρια αυτά η ελαχιστοποιημένη απαιτούμενη ενέργεια μπορεί να καλυφθεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Συμπερασματικά, ένα Παθητικό Κτίριο μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να είναι ZEB ή και θετικού ισοζυγίου (με περίσσεια παραγόμενης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές), αλλά εξ ορισμού το Παθητικό Κτίριο δεν είναι ZEB.

Παραδείγματα Παθητικών Κτιρίων

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες τα Παθητικά Κτίρια έχουν γίνει σταδιακά πολύ δημοφιλή σε πάρα πολλές χώρες. Μέχρι το 2020 υπήρχαν πάνω από 100.000 κατασκευασμένα παθητικά κτίρια και 26.000 πιστοποιημένα Παθητικά Κτίρια σε όλο τον κόσμο. Τα πρώτα Παθητικά Κτίρια στην Ελλάδα έκαναν την εμφάνισή τους το 2012.



Εικόνα 15: Αριθμός Παθητικών Κτιρίων ανά έτος και ανά χώρα (www.lanqconsulting.at)

Το πρώτο Παθητικό Κτίριο παγκοσμίως, Darmstadt-Kranichstein, Γερμανία

Η κατασκευή του κτιρίου ολοκληρώθηκε το 1991 από την εταιρεία Passive House Developers Society και τους αρχιτέκτονες καθηγητή Bott/Ridder/Westermeyer και αποτελούνταν από 4 οικίες επιφάνειας 156m² η κάθε μία.

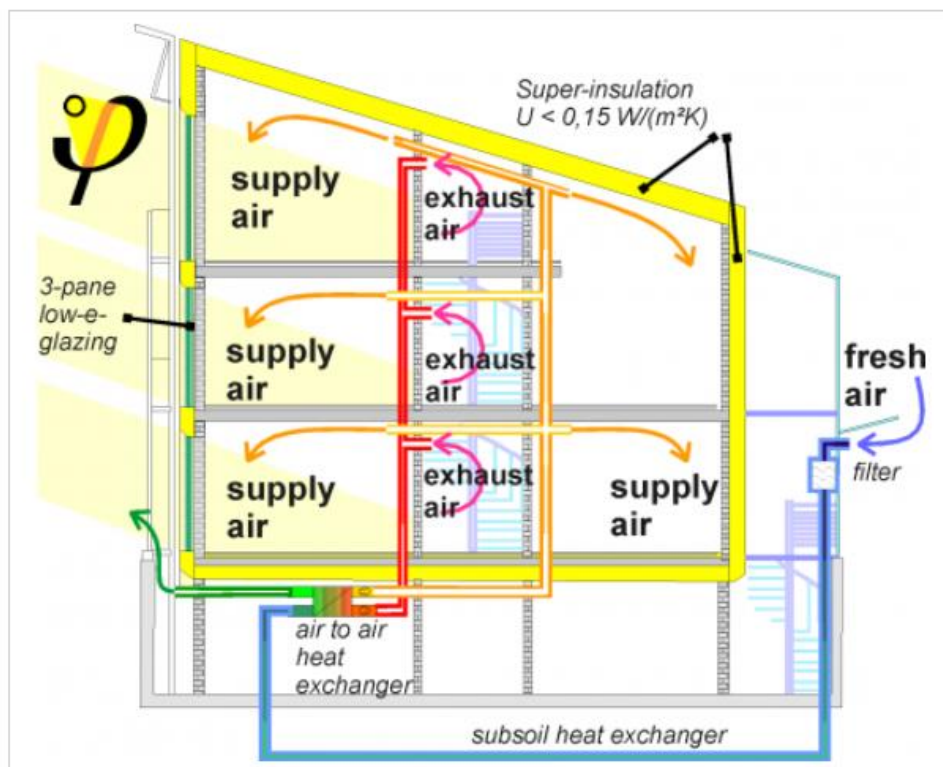


Εικόνα 16: Νότια πρόσοψη του κτιρίου Darmstadt-Kranichstein (www.passipedia.org)

Το βασικότερο χαρακτηριστικό του κτιρίου ήταν η υψηλής ποιότητας θερμομόνωση. Η θερμική προστασία και η ανάκτηση θερμότητας είναι τα βασικά στοιχεία για τη διατήρηση θερμότητας.

Η παροχή ζεστού νερού χρήσης αποτελεί την μεγαλύτερη ενεργειακή απαίτηση του κτιρίου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ηλιακοί συλλέκτες κενού ($5,3 \text{ m}^2$ ανά νοικοκυριό ή $1,4 \text{ m}^2$ ανά άτομο) και οι σωλήνες διανομής και κυκλοφορίας θερμότητας είναι καλά μονωμένοι και τοποθετημένοι μέσα στο θερμικό περίβλημα.

Ήδη από το σχεδιασμό του έργου ήταν γνωστό ότι, λόγω του κλίματος της κεντρικής Ευρώπης, οι μέσες ετήσιες απώλειες θερμότητας λόγω αερισμού θα ήταν τουλάχιστον 35 kWh/m^2 και έτσι σχεδιάστηκε ένα ειδικά προσαρμοσμένο σύστημα συνεχούς παροχής καθαρού αέρα σε κάθε οικία με τελικό ρυθμό ανάκτησης θερμότητας τουλάχιστον 80%. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αυτό το έργο χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά ανεμιστήρες DC με ηλεκτρονικούς μεταγωγείς (γνωστοί ως κινητήρες EC). Στη χαμηλότερη ρύθμιση, $100 \text{ m}^3 / \text{h}$ καθαρού αέρα παρέχονται στο καθιστικό και στα υπνοδωμάτια κάθε οικίας. Οι χρήστες μπορούν, ωστόσο, να αλλάξουν χειροκίνητα τη ρύθμιση, εάν το επιλέξουν. Στην υψηλότερη ρύθμιση, παρέχονται μεταξύ 160 και $185 \text{ m}^3 / \text{h}$. Ο εξαγόμενος αέρας προέρχεται από τα δωμάτια με τη μεγαλύτερη υγρασία, όπως η κουζίνα και το μπάνιο, σε αντίστοιχες ποσότητες. Επιπλέον χρησιμοποιείται υπεδάφιος εναλλάκτης θερμότητας για τη θέρμανση. Οι θερμογραφικές εικόνες δείχνουν ότι τα δομικά στοιχεία του κτιρίου δεν περιέχουν θερμογέφυρες. Τέτοια συστήματα αερισμού υψηλής απόδοσης δεν ήταν διαθέσιμα πριν από το Passive House. Από το 1997 κάποιοι κατασκευαστές άρχισαν να παράγουν σειριακές μονάδες αυτής της ποιότητας για την αγορά.

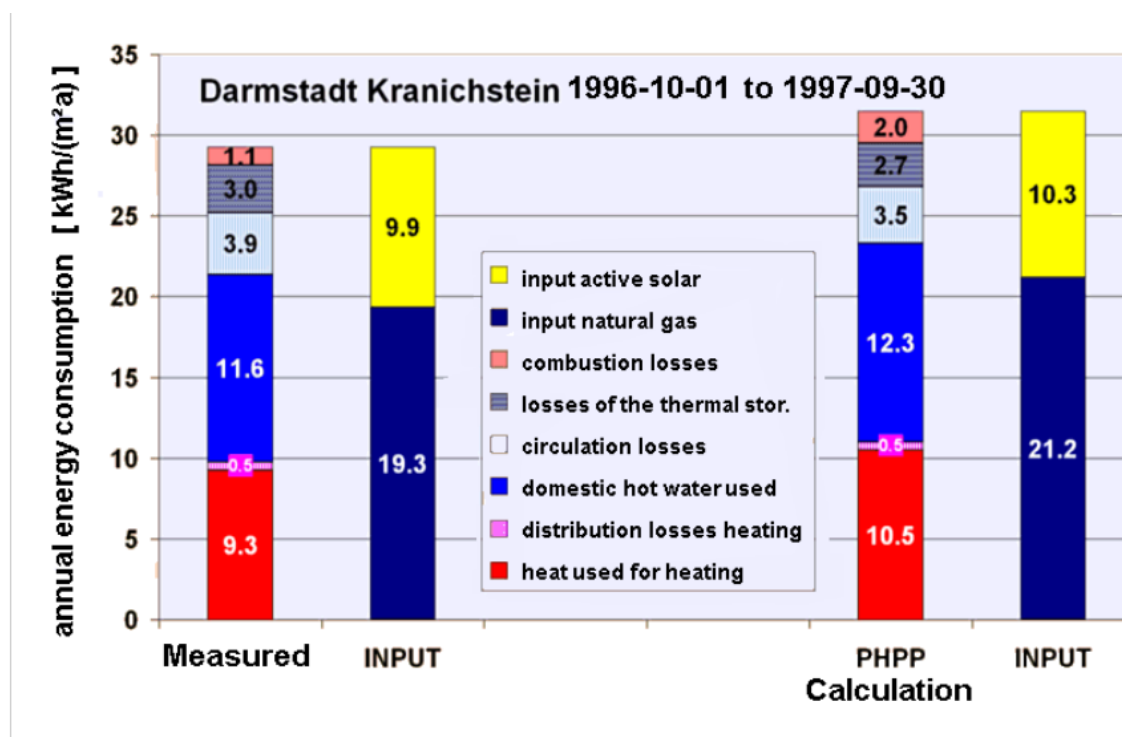


Εικόνα 17: Σύστημα αερισμού κα θέρμανσης αέρα του Παθητικού Κτιρίου στο Darmstadt (www.passipedia.org)

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για οικιακές συσκευές υπολογίστηκε στο ένα τρίτο της μέσης τιμής για την τεχνολογία της εποχής, ενώ η κατανάλωση φυσικού αερίου για πρόσθετη θέρμανση ανέρχεται στο 15% των μέσων τιμών της εποχής.

Κατά την κατασκευή του κτιρίου είχαν τοποθετηθεί καλοριφέρ για θέρμανση του χώρου. Η μετέπειτα χρήση του κτιρίου (δεν απαιτούνται περισσότερα από 10W/m² δαπέδου) απέδειξε ότι η θέρμανση που παρέχεται από το σύστημα αερισμού είναι επαρκής και δεν απαιτείται η χρήση ξεχωριστού συστήματος διανομής θερμότητας.

Στο κτίριο αυτό χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά προγράμματα δυναμικής προσομοίωσης τα οποία συνέκριναν σε ωριαία βάση τις μετρήσεις θερμοκρασίας και ροής θερμότητας του κτιρίου με τις αντίστοιχες τιμές της προσομοίωσης. Τα αποτελέσματα αυτών των συγκρίσεων αποτέλεσαν πολύτιμο υλικό για μελετητές και κατασκευαστές Παθητικών Κτιρίων.



Εικόνα 18: Σύγκριση της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας (αριστερά) με το ενεργειακό ισοζύγιο όπως υπολογίζεται με το PHPP για το παθητικό σπίτι Darmstadt – Kranichstein (www.passipedia.org)

Παθητικό Κτιριακό Συγκρότημα στην Αγριά Βόλου

Το συγκρότημα αυτό ολοκληρώθηκε το 2012 ακολουθώντας αυστηρά το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου. Το κτίριο σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από τον Στέφανο Χατζούλη, Πολιτικό Μηχανικό ΤΕ και τη Χριστίνα Γεωργιάδη, Αρχιτέκτονα Μηχανικό. Το 2015, το κτίριο έλαβε πιστοποιητικό Passivhaus για το πρώτο καινούριο Παθητικό Κτίριο στην Ελλάδα.



Εικόνα 19: Παθητικό Κτιριακό Συγκρότημα στην Αγριά Βόλου

Πρόκειται για τρεις κατοικίες συνολικής κλιματιζόμενης επιφάνειας 477m². Η ετήσια θερμική απαίτηση είναι 13 kWh/m² /έτος και ετήσια ψυκτική απαίτηση είναι 15 kWh/m² /έτος,

Το κάθε κτίριο διαθέτει ηλιακά πάνελ, σύστημα γεωεναλλάκτη και μηχανικό σύστημα αερισμού όπου η απόδοσης ανάκτησης θερμότητας ανέρχεται σε 80%.

Το εσωτερικό του κτιρίου διαθέτει 2 κλιματιστικά 12.000 BTU και ένα ενεργειακό τζάκι. Η θερμική άνεση εξασφαλίζεται από το κέλυφος που έχει ελάχιστες απώλειες θερμότητας. Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κελύφους αναγράφονται στον δίπλα πίνακα (Πετούσης, 2015):

Δομικό Στοιχείο	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U(W/m ² K)
Εξωτερικός Τοίχος	0.216
Οροφή	0.066
Δάπεδο	0.48
Υαλοπίνακες παραθύρων	0.749(g=50%)
Παράθυρα	1.32
Πόρτα	1.2

Παθητικό Κτίριο «Τσέρι» (Κύπρος)

Το Παθητικό Κτίριο «Τσέρι» (Tseri Passive House) είναι το πρώτο κτίριο στο νησί της Κύπρου που κατασκευάστηκε με το πρότυπο των Παθητικών Κτιρίων. Πήρε το όνομά του από το προάστιο της Λευκωσίας που κατασκευάστηκε από την Energoproject Ltd, πιστοποιημένο σχεδιαστή Παθητικών Κτιρίων και μέλος της International Passive House Association (iPHA). Πρόκειται για μια ανεξάρτητη, διώροφη κατοικία 149m² με τέσσερα υπνοδωμάτια. Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι ανατολικός – δυτικός, γεγονός που

επιτρέπει την μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, ειδικά κατά τους χειμερινούς μήνες.



Εικόνα 20: Παθητικό Κτίριο «Τσέρι»

Η θερμοπερατότητα στα διάφορα δομικά μέρη του κτιρίου και οι ελάχιστες απαιτήσεις ενός κτιρίου NZEB φαίνονται στον πίνακα της παρακάτω εικόνας.

Tseri Passive House, BuildingElements Thermal Transmittance ($\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$) according to [20] ISO 6946:2007.

Building Element	Thermal Transmittance ($\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)	Minimum NZEB Requirements ($\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$) ^a
External walls	0.18	0.4
Roof	0.15	0.4
Ground floor slab	0.48	N/A
Window frame	1.3	2.25
Glazing	0.8	

^a Ministry of Commerce, Industry, Tourism and Energy, Republic of Cyprus (2012).

Εικόνα 21: Θερμοπερατότητα Παθητικού Κτιρίου «Τσέρι»

Ακόμα, χρησιμοποιήθηκε σύστημα αερισμού με ανάκτηση ενέργειας (απόδοση 82%), κατασκευής Atrea (DUPLEX 370 EC4.D (CF)), σε συνδυασμό με αντλία θερμότητας Mitsubishi Heavy Industries 2,6 kW, ώστε να εξασφαλιστεί η βέλτιστη εσωτερική θερμική άνεση. Οι απαιτήσεις σε ζεστό νερό χρήσης καλύπτονται εν μέρει με 2 ηλιακά πάνελ. Το κτίριο είναι εξοπλισμένο με λαμπτήρες φθορισμού και LED και όλες οι οικιακές του συσκευές είναι από τάξη A +.

Για την συγκεκριμένη κλιματική ζώνη, όπως είναι αναμενόμενο, οι ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης είναι ιδιαίτερα χαμηλές (5 kWh/m²a), ενώ αντίθετα οι απαιτήσεις ψύξης είναι υψηλές (15 kWh/m²a). Η αεροστεγανότητα του κτιρίου υπολογίστηκε επίσης εντός των αποδεκτών ορίων (0.6 ACh-1).

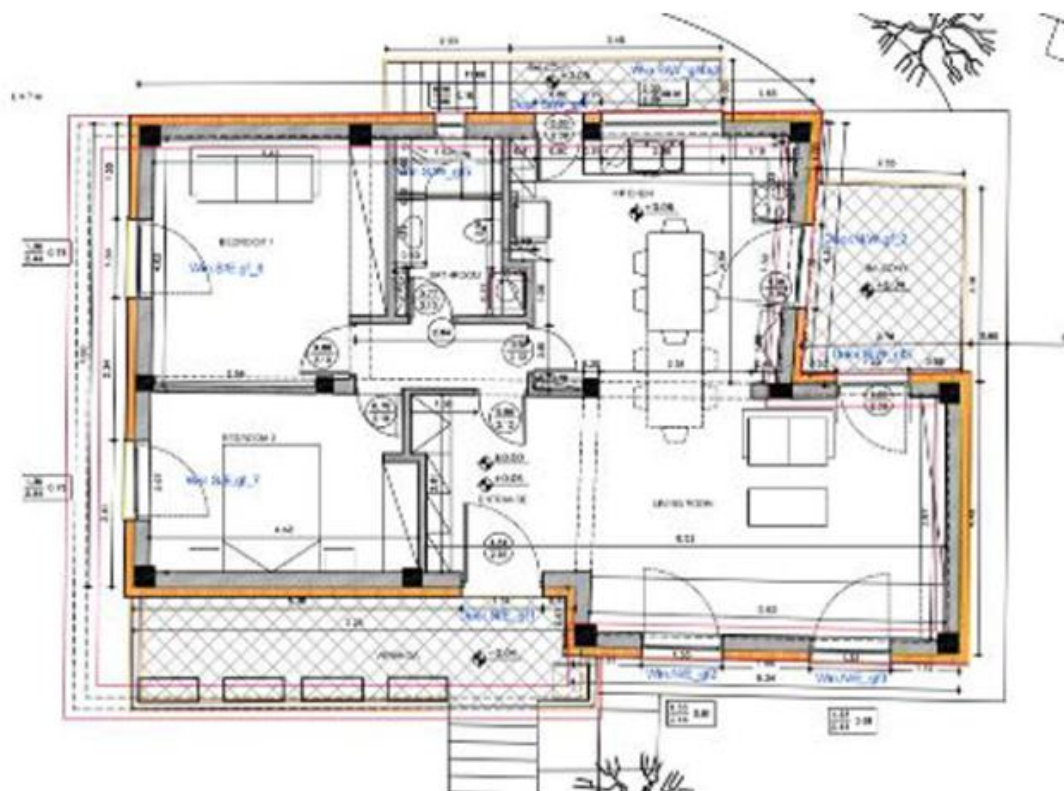
Επιπρόσθετα, το κτίριο ενσωματώνει κι άλλες «πράσινες» λύσεις, όπως συστήματα επαναχρησιμοποίησης υδάτων, μονάδα αποθήκευσης νερού βροχής και μονάδα κομποστοποίησης.

Έδρα Ελληνικού Ινστιτούτου Παθητικού Κτιρίου (Ε.Ι.ΠΑ.Κ) – Παπάγου

Το Ελληνικό Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου και η ομάδα Passivistas από την Αθήνα ολοκλήρωσε το 2016 την ανακαίνιση μιας μονοκατοικίας στου Παπάγου (Αναστάσεως 112), με έτος κατασκευής 1964. Το κτίριο έχει συνολικό εμβαδόν 142m² και είναι χτισμένο σε γωνιακό οικόπεδο 520 m². Αποτελείται από ισόγειο 98.8m² και ανεξάρτητο ημιυπόγειο χώρο 43.60m². Το συνολικό κόστος ανακαίνισης αντιστοιχεί σε 350 ευρώ/m² κλιματιζόμενης επιφάνειας.



Εικόνα 22: Η έδρα του ΕΙΠΑΚ στου Παπάγου
(www.eipak.org)



Εικόνα 23: Το σχέδιο ανακαίνισης του κτιρίου του Παπάγου
(www.eipak.org)

Η μονοκατοικία χρησιμοποιείται ως κατοικία και ως γραφείο με συνολική κλιματιζόμενη επιφάνεια είναι 115m² (οι ανάγκες θέρμανσης και ψύξης καλύπτονται πλήρως με κλιματιστικά). Το κτίριο απαιτεί για θέρμανση 11 kWh/m² /έτος ενώ για ψύξη απαιτεί 0kWh/m² /έτος.

Η κατοικία διαθέτει σύστημα αερισμού με γεωεναλλάκτη ενώ, οι ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης καλύπτονται με ηλιακά πάνελ 4m², τα οποία θερμαίνουν το νερό δεξαμενής 200 λίτρων. Ακόμα, διαθέτει αεροστεγανότητα 0,56 εναλλαγών αέρα/h.

Το 2017, κατά τη διάρκεια του 21^{ου} Παγκόσμιου Συνεδρίου Παθητικών Κτιρίων στη Βιέννη πιστοποιήθηκε ως EnerPHit Plus Κτίριο, γεγονός που αποτελεί μία από τις πρώτες πιστοποιήσεις στον κόσμο και η πρώτη στη ΝΑ Μεσόγειο. Χρησιμοποιείται πλέον ως έδρα του ΕΙΠΑΚ και κέντρο ενημέρωσης και εκπαίδευσης μηχανικών και τεχνιτών.

Smith House, Urbana, Illinois

Το Smith House είναι το πρώτο σπίτι στη Βόρειο Αμερική που κατασκευάστηκε σύμφωνα με το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου. Σχεδιάστηκε από την αρχιτέκτονα Katrin Klingenberg, θεμελιώθηκε το 2002 και ολοκληρώθηκε το 2003.

Συνοπτικά τα χαρακτηριστικά του Smith House είναι:

- εμβαδόν 110 m²

- χρησιμοποιεί $11\text{kWh/m}^2/\text{year}$ για θέρμανση.
- έχει νότιο προσανατολισμό ώστε να θερμαίνεται κυρίως από την ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και να είναι δροσερό το καλοκαίρι. Για τη θέρμανση αξιοποιεί επίσης την εκπεμπόμενη θερμότητα των ενοίκων και ελάχιστα την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
- διαθέτει κατάλληλα σχεδιασμένο σκίαστρο/σκεπή στη νότια πλευρά για να προστατεύει από τον καλοκαιρινό ήλιο.
- οι απώλειες θερμότητας ελαχιστοποιούνται μέσω εξαιρετικής ποιότητας θερμομόνωσης στις πλάκες και στους εξωτερικούς τοίχους και ελαχιστοποίηση των θερμογεφυρών.
- διαθέτει τριπλά τζάμια και επιφάνεια παραθύρων 18m^2 . Τα τζάμια για τα νότια, ανατολικά και βόρεια παράθυρα έχουν σχετικά υψηλό συντελεστή απόδοσης ηλιακής θερμότητας ($\text{SHGC} = 0,51$), ενώ στη δυτική πλευρά, όπου είναι πιθανότερη η υπερθέρμανση, τζάμια έχουν χαμηλότερο $\text{SHGC}=0,31$.
- διαθέτει μηχανικό σύστημα αερισμού με ανάκτηση θερμότητας (HRV) και υπόγειους σωλήνες θέρμανσης του αέρα (διαμέτρου 20cm και μήκους 30m), το οποίο εξασφαλίζει συνεχή αερισμό και βέλτιστη ποιότητα και θερμοκρασία του αέρα στον εσωτερικό χώρο.
- για ζεστό νερό χρήσης διαθέτει στιγμιαίο θερμοσίφωνα (χωρίς δοχείο νερού). Ο ηλιακός θερμοσίφοντας απορρίφθηκε λόγω υψηλότερου κόστους αγοράς και συντήρησης.
- διαθέτει εγκατάσταση για φωτοβολταϊκά.



Εικόνα 24: To Smith House στην Urbana του Illinois (www.solaripedia.com)

Μετά την επιτυχία του Smith House η Klingenberg ξεκίνησε την κατασκευή και πώληση κι άλλων Παθητικών Κτιρίων δημιουργώντας το 2004 την μη κερδοσκοπική οργάνωση Ecological Construction Laboratory (e-co Lab), η οποία σχεδιάζει, κατασκευάζει και πουλάει παθητικά σπίτια σε αγοραστές χαμηλού εισοδήματος. Το πρώτο σπίτι της E-co Lab είναι το Fairview House το οποίο κατασκευάστηκε το 2006 και πουλήθηκε σε μία γυναίκα που έχασε το σπίτι της λόγω του τυφώνα Κατρίνα.

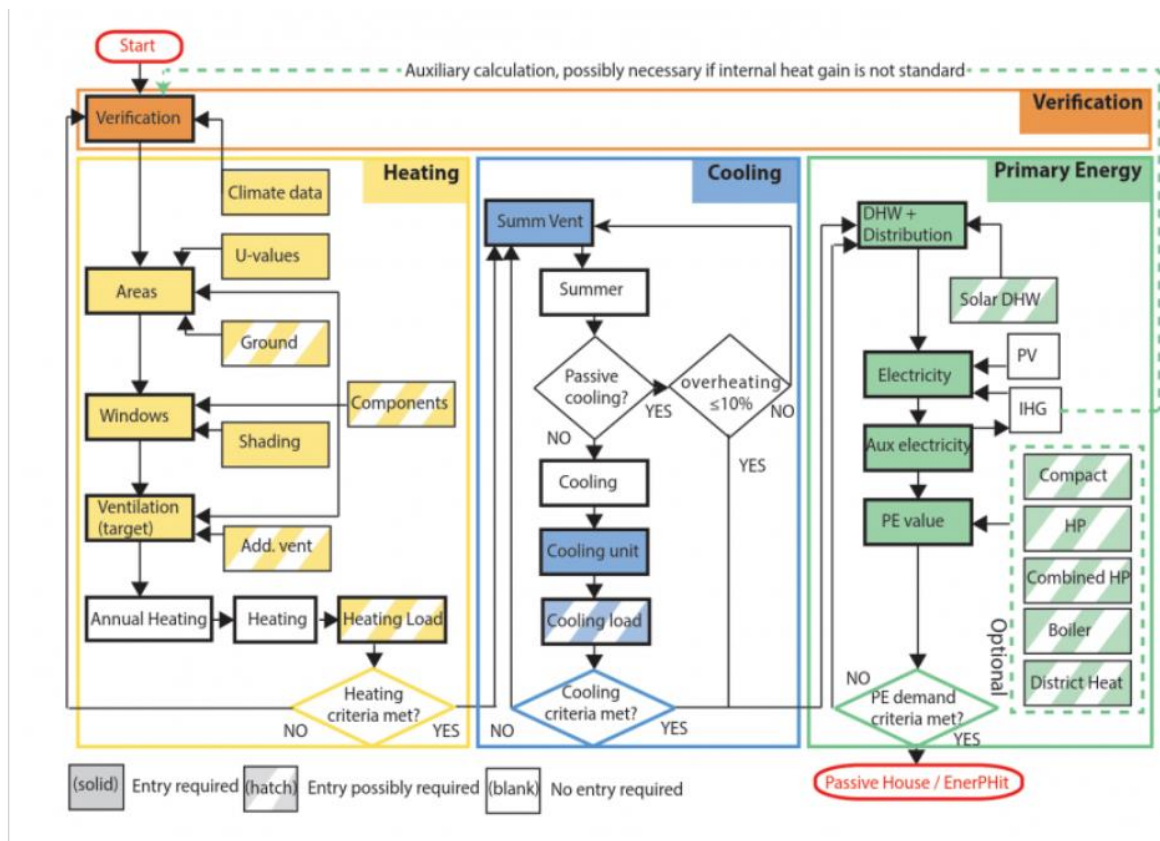


Εικόνα 25: Το Fairview House (www.solaripedia.com)

PHPP - Passive House Planning Package

Το PHPP είναι το εργαλείο υπολογισμού και σχεδιασμού για την κατασκευή κάθε Παθητικού Κτιρίου. Η πρώτη έκδοση κυκλοφόρησε το 1998 και εξελίσσεται συνεχώς ανάλογα με τα νέα κατασκευαστικά δεδομένα. Αποτελείται από ένα εγχειρίδιο οδηγιών και ένα πρόγραμμα σε μορφή αρχείου excel. Το εγχειρίδιο περιέχει όλες τις απαραίτητες οδηγίες και διευκρινίσεις σχετικά με το πρόγραμμα PHPP, καθώς και κάθε σημαντική πληροφορία και παράμετρο που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Ο χρήστης εισάγοντας στο πρόγραμμα δεδομένα σχετικά με δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, εξάγει το ενεργειακό ισοζύγιο.

Το PHPP διαθέτει εκδόσεις μεταφρασμένες σε πολλές γλώσσες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, αφού αρκετές από τις μεταφρασμένες εκδόσεις διαθέτουν προσαρμογές στις συγκεκριμένες κλιματικές περιοχές. Στο εγχειρίδιο υπάρχουν σαφείς πληροφορίες σχετικά με το ποιοι υπολογισμοί στηρίζονται σε δεδομένα του βόρειου ημισφαιρίου και ποιοι είναι κατάλληλα προσαρμοσμένοι.



Εικόνα 26: Απεικόνιση του τρόπου εισροής δεδομένων στο PHPP (www.passipedia.org)

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών του προγράμματος συγκεντρώνονται τελικά σε ένα δομημένο φύλλο επαλήθευσης. Πιο συγκεκριμένα, μετά την εισροή δεδομένων το PHPP εξάγει τα εξής σημαντικά αποτελέσματα:

- 1) Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m²/έτος)

- 2) Απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης (kWh/m²/έτος)
- 3) Μέγιστη θερμική ισχύς (W/m²)
- 4) Απαιτούμενη ενέργεια ψύξης (kWh/m²/έτος)
- 5) Μέγιστη ψυκτική ισχύς (W/m²)
- 6) Πιθανότητα υπερθέρμανσης (%)

Με κάθε νέα καταχώρηση δεδομένων, υπολογίζεται αμέσως η επίδραση τους στο ενεργειακό ισοζύγιο, καθιστώντας δυνατή τη σύγκριση όλων των μεταβλητών και δομικών υλικών διαφορετικών ιδιοτήτων. Με συνεχόμενες δοκιμές και υπολογισμούς επιτυγχάνεται, με απλά και ρεαλιστικά βήματα, η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού του κτιρίου.

Κεφάλαιο 3: Σχεδιασμός Παθητικών κτιρίων

Εισαγωγή

Για τον σχεδιασμό ενός Παθητικού Κτιρίου απαιτείται σχολαστική μελέτη τόσο του κτιρίου όσο και του περιβάλλοντα χώρου και των τοπογραφικών χαρακτηριστικών ώστε να εξασφαλιστεί η πλήρωση των κριτηρίων και άρα το αποτέλεσμα για το οποίο σχεδιάστηκε.

Ο πλήρης σχεδιασμός αποτελείται από αρκετά στάδια και απαιτεί την συνεργασία μηχανικών διαφορετικών ειδικοτήτων. Συνοπτικά, τα σημεία που χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή είναι:

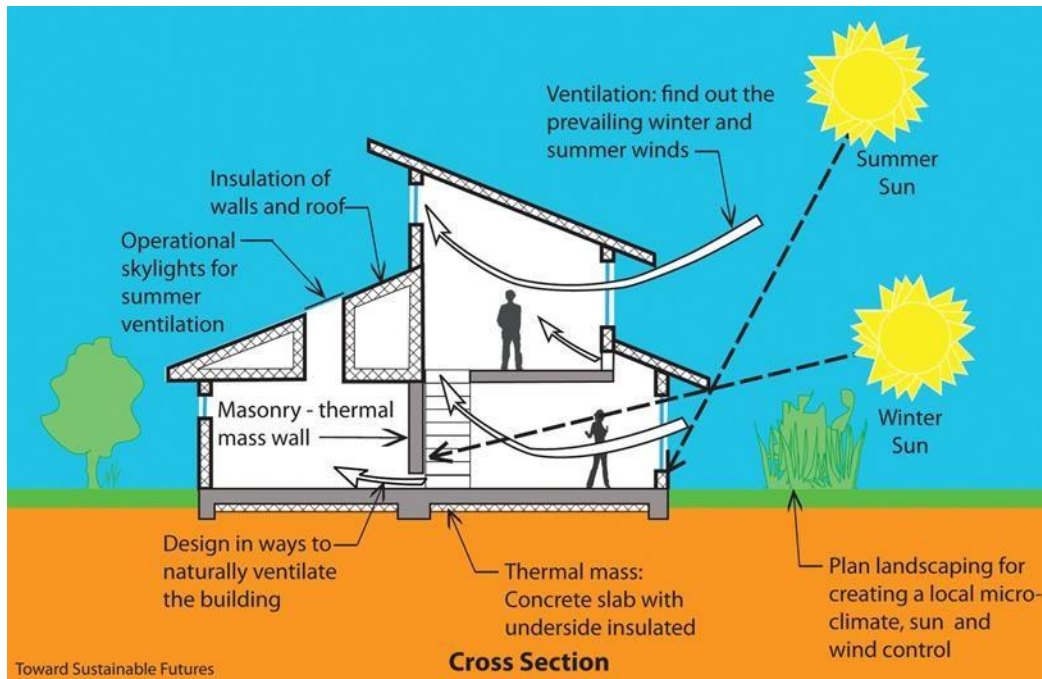
- Ο σχεδιασμός τοπίου (landscape planning) πρέπει να λαμβάνει υπόψη κάποιες θεμελιώδεις αρχές, οι οποίες για τη χώρα μας είναι η προστασία από τον αέρα (απουσία παραθύρων στη βόρεια πλευρά του κτιρίου και δημιουργία ανεμοφράχτη με άλλα κτίρια ή δέντρα) και η αξιοποίηση του ήλιου (απουσία σκίασης και μεγάλα παράθυρα στη νότια πλευρά του κτιρίου). Επίσης, οι κατάλληλες αρχιτεκτονικές κατασκευές, όπως σκέπαστρα, κουβούκλια, φράχτες, μπορούν να προσφέρουν προστασία από τον ήλιο τους ζεστούς καλοκαιρινούς μήνες.
- Ο σχεδιασμός των χώρων πρέπει να συνυπολογίζει οικονομικές, λειτουργικές και αρχιτεκτονικές παραμέτρους. Για παράδειγμα το σχήμα του κτιρίου είναι βασικός παράγοντας που καθορίζει την ενεργειακή απόδοση. Το πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το σχήμα του ημισφαιρίου, ενώ γενικά πρέπει να αποφεύγονται οι πολλές γωνίες και τα μπαλκόνια γιατί αυξάνουν τις απώλειες θερμότητας. Στη βόρεια πλευρά του κτιρίου, που κατά κανόνα οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες, πρέπει να σχεδιάζονται οι βοηθητικοί χώροι του κτιρίου και οι υπόλοιποι στην νοτιοανατολική πλευρά.
- Τα ενεργειακά αποδοτικά κουφώματα (σε παράθυρα, πόρτες, υαλοπίνακες, γυάλινες στέγες κ.ά.) καθοριστικής σημασίας για την ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Τα τζάμια που θεωρούνται κατάλληλα για το πρότυπο των Παθητικών Κτιρίων επιτρέπουν μικρή απώλεια θερμότητας, ενώ παράλληλα παρέχουν άνεση στους ενοίκους. Τα παράθυρα πρέπει να βρίσκονται στη νότια πλευρά και να είναι μεγάλα ώστε να εισέρχεται στο χώρο η ηλιακή ακτινοβολία, ενώ πρέπει να απουσιάζουν ή να είναι ελάχιστα στη βόρεια πλευρά (Schelbach, 2014). Ακόμα, τα διπλά τζάμια αυξάνουν την εξοικονόμηση ενέργειας κατά 50%.
- Κατά το σχεδιασμό του κτιρίου πρέπει να συμπεριληφθούν και στοιχεία αποθήκευσης ενέργειας, όπως τοίχοι από τούβλο ή σκυρόδεμα με γύψο που διατηρούν τη θερμότητα στο εσωτερικό τους. Επίσης, το εσωτερικό των δωματίων μπορεί να διακοσμηθεί με μαρμάρινες ή πέτρινες επιφάνειες/κολώνες, οι οποίες συσσωρεύουν όχι μόνο την θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας αλλά και τη θερμότητα των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών. Εδώ πρέπει να επισημάνουμε ότι η συμπεριφορά των ενοίκων σχετικά με τη χρήση συσκευών είναι εξαιρετικά σημαντική.
- Χρήση υψηλής ποιότητας μονωτικών υλικών, πχ. ξύλο, κοίλα τούβλα κ.ά. Ακόμα είναι απαραίτητη η πλήρης στεγανότητα του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου, πράγμα που σημαίνει ότι απουσιάζουν παντελώς ζώνες αυξημένης διαρροής ενέργειας (Focaides et al., 2016).

- Λύσεις με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως σύστημα εξαερισμού με ανάκτηση ενέργειας, υπόγειοι εναλλάκτες θερμότητας που παγιδεύουν τη θερμότητα του εδάφους, φωτοβολταϊκά πάνελ σε προεξέχοντα σημεία (πχ στέγη), ηλιακοί συλλέκτες για θέρμανση νερού και θέρμανση κτιρίου.
- Αύξηση θερμομόνωσης με χρήσιμες λύσεις, όπως το χώμα και η βλάστηση στην οροφή του κτιρίου. οι «πράσινες στέγες» ενισχύουν την μόνωση, φιλτράροντας παράλληλα τους ρύπους.

Αρχιτεκτονική – Βιοκλιματικός σχεδιασμός και σωστή χωροθέτηση

Ως βιοκλιματικό σχεδιασμό θεωρούμε την ανάπτυξη του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού βασισμένο στις τοπικές κλιματικές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά του τοπίου. Σε αυτή τη διαδικασία, λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως το ανάγλυφο του εδάφους, η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, η θερμοκρασία, ο προσανατολισμός, η σχετική υγρασία, η βροχή κ.ά. Ο σχεδιασμός αυτός περιορίζει τις αρνητικές επιπτώσεις αυτών των στοιχείων στο κτίριο, ενώ παράλληλα εκμεταλλεύεται τα θετικά τους χαρακτηριστικά για να δημιουργήσει συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στον χώρο.

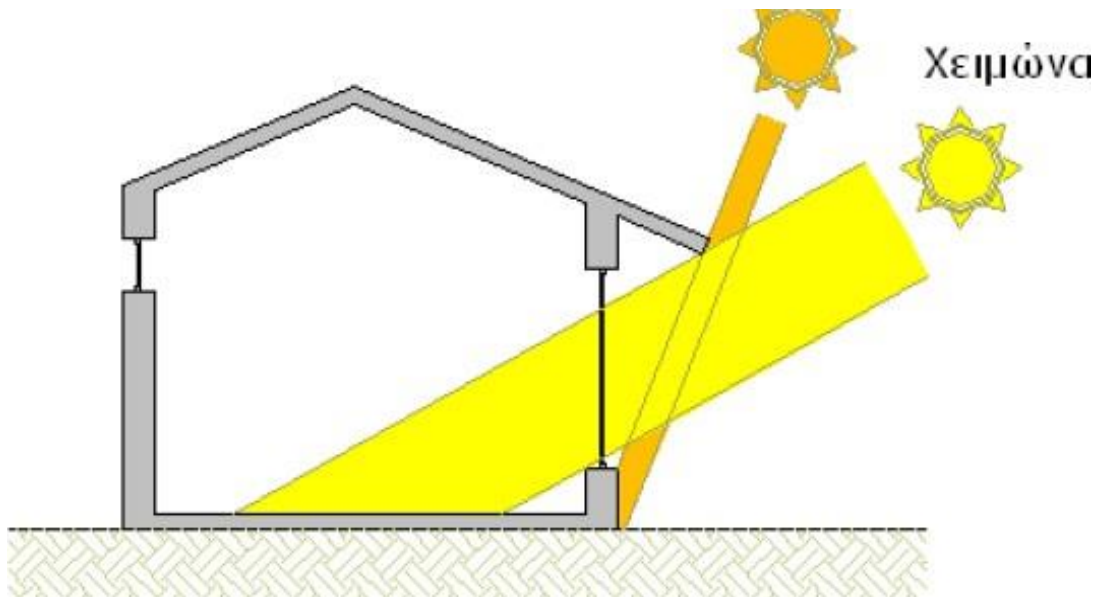
Για να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα στη μείωση κατανάλωσης ενέργειας για ενεργητική ψύξη και θέρμανση του κτιρίου, κατά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, προσπαθούμε να πετύχουμε όσο το δυνατόν μικρότερη διαφορά θερμικών απωλειών – θερμικών κερδών. Αυτό, πρακτικά, σημαίνει ότι κατά τη χειμερινή περίοδο, στοχεύουμε στον περιορισμό των θερμικών απωλειών μέσω των μονωτικών υλικών και στην επαρκή ηλιακή θέρμανση. Στη θερινή περίοδο, αντίθετα, επιδιώκουμε το φυσικό αερισμό του κτιρίου ταυτόχρονα με τη κατάλληλη σκίαση για την απομάκρυνση της θερμότητας.



Εικόνα 27: Λειτουργία βιοκλιματικού κτιρίου (www.phius.org)

Επομένως, ο μελετητής καλείται να τοποθετήσει επαρκή σκίαση των ανοιγμάτων κατά το καλοκαίρι, προκειμένου να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου, ενώ ταυτόχρονα δεν πρέπει να περιορίσει το ηλιακό θερμικό κέρδος το χειμώνα. Επιπλέον, πρέπει να λάβει υπόψη τις ανάγκες σε φυσικό φωτισμό.

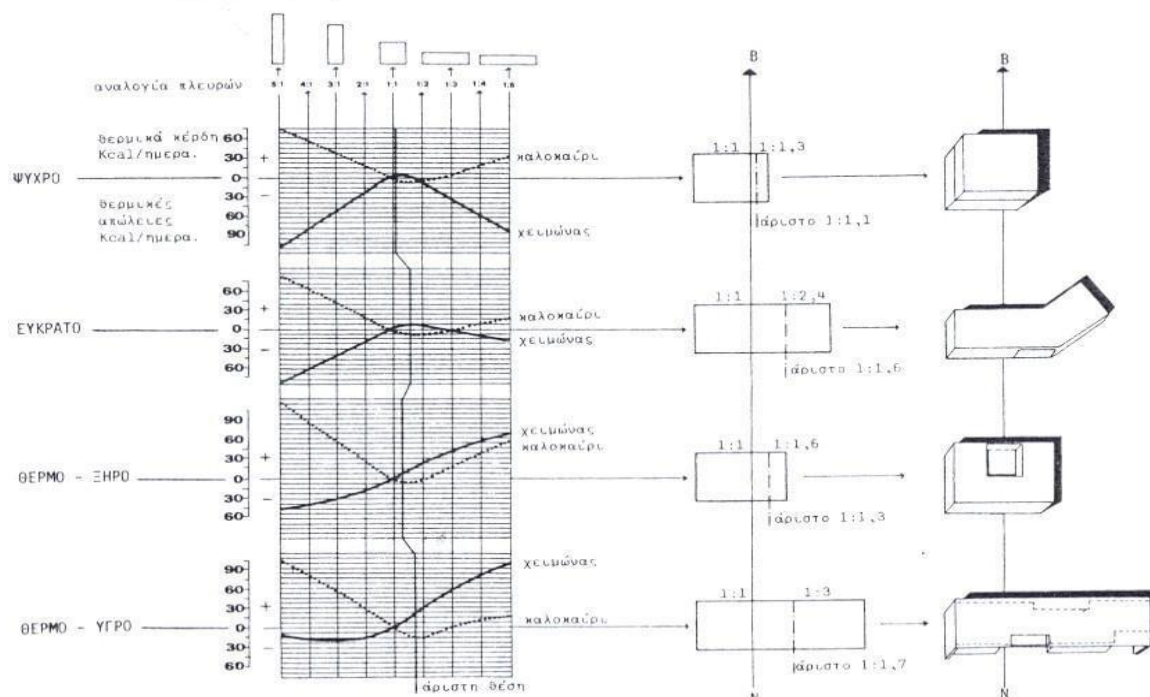
Η εξωτερική σκίαση είναι πιο αποδοτική, καθώς αποτρέπει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω των υαλοπινάκων, η οποία θα εγκλωβιστεί στους χώρους. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των ηλιακών κερδών έως και 80%.



Εικόνα 28: Παράδειγμα σωστής διαχείρισης της ηλιακής ακτινοβολίας στην πιο απλή μορφή.
(<https://web.tee.gr/>)

Η κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου είναι ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη των στόχων του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Ο προσανατολισμός του κτιρίου πρέπει να επιτρέπει όσο το δυνατόν περισσότερο ηλιασμό του κατά τον χειμώνα, και ταυτόχρονα να παρέχει μέγιστη σκίαση κατά το καλοκαίρι. Για να επιτευχθεί αυτό, χρειάζεται να εντοπιστούν οι θερμικές ζώνες του κτιρίου.

Ο προσανατολισμός είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, επηρεαζόμενη από παράγοντες όπως η τοπογραφία της περιοχής, το φυσικό τοπίο, οι απαιτήσεις ιδιωτικότητας και η μείωση του θορύβου. Στις μέσες γεωγραφικές περιοχές (γεωγραφικό πλάτος 40°), ο ιδανικός προσανατολισμός είναι προς τα νότια, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία είναι πιο έντονη το χειμώνα και λιγότερο έντονη το καλοκαίρι. Σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη, οι νότιες επιφάνειες έχουν ακόμα μεγαλύτερο ηλιακό κέρδος το χειμώνα, ενώ οι ανατολικές και δυτικές επιφάνειες είναι πιο επιβαρυνμένες από την ηλιακή ακτινοβολία.



Εικόνα 29: Βέλτιστο σχήμα κτιρίου ανά κλίμα¹⁴ (Νικολούδης Σ., Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παραδοσιακή αρχιτεκτονική, 2013)

Η διάταξη των εσωτερικών χώρων είναι επίσης κρίσιμη στον βιοκλιματικό σχεδιασμό, καθώς επηρεάζεται από τις μικροκλιματικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, η νότια πλευρά, ως πιο ζεστή και φωτεινή, είναι ιδανική για τους βασικούς χώρους δραστηριοτήτων που χρειάζονται άφθονο φως και θέρμανση. Αντίθετα, η βόρεια πλευρά, ως η πιο ψυχρή, είναι κατάλληλη για δευτερεύοντες χώρους όπως οι αποθήκες. Τα υπνοδωμάτια, τα μπάνια και η κουζίνα πρέπει να τοποθετούνται σε σημεία που εξασφαλίζουν επαρκή αερισμό. Τέλος, το βάθος του κτιρίου δεν πρέπει να υπερβαίνει το ύψος των παραθύρων της νότιας πλευράς πολύ περισσότερο 2,5 φορές, ξεκινώντας από το επίπεδο του δαπέδου, ώστε να διασφαλίζεται ο ηλιασμός όλων των εσωτερικών χώρων.

Θερμικές απώλειες – Θερμομόνωση και Αεροστεγανότητα

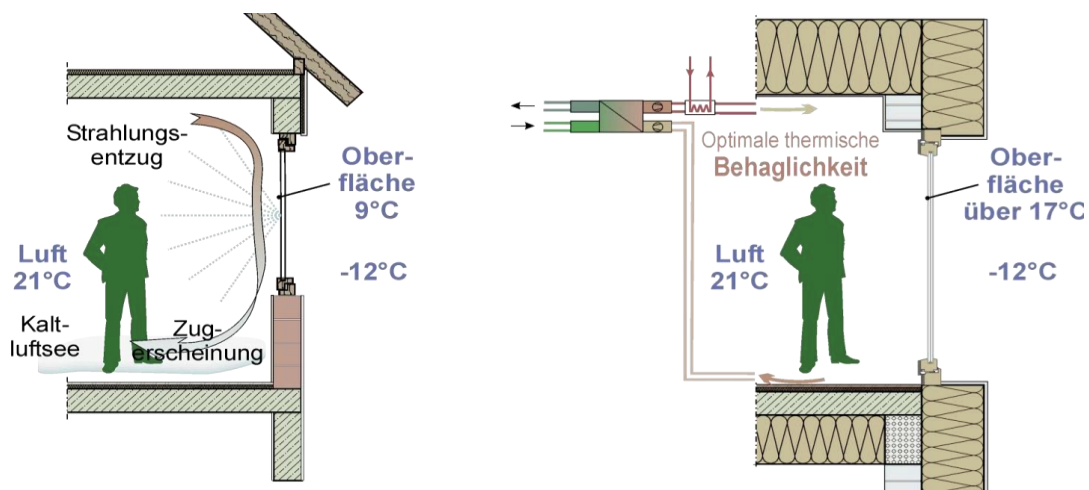
Η θερμική άνεση είναι βασικό στοιχείο για τα Παθητικά Κτίρια, γι'αυτό και για την εξασφάλιση της, θα πρέπει να μειωθεί όσο το δυνατόν η διαφορά της εσωτερικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο. Συγκεκριμένα, η διαφορά αυτή δεν πρέπει να ξεπερνάει τους K (Feist 1998).

Μετά την αρχική αρχιτεκτονική μελέτη του κτιρίου, σχεδιάζεται λεπτομερώς το κέλυφος του, γίνεται γίνεται λεπτομερής προσέγγιση στον σχεδιασμό του κελύφους ορίζοντας έτσι τον θερμικό φάκελο του κτιρίου μέσω του οποίου εξασφαλίζεται η επαρκής θερμομόνωση και αεροστεγανότητα. Αυτό περιλαμβάνει την επιλογή των κατάλληλων υλικών, του πάχους και της τοποθέτησης της θερμομόνωσης καθώς και των κατάλληλων κουφωμάτων. Οι θερμικές απώλειες προκύπτουν είτε από τη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το εξωτερικό μέσω του αέρα (όταν υπάρχει ανεπαρκής αεροστεγάνωση), είτε από τη μετάδοση της θερμότητας προς τα πιο κρύα δομικά θλικά (όταν υπάρχει ανεπαρκής θερμομόνωση). Ως θερμικές απώλειες ορίζεται τόσο η απώλεια ζέστης ενός χώρου το χειμώνα, όσο και της δροσιάς το καλοκαίρι.

Οι θερμικές απώλειες σε ένα κτίριο, μπορούν να πραγματοποιηθούν από το σύνολο της εξωτερικής επιφάνειάς του. Κάθε μέρος του κελύφους συμβάλλει σε αυτές, με διαφορετικό βαθμό σημασίας. Οι κύριοι παράγοντες ευθύνης, κατά φθίνουσα σειρά σημασίας, είναι:

1. Τα κουφώματα: Αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των απωλειών, καθώς οι συμβατικοί υαλοπίνακες έχουν χαμηλή θερμική αντίσταση και δεν είναι αεροστεγείς.
2. Η στέγη: Το χειμώνα, ο θερμός αέρας ανεβαίνει προς την ψυχρή οροφή, όπου είτε εξέρχεται του κτιρίου είτε ψύχεται και κατεβαίνει ξανά σε χαμηλότερα επίπεδα.
3. Οι κάθετες επιφάνειες (παρείες): Επηρεάζουν τις απώλειες μέσω της μετάδοσης της θερμότητας μέσω του τοίχου.
4. Οι επιφάνειες που εφάπτονται με το έδαφος: Οι απώλειες εδώ συμβαίνουν μέσω των θεμελίων και των σημείων επαφής με το έδαφος.

Αν και οι θερμικές απώλειες είναι αναπόφευκτες, μπορούν να περιοριστούν με μέτρα όπως η καλή μόνωση και η αεροστεγής κατασκευή.



Εικόνα 30: Διαφορά μεταξύ ενός συμβατικού και ενός ενεργειακού κουφώματος και κατασκευής (<https://passiv.de/>)

Θερμομόνωση

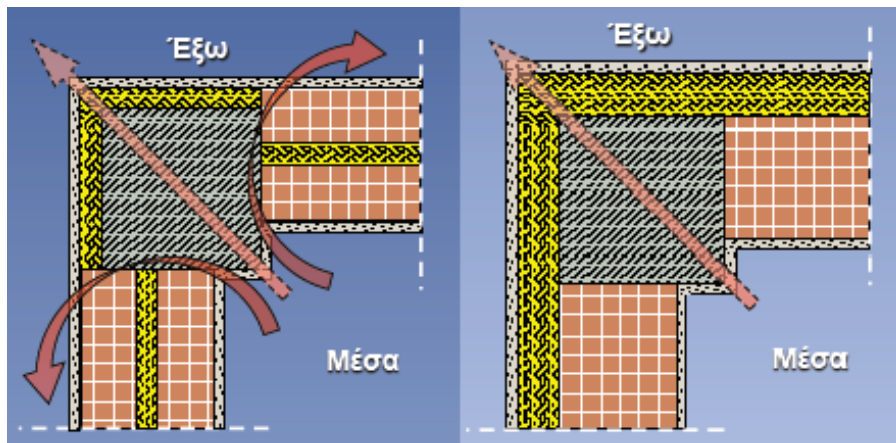
Στα Παθητικά Κτίρια, η εξωτερική θερμομόνωση προτιμάται κυρίως για να αποφευχθούν οι θερμογέφυρες αλλά και ο κίνδυνος υγραποίησης που μπορεί να προκύψει από εσωτερική μόνωση.

Για να μετρηθεί η αποτελεσματικότητα μιας θερμομόνωσης, χρησιμοποιείται ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ , που δείχνει πόση θερμότητα περνά από μια μονάδα υλικού με μονάδα πάχους (1m) και διαφορά θερμοκρασίας 1 βαθμού Κελσίου. Για τα Παθητικά Κτίρια, οι αποδεκτές τιμές για τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ κυμαίνονται από 0,030 - 0,040 W/mK.

Θερμογέφυρες

Σύμφωνα με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, θερμογέφυρα είναι το σημείο ή επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου, όπου η θερμική αντίσταση είναι χαμηλότερη σε σύγκριση με το υπόλοιπο κέλυφος.

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που προκύπτουν. Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες προκύπτουν από τη διακοπή της συνέχειας της θερμομόνωσης του κελύφους, και η έντασή τους εξαρτάται από το μέγεθος της δημιουργούμενης ασυνέχειας. Από την άλλη πλευρά, οι γεωμετρικές θερμογέφυρες οφείλονται στη γεωμετρία του κτιρίου. Σε αυτήν την περίπτωση, δεν υπάρχει διακοπή στη συνέχεια της θερμομόνωσης, και η έντασή τους εξαρτάται από τη διαφορά στο μέγεθος των εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών.



Εικόνα 31: Αριστερά είναι μια κατασκευαστική θερμογέφυρα και δεξιά μια γεωμετρική (<https://web.tee.gr/>)

Σύμφωνα με το ΚΕΝΑΚ, οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε γραμμικές και σημειακές, με τις τελευταίες να θεωρούνται αμελητέες.

Στο ΡΗΡΡ, οι θερμικές απώλειες υπολογίζονται αυτόματα καθώς ο μελετητής εισάγει τις θερμογέφυρες στο πρόγραμμα. Η διάκριση γίνεται με βάση τη θερμοκρασιακή ζώνη σε περιμετρικές, προς εξωτερικό περιβάλλον και προς έδαφος.

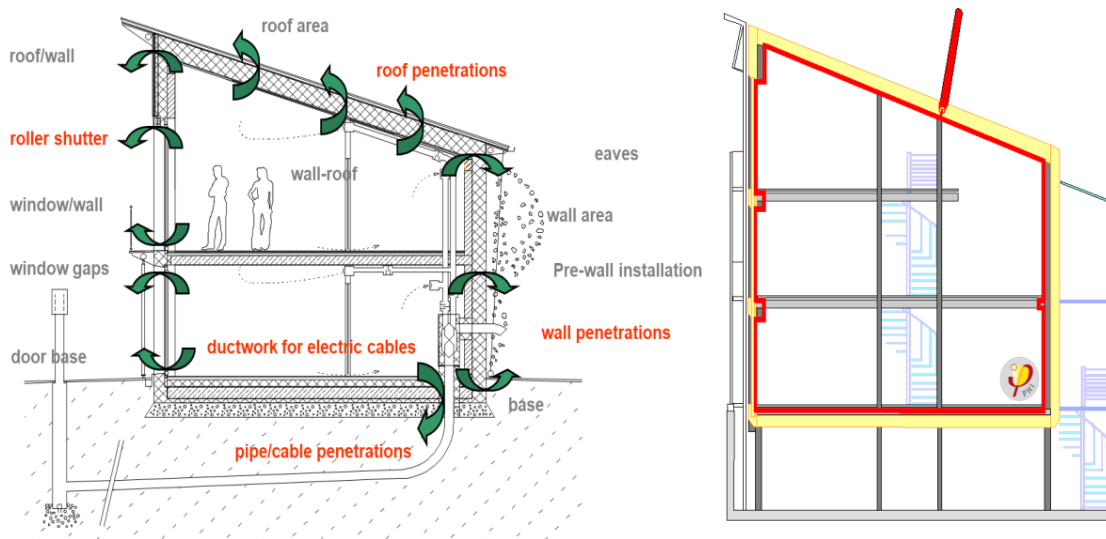
Αεροστεγανότητα

Σε ένα νέο Παθητικό Κτίριο, η αεροστεγανότητα πρέπει να είναι τέτοια ώστε, με όλες τις πόρτες και τα παράθυρα κλειστά, ο εσωτερικός αέρας να μην αλλάζει περισσότερο από το 60% του όγκου του εσωτερικού χώρου εντός μίας ώρας (δηλαδή, $n_{50} \leq 0,60 \text{ h}^{-1}$). Αντίστοιχα, σε ένα ανακαινισμένο Παθητικό Κτίριο, ο αριθμός των αλλαγών του αέρα ανά ώρα δεν πρέπει να υπερβαίνει το ένα ($n_{50} \leq 1 \text{ h}^{-1}$), επίσης με κλειστές όλες τις πόρτες και τα παράθυρα.

Το αποτέλεσμα ελέγχεται με το τεστ αεροστεγανότητας Blowerdoor Test και εισάγεται από τον μελετητή στο PHPP.

Για να πληρείται το κριτήριο αεροστεγανότητας, πρέπει όλες οι εσωτερικές επιφάνειες του κελύφους να είναι στεγανές και οι συνδέσεις μεταξύ τους να είναι επίσης σφραγισμένες.

Συνήθως, τα υλικά αεροστεγανότητας τοποθετούνται εσωτερικά στην θερμομόνωση, δημιουργώντας έναν συνεχή φάκελο που περικλείει ολόκληρο το θερμαινόμενο εσωτερικό όγκο του κτιρίου και παρέχει παράλληλα ένα φράγμα για την υγρασία. Επιπλέον, σε σημεία διακοπής αυτού του φακέλου, όπως στα παράθυρα και στις εγκαταστάσεις ηλεκτρολογίας και υδραυλικής, είναι σημαντικό να τοποθετούνται ειδικά υλικά όπως μεμβράνες, ταινίες και κολάρα για να διατηρείται η αεροστεγανότητα.



Εικόνα 32: Επίπεδο αεροστεγανότητας (κόκκινη γραμμή) και πιθανά σημεία διαρροών (<https://passiv.de/>)

Κουφώματα

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα ανοίγματα ενός κτιρίου είναι σημαντική πηγή τόσο απωλειών όσο και κερδών σε θερμότητα. Αυτά τα ανοίγματα επιτρέπουν το φυσικό φωτισμό του χώρου, τη θέρμανση από την ηλιακή ακτινοβολία και την εισαγωγή φρέσκου αέρα. Ωστόσο, τα συμβατικά κουφώματα έχουν αρνητικές πτυχές, όπως η έλλειψη αεροστεγανότητας και ο υψηλός συντελεστής θερμοπερατότητας.

Η ποιότητα ενός κουφώματος, αξιολογείται με βάση τον συντελεστή θερμοπερατότητας U , και τον συντελεστή θερμογέφυρας μεταξύ υαλοπίνακα και πλαισίου, Ψ_g .

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων υπολογίζεται ως:

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

A_g = Η επιφάνεια του υαλοπίνακα

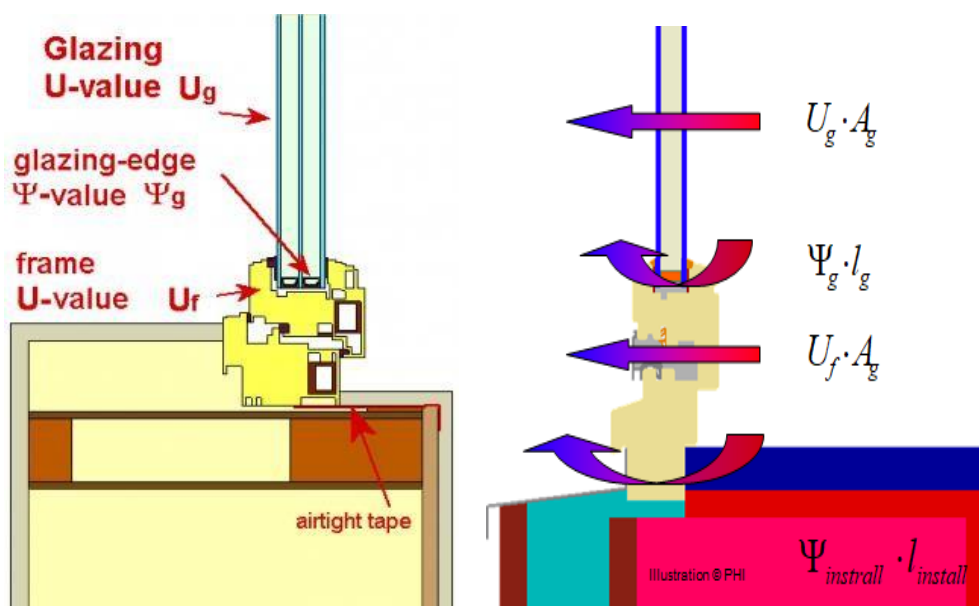
A_f = Η επιφάνεια του πλαισίου

U_g = Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα

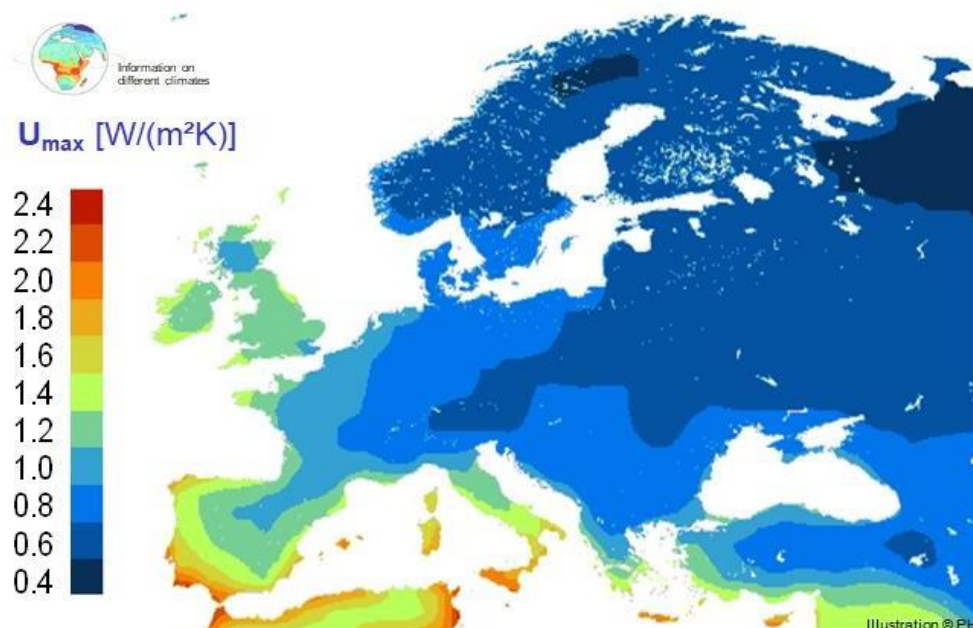
U_f = Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου

ψ_g = Η γραμμική θερμογέφυρας μεταξύ του υαλοπίνακα, του αποστάτη και του πλαισίου του κουφώματος

l_g = Το μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας



Εικόνα 33: Χαρακτηριστικά και απώλειες ενός κουφώματος (<https://passiv.de/>)



Εικόνα 34: Ενδεικτικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων στην Ευρώπη, ώστε να επιτυγχάνεται η θερμική άνεση στα κτίρια (<https://passiv.de/>)

Συνιστάται η ελαχιστοποίηση των διαστάσεων των κουφωμάτων, ώστε να αυξηθεί η επιφάνεια του υαλοπίνακα, η οποία προσφέρει τα θερμικά οφέλη. Οι αποδεκτές τιμές για το U_f στα Παθητικά Κτίρια κυμαίνονται μεταξύ 0,6 και 0,9 W/m²K.

Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας για τον υαλόπινακα είναι ο συντελεστής g-value. Αυτή η τιμή καθορίζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται, σε αντίθεση με το ποσοστό που ανακλάται.

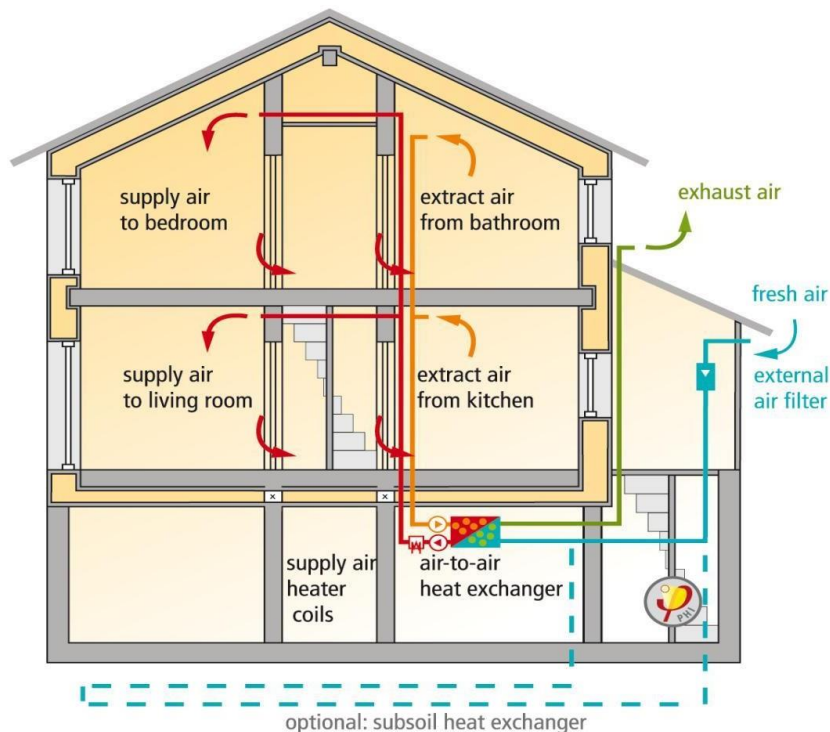
Μηχανικός αερισμός με ανάκτηση ενέργειας

Η ανάγκη κάθε κτιρίου να αερίζεται, ώστε η ποιότητα του εσωτερικού αέρα να είναι όσο τον δυνατόν καλύτερη αλλά και για να αποφευχθεί η συγκέντρωση υγρασίας και ανάπτυξη μούχλας, σε συνδυασμό με την τοποθέτηση των ισχυρής θερμομόνωσης και αεροστεγών κουφωμάτων οδηγεί στην ανάγκη για μηχανικό αερισμό του Παθητικού Κτιρίου. Ο σχεδιασμός του μηχανικού αερισμού πρέπει να λαμβάνει υπόψη την ανάγκη για συνεχή ανανέωση του αέρα αλλά και τη χρήση φίλτρων που μειώνουν τους ρύπους.

Μια παροχή αέρα 30 m³/h ανά άτομο και τουλάχιστον 0,31 εναλλαγές αέρα ανά ώρα θεωρείται επαρκής για τη διασφάλιση του επαρκούς αερισμού.

Επιπλέον, η εγκατάσταση ενός συστήματος μηχανικού αερισμού με ανάκτηση ενέργειας αποτελεί αποτελεσματική λύση για την εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτά τα συστήματα επιτυγχάνουν εξοικονόμηση ενέργειας έως και 90%, βοηθώντας στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη. Επιπλέον, η ανάκτηση ενέργειας δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 70% και η καταναλισκόμενη ισχύς των ανεμιστήρων πρέπει να φτάνει στα 0,45 Wh/m³.

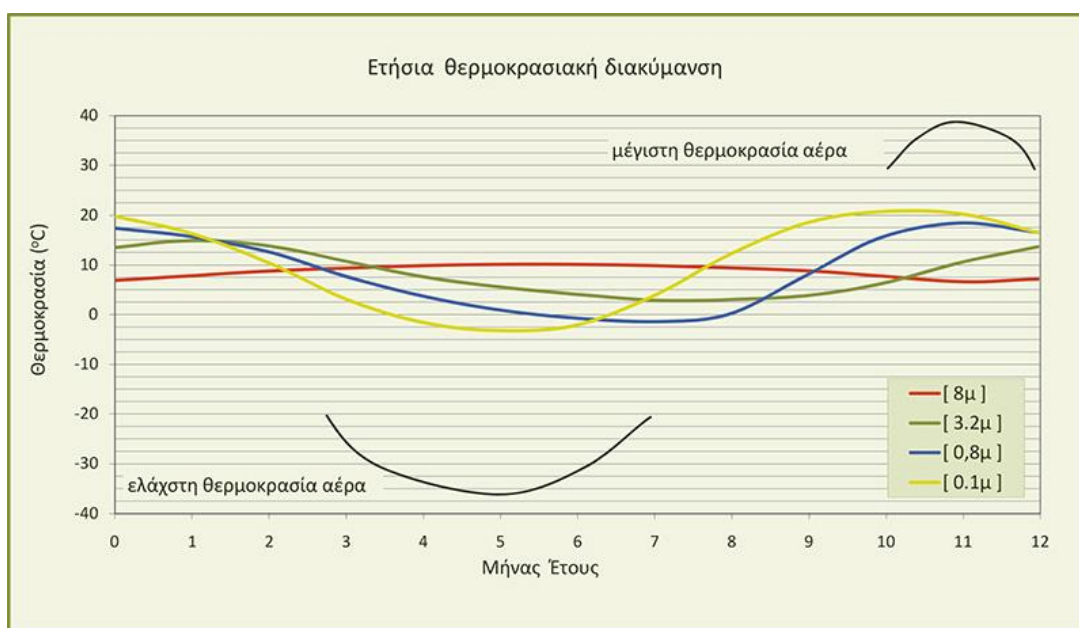
Στο Παθητικό κτίριο, η δομή του αερισμού χωρίζεται σε τρεις βασικές ζώνες: τις ζώνες εισόδου αέρα, τις ζώνες εξαγωγής αέρα και τις ενδιάμεσες ζώνες. Οι ζώνες εισόδου αέρα περιλαμβάνουν τους χώρους που χρησιμοποιούνται συχνότερα, όπως το καθιστικό και τα υπνοδωμάτια, ενώ οι ζώνες εξαγωγής αέρα αναφέρονται σε χώρους με υψηλά επίπεδα υγρασίας και οσμών, όπως η κουζίνα και τα μπάνια. Οι περιοχές όπως οι διάδρομοι, όπου η μεταφορά αέρα γίνεται φυσικά λόγω διαφοράς πίεσης, αποτελούν τις ζώνες μεταφοράς αέρα.



Εικόνα 35: Ενδεικτικό σύστημα μηχανικού αερισμού σε κτίριο (<https://passiv.de/>)

Η τοποθέτηση του συστήματος μηχανικού αερισμού με ανάκτηση ενέργειας είναι κρίσιμη για την αποτελεσματικότητά του. Συστήνεται η τοποθέτηση του συστήματος αερισμού να γίνεται εσωτερικά του θερμικού φακέλου. Σε αντίθετη περίπτωση, πρέπει να γίνει σωστή μόνωση όλων των στοιχείων του συστήματος, ώστε να εξασφαλιστεί η αποδοτικότητα του.

Η χρήση γεωθερμικού εναλλάκτη μπορεί να βελτιώσει, επίσης, την απόδοση του συστήματος. Ο γεωθερμικός εναλλάκτης προθερμαίνει ή προψύχει τον εισερχόμενο αέρα, χρησιμοποιώντας τη σταθερή θερμοκρασία του εδάφους σε βάθος μεγαλύτερο των 3 μέτρων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση ή τη ψύξη του αέρα που εισέρχεται στο σύστημα.



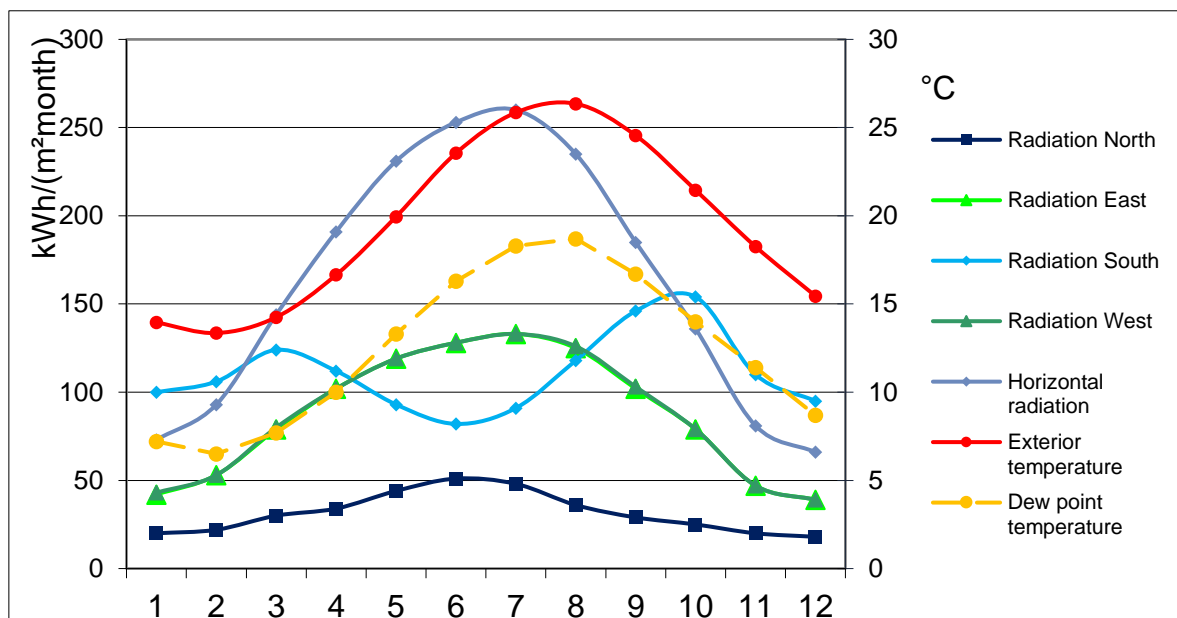
Εικόνα 36: Ετήσια θερμοκρασιακή διακύμανση ατμοσφαιρικού αέρα και εδάφους (www.anelixi2020.org)

Κεφάλαιο 4: Μοντελοποίηση κτιρίου K2

Εισαγωγή

Το Παθητικό Κτίριο, όπως αναφέρθηκε, είναι ένα πρότυπο κατασκευής που μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα είδη κτιρίων, είτε πρόκειται για νέα κατασκευή είτε για ανακαίνιση. Θα επιχειρηθεί η ενεργειακή μελέτη της υφιστάμενης κατάστασης του κτιρίου K2 του Πολυτεχνείου Κρήτης, αλλά και προσομοίωση σύμφωνα με το πρότυπο του Παθητικού Κτιρίου. Για την ενεργειακή μελέτη χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό PHPP.

Η ακριβής τοποθεσία του κτιρίου είναι στο Ακρωτήριο Χανίων με γεωγραφικό πλάτος 35,5ο, γεωγραφικό μήκος 24,1ο και υψόμετρο 129m. Με βάση την τοποθεσία και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής, παρουσιάζεται το διάγραμμα ακτινοβολίας – θερμοκρασίας για το κτίριο:



Γράφημα 1: Διάγραμμα ακτινοβολίας-θερμότητας

Η θερμενόμενη επιφάνεια δαπέδου (με βάση το PHPP) είναι 876,48 m και η χρήση του κτιρίου είναι κυρίως ως γραφεία. Στο ισόγειο υπάρχουν πέντε αίθουσες ηλεκτρονικών υπολογιστών, μία αίθουσα εκτυπωτών, δύο αίθουσες που χρησιμοποιούνται ως γραφεία και ένα WC. Αντίστοιχα, στον πρώτο όροφο υπάρχουν τρία εργαστήρια, δεκατέσσερα γραφεία καθηγητών και ένα WC.

Η μοντελοποίηση του κτιρίου K2 έγινε σε τρία βήματα:

1. Θερμομόνωση και αεροστεγανότητα
2. Αλλαγή κουφωμάτων και προσθήκη συστήματος αερισμού

3. Μείωση κατανάλωσης ενέργειας μέσω αντικατάστασης του συστήματος θέρμανσης και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και προσθήκη ηλεκτρικού θερμοσίφωνα και φωτοβολταϊκών πάνελ.

Παρακάτω θα γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων της αρχικής κατάστασης του κτιρίου με τα αποτελέσματα μετά από κάθε βήμα. Τα αποτελέσματα, όπως παρουσιάστηκαν και προηγουμένως, αφορούν:

- την απαιτούμενη πρωτογενή ενέργεια του κτιρίου kWh/m²/έτος
- την απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση σε kWh/m²/έτος
- τη μέγιστη θερμική ισχύ W/m²
- την απαιτούμενη ενέργεια για ψύξη τους θερμούς μήνες σε kWh/m²/έτος
- τη μέγιστη ψυκτική ισχύ W/m²

Ακόμα, εξετάζεται η ποσότητα εκπομπών CO₂ λόγω ψύξης, θέρμανσης και μηχανικού αερισμού σε kg/έτος.

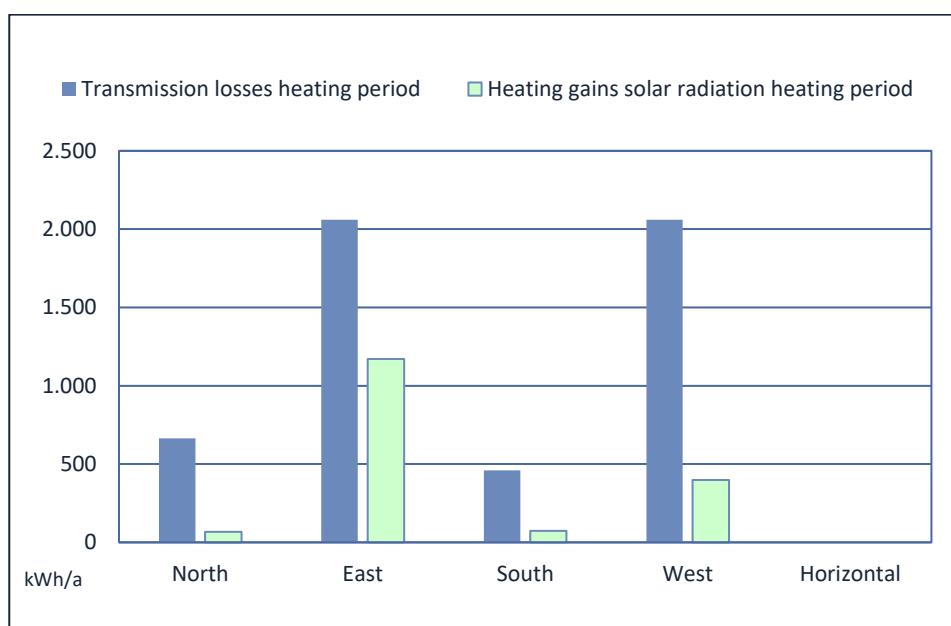
Αρχική κατάσταση του κτιρίου

Το κτίριο K2, στην αρχική του κατάσταση, παρουσιάζει τα παρακάτω αποτελέσματα:

Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m ² /a)	245.9
Απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης (kWh/m ² /a)	19
Μέγιστη θερμική ισχύς (W/m ²)	34.7
Απαιτούμενη ενέργεια ψύξης (kWh/m ² /a)	59.6
Μέγιστη ψυκτική ισχύς (W/m ²)	51.1
Εκπομπές CO ₂ (kg/a)	13,991

Πίνακας 1: Αποτελέσματα αρχικής κατάστασης κτιρίου

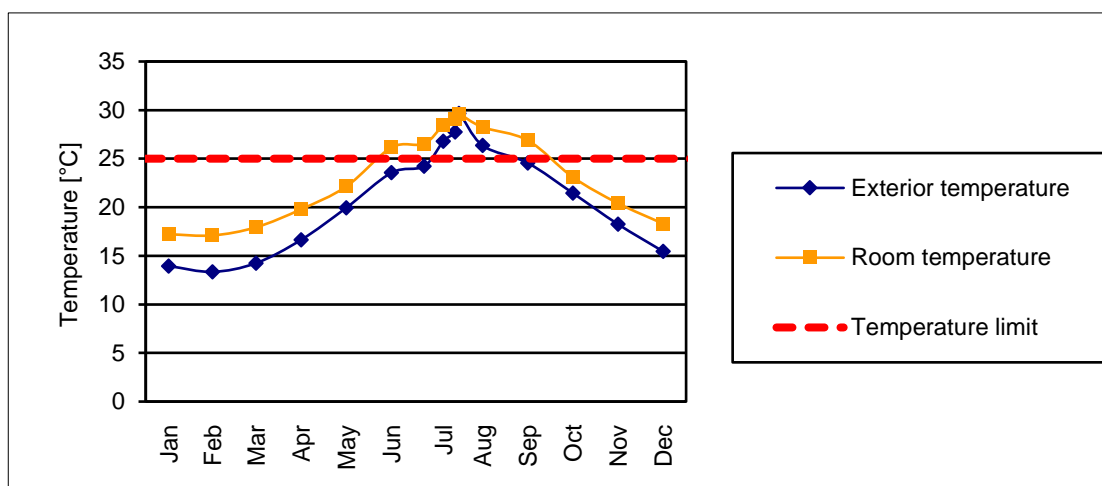
Αρχικά, από τα δεδομένα εγκατάστασης των παραθύρων υπολογίζουμε τις απώλειες θερμότητας και τα κέρδη των παραθύρων καθώς έχουν μεγάλη επίδραση στο ενεργειακό ισοζύγιο ενός παθητικού κτιρίου. Το υπό-μελέτη υφιστάμενο κτίριο παρουσιάζει απώλειες ίσες με 5243 kWh/a και κέρδη ίσα με 1709 kWh/a, τα οποία μοιράζονται ως εξής:



Γράφημα 2: Θερμικά κέρδη και απώλειες αρχικής κατάστασης κτιρίου

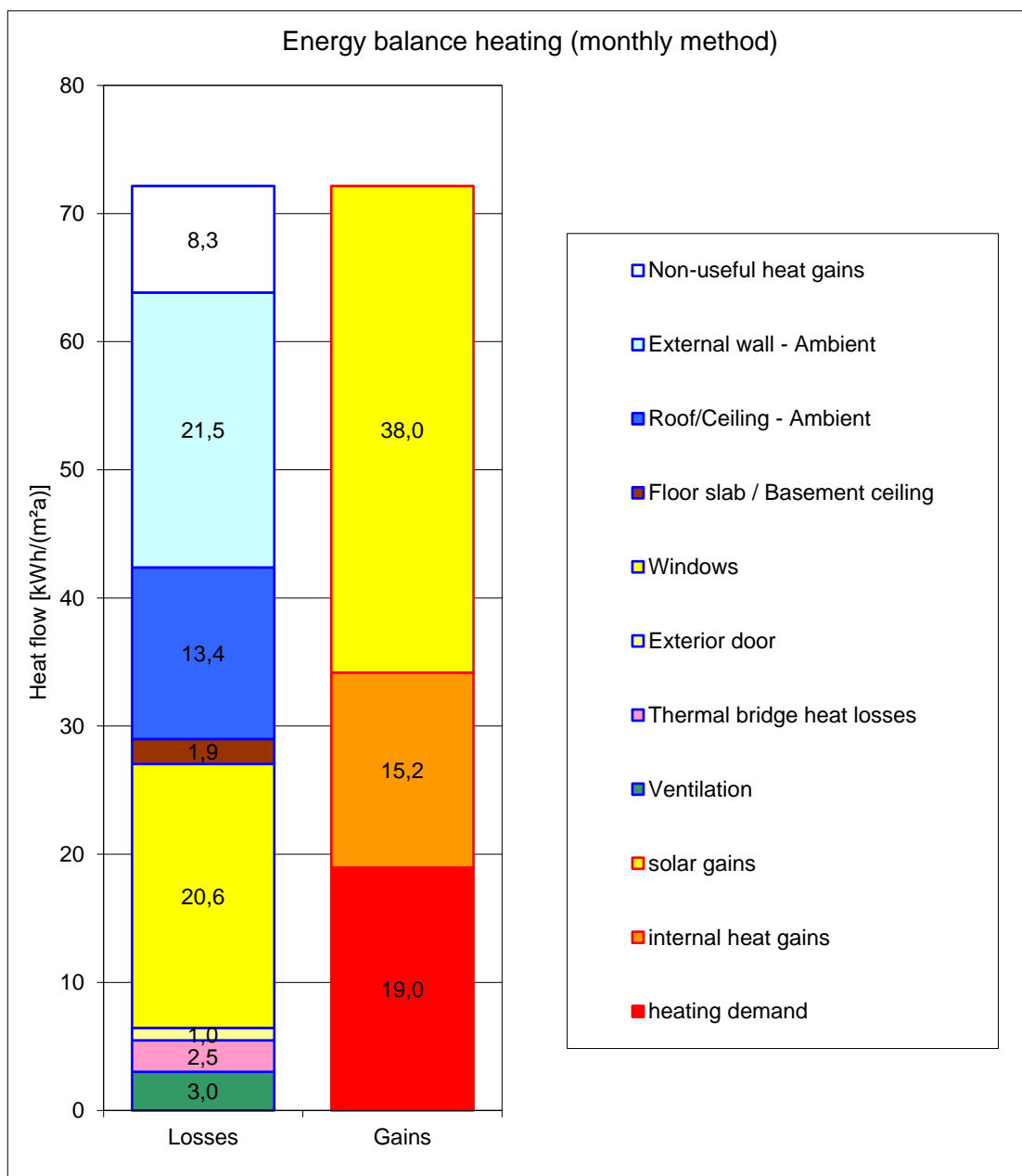
Η εσωτερική θερμοκρασία κάθε κτιρίου εξαρτάται από το μέγεθος, τον προσανατολισμό, τη σκίαση, τον αερισμό, τις εσωτερικές πηγές θερμότητας και κυρίως την κλιματική περιοχή από την ετήσια κατανάλωση θερμότητας. Το μέτρο της άνεσης ορίζεται ως η συχνότητα

κατά την οποία οι θερμοκρασίες υπερβαίνουν το καθορισμένο όριο άνεσης θ_{max} εκφραζόμενο ως ποσοστό του συνολικού χρόνου του έτους. Η προεπιλεγμένη θ_{max} που χρησιμοποιείται στο PHPP είναι 25°C και η αποδεκτή συχνότητα ορίζεται μέχρι 10%. Συγκεκριμένα, η συχνότητα 0-2% θεωρείται άριστη, 2-5% καλή, 5-10% αποδεκτή, 10-15% κακή και >15% καταστροφική. Στη περίπτωση της αρχικής κατάστασης του κτιρίου, η συχνότητα υπερθέρμανσης αγγίζει το 39,1%.



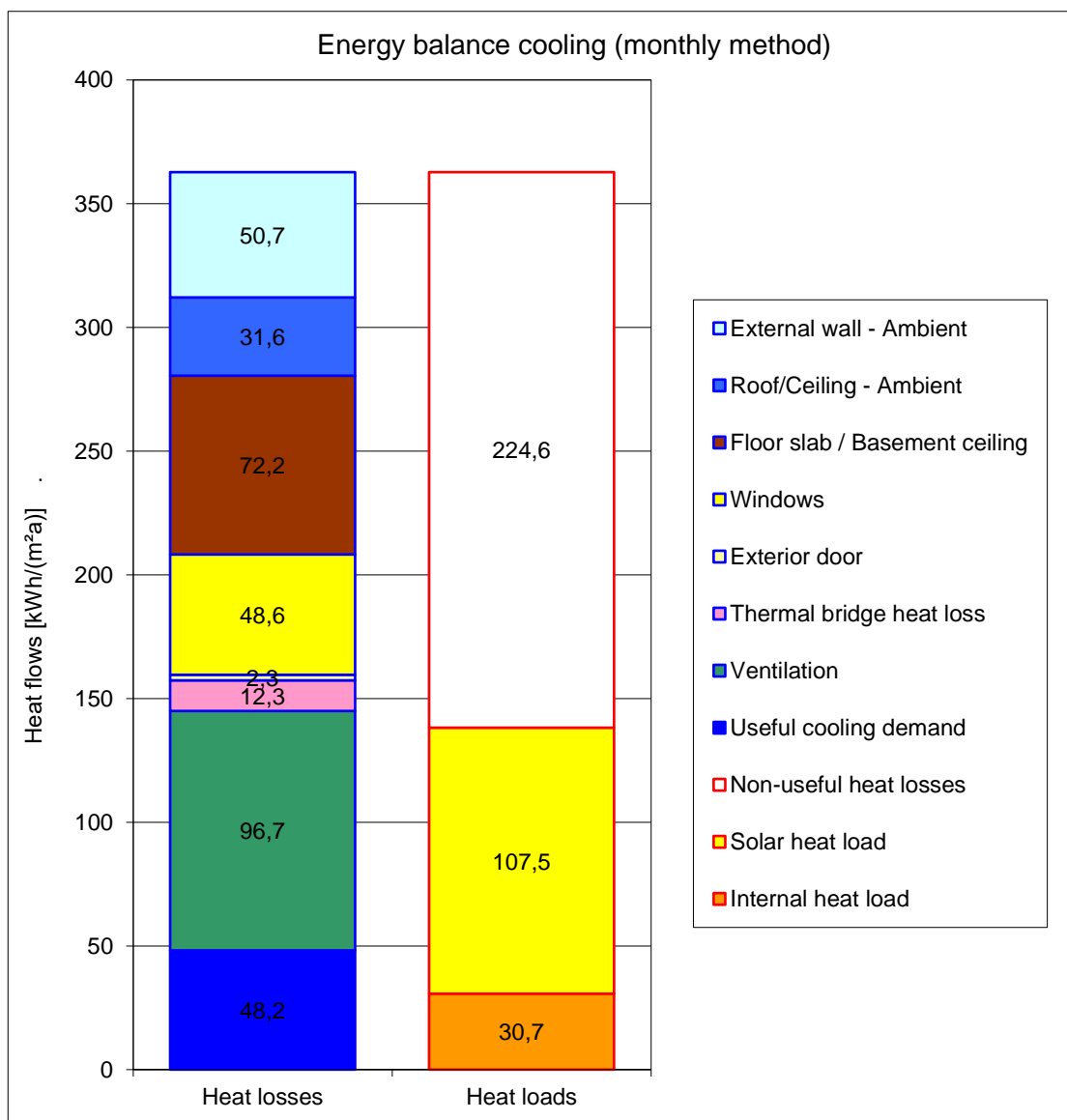
Γράφιμα 3: Γράφιμα υπερθέρμανσης αρχικής κατάστασης κτιρίου

Το ανώτατο όριο για την απαίτηση θέρμανσης, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι $q_H \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Στην περίπτωση της αρχικής κατασκευής που μελετάμε, προκύπτει το παρακάτω ισοζύγιο όπου η απαίτηση θέρμανσης είναι ίση με $19 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.



Γράφημα 4: Ισοζύγιο ενέργειας θέρμανσης αρχικής κατάστασης κτιρίου

Το ανώτατο όριο για την απαίτηση ψύξης, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι $q_H \leq 15$ kWh/(m²a). Στην περίπτωση της αρχικής κατασκευής που μελετάμε, προκύπτει το παρακάτω ισοζύγιο όπου η απαίτηση ψύξης είναι ίση με 59.6 kWh/a (αισθητή ενέργειας ψύξης 48.2 kWh/(m²a). + αφύγρανση και απώλειες του συστήματος ψύξης 11.4 kWh/(m²a)).



Γράφημα 5: Ισοζύγιο ενέργειας ψύξης αρχικής κατάστασης κτιρίου

Βήμα 1: Θερμομόνωση και αεροστεγανότητα

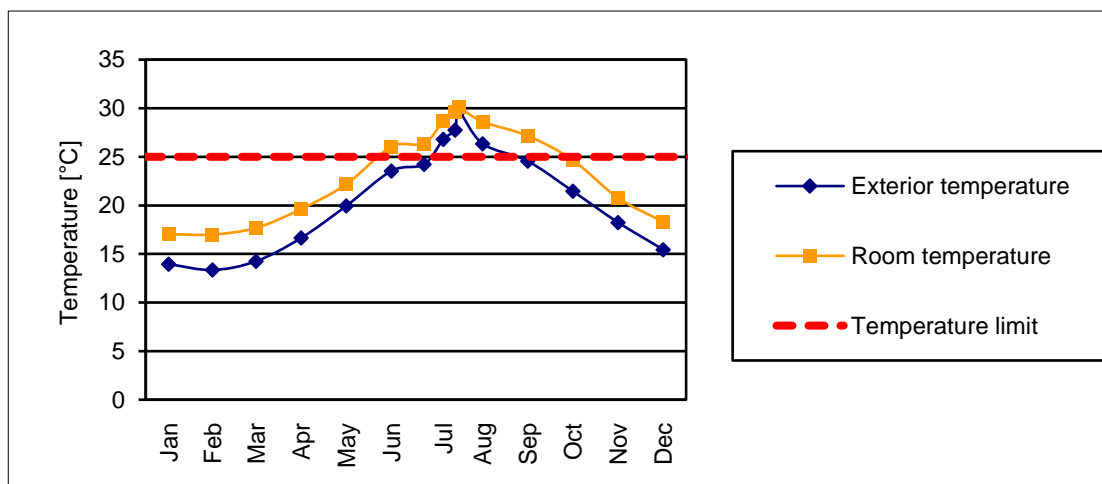
Το κτίριο K2, μετά το πρώτο βήμα παρεμβάσεων, παρουσιάζει τα παρακάτω αποτελέσματα:

Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m ² /a)	223
Απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης (kWh/m ² /a)	4.2
Μέγιστη θερμική ισχύς (W/m ²)	20.6
Απαιτούμενη ενέργεια ψύξης (kWh/m ² /a)	44.8
Μέγιστη ψυκτική ισχύς (W/m ²)	38.5
Εκπομπές CO ₂ (kg/a)	7,059

Πίνακας 2: Αποτελέσματα μετά το πρώτο βήμα παρεμβάσεων

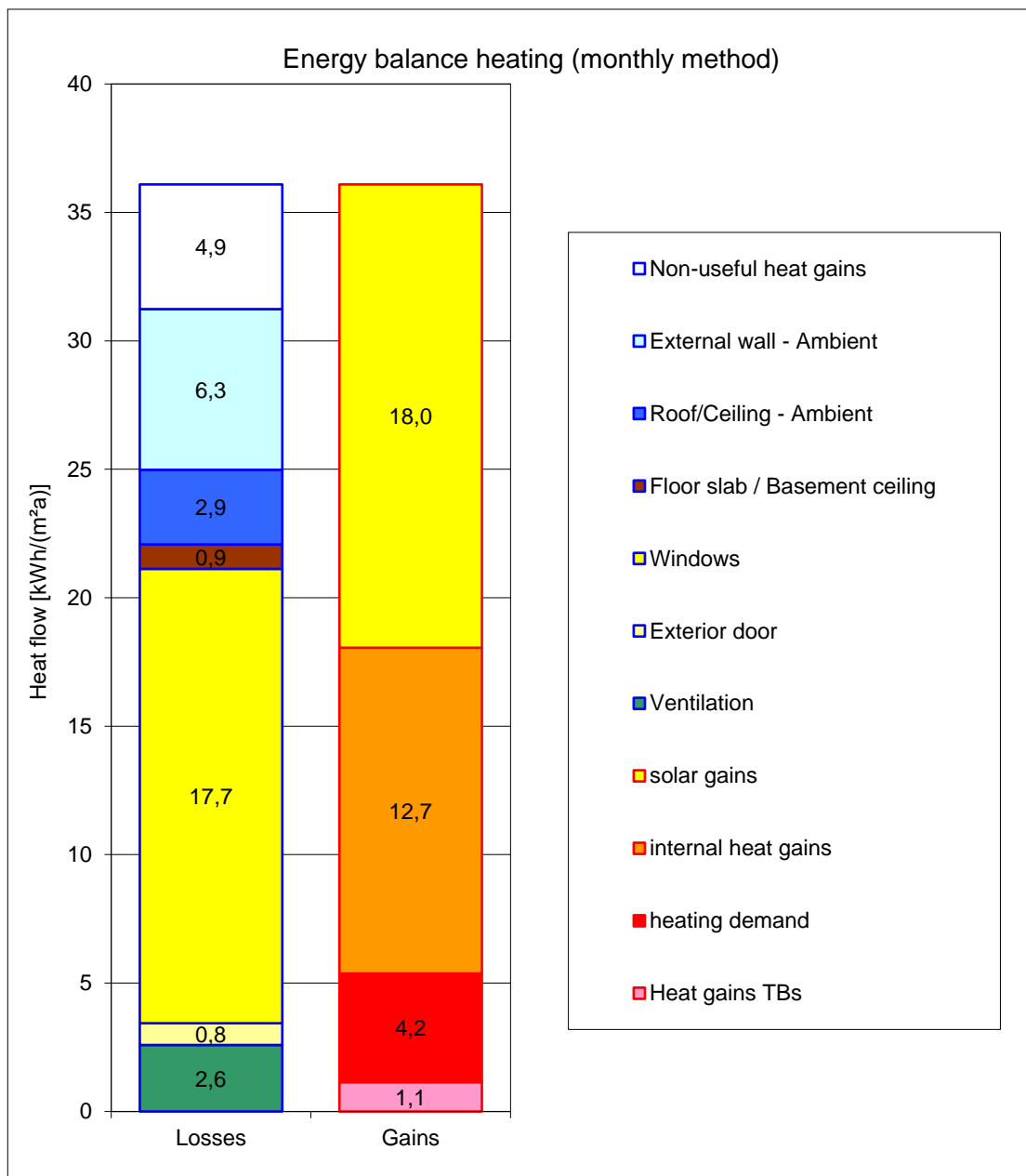
Αρχικά, καθώς τα δεδομένα εγκατάστασης των παραθύρων δεν αλλάζουν, παραμένουν ίδιες και οι απώλειες θερμότητας και τα κέρδη των παραθύρων. Δηλαδή, απώλειες ίσες με 5243 kWh/a και κέρδη ίσα με 1709 kWh/a.

Όσον αφορά την συχνότητα υπερθέρμανσης στη περίπτωση του πρώτου βήματος παρεμβάσεων, υπάρχει μια μικρή μείωση και η συχνότητα φτάνει στο 35,8%.



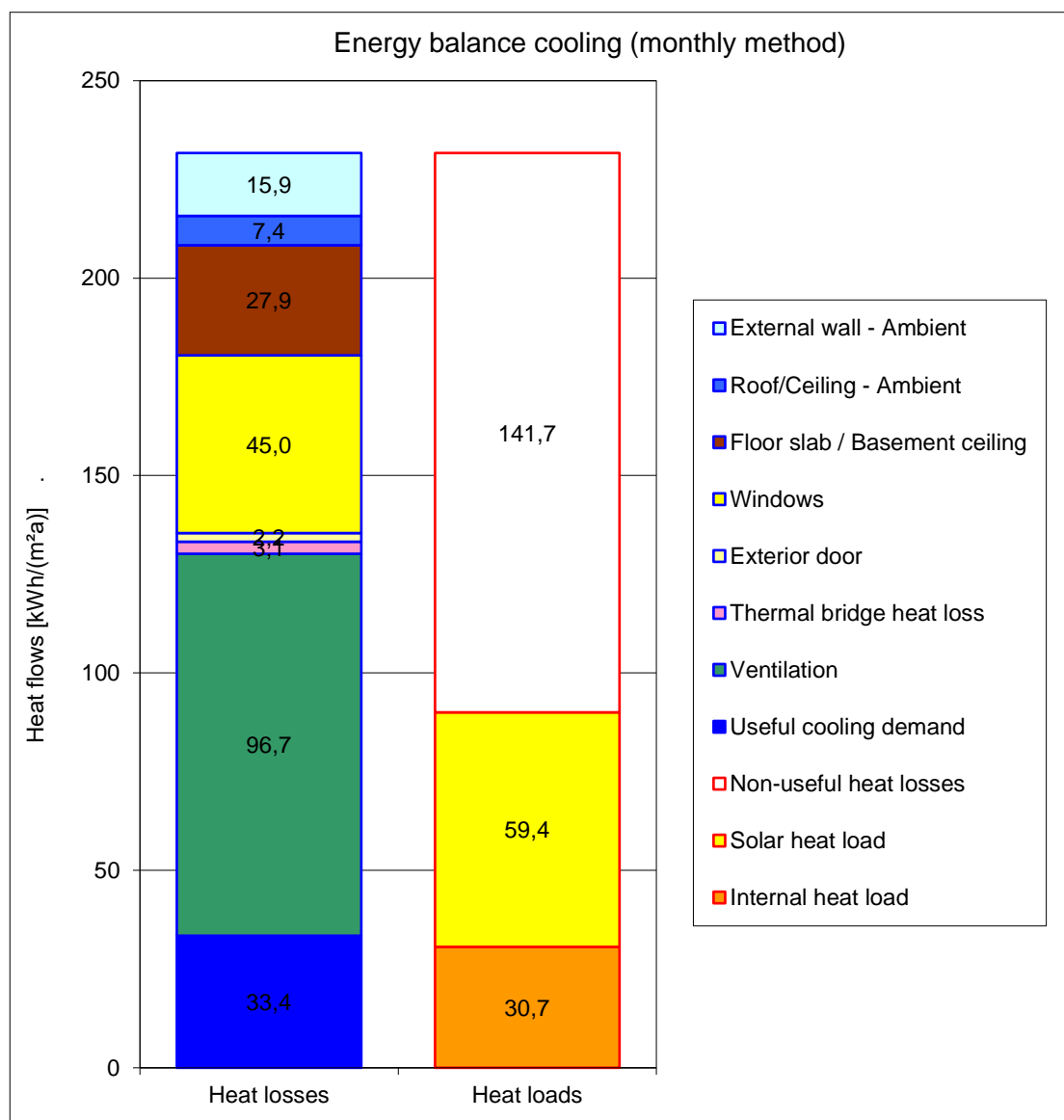
Γράφημα 6: Γράφημα υπερθέρμανσης μετά το πρώτο βήμα παρεμβάσεων

Η απαίτηση θέρμανσης μειώνεται στο 4.2 kWh/(m²a) και το αντίστοιχο ισοζύγιο διαμορφώνεται ως εξής:



Γράφιμα 7: Ισοζύγιο ενέργειας θέρμανσης μετά το πρώτο βήμα παρεμβάσεων

Η απαίτηση ψύξης μειώνεται στο 44.8 kWh/(m²a) (αισθητή ενέργειας ψύξης 33.4 kWh/(m²a). + αφύγρανση και απώλειες του συστήματος ψύξης 11.4 kWh/(m²a)) και το αντίστοιχο ισοζύγιο διαμορφώνεται ως εξής:



Γράφιμα 8: Ισοζύγιο ενέργειας ψύξης μετά το πρώτο βήμα παρεμβάσεων

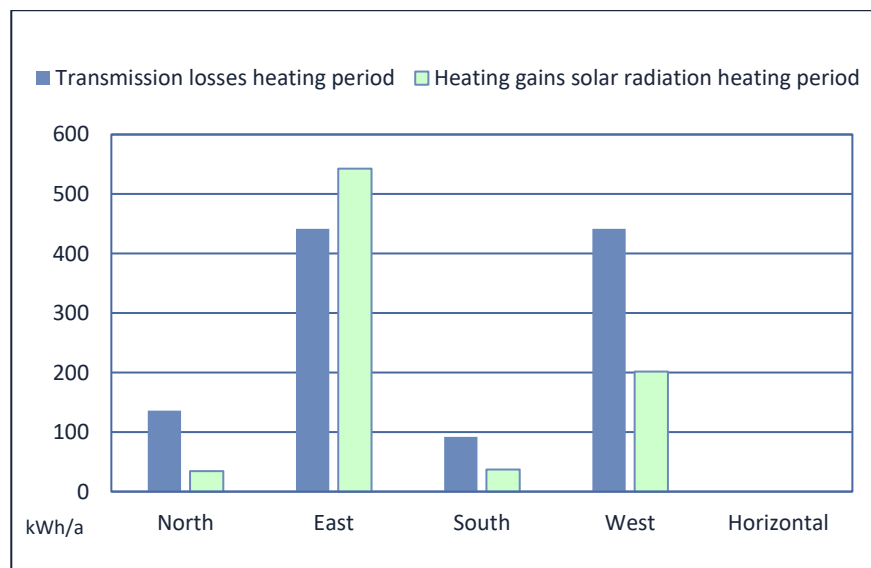
Βήμα 2: Αλλαγή κουφωμάτων και προσθήκη συστήματος αερισμού

Το κτίριο K2, μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων, παρουσιάζει τα παρακάτω αποτελέσματα:

Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m ² /a)	222.2
Απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης (kWh/m ² /a)	0.3
Μέγιστη θερμική ισχύς (W/m ²)	14.5
Απαιτούμενη ενέργεια ψύξης (kWh/m ² /a)	12.2
Μέγιστη ψυκτική ισχύς (W/m ²)	17.7
Εκπομπές CO ₂ (kg/a)	6,098

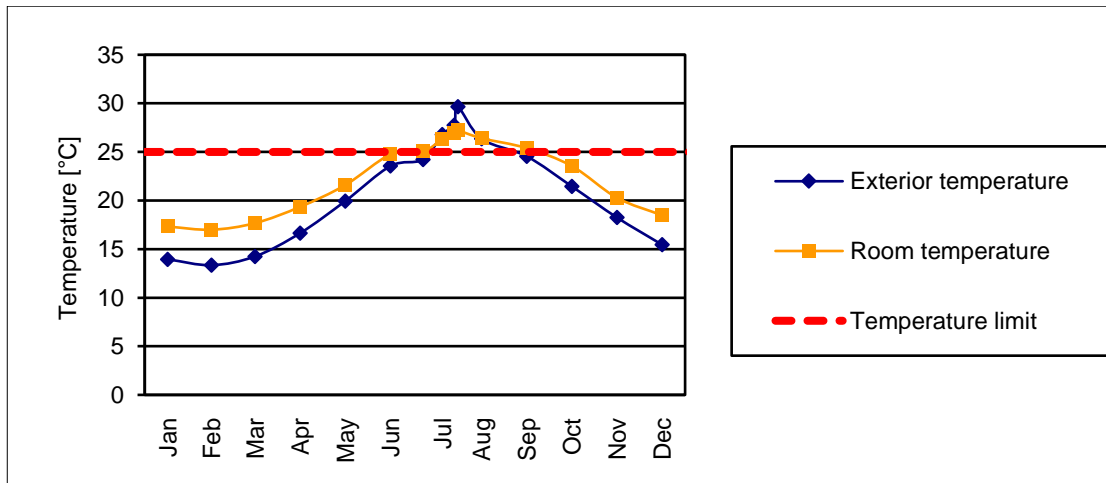
Πίνακας 3: Αποτελέσματα μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων

Με την αλλαγή των κουφωμάτων, υπάρχει τεράστια μείωση των απωλειών από τα παράθυρα αλλά και μια μικρότερη μείωση των κερδών. Το υπό-μελέτη κτίριο μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων, παρουσιάζει απώλειες ίσες με 1111 kWh/a και κέρδη ίσα με 816 kWh/a, τα οποία μοιράζονται ως εξής:



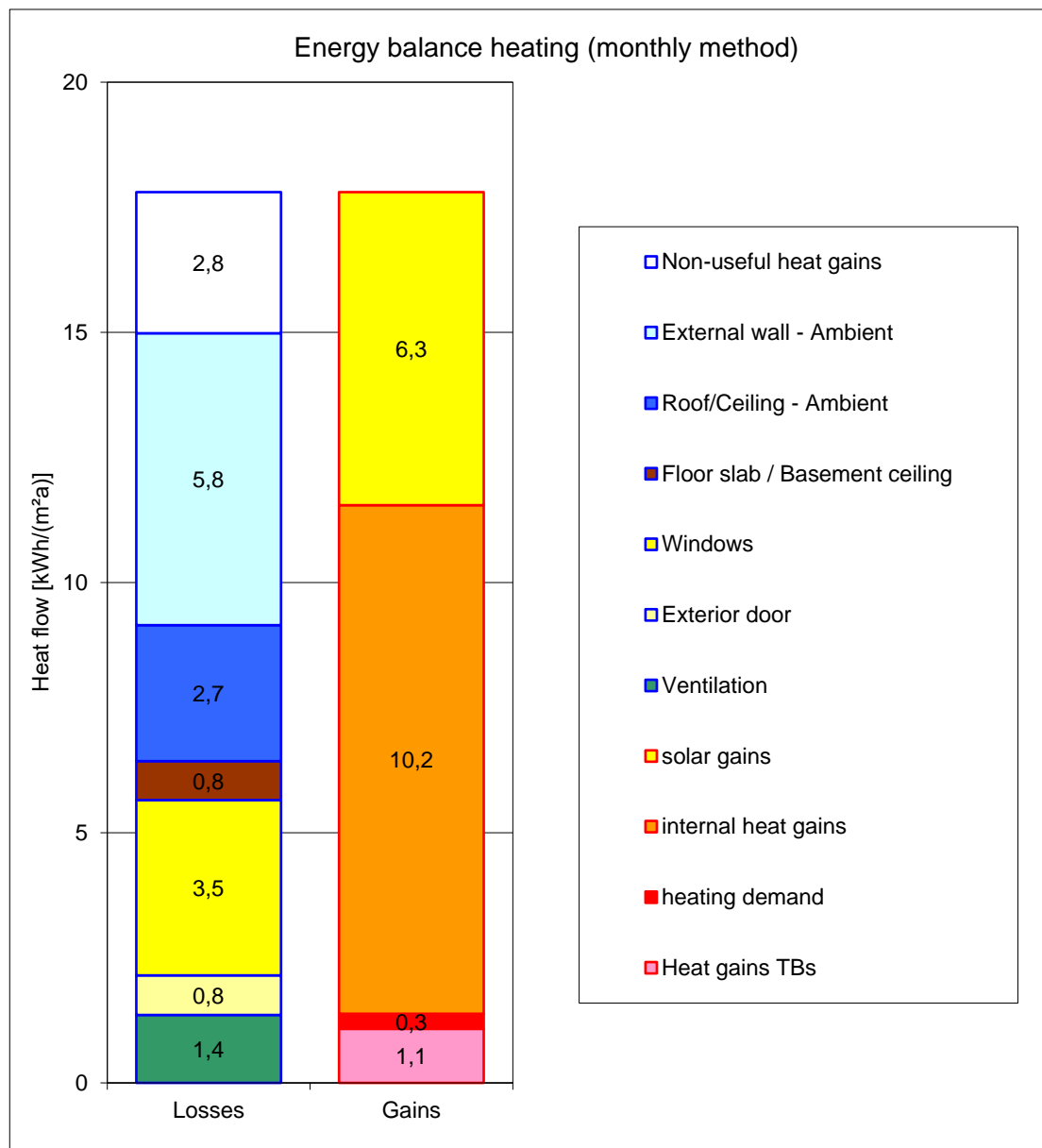
Γράφιμα 9: Θερμικά κέρδη και απώλειες μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων

Όσον αφορά την συχνότητα υπερθέρμανσης, υπάρχει μια περεταίρω μείωση και η συχνότητα φτάνει στο 24,3%.



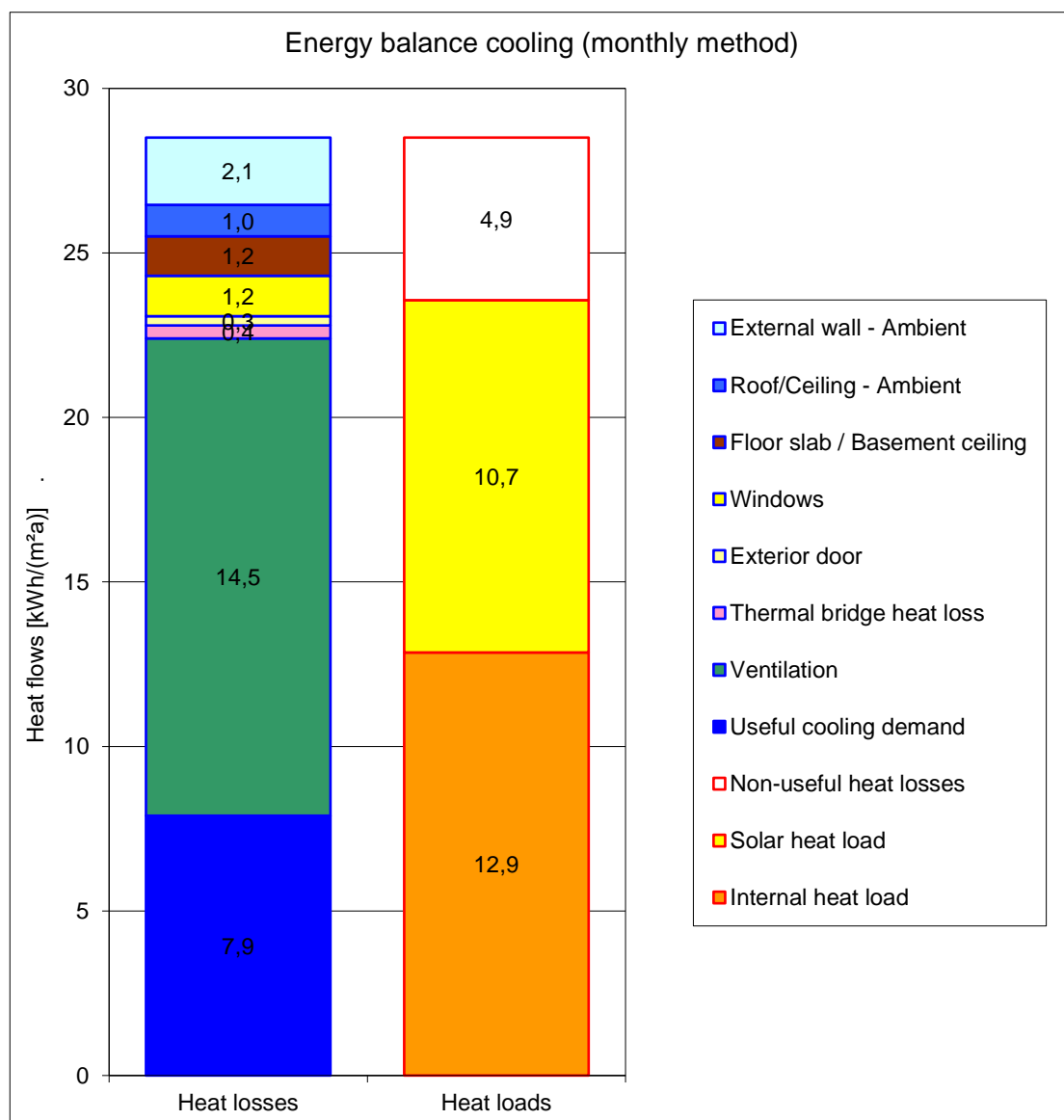
Γράφημα 10: Γράφημα υπερθέρμανσης μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων

Η απαίτηση θέρμανσης μειώνεται στο 0,3 kWh/(m²a) και το αντίστοιχο ισοζύγιο διαμορφώνεται ως εξής:



Γράφιμα 11: Ισοζύγιο ενέργειας θέρμανσης μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων

Η απαίτηση ψύξης μειώνεται στο 12,2 kWh/(m²a) (αισθητή ενέργειας ψύξης 7,9 kWh/(m²a) + αφύγρανση και απώλειες του συστήματος ψύξης 4,3 kWh/(m²a)) και το αντίστοιχο ισοζύγιο διαμορφώνεται ως εξής:



Γράφημα 12: Ισοζύγιο ενέργειας ψύξης μετά το δεύτερο βήμα παρεμβάσεων

Βήμα 3: Μείωση κατανάλωσης ενέργειας

Το κτίριο K2, μετά το τρίτο βήμα παρεμβάσεων – όπου πλέον μπορεί να θεωρηθεί ως Παθητικό, παρουσιάζει τα παρακάτω αποτελέσματα

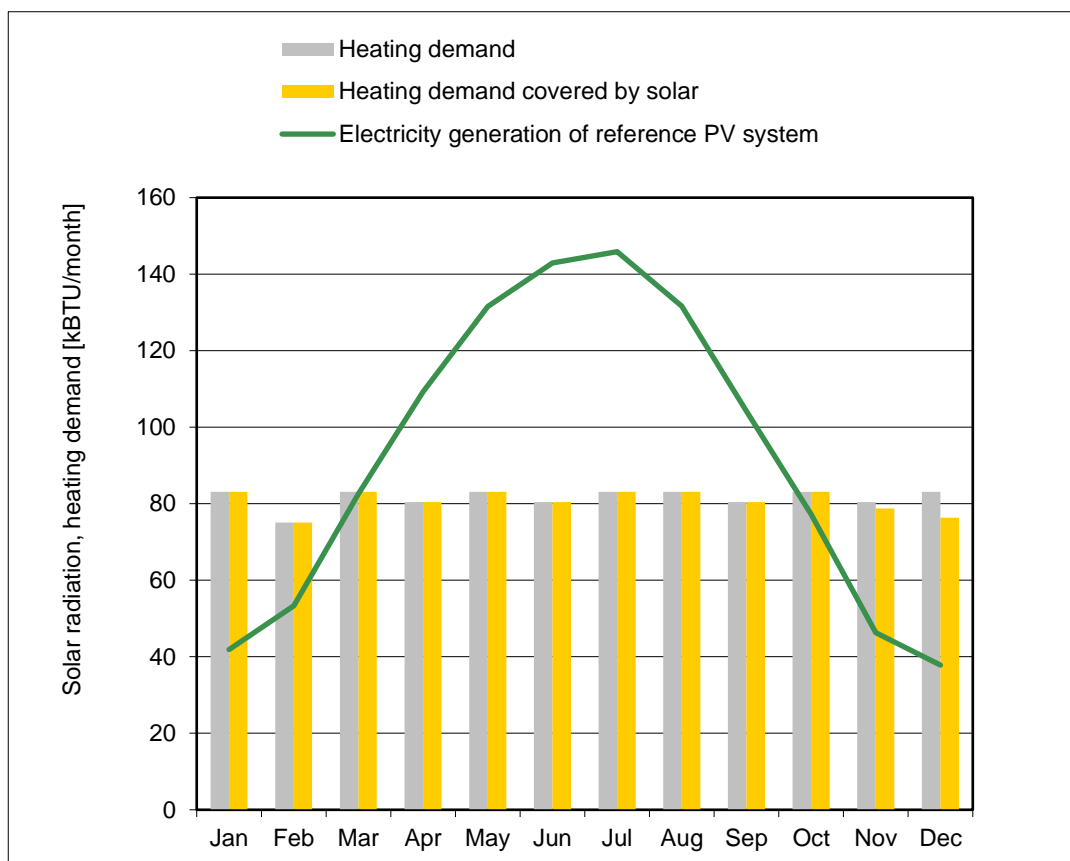
Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m ² /a)	61.8
Απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης (kWh/m ² /a)	0.3
Μέγιστη θερμική ισχύς (W/m ²)	14.5
Απαιτούμενη ενέργεια ψύξης (kWh/m ² /a)	12.2
Μέγιστη ψυκτική ισχύς (W/m ²)	17.7
Εκπομπές CO ₂ (kg/a)	6,025

Πίνακας 4: Αποτελέσματα μετά το τρίτο βήμα παρεμβάσεων

Καθώς οι αλλαγές του βήματος 3 αφορούν μόνο την κατανάλωση ενέργειας μέσω της αντικατάστασης του συστήματος θέρμανσης και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού αλλά και προσθήκη ηλιακού θερμοσίφωνα και φωτοβολταϊκών πάνελ, παρουσιάζεται μείωση μόνο στην απαιτούμενη πρωτογενή ενέργεια και στις εκπομπές CO₂.

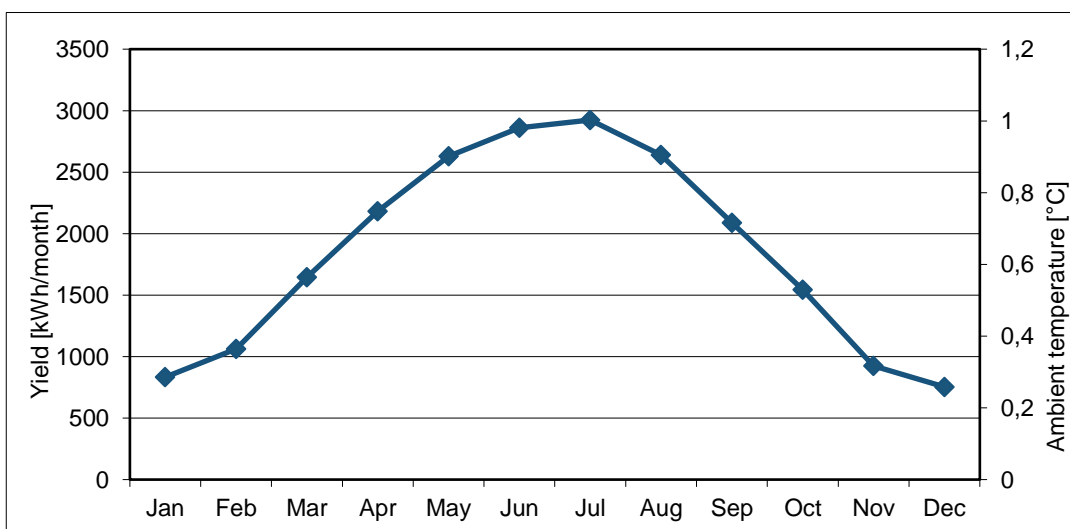
Αρχικά, με την αντικατάσταση όλων των συσκευών που εξοπλίζεται το κτίριο, επιτυγχάνεται μείωση 107,128.00 kWh/a (122 kWh/m²/a).

Όσον αφορά το ZNX, οι απαιτήσεις είναι πολύ μικρές καθώς το υπό-μελέτη κτίριο χρησιμοποιείται ως γραφεία. Υπολογίζεται πως, κατά μέσο όρο, η μηνιαία απαίτηση ενέργειας για το ZNX είναι 979 kWh από τις οποίες καλύπτεται το 99% από τον ηλιακό θερμοσίφωνα. Πιο συγκεκριμένα, τους μήνες Ιανουάριο – Οκτώβριο καλύπτεται το 100% των αναγκών ενώ τον Νοέμβριο το 98% και τον Δεκέμβριο το 92%.



Γράφιμα 13: Μηνιαίες απαιτήσεις ZNX

Τέλος, με την τοποθέτηση ΦΒ πάνελ στην οροφή του κτιρίου, παράγονται ετησίως 22085 kW. Έχουν επιλεγεί πάνελς με ονομαστική ισχύ 350 W.



Γράφιμα 14: Μηνιαία παραγωγή ενέργειας από την τοποθέτηση ΦΒ πάνελς.

Σύγκριση αποτελεσμάτων

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα αποτελέσματα κάθε βήματος καθώς και οι αντίστοιχες ποσοστιαίες μεταβολές συγκριτικά με την αρχική κατάσταση:

	Αρχική κατάσταση	Βήμα 1		Βήμα 2		Παθητικό Κτίριο	
		% μείωση		% μείωση		% μείωση	
Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m ² /a)	245,9	223	9,3	222,2	9,6	61,8	74,9
Απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης (kWh/m ² /a)	19	4,2	77,9	0,3	98,4	0,3	98,4
Μέγιστη θερμική ισχύς (W/m ²)	34,7	20,6	40,6	14,5	58,2	14,5	58,2
Απαιτούμενη ενέργεια ψύξης (kWh/m ² /a)	59,6	44,8	24,8	12,2	79,5	12,2	79,5
Μέγιστη ψυκτική ισχύς (W/m ²)	51,1	38,5	24,7	17,7	65,4	17,7	65,4
Εκπομπές CO ₂ (kg/a)	13991	7059	49,5	6098	56,4	6025	56,9

Γράφιμα 15: Σύνοψη αποτελεσμάτων

Παρατηρούμε μεγάλη βελτίωση των υπο εξέταση χαρακτηριστικών του κτιρίου. Η ετήσια καταναλισκόμενη από το κτίριο ενέργεια μειώνεται κατά 74,9% (από 245,9 kWh/m² σε 61,8 kWh/m²), μεταβολή που επιτυγχάνεται κυρίως μέσω του τρίτου βήματος μετατροπών το οποίο περιλαμβάνει την αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης και του ημεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Κατά την θερμομόνωση, αεροστεγανότητα και αλλαγή των κουφωμάτων παρουσιάζεται μια μείωση της τάξης του 9,3% (μείωση κατά 23,7 kWh/m²).

Η ετήσια απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης παρουσιάζει εξίσου μεγάλη μεταβολή αγγίζοντας το 98,4% (από 19 kWh/m² σε 0,3 kWh/m²). Από το πρώτο κίολας βήμα, την επαρκή θερμομόνωση και αεροστεγανότητα του κτιρίου, οι ήδη χαμηλές απαιτήσεις σε ενέργεια θέρμανσης μειώνονται κατά 77,9% (μείωση κατά 14,8 kWh/m²), ενώ, με το δεύτερο βήμα, την αντικατάσταση των κουφωμάτων επιτυγχάνεται η περαιτέρω μείωση και οι τελικές απαιτήσεις θέρμανσης οριακά μηδενίζονται. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως οι αρχική

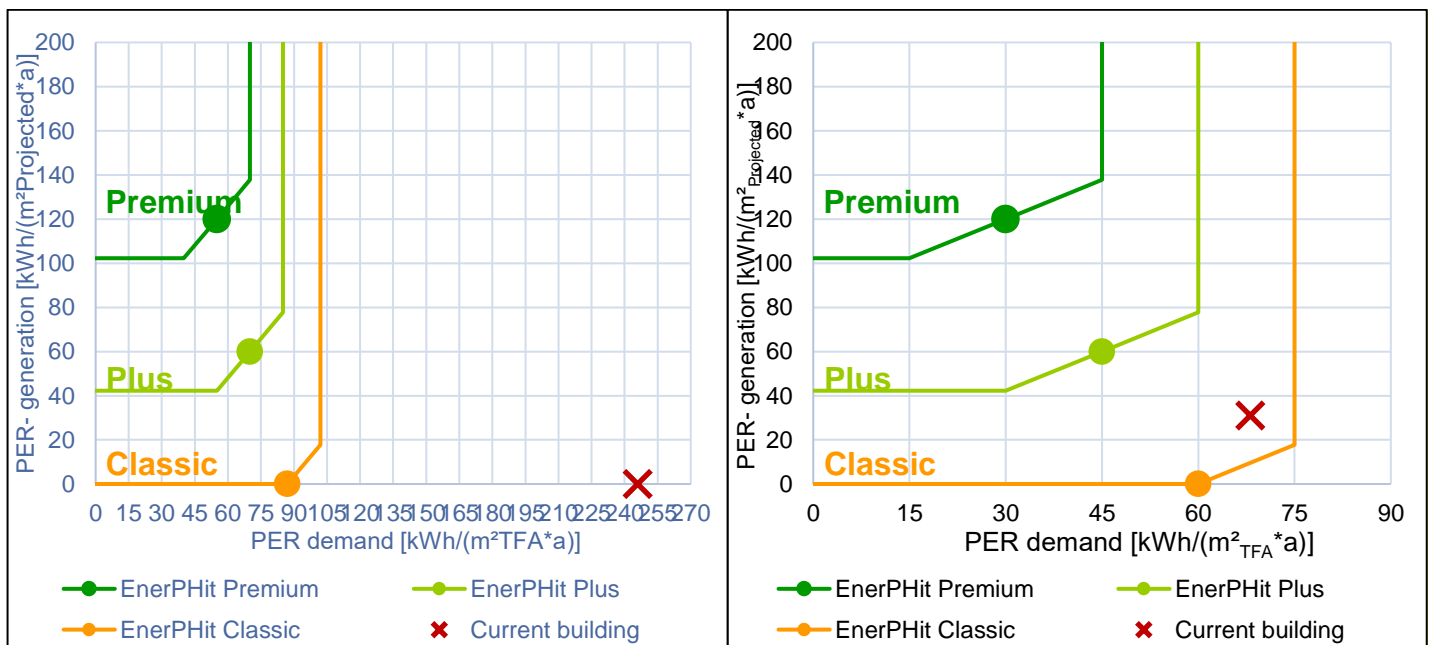
ετήσια απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης ήταν ήδη χαμηλή λόγω των κλιματικών δεδομένων της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο, του προσανατολισμού του αλλά και του γεγονότος πως στο μεγαλύτερο μέρος του δεν υπάρχει σκίαση, επομένως, μια μείωση της τάξης του 21% θα ήταν αρκετή ώστε το κτίριο να πληρεί το κριτήριο της ετήσιας ενέργειας θέρμανσης.

Όσον αφορά την μέγιστη θερμική ισχύ, η σχετική μείωση από την αρχική κατάσταση στη τελική είναι ίση με 58,2% (από 34,7 W/m² σε 14,5 W/m²). Αντίστοιχα με την ενέργεια θέρμανσης, η θερμική ισχύς του αρχικού κτιρίου κυμαινόταν σε σχετικά χαμηλά επιπέδα λόγω της τοποθεσίας.

Η ετήσια απαιτούμενη ενέργεια ψύξης παρουσιάζει κι αυτή μείωση ίση με 79,5% (από 59,6 kWh/m² σε 12,2 kWh/m²). Όπως και με την απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης, μεγάλη μείωση παρουσιάζεται από το πρώτο βήμα (μείωση κατά 24,8%), όμως, η καθοριστική μείωση για την επίτευξη του κριτηρίου της ετήσιας ενέργειας ψύξης, επιτυγχάνεται με το δεύτερο βήμα.

Αντίστοιχη ροή ακολουθεί και η μέγιστη ψυκτική ισχύς με ολική μείωση 65% (από 51,1 W/m² σε 17,7 W/m²).

Τα παρακάτω διαγράμματα, προκύπτουν από το PHPP κατά την αρχική και τελική κατάσταση του κτιρίου, απεικονίζοντας ποσοτικά την καταλληλότητα του να θεωρηθεί ως Παθητικό.



Γράφιμα 16: Καταλληλότητα κτιρίου κατά την αρχική (αριστερά) και τελική (δεξιά) κατάσταση

Καθώς το κτίριο αφορά σε υφιστάμενο το οποίο αναβαθμίστηκε ενεργειακά, το πιστοποιητικό που του αντιστοιχεί είναι αυτό του EnerPHit και κλάσης Classic. Η κλάση, όπως ήδη αναφέρθηκε, σχετίζεται με την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Στην περίπτωση του κτιρίου που μελετάμε, παρόλο που λάβαμε υπόψιν την εγκατάσταση ΦΒ πάνελς τα οποία λόγω της περιοχής επιτυγχάνουν παραγωγή ικανοποιητικής

ποσότητας ενέργειας, υπάρχει μεγάλη κατανάλωση ενέργειας λόγω της χρήσης του κτιρίου (ως γραφεία) και αντίστοιχου του εξοπλισμού του.

Specific building characteristics with reference to the treated floor area									
		Treated floor area m ²			Criteria	Alternative crite	Fulfilled? ²		
Space heating	Heating demand kWh/(m ² a)	876.5		≤	15	-			
	Heating load W/m ²	2		≤	-	-			
		15		≤			yes		
Space cooling	Cooling & dehum. demand kWh/(m ² a)	11		≤	17	17			
	Cooling load W/m ²	19		≤	-	11			
		-		≤			yes		
	Frequency of overheating (> 25 °C) %	0		≤	-		-		
	Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg) %	0		≤	10		yes		
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀ 1/h	1.0		≤	1.0		yes		
Non-renewable Primary Energy (PE)	PE demand kWh/(m ² a)	122		≤	-		-		
	PER demand kWh/(m ² a)	60		≤	60	60			
		31		≥	-	-	yes		
Primary Energy Renewal Generation of renewable ener									

² Empty field: Data missing; "-": No requirement

I confirm that the values given herein have been determined following the PHPP methodology and based on the characteristic:				EnerPHit Classic?	yes
Task:	First name:	Surname:	Signature:		
	Issued on:	City:			

Εικόνα 37: Επιβεβαίωση κτιρίου ως EnerPHit Classic από το PHPP

Βιβλιογραφία

- 3^ο Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης. Αθήνα Δεκέμβριος 2014. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας. Ανακτήθηκε στις 3 Μαρτίου 2021 από: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20142207.pdf>
- Ahady, Sh., Dev, N., Mandal, A. (2019). *Toward Zero Energy: Active and passive design strategies to achieve net zero Energy Building*. International Journal of Advance Research and Innovation, vol. 7(1), pp. 229-232.
- Athanasopoulou, A., & Jimenez-Bescos, C. (2020). *Evaluating the performance of an EnerPHit building under different climates in Greece – A Digital Twin approach*. International Conference on Applied Energy 2020. Dec. 1- Dec. 10, 2020, Bangkok/Virtual, Paper ID: 344. Ανακτήθηκε στις 15 Ιουνίου 2021 από: <https://www.researchgate.net/profile/C-Jimenez-Bescos/publication/348735786>
- Atsalis, A., Mirasgedis, S., Tourkolias, C., Diakoulaki, D. (2016): Fuel poverty in Greece: Quantitative analysis and implications for policy. Energy and Buildings. Vol 131, pp. 87-98. Διαθέσιμο στο: <http://bit.ly/energypoverty-12>
- Papadopoulos, A. et al. (2021). "Fuel poverty in Southern Europe: New evidence and policy implications."
- Breeze, Paul (2017). Electricity generation and the environment. Chapter 4. Elsevier publications. **eBook ISBN: 9780128095140**
- International Energy Agency. (2022). "Electricity Market Report."
- Fokaides, P., Christoforou, E., Ilic, M., Papadopoulos, A. (2016). *Performance of a Passive House under subtropical climatic conditions*. Energy and Buildings, vol. 133 pp. 14-31.
- Passive House Institute. (2021). "Updated performance evaluation of Passive Houses in Mediterranean climates."
- Garcia, J.& Kranzi, L. (2018). *Ambition Levels of Nearly Zero Energy Buildings (nZEB) Definitions: Approach for Cross-Country Comparison*. Buildings, vol. 8(10), p. 143. Ανακτήθηκε στις 10 Ιουνίου 2021 από: <https://www.mdpi.com/2075-5309/8/10/143/htm>.
- European Parliament. (2022). "Nearly Zero Energy Buildings: Policy progress and future outlook."
- Greenpeace, (2015). Αλλάζοντας τα δεδομένα στον κτιριακό τομέα με σύμμαχο τον ήλιο – Έκθεση. Ανακτήθηκε στις 20 Απριλίου 2021 από: <https://www.greenpeace.org/static/planet4-greece-stateless/2018/02/full-report.pdf>
- European Environment Agency. (2021). "Building energy efficiency in the EU: Trends and best practices."
- Hall, S.M., 2013. New approaches to energy: equity, justice and vulnerability. Introduction to the special issue. Local Environment, vol. 18(4).
- IRENA. (2018). OFF-GRID RENEWABLEENERGY SOLUTIONS Global and regional status and trends. Ανακτήθηκε 28 Απριλίου 2021 από

<https://www.irena.org/publications/2018/Jul/Off-grid-Renewable-Energy-Solutions>

- Kaklauskas, A., Rute, J., Zavadskas, E.K., Daniunas, A., Pruskus, V., Bivainis, J., Gudauskas, R., Plakys, V. (2012). *Passive House model for quantitative and qualitative analyses and its intelligent system*. Energy and Buildings, vol. 50, pp. 7-18
- Kolokosta, D. & Santamouris, M. (2015). Review of the indoor environment quality and energy consumption studies for low-income households in Europe. Science of the Total Environment. Vol. 536, pp. 316-330. Ανακτήθηκε στις 30 Απριλίου 2021 από: [Review of the indoor environmental quality and energy consumption studies for low-income households in Europe – ScienceDirect](#)
- Lavelle, M., 2010. The Solvable Problem of Energy Poverty. National Geographic News
- Munien, S., & Ahmed, F. (2012). A gendered perspective on energy poverty and livelihoods — Advancing the Millennium Development Goals in developing countries. Agenda: Empowering Women for Gender Equity, 26(1 (91)), 112-123. Ανακτήθηκε 30 Απριλίου 2021 από www.jstor.org/stable/23287236
- Murillo-Zamorano, LR, 2005. The role of energy in productivity growth: A controversial issue? The Energy Journal, vo. 26(2).
- Papada, L. & Kaliampakos, D., 2018. “A Stochastic Model for energy poverty analysis,” *Energy Policy*, Elsevier, vol. 116©, pp. 153-164.
- Population without access to electricity falls below 1 billion – Analysis. International Energy Agency (2018, October 30). Ανακτήθηκε 30 Απριλίου 2021 από: <https://www.iea.org/commentaries/population-without-access-to-electricity-falls-below-1-billion>
- Right to Energy Coalition (2019): Keeping the lights on: Which EU countries are taking action on energy poverty? Διαθέσιμο στο: <http://bit.ly/energypoverty-2>
- Schelbach, S., (2014). *Applying traditional passive concepts of resource efficiency and climate adaptation to improve the energy efficiency of modern buildings: a case study in Thessaloniki, Greece*. Transactions on Ecology o The Built Environment, vol.142, pp. 105-114. Ανακτήθηκε στις 14 Μαΐου 2021 από: https://books.google.gr/books?hl=en&lr=&id=Lo2IBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA105&dq=passive+house+concept++greece&ots=LjKuvEHBUK&sig=o62dMOe3c7ezWN GwNB2KLKQNXMQ&redir_esc=y#v=onepage&q=passive%20house%20concept%20%20greece&f=false
- Schnieders, J., Eian, T.D., Filippi, M. et al. (2020). Design and realisation of the Passive House concept in different climate zones. Energy Efficiency, vol. 13, pp. 1561–1604.
- Silverstein, K. (2019). Off-Grid Solar Power Is Making Africa’s Emerging Economies A Little Brighter. Ανακτήθηκε 27 Απριλίου 2021 από: <https://www.forbes.com/sites/kensilverstein/2019/08/19/off-grid-solar-power-is-making-africas-emerging-economies-a-little-brighter/#1fb72216cd3>

- Zimmerer, K., 2011. New Geographies of Energy: Introduction to the Special Issue. *Annals of the Association of American Geographers*, 101(4), pp.705-711.
- Βουτσαδάκης, Κ. (2020). Μεγάλη ενεργειακή μετακόμιση! Σε κτίρια υψηλής απόδοσης το Δημόσιο. Ανακτήθηκε στις 6/5/2021 από: <https://ecopress.gr/megali-energeiaki-metakomisi-se-ktiria-ypsilis-apodosis-to-dimosio/>
- Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ), (2019). Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Ανακτήθηκε στις 20 Απριλίου 2021 από: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/el_final_necp_main_el.pdf
- IEA, (2020). Tracking buildings 2020. Πηγή: <https://www.iea.org/reports/tracking-buildings-2020>
- INZEB-Ινστιτούτο Κτιρίων Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης, 2019. Η Ενεργειακή Φτώχεια στην Ελλάδα, Πολιτικές Εξελίξεις και Προτάσεις Κοινωνικής Καινοτομίας για την Αντιμετώπισή της 2.0. Θεσσαλονίκη 2019. Διατίθεται ηλεκτρονικά στο <https://gr.boell.org>
- Ινστιτούτο Ενέργειας Νοτιοανατολικής Ευρώπης-ΙΕΝΕ, (2019). Ο Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας, Ετήσια Έκθεση 2019. Ανακτήθηκε στις 4 Μαΐου 2021: <https://www.iene.gr/articlefiles/file/meletes/iene-meleti-2019.pdf>
- Πετούσης, Ε. (2015). *Τα Παθητικά Κτίρια και η Συμβολή τους στη Βελτιστοποίηση του Ενεργειακού Σχεδιασμού των Ελληνικών Κτιρίων*. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Ανακτήθηκε στις 5 Ιουνίου 2021 <https://ikee.lib.auth.gr/record/281612/files>
- Σαββαστάκη-Σεβαστάκη, Δ., Κτιστάκη, Ε., Γιαρμά, Χρ., (2018). Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων του τριτογενούς τομέα στο πλαίσιο εργαλείων αξιολόγησης της περιβαλλοντικής τους απόδοσης: συγκριτική ανασκόπηση και ανάλυση. Πρακτικά 11^{ου} Εθνικού Συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας. Θεσσαλονίκη 14-16 Μαρτίου 2018. Τόμος γ', σ. 41-52.
- European Commission. (2021). "Energy Performance of Buildings Directive: Implementation report."
- Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, (2014). Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, εθνικού κτιριακού αποθέματος (Άρθρο 4, Οδηγία 2012/27/ΕΕ). Ανακτήθηκε στις 15 Μαρτίου 2021 από: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20142207.78-93.pdf>
- Ministry of Environment and Energy. (2021). "National Strategy for Energy and Climate."

Δικτυογραφία

- <https://passipedia.org>
- <https://ec.europa.eu/clima>
- <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>
- <https://www.iea.org>
- www.europarl.europa.eu
- www.energypoverty.eu
- <https://ec.europa.eu/eurostat>
- www.statistics.gr
- <https://www.e-nomothesia.gr/>
- <http://www.cres.gr/energyhubforall>
- www.eipak.org
- www.langconsulting.at
- www.solaripedia.org
- <https://web.tee.gr/>
- www.anelixi2020.org
- <https://ypen.gov.gr/>
- <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/energy-efficiency-11-2020/el/>
- <https://www.statistics.gr/en/statistics/env>
- <https://web.tee.gr/int-news/statistika-stoicheia-gia-tis-ananeosimes-piges-energeias-gia/>
- <https://www.opengov.gr/minenv/?p=4443>
-

Annex: PHPP

PHPP

BRIEF INSTRUCTIONS

Copyright
PHPP 1998-2016
Passive House
Institute
Version 9.6a

Place your mouse here to see the PHPP help.

If no help appears when the mouse passes over cell B4, you can activate it by going into the Menu Bar Tools/Options/View, and under "Comments", select "Comment Indicator Only".

Meaning of field formats

Example	Field Format	Meaning
78,8	Arial, blue, bold with yellow background	Input field: Please enter the required value here
01ud Triple-low-e Kr08	Arial Narrow, blue, with yellow background	Data entry field with drop down list
80	Arial, blue, bold with grey background	Link (through Variants-macro). Attention: do not overwrite!
6619	Arial, black, standard on white background	Calculation field; please do not change
78,8	Arial, violet, bold with white background	Field with reference to another worksheet
126,0	Arial, black, large & bold on green background	Important result

Passive House planning: worksheet directory

Worksheet name (to show/hide worksheets please use the separate 'Profile	Function	Brief description	Required for the certification?
Verification	Building data; summary of results	Building description, selection of the calculation method, summary of results	yes
Overview	Overview of the specific data of the project entered	In-depth project description, overview of all results and input variables, specific details on building envelope, building services systems as well as general information.	no
Cross check	Data entry assistance	Information in case PHPP does not calculate, overview of errors, plausibility checks	yes
Variants	Calculation of variants	Input parameters and results for variant calculation. Predefined fields for frequent entries, as well as user-defined area.	no
Comparison	Comparison between two variants	Comparison between two variants from the perspective of energy demand and economic viability. Input of comparison configurations.	No
Climate	Climate region selection or definition of user data	Climate data for: 'Annual heating', 'Windows', 'Heating load', 'Heating', 'Summer', 'Cooling', 'Cooling units', 'Cooling load' worksheets	yes
U-Values	Calculation of standard building assembly U-Values	Heat transmission coefficient calculations in accordance with DIN EN ISO 6946.	yes
Areas	Areas summary	Building assembly areas, thermal bridges, treated floor area. Use exterior dimension references!	yes
Ground	Calculation of reduction factors below ground	More precise calculation of heat losses through the ground	if applicable
Components	Building component database	Database of certified, Passive House suitable components and entry of user-defined components	yes
Windows	UW-Value determination	Input of geometry, orientation, frame lengths, frame widths, U _f and U-values of the frame, and the thermal bridge heat loss coefficients of the connections; from these inputs, determine U _w and total radiation.	yes
Shading	Determination of shading coefficients	Input of shading parameters, e.g. balcony, neighbouring building, window reveal and calculating the shading factors	yes
Ventilation	Air flow rates, Exhaust/Supply air balancing, Pressurization test results	Sizing the ventilation system from extract and supply air requirements, infiltration air change rate and actual efficiency of heat recovery, input of pressurization test results	yes
Add vent	Design and planning of ventilation systems with diverse ventilation units	Extension of the 'Ventilation' worksheet for dimensioning air flows, for special building uses and systems with various ventilation units	if used
Annual heating	Annual space heating demand / Annual method	Calculation of the annual space heating demand according to the energy balance method following EN 13790: Transmission + Ventilation - h (Solar gains + Internal gains)	no
Heating	Space heating demand calculation Monthly method according to EN 13790	Calculation procedure for the monthly method following EN 13790. Make appropriate selection in the 'Verification' worksheet, if calculations should be performed following this procedure	yes
Heating Load	Building heating load calculation	Calculation of the nominal heating load using a balance procedure for the design day: max transmission + max ventilation - η (minimum solar gains + internal heat gains)	yes
SummVent	Determination of summer ventilation	Ventilation in cooling case and estimation of air flow rates for natural ventilation during the summer period	yes
Summer	Assessment of summer climate	Calculation of the frequency of overheating as a measure of summer comfort	yes
Cooling	Monthly method for cooling demand	Annual useful cooling demand calculation	if present
Cooling units	Latent cooling energy	Calculation of the energy demand for dehumidification and choice of cooling method	if present
Cooling load	Building cooling load calculation	Calculation of the daily average cooling load of the building	no
DHW+Distribution	Distribution losses; DHW requirement and losses	Heat loss calculation of the distribution systems (heating; DHW); calculation of the useful heat requirement of DHW and storage losses	yes
SolarDHW	Solar DHW heating	Solar contribution calculation for DHW and space heating contribution	if solar panels are used
PV	Electricity generation by photovoltaic	Electricity generation calculation of PV system	no
Electricity	Electricity demand for dwellings	Calculation of the electricity demand of Passive Houses with residential use	yes
Use non-res	Patterns of non-residential utilisation	Input or selection of utilisation patterns for planning of electricity demand and internal heat gains	no
Electricity non-res	Electricity demand for non-residential use	Calculation of the electricity demand for lighting, electric devices and kitchens for non-residential buildings	no
Aux Electricity	Auxiliary electricity demand	Calculation of auxiliary electricity and corresponding primary energy demand	yes
IHG	Internal heat gains in dwellings	Calculation of the internal heat gains based on the Electricity and Aux Electricity sheets.	no
IHG non-res	Internal heat gains for non-residential use	Calculation of the internal heat gains for non-residential buildings based on the 'Electricity non-res' worksheet and the occupancy	no
PER	Specific primary energy and CO ₂ demands	Selection of heat generators, calculation of the primary energy and CO ₂ specific demands from the present results	yes
Compact	Performance ratio of heat generator Compact heat pump unit	Calculation of the performance ratio of combined heat generation for heating and DHW by means of an electric heat pump compact unit exclusively, considering the specific project boundary conditions.	if present
HP	Performance ratio of heat generation of the heat pump	Calculation of the performance ratio for heat generation for one to two electric-run heat pumps, considering the specific project boundary conditions.	if present
HP Ground	Ground probe or ground collector in combination with a heat pump	Heat source calculation for a ground probe or horizontal subsoil heat exchanger for ground-coupled heat pumps, considering the specific project boundary conditions.	if present
Boiler	Performance ratio of heat generator Boiler	For the calculation of the performance ratio of heat generation with standard boilers (NT and calorific boilers) for the project given boundary conditions.	if present
District Heating	District heat transfer station	Calculation of the final and primary energy demands (heat)	if present
Data	Database	Table of primary energy factors following [GEMIS]	No

EnerPHit Verification

Photo or Drawing		Building: K2 Street: Postcode/City: Province/Country: Province GR-Greece Building type: Climate data set: ud---01-35,5 °N / 24,1 °O Climate zone: 5: Warm Altitude of location: 137 m	
Home owner / Client: Street: Postcode/City: Province/Country: 		Mechanical engineer: Street: Postcode/City: Province/Country: 	
Architecture: Street: Postcode/City: Province/Country: 		Certification: Street: Postcode/City: Province/Country: 	
Energy consultancy: Street: Postcode/City: Province/Country: 			
Year of construction:	2002	Interior temperature winter [°C]:	20,0
No. of dwelling units:	1	Internal heat gains (IHG) heating case [W/m²]:	3,5
No. of occupants:	60,0	Specific capacity [Wh/K per m² TFA]:	240
		Interior temp. summer [°C]:	25,0
		IHG cooling case [W/m²]:	3,5
		Mechanical cooling:	x

Specific building characteristics with reference to the treated floor area						
					Alternative criteria	Fullfilled? ²
Space heating	Treated floor area m²	876,5				
	Heating demand kWh/(m²a)	0	≤	15	-	yes
	Heating load W/m²	15	≤	-	-	
Space cooling	Cooling & dehum. demand kWh/(m²a)	12	≤	17	17	yes
	Cooling load W/m²	18	≤	-	11	
		Frequency of overheating (> 25 °C) %	-	≤	-	-
	Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg) %	0	≤	10	-	yes
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀ 1/h	1,0	≤	1,0	-	yes
Non-renewable Primary Energy (PE)	PE demand kWh/(m²a)	137	≤	-	-	-
Primary Energy Renewable (PER)	PER demand kWh/(m²a)	68	≤	60	68	yes
	Generation of renewable energy (in relation to projected building footprint area)	31	≥	-	9	

² Empty field: Data missing; -: No requirement

² Empty field: Data missing; '-': No requirement

I confirm that the values given herein have been determined following the PHPP methodology and based on the characteristic values of the building. The PHPP calculations are attached to this verification.			EnerPHit Classic? yes
Task:	First name:	Surname:	Signature:
			
Issued on:		City:	
			

PHPP Check

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

▼ Overview input errors

Congratulations! There are no error messages in your PHPP.

Verification	-
Climate	-
U-Values	-
Areas	-
Ground	-
Components	-
Windows	-
Shading	-
Ventilation	-
Addl.vent	-
SummVent	-
Cooling units	-
DHW+Distribution	-
SolarDHW	-
PV	-
Electricity	-
Use non-res	-
Electricity non-res	-
Aux Electricity	-
IHG	-
IHG non-res	-
PER	-
Compact	-
HP	-
HP Ground	-
Boiler	-
District Heating	-

▼ Are results missing from 'Verification' worksheet? Possible causes can be found next

Heating demand / heating load will not be calculated because:

-
-
-
-
-
-

Cooling demand / cooling load is not calculated because:

-
-
-
-
-
-

PE / PER specific value is not calculated because:

-
-
-

▼ The following information is based on the energy balance calculation entered

▼ Plausibility check

Variant calculation

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

		Active						
Select the active variant here >>>>>>		Passive House	Existing	Insulation	Window + Ventilation	HP+ SolarDHW +PV	Passive House	
Results	Units	5	1	2	3	4	5	6
Heating demand	kWh/(m²a)	0,3	19,0	4,2	0,3	0,3	0,3	61,0
Heating load	W/m²	14,5	34,7	20,6	14,5	14,5	14,5	53,4
Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	12,2	59,6	44,8	12,2	12,2	12,2	14,5
Cooling load	W/m²	17,7	51,1	38,5	17,7	17,7	17,7	29,5
Frequency of overheating (> 25 °C)	%							
PER demand	kWh/(m²a)	68,1	245,9	223,0	222,2	222,2	68,1	
EnerPHit Classic?	yes / no	yes	no	no	no	no	yes	
Final energy		-	-	-	-	-	-	-
User determined results		-	-	-	-	-	-	-
Input variables	Units	Value	1	2	3	4	5	6
Building assembly layers	U-Value							
Radiation balance	Areas							
Thermal bridges	Areas							
Windows and shading	Windows Shading							
Ventilation	Ventilation							
Summer ventilation	SummVent							
Heat generator	PER							
Compressor cooling units	Cooling units							
Supply air cooling	check as appropriate	x	x	x	x	x	x	
On/Off mode	check as appropriate	x	x	x	x	x	x	
Max. cooling capacity (sensible + latent)	kW	23	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	
Seasonal performance factor	-	2	2	2	2	2	2	
Recirculation cooling	check as appropriate							
On/Off mode	check as appropriate							
Max. cooling capacity (sensible + latent)	kW	0						
Volume flow rate at nominal power	m³/h	0						
Variable volume flow (check if appropriate)	check as appropriate							
Seasonal performance factor	-	1						
Additional dehumidification	check as appropriate	x			x	x	x	
Waste heat to room (check if appropriate)	check as appropriate	x			x	x	x	
Seasonal performance factor	-	2			2	2	2	
Panel cooling	check as appropriate							
Seasonal performance factor	-	1						
User determined parameters								

Comparison between two variants

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Selection of comparison configuration

Description	1-
Component type	5-Entire building
Building component	

Calculation of the selected configuration

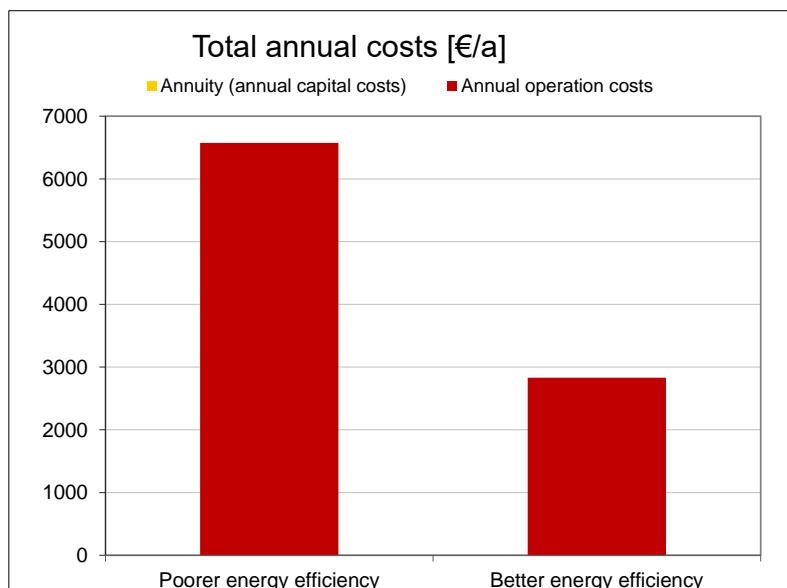
	Poorer energy efficiency	Better energy efficiency	Difference / Savings / Profit
Design according to variant	1-Existing	5-Passive House	
Annual heating demand	18,966	0,301	kWh(m²a)
Minimum inside surface temperature	-	-	°C

Investment costs							
	Per m² TFA	Complete building		Per m² TFA	Complete building		
Treated floor area (TFA)	1	876		1	876		m²
Investment costs minus financial support	0	0		0	0		€
Annuity (annual capital costs)	0,0	0		0,00	0		€/a

		Operation (heating + cooling + mechanical ventilation)						
		Per m² of TFA		Entire building		Per m² TFA			Complete building
Area		1	876	1	876	1	876	m²
	Heating demand	19,0	16623	0,3	264	18,7	16360	kWh/a
	Cooling + dehumidification demand	59,64	52271	12,19	10681	47,45	41590	kWh/a
	CO₂ emissions	15,96	13991	6,87	6025	9,09	7966	kg/a
	Primary energy renewable (PER)	16,01	37952	19,46	17057	23,84	20895	kWh/a
Annual operation costs		7,50	6575	3,23	2831	4,27	3743	€/a

Cost-effectiveness							
Maximal economically viable additional investment costs				134,76	118119	€	
Average cost for saved kWh of final energy				0,00		Cent/kWh	
Total annual costs	7.50	6575	3,23	2831	4.27	3743.29	€/a

Information: The cost efficiency comparison has not been implemented on the basis of single building elements



Input of comparison configurations					
	1	2	3	4	5
Description	Insulation				
Component type	5-Entire building				
Building component					
Variant "Poorer energy efficiency"	1-Existing				
Investment costs [€]					
Annual maintenance costs [€/a]					
Variant "Better energy efficiency"	5-Passive House				
Investment costs [€]					
Annual maintenance costs [€/a]					
Financial support (present value) [€]					
Results (manual transfer)					
Description					

Climate data

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Selection of climate data

Country: ud-User Data

Region: All

1-Sortierung: Alphabetisch

Climate data set: ud--01-35,5 °N / 24,1 °O

Climate zone: 5: Warm

Altitude

Weather station: 129,0 m

Building location: 137 m

Result overview

Annual heating demand	0,3	kWh/(m²a)
Heating load	14,5	W/m²
Frequency of overheating	-	%
Sensible cooling	7,9	kWh/(m²a)
Latent cooling	4,3	kWh/(m²a)
Cooling load	17,7	W/m²
PER demand	68,1	kWh/(m²a)

Data for heating

Annual method

Heating

Cooling

d/a

Heating / cooling degree hours

Radiation North

Radiation East

Radiation South

Radiation West

Horizontal radiation

Heating / cooling period

Heating / cooling degree hours

Radiation North

Radiation East

Radiation South

Radiation West

Horizontal radiation

Heating

Cooling

d/a

kWh/a

kWh/(m²a)

kWh/(m²a)

kWh/(m²a)

kWh/(m²a)

kWh/(m²a)

28

121

153

7

19

-7

15

35

70

36

62

117

353

355

118

376

1069

300

250

200

150

100

50

0

30

25

20

15

10

5

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

Radiation North

Radiation East

Radiation South

Radiation West

Horizontal radiation

Exterior temperature

Dew point temperature

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Heating load		Cooling load		PER	
Days	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	Weather 1	Weather 2	Weather 1	Weather 2	factors	
ud--01-35,5 °N / 24,1 °O	Latitude °	35,5	Longitude °	24,1	Altitude [m]	129	Daily temperature swing Summer [K]					3,3	Radiation: [W/m²]		Radiation: [W/m²]			
° C	Exterior temperature	14,0	13,4	14,3	16,7	20,0	23,6	25,9	26,4	24,6	21,5	18,3	15,5	8,5	10,8	29,7	28,6	1,20
kWh/(m²month)	Radiation North	20	22	30	34	44	51	48	36	29	25	20	18	32	22	93	60	1,20
kWh/(m²month)	Radiation East	42	53	79	102	119	128	133	125	102	79	47	39	67	29	200	175	1,65
kWh/(m²month)	Radiation South	100	106	124	112	93	82	91	118	146	154	110	95	142	53	170	251	1,45
kWh/(m²month)	Radiation West	43	53	80	102	119	128	133	126	103	79	47	39	69	29	200	175	1,90
kWh/(m²month)	Horizontal radiation	73	93	144	191	231	253	260	235	185	136	81	66	129	63	370	313	
° C	Dew point temperature	7,2	6,5	7,7	10,0	13,3	16,3	18,3	18,7	16,7	14,0	11,4	8,7			21,7	21,7	
° C	Sky temperature	3,0	1,5	1,1	1,9	5,2	7,5	9,1	10,1	9,3	8,3	7,5	5,2			20,5	21,7	
° C	Ground temperature	19,7	19,6	19,6	19,8	20,0	24,5	24,7	24,8	24,8	24,6	20,2	19,9	19,6	19,6	24,8	24,8	
	Comment:	Passipedia, satellite data																

Household electri

Domestic hot wat

Heating

Cooling

Dehumidification

U-value of building assemblies

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Secondary calculation: Equivalent thermal conductivity of still air spaces -> (on the right)

Wedge-shaped assembly layer -> (on the right)

Unheated / uncooled attic -> (on the right)

Assembly no.	Building assembly description					Interior insulation?
01ud	Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)					
Heat transmission resistance [m²K/W]						
Orientation of building element	2-Wall	interior R _{si}		0,13		
Adjacent to	1-Outdoor air	exterior R _{se}		0,04		
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Γυψοσανίδα	0,582					12
Μονωτικό υλικό	0,041					50
Σκυρόδεμα B 225	2,035					150
Προσθήκη μόνωσης	0,035					100
επίχρισμα	0,080					3
Χρώμα	0,786					1
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						31,6 cm
U-value supplement		W/(m²K)		U-value:		0,228 W/(m²K)

Assembly no.	Building assembly description					Interior insulation?
02ud	Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα					
Heat transmission resistance [m²K/W]						
Orientation of building element	2-Wall	interior R _{si}		0,13		
Adjacent to	1-Outdoor air	exterior R _{se}		0,04		
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Επίχρισμα	0,872					20
Μονωτικό υλικό	0,041					50
Δοκός κολώνα	2,035					300
Προσθήκη μόνωσης	0,035					100
επίχρισμα	0,080					3
Χρώμα	0,786					1
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						47,4 cm
U-value supplement		W/(m²K)		U-value:		0,224 W/(m²K)

Assembly no.	Building assembly description					Interior insulation?
03ud	Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα					
Heat transmission resistance [m²K/W]						
Orientation of building element	2-Wall	interior R _{si}		0,13		
Adjacent to	1-Outdoor air	exterior R _{se}		0,04		
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Γυψοσανίδα	0,582					12
Μονωτικό υλικό	0,041					50
Σκυρόδεμα	2,035					300
Προσθήκη μόνωσης	0,035					100
επίχρισμα	0,080					3
Χρώμα	0,786					1
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total

	100%					46,6	cm
U-value supplement		W/(m²K)		U-value:	0,224	W/(m²K)	

Assembly no.		04ud				Δαπ.μαρμ. Σε ριλ15-Οπλισμένο σκυρόδεμα 15		Interior insulation?	
						Heat transmission resistance [m²K/W]			
Orientation of building element		3-Floor		interior R _{si}		0,10			
Adjacent to		2-Ground		exterior R _{se}		0,00			
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]			
Μάρμαρο	3,489					20			
Ασβεστοκονίαμα	0,872					20			
Γαρμπυλοσκυρόδεμα	0,640					60			
Πλάκα	2,035					150			
Μονωτικό υλικό	0,041					70			
Επίχρισμα	0,872					20			
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total			
100%						34,0 cm			
U-value supplement				W/(m²K)		U-value:		0,490 W/(m²K)	

Assembly no.		05ud				Δαπ.μαρμ. Σε φ.εδ. 15-Οπλισμένο σκυρόδεμα 20		Interior insulation?	
						Heat transmission resistance [m²K/W]			
Orientation of building element		3-Floor		interior R _{si}		0,10			
Adjacent to		2-Ground		exterior R _{se}		0,00			
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]			
Μάρμαρο	0,200					10			
Μεμβράνη	0,024					2			
Μόνωση	0,035					10			
Ασβεστοκονίαμα	0,872					20			
Γαρμπυλ/δεμα B 225	1,105					60			
Στεγάνωση	0,174					10			
Πλάκα	2,035					150			
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total			
100%						26,2 cm			
U-value supplement				W/(m²K)		U-value:		1,375 W/(m²K)	

Assembly no.		06ud				Οροφή σε μ.θ.χ-Σκυρόδεμα		Interior insulation?	
						Heat transmission resistance [m²K/W]			
Orientation of building element		1-Roof		interior R _{si}		0,17			
Adjacent to		1-Outdoor air		exterior R _{se}		0,04			
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]			
Γαρμπυλ/δεμα B 225	1,105					30			
Πλάκα	2,035					150			
Μονωτικό υλικό	0,035					200			
Τσιμεντοκονία	1,400					30			
Ψυχρό υλικό	0,916					3			
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total			
100%						41,3 cm			
U-value supplement				W/(m²K)		U-value:		0,165 W/(m²K)	

Assembly no.		Interior insulation?	
07ud		<input type="text" value="Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή"/>	
Heat transmission resistance [m²K/W]			
Orientation of building element		interior R _{si}	0,13
Adjacent to		exterior R _{se}	0,04
2-Wall		1-Outdoor air	

Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Τσιμεντοσανίδα	0,582					12
Τσιμεντοσανίδα	0,582					12
Μονωτικό υλικό	0,041					50
Γυψοσανίδα	0,582					12
Προσθήκη μόνωσης	0,035					100
επίχρισμα	0,080					3
	0,786					1

Percentage of sec. 1 100%	Percentage of sec. 2 <input type="text"/>	Percentage of sec. 3 <input type="text"/>
------------------------------	----------------------------------------------	----------------------------------------------

U-value supplement <input type="text"/> W/(m²K)	U-value: 0,230 W/(m²K)
-------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Assembly no.		Interior insulation?	
08ud		<input type="text"/>	
Heat transmission resistance [m²K/W]			
Orientation of building element		interior R _{si}	<input type="text"/>
Adjacent to		exterior R _{se}	<input type="text"/>

Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]

Percentage of sec. 1 100%	Percentage of sec. 2 <input type="text"/>	Percentage of sec. 3 <input type="text"/>
------------------------------	----------------------------------------------	----------------------------------------------

U-value supplement <input type="text"/> W/(m²K)	U-value: W/(m²K)
-------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

Assembly no.		Interior insulation?	
09ud		<input type="text"/>	
Heat transmission resistance [m²K/W]			
Orientation of building element		interior R _{si}	<input type="text"/>
Adjacent to		exterior R _{se}	<input type="text"/>

Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]

Percentage of sec. 1 100%	Percentage of sec. 2 <input type="text"/>	Percentage of sec. 3 <input type="text"/>
------------------------------	----------------------------------------------	----------------------------------------------

U-value supplement <input type="text"/> W/(m²K)	U-value: W/(m²K)
-------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

Assembly no.						Interior insulation?
10ud						
Heat transmission resistance [m²K/W]						
Orientation of building element		interior R_{si}				
Adjacent to		exterior R_{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement		W/(m²K)		U-value: W/(m²K)		

Assembly no.						Interior insulation?
11ud						
Heat transmission resistance [m²K/W]						
Orientation of building element		interior R_{si}				
Adjacent to		exterior R_{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement		W/(m²K)		U-value: W/(m²K)		

Assembly no.						Interior insulation?
12ud						
Heat transmission resistance [m²K/W]						
Orientation of building element		interior R_{si}				
Adjacent to		exterior R_{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement		W/(m²K)		U-value: W/(m²K)		

Assembly no.						Interior insulation?
13ud						
Heat transmission resistance [m ² K/W]						
Orientation of building element		interior R _{si}				
Adjacent to		exterior R _{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement				U-value:		
W/(m ² K)				W/(m ² K)		

Assembly no.						Interior insulation?
14ud						
Heat transmission resistance [m ² K/W]						
Orientation of building element		interior R _{si}				
Adjacent to		exterior R _{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement				U-value:		
W/(m ² K)				W/(m ² K)		

Assembly no.						Interior insulation?
15ud						
Heat transmission resistance [m ² K/W]						
Orientation of building element		interior R _{si}				
Adjacent to		exterior R _{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement				U-value:		
W/(m ² K)				W/(m ² K)		

Assembly no.						Interior insulation?
16ud						
Heat transmission resistance [m ² K/W]						
Orientation of building element		interior R _{si}				
Adjacent to		exterior R _{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement		W/(m ² K)		U-value: W/(m²K)		

Assembly no.						Interior insulation?
17ud						
Heat transmission resistance [m ² K/W]						
Orientation of building element		interior R _{si}				
Adjacent to		exterior R _{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement		W/(m ² K)		U-value: W/(m²K)		

Assembly no.						Interior insulation?
18ud						
Heat transmission resistance [m ² K/W]						
Orientation of building element		interior R _{si}				
Adjacent to		exterior R _{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement		W/(m ² K)		U-value: W/(m²K)		

Assembly no.						Interior insulation?
19ud						
		Heat transmission resistance [m ² K/W]				
Orientation of building element		interior R _{si}				
Adjacent to		exterior R _{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement		W/(m ² K)		U-value:		W/(m ² K)

Assembly no.						Interior insulation?
20ud						
		Heat transmission resistance [m ² K/W]				
Orientation of building element		interior R _{si}				
Adjacent to		exterior R _{se}				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						cm
U-value supplement		W/(m ² K)		U-value:		W/(m ² K)

Areas determination

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Summary						Building assembly overview	Average U-value [W/(m²K)]	Radiation-gains heating season [kWh/a]	Radiation-load cooling period [kWh/a]
Temp.-zone	Area group	Group no.	Area / Length	Unit	Comment				
	Treated floor area	1	876,48	m²	Treated floor area according to PHPP manual			4 Months	5 Months
A	North windows	2	22,92	m²	Results come from the 'Windows' worksheet. Window areas are subtracted from individual opaque areas, which is displayed in the 'Windows' worksheet.	North windows	0,844	207	598
A	East windows	3	69,00	m²		East windows	0,909	3305	3897
A	South windows	4	16,12	m²		South windows	0,813	225	409
A	West windows	5	69,00	m²		West windows	0,909	1212	3171
A	Horizontal windows	6	0,00	m²		Horizontal windows			
A	Exterior door	7	7,92	m²	Please subtract area of door from respective building assembly	Exterior door	4,500		
A	External wall - Ambient	8	1155,04	m²	Temperature zone "A" is ambient air	External wall - Ambient	0,228	-447	-691
B	External wall - Ground	9	0,00	m²	Temperature zone "B" is the ground	External wall - Ground			
A	Roof/Ceiling - Ambient	10	741,12	m²		Roof/Ceiling - Ambient	0,165	-659	-800
B	Floor slab / Basement ceiling	11	648,48	m²		Floor slab / Basement ceiling	1,375		
		12	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
		13	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
X		14	0,00	m²	Temperature zone "X": Please provide user-defined reduction factor (0 < f < 1):				
					Factor for X				
					75%				
						Thermal bridges - Overview	Ψ [W/(mK)]		
A	Thermal bridges Ambient	15	357,60	m	Units in m	Thermal bridges Ambient	-0,148		
P	Perimeter thermal bridges	16	114,88	m	Units in m; temperature zone "P" is perimeter (see 'Ground' worksheet)	Perimeter thermal bridges	0,900		
B	Thermal bridges FS/BC	17	0,00	m	Units in m	Thermal bridges FS/BC			
I	Building element towards neigh	18	0,00	m²	No heat losses, only considered for the heating load calculation	Building element towards neighbour			
Total thermal envelope						Average therm. envelope	0,557		

[Go to building components list](#)

Area input																	2-Sorting: BY ID								
Area no.	Building assembly description	To group No.	Assigned to group	Quantity	x (	a [m]	x	b [m]	+	User determined [m²]	-	User subtraction [m²]	-	Subtraction window areas [m²]	) =	Area [m²]	Selection building assembly / Building system	U-Value [W/(m²K)]	Deviation from North	Angle of inclination from the horizontal	Orientation	Reduction factor shading	Exterior absorptivity	Exterior emissivity
	Projected building footprint	0	Projected building footprint	1	x (	15,44	x	48,00	+		-		-		) =	741,1								
	Treated floor area	1	Treated floor area	1	x (		x		+	876,48	-		-		) =	876,5								
	Exterior door	7	Exterior door	2	x (	1,80	x	2,20	+		-		-		) =	7,9	Exterior door	4,50						
1	B/Δ Υποστώλιωμα 1, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		-	0,0	) =	2,1	03ud-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
2	B/Δ Εξ.τοιχος 1, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	2,85	x	3,50	+		-		-	1,9	) =	8,1	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90
3	B/Δ Υποστώλιωμα 2, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		-	0,0	) =	2,1	03ud-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
4	B/Δ Εξ.τοιχος 2, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	4,45	x	3,50	+		-		-	3,8	) =	11,8	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90
5	B/Δ Υποστώλιωμα 3, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		-	0,0	) =	2,8	03ud-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
6	B/Δ Εξ.τοιχος 3, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		-	1,9	) =	5,3	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90
7	B/Δ Υποστώλιωμα 4, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		-	0,0	) =	2,8	03ud-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
8	B/Δ Εξ.τοιχος 4, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	3,00	x	3,50	+		-		-	1,9	) =	8,6	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90
9	B/Δ Υποστώλιωμα 5, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		-	0,0	) =	2,8	03ud-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
10	B/Δ Εξ.τοιχος 5, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	4,30	x	3,50	+		-		-	3,8	) =	11,3	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90
11	B/Δ Υποστώλιωμα 6, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,90	x	3,50	+		-		-	0,0	) =	3,2	03ud-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
12	B/Δ Εξ.τοιχος 6, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	2,17	x	3,50	+		-		-	1,9	) =	5,7	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90
13	B/Δ Υποστώλιωμα 7, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	1,65	x	3,50	+		-		-	0,0	) =	5,8	03ud-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
14	B/Δ Εξ.τοιχος 7, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	1,87	x	3,50	+		-		-	1,9	) =	4,6	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90
15	B/Δ Υποστώλιωμα 8, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,30	x	3,50	+		-		-	0,0	) =	1,1	03ud-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
16	B/Δ Εξ.τοιχος 8, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	3,00	x	3,50	+		-		-	1,9	) =	8,6	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90
17	B/Δ Υποστώλιωμα 9, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		-	0,0	) =	2,8	03ud-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
18	B/Δ Εξ.τοιχος 9, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		-	1,9	) =	5,3	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90

Areas determination

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Summary						Building assembly overview	Average U-value [W/(m²K)]	Radiation-gains heating season [kWh/a]	Radiation-load cooling period [kWh/a]
Temp.-zone	Area group	Group no.	Area / Length	Unit	Comment				
	Treated floor area	1	876,48	m²	Treated floor area according to PHPP manual			4 Months	5 Months
A	North windows	2	22,92	m²	Results come from the 'Windows' worksheet. Window areas are subtracted from individual opaque areas, which is displayed in the 'Windows' worksheet.	North windows	0,844	207	598
A	East windows	3	69,00	m²		East windows	0,909	3305	3897
A	South windows	4	16,12	m²		South windows	0,813	225	409
A	West windows	5	69,00	m²		West windows	0,909	1212	3171
A	Horizontal windows	6	0,00	m²		Horizontal windows			
A	Exterior door	7	7,92	m²	Please subtract area of door from respective building assembly	Exterior door	4,500		
A	External wall - Ambient	8	1155,04	m²	Temperature zone "A" is ambient air	External wall - Ambient	0,228	-447	-691
B	External wall - Ground	9	0,00	m²	Temperature zone "B" is the ground	External wall - Ground			
A	Roof/Ceiling - Ambient	10	741,12	m²		Roof/Ceiling - Ambient	0,165	-659	-800
B	Floor slab / Basement ceiling	11	648,48	m²		Floor slab / Basement ceiling	1,375		
		12	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
		13	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
X		14	0,00	m²	Temperature zone "X": Please provide user-defined reduction factor (0 < f < 1):				
					Factor for X				
					75%				
						Thermal bridges - Overview	Ψ [W/(mK)]		
A	Thermal bridges Ambient	15	357,60	m	Units in m	Thermal bridges Ambient	-0,148		
P	Perimeter thermal bridges	16	114,88	m	Units in m; temperature zone "P" is perimeter (see 'Ground' worksheet)	Perimeter thermal bridges	0,900		
B	Thermal bridges FS/BC	17	0,00	m	Units in m	Thermal bridges FS/BC			
I	Building element towards neighbour	18	0,00	m²	No heat losses, only considered for the heating load calculation	Building element towards neighbour			
Total thermal envelope						Average therm. envelope	0,557		

Go to building components list

19	B/Δ Υποστώλιωμα 10, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
20	B/Δ Εξ.τοιχος 10, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	4,75	x	3,50	+		-		) -	3,8	=	12,8	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90
21	B/Δ Υποστώλιωμα 11, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
22	B/Δ Εξ.τοιχος 11, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	2,55	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	7,0	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	315	90	West	0,70	0,10	0,90
23	B/Δ Υποστώλιωμα 12, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
24	B/Δ Δοκός, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	42,00	x	0,50	+		-		) -	0,0	=	21,0	02υδ-Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,10	0,90
25	B/Δ Υποστώλιωμα 1, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
26	B/Δ Εξ.τοιχος 1, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,3	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
27	B/Δ Υποστώλιωμα 2, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
28	B/Δ Εξ.τοιχος 2, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,85	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	8,1	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
29	B/Δ Υποστώλιωμα 3, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
30	B/Δ Εξ.τοιχος 3, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	4,45	x	3,50	+		-		) -	3,8	=	11,8	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
31	B/Δ Υποστώλιωμα 4, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
32	B/Δ Εξ.τοιχος 4, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,3	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
33	B/Δ Υποστώλιωμα 5, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
34	B/Δ Εξ.τοιχος 5, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	3,00	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	8,6	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
35	B/Δ Υποστώλιωμα 6, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
36	B/Δ Εξ.τοιχος 6, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	4,60	x	3,50	+		-		) -	3,8	=	12,3	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
37	B/Δ Υποστώλιωμα 7, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
38	B/Δ Εξ.τοιχος 7, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,17	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,7	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
39	B/Δ Υποστώλιωμα 8, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	1,70	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	6,0	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
40	B/Δ Εξ.τοιχος 8, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	1,83	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	4,5	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
41	B/Δ Υποστώλιωμα 9, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,30	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,1	03υδ-Υποστώλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90

Areas determination

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Summary						Building assembly overview	Average U-value [W/(m²K)]	Radiation-gains heating season [kWh/a]	Radiation-load cooling period [kWh/a]
Temp.-zone	Area group	Group no.	Area / Length	Unit	Comment				
	Treated floor area	1	876,48	m²	Treated floor area according to PHPP manual			4 Months	5 Months
A	North windows	2	22,92	m²	Results come from the 'Windows' worksheet. Window areas are subtracted from individual opaque areas, which is displayed in the 'Windows' worksheet.	North windows	0,844	207	598
A	East windows	3	69,00	m²		East windows	0,909	3305	3897
A	South windows	4	16,12	m²		South windows	0,813	225	409
A	West windows	5	69,00	m²		West windows	0,909	1212	3171
A	Horizontal windows	6	0,00	m²		Horizontal windows			
A	Exterior door	7	7,92	m²	Please subtract area of door from respective building assembly	Exterior door	4,500		
A	External wall - Ambient	8	1155,04	m²	Temperature zone "A" is ambient air	External wall - Ambient	0,228	-447	-691
B	External wall - Ground	9	0,00	m²	Temperature zone "B" is the ground	External wall - Ground			
A	Roof/Ceiling - Ambient	10	741,12	m²		Roof/Ceiling - Ambient	0,165	-659	-800
B	Floor slab / Basement ceiling	11	648,48	m²		Floor slab / Basement ceiling	1,375		
		12	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
		13	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
X		14	0,00	m²	Temperature zone "X": Please provide user-defined reduction factor (0 < f < 1):				
					Factor for X				
					75%				
						Thermal bridges - Overview	Ψ [W/(mK)]		
A	Thermal bridges Ambient	15	357,60	m	Units in m	Thermal bridges Ambient	-0,148		
P	Perimeter thermal bridges	16	114,88	m	Units in m; temperature zone "P" is perimeter (see 'Ground' worksheet)	Perimeter thermal bridges	0,900		
B	Thermal bridges FS/BC	17	0,00	m	Units in m	Thermal bridges FS/BC			
I	Building element towards neighbour	18	0,00	m²	No heat losses, only considered for the heating load calculation	Building element towards neighbour			
Total thermal envelope						Average therm. envelope	0,557		

Go to building components list

42	B/Δ Εξ.τοιχος 9, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	3,00	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	8,6	07ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
43	B/Δ Υποστύλωμα 10, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
44	B/Δ Εξ.τοιχος 10, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,3	07ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
45	B/Δ Υποστύλωμα 11, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
46	B/Δ Εξ.τοιχος 11, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	4,75	x	3,50	+		-		) -	3,8	=	12,8	07ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
47	B/Δ Υποστύλωμα 12, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
48	B/Δ Εξ.τοιχος 12, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,55	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	7,0	07ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
49	B/Δ Υποστύλωμα 13, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
50	B/Δ Εξ.τοιχος 13, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,3	07ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
51	B/Δ Υποστύλωμα 14, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
52	B/Δ Δοκός, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	48,00	x	0,50	+		-		) -	0,0	=	24,0	02ud-Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	315	90	West	0,70	0,12	0,90
53	B/Δ Εξ.τοιχος, δεύτερος	8	External wall - Ambient	1	x (	48,00	x	3,00	+		-		) -	12,0	=	132,0	07ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	315	90	West	0,70	0,12	0,90
54	N/Α Υποστύλωμα 1, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
55	N/Α Εξ.τοιχος 1, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	2,85	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	8,1	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
56	N/Α Υποστύλωμα 2, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
57	N/Α Εξ.τοιχος 2, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	4,45	x	3,50	+		-		) -	3,8	=	11,8	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
58	N/Α Υποστύλωμα 3, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
59	N/Α Εξ.τοιχος 3, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,3	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
60	N/Α Υποστύλωμα 4, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
61	N/Α Εξ.τοιχος 4, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	3,00	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	8,6	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
62	N/Α Υποστύλωμα 5, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
63	N/Α Εξ.τοιχος 5, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	4,30	x	3,50	+		-		) -	3,8	=	11,3	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
64	N/Α Υποστύλωμα 6, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,90	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	3,2	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90

Areas determination

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Summary						Building assembly overview	Average U-value [W/(m²K)]	Radiation-gains heating season [kWh/a]	Radiation-load cooling period [kWh/a]
Temp.-zone	Area group	Group no.	Area / Length	Unit	Comment				
	Treated floor area	1	876,48	m²	Treated floor area according to PHPP manual			4 Months	5 Months
A	North windows	2	22,92	m²	Results come from the 'Windows' worksheet. Window areas are subtracted from individual opaque areas, which is displayed in the 'Windows' worksheet.	North windows	0,844	207	598
A	East windows	3	69,00	m²		East windows	0,909	3305	3897
A	South windows	4	16,12	m²		South windows	0,813	225	409
A	West windows	5	69,00	m²		West windows	0,909	1212	3171
A	Horizontal windows	6	0,00	m²		Horizontal windows			
A	Exterior door	7	7,92	m²	Please subtract area of door from respective building assembly	Exterior door	4,500		
A	External wall - Ambient	8	1155,04	m²	Temperature zone "A" is ambient air	External wall - Ambient	0,228	-447	-691
B	External wall - Ground	9	0,00	m²	Temperature zone "B" is the ground	External wall - Ground			
A	Roof/Ceiling - Ambient	10	741,12	m²		Roof/Ceiling - Ambient	0,165	-659	-800
B	Floor slab / Basement ceiling	11	648,48	m²		Floor slab / Basement ceiling	1,375		
		12	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
		13	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
X		14	0,00	m²	Temperature zone "X": Please provide user-defined reduction factor (0 < f < 1):				
					Factor for X				
					75%				
						Thermal bridges - Overview	Ψ [W/(mK)]		
A	Thermal bridges Ambient	15	357,60	m	Units in m	Thermal bridges Ambient	-0,148		
P	Perimeter thermal bridges	16	114,88	m	Units in m; temperature zone "P" is perimeter (see 'Ground' worksheet)	Perimeter thermal bridges	0,900		
B	Thermal bridges FS/BC	17	0,00	m	Units in m	Thermal bridges FS/BC			
I	Building element towards neigh	18	0,00	m²	No heat losses, only considered for the heating load calculation	Building element towards neighbour			
Total thermal envelope						Average therm. envelope	0,557		

Go to building components list

65	N/A Εξ.τοιχος 6, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	2,17	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,7	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
66	N/A Υποστύλωμα 7, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	1,65	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	5,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
67	N/A Εξ.τοιχος 7, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	1,87	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	4,6	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
68	N/A Υποστύλωμα 8, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,30	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
69	N/A Εξ.τοιχος 8, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	3,00	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	8,6	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
70	N/A Υποστύλωμα 9, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
71	N/A Εξ.τοιχος 9, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,3	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
72	N/A Υποστύλωμα 10, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
73	N/A Εξ.τοιχος 10, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	4,75	x	3,50	+		-		) -	3,8	=	12,8	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
74	N/A Υποστύλωμα 11, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
75	N/A Εξ.τοιχος 11, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	2,55	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	7,0	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	135	90	East	0,70	0,10	0,90
76	N/A Υποστύλωμα 12, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
77	N/A Δοκός, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	42,00	x	0,50	+		-		) -	0,0	=	21,0	02ud-Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,10	0,90
78	N/A Υποστύλωμα 1, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
79	N/A Εξ.τοιχος 1, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,3	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
80	N/A Υποστύλωμα 2, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
81	N/A Εξ.τοιχος 2, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,85	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	8,1	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
82	N/A Υποστύλωμα 3, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
83	N/A Εξ.τοιχος 3, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	4,45	x	3,50	+		-		) -	3,8	=	11,8	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
84	N/A Υποστύλωμα 4, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
85	N/A Εξ.τοιχος 4, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,3	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
86	N/A Υποστύλωμα 5, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
87	N/A Εξ.τοιχος 5, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	3,00	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	8,6	01ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90

Areas determination

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Summary						Building assembly overview	Average U-value [W/(m²K)]	Radiation-gains heating season [kWh/a]	Radiation-load cooling period [kWh/a]
Temp.-zone	Area group	Group no.	Area / Length	Unit	Comment				
	Treated floor area	1	876,48	m²	Treated floor area according to PHPP manual			4 Months	5 Months
A	North windows	2	22,92	m²	Results come from the 'Windows' worksheet. Window areas are subtracted from individual opaque areas, which is displayed in the 'Windows' worksheet.	North windows	0,844	207	598
A	East windows	3	69,00	m²		East windows	0,909	3305	3897
A	South windows	4	16,12	m²		South windows	0,813	225	409
A	West windows	5	69,00	m²		West windows	0,909	1212	3171
A	Horizontal windows	6	0,00	m²		Horizontal windows			
A	Exterior door	7	7,92	m²	Please subtract area of door from respective building assembly	Exterior door	4,500		
A	External wall - Ambient	8	1155,04	m²	Temperature zone "A" is ambient air	External wall - Ambient	0,228	-447	-691
B	External wall - Ground	9	0,00	m²	Temperature zone "B" is the ground	External wall - Ground			
A	Roof/Ceiling - Ambient	10	741,12	m²		Roof/Ceiling - Ambient	0,165	-659	-800
B	Floor slab / Basement ceiling	11	648,48	m²		Floor slab / Basement ceiling	1,375		
		12	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
		13	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
X		14	0,00	m²	Temperature zone "X": Please provide user-defined reduction factor (0 < f < 1):				
					Factor for X				
					75%				
						Thermal bridges - Overview	Ψ [W/(mK)]		
A	Thermal bridges Ambient	15	357,60	m	Units in m	Thermal bridges Ambient	-0,148		
P	Perimeter thermal bridges	16	114,88	m	Units in m; temperature zone "P" is perimeter (see 'Ground' worksheet)	Perimeter thermal bridges	0,900		
B	Thermal bridges FS/BC	17	0,00	m	Units in m	Thermal bridges FS/BC			
I	Building element towards neigh	18	0,00	m²	No heat losses, only considered for the heating load calculation	Building element towards neighbour			
Total thermal envelope						Average therm. envelope	0,557		

Go to building components list

88	N/A Υποστούλωμα 6, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
89	N/A Εξ.τοιχος 6, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	4,60	x	3,50	+		-		) -	3,8	=	12,3	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
90	N/A Υποστούλωμα 7, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
91	N/A Εξ.τοιχος 7, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,17	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,7	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
92	N/A Υποστούλωμα 8, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	1,70	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	6,0	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
93	N/A Εξ.τοιχος 8, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	1,83	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	4,5	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
94	N/A Υποστούλωμα 9, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,30	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,1	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
95	N/A Εξ.τοιχος 9, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	3,00	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	8,6	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
96	N/A Υποστούλωμα 10, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
97	N/A Εξ.τοιχος 10, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,3	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
98	N/A Υποστούλωμα 11, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
99	N/A Εξ.τοιχος 11, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	4,75	x	3,50	+		-		) -	3,8	=	12,8	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
100	N/A Υποστούλωμα 12, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
101	N/A Εξ.τοιχος 12, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,55	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	7,0	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
102	N/A Υποστούλωμα 13, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
103	N/A Εξ.τοιχος 13, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	2,05	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	5,3	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
104	N/A Υποστούλωμα 14, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,80	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,8	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
105	N/A Δοκός, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	48,00	x	0,50	+		-		) -	0,0	=	24,0	02υδ-Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	135	90	East	0,70	0,12	0,90
106	N/A Εξ.τοιχος, δευτερος	8	External wall - Ambient	1	x (	48,00	x	3,00	+		-		) -	12,0	=	132,0	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	135	90	East	0,70	0,12	0,90
107	N/A Υποστούλωμα 1, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,30	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,1	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	225	90	South	0,70	0,10	0,90
108	N/A Εξ.τοιχος 1, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	4,20	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	12,8	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	225	90	South	0,70	0,10	0,90
109	N/A Υποστούλωμα 2, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,45	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,6	03υδ-Υποστούλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	225	90	South	0,70	0,10	0,90
110	N/A Εξ.τοιχος 2, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	5,30	x	3,50	+		-	3,96	) -	7,9	=	6,7	07υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	225	90	South	0,70	0,10	0,90

Areas determination

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Summary						Building assembly overview	Average U-value [W/(m²K)]	Radiation-gains heating season [kWh/a]	Radiation-load cooling period [kWh/a]
Temp.-zone	Area group	Group no.	Area / Length	Unit	Comment				
	Treated floor area	1	876,48	m²	Treated floor area according to PHPP manual			4 Months	5 Months
A	North windows	2	22,92	m²	Results come from the 'Windows' worksheet. Window areas are subtracted from individual opaque areas, which is displayed in the 'Windows' worksheet.	North windows	0,844	207	598
A	East windows	3	69,00	m²		East windows	0,909	3305	3897
A	South windows	4	16,12	m²		South windows	0,813	225	409
A	West windows	5	69,00	m²		West windows	0,909	1212	3171
A	Horizontal windows	6	0,00	m²		Horizontal windows			
A	Exterior door	7	7,92	m²	Please subtract area of door from respective building assembly	Exterior door	4,500		
A	External wall - Ambient	8	1155,04	m²	Temperature zone "A" is ambient air	External wall - Ambient	0,228	-447	-691
B	External wall - Ground	9	0,00	m²	Temperature zone "B" is the ground	External wall - Ground			
A	Roof/Ceiling - Ambient	10	741,12	m²		Roof/Ceiling - Ambient	0,165	-659	-800
B	Floor slab / Basement ceiling	11	648,48	m²		Floor slab / Basement ceiling	1,375		
		12	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
		13	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
X		14	0,00	m²	Temperature zone "X": Please provide user-defined reduction factor (0 < f < 1):				
					Factor for X				
					75%				
						Thermal bridges - Overview	Ψ [W/(mK)]		
A	Thermal bridges Ambient	15	357,60	m	Units in m	Thermal bridges Ambient	-0,148		
P	Perimeter thermal bridges	16	114,88	m	Units in m; temperature zone "P" is perimeter (see 'Ground' worksheet)	Perimeter thermal bridges	0,900		
B	Thermal bridges FS/BC	17	0,00	m	Units in m	Thermal bridges FS/BC			
I	Building element towards neighbour	18	0,00	m²	No heat losses, only considered for the heating load calculation	Building element towards neighbour			
Total thermal envelope						Average therm. envelope	0,557		

Go to building components list

111	N/Δ Υποστύλωμα 3, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,45	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,6	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	225	90	South	0,70	0,10	0,90
112	N/Δ Εξ.τοιχος 3, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	4,20	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	12,8	01υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	225	90	South	0,70	0,10	0,90
113	N/Δ Υποστύλωμα 4, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,30	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,1	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	225	90	South	0,70	0,10	0,90
114	N/Δ Δοκός, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	15,20	x	0,50	+		-		) -	0,0	=	7,6	02υδ-Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	225	90	South	0,70	0,10	0,90
115	N/Δ Υποστύλωμα 1, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	1,00	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	3,5	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	225	90	South	0,70	0,12	0,90
116	N/Δ Εξ.τοιχος 1, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	3,35	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	11,7	01υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	225	90	South	0,70	0,12	0,90
117	N/Δ Υποστύλωμα 2, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	225	90	South	0,70	0,12	0,90
118	N/Δ Εξ.τοιχος 2, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	5,30	x	3,50	+		-	2,20	) -	4,4	=	12,0	01υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	225	90	South	0,70	0,12	0,90
119	N/Δ Υποστύλωμα 3, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	225	90	South	0,70	0,12	0,90
120	N/Δ Εξ.τοιχος 3, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	3,35	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	11,7	01υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	225	90	South	0,70	0,12	0,90
121	N/Δ Υποστύλωμα 4, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	1,00	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	3,5	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	225	90	South	0,70	0,12	0,90
122	N/Δ Δοκός, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	15,20	x	0,50	+		-		) -	0,0	=	7,6	02υδ-Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	225	90	South	0,70	0,12	0,90
123	N/Δ Εξ.τοιχος, δεύτερος	8	External wall - Ambient	1	x (	15,20	x	3,00	+		-		) -	0,0	=	45,6	01υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	225	90	South	0,70	0,12	0,90
124	B/Δ Υποστύλωμα 1, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,30	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,1	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	45	90	North	0,70	0,10	0,90
125	B/Δ Εξ.τοιχος 1, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	4,15	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	12,6	01υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	45	90	North	0,70	0,10	0,90
126	B/Δ Υποστύλωμα 2, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,50	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,8	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	45	90	North	0,70	0,10	0,90
127	B/Δ Εξ.τοιχος 2, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	5,29	x	3,50	+		-	3,96	) -	7,9	=	6,6	01υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	45	90	North	0,70	0,10	0,90
128	B/Δ Υποστύλωμα 3, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,50	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,8	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	45	90	North	0,70	0,10	0,90
129	B/Δ Εξ.τοιχος 3, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	4,15	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	12,6	01υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,228	45	90	North	0,70	0,10	0,90
130	B/Δ Υποστύλωμα 4, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	0,30	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	1,1	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	45	90	North	0,70	0,10	0,90
131	B/Δ Δοκός, ισόγειο	8	External wall - Ambient	1	x (	15,20	x	0,50	+		-		) -	0,0	=	7,6	02υδ-Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	45	90	North	0,70	0,10	0,90
132	B/Δ Υποστύλωμα 1, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	1,00	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	3,5	03υδ-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	45	90	North	0,70	0,12	0,90
133	B/Δ Εξ.τοιχος 1, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	3,35	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	9,8	01υδ-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	45	90	North	0,70	0,12	0,90

Areas determination

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Summary						Building assembly overview	Average U-value [W/(m²K)]	Radiation-gains heating season [kWh/a]	Radiation-load cooling period [kWh/a]
Temp.-zone	Area group	Group no.	Area / Length	Unit	Comment				
	Treated floor area	1	876,48	m²	Treated floor area according to PHPP manual			4 Months	5 Months
A	North windows	2	22,92	m²	Results come from the 'Windows' worksheet. Window areas are subtracted from individual opaque areas, which is displayed in the 'Windows' worksheet.	North windows	0,844	207	598
A	East windows	3	69,00	m²		East windows	0,909	3305	3897
A	South windows	4	16,12	m²		South windows	0,813	225	409
A	West windows	5	69,00	m²		West windows	0,909	1212	3171
A	Horizontal windows	6	0,00	m²		Horizontal windows			
A	Exterior door	7	7,92	m²	Please subtract area of door from respective building assembly	Exterior door	4,500		
A	External wall - Ambient	8	1155,04	m²	Temperature zone "A" is ambient air	External wall - Ambient	0,228	-447	-691
B	External wall - Ground	9	0,00	m²	Temperature zone "B" is the ground	External wall - Ground			
A	Roof/Ceiling - Ambient	10	741,12	m²		Roof/Ceiling - Ambient	0,165	-659	-800
B	Floor slab / Basement ceiling	11	648,48	m²		Floor slab / Basement ceiling	1,375		
		12	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
		13	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"				
X		14	0,00	m²	Temperature zone "X": Please provide user-defined reduction factor (0 < f < 1):				
					Factor for X				
					75%				
						Thermal bridges - Overview	Ψ [W/(mK)]		
A	Thermal bridges Ambient	15	357,60	m	Units in m	Thermal bridges Ambient	-0,148		
P	Perimeter thermal bridges	16	114,88	m	Units in m; temperature zone "P" is perimeter (see 'Ground' worksheet)	Perimeter thermal bridges	0,900		
B	Thermal bridges FS/BC	17	0,00	m	Units in m	Thermal bridges FS/BC			
I	Building element towards neigh	18	0,00	m²	No heat losses, only considered for the heating load calculation	Building element towards neighbour			
Total thermal envelope						Average therm. envelope	0,557		

[Go to building components list](#)

134	B/A Υποστύλωμα 2, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	45	90	North	0,70	0,12	0,90
135	B/A Εξ.τοιχος 2, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	5,30	x	3,50	+		-	2,20	) -	4,4	=	12,0	07ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	45	90	North	0,70	0,12	0,90
136	B/A Υποστύλωμα 3, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	0,60	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	2,1	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	45	90	North	0,70	0,12	0,90
137	B/A Εξ.τοιχος 3, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	3,35	x	3,50	+		-		) -	1,9	=	9,8	07ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	45	90	North	0,70	0,12	0,90
138	B/A Υποστύλωμα 4, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	1,00	x	3,50	+		-		) -	0,0	=	3,5	03ud-Υποστύλωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	45	90	North	0,70	0,12	0,90
139	B/A Δοκός, πρώτος	8	External wall - Ambient	1	x (	15,20	x	0,50	+		-		) -	0,0	=	7,6	02ud-Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,224	45	90	North	0,70	0,12	0,90
140	B/A Εξ.τοιχος, δεύτερος	8	External wall - Ambient	1	x (	15,20	x	3,00	+		-		) -	3,0	=	42,6	07ud-Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,230	45	90	North	0,70	0,12	0,90
141	Δάπεδο	11	Floor slab / Basement ceiling	1	x (	15,44	x	42,00	+		-		) -	0,0	=	648,5	05ud-Δαπ.μαρμ. Σε φ.εδ. 15-Οπλισμένο σκυρόδεμα 20	1,375		180				
142	Οροφή	10	Roof/Ceiling - Ambient	1	x (	15,44	x	48,00	+		-		) -	0,0	=	741,1	06ud-Οροφή σε μ.8.χ-Σκυρόδεμα	0,165	0	0	Hor	1,00	0,12	0,90

Aend

Areas determination

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Summary						Building assembly overview	Average U-value [W/(m²K)]	Radiation-gains heating season [kWh/a] 4 Months
Temp.-zone	Area group	Group no.	Area / Length	Unit	Comment			
	Treated floor area	1	876,48	m²	Treated floor area according to PHPP manual			
A	North windows	2	22,92	m²	Results come from the 'Windows' worksheet. Window areas are subtracted from individual opaque areas, which is displayed in the 'Windows' worksheet.	North windows	0,844	207
A	East windows	3	69,00	m²		East windows	0,909	3305
A	South windows	4	16,12	m²		South windows	0,813	225
A	West windows	5	69,00	m²		West windows	0,909	1212
A	Horizontal windows	6	0,00	m²		Horizontal windows		
A	Exterior door	7	7,92	m²	Please subtract area of door from respective building assembly	Exterior door	4,500	
A	External wall - Ambient	8	1155,04	m²	Temperature zone "A" is ambient air	External wall - Ambient	0,228	-447
B	External wall - Ground	9	0,00	m²	Temperature zone "B" is the ground	External wall - Ground		
A	Roof/Ceiling - Ambient	10	741,12	m²		Roof/Ceiling - Ambient	0,165	-659
B	Floor slab / Basement ceiling	11	648,48	m²		Floor slab / Basement ceiling	1,375	
		12	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"			
		13	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"			
X		14	0,00	m²	Temperature zone "X": Please provide user-defined reduction factor (0 < f _t < 1):			
					Factor for X			
					75%			
						Thermal bridges - Overview	Ψ [W/(mK)]	
A	Thermal bridges Ambient	15	357,60	m	Units in m	Thermal bridges Ambient	-0,148	
P	Perimeter thermal bridges	16	114,88	m	Units in m; temperature zone "P" is perimeter (see 'Ground' worksheet)	Perimeter thermal bridges	0,900	
B	Thermal bridges FS/BC	17	0,00	m	Units in m	Thermal bridges FS/BC		
I	Building element towards neigh	18	0,00	m²	No heat losses, only considered for the heating load calculation	Building element towards neighbour		
Total thermal envelope			2729,60	m²		Average therm. envelope	0,557	

[Go to building components list](#)

Thermal bridge inputs														Sortierung ändern		
No.	Thermal bridge - denomination	Group No.	Assigned to group	Quan- tity	x (	Length [m]	-	Subtraction length [m]	)=	Length <i>l</i> [m]	User determined psi value [W/(mK)]	User determined <i>f</i> _{RSI=0,25} (optional)	or	Selection building system	Ψ-Value [W/(mK)]	<i>f</i> _{RSI} -Requirement met?
1	Εξωτερικές γωνίες	15	Thermal bridges Ambient	4	x (	11,00	-		)=	44,00	-0,200		or		-0,200	
2	Οροφή σε προεξοχή (A/A)	15	Thermal bridges Ambient	2	x (	15,20	-		)=	30,40	-0,300		or		-0,300	
3	Ενδιάμεσο δάπεδο (A/A)	15	Thermal bridges Ambient	2	x (	15,20	-		)=	30,40	0,000		or		0,000	
4	Δάπεδο σε προεξοχή (A/A)	15	Thermal bridges Ambient	2	x (	15,20	-		)=	30,40	-0,250		or		-0,250	
5	Οροφή σε εσοχή (A/A)	15	Thermal bridges Ambient	2	x (	15,20	-		)=	30,40	0,050		or		0,050	
6	Οροφή σε προεξοχή (B/B)	15	Thermal bridges Ambient	2	x (	48,00	-		)=	96,00	-0,300		or		-0,300	
7	Ενδιάμεσο δάπεδο (B/B)	15	Thermal bridges Ambient	2	x (	48,00	-		)=	96,00	0,000		or		0,000	
8	Δάπεδο σε έδαφος (περίμετρος)	16	Perimeter thermal bridges	1	x (	114,88	-		)=	114,88	0,900		or		0,900	
9					x (		-		)=				or			
10					x (		-		)=				or			
11					x (		-		)=				or			
12					x (		-		)=				or			
13					x (		-		)=				or			
14					x (		-		)=				or			
15					x (		-		)=				or			
16					x (		-		)=				or			
17					x (		-		)=				or			
18					x (		-		)=				or			
19					x (		-		)=				or			
20					x (		-		)=				or			
21					x (		-		)=				or			
22					x (		-		)=				or			
23					x (		-		)=				or			
24					x (		-		)=				or			
25					x (		-		)=				or			
26					x (		-		)=				or			
27					x (		-		)=				or			
28					x (		-		)=				or			
29					x (		-		)=				or			
30					x (		-		)=				or			
31					x (		-		)=				or			
32					x (		-		)=				or			

Areas determination

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Summary						Building assembly overview	Average U-value [W/(m²K)]	Radiation-gains heating season [kWh/a] 4 Months
Temp.-zone	Area group	Group no.	Area / Length	Unit	Comment			
	Treated floor area	1	876,48	m²	Treated floor area according to PHPP manual			
A	North windows	2	22,92	m²	Results come from the 'Windows' worksheet. Window areas are subtracted from individual opaque areas, which is displayed in the 'Windows' worksheet.	North windows	0,844	207
A	East windows	3	69,00	m²		East windows	0,909	3305
A	South windows	4	16,12	m²		South windows	0,813	225
A	West windows	5	69,00	m²		West windows	0,909	1212
A	Horizontal windows	6	0,00	m²		Horizontal windows		
A	Exterior door	7	7,92	m²	Please subtract area of door from respective building assembly	Exterior door	4,500	
A	External wall - Ambient	8	1155,04	m²	Temperature zone "A" is ambient air	External wall - Ambient	0,228	-447
B	External wall - Ground	9	0,00	m²	Temperature zone "B" is the ground	External wall - Ground		
A	Roof/Ceiling - Ambient	10	741,12	m²		Roof/Ceiling - Ambient	0,165	-659
B	Floor slab / Basement ceiling	11	648,48	m²		Floor slab / Basement ceiling	1,375	
		12	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"			
		13	0,00	m²	Temperature zones "A", "B", "P" and "X" may be used. NOT "I"			
X		14	0,00	m²	Temperature zone "X": Please provide user-defined reduction factor (0 < f _t < 1):	Factor for X		
						75%		
						Thermal bridges - Overview	Ψ [W/(mK)]	
A	Thermal bridges Ambient	15	357,60	m	Units in m	Thermal bridges Ambient	-0,148	
P	Perimeter thermal bridges	16	114,88	m	Units in m; temperature zone "P" is perimeter (see 'Ground' worksheet)	Perimeter thermal bridges	0,900	
B	Thermal bridges FS/BC	17	0,00	m	Units in m	Thermal bridges FS/BC		
I	Building element towards neigh	18	0,00	m²	No heat losses, only considered for the heating load calculation	Building element towards neighbour		
Total thermal envelope			2729,60	m²		Average therm. envelope	0,557	

[Go to building components list](#)

33					X (	-	) =						or			
34					X (	-	) =						or			
35					X (	-	) =						or			
36					X (	-	) =						or			
37					X (	-	) =						or			
38					X (	-	) =						or			
39					X (	-	) =						or			
40					X (	-	) =						or			
41					X (	-	) =						or			
42					X (	-	) =						or			
43					X (	-	) =						or			
44					X (	-	) =						or			
45					X (	-	) =						or			
46					X (	-	) =						or			
47					X (	-	) =						or			
48					X (	-	) =						or			
49					X (	-	) =						or			
50					X (	-	) =						or			
TBend																

Heat losses through the ground

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Building section 1

Ground characteristics

Thermal conductivity	λ	1,5	W/(mK)
Heat capacity	ρc	1,5	MJ/(m³K)
Periodic penetration depth	δ	3,17	m

Climate data

Avg indoor temp. winter	T_i	20,0	°C
Avg indoor temp. summer	T_i	25,0	°C
Avg ground surface temperature	$T_{g,ave}$	20,5	°C
Amplitude of $T_{g,ave}$	$T_{g,\Delta}$	6,5	°C
Phase shifting of $T_{e,m}$	τ	1,7	Months
Length of the heating period	n	0,9	Months
Heating degree hours - exterior	G_e	7,0	kKh/a

Building data

Area of ground floor slab / basement A	648,5	m²
Perimeter length	126,9	m
Charact. dimension of floor slab	10,22	m

U-value floor slab/basement ceiling	U_f	3,185	W/(m²K)
TBs floor slab / basement ceiling	$\Psi_B \cdot l$	63,45	W/K
U-value floor slab / basement ceiling ii U_f'		3,283	W/(m²K)
Equivalent thickness floor	d_f	0,46	m

Floor slab type (select only one)

<input checked="" type="checkbox"/> Slab on grade					
Perimeter insulation width/depth	D		m	Orientation of perimeter insulation	horizontal <input checked="" type="checkbox"/>
Perimeter insulation thickness	d_n		m	(check only one field)	vertical <input type="checkbox"/>
Conductivity perimeter insulation	λ_n		W/(mK)		

Heated basement or floor slab completely / partially below ground level

Basement wall height below ground $l_e Z$		m	U-Value wall below ground	U_{WB}		W/(m²K)
-------------------------------------------	--	---	---------------------------	----------	--	---------

Unheated basement

Height aboveground wall	h		m	U-Value wall above ground	U_W		W/(m²K)
Basement wall height below ground $l_e Z$			m	U-Value wall below ground	U_{WB}		W/(m²K)
Air change unheated basement	n	0,20	h⁻¹	U-Value basement floor slab	U_{fB}		W/(m²K)
Air volume basement	V		m³				

Suspended floor above a ventilated crawl space (at max. 0.5 m below ground)

U-Value crawl space	U_{Crawl}		W/(m²K)	Area of ventilation openings	εP		m²
Height of crawl space wall	h		m	Wind velocity at 10 m height	v	4,0	m/s
U-Value crawl space wall	U_W		W/(m²K)	Wind shield factor	f_W	0,05	-

Additional thermal bridge heat losses at perimeter

Phase shift	β		Months	Steady-state fraction	$\Psi_{P,stat} \cdot l$		W/K
				Harmonic fraction	$\Psi_{P,harm} \cdot l$	0,000	W/K

Groundwater correction

Depth of the groundwater table	z_w	3,0	m	Groundwater correction factor	G_w	1,19484072	-
Groundwater flow rate	q_w	0,05	m/d				

Interim results

Phase shift	β	0,63	Months	Steady-state heat flow	Φ_{stat}	-142,7	W
Steady-state transmittance	L_S	304,54	W/K	Periodic heat flow	Φ_{harm}	888,6	W
Exterior periodic transmittance	L_{pe}	145,87	W/K	Heat losses during heating period	Q_{tot}	495	kWh
Transmittance building	L_0	2128,92	W/K				

Monthly average temperatures in the ground for monthly method (building assembly 1)

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg. value
Winter	19,7	19,6	19,6	19,8	20,0	20,2	20,4	20,5	20,5	20,4	20,2	19,9	20,1
Summer	24,0	23,9	23,9	24,1	24,3	24,5	24,7	24,8	24,8	24,6	24,4	24,2	24,4

Design ground temperature for 'Heating load' worksheet

19,6

For 'Cooling load' worksheet

24,8

Reduction factor for 'Annual heating' worksheet

0,03

Total result (all building parts)

Phase shift	β	0,63	Months	Steady-state heat flow	Φ_{stat}	-142,7	W
Steady-state transmittance	L_S	304,54	W/K	Periodic heat flow	Φ_{harm}	888,6	W
Exterior periodic transmittance	L_{pe}	145,87	W/K	Heat losses during heating period	Q_{tot}	495	kWh
Transmittance building	L_0	2128,92	W/K	Charact. dimension of floor slab	B'	10,22	m

Monthly Average temperatures in the ground for monthly method (all building assemblies)

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avg. value
Winter	19,7	19,6	19,6	19,8	20,0	20,2	20,4	20,5	20,5	20,4	20,2	19,9	20,1
Summer	24,0	23,9	23,9	24,1	24,3	24,5	24,7	24,8	24,8	24,6	24,4	24,2	24,4

Design ground temperature for 'Heating load' worksheet

19,6

For 'Cooling load' worksheet

24,8

Reduction factor for 'Annual heating' worksheet

0,03

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

- Go to:

[AREAS](#)

[Thermal bridges \(Psi-values\)](#)

[Glazing](#)

[Window frames](#)

[www.passivehouse.com/component-database](#)

[Ventilation units](#)

[Compact units](#)

[Heat recovery DHW](#)

Building assemblies (U-Values)					
Recommended starting values for optimisation: U-values for walls and roofs | Floor slabs: 0,5 W/(m²K) | 5 W/(m²K)					
		1			
ID	Building system	Building assembly	Total thickness	U-Value	Interior insulation
	Summary of the constructions calculated in 'U values' worksheet		m	W/(m²K)	-
01ud	Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή (ισόγειο)	0,316	0,228	0
02ud	Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	Δοκός 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,474	0,224	0
03ud	Υποστύλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	Υποστύλιωμα 30cm-Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,466	0,224	0
04ud	Δαπτ.μαρμ. Σε ριί15-Οπλισμένο σκυρόδεμα 15	Δαπτ.μαρμ. Σε ριί15-Οπλισμένο σκυρόδεμα 15	0,340	0,490	0
05ud	Δαπτ.μαρμ. Σε φ.εδ. 15-Οπλισμένο σκυρόδεμα 2	Δαπτ.μαρμ. Σε φ.εδ. 15-Οπλισμένο σκυρόδεμα 2	0,262	1,375	0
06ud	Οροφή σε μ.θ.χ-Σκυρόδεμα	Οροφή σε μ.θ.χ-Σκυρόδεμα	0,413	0,165	0
07ud	Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	Εξωτερική τοιχοποιία-Οπτοπλινθοδομή	0,190	0,230	0
08ud					
09ud					
10ud					

Glazing		Glazing	
	Recommended glazing type to start planning: Double thermally insulated glazing (Please consider the comfort criterion!)		
ID	Description	g-Value	U _g -Value
			W/(m²K)
01ud	Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6mm	0,70	3,30
02ud	Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	0,36	0,50
03ud			
04ud			
05ud			
06ud			
07ud			
08ud			
09ud			
10ud			

Window frames										Window frames									
		U _f -Value				Frame width				Glazing edge thermal bridge				Installation thermal bridge				Curtain wall facades:	
ID	Description	left	right	bottom	above	left	right	bottom	above	Ψ _{Glazing edge left}	Ψ _{Glazing edge right}	Ψ _{Glazing edge bottom}	Ψ _{Glazing edge top}	Ψ _{Installation left}	Ψ _{Installation right}	Ψ _{Installation bottom}	Ψ _{Installation top}	X _{GC} -value	Glass carrier
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	m	m	m	m	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)		W/K
01ud	Πλαίσιο αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή	7,00	7,00	7,00	7,00	0,070	0,070	0,070	0,070	0,020	0,020	0,020	0,020	0,040	0,040	0,040	0,040		
02ud	energeto 8000 i passiv (PVC)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,070	0,070	0,070	0,070	0,080	0,080	0,080	0,080	0,040	0,040	0,040	0,040		
03ud																			
04ud																			
05ud																			
06ud																			
07ud																			
08ud																			
09ud																			
10ud																			

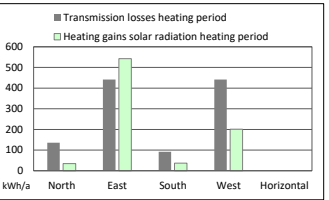
Ventilation units with heat recovery					Ventilation units with heat recovery								
	Recommended specifications to start planning: Frost protection: No requirements; Humidity recovery: Yes	No requirements %		0,15	Additional Device Data								
ID	Description	Effective heat recovery efficiency	Humidity recovery efficiency	Electric efficiency	Application range		External pressure per section	Fittings D _{pintern}	Frost protection necessary	Noise protection			Additional info
	User defined area	%	%	Wh/m³	m³/h	m³/h	Pa	Pa		35 dB(A)	Supply air dB(A)	Extract air dB(A)	
01ud	Wolf-CWL- F- 300 Excellent	85%	0%	0,31	66	226	100	Inc	yes	/	60	44	
02ud	Airflow- DUPLEX S 1600 Flex	83%	0%	0,41	300	1300	238	75	yes	/	82	60	
03ud													
04ud													
05ud													
06ud													
07ud													
08ud													
09ud													
10ud													

Windows

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Window area orientation	Global radiation (main orientations) kWh/(m ² a)	Shading	Dirt	Non-vertical radiation incidence	Glazing fraction	g-Value	Solar irradiation reduction factor	Window area	Window U-Value	Glazing area	Average global radiation
Standard values →		0,75	0,95	0,85				m ²	W/(m ² K)	m ²	kWh/(m ² a)
North	15	0,32	0,95	0,85	0,82	0,36	0,21	22,92	0,84	18,78	19
East	35	0,59	0,95	0,85	0,79	0,36	0,38	69,00	0,91	54,76	58
South	70	0,16	0,95	0,85	0,83	0,36	0,11	16,12	0,81	13,41	58
West	36	0,65	0,95	0,85	0,79	0,36	0,41	69,00	0,91	54,76	20
Horizontal	62	1,00	0,95	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62
Total or average value for all windows.						0,36	0,35	177,04	0,89	141,72	

Transmission losses heating period	Heating gains solar radiation heating period
kWh/a	kWh/a
136	34
442	543
92	37
442	201
0	0
1111	816



Recommendation for U_{W,installed} [W/(m²K)]

1,25 1,30 1,40 -

Heating degree hours (kKh/a):					7,0		Window rough openings		Installed in	Glazing	Frame	g-Value	U-Value		Ψ Glazing edge	Installation situation user determined value for Ψ _{installation} or *1*: Ψ _{installation} from 'Components' worksheet *2*: in the case of abutting windows					Results			
Q _u n- tity	Description	Deviation from north	Angle of inclination from the horizontal	Orien- tation	Width	Height	Selection from 'Areas' worksheet	Selection from 'Components' worksheet	Selection from 'Components' worksheet	Perpen- dicular radiation	Glazing	Frames (avg.)	Ψ _{Glazing edge} (Avg.)	left	right	bottom	top	Ψ _{Installation} (Avg.)	Window Area	Glazing area	U _e installed	Glazed fraction per window		
		-	-		m	m		1-Sorting: LIKE LIST	1-Sorting: LIKE LIST	-	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(mK)	W/(mK) or 1/0				W/(mK)	m ²	m ²	W/(m ² ·K)	%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	2-B/Δ Εξ.τοιχος 1, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
2	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	4-B/Δ Εξ.τοιχος 2, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	3,8	3,03	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	6-B/Δ Εξ.τοιχος 3, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	8-B/Δ Εξ.τοιχος 4, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
2	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	10-B/Δ Εξ.τοιχος 5, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	3,8	3,03	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	12-B/Δ Εξ.τοιχος 6, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	14-B/Δ Εξ.τοιχος 7, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	16-B/Δ Εξ.τοιχος 8, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	18-B/Δ Εξ.τοιχος 9, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
2	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	20-B/Δ Εξ.τοιχος 10, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	3,8	3,03	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	22-B/Δ Εξ.τοιχος 11, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	26-B/Δ Εξ.τοιχος 1, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	28-B/Δ Εξ.τοιχος 2, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
2	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	30-B/Δ Εξ.τοιχος 3, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	3,8	3,03	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	32-B/Δ Εξ.τοιχος 4, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	34-B/Δ Εξ.τοιχος 5, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
2	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	36-B/Δ Εξ.τοιχος 6, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	3,8	3,03	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	38-B/Δ Εξ.τοιχος 7, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	40-B/Δ Εξ.τοιχος 8, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	42-B/Δ Εξ.τοιχος 9, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	44-B/Δ Εξ.τοιχος 10, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
2	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	46-B/Δ Εξ.τοιχος 11, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	3,8	3,03	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	48-B/Δ Εξ.τοιχος 12, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
1	B/Δ	315	90	West	1,000	1,900	50-B/Δ Εξ.τοιχος 13, πρώτος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
8	B/Δ	315	90	West	1,000	1,500	53-B/Δ Εξ.τοιχος, δεύτερος	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	12,0	9,36	0,94	78%		
1	N/Α	135	90	East	1,000	1,900	55-N/Α Εξ.τοιχος 1, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	1,9	1,51	0,90	80%		
2	N/Α	135	90	East	1,000	1,900	57-N/Α Εξ.τοιχος 2, ισόγειο	02ud-Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης	02ud-energeto 8000 I passiv (PVC)	0,36	0,50	0,80	0,080	1	1	1	1	0,040	3,8	3,03	0,90	80%		

7,0

PHPP, Windows

Heating degree
hours [kKh/a]: 7,0

[illegible]

7,0

Calculation of shading coefficients

K2 / Climate: 35.5 °N / 24.1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0.3 kWh/(m²a) / Cooling: 12.2 kWh/(m²a) / PER: 68.1 kWh/(m²a)

EnerPHI with PHPP Version 9.6a

Latitude: 35.5 °

Orientation	Glazing area [m²]	Reduction factor winter $r_{w,i}$	Reduction factor cooling $r_{c,i-1}$	Reduction factor cooling load $r_{c,i}$	Solar load [kWh/(m² _{glazing} a)]
North	18,78	32%	31%	30%	32
East	54,76	59%	37%	30%	71
South	13,41	16%	16%	16%	30
West	54,76	65%	56%	51%	58
Horizontal	0,00	100%	100%	100%	0

Quantity	Description	Deviation from North	Angle of inclination from the horizontal	Orientation	Glazing width	Glazing height	Glazing area	Horizon		Lateral reveal		Reveal / Overhang		Additional reduction factor winter shading	Additional reduction factor summer shading	Reduction factor z for temporary sun protection	Regulated / transparent	Reduction factors for shading in winter				Reduction factors for shading in summer				
								Height of the shading object	Horizontal distance	Window reveal depth	Distance from glazing edge to reveal	Overhang depth	Distance from upper glazing edge to overhang					Horizon	Reveal	Overhang	Total for heating case	Horizon	Reveal	Overhang	Total for cooling case	Total for cooling load
		[Degree]	[Degree]		w_g [m]	h_g [m]	$A_{g,i}$ [m²]	$h_{s,i-1}$ [m]	$d_{s,i-1}$ [m]	$\sigma_{s,i-1}$ [m]	$d_{s,i}$ [m]	$\sigma_{s,i}$ [m]	$d_{s,i}$ [m]	$r_{winter,w}$ [%]	$r_{summer,s}$ [%]	z [%]		$r_{w,i}$ [%]	$r_{r,i}$ [%]	r_o [%]	$r_{t,i}$ [%]	$r_{w,i}$ [%]	r_r [%]	r_o [%]	$r_{t,i}$ [%]	$r_{c,i}$ [%]
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5			0,15	0,000	0,15	0,00			70%		89%	95%	85%	93%	99%	99%	72%	67%	
2	B/A	315	90	West	0,86	1,76	3,0			0,15	0,000	0,15	0,00			70%		89%	95%	85%	93%	99%	99%	72%	67%	
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5			0,15	0,000	0,15	0,00			70%		89%	95%	85%	93%	99%	99%	72%	67%	
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5			0,15	0,000	0,15	0,00			70%		89%	95%	85%	93%	99%	99%	72%	67%	
2	B/A	315	90	West	0,86	1,76	3,0			0,15	0,000	0,15	0,00			70%		89%	95%	85%	93%	99%	99%	72%	67%	
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5	9,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		81%	89%	95%	69%	84%	93%	99%	61%	56%
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5	9,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		81%	89%	95%	69%	84%	93%	99%	61%	56%
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5	9,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		81%	89%	95%	69%	84%	93%	99%	61%	56%
2	B/A	315	90	West	0,86	1,76	3,0	9,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		81%	89%	95%	69%	84%	93%	99%	61%	56%
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5	9,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		81%	89%	95%	69%	84%	93%	99%	61%	56%
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5			0,15	0,000	0,15	0,00			70%			89%	95%	85%	93%	99%	72%	67%	
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5			0,15	0,000	0,15	0,00			70%			89%	95%	85%	93%	99%	72%	67%	
2	B/A	315	90	West	0,86	1,76	3,0			0,15	0,000	0,15	0,00			70%			89%	95%	85%	93%	99%	72%	67%	
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5			0,15	0,000	0,15	0,00			70%			89%	95%	85%	93%	99%	72%	67%	
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5			0,15	0,000	0,15	0,00			70%			89%	95%	85%	93%	99%	72%	67%	
2	B/A	315	90	West	0,86	1,76	3,0	5,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		88%	89%	95%	75%	90%	93%	99%	65%	60%
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5	5,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		88%	89%	95%	75%	90%	93%	99%	65%	60%
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5	5,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		88%	89%	95%	75%	90%	93%	99%	65%	60%
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5	5,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		88%	89%	95%	75%	90%	93%	99%	65%	60%
2	B/A	315	90	West	0,86	1,76	3,0	5,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		88%	89%	95%	75%	90%	93%	99%	65%	60%
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5	5,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		88%	89%	95%	75%	90%	93%	99%	65%	60%
1	B/A	315	90	West	0,86	1,76	1,5	5,90	39,00	0,15	0,000	0,15	0,00			70%		88%	89%	95%	75%	90%	93%	99%	65%	60%
8	B/A	315	90	West	0,86	1,36	9,4			0,15	0,000	0,15	0,00	0%	0%	70%		88%	89%	94%	0%	93%	98%	0%	0%	
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
2	N/A	135	90	East	0,86	1,76	3,0	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
2	N/A	135	90	East	0,86	1,76	3,0	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
2	N/A	135	90	East	0,86	1,76	3,0	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
2	N/A	135	90	East	0,86	1,76	3,0	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
2	N/A	135	90	East	0,86	1,76	3,0	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
2	N/A	135	90	East	0,86	1,76	3,0	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
1	N/A	135	90	East	0,86	1,76	1,5	9,90	23,00	0,15	0,000	0,15	0,00			40%		78%	89%	95%	67%	83%	92%	97%	43%	34%
8	N/A	135	90	East	0,86	1,36	9,4			0,15	0,000	0,15	0,00	0%	0%	70%		88%	89%	94%	0%	92%	95%	0%	0%	
1	N/A	225	90	South	0,86	1,76	1,5			0,15	0,000	0,15	0,00	30%	30%	70%			89%	95%	26%		92%	97%	21%	20%
1	N/A	225	90	South	1,66	2,06	3,4			0,15	0,000	0,15	0,00	20%	20%	70%			94%	96%	18%		96%	98%	19%	19%
1	N/A	225	90	South	0,86	1,76	1,5			0,15	0,000	0,15	0,00	20%	20%	70%			89%	95%	17%		92%	97%	14%	13%
0	N/A	225	90	South	0,86	1,76				0,15	0,000	0,15	0,00			70%										
1	N/A	225	90	South	0,86	2,06	1,8			0,15	0,000	0,15	0,00	10%	10%	70%			89%	96%	9%		92%	98%	9%	9%
0	N/A	225	90	South	0,86	1,76				0,15	0,000	0,15	0,00			70%										
0	N/A	225	90	South	0,86	1,36				0,15	0,000	0,15	0,00	0%	0%	70%										
1	B/A	45	90	North	0,86	1,76	1,5			0,15	0,000	0,15	0,00	30%	30%	70%			89%	95%	25%		93%	99%	22	

[illegible]

Ventilation data

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Treated floor area A_{TFA}	m²	876	(Areas' worksheet)
Room height h	m	3,00	3,00
Volume of ventilated space ($A_{TFA} \cdot h$) V_V	m³	2629	(Worksheet 'Annual heating')

Ventilation type

Please select

1-Balanced PH ventilation with HR

Infiltration air change rate

Wind protection coefficients e and f					
Coefficient e for wind protection class		Several side exposed	One side exposed		
No protection		0,10	0,03		
Moderate protection		0,07	0,02		
High protection		0,04	0,01		
Coefficient f		15	20		
		For annual demand:		For heating load:	
Wind protection coefficient, e		0,07	0,18		
Wind protection coefficient, f		15	15		
Air change rate at press. test n_{50}	1/h	1,00	1,00	Net air volume for press. test V_{n50}	Air permeability q_{50}
				m³	m³/(hm²)
				2628	0,96
		For annual demand:		For heating load:	
Excess extract air	1/h	0,00	0,00		
Infiltration air change rate $n_{V,Rest}$	1/h	0,070	0,175		

Selection of ventilation input - Results

PHPP offers two methods for dimensioning air quantities and choosing the ventilation unit. With "Standard data input for balanced ventilation", supply or extract air quantities for residential buildings and parameters for ventilation systems with a maximum of 1 ventilation unit can be planned. Projects with up to 10 different ventilation units and air quantities determined according to rooms or zones can be entered in the 'Addl vent' worksheet. Please select your design method here:

Ventilation unit / Heat recovery efficiency design		Average air flow rate m^3/h	Average air change rate $1/h$	Extract air excess (extract air system) $1/h$	Effective heat recovery efficiency unit $[-]$	Humidity recovery efficiency $[-]$	Specific power input Wh/m^3	Heat recovery efficiency SHX $[-]$
<input type="checkbox"/>	Standard design	('Ventilation' worksheet, see below)						
<input checked="" type="checkbox"/>	Multiple ventilation units, non-res	('Addl vent' worksheet)						
		146	0,06	0,00	90,0%	0,0%	0,41	86,3%
					Cooling recovery	Efficiency SHX		
					80,0%	η^*_{SHX} 80%		

Average interior humidity during winter operation

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
54%	52%	55%	-	-	-	-	-	-	-	-	59%

Standard data input for balanced ventilation (worksheet inactive. Calculation in Ad

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

Dimensioning of ventilation system with only one ventilation unit

Occupancy
Number of occupants
Supply air per person
Supply air requirement
Extract air rooms
Quantity
Extract air requirement per room
Total extract air requirement

m³/P	15				
P	60,0				
m³/(P*h)	20				
m³/h	1200		Bathroom		
	Kitchen	Bathroom	(shower only)	WC	
m³/h	60	40	20	20	
m³/h	80				

Design air flow rate (maximum)

m³/h 1200 Recommended: 1200 m³/h

Average air change rate calculation

Type of operation	Daily operation times h/d	Factors referenced to maximum	Air flow rate m³/h	Air change rate 1/h
maximum		1,00	1200	0,46
Standard	24,0	0,77	923	0,35
Basic ventilation		0,54	646	0,25
Minimum		0,40	480	0,18
Average value		0,77	Average air flow rate (m³/h)	Average air change rate (1/h)

Selection of ventilation unit with heat recovery

Location of ventilation unit 1-Inside thermal envelope

Go to ventilation units list 1-Sorting: LIKE LIST	Heat recovery efficiency	Humidity recovery efficiency	Specific efficiency [Wh/m³]	Application [m³/h]	Frost power input
Ventilation unit selection 02ud-Airflow- DUPLEX S 1600 Flex	0,83	0,00	0,41	300 - 1300	yes
Conductivity outdoor air duct Ψ	W/(mK)	0,000	Implementation of frost protection		
Length of outdoor air duct	m		Limit temperature [°C]		
Conductivity exhaust air duct Ψ	W/(mK)	0,000	Useful energy [kWh/a]		
Length of exhaust air duct	m		Room temperature (°C)		
Temperature of mechanical services room	°C		Avg. ambient temp. heat. period (°C)		
(Enter only if the central unit is outside of the thermal envelope)			Avg. ground temp (°C)		

Effective heat recovery efficiency

$\eta_{HR,eff}$

Effective heat recovery efficiency subsoil heat exchanger

SHX efficiency

η^{*}_{SHX}

Heat recovery efficiency SHX

η_{SHX}

Secondary calculation

Ψ -value supply or outdoor air duct	
Nominal width:	mm
Insulation thickness:	mm
Reflective coating?	Yes No
Thermal conductivity	W/(mK)
Nominal air flow rate	m³/h
$\Delta\theta$	6 K
Exterior duct diameter	0,000 m
Exterior diameter	0,000 m
α -Interior	W/(m²K)
α -Surface	W/(m²K)
Ψ -value	W/(mK)
Surface temperature difference	K

Secondary calculation

Ψ -value extract or exhaust air duct	
Nominal width:	mm
Insulation thickness:	mm
Reflective coating?	yes no
Thermal conductivity	W/(mK)
Nominal air flow rate	m³/h
$\Delta\theta$	6 K
Exterior duct diameter	0,000 m
Exterior diameter	0,000 m
α -Interior	W/(m²K)
α -Surface	W/(m²K)
Ψ -value	W/(mK)
Surface temperature difference	K

Extended input for balanced ventilation

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Planning ventilation systems with multiple ventilation units

Ventilation unit / Heat recovery efficiency design
In Ventilation sheet (standard design)
In 'Addl vent worksheet (this worksheet)

	('Ventilation' worksheet)
x	(Addl vent)

Treated floor area A_{TFA}

m² 876 ('Areas' worksheet)

Room height h

m 3,00 (Worksheet 'Annual heating')

Room air volume for ventilation (A_{TFA}*h) = V_V

m³ 2629 (Worksheet 'Annual heating')

Number of occupants

P 60,0 ('Ventilation' worksheet)

Room temperature

°C 20 (Worksheet 'Annual heating')

Average external temp. heating period

°C 14,1 ('Ventilation' worksheet)

Average ground temp.

°C 20,5 ('Ground' worksheet)

Length of the heating period

d/a 28 ('Heating' worksheet)

Ventilation type

1-Balanced PH ventilation with HR ('Ventilation' worksheet)

Results of ventilation design and unit selection:

Ventilation unit no.	Description of the unit	Design		Annual average value		
		V _{SUP} m³/h	V _{ETA} m³/h	V _{SUP} m³/h	V _{ETA} m³/h	Air ch.rt. 1/h
1						---
2	VU	410	410	146	146	---
3						---
4						---
5						---
6						---
7						---
8						---
9						---
10						---

Result for overall vent. syst

410	410	146	146	0,06
-----	-----	-----	-----	------

Effective heat recovery efficiency	Humidity recovery efficiency	Spec. input power	Heat recov. efficiency SHX
90%	0%	0,41	86%

90%	0%	0,41	86%
-----	----	------	-----

Recommendations for dimensioning air quantities

Use of low odour and low VOCs building materials/furnishings:

It is strongly recommended to use building materials that cause no or very low VOCs/odours instead of increasing the outdoor air volume in order to clear the air.

This holds true independently from the chosen approach to determine air quality; emissions of all sources in the room should be considered, e.g. furniture, carpets and ventilation or air-conditioning unit.

Assessment of volume flow rates according to the number of persons

Also in non-residential buildings, the number of persons is fundamentally important for assessing the volume air flow rates. For good indoor air quality volumes between 20 to 30 m³/h/person are sufficient.

Higher outdoor air amounts may lead to excessively dry indoor air in winter. The air flow rates are specified by classification according to EN 13779. The classification must be agreed with the client in advance.

IDA 3 is adequate for office buildings. IDA 4 has proven satisfactory for school buildings as flushing ventilation is carried out during breaks anyway. For typical outdoor air CO₂ concentrations of around 400-500 ppm,

it is possible to comply even with 1500 ppm. Exceeding this figure temporarily is permissible.

Outdoor air flow rates per person:

- Recommended for residential buildings: around 30 m³/(h person)
- Recommended for offices and similar uses: around 30 m³/(h person) (AMEV: 28 m³/(h person); EN 13779 / IDA 3: at least 24 m³/(h person))
- Recommended for schools and day care centres: 15 to 20 m³/(h person) (Source: Guidelines for energy-efficient educational buildings, Passive House Institute, 2010)
- Recommendation for sport halls: 60 m³/(h person) (DIN 18032-1)

Flushing phase for intermittent ventilation operation

In case the ventilation is to be used intermittently (turned off at night), then it should be flushed in the morning, approx. 1 to 2 hours before building is occupied. This should be done in order to refresh air from emissions such as VOCs. Flushing the building causes that the ventilation system works for a longer period (utilisation time + flushing phase). Please consider this at design stage.

Dimensioning of air quantities

When dimensioning the air quantities, please consider the design recommendations given above.
The operation period of the ventilation can be determined on the basis of daily utilisation hours, including flushing phase if applicable. In addition, time periods with reduced ventilation requirements (operation modes) can be taken into account by means of reduction factors.

Room no.	Amount a	Room name	Allocation to ventilation unit (No.)	Area A m²	Clear height h m	Room vol. A x h m³	Volume flow per room			Air chng. rt. per room n 1/h	Utilisation times h/d d/week		Duration of holidays d	Reduction factor 1	Operation red. 1	Reduction factor 2	Operation red. 2	Reduction factor 3	Operation red. 3	Annual average value:			
							V _{SUP} m³/h	V _{ETA} m³/h	V _{TRANS} m³/h											V _{SUP} m³/h	V _{ETA} m³/h	V _{TRANS} m³/h	Change rate 1/h
1	1	N/A αίθουσα Η/Υ	2	53,6	3,00	161		40		0,25	12	5		100%	100%						14		0,09
2	1	N/A αίθουσα Η/Υ	2	52,7	3,00	158		40		0,25	12	5		100%	100%						14		0,09
3	1	N/A αίθουσα Η/Υ	2	51,5	3,00	155		40		0,26	12	5		100%	100%						14		0,09
4	1	B/Δ αίθουσα Η/Υ	2	54,3	3,00	163		40		0,25	12	5		100%	100%						14		0,09
5	1	B/Δ αίθουσα Η/Υ	2	54,1	3,00	162		40		0,25	12	5		100%	100%						14		0,09
6	1	WC ισόγειο 1	2	12,9	3,00	39		20		0,52	12	5		100%	100%						7		0,18
7	1	WC ισόγειο 2	2	29,8	3,00	89		20		0,22	12	5		100%	100%						7		0,08
8	1	Αίθουσα εκτυπο	2	17,0	3,00	51		40		0,78	12	5		100%	100%						14		0,28
9	1	Γραφείο ισόγειο 1	2	17,6	3,00	53	40			0,76	12	5		100%	100%					14			0,27
10	1	Γραφείο ισόγειο 2	2	17,5	3,00	52	40			0,76	12	5		100%	100%					14			0,27
11	1	Εργαστήριο 1	2	46,9	3,00	141		30		0,21	12	5		100%	100%						11		0,08
12	1	Εργαστήριο 2	2	46,4	3,00	139		30		0,22	12	5		100%	100%						11		0,08
13	1	Εργαστήριο 3	2	46,9	3,00	141		30		0,21	12	5		100%	100%						11		0,08
14	1	WC πρώτος 1	2	12,1	3,00	36		20		0,55	12	5		100%	100%						7		0,20
15	1	WC πρώτος 2	2	20,6	3,00	62		20		0,32	12	5		100%	100%						7		0,12
16	1	Γραφείο πρώτος	2	14,4	3,00	43	20			0,46	12	5		100%	100%					7			0,16
17	1	Γραφείο πρώτος	2	11,8	3,00	35	40			1,13	12	5		100%	100%					14			0,40
18	1	Γραφείο πρώτος	2	11,8	3,00	35	30			0,85	12	5		100%	100%					11			0,30
19	1	Γραφείο πρώτος	2	11,8	3,00	35	30			0,85	12	5		100%	100%					11			0,30
20	1	Γραφείο πρώτος	2	11,8	3,00	35	30			0,85	12	5		100%	100%					11			0,30
21	1	Γραφείο πρώτος	2	11,6	3,00	35	20			0,57	12	5		100%	100%					7			0,21
22	1	Γραφείο πρώτος	2	11,6	3,00	35	20			0,57	12	5		100%	100%					7			0,20
23	1	Γραφείο πρώτος	2	11,8	3,00	35	20			0,57	12	5		100%	100%					7			0,20
24	1	Γραφείο πρώτος	2	11,6	3,00	35	20			0,58	12	5		100%	100%					7			0,21
25	1	Γραφείο πρώτος	2	11,3	3,00	34	20			0,59	12	5		100%	100%					7			0,21
26	1	Γραφείο πρώτος	2	11,6	3,00	35	20			0,57	12	5		100%	100%					7			0,20
27	1	Γραφείο πρώτος	2	11,8	3,00	35	20			0,56	12	5		100%	100%					7			0,20
28	1	Γραφείο πρώτος	2	11,0	3,00	33	20			0,61	12	5		100%	100%					7			0,22
29	1	Γραφείο πρώτος	2	10,4	3,00	31	20			0,64	12	5		100%	100%					7			0,23
30														100%	100%								
Additional lines: Please mark complete lines above, copy and paste multiple times																				146	146	---	0,07

Ventilation unit selection

Up to 10 different ventilation units are considered. By changing the amount, identical units can be considered. The data from PHI certified ventilation units as well as the entry data lines for user data for other ventilation units can also be found in the worksheet 'Components'. When choosing to use a compact unit the standard design in the 'Ventilation' worksheet has to be used.

[Go to ventilation units list](#)

Ventilation unit no.	Quantity	Description of ventilation units	Selection of type of ventilation	Design vol. flow per unit m³/h	Application range for volume flow rate from m³/h to m³/h	Electrical efficiency Wh/m³	Pressure loss calculation			Application range per line Pa	Subtractor Pa	Interior location (x)	Exterior location (x)	Heat recovery efficiency		Energy recovery efficiency [-]	Frost protection necessary	Subsoil HX		Frost protection (electr. / hydr.)			
							ODA-SUP	ETA-EHA	Additional					Unit	Effective			Efficiency of heat recovery	Effective efficiency of heat recovery	Type	Limit	Useful	
							ΔP _{Duct} Pa	ΔP _{Duct} Pa	ΔP _{Intem} Pa					[-]	[-]			[-]	[-]	perature	temperature °C	Energy kWh/a	
Change sorting type																							
1	0		01ud-Wolf-CWL- F- 300 Excellent																	1-No	0		
2	1	VU	02ud-Airflow- DUPLEX S 1600 Flex	410	300	1300	0,41	25	5	0	238	75	x		0,83	90%	0%	yes	80%	86%	1-No	0	
3																				2-elekt.	0		
4																				2-elekt.	0		
5																				2-elekt.	0		
6																				2-elekt.	0		
7																				2-elekt.	0		
8																				2-elekt.	0		
9																				2-elekt.	0		
10																				2-elekt.	0		
																					Total (directly electric)		0
																					Total (hydraulic and heat generator)		0

Data entries for duct sections between the ventilation unit and the thermal envelope

The duct sections between the ventilation unit and the thermal envelope should be as short as possible and should be well insulated, whether the ventilation unit is located indoors or outdoors. The dimensions of these duct sections can be entered here. The heat losses of the overlying duct sections will be considered for the effective heat recovery efficiency. One section of a duct entered here may also be used for multiple ventilation units.

If in the section "Ventilation unit - selection" (above) a ventilation unit is selected as multiple units (amount larger than 1 for identical units), then the corresponding duct sections may simply be entered (duct sections for one ventilation unit).

Temperature of installation location (only enter when at least one unit is installed outside of the thermal envelope)

[illegible]

Additional lines: Please mark complete lines above, copy and paste multiple times

Specific energy for heating (annual method)

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

		Interior temperature:		20,0 °C	
		Building type:			
		Treated floor area A _{TFA} :		876,5 m²	

Building assembly	Temperature zone	Area m²	U-Value W/(m²K)	Temp. factor f _t	G _i kKht/a	kWh/a	Per m² of treated floor area
External wall - Ambient	A	1155,0	0,228	1,00	7,0	1854	2,11
External wall - Ground	B			0,03			
Roof/Ceiling - Ambient	A	741,1	0,165	1,00	7,0	862	0,98
Floor slab / Basement ceiling	B	648,5	1,375	0,03	7,0	207	0,24
	A			1,00			
	A			1,00			
	X			0,75			
Windows	A	177,0	0,892	1,00	7,0	1111	1,27
Exterior door	A	7,9	4,500	1,00	7,0	251	0,29
Exterior TB (length/m)	A	357,6	-0,148	1,00	7,0	-372	-0,42
Perimeter TB (length/m)	P	114,9	0,900	0,03	7,0	24	0,03
Ground TB (length/m)	B			0,03			0,00
Total of all building envelope areas		2729,6					kWh/(m²a)

Transmission heat losses Q_T		Total	3938	4,5
-----------------------------------------------	--	-------	------	-----

Ventilation system:		Effective air volume, V _V		A _{TFA} m²		Clear room height m		m³	
Effective heat recovery efficiency		η _{eff} 90%		876,5		3,00		= 2629,4	
Efficiency of subsoil heat exchanger		η _{SHX} 86%							
Heat recovery efficiency of SHX									
Energetically effective air changes n _V		0,056		η _{V,system} 1/h		η _{HR}		η _{V,Res} 1/h	
						(1 - 0,99)		+ 0,070 = 0,071	
V _V m³		2629,4		n _V 1/h		C _{Air} Wh/(m²K)		G _i kKht/a	
Ventilation heat losses Q_V				0,071		0,33		7,0 = 432	
								kWh/a	
								kWh/(m²a)	

Total heat losses Q_L		Q _T kWh/a		Q _V kWh/a		Reduction factor night/weekend Saving		kWh/a		kWh/(m²a)	
		(3938)		+ 432)		1,0		= 4370		5,0	

Orientation of the area		Reduction factor See 'Windows' sheet		g-Value (perp. radiation)		Area m²		Radiation HP kWh/(m²a)		kWh/a	
North		0,21		0,36		22,92		19		= 34	
East		0,38		0,36		69,00		58		= 543	
South		0,11		0,36		16,12		58		= 37	
West		0,41		0,36		69,00		20		= 201	
Horizontal		0,00		0,00		0,00		62		= 0	
Available solar heat gains Q_S										Total 816 kWh/(m²a)	

Internal heat gains Q_i		Length heating period kh/d		Spec. power q _i W/m²		A _{TFA} m²		kWh/a		kWh/(m²a)	
		0,024		28		876,5		= 2037		2,3	
Free heat Q _F								Q _S + Q _i = 2853		3,3	
Ratio of free heat to losses								Q _F / Q _V = 0,65			
Utilisation factor heat gains h _G								(1 - (Q _F / Q _L) ⁵) / (1 - (Q _F / Q _L) ⁶) = 96%			
Heat gains Q_G								η _G * Q _F = 2725		3,1	

Annual heating demand Q_H		Q _L - Q _G = 1644		kWh/a		kWh/(m²a)	
						2	
Limiting value		15		kWh/(m²a)		(Yes/No)	
						Requirement met? Yes	

Specific energy for heating (monthly method)

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

The sum of the heating periods calculated through the monthly method will be presented on this side.

Interior temperature:	20	°C
Building type:		
Treated floor area A _{TFA} :	876,5	m²
Spec. Capacity:	240	Wh/(m²K)

Building assembly	Temperature zone	Area m²	U-Value W/(m²K)	Month. red. fac.	G _i kWh/a	kWh/a	Per m² of treated floor area
External wall - Ambient	A	1155,0	0,228	1,00	19	5115	5,84
External wall - Ground	B			1,00			
Roof/Ceiling - Ambient	A	741,1	0,165	1,00	19	2379	2,71
Floor slab / Basement ceiling	B	648,5	1,375	1,00	1	687	0,78
	A			1,00			
	A			1,00			
	X			0,75			
Windows	A	177,0	0,892	1,00	19	3067	3,50
Exterior door	A	7,9	4,500	1,00	19	692	0,79
Exterior TB (length/m)	A	357,6	-0,148	1,00	19	-1025	-1,17
Perimeter TB (length/m)	P	114,9	0,900	1,00	1	80	0,09
Ground TB (length/m)	B			1,00			0,00

Transmission heat losses Q _T	Total	10994	12,5
-----------------------------------------	-------	-------	------

					A_{TFA} m^2		Clear room height m		m^3	
	Effective air volume V_V				876	*	3,00	=	2629	
	$n_{V,system}$ 1/h		η^*_{SHX}		η_{HR}		$n_{V,Res}$ 1/h		$n_{V,equi,fraction}$ 1/h	
Effective air change rate Ambient $n_{V,e}$	0,056	*(1-	80%	)*(1-	0,90		0,070	=	0,071	
Effective air change rate Ground $n_{V,g}$	0,056	*	80%	*(1-	0,90	)		=	0,004	
	V_V m^3		$n_{V,equi,fraction}$ 1/h		C_{Air} Wh/(m ³ K)		G_i kWh/a		kWh/a	kWh/(m ² a)
Ventilation losses ambient Q_V	2629	*	0,071	*	0,33	*	19	=	1198	1,4
Ventilation losses ground $Q_{V,g}$	2629	*	0,004	*	0,33	*	-1	=	-5	0,0
Ventilation heat losses Q_V										
								Total	1192	1,4

Total heat losses Q _L	Q _T kWh/a	10994	Q _V kWh/a	1192	Reduction factor night/weekend saving	1,0	kWh/a	12187	kWh/(m²a)	13,9
----------------------------------	-------------------------	-------	-------------------------	------	---------------------------------------------	-----	-------	-------	-----------	------

Orientation of the area	Reduction factor see 'Windows' worksheet	g-Value (perp. radiation)	Area	Global radiation		
			m²	kWh/(m²a)	kWh/a	
North	0,21	0,36	22,9	117	=	207
East	0,38	0,36	69,0	353	=	3305
South	0,11	0,36	16,1	355	=	225
West	0,41	0,36	69,0	118	=	1212
Horizontal	0,00	0,00	0,0	376	=	0
Sum opaque areas						536
Available solar heat gains Q _s						
Total						5486
						6,3

	kh/d		Length Heat. Period		Spec. Power q _i		A _{TFA}		kWh/a		kWh/(m²a)
			d/a		W/m²		m²				
Internal heat gains Q _I	0,024	*	121	*	3,5	*	876,5	=	8909		10,2
									kWh/a		kWh/(m²a)
			Free heat Q _F				Q _S + Q _I	=	14395		16,4
			Ratio free heat to losses				Q _F / Q _L	=	1,18		
			Utilisation factor heat gains h _G					=	83%		
									kWh/a		kWh/(m²a)
Heat gains Q _G							η _G * Q _F	=	11923		13,6

Annual heating demand Q _H	Q _L - Q _G	264	0
Limiting value	kWh/(m²a)	15	Requirement met? Yes

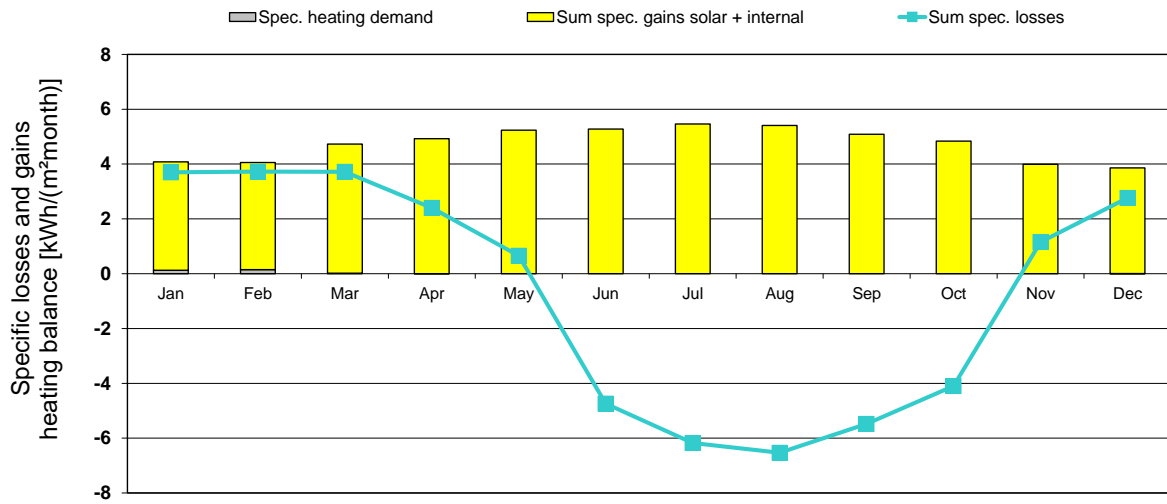
Specific energy for heating (monthly method)

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Interior temperature: **20** °C
 Building type:
 Treated floor area A_{TFA}: **876** m²

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year	
Heating degree hours - External	5,2	5,1	5,1	3,3	1,0	-1,6	-3,3	-3,7	-2,3	-0,3	1,9	4,0	14	kKh
Heating degree hours - Ground	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0	-3,2	-3,5	-3,6	-3,4	-3,5	-0,1	0,1	-16	kKh
Losses - Exterior	3046	3018	2996	1941	564	-931	-1942	-2179	-1382	-151	1122	2365	8468	kWh
Losses - Ground	198	246	261	160	12	-3223	-3472	-3547	-3421	-3439	-110	56	-16278	kWh
Sum spec. losses	3,7	3,7	3,7	2,4	0,7	-4,7	-6,2	-6,5	-5,5	-4,1	1,2	2,8	-8,9	kWh/m²
Solar gains - North	40	51	79	106	135	153	153	127	94	69	43	36	1087	kWh
Solar gains - East	740	825	1039	1076	1039	1012	1089	1215	1272	1214	821	701	12043	kWh
Solar gains - South	51	56	71	73	71	69	74	83	87	82	56	48	819	kWh
Solar gains - West	240	296	466	616	785	886	884	746	555	397	248	211	6329	kWh
Solar gains - Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solar gains - Opaque	110	133	192	238	274	295	304	285	241	193	121	101	2488	kWh
Internal heat gains	2282	2061	2282	2209	2282	2209	2282	2282	2209	2282	2209	2282	26873	kWh
Sum spec. gains solar + internal	4,0	3,9	4,7	4,9	5,2	5,3	5,5	5,4	5,1	4,8	4,0	3,9	56,6	kWh/m²
Utilisation factor	90%	92%	78%	49%	13%	100%	100%	100%	100%	100%	29%	72%	-16%	
Annual heating demand	111	132	17	0	0	0	0	0	0	0	0	4	264	kWh
Spec. heating demand	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	kWh/m²



Annual heating demand: Comparison

Monthly method	(Heating)	264	kWh/a	0,3	kWh/(m²a) reference to treated floor area according to PHPP
Annual method	(Annual heating)	1644	kWh/a	1,9	kWh/(m²a) reference to treated floor area according to PHPP
		-	kWh/a	-	

Heating load

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Interior temperature: **20** °C
Building type:
Treated floor area A_{TFA}: **876,5** m²

Design temperature
Weather 1: **8,5** °C
Weather 2: **10,8** °C
Ground design temp.: **19,6** °C

Radiation: North East South West Horizontal
32 67 142 69 129 W/m²
22 29 53 29 63 W/m²

Building assembly	Temperature zone	Area m²	U-Value W/(m²K)	Factor always 1 (except "X")	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	PT 1 W	PT 2 W
External wall - Ambient	A	1155,0	0,228	1,00	11,5	9,2	3042	2436
External wall - Ground	B			1,00	0,4	0,4		
Roof/Ceiling - Ambient	A	741,1	0,165	1,00	11,5	9,2	1415	1133
Floor slab / Basement ceiling	B	648,5	1,375	1,00	0,4	0,4	330	330
	A			1,00	11,5	9,2		
	A			1,00	11,5	9,2		
	X			0,75	11,5	9,2		
Windows	A	177,0	0,892	1,00	11,5	9,2	1824	1461
Exterior door	A	7,9	4,500	1,00	11,5	9,2	412	330
Exterior TB (length/m)	A	357,6	-0,148	1,00	11,5	9,2	-610	-488
Perimeter TB (length/m)	P	114,9	0,900	1,00	0,4	0,4	38	38
Ground TB (length/m)	B			1,00	0,4	0,4		
Building element towards neighbour	I			1,00	3,0	3,0		

Transmission heat load P_T

Total = **6451** or **5239**

Ventilation system:
Effective air volume, V_V **876,5** m³
Clear room height **3,00** m
Heat recovery efficiency of the heat exchanger **90%**
Heat recovery efficiency SHX **80%**
Heat recovery efficiency SHX **83%** or **84%**
Energetically effective air changes n_V **0,175** + **0,056** * (1- **0,98** or **0,98**) = **0,176** or **0,176**

Ventilation heat load P_V

V_V m³ n_V 1/h or n_V 1/h c_{Air} Wh/(m²K) TempDiff 1 K TempDiff 2 K P_V 1 W P_V 2 W
2629,4 * 0,176 or 0,176 * 0,33 * 11,5 or 9,2 = **1762** or **1411**

Total heating load P_L

P_T + P_V = **8213** or **6650**

Orientation of the area	Area m²	g-Value (perp. radiation)	Reduction factor (see 'Windows' worksheet)	Radiation 1 W/m²	Radiation 2 W/m²	P _T 1 W	P _T 2 W
North	22,9	0,4	0,21	38	22	67	40
East	69,0	0,4	0,38	116	44	1082	413
South	16,1	0,4	0,11	117	44	74	28
West	69,0	0,4	0,41	39	22	404	229
Horizontal	0,0	0,0	0,40	129	63	0	0

Solar heating power P_S

Total = **1627** or **710**

Internal heating load P_I

Spec. power W/m² A_{TFA} m² P_I 1 W P_I 2 W
3,0 * **876** = **2629** or **2629**

Heating power (gains) P_G

P_T + P_I = **4257** or **3339**

Heating load P_H

P_L - P_G = **3956** or **3310**

Area specific space heating load P_H / A_{TFA}

= **3956** W

Input max. supply air temperature **52** °C
Max. supply air temperature θ_{Supply,Max} **52** °C
Supply air temperature without heating °C
θ_{Supply,Min} **19,8** °C

For comparison: heating load transportable by the supply Air P_{Supply Air,Max}

= **1556** W specific: **1,8** W/m²

(Yes/No)
Supply air heating: Sufficient? **No**

Summer ventilation

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Building volume:	2629	m³	Building type:	
Max. indoor absolute humidity:	12	g/kg	Heat recovery efficiency:	80%
Internal humidity sources:	10	g/(P*h)	Humidity recovery efficiency:	0%
			Subsoil heat exchanger efficiency:	80%

Results passive cooling			Results active cooling		
Frequency of overheating:	24,3%	at the overheating limit $\vartheta_{max} = 25\text{ °C}$	Useful cooling demand:	7,9	kWh/(m²a)
max. humidity:	16,4	g/kg	Dehumidification demand:	4,3	kWh/(m²a)
Frequency of exceeded humidity:	22,3%		Frequency of exceeded humidity:	0,0%	

Summer basic ventilation to ensure adequate air quality

Air change rate via vent. system with supply a	0,60	1/h	HRV/ERV in summer (check only one field)
			None
			Automatic bypass, controlled by temperature difference
			Automatic bypass, controlled by enthalpy difference
			Always
Air change rate via extract air system:	0,00	1/h	Specific power consumption (for extract air system)
			0,00
Window ventilation air change rate:	0,00	1/h	

Effective air change rate

	$n_{V,system}$ 1/h		$\eta * SHX$		η_{HP}		$n_{V,equi,fraction}$ 1/h
Exterior $n_{V,e}$	0,600	*(1-	80%	)*(1-	0,80	) =	0,024
without HR	0,600	*(1-	80%	)			0,120
Ground $n_{L,g}$	0,600	*	80%	*(1-	0,80	) =	0,096
without HR	0,600	*	80%			=	0,480

Ventilation conductance

	V_V m³		$n_{V,equi,fraction}$ 1/h		C_{Air} Wh/(m³K)			
exterior $H_{V,e}$	2629	*	0,024	*	0,33	=	20,8	W/K
without HR	2629	*	0,120	*	0,33	=	104,1	W/K
ground $H_{V,g}$	2629	*	0,096	*	0,33	=	83,3	W/K
without HR	2629	*	0,480	*	0,33	=	416,5	W/K
Infiltration, window, extract air system	2629	*	0,070	*	0,33	=	60,7	W/K

Additional summer ventilation for cooling

Additional ventilation regulation

Minimum acceptable indoor temp. 17,0 °C

Type of additional ventilation

Window night ventilation, manual	Night ventilation value	1,54	1/h
Mechanical, automatically	Corresponding air change rate	0,00	1/h
Controlled ventilation	during operation, in addition to basic air change		
	Specific power consumption	0,00	Wh/m³
	Controlled by (please check)		
	Temperature diff.		
	Humidity diff.	x	

Secondary calculation: Hygienic air change rate through window ventilation

Estimation for window air change rate to ensure sufficient air quality

Description		Πόρτες ισόγειο	Πόρτες πρώτος	Παράθυρα	Παράθυρα (2)		
Open duration [h/d]		0,24	0,071	8,6	24		
Climate boundary conditions							
Temperature diff interior - exterior		4	4	4	4		K
Wind velocity		1	1	1	1		m/s
Window group 1							
Quantity		1	1	34	3		
Clear width		1,80	1,00	1,00	1,00		m
Clear height		2,20	2,20	1,90	1,50		m
Tilting window (check if appropriate)				x			
Opening width (for tilting windows)				0,055			m
Window group 2 (cross ventilation)							
Quantity		1	1		3		
Clear width		1,80	1,00		1,00		m
Clear height		2,20	2,20		1,50		m
Tilting window (check if appropriate)							
Opening width (for tilting windows)							m
Difference in height to window 1							m
Total							
Result: Air change rate		0,01	0,00	0,19	1,46	0,00	0,00
							1,66 1/h

Secondary calculation: Additional night ventilation for cooling

Air change value during additional window night ventilation

Description							
Reduction factor							
Climate boundary conditions							
Temperature diff interior - exterior		1	1	1	1	1	K
Wind velocity		0	0	0	0	0	m/s
Window group 1							
Quantity		5	14				
Clear width		1,00	1,00				m
Clear height		1,90	1,90				m
Tilting window (check if appropriate)			x				
Opening width (for tilting windows)		0,055	0,055				m
Window group 2 (cross ventilation)							
Quantity		5	14				
Clear width		1,00	1,00				m
Clear height		1,90	1,90				m
Tilting window (check if appropriate)			x				
Opening width (for tilting windows)		0,055	0,055				m
Difference in height to window 1							m
Total							
Result: Night ventilation values		1,32	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
							1,54 1/h

Summer: Passive cooling

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Building type:
Upper temperature limit: 25 °C
Nominal humidity: 12 g/kg
Spec. capacity: 240 Wh/(m²K)

Treated floor area A_{TFA}: 876,5 m²
Building volume: 2629 m³
Internal humidity sources: 0,7 g/(m²h)

Building assembly	Temperature zone	Area m²	U-Value W/(m²K)	Red. factor f _{T,Summer}	H _{Summer} heat conductance
External wall - Ambient	A	1155,0	0,228	1,00	263,4
External wall - Ground	B			1,00	
Roof/Ceiling - Ambient	A	741,1	0,165	1,00	122,5
Floor slab / Basement ceiling	B	648,5	1,375	1,00	891,6
	A			1,00	
	A			1,00	
	X			0,75	
Windows	A	177,0	0,892	1,00	157,9
Exterior door	A	7,9	4,500	1,00	35,6
Exterior TB (length/m)	A	357,6	-0,148	1,00	-52,8
Perimeter TB (length/m)	P	114,9	0,900	1,00	103,4
Ground TB (length/m)	B			1,00	

Exterior thermal transmittance, H_{T,e}

526,7 W/K

Ground thermal transmittance, H_{T,g}

995,0 W/K

Summer ventilation

from 'SummVent' worksheet

Ventilation unit conductance

exterior H_{V,e} 20,8 W/K
without HR 104,1 W/K
ground H_{V,g} 83,3 W/K
without HR 416,5 W/K

Ventilation conductance, others

exterior 60,7 W/K

Ventilation parameter

Temperature amplitude summer
Minimum acceptable indoor temperature
Heat capacity air
Supply air changes
Outdoor air changes
Window night ventilation air change rate, manual @ 1K
Air change rate due to mech. automatically controlled vent.
Specific power consumption for
η_{HR}
η_{ERV}
η*_{SHX}

3,3 K
 17,0 °C
 0,33 Wh/(m²K)
 0,60 1/h
 0,07 1/h
 1,54 1/h
 0,00 1/h
 0,00 Wh/m³
 80%
 0%
 80%

Summer ventilation regulation

HRV/ERV
None
Controlled by temperature
Controlled by enthalpy
Always
Additional ventilation
Controlled by temperature
Controlled by humidity

Orientation of the area	Angle factor Summer	Shading factor Summer	Shading dirt	g-Value (perp. radiation)	Area m²	Portion of glazing	Aperture m²
North	0,9	0,30	0,95	0,36	22,9	82%	1,7
East	0,9	0,30	0,95	0,36	69,0	79%	5,0
South	0,9	0,16	0,95	0,36	16,1	83%	0,6
West	0,9	0,51	0,95	0,36	69,0	79%	8,7
Horizontal	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
Sum opaque areas							1,8

Solar aperture

Total 17,8 m²/m² 0,02

Internal heat gains Q_i

Specif. power q_i 3,5 W/m² * A_{TFA} 876 m² = 3068 W 3,5 W/m²

Frequency of overheating h_{φ ≥ J_{max}}

24,3%

At the overheating limit φ_{max} = 25 °C

If the "frequency over 25°C" exceeds 10%, additional measures to protect against the heat during the summer are necessary.

Daily internal temperature fluctuation

Transmission 20,9 kWh/d + Ventilation 32,1 kWh/d + Solar load 71,5 kWh/d * 1/k 1000 / (240 Wh/(m²K) * A_{TFA} 876 m²) = 0,6 K

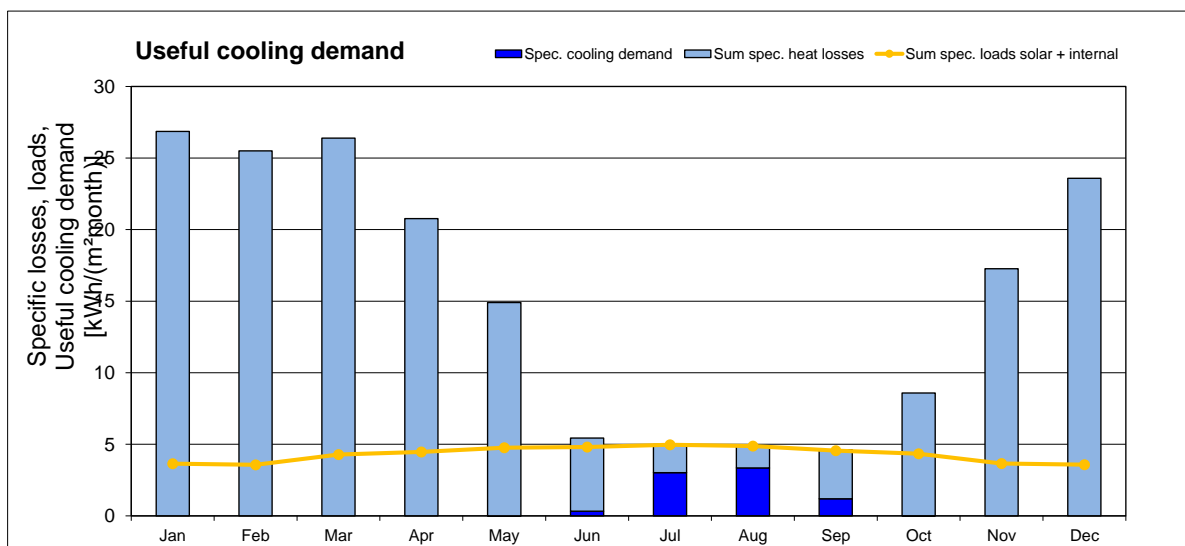
Cooling: energy value for useful cooling energy

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Interior Temperature: **25** °C
 Building type:
 Treated Floor Area A_{TFA}: **876** m²

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year	
Heating degree hours - Exterior	8,8	8,4	8,8	6,8	4,6	1,9	0,3	-0,1	1,2	3,4	5,5	7,7	57	kKh
Heating degree hours - Ground	3,9	3,6	4,0	3,8	3,7	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	3,5	3,8	27	kKh
Losses - Exterior	6929	6609	6833	5298	3525	1399	113	-201	799	2580	4241	6018	44142	kWh
Losses - Ground	4899	4486	4956	4713	4733	1682	1611	1544	1505	1640	4471	4773	41013	kWh
Losses summer ventilation	11715	11257	11344	8190	4806	1400	0	0	691	3302	6424	9884	69013	kWh
Sum spec. heat losses	26,9	25,5	26,4	20,8	14,9	5,1	2,0	1,5	3,4	8,6	17,3	23,6	175,9	kWh/m²
Solar load North	40	51	79	107	136	153	153	128	95	69	43	36	1090	kWh
Solar load East	497	554	698	723	698	680	731	816	854	816	552	471	8090	kWh
Solar load South	53	58	73	76	73	71	77	86	90	85	58	49	848	kWh
Solar load West	219	271	426	563	718	811	808	682	507	363	227	193	5787	kWh
Solar load Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solar load Opaque	110	133	192	238	274	295	304	285	241	193	121	101	2488	kWh
Internal heat gains	2282	2061	2282	2209	2282	2209	2282	2282	2209	2282	2209	2282	26873	kWh
Sum spec. loads solar + internal	3,7	3,6	4,3	4,5	4,8	4,8	5,0	4,9	4,6	4,3	3,7	3,6	51,5	kWh/m²
Utilisation factor losses	14%	14%	16%	22%	32%	88%	99%	100%	98%	51%	21%	15%	25%	
Useful cooling energy demand	0	0	0	0	0	290	2645	2936	1049	3	0	0	6923	kWh
Spec. cooling demand	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	3,0	3,3	1,2	0,0	0,0	0,0	7,9	kWh/m²
Specif. dehumidification demand	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	kWh/m²
Sensible fraction	100%	100%	100%	100%	100%	100%	60%	60%	96%	100%	100%	100%	65%	



Cooling: energy value for useful cooling energy

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

The sum of the cooling periods calculated through the monthly method will be presented on this side.

Building type:			Treated floor area A _{TFA} :	876,5	m²
Interior temperature summer:	25	°C	Building volume:	2629	m³
Nominal humidity:	12	g/kg	Internal humidity sources:	0,7	g/(m²h)
Spec. capacity:	240	Wh/(m²K)			

Building assembly	Temperature zone	Area m²	U-Value W/(m²K)	Mon. red. fac.	G _i kWh/a	kWh/a	per m² treated floor area
External wall - Ambient	A	1155,0	0,228	1,00	7	1798	2,05
External wall - Ground	B			1,00			
Roof/Ceiling - Ambient	A	741,1	0,165	1,00	7	836	0,95
Floor slab / Basement ceiling	B	648,5	1,375	1,00	1	1052	1,20
	A			1,00			
	A			1,00			
	X			0,75			
Windows	A	177,0	0,892	1,00	7	1078	1,23
Exterior door	A	7,9	4,500	1,00	7	243	0,28
Exterior TB (length/m)	A	357,6	-0,148	1,00	7	-360	-0,41
Perimeter TB (length/m)	P	114,9	0,900	1,00	7	706	0,81
Ground TB (length/m)	B			1,00			0,00

Transmission losses Q_T (negative: heat loads)

Total 5352 kWh/(m²a) 6,1

Summer ventilation

from 'SummVent' worksheet

Ventilation conductance, vent. unit

exterior H _{V,e}	20,8	W/K
without HR	104,1	W/K
ground H _{V,g}	83,3	W/K
without HR	416,5	W/K

Ventilation conductance, others

exterior	60,7	W/K
----------	------	-----

Ventilation parameter

Temperature amplitude summer	3,3	K
Minimum acceptable indoor temperature	17,0	°C
Heat capacity air	0,33	Wh/(m²K)
Supply air changes	0,60	1/h
Outdoor air changes	0,07	1/h
Window night vent. air change rate, manual @ 1K	1,54	1/h
Air changes rate due to mech., autom. controlled vent.	0,00	1/h
Specific power consumption for	0,00	Wh/m³
η _{HR}	80%	
η _{ERV}	0%	
η*SHX	80%	

Summer ventilation regulation

HRV/ERV in summer	
None	
Controlled by temp.	x
Controlled by enthalpy	
Always	
Additional ventilation	
Controlled by temp.	
Controlled by humidity	x

Hygienic air change

Effective air change rate Ambient n _{V,e}	0,600
Effective air change rate Ground n _{V,g}	0,600

n _{V,system} 1/h	0,600	*(1 - 80%)	*(1 - 0,00)	+ 0,070	= 0,190
	0,600	*(1 - 80%)	*(1 - 0,00)		= 0,480

Ventilation losses ambient Q_V

Ventilation losses ground Q_{V,g}

Heat losses summer ventilation

V _V m³	n _{V,equi,fraction} 1/h	C _{Air} Wh/(m²K)	G _i kWh/a	kWh/a	kWh/(m²a)
2629	0,190	0,33	2	390	0,4
2629	0,480	0,33	17	6930	7,9
2629	0,546	0,33	11	5394	6,2

Ventilation heat losses Q_V

Total 12714 kWh/(m²a) 14,5

Total heat losses Q_L

Q _T kWh/a	5352	+	Q _V kWh/a	12714	=	kWh/a	18066	kWh/(m²a)	20,6
----------------------	------	---	----------------------	-------	---	-------	-------	-----------	------

Orientation of the area	Reduction factor	g-Value (perp. radiation)	Area m²	Global radiation kWh/(m²a)	kWh/a	kWh/(m²a)
North	0,22	0,36	22,9	336	598	
East	0,25	0,36	69,0	620	3897	
South	0,11	0,36	16,1	622	409	
West	0,38	0,36	69,0	338	3171	
Horizontal	0,40	0,00	0,0	1069	0	
Sum opaque areas					1318	

Available solar heat gains Q_S

Total 9393 kWh/(m²a) 10,7

kh/d	Length heat. period d/a	Spec. power q _i W/m²	A _{TFA} m²	kWh/a	kWh/(m²a)
0,024	153	3,5	876,5	11265	12,9

Sum heat loads Q_F

Q_S + Q_L = 20657 kWh/a 23,6 kWh/(m²a)

Ratio of losses to free heat gains	Q _L / Q _F =	0,87
Utilisation factor heat losses η _G	=	76%
Useful heat losses Q _{V,n}	η _G * Q _L =	13734 kWh/a 15,7 kWh/(m²a)
Useful cooling demand Q _K	Q _F - Q _{V,n} =	6923 kWh/a 8 kWh/(m²a)
Recommended maximum value	kWh/(m²a)	15
Requirement met?	(Yes/No)	Yes

Compressor - cooling units

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Building type:		Treated floor area A _{TFA} :	876,5	m²
Interior temperature summer:	25,0	°C	Mechanical cooling:	x
Nominal humidity:	12,0	g/kg	Air change rate via ventilation system with supply air:	0,6
Internal humidity sources:	0,7	g/(m³h)		

☒ Supply air cooling

check as appropriate

On/Off mode (check as appropriate)

Max. cooling capacity (sensible + latent)

Temperature reduction dry

Seasonal energy efficiency ratio

x	
22,7	kW
42,3	K
2,0	

☐ Recirculation cooling

check as appropriate

On/Off mode (check as appropriate)

Max. cooling capacity (sensible + latent)

Volume flow rate at nominal power

Temperature reduction dry

Variable air volume (check if appropriate)

Seasonal energy efficiency ratio

0,0	kW
0,0	m³/h
	K
1,0	

☒ Additional dehumidification

check as appropriate

Waste heat to room (check if appropriate)

Seasonal energy efficiency ratio

x	
2,0	

☐ Panel cooling

check as appropriate

Seasonal energy efficiency ratio

1,0	
-----	--

Useful cooling total

Cooling contribution by:

Supply air cooling

Recirculation cooling

Dehumidification

Remaining for panel cooling

Cooling distribution

Total

Unsatisfied demand

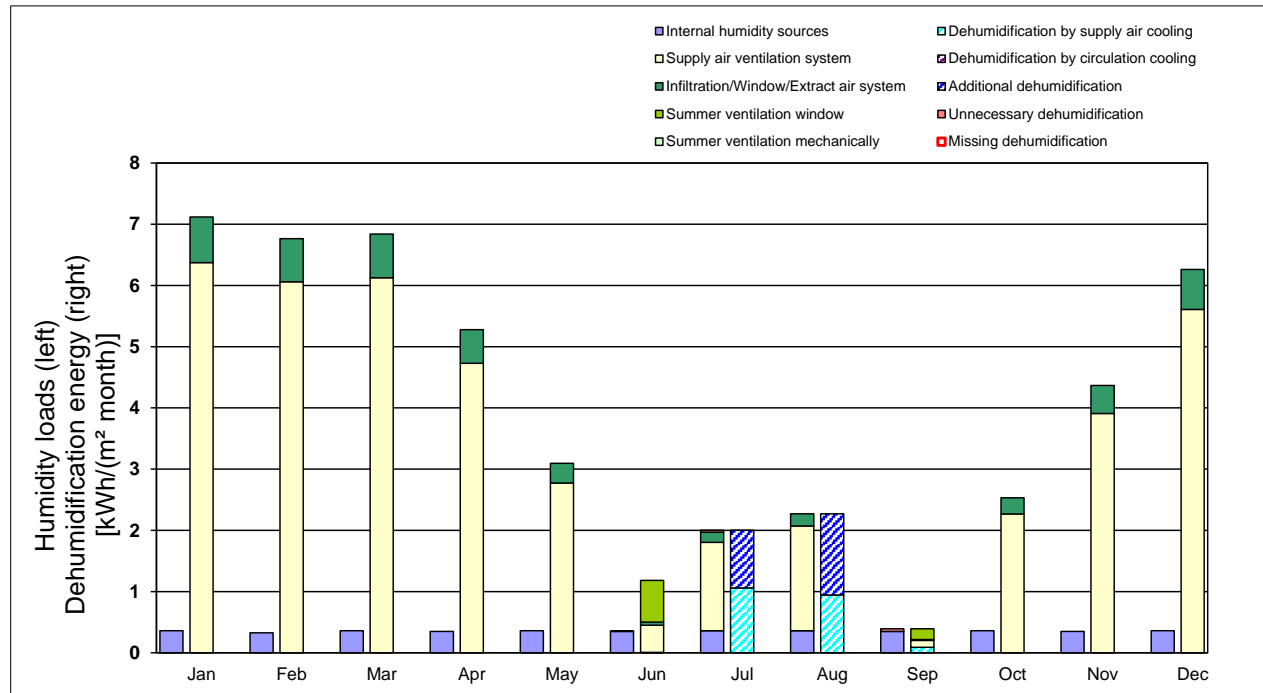
Sensible kWh/(m²a)	Latent kWh/(m²a)	COP	Electricity demand (kWh/a) kWh/(m²a)	Sensible fraction
7,9	4,3			65%
(7,9 + 2,1) /	2,0	=	5,0	79%
() + 2,3) /	1,0	=		
	1,3	=	1,8	0%
	1,0	=		100%
	2,0	=		100%
(7,9 + 4,4) /	1,8	=	6,8	64%
0,0	0,0			
Cooling demand covered?				(Yes/No)
				Yes

Compressor - cooling units

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Humidity loads and humidity removal

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year	
Internal humidity sources	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	4	kWh/m²
Infiltration/Window/Extract air system	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,3	-0,1	0,2	0,2	0,0	-0,3	-0,5	-0,7	-4	kWh/m²
Supply air ventilation system	-6,4	-6,1	-6,1	-4,7	-2,8	-0,4	1,4	1,7	-0,1	-2,3	-3,9	-5,6	-35	kWh/m²
Summer ventilation window	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	-1	kWh/m²
Summer ventilation mechanically	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	kWh/m²
Total humidity load	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4	kWh/m²
Dehumidification by supply air cooling	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	2	kWh/m²
Dehumidification by circulation cooling	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	kWh/m²
Additional dehumidification	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2	kWh/m²
Total dehumidification	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,3	0,1	0,0	0,0	0,0	4	kWh/m²
Unnecessary dehumidification	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	kWh/m²
Missing dehumidification	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	kWh/m²



Cooling load

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Building type: <input type="text"/>		Treated floor area A_{TFA} : <input type="text" value="876,5"/> m²		Spec. capacity: <input type="text" value="240"/> W/h/(m²)	
Building volume: <input type="text" value="2629"/> m³		Interior temperature: <input type="text" value="25"/> °C		Nominal humidity: <input type="text" value="12,0"/> g/kg	
				Internal humidity sources: <input type="text" value="0,7"/> g/(m²h)	

Temperature:	Outdoor air	Dew point	Sky	Radiation:	North	East	South	West	Horizontal
Weather 1:	<input type="text" value="29,7"/> °C	<input type="text" value="21,7"/> °C	<input type="text" value="20,5"/> °C		<input type="text" value="93"/>	<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="170"/>	<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="370"/>
Weather 2:	<input type="text" value="28,6"/> °C	<input type="text" value="21,7"/> °C	<input type="text" value="21,7"/> °C		<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="175"/>	<input type="text" value="251"/>	<input type="text" value="175"/>	<input type="text" value="313"/>
Ground design temp.	<input type="text" value="24,8"/> °C		SHX <input type="text" value="20,5"/> °C						

Building assembly	Temperature zone	Area m²	U-Value W/(m²K)	Factor always 1 (except "X")	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	P_T 1 W	P_T 2 W
External wall - Ambient	A	1155,0	0,228	1,00	4,7	3,6	1225	936
External wall - Ground	B			1,00	-0,2	-0,2		
Roof/Ceiling - Ambient	A	741,1	0,165	1,00	4,7	3,6	570	435
Floor slab / Basement ceiling	B	648,5	1,375	1,00	-0,2	-0,2	-188	-188
	A			1,00	4,7	3,6		
	X			0,75	4,7	3,6		
Windows	A	177,0	0,892	1,00	4,7	3,6	735	561
Exterior door	A	7,9	4,500	1,00	4,7	3,6	166	127
Exterior TB (length/m)	A	357,6	-0,148	1,00	4,7	3,6	-246	-188
Perimeter TB (length/m)	P	114,9	0,900	1,00	-0,2	-0,2	-22	-22
Ground TB (length/m)	B			1,00	-0,2	-0,2		
Building element towards neighbour	I			1,00	3,0	3,0		
Radiation correction outdoor air			$L_{ambiant}$ W/K	-50,3	4,7	3,6	-234	-179
Radiation correction sky			L_{sky} W/K	49,4	-4,5	-3,3	-225	-163
Transmission heat load P_T							Total =	1781 or 1319

Ventilation load	V_V m³	$n_{V,equ, fraction}$ 1/h	$n_{V,equ, fraction}$ 1/h	C_{air} Wh/(m³K)	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	P_V 1 W	P_V 2 W
Exterior $P_{V,o}$	2629	0,190	0,190	0,33	4,7	3,6	767	585
Ground $P_{L,e}$	2629	0,480	0,480	0,33	-4,5	-4,5	-1887	-1887
Summer ventilation $P_{L,s}$	2629	0,000	0,000	0,33	0,0	0,0	0	0
Ventilation heat load P_V							Total =	-1121 or -1302

Orientation of the area	Area m²	g-Value (perp. radiation)	Reduction factor (see 'Windows' worksheet)	Radiation 1 W/m²	Radiation 2 W/m²	P_T 1 W	P_T 2 W	
North	22,9	0,4	0,21	139	98	237	167	
East	69,0	0,4	0,20	193	233	961	1160	
South	16,1	0,4	0,11	193	233	124	150	
West	69,0	0,4	0,35	139	98	1202	848	
Horizontal	0,0	0,0	0,40	370	313	0	0	
Sum opaque areas						456	413	
Solar load P_S							Total =	2981 or 2738

Internal heating load P_I	Spec. power W/m²	A_{TFA} m²	P_I 1 W	P_I 2 W
	3,5	876	3068	3068

$P_T + P_V + P_S + P_I$		=	6710	or	5823
Cooling load P_C		=	6710	W	
Area specific cooling load P_C / A_{TFA}		=	17,7	W/m²	
Please enter the minimum supply air temperature.	<input type="text" value="22,3"/> °C	Supply air temperature without cooling	<input type="text" value="22,1"/> °C		
For comparison: cooling load, transportable through the supply air $P_{Supply:Max}$		=	11613	W	11498
		specific:	13,2	W/m²	13,1
Air conditioning over the supply air possible? <input type="text" value="yes"/>					
Daily internal temperature stroke					
Transmission W	Ventilation W	Solar load W	Time h/d	Spec. capacity W/h/(m³K)	A_{TFA} m²
(1781,4)	+ (-1120,5)	+ (2981,2)	24	/ (240)	* (876)
= 0,4 K					

Dehumidific. load from 'Cooling' worksheet												
Absolute humidity exterior air	<input type="text" value="16,4"/> g/kg	or	<input type="text" value="16,4"/> g/kg	Absolute humid. supply air	<input type="text" value="16,4"/> g/kg							
Outdoor air mass flow	<input type="text" value="217"/> kg/h	or	<input type="text" value="217"/> kg/h	Supply air mass flow	<input type="text" value="1862"/> kg/h							
Summer vent. air mass flow	<input type="text" value="0"/> kg/h	or	<input type="text" value="0"/> kg/h	Humid. load, supply air	<input type="text" value="8118"/> g/h							
Humidity load, outdoor air	<input type="text" value="947"/> g/h	or	<input type="text" value="947"/> g/h	Humidity load, internal	<input type="text" value="600"/> g/h							
Enthalpy of vaporisation												
W/h/kg	g/kg	g/h	g/h	P_D 1 W	P_D 2 W							
707,639	/	1000	* (9665)	or (9665)	= 6839 or 6839							
Dehumidification load P_T												
= 6839 W												
Area specific dehumidification load P_T / A_{TFA}												
= 7,8 W/m²												
Monthly average values												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Specific cooling demand	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	3,0	3,3	1,2	0,0	0,0	0,0
Specific dehumidification demand	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Sensible fraction	100%	100%	100%	100%	100%	100%	60%	60%	96%	100%	100%	100%
Minimum of sensible cooling load fraction occurred												
60%												

Interior temperature:	20	°C	Interior temperature summer:	25	°C
Building type:					
Treated floor area A_{TFA} :	876	m ²			
Occupancy:	60,0	Pers			
Number of dwelling units:	1				
Annual heating demand $q_{Heating}$:	264	kWh/a	Annual useful cooling dem. q_{Cool} :	6923	kWh/a
Length of heating period:	28	d	Length cooling period:	153	d
Average heating load P_{ave} :	0,4	kW	Average cooling load $P_{Average}$:	1,9	kW
Marginal usability of additional heat gains:	79%		Marginal utility of additional heat losses:	55%	

Space heat distribution

Length of distribution pipes	L_H	m					
Nominal width of pipe		mm					
Insulation thickness		mm					
Insulation reflective coating?		-					
Thermal conductivity of insulation		W/(mK)					
Heat loss coefficient per m of insulated pipe		W/(mK)					
Insulation quality of mountings, pipe suspensions, etc.		-	1-None	1-None	1-None	1-None	1-None
Thermal bridge supplement		W/K					
Total heating loss coefficient per m of pipe	Ψ	W/(mK)					

Temp. of the room through which the pipes pass	ϑ_x	°C	20	20	20	20	20
Design forward flow temperature	ϑ_V	°C	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
Design system heating load	P_{heating}	kW	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Forward flow temperature control ('x' if appropriate)							
Design return flow temperature	ϑ_R	°C					
Annual heat emission per m of plumbing	q^*_{HL}	kWh/(m·a)					
Possible utilisation factor of released heat	η_G	-					
Annual heat losses of heating distribution	Q_{fHL}	kWh/a					
Annual heat losses of heating storage		kWh/a					
Annual heat losses of heating		kWh/a					
Performance ratio of heat distribution	ea_{HL}	-					

Outside thermal envelope					Total values	
1	2	3	4	5	Absolute	Specific
1-None	1-None	1-None	1-None	1-None		

55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

kWh/a
0
0
0
100%

kWh/(m²·a)
0,0
0,0
0,0

DHW useful heat

DHW demand for showers, per person and day (with 60°C)	litre/person/d	0,8
DHW demand others, per person and day (with 60°C)	litre/person/d	
Performance of shower drain-water heat recovery	-	0%
Effective DHW demand	V _{DHW} litre/person/d	1
Average cold water temperature of the supply	θ _{TW} °C	20,5
DHW demand for washing machines and dishwashers non-ele	kWh/a	0
Effective useful heat DHW	Q _{DHW} kWh/a	803

kWh/a	kWh/(m²a)
803	0,9

Auxiliary calculation - DHW demand calculation (for non-res)

Days of use per year [d/a]

200

DHW demand for showering:

I/(P*d) at 60 °C

0,0

DHW demand for other uses:

0,8

Application	Used?	Single-lever mixer?	Time of use per use	Amount of uses according to type of use	Flow rate	Useful temperature	Equivalent average amount of water @ 60°C	Equivalent average amount of water @ 60°C	Useful heat @ 60°C
	-	-	min	-	l/min	°C	I/(WE*d)	I/(P*d)	kWh/a
Shower		x	5,0	0,7	8,0	38	0	0	
Hand wash basin	x	x	0,3	3,0	4,0	30	52	1	479
Washing stand		x	1,0	0,4	8,0	38			
Bidet	x	x	1,0	0,1	8,0	38	30	1	280
Bathing		x	10,0	0,0	15,0	38			
Tooth brushing		x	0,1	2,0	4,0	30			
Cooking/drinking		x	0,3	1,0	6,0	45			
		N/A							
		N/A							
		N/A							
		N/A							
		N/A							
Dishwashing		x	0,6	1,0	6,0	45			
Cleaning the kitchen		x	0,5	1,0	6,0	38			
Cleaning rooms	x	x	1,0	0,1	6,0	38	0	0	3
		N/A							
		N/A							
		N/A							
		N/A							
		N/A							

DHW demand according to use

DHW demand/P*d @60°C [I/(P*d)]

0

2

Shower

Hand wash basin

Washing stand

Bidet

Bathing

Tooth brushing

Cooking/drinking

Dishwashing

Cleaning the kitchen

Cleaning rooms

Auxiliary calculation - shower drain-water heat recovery

DHW distribution

Temp. of room through which the pipes pass
Design forward flow temperature

ϑ_x
 ϑ_{dist}

°C
°C

Inside thermal envelope				
1	2	3	4	5
20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
60,0	60,0	60,0	60,0	60,0

DHW circulation pipes

Length of circulation pipes (forward + return flow)
Nominal width of pipe
Insulation thickness
Insulative reflective coating?
Thermal conductivity of insulation
Heat loss coefficient per m of insulated pipe
Insulation quality of mountings, pipe suspensions, etc.
Thermal bridge supplement
Total heating loss coefficient per m of pipe

Daily circulation period of operation.
Design return flow temperature
Circulation period of operation per year
Annual heat released per m of pipe
Annual heat loss from circulation lines

L_{HS}

 Ψ

 td_{Circ}
 ϑ_R
 t_{Circ}
 q^*_z
QZ

m
mm
mm
-
W/(mK)
W/(mK)
-
W/K
W/(mK)

h/d
°C
h/a
kWh/m/a
kWh/a

1-None	1-None	1-None	1-None	1-None

DHW individual pipes

Exterior pipe diameter
Accumulated length per single pipes
Amount of tapping points in building
Average pipe length per tapping point
Tap openings per person per day
Utilisation days per year
Heat loss per tap opening
Amount of tap openings per year and person
Annual heat loss of individual pipes

d_{U_Pipe}
 L_U
 $n_{tapping\ point}$
 $L_{U_average}$

 $q_{individual}$
 n_{Tap}
 Q_U

m
m
-
m
-
d
h/tap opening
ings per year
kWh/a

6				
365				

Total heat losses of DHW distribution

Q_{WL}

Performance ratio of DHW distribution pipes

ea_{+HL}

-

Outside thermal envelope

1	2	3	4	5
60,0	60,0	60,0	60,0	60,0

1-None	1-None	1-None	1-None	1-None

Total values

Absolute Specific

kWh/a

kWh/(m²a)

0

0,0

kWh/a

kWh/(m²a)

0

0,0

kWh/a

kWh/(m²a)

0

0,0

100%

Storage heat losses

		Storage 1	Storage 2	Buffer storage tank (only heating)	Compact unit		
Selection of storage tank		2-DHW only	0-No storage tank	0-No storage tank	0-No		
Storage necessary for HP							
Solar DHW connection		x		(x)			
Heat loss rate	W/K	0,5					
Storage volume	litre	70			---		
Standby fraction	-						
Location of storage tank, inside or outside of thermal envelope		1-Inside	1-Inside	1-Inside			
Temperature of mechanical room	°C	20,0					
Typical storage tank temperature	°C	60,0					
Manual entry of storage temperature	°C						
Average standby heat losses storage tank	W	6					
Additional heat losses storage tank, solar operation	W	14		---	---		
Possibly utilisation factor of heat losses		---	---	---	---		
Annual heat losses DHW storage tank	kWh/a	175		---		175	0,2
Annual heat losses buffer storage tank		---	---		---		

Auxiliary calculation - heat losses through storage tank according to EU efficiency classes							
Storage tank volume	Litre	70,0					
ErP classification	-	A+	C	C			
Maximum permissible standby heat loss	W	23					
Heat loss ratio for PHPP calculation	W/K	0,5					

Total energy demand of domestic hot water

Heat losses of DHW distribution and storage	Q_{WL}	175	0,2
Performance ratio DHW-distribution + storage	$\eta_{a,WL}$	122%	
Total heating demand of DHW system			
Including storage tank	Q_{gDHW}	979	1,1

Cooling distribution

Length of distribution pipes	L_H	m
Nominal width of pipe		mm
Insulation thickness		mm
Insulation reflective coating?		-
Thermal conductivity of insulation		W/(mK)
Heat loss coefficient per m pipe	Ψ	W/(mK)
Temp. of room through which the pipes pass	ϑ_x	°C
Design forward flow temperature	ϑ_V	°C
Dimensioning of cooling load of the system	$P_{cooling}$	kW
Forward flow temperature control ('x' if appropriate)		
Design return flow temperature	ϑ_R	°C
Annual heat absorption per m of pipe	q^*_{HL}	kWh/(m·a)
Possibly utilisation factor of this heat absorption	η_G	-
Annual heat losses of cooling distribution	Q_{HL}	kWh/a
Performance ratio cold water distribution pipes	ea_{HL}	-

Inside thermal envelope				
1	2	3	4	5
25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
6,0	6,0	6,0	6,0	6,0

Outside thermal envelope				
1	2	3	4	5
25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
6,0	6,0	6,0	6,0	6,0

Total values	
Absolute	Specific

kWh/a	kWh/(m²a)
0	0,0
100%	

Solar thermal system

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Building type:		
Treated floor area A_{TFA} :	876,5	m²
Projected building footprint $A_{Projected}$:	741,1	m²
Latitude ('Climate' worksheet)	35,5	°
DHW demand ('DHW+Distribution')	979	kWh/a
Heating demand ('Heating' and 'DHW+Distribution' worksheets)	264	kWh/a
Occupancy	60,0	Persons

Location: Selection in 'Areas' worksheet	142-Οροφή		Collector	6-Standard flat plate collector
Size of selected area	741	m²	Heating support (check if appropriate)	
Free area (less solar thermal and electrical systems)	668,1	m²	DHW priority (check if appropriate)	x
Deviation from North	0	°		
Angle of inclination from the horizontal	0	°		
Alternative input: Deviation from North		°		
Alternative input: Angle of inclination from the horizontal		°		

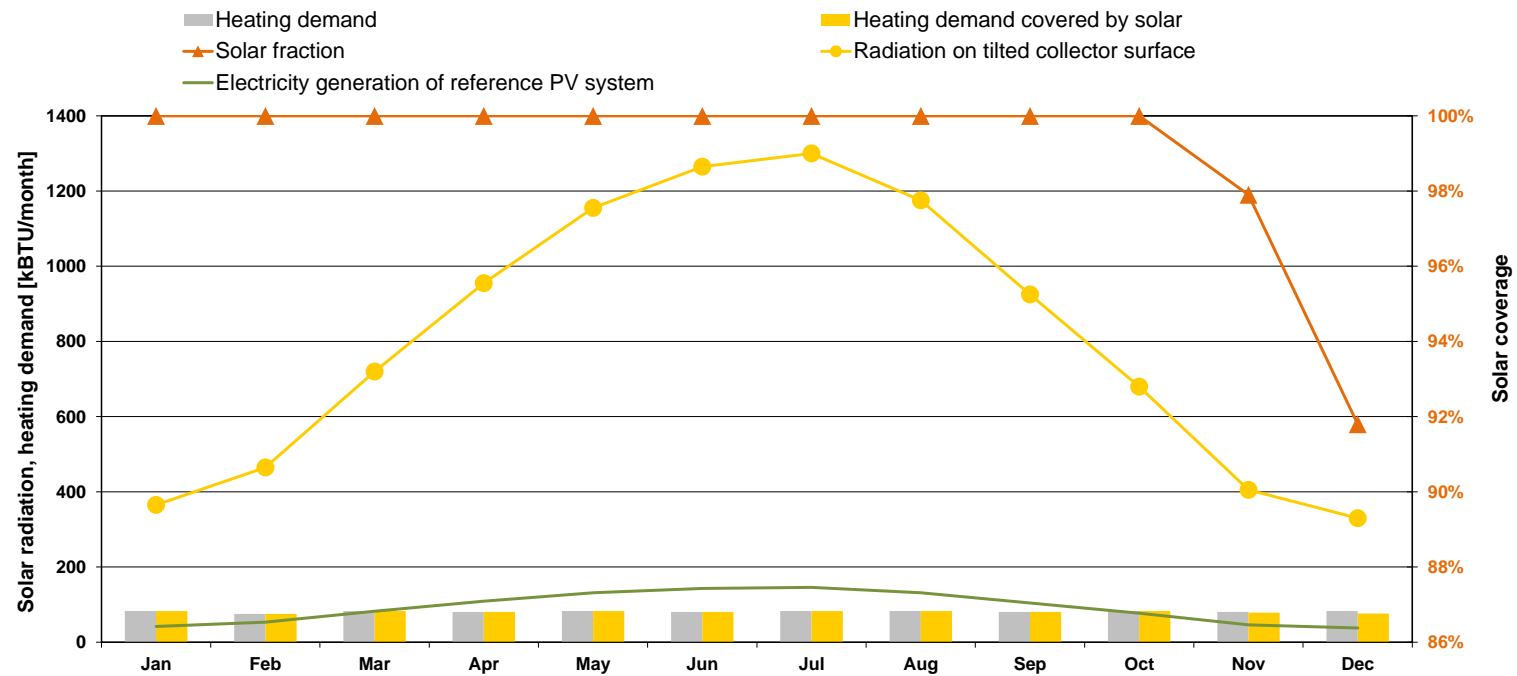
Solar collector area	5,00	m²
Specific collector area	0,1	m²/Pers
Height of the collector field	1,00	m
Height of horizon	0,00	m
Horizontal distance	1000,00	m
Additional reduction factor shading	100%	

Results

	footprint area	Absolute
	kWh/(m² _{Projected} ·a)	kWh/a
Solar contribution total	99%	1,3
Solar contribution to DHW	99%	1,3
Solar contribution to space heating	0%	0,0

Determination of PER factors		
Yield reference PV syst	PER _{el}	PER _{sol,therm}
kWh _{el} /a	kWh _{prim-el} /kWh _{el}	$\frac{kWh_{sol,therm}}{kWh_{el}}$
1105	1,20	0,95
1104,6	1,20	0,95
0,0	1,65	

	kgCO ₂ eq/ a	kgCO ₂ eq/a
1-CO ₂ factors GEMIS (Germany)	0,045	0,1
		44



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year	
Heating demand DHW-preparation	83	75	83	80	83	80	83	83	80	83	80	83	979	kWh/month
Space heating demand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh/month
Heating demand	83	75	83	80	83	80	83	83	80	83	80	83	979	kWh/month
Radiation on tilted collector surface	365	465	720	955	1155	1265	1300	1175	925	680	405	330	9740	kWh/month
Please enter: Solar production for DHW													0	kWh/month
Please enter: Solar production for heating													0	kWh/month
DHW heating demand covered by solar	83	75	83	80	83	80	83	83	80	83	79	76	970	kWh/month
Space heating demand covered by solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh/month
Heating demand covered by solar	83	75	83	80	83	80	83	83	80	83	79	76	970	kWh/month
Solar fraction	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	92%	99%	-
Electricity generation of reference PV system	42	53	83	109	132	143	146	132	104	77	46	38	1105	kWh/month

Photovoltaic systems

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Climate data set:

ud--01-35,5 °N / 24,1 °O

Building type:

Projected building footprint:

741,1

 m²

Name of system
Location: Selection in 'Areas' worksheet
Size of selected area
Deviation from North
Angle of inclination from horizontal
Alternative input: Deviation from North
Alternative input: Angle of inclination from the horizontal

System 1	System 2	System 3	System 4	System 5	Reference PV syst.
142-Opopfi					142-Opopfi
741,1					741,1
0					0
0					0

m²
°
°
°

Information from the module data sheet
Technology
Nominal current
Nominal voltage
Nominal power
Temperature coefficient short-circuit current
Temperature coefficient open-circuit voltage
Module dimensions: Height
Module dimensions: Width

	5-Poly-Si					4-Mono-Si
I _{gmpv}	10,00					7,71
U _{gmpv}	35,00					30,50
P _n	350	0	0	0	0	235
α	0,050					0,040
β	-0,310					-0,340
	1,700					1,658
	1,000					0,994
						1,6

Module area [m²]

Further specifications
Number of modules
Height of module array
Height of horizon
Horizontal distance
Additional reduction factor shading
Efficiency of the inverter

n _{Mod}	40					3,0
h _{Mod}	0,2					1
h _{hor}	0,0					0
s _{hor}	1000,0					1000,0
r _{other}	100%					100%
η _{inv}	97%					95%

Results

Area of module field
Free area on the selected building element
Allocation to building element
Annual losses due to shading

68,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
668,1					668,1
10%					10%
0					0

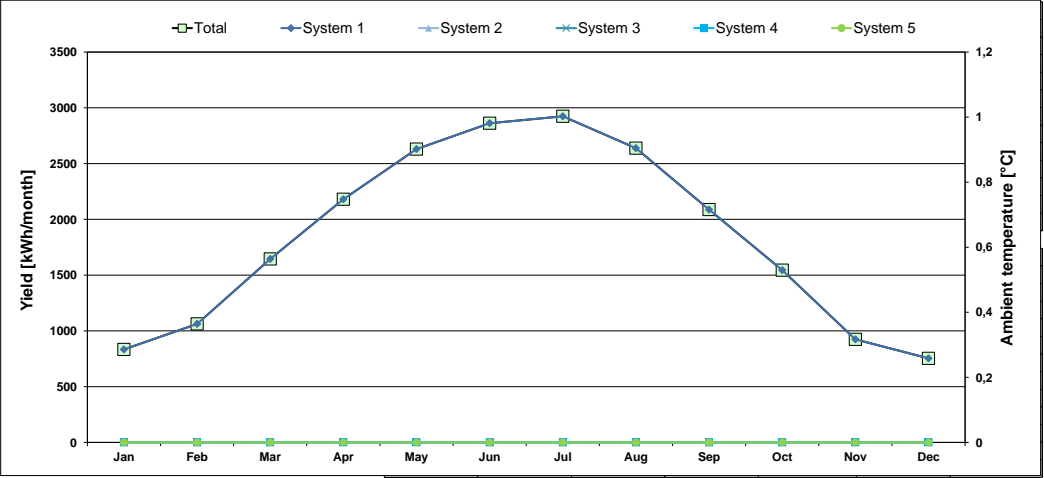
m²
m²
m²
kWh

Annual electricity yield after the inverter, absolute

Related to projected building footprint area
CO2-equivalent emissions according to 1-CO2 factors GEMIS (Germany)
PE-factor according to 1-PE factors (non-renewable) PHI Certification

22085					1105	22085
29,8					1,5	30
1391,4					143,6	1391,4
0,00					0,0	0,00

kWh/a
kWh/m²A_{proj}
kg/a
kWh_{grid}/kWh



Electricity demand for residential buildings (at the moment this worksheet is inactive. Calculation takes places in the 'Electricity non-res' worksh

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Households	Persons	Living area (m²)	Heating demand [kWh/(m²a)]	1	2	3	PER and PE factors (KWh/kWh)	Electricity:	1,20	2,6	Solar fraction of DHW Laundry&Dish	1%	Marginal performance ratio DHW	46%	Marginal performance ratio Heating
Column no.	1	2	3	4	5	6	7	8	8a	9	10	11	12	13	
Application	Used ? (1/0)	Within the thermal envelope? (1/0)	Norm demand	Utilisation factor	Frequency	Reference quantity	Useful energy (kWh/a)	Electric fraction	Non-electric fraction	Electricity demand (kWh/a)	Additional demand	Marginal performance ratio	Solar fraction	Non-electric demand (kWh/a)	
Dishwashing	0	1	1,10	1,00	65	/(P*a) * 60,0 P	0	100%	0%	0					
2-Cold water connection	0	1	1,10	1,00	57	/(P*a) * 60,0 P	0	55%	45%	0					
Clothes washing	0	1	1,10	1,00	57	/(P*a) * 60,0 P	0	0%	0%	0					
1-DHW connection	1	0	0,00	0,00	57	/(P*a) * 60,0 P	0	100%	0%	0					
Clothes drying with:	1	0	0,00	0,00	57	/(P*a) * 60,0 P	0	100%	0%	0					
1-Clothes line	1	0	0,00	0,00	57	/(P*a) * 60,0 P	0	100%	0%	0					
Energy consumed by evaporation	1	0	0,00	0,00	57	/(P*a) * 60,0 P	0	100%	0%	0					
Refrigerating	0	1	0,78	1,00	365	d/a * 1 HH	0	100%	0%	0					
Freezing	0	0	0,88	0,90	365	d/a * 1 HH	0	100%	0%	0					
or combination	0	1	1,00	1,00	365	d/a * 1 HH	0	100%	0%	0					
Cooking with:	0	1	0,00	1,00	500	/(P*a) * 60,0 P	0	100%	0%	0					
1-Electricity															
Lighting	1	1	14	1,00	2,90	kh/(P*a) * 60,0 P	2506	100%	0%	2506					
Consumer electronics	1	1	100	1,00	0,55	kh/(P*a) * 60,0 P	3300	100%	0%	3300					
Small appliances, etc.	1	1	50	1,00	1,00	/(P*a) * 60,0 P	3000	100%	0%	3000					
Total aux. electricity							5429			5429					
Other:															
							0			0					
							0			0					
							0			0					
Total							14235 kWh			14235 kWh					
Specific demand										16,2 kWh/(m²a)					
Recommended maximum value										18					

Use non-residential buildings

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °D / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Latitude [°]:		36																									
Utilisation pattern		Begin utilisation [h]	End utilisation [h]	Daily utilisation hours [h/d]	Annual utilisation days [d/a]	Annual utilisation hours [h/a]	Annual utilisation hours during daytime [h/a]	Annual utilisation hours during night-time [h/a]	Daily operating hours of heating	Daily operating hours of ventilation	Lighting	Illumination level [lux]	Height of utilisation level (0.8 or 0.0 m)	Height of utilisation level (0.8 or 0.0 m)	Relative absence	Part use factor of building operating period for lighting	Average occupancy [m²/Pers.]										
1	Αιθουσες υπολογιστών	9	21	12	200	2400	1804	596	14	14		500	0,8	0,8	0,30	0,9	0,4										
2	Γραφεία ισόγειο	9	21	12	200	2400	1804	596	14	14		500	0,8	0,8	0,20	0,9	6,0										
3	WC, Sanitary	9	21	12	200	2400	1804	596	14	14		200	0,8	0,8	0,80	0,2	1,0										
4	Γραφεία πρώτος	9	21	12	200	2400	1804	596	14	14		500	0,8	0,8	0,20	0,9	11,5										
5	Αίθουσα εκτιποτών	9	21	12	200	2400	1804	596	14	14		500	0,8	0,8	0,50	0,9	0,2										
6	Εργαστήρια	9	21	12	200	2400	1804	596	14	14		500	0,8	0,8	0,70	0,9	3,0										
7				0		0	0	0	2	2				0,8													
8				0		0	0	0	2	2				0,8													
9				0		0	0	0	2	2				0,8													
10				0		0	0	0	2	2				0,8													
11				0		0	0	0	2	2				0,8													
12				0		0	0	0	2	2				0,8													
13				0		0	0	0	2	2				0,8													
14				0		0	0	0	2	2				0,8													
15				0		0	0	0	2	2				0,8													
16				0		0	0	0	2	2				0,8													
17				0		0	0	0	2	2				0,8													
18				0		0	0	0	2	2				0,8													
19				0		0	0	0	2	2				0,8													
20				0		0	0	0	2	2				0,8													
21	Single office	7	18	11	250	2750	2543	207	13			500	0,8	0,8	0,30	0,70	10,00										
22	Group office	7	18	11	250	2750	2543	207	13			500	0,8	0,8	0,30	0,70											
23	Open-plan office	7	18	11	250	2750	2543	207	13			500	0,8	0,8	0,00	1,00	15,00										
24	Meeting	7	18	11	250	2750	2543	207	13			500	0,8	0,8	0,50	1,00	2,00										
25	Counter area	7	18	11	250	2750	2543	207	13			200	0,8	0,8	0,00	1,00											
26	Retail	8	20	12	300	3600	2999	601	14			300	0,8	0,8	0,00	1,00	7,00										
27	Classroom	8	15	7	200	1400	1398	2	9			300	0,8	0,8	0,25	0,90	2,00										
28	University auditorium	8	18	10	150	1500	1409	91	12			500	0,8	0,8	0,25	0,70	0,75										
29	Bedroom	0	24	24	365	8760	4407	4353	24			300	0,8	0,8	0,00	0,50											
30	Hotel room	21	8	11	365	4015	755	3260	24			200	0,8	0,8	0,25	0,30											
31	Canteen	8	15	7	250	1750	1748	2	9			200	0,8	0,8	0,00	1,00											
32	Restaurant	10	0	14	300	4200	2404	1796	16			200	0,8	0,8	0,00	1,00	1,50										
33	Kitchen non-residential	10	23	13	300	3900	2404	1496	15			500	0,8	0,8	0,00	1,00											
34	Kitchen, Storage, Preparation	7	23	16	300	3900	2404	1496	15			300	0,8	0,8	0,50	1,00											
35	WC, Sanitary	7	18	11	250	2750	2543	207	13			200	0,8	0,8	0,90	1,00											
36	Other habitable rooms	7	18	11	250	2750	2543	207	13			300	0,8	0,8	0,50	1,00											
37	Secondary areas	7	18	11	250	2750	2543	207	13			100	0,8	0,8	0,90	1,00											
38	Circulation area	7	18	11	250	2750	2543	207	13			100	0,0	0,0	0,80	1,00											
39	Storage, Services	7	18	11	250	2750	2543	207	13			100	0,8	0,8	0,98	1,00											
40	Server room	0	24	24	365	8760	4407	4353	24			500	0,8	0,8	0,50	0,50											
41	Workshop	7	16	9	250	2250	2192	58	11			500	0,8	0,8	0,00	1,00											
42	Theatre auditorium	19	23	4	250	1001	55	946	6			200	0,8	0,8	0,00	1,00											
43	Theatre foyer	19	23	4	250	1001	55	946	6			300	0,8	0,8	0,50	1,00											
44	Theatre stage	13	23	10	250	2500	1253	1247	12			1000	0,8	0,8	0,00	0,60											
45	Fair, Congress	13	18	5	150	1350	1260	90	11			300	0,8	0,8	0,50	1,00											
46	Exhibition	10	18	8	250	2001	1850	151	24			200	0,8	0,8	0,00	1,00											
47	Library reading room	8	20	12	300	3600	2999	601	14			500	0,8	0,8	0,00	1,00											
48	Open access library	8	20	12	300	3600	2999	601	14			200	0,8	0,8	0,00	1,00											
49	Library repository	8	20	12	300	3600	2999	601	14			100	0,8	0,8	0,90	1,00											
50	Gymnasium	8	23	15	300	4500	3002	1498	17			300	0,8	0,8	0,30	1,00											
51	Parking garage	7	18	11	250	2750	2543	207	0			75	0,0	0,0	0,95	1,00											
52	Public parking garage	9	0	15	365	5475	3290	2185	0			75	0,0	0,0	0,80	1,00											

Electricity demand for non-residential buildings

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

PER and PE specific values ►
EnerPHit with PHPP Version 9.6a

Treated floor area A _{TFA} :	876,5	m²
Auxiliary electricity demand:	5428,9	kWh/a
Electricity:	PER factors: 1,20	PE factors: 2,6 kWh/kWh
RE gas / Natural gas:	1,75	1,1 kWh/kWh
Energy carrier for DHW:		kWh/kWh
Solar fraction of DHW:	99%	
Marginal performance ratio DHW:		

Window properties (from 'Windows' worksheet):

	Shading	Dirt factor	Non-perpendicular radiation	Glazing fraction
North	0,32	0,95	0,85	0,82
East	0,59			0,79
South	0,16			0,83
West	0,65			0,79

		Facade with windows				
Lighting / non-residential	Net ground area	Room category	Power of nominal lighting	Deviation from North	Orientation	Light transmission glazing
Room / Zone	m²		Lux	Degrees	-	[x]

Geometry: input of a typical room				
Room depth	Room width	Room height	Lintel height	Window width
m	m	m	m	m

Daylight utilisation	User data: Installed lighting power	Installed lighting power (standard)	Lighting control	Motion detector used?	Lighting check		Utilisation hours per year	User determined: Lighting full load hours	Full load hours of lighting	Electricity demand (kWh/a)	Spec. electricity demand (kWh/(m²a))
	W/m²	W/m²		[x]			h/a	h/a	h/a	kWh/a	kWh/(m²a)

		15					
N/A αίθουσα H/Y 1	53,6	1-Αίθουσες υπολογιστών	500	135	East	69%	x
N/A αίθουσα H/Y 2	52,7	1-Αίθουσες υπολογιστών	500	135	East	69%	x
N/A αίθουσα H/Y 3	51,5	1-Αίθουσες υπολογιστών	500	135	East	69%	x
B/Δ αίθουσα H/Y 1	54,3	1-Αίθουσες υπολογιστών	500	315	West	69%	x
B/Δ αίθουσα H/Y 2	54,1	1-Αίθουσες υπολογιστών	500	315	West	69%	x
WC ισόγειο 1	12,9	3-WC, Sanitary	200	135	East	69%	x
WC ισόγειο 2	29,8	3-WC, Sanitary	200	135	East	69%	x
Αίθουσα εκτυπωτών	17,0	5-Αίθουσα εκτυπωτών	500	315	West	69%	x
Γραφείο ισόγειο 1	17,6	2-Γραφεία ισόγειο	500	315	West	69%	x
Γραφείο ισόγειο 2	17,5	2-Γραφεία ισόγειο	500	315	West	69%	x
Εργαστήριο 1	46,9	6-Εργαστήρια	500	135	East	69%	x
Εργαστήριο 2	46,4	6-Εργαστήρια	500	135	East	69%	x
Εργαστήριο 3	46,9	6-Εργαστήρια	500	135	East	69%	x
WC πρώτος 1	12,1	3-WC, Sanitary	200	135	East	69%	x
WC πρώτος 2	20,6	3-WC, Sanitary	200	135	East	69%	x
Γραφείο πρώτος 1	14,4	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 2	11,8	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 3	11,8	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 4	11,8	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 5	11,8	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 6	11,6	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 7	11,6	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 8	11,8	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 9	11,6	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 10	11,3	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 11	11,6	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 12	11,8	4-Γραφεία πρώτος	500	315	West	69%	x

6,2	8,7	3,0	2,9	1,0
6,2	8,5	3,0	2,9	1,0
6,2	8,3	3,0	2,9	1,0
6,2	8,8	3,0	2,9	1,0
6,2	8,8	3,0	2,9	1,0
2,2	5,8	3,0	2,9	1,0
4,5	7,8	3,0	2,9	1,0
6,2	2,8	3,0	2,9	1,0
6,2	2,8	3,0	2,9	1,0
6,2	2,8	3,0	2,9	1,0
4,1	11,4	3,0	2,9	1,0
4,1	11,3	3,0	2,9	1,0
4,1	11,4	3,0	2,9	1,0
4,6	3,7	3,0	2,9	1,0
5,7	4,5	3,0	2,9	1,0
5,6	2,6	3,0	2,9	1,0
4,1	2,9	3,0	2,9	1,0
4,1	2,9	3,0	2,9	1,0
4,1	2,9	3,0	2,9	1,0
4,1	2,8	3,0	2,9	1,0
4,1	2,8	3,0	2,9	1,0
4,1	2,8	3,0	2,9	1,0
4,1	2,8	3,0	2,9	1,0
4,1	2,9	3,0	2,9	1,0
4,1	2,7	3,0	2,9	1,0

9											
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1400	1400	563	10,5
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1400	1400	554	10,5
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1400	1400	541	10,5
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1400	1400	570	10,5
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1400	1400	568	10,5
Low	6	5,5	1		Manual	Without motion detector	2400	200	200	14	1,1
None	6	5,5	1		Manual	Without motion detector	2400	200	200	33	1,1
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1000	1000	127	7,5
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1000	1000	132	7,5
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1000	1000	131	7,5
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1000	1000	352	7,5
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1000	1000	348	7,5
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	1000	1000	352	7,5
None	6	5,5	1		Manual	Without motion detector	2400	200	200	13	1,1
None	6	5,5	1		Manual	Without motion detector	2400	200	200	23	1,1
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	87	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	71	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	71	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	71	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	71	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	70	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	70	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	71	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	69	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	68	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	70	6,0
Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800	800	71	6,0

Γραφείο πρώτος 13	11,0	4-Γραφείο πρώτος	500	315	West	69%	x
Γραφείο πρώτος 14	10,4	4-Γραφείο πρώτος	500	315	West	69%	x

4,1	2,5	3,0	2,9	1,0
5,6	3,1	3,0	2,9	1,0

Low	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800
None	8	7,5	1		Manual	Without motion detector	2400	800

800	66	6,0
800	62	6,0

Office equipment		Room category	Within the thermal envelope [1/0]	Existing [1/0]		Quantity		Power consumption [W]		Utilisation hours per year [h/a]		Relative absenteeism		Duration of utilisation in energy saving mode [h/a]		Useful energy (kWh/a)		Electricity demand [kWh/a]
PC 1		2	1-Αθώστες υπολογιστών	1	1	*	61	*	100	*	9	20	18					
PC in energy saving mode			1			61	*	0,0	*	2160	*	*(1-0,3	)	=		9223	=	9223,2
Monitor 1			1	0	*		*	28	*	0	*	*(1-0	)	=		0	=	0,0
Monitor in energy saving mode			1			0	*	2,0	*	0	*	*		=		0	=	0,0
PC 2			1	0	*		*	80	*	0	*	*(1-0	)	=		0	=	0,0
PC in energy saving mode			1			0	*	2,0	*	0	*	*		=		0	=	0,0
Monitor 2			1	0	*		*	28	*	0	*	*(1-0	)	=		0	=	0,0
Monitor in energy saving mode			1			0	*	2,0	*	0	*	*	0	=		0	=	0,0
Copier			0	0	*	1	*	1200	*	0				-	0	)	=	0,0
Copier in energy saving mode			0			1	*	0	*	0				=		0	=	0,0
Printer			5-Αθώστες εκτυπωτών	1	1	*	2	*	1000	*	2400			-	0	)	=	4800,0
Printer in energy saving mode			1			2	*	0	*	0				=		0	=	0,0
Server			1	0	*		*	100	*	0				=		0	=	0,0
Server in energy saving mode			1			0	*	2,0	*	8760				-	0	)	=	0,0
Telephone system			0	0	*		*	94	*	8760				=		0	=	0,0
PC			1	1	*	57	*	100	*	1000				=		5700	=	5700,0
PC			1	1	*	56	*	100	*	400				=		2240	=	2240,0
Printer			1	1	*	2	*	1000	*	1000				=		2000	=	2000,0
Επιwallστικοί κλιβανοί			1	0	*	1	*	1500	*	2400				=		0	=	0,0
Επιwallστικοί κλιβανοί			1	0	*	3	*	1500	*	800				=		0	=	0,0
Ψυγεία			1	0	*	1	*	900	*	2400				=		0	=	0,0
Ψυγεία			1	0	*	2	*	900	*	800				=		0	=	0,0

Kitchen / Aux. electricity	Room category (predominant utilisation pattern of building)	Within the thermal envelope [1/0]	Existing [1/0]	Days of utilisation per year [d/a]	Number of meals per day of use	Norm consumption	Useful energy [kWh/a]	Non-electric fraction	Electric fraction	Additional demand	Marginal performance ratio	Solar fraction	Non-electric demand (kWh/a)	Electricity demand [kWh/a]
Cooking:		1	1	*	0	*	0,25	=	0	{	*	100%	=	0,0
1-Electricity							kWh / Cover			*	0%		0	
Dishwashing		1	0	*	0	*	0,10	=	0	{	*	100%	=	0,0
2-Cold water connection							kWh/d			*	0%	*(1+ 0,30) *	1,20	*(1- 0,99) = 0
Refrigerating		1	0	365		0,25	=	0	*		100%			0,0
Καφετιέρα		1	1	200		0,35		70	*		100%			70,0
Κουζινακι		1	0	200		1,25		0	*		100%			0,0
								0	*		100%			0,0
								0	*		100%			0,0
								0	*		100%			0,0
								0	*		100%			0,0
								0	*		100%			0,0
								0	*		100%			0,0
								0	*		100%			0,0
								0	*		100%			0,0
Total auxiliary electricity								5429						5428,9

Total								34769	kWh		0		0,0	40076	kWh/a	kW
-------	--	--	--	--	--	--	--	-------	-----	--	---	--	-----	-------	-------	----

Specific demand

0,0

0,0

46

kWh/(m²a) kW/

Aux Electricity

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Treated floor area	876	m²	Heat recovery efficiency ventilation unit	0,90		Annual space heating demand	0	kWh/(m²a)
Heating period	28	d	Operation vent. system Winter	0,66	kh/a	Boiler rated power	15	kW
Air volume	2629	m³	Operation vent. system Summer	8,10	kh/a	DHW system heating demand	979	kWh/a
Dwelling units	1	HH	Air change rate	0,06	h⁻¹	Design forward flow temperature	55	°C

Column no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Application	Existing [1/0]	Within the thermal envelope [1/0]	Norm demand	Utilisation factor	Period of operation	Reference size	Electricity demand [kWh/a]	Available as interior heat	Utilisation period [h/a]	Internal heat gains winter [W]	Internal heat gains summer [W]
Ventilation system											
Winter ventilation	1		0,41	Wh/m³	* 0,06	h⁻¹	* 0,7	kh/a	* 2629	m³	= 40
Defroster HX	0	1	Data entries in 'Ventilation' worksheet or in 'Addl vent'				0	* 0,1	/ 0,66	= 0	
Summer ventilation	1	0,90	0,41	Wh/m³	* 0,60	h⁻¹	* 8,1	kh/a	* 2629	m³	= 5237
											considered in heat recovery efficiency
											Internal heat sources + Additional summer ventilation
Additional vent. summer	0		0,00	Wh/m³	* 0,00	h⁻¹	* 8,1	kh/a	* 2629	m³	= 0
											1,0 / 8,10 =
											582
											0,0
Heating system											
											Controlled / non controlled [1/0]
											Enter the rated power of the pump
Circulator pump heating			142	W	* 1,0		* 0,7	kh/a	* 1		= 0
											Boiler electricity consumption at 30% load
Aux. energy - Heat. boiler	0	0	55	W	* 1,00		* 0,00	kh/a	* 1		= 0
Aux. energy - Wood fired/Pellet boiler	0	0									Data entries in 'Boiler' worksheet. Aux. energy demand including possible drinking water production.
											0
DHW system											
											Enter average power consumption of pump
Circulation pump DHW	0		36	W	* 1,00		* 6,9	kh/a	* 1		= 0
											Enter the rated power of the pump
Storage load pump DHW			111	W	* 1,00		* 0,1	kh/a	* 1		= 0
											Boiler electricity consumption at 100% load
DHW boiler aux. energy	0	0	165	W	* 1,00		* 0,0	kh/a	* 1		= 0
											Enter the rated power of the solar DHW pump
Solar aux. electricity	1	0	87	W	* 1,00		* 1,8	kh/a	* 1		= 152
											1,0 / 8,76 =
											0
Aux. electricity cooling and dehumidification											
Aux. electricity cooling				kWh/a	* 1,00		* 1,0		* 1		= 0
Aux. electricity dehum.				kWh/a	* 1,00		* 1,0		* 1		= 0
Misc. aux. electricity											
Misc. aux. electricity				kWh/a	* 1,00		* 1,0		* 1		= 0
											1,0 / 8,76 =
											0
Total											5429
											0
Specific demand											6,2
											kWh/(m²a) (treated floor area)

Internal heat gains for residential buildings (at the moment this worksheet is inactive)

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Utilisation: 20-Office / Admin. building

IHG heating 3,50 W/m²

Type of values used: 2-Standard

IHG cooling 3,50 W/m²

No input is necessary

[Go to utilisation pattern selection](#)

SO to dimension pattern selection													
		Persons		60,0	P	Heating demand		0	kWh/(m²a)				
		Living area		876	m²	Heating period		28	d/a				
Application	Existing [1/0] or occupancy	Within the thermal envelope [1/0]	Norm consumption		Utilisation factor	Frequency		Useful energy [kWh/a]	Included in electricity balance?	Availability	Utilisation period [h/a]	Internal heat gains [W]	
Dishwashing	0	1	1,1 kWh/Use		1,00	65 /(P*a)		0	*	0,30	/ 8,76	= 0	
Clothes washing	0	1	1,1 kWh/Use		1,00	57 /(P*a)		0	*	0,30	/ 8,76	= 0	
Clothes drying with:	1	0	0,0 kWh/Use		1,00	57 /(P*a)		0	*	1,00	/ 8,76	= 0	
1-Clothes line		0	0,0 kWh/Use					0		0,80			
Energy consumed by evaporation	1	0	0,0 kWh/Use		0,00	57 /(P*a)		0	*(1- 0) *	1,00	/ 8,76	= 0	
Refrigerating	0	1	0,8 kWh/d		1,00	365 d/a		0	*	1,00	/ 8,76	= 0	
Freezing	0	0	0,9 kWh/d		0,90	365 d/a		0	*	1,00	/ 8,76	= 0	
or combination	0	1	1,0 kWh/d		1,00	365 d/a		0	*	1,00	/ 8,76	= 0	
Cooking	0	1	0,0 kWh/Use		1,00	500 /(P*a)		0	*	0,50	/ 8,76	= 0	
Lighting	1	1	14,4 W		1,00	2,9 kh/(P*a)		2506	*	1,00	/ 8,76	= 286	
Consumer electronics	1	1	100,0 W		1,00	0,55 kh/(P*a)		3300	*	1,00	/ 8,76	= 377	
Household appliances/Other	1	1	50,0 kWh		1,00	1,0 /(P*a)		3000	*	1,00	/ 8,76	= 342	
Auxiliary appliances (cf. aux Electricity sheet)												= 0	
Other applications (cf. Electricity sheet)	0	0,0						0	*		/ 8,76	= 0	
Persons	60	1	80,0 W/P		1,00	8,76 kh/a		42048	*	0,55	/ 8,76	= 2640	
Cold water	60	1	0,8 W/P		1,00	8,76 kh/a						= 48	
DHW - circulation	0	0	0,0 W		1,00	8,76 kh/a		0	*	1,00	/ 8,76	= 0	
DHW - individual pipes	1	1	0,0 W		1,00	8,76 kh/a		0	*	1,00	/ 8,76	= 0	
DHW storage tank heating case	1	1	6,0 W		1,00	8,76 kh/a		53	*	1,00	/ 8,76	= 6	
DHW storage tank cooling case	1	1	20,0 W		1,00	8,76 kh/a		175	*	1,00	/ 8,76	= 20	
Evaporation	60	1	-25,0 W/P		1,00	8,76 kh/a		-13140	*	1,00	/ 8,76	= -1500	
Total IHG											W	2199	
Specific IHG											W/m²	2,51	
Heat available from internal sources											28 d/a	kWh/(m²a)	1,7

Internal heat gains for non residential buildings (at the moment this worksheet is inactive)

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Utilisation: 20-Office / Admin. building

IHG 3,50 W/m²

Type of values used: 2-Standard

No input is necessary

Persons: 60,0 P		Treated floor area: 876,48 m²		Heating period: 28 d/a		Room temperature: 20 °C		Internal heat gains aux. electricity: 0 W				
Persons	Selection of user profile	Select	Activity of persons	Planning 0 = according to ground area or usable zone 1 = according to occupancy	Number of occupants	Ground area of useful zone [m²]	Average occupancy [Pers./m²]	Heat emitted per person [W]	Utilisation hours per year [h/a]	Relative presence	Utilisation period [h/a]	Average heat release persons [W]
Persons A			Invalid input		{ }*	{ }	27 Not a standard value	0	9 0	18 1,00	8760	0
Persons B			Invalid input		{ }*	{ }	Not a standard value	0	0	1,00	8760	0
Persons C			Invalid input		{ }*	{ }	Not a standard value	0	0	1,00	8760	0
Persons D			Invalid input		{ }*	{ }	Not a standard value	0	0	1,00	8760	0
Persons E			Invalid input		{ }*	{ }	Not a standard value	0	0	1,00	8760	0
Persons F			Invalid input		{ }*	{ }	Not a standard value	0	0	1,00	8760	0
Persons G			Invalid input		{ }*	{ }	Not a standard value	0	0	1,00	8760	0
Evaporation (person specific)			Invalid input		0 *			-15	0	1,00	8760	0
Lighting / Equipment / Aux. electricity							Useful energy [kWh/a]			Availability	Utilisation period [h/a]	Average heat release
Lighting							5307			1	8,76	606
Office applications (within therm. envelope)							23963			1	8,76	2736
Cooking (within therm. envelope)							0			0,5	8,76	0
Dishwashing (within therm. envelope)							0			0,3	8,76	0
Cooling (within therm. envelope)							0			1	8,76	0
Other (within thermal envelope)							70			1	8,76	8
Auxiliary appliances (see 'Aux Electricity' worksheet)												0
Heat loss due to cold water (calculation from column AJ)	On/Off [1 / 0]	Predominant utilisation pattern of building (Data transferred from 'Electricity non-res' worksheet, input kitchen)	Number of WCs (user data)	Amount of WCs: Utilisation of standard values for schools?	Number of WCs (calculation value)	DT: Cold water temp. - Room temp. [K]	Occupied days per year [d/a]	Loss daytime [W]	Loss night-time [W]	Availability	Utilisation period [d/a]	Average power cold water
Cold water due to flushing WC					0	0,5	0	0	0	1	365	0
Total IHG												3349 W
Specific IHG												3,8 W/m²
Heat available from internal sources							28 d/a					3 kWh/(m²a)

Primary Energy Renewable PER

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Selection of heat generation system(s)		Contribution margin (useful energy)		Addl. input in following worksheets		Building type:	
Primary heat generation type		Heating	DHW			Treated floor area A_{TFA} :	876 m²
2-Heat pump(s)		100%	0%	HP, possibly HP ground	Heating demand incl. distribution & hydr. frost protection	Projected building footprint $A_{projected}$:	741 m²
Secondary heat generation type (optional & different)					Cooling energy dem. incl. dehumidification		0 kWh/(m²a)
5-Direct electricity					DHW demand including distribution:		12 kWh/(m²a)
		0%	100%				1 kWh/(m²a)

Energy demand	Efficiency		Final energy		PER			PE		CO ₂	
Reference: Treated floor area	Calculati on	User defined value	Contribution (final energy)	Final energy demand	PER factor	Effective PER factor (including biomass	PER specific value	PE factor	PE value	CO ₂ emissions factor (CO ₂ -eq)	CO ₂ -eq emissions
	-	-		kWh/(m²a)	kWh/kWh	kWh/kWh	kWh/(m²a)	kWh/kWh	kWh/(m²a)	kg/kWh	kg/(m²a)
							1-PE factors (non-renewable) PHI Certification	1-CO ₂ factors GEMIS (Germany)			
							68,1	136,9		28,1	
Heating			100%			1,10	0,2	2,60	0,5		0,1
Electricity (HP compact unit)					1,65			2,60		0,532	
Electricity (heat pump)	2,08		100%	0,1	1,65	1,10	0,2	2,60	0,4	0,532	0,1
District heating: 1-None					2,8|4,5|3,3					0,000	
Wood and other biomass					1,10			-		-	
Natural gas / RE gas					1,75			1,10		0,250	
Heating oil / RE methanol					2,30			1,10		0,320	
Solar thermal system								0,00		0,045	
Electricity (direct)					1,65			2,60		0,532	
			0%								
Aux. electricity (heating, wintertime ventilation)				0,0	1,65	1,10	0,1	2,60	0,1	0,532	0,0
Cooling and dehumidification					1,51		19,3		33,1		6,8
Electricity cooling (heat pump)	2,00			5,0	1,45		7,2	2,60	13,0	0,532	2,7
Auxiliary electricity cooling, ventilation summer				6,0	1,45		8,7	2,60	15,5	0,532	3,2
Electricity dehumidification (heat pump)	1,29			1,8	1,90		3,3	2,60	4,6	0,532	0,9
Auxiliary electricity (dehumidification)					1,90			2,60		0,532	
DHW generation			100%			0,98	1,3	0,37	0,5		0,1
Electricity (HP compact unit)					1,20			2,60		0,532	
Electricity (heat pump)					1,20			2,60		0,532	
District heating: 1-None					2,8|4,5|3,3					0,000	
Wood and other biomass					1,10			-		-	
Natural gas / RE gas					1,75			1,10		0,250	
Heating oil / Methanol					2,30			1,10		0,320	
Solar thermal system			99%	1,1	0,95	0,95	1,1	0,00	0,0	0,045	0,050
Electricity (direct)	1,00		1%	0,0	1,20	1,20	0,0	2,60	0,0	0,532	0,0
			0%								
Aux. electricity (DHW + solar DHW)				0,2	1,20	1,20	0,2	2,60	0,5	0,532	0,1
Household electricity				39,5		1,20	47,4		102,8		21,0
Electricity (household or non-residential lighting, etc.)				39,5	1,20	1,20	47,4	2,60	102,8	0,532	21,0
Auxiliary electricity (other)					1,20			2,60		0,532	
Gas / RE gas dry/cook				0,0	1,75		0,0	2,60	0,0	0,270	0,0

Energy generation	Final energy		PER		PE		CO ₂	
Reference: Projected building footprint area	Final energy generation	Final energy generation	PER factor	PER specific value	PE factor	PE Value	Emission factor (CO ₂ -eq)	CO ₂ -eq emissions
	kWh/a	kWh/(m² _{projected} *a)	kWh/kWh	kWh/(m² _{projected} *a)	kWh/kWh	kWh/(m²a)	kg/kWh	kg/a
				31,0		1,6		1435,0
PV electricity	22085	29,8	1,00	29,8	0,00	0,0	0,063	1391,4
Solar thermal system	970	1,3	0,95	1,2	1,22	1,6	0,045	43,7
		0,0						

PE demand requirement in case of verification through PE (non-renewable) [kWh/(m²a)]	-	Current building reaches following class	137	Requirement met?	-
--------------------------------------------------------------------------------------	---	------------------------------------------	-----	------------------	---

Achievable energy standard through the verification of renewable primary energy (assessment of individual aspects)	Useful energy, performance				Airtightness n_{50} 1/h
	Annual heat dem. Treated floor area kWh/(m²a)	Heating load Treated floor area W/m²	Useful cool. energy Treated floor area kWh/(m²a)	Cooling load Treated floor area W/m²	
Requirement EnerPHit Premium	15		17	11	1,00
Requirement EnerPHit Plus					
Requirement EnerPHit Classic					
Requirement					
Current building reaches following class for aspect	0	15	12	18	1,0
	Premium		Premium		Premium

Summary	Final energy	PER specific value	PE value	CO ₂ eq emissions	CO ₂ eq substitution balance
Though, from the scientific point of view, not entirely correct, different energy carriers will be added together here. This is done to meet the criteria of other energy standards.	MWh/a	MWh/a	MWh/a	kg/a	kg/a
Demand	47,1	59,7	119,95	24587	24587
Generation	-23,1	-23,0	-1,19	1435	-10560
Demand, cumulative generation (annual balance)	24,05	36,72	118,76	26022	14027
Demand w/o household electricity	12,5	18,2	29,86	6154	6154
Demand w/o household electricity, cum. generation	-10,60	-4,84	28,68	7590	-4405

Primary Energy Renewable PER

PER-generation [kWh/(m²_{projected}*a)]

PER-demand [kWh/(m²_{TFA}*a)]

Legend: EnerPHit Premium (green line), EnerPHit Plus (yellow line), EnerPHit Classic (orange line), Current building (red X).

Passive House compact unit with exhaust air heat pump

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Calculation based on measured values of the laboratory evaluation for component certification

Building type:			
Treated floor area A_{TFA} :	876	m²	
Covered fraction of space heating demand	(PER worksheet)	0%	
Space heating demand + distribution losses	$Q_{H1} + Q_{H2}$: (DHW+Distribution)	264	kWh
Solar contribution for space heating	η_{Solar_H} : (SolarDHW worksheet)	0%	
Effective annual heating demand	$Q_{H1,W} = Q_{H1} \cdot (1 - \eta_{Solar_H})$	0	kWh
Covered fraction of DHW demand	(PER worksheet)	0%	
Total heating demand of DHW system	Q_{DHW} : (DHW+Distribution)	979	kWh
Solar contribution for DHW	η_{Solar_DHW} : (SolarDHW worksheet)	99%	
Effective DHW demand	$Q_{DHW-W} = Q_{DHW} \cdot (1 - \eta_{Solar_DHW})$	0	kWh
1-Sorting: LIKE LIST			
Compact unit selection:			
Measured values from laboratory test			
Ventilation			
Effective heat recovery efficiency	η_{eff} : (Test stand)		
Electric efficiency	(Test stand)		Wh/m³
Heating			
Outdoor air temperature	T_{amb}		°C
Measured thermal power heat pump Heating	$P_{HP_Heating}$		kW
Measured COP Heating	$COP_{Heating}$		-
Domestic hot water			
Outdoor air temperature	T_{amb}		°C
Measured thermal power DHW storage heating-up	$P_{DHW_Heating_Up}$		kW
Measured thermal power DHW storage reload	P_{DHW_Reload}		kW
Measured COP DHW storage heating-up	$COP_{DHW_Heating_Up}$		-
Measured COP DHW storage reload	COP_{DHW_Reload}		-
Standby (inputs required only if different from storage reload)			
Outdoor air temperature	T_{amb}		°C
Measured thermal power heat pump Standby	$P_{HP_Standby}$		kW
Measured COP Standby	$COP_{Standby}$		-
Specific heat loss storage incl. connections	$U \cdot A_{Storage}$: (Test stand)		W/K
Average storage temperature in standby mode	$T_{DHW_Standby}$: (Test stand)		°C
Heat pump priority	separate heat pumps	DHW priority	Heating priority
Room temperature (°C)	20		
Av. ambient temp. Heating P. (°C)	14		
Av. Ground temp (°C)	20		
Efficiency SHX exhaust air mixing	η_{SHX}		
Heat recovery efficiency SHX exhaust air mixing (if applicable)	η_{SHX_add} : (Design Value)	0%	
Volume flow rate of added exhaust air (if applicable)	V_{add} : (Test stand)		m³/h
Hydraulic frost protection			
Heat supplied by direct electricity	Q_{E_dr}		kWh/a
Space heat supplied by HP	$Q_{HP_Heating}$		kWh/a
Winter DHW supplied by HP	$Q_{HP_DHW_Winter}$	0	kWh/a
Winter standby heat supplied by HP	$Q_{HP_Standby_Winter}$		kWh/a
Summer DHW supplied by HP	$Q_{HP_DHW_Summer}$	0	kWh/a
Summer standby heat supplied by HP	$Q_{HP_Standby_Summer}$		kWh/a
Performance factor of heat generator, DHW & space heating			
Seasonal performance factor	SPF_{H-3}		
Final energy demand heat generation	Q_{total}		kWh/a
Annual PE demand (non-renewable primary energy)			kg/a
Annual CO ₂ -equivalent emissions			kg/(m²a)

Including DHW connection for washing machines & dishwas

979	kWh
99%	
0	kWh

Heat pump

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

		Building type:			
		Treated floor area A _{TFA} :		876	m²
Covered fraction of space heating demand	(<i>PER' worksheet</i>)			100%	
Space heating demand + distribution losses	Q _H +Q _{HL} : (<i>DHW+Distribution</i>)			264	kWh/a
Solar fraction for space heat	η _{Solar, H} (<i>"SolarDHW" worksheet</i>)			0%	
Effective annual heating demand	Q _{H,WI} =Q _H *(1-η _{Solar, H})			264	kWh/a
Covered fraction of DHW demand	(<i>PER' worksheet</i>)			0%	
Total heating demand of DHW system	Q _{gDHW} (<i>DHW+Distribution</i>)			803	kWh/a
Solar fraction for DHW	η _{Solar, DHW} (<i>"SolarDHW" worksheet</i>)			99%	
Effective DHW demand	Q _{DHW,WI} =Q _{DHW} *(1-η _{Solar, DHW})			0	kWh/a
Number of heat pumps in the system				1	
Functionality				Heating	
Heating					
Selection of HP:	1-Standard air/water heat pump	Heat source:	1-Outdoor air		
Selection of distribution system			3-Supply air heating		
Design distribution temperature		θ _{design} (<i>DHW+Distribution</i>)	55,00 °C		
Nominal power of distribution system		P _{nom}	3,96 kW		
Distribution system (to be completed by experienced users only)					
Nominal power of distribution system		P _{nom}			
Radiator exponent		n			
Heat storage tank (buffer storage tank 'DHW+Distribution' worksheet)			0-No		
Specific heat losses storage		U * A _{Storage}			
Storage location in thermal envelope			1-Inside		
Room temperature (storage location: outside of thermal envelope)		(<i>DHW+Distribution</i>)			
Sink temperature of heat pump for heating		θ _{ank}	55,00 °C		
Entries in relation to the domestic hot water system					
Selection of HP:	0-None	Heat source:			
DHW temperature		(<i>DHW+Distribution</i>)	60,00 °C		
Orientation of DHW storage tank ('storage 1' in 'DHW+Distribution' worksheet)			1-Inside		
Specific heat losses storage		U * A _{Storage}	0,5 W/K		
Room temperature (storage location: outside of thermal envelope)		(<i>DHW+Distribution</i>)	20,00 °C		
Type of backup heater			1-Elec. Immersion heater		
Δθ of electric continuous flow water heater			K		
Additional options in case of one heat pump for both functions: Heating & DHW					
Same heat pump's sink temperature for Heating and for DHW			1-Yes		
Heat pump priority		(<i>Manufacturer, tech. data</i>)	1-DHW-priority		
Control strategy					
Heat pump control strategy			1-On/Off		
Heating					
Depth ground water / Ground collector / Ground probe		z			
Power of pump for ground heat exchanger		P _{pump}			

Heating

Heat pump: Standard air/water heat pump

Source: 1-Outdoor air

	θ_{source} °C	θ_{sink} °C	Heating capacity kW	COP
Test point 1	-7,0	35,0	2,2	2,7
Test point 2	2,0	35,0	2,6	3,1
Test point 3	7,0	35,0	3,1	3,7
Test point 4	15,0	35,0	3,8	4,3
Test point 5	20,0	35,0	4,1	4,9
Test point 6	-7,0	50,0	2,0	2,0
Test point 7	2,0	50,0	2,5	2,3
Test point 8	7,0	50,0	3,0	2,8
Test point 9	15,0	50,0	3,7	3,3
Test point 10	20,0	50,0	3,9	3,5
Test point 11				
Test point 12				
Test point 13				
Test point 14				
Test point 15				

Temperature difference in sink

$\Delta\theta_{\text{Sink}}$

5,0

K

DHW

Heat pump:

Source:

	θ_{source} °C	θ_{sink} °C	Heating capacity kW	COP
Test point 1				
Test point 2				
Test point 3				
Test point 4				
Test point 5				
Test point 6				
Test point 7	Source type number	Source type name	Wärmequelle	
Test point 8				
Test point 9	1,0	1-Outdoor air	1-Outdoor air	
Test point 10	3,0	3-Ground probes	2-Ground water	
Test point 11	2,0	2-Ground water	3-Ground probes	
Test point 12	3,0	3-Ground probes	Horizontal ground collect	
Test point 13	1,0	1-Outdoor air		
Test point 14	1,0	1-Outdoor air		
Test point 15	1,0	1-Outdoor air		

Temperature difference in sink

$\Delta\theta_{\text{Sink}}$

K

Electr. energy consumption pump (grnd. water / ground)

$Q_{\text{El,Pump}}$

0

kWh/a

Energy by direct electricity

$Q_{\text{El,direct}}$

12

kWh/a

Space heat supplied by HP

$Q_{\text{HP,Heating}}$

252

kWh/a

Winter DHW supplied by HP

$Q_{\text{HP,DHW,Winter}}$

0

kWh/a

Summer DHW supplied by HP

$Q_{\text{HP,DHW,Summer}}$

0

kWh/a

Space heating supplied by HP without storage losses

$Q_{\text{HP,Heating}}$

252

kWh/a

Winter DHW supplied by HP without storage losses

$Q_{\text{HP,DHW,Winter}}$

0

kWh/a

Summer DHW supplied by HP without storage losses

$Q_{\text{HP,DHW,Summer}}$

0

kWh/a

Electrical consumption of HP

$Q_{\text{El,HP}}$

115

kWh/a

Seasonal performance factor of heat pump

$\text{SPF}_{\text{H-1}}$

2,19

kWh/a

Final electrical energy demand heat generation

Q_{final}

127

kWh/a

Annual primary energy demand

329

kg/a

Annual CO₂-equivalent emissions

67

kg/(m²a)

2. HP: Domestic hot

kWh/(m²a)

0,1

kg/(m²a)

0,4

kg/(m²a)

0,1

Heat pump ground (ground collectors / ground probes)

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Building type:
Treated floor area A_{TFA}: m²

Ground probes

Probe field configuration

Length of probe

Probes spacing/distance

Depth (z=H/2)

Type of probe

Borehole radius

Inner radius of pipe

Exterior pipe radius

Distance between pipes

Inner radius of pipe casing (only coaxial)

Exterior radius casing pipe (only coaxial)

Thermal conductivity of pipe

Thermal conductivity of back fill

Probe time constant

Internal borehole resistance

Borehole resistance

(HP worksheet)

Individual probe

H m

B m

z m

Double-U

r_b m

r_i m

r_a m

B_U m

r_{i2} m

r_{a2} m

λ_R W/(mK)

λ_F W/(mK)

t_p d

R_a Km/W

R_b Km/W

Ground

Soil type

Density of the ground

Thermal capacity of ground

Thermal conductivity of ground

Soil temperature conductivity

Ground temperature gradient

Sand, 9% moisture

ρ_E kg/m³

c_{pE} J/(kgK)

λ_E W/(mK)

α_E m/s²

ΔT_G K/m

Brine

Brine (characteristics at 2 °C)

Density of the brine

dynamic viscosity of the brine

Heat capacity brine

Thermal conductivity of brine

Brine - mass flow

Ethylene glycol 25%

ρ_S kg/m³

η_S kg/(ms)

c_{pS} J/(kgK)

λ_S W/(mK)

m_S kg/s

Operation type

Waste heat from active cooling to ground probe? Please check if appropriate. ☐

Heat pump operation duration

Specific heat extraction rate as an annual average

h/a

q_{ex} W/m

H/R_b W/K

Ground collectors

Inner radius of pipe

r_i m

Exterior pipe radius

r_a m

Thermal conductivity of pipe

λ_p W/(mK)

Pipe depth

z_{pipe} m

Ground water depth

z_{gw} m

Pipe spacing

D m

Base area

#ΔIA/P/O! m²

Pipe outer surface

#ΔIA/P/O! m²

Pipe length

L m

Brine

Brine (characteristics at 2 °C)

Density of the brine

dynamic viscosity of the brine

Heat capacity brine

Thermal conductivity of brine

Brine - mass flow

Ethylene glycol 25%

ρ_S kg/m³

η_S kg/(ms)

c_{pS} J/(kgK)

λ_S W/(mK)

m_S kg/s

Specific heat extraction rate

q_{ex} W/m²

U * A W/K

Climate

Period duration

d

Average ground surface temp.

T_{m0} °C

Surface temperature amplitude

T₁ °C

Phase shifting surface

t₀₂ d

Ground characteristics

	Thermal conductivity	Density	Heat capacity	Heat capacity	Thermal conductivity	Source
	[W/(mK)]	[kg/m ³]	[J/(kg K)]	[MJ/(m ³ K)]	[10 ⁻⁷ m ² /s]	
A Sand, 9% moisture	0,980	1440	1507	2,170	4,520	[Neiß 1977]
B Sand, 13% moisture	1,500	1600	1800	2,880	5,210	[Neiß 1977]
C Ground, coarse gravel	0,520	2000	1840	3,680	1,410	[VDI 1984]
D Loam, 36% moisture	2,300	1650	2847	4,700	4,900	[Neiß 1977]
E Clay	1,280	1500	880	1,320	9,700	[VDI 1984]
F Clay / Silt	2,200	2550	882	2,250	9,780	[VDI 2000]
G Slate	2,100	2700	870	2,350	8,940	[VDI 2000]
H Silt	1,500	1920	2938	5,640	2,660	[ISO 13370]
I Rock	3,500	2500	2500	6,250	5,600	[ISO 13370]
J						

Properties of the brine

	Temperature	Density	Heat capacity	Thermal conductivity	Dynamic viscosity
	[°C]	[kg/m ³]	[J/(kg K)]	[W/(mK)]	[kg/(ms)]
A Ethylene glycol 25%	2	1052	3950	0,480	0,0052
B Potassium carbonate	2	1265	2941	0,544	0,0031
C Potassium formate	2	1226	3190	0,534	0,00237
D Water	2	997	4190	0,590	0,001307
E					

Result ground probe calculation

Month	Borehole temperature °C
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

Boiler (gas, oil and wood)

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Building type:			
Treated floor area A _{TFA} :	876	m²	
Covered fraction of space heating demand	(<i>'PER' worksheet</i>)	0%	
Space heating demand + distribution losses	Q _H +Q _{HS} : (<i>DHW+Distribution</i>)	264	kWh
Solar contribution for space heating	η _{Solar, H} (<i>'SolarDHW' worksheet</i>)	0%	
Effective annual heating demand	Q _{H,W} =Q _H ·(1-η _{Solar, H})	0	kWh
Space heating demand without distribution losses	Q _H (<i>'Verification' worksheet</i>)	264	kWh
Covered fraction of DHW demand	(<i>'PER' worksheet</i>)	0%	
Total heating demand of DHW system	Q _{gDHW} (<i>DHW+Distribution</i>)	979	kWh
Solar contribution for DHW	η _{Solar, DHW} (<i>'SolarDHW' worksheet</i>)	99%	
Effective DHW demand	Q _{DHW,W} =Q _{DHW} ·(1-η _{Solar, DHW})	0	kWh
Boiler type			
1-None			
Fuel	-		
PER factors (renewable primary energy)	(<i>'Data' worksheet</i>)	#TIMH!	kWh _{PER} /kWh _{Final}
PE factor (non-renewable primary energy)	(<i>'Data' worksheet</i>)	#TIMH!	kWh _{PE} /kWh _{Final}
CO ₂ emissions factor (CO ₂ -equivalent)	(<i>'Data' worksheet</i>)	#TIMH!	g/kWh
Useful heat provided	Q _{Use}		kWh/a
Max. heating power required for heating the building	P _{BH} (<i>'Heating load' worksheet</i>)	3,96	kW
Length of the heating period	t _{HP}	664	h
Length of DHW heating period	t _{DHW}	8760	h
Use characteristic values entered (check if appropriate)?			
Project data			
Design output	P _{nom} (<i>Rating plate</i>)	15	kW
Installation of boiler (Outdoor: 0, Indoor: 1)		0	
Standard values			
		15	kW
		0	
Input field			
Project data			
Boiler efficiency at 30% load	η _{30%} (<i>Manufacturer</i>)		
Boiler efficiency at nominal output	η _{100%} (<i>Manufacturer</i>)		
Standby heat loss boiler at 70 °C	q _{B,70} (<i>Manufacturer</i>)		
Average return flow temperature measured at 30% load	θ _{30%} (<i>Manufacturer</i>)		°C
Standard values			
Input field			
Project data			
Efficiency of heat generator in basic cycle	η _{GZ} (<i>Manufacturer</i>)		60%
Efficiency of heat generator in steady-state operation	η _{SO} (<i>Manufacturer</i>)		70%
Average fraction of heat output released to heating circuit	Z _{HC,m} (<i>Manufacturer</i>)		0,4
Temperature difference betw. power-on and power-off	ΔS (<i>Manufacturer</i>)		30 K
In case of inside installation: area of installation room	A _{instal} (<i>Project</i>)		0 m²
Useful heat output per basic cycle	Q _{N,GZ} (<i>Manufacturer</i>)		22,5 kWh
Average power output of the heat generator	Q _{N,m} (<i>Manufacturer</i>)		15,0 kW
Heat generator with built in conveyor for pellets			
Unit only with regulation (no fan / no starting aid)			
Auxiliary energy demand for a basic cycle	Q _{HE,GZ} (<i>Manufacturer</i>)		kWh
Power consumption in steady-state operation	P _{el,SB} (<i>Manufacturer</i>)		W
Standard values			
			kWh
			W
Input field			
Project data			
Utilisation factor of heat generator space heating	h _{H,g,K} = f ₁ ·h _K	0%	
Utilisation factor heat generator DHW	h _{DW,g,K} = h _{100%/f_{1,DW}}	0%	
Utilisation factor heat generator DHW & space heating	h _{g,K}	0%	
Standard values			
Input field			
Project data			
Final energy demand space heating	Q _{Final,HE} = Q _{H,w} ·e _{H,g,K}	0	kWh/a
Final energy demand DHW	Q _{Final,TW} = Q _{DHW,w} ·e _{TW,g,K}	0	kWh/(m²a)
Total final energy demand	Q _{Final} = Q _{End,HE} + Q _{End,TW}	0	0,0
Annual PE demand (non-renewable primary energy)			
Annual CO ₂ -equivalent emissions			

District heating and combined heat power (CHP)

EnerPHit with PHPP Version 9.6a

K2 / Climate: 35,5 °N / 24,1 °O / TFA: 876 m² / Heating: 0,3 kWh/(m²a) / Cooling: 12,2 kWh/(m²a) / PER: 68,1 kWh/(m²a)

Building type:			
Treated floor area A _{TFA} :	876	m²	
Covered fraction of space heating demand	(<i>"PER" worksheet</i>)	0%	
Annual heating demand kWh/a	Q _H (<i>DHW+Distribution</i>)	264	kWh
Solar contribution for space heating	η _{Solar, H} (<i>"SolarDHW" worksheet</i>)	0%	
Effective annual heating demand	Q _{H,WI} =Q _H *(1-η _{Solar, H})	0	kWh
Covered fraction of DHW demand	(<i>"PER" worksheet</i>)	0%	
DHW demand	Q _{DHW} (<i>DHW+Distribution</i>)	979	kWh
Solar contribution for DHW	η _{Solar, DHW} (<i>"SolarDHW" worksheet</i>)	99%	
Effective DHW demand	Q _{DHW,WI} =Q _{DHW} *(1-η _{Solar, DHW})	0	kWh

PE factor (non-renewable)		CO₂ emissions factor (CO₂-eq)	
Definition of heat source for PE factor and CO ₂ emissions	1-None	kWh _{PE} /kWh _{Final}	kg/kWh
Definition of heat source for calculation of PER factor			0,000
Heat net	Efficiency district heating net		

CHP complex & boiler for peak loads	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fraction</th> <th>Efficiency Electricity</th> <th>Heat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Fraction	Efficiency Electricity	Heat				100%			100%			<table border="0"> <tr> <td></td> <td>PER factors</td> <td>PER factors</td> </tr> <tr> <td>Within biomass budget</td> <td>1,10</td> <td>2,80</td> </tr> <tr> <td>Excess of biomass budget</td> <td>1,65</td> <td>4,50</td> </tr> <tr> <td>DHW Summer</td> <td>1,20</td> <td>3,30</td> </tr> </table>		PER factors	PER factors	Within biomass budget	1,10	2,80	Excess of biomass budget	1,65	4,50	DHW Summer	1,20	3,30
Fraction	Efficiency Electricity	Heat																								
100%																										
100%																										
	PER factors	PER factors																								
Within biomass budget	1,10	2,80																								
Excess of biomass budget	1,65	4,50																								
DHW Summer	1,20	3,30																								
CHP complex																										
Boiler for peak loads																										
Total																										

Performance ratio of heat transfer station	h _{a,HX}	105%
Utilisation factor of heat transfer station	η _{a,SHX}	95%

	kWh/a	kWh/(m²a)
Final energy demand heat generation	Q _{Final} = Q _{Use} * e _{a,DH}	0
Annual PE demand (non-renewable primary energy)		0
	kg/a	kg/(m²a)
Annual CO ₂ -equivalent emissions		0

Table of PER and PE factors as well as CO ₂ -equivalent emission factors of different energy carriers and uses from different sources				
Energy type	Number	Energy carrier	Transfer to 'PER' works	
			PER factor	1-PE factors (non-renewable) PHI Certification
			$\frac{kWh_{prim-el}}{kWh_{Final}}$	$\frac{kWh_{prim}}{kWh_{Final}}$
	10	None		
Fuel source	20	Heating oil	2,30	1,10
	30	Natural gas	1,75	1,10
	31	LPG	1,75	1,10
	41	Hard coal	2,30	1,10
	42	Brown coal	2,30	1,20
	32	Biogas	1,10	1,10
	21	Pyrolysis oil or bio oil	1,10	1,10
	43	Wood	1,10	0,20
	44	Wood logs	1,10	0,20
	50	Pellets	1,10	0,20
	46	Forest woodchips	1,10	0,20
	47	Poplar woodchips	1,10	0,20
	33	RE-Gas	1,75	
	22	RE-Methanol	2,30	
	48	Biomass	1,10	
Electricity	60	Electricity-mix		2,60
	61	Electricity mix from CHC		2,40
	00	Primary electricity	1,00	
	01	Household electricity	1,20	2,60
	02	Electricity for DHW	1,20	2,60
	03	Electricity for heating	1,65	2,60
	04	Electricity for cooling	1,45	2,60
	05	Electricity for dehumidification	1,90	2,60
	06	Platzhalter_EE-Stromanwendung	-	2,60
	62	Electricity from photovoltaics	1,00	0,00
	63	Monocrystalline photovoltaic electric	1,00	0,00
	64	Polycrystalline photovoltaic electric s	1,00	0,00
	65	Onshore wind power	1,00	0,00
	66	Offshore wind power	1,00	0,00
	67	Hydroelectric power station > 10MW	1,00	0,00
Environmental energy, solar thermal energy	71	Ground heat, geothermal energy	0,00	0,00
	72	Ambient high temperature	0,00	0,00
	73	Ambient low temperature	0,00	0,00
	80	Solar thermal flat plate collector (ger	1,00	0,00
	81	Solar thermal evacuated tube collect	1,00	0,00
	74	Waste heat	0,00	0,00
User defined energy carrier (for generation, please en user defined factords for demand in columns N and O	98	Eigener Energieträger		
	99			
District heat	1	1-None		0,00
	10	10-Hard coal CHP (large) 70% CHP		0,80
	11	11-Hard coal CHP (large) 35% CHP		1,10
	12	12-Hard coal HP 0% CHP		1,50
	20	20-Gas CHP (small) 70% CHP	Calculation	0,70
	21	21-Gas CHP (small) 35% CHP	in	1,10
	22	22-Gas HP 0% CHP	'District	1,50
	30	30-Oil CHP (small) 70% CHP	heating'	0,80
	31	31-Oil CHP (small) 35% CHP	worksheet	1,10
	32	32-Oil HP 0% CHP		1,50
	40	40-Eigene Eingabe: 90% KWK		0,80
	13	Fossil fuel		0,70
	14	Renewable fuel		0,00
	15	Fossil fuel		1,30
	16	Renewable fuel		0,10

Heat generator			x) Gas will be used	
No.	Type	Fuel ('Comparison' worksheet)		
1	1-None			
10	10-Improved gas condensing boiler	1	x	
11	11-Improved oil condensing boiler	2		
12	12-Gas condensing boiler	1	x	
13	13-Oil condensing boiler	2		
20	20-Low temperature boiler gas	1	x	
21	21-Low temperature boiler oil	2		
30	30-Firewood pieces (direct and indirect heat emission)	3		
31	31-Wood pellets (direct and indirect heat emission)	4		
32	32-Wood pellets (only indirect heat emission)	4		
40	40-Reserve			

Dishwashers and washing machines	
1-DHW connection	
2-Cold water connection	

Clothes drying		Availability electricity	Availability evaporation
1-Clothes line		1	1
2-Drying closet (cold!)		1	1
3-Drying closet (cold!) in extract air		0,9	0,9
4-Condensation dryer		0,7	0
5-Electric exhaust air dryer		1	1
6-Gas exhaust air dryer		1	1

Cooking		Electric fraction	PE factor	CO ₂ factor	PER-factor
1-Electricity		100%	2,60	0,53	1,20
2-Natural gas		0%	1,10	0,25	1,75
3-LPG		0%	1,10	0,27	1,75