



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ ΜΕ  
ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ DISTRICTPH



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : ΑΣΗΜΙΝΑ ΡΑΠΤΗ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ : 02117659

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΤΖΙΒΑΝΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή ,κύριο Τζιβανίδη Χρήστο για την καθοδήγηση και την ευκαιρία συνεργασίας με το Ινστιτούτο Παθητικών Κτιρίων.

Και εν συνεχεία τα άτομα του Ινστιτούτου Παθητικών Κτιρίων , Αλεξάνδρα Μανγκίνα και Δημήτρη Παλλαντζά για την πολύτιμη βοήθεια σχετικά με την επεξήγηση του λογισμικού district rh που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία αλλά και τις γενικότερες συμβουλές και προτάσεις τους για την μελέτη που πραγματοποιήθηκε.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περιεχόμενα	
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
ABSTRACT .....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	6
1.1ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	6
1.1.1 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ .....	7
1.1.2 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ .....	8
1.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ .....	9
1.2.1 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ .....	9
1.2.2 ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.....	10
1.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΝΔΕΙΑ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ .....	13
1.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΙΡΙΩΝ .....	13
1.2.5ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΤΟΜΕΑ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	17
2 .1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ .....	17
.....	18
2.2 ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ.....	18
2.3 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	22
2.4 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	26
3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ .....	26
3.2 Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΝΟΤΙΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ .....	27
3.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΑΖΑ .....	29
.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	31
4.1 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ .....	31
4.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	31
4.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΜΕΣΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ .....	31
4.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΜΕΣΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ.....	32
4.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ .....	36
4.3 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ.....	37
4.3.1 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	38
4.3.2 ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ....	40
4.3.3 ΣΚΙΑΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ .....	40

4.3.4 ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ.....	41
4.3.5 ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΗ ΨΥΞΗ.....	42
4.4 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ .....	43
4.4.1 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ.....	43
4.4.2 ΑΙΘΡΙΑ .....	44
4.4.3 ΦΩΤΑΓΩΓΟΙ.....	45
4.4.4 ΡΑΦΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΣΙΔΕΣ .....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	48
5.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΤΡΟΠΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΣΕ ΟΙΚΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	48
5.1.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ.....	48
5.1.2 ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ.....	49
5.1.3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ.....	50
5.1.4 ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΜΕ ΑΠΕ.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	53
6.1 ΤΡΟΠΟΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΓΕΙΤΟΝΙΩΝ.....	53
6.2 ΤΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ FINDHORN .....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 .....	56
Εικόνα 28, λογότυπο λογισμικού District PH .....	56
7.1 ΒΑΣΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ .....	56
7.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	59
7.3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΡΟΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	89
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	92
8.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ.....	92
8.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΡΧΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ DISTRICT PH.....	99
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 .....	114
9.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ 2050.....	114
9.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΩΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ .....	117
9.3 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ.....	134
9.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ .....	148
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 .....	156
10.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΕΠΙΤΕΥΞΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.....	156

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 .....	160
11.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	160
11.2 Τελικά Συμπεράσματα Εργασίας.....	162
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	164

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην διεξοδική ανάλυση του τρόπου λειτουργίας των παθητικών κτιρίων και στην κατανόηση της αξίας και της συμβολής τους στην εξοικονόμηση ενέργειας .

Η εργασία απαρτίζεται από δυο κομμάτια . Στο πρώτο μέρος παρουσιάζεται μια πιο θεωρητική προσέγγιση σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας , τα πιο εδραιωμένα συστήματα και μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται , την νομοθεσία που ισχύει στον κτιριακό τομέα καθώς και κάποια πρακτικά παραδείγματα από παθητικές γειτονιές.

Στο δεύτερο μισό της εργασίας , αναλύεται το λογισμικό District ph ,που μας δόθηκε από το Ινστιτούτο Παθητικών κτιρίων και παρέχει στους μηχανικούς την δυνατότητα να κατηγοριοποιήσουν τους διάφορους τύπους οικισμών και κτιρίων σε μια γειτονιά ή ακόμα και σε μια ολόκληρη πόλη και αφού μελετηθούν τα ενεργειακά αποτελέσματα και οι ρύποι της παρούσας κατάστασης , μπορούν να μεταβούν σε μερική ή και πλήρη ανακαίνιση των δομικών στοιχείων και του μηχανολογικού εξοπλισμού ορίζοντας το χρονικό διάστημα που θα λάβει χώρα, στοχεύοντας στην συνολική ενεργειακή αναβάθμιση της γειτονιάς και στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

## ABSTRACT

This project aims at the thorough analysis of the operation of passive buildings and generally it is mentioned their advantages and their contribution to energy saving.

The project consists of two parts . the first part presents a more theoretical approach about the operative way of passive houses , the mechanical systems that are used, the legislation that is in force I the building sector ,and also some real examples from passive neighborhoods.

In the second part of this paper, the software District ph is presented .This software is a really useful tool for mechanics as it enables them to categorize the various types of settlements and buildings in a neighborhood or even in an entire city and then they can study the energy results and the pollutants of the present situation . Consequently

, they have the ability to renovate partially or completely some structural elements and mechanical equipment in a specific time period ,aiming at the overall energy upgrade of neighborhood and the reduction of carbon dioxide emissions.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Στο παρακάτω κεφάλαιο θα παρουσιαστεί συνοπτικά η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στον κτιριακό τομέα και η σημασία της βελτίωσης της υφιστάμενης



ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων .

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Εικόνα 1: εικονική αναπαράσταση της καταστροφής του πλανήτη λόγω της κλιματικής αλλαγής{41}

Η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει επηρεάσει καθοριστικά το κλίμα του πλανήτη , αυξάνοντας δραματικά τα αέρια του θερμοκηπίου σε επίπεδα πολύ υψηλότερα από τα φυσιολογικά . Αυτή η έκλυση αερίων του θερμοκηπίου πηγάζει κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων με κυρίαρχα το λιγνίτη , το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο για την παραγωγή ενέργειας (βιομηχανία, μεταφορές και οικιακή χρήση )και σε μικρότερο βαθμό από άλλες δραστηριότητες όπως η γεωργία- κτηνοτροφία ,η παραγωγή τοξικών ουσιών η αποψίλωση μεγάλων δασικών εκτάσεων και η υγειονομική ταφή αστικών απορριμμάτων .

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής γίνονται ολοένα και πιο φανερές τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε εγχώριο επίπεδο. Ακραία καιρικά φαινόμενα πλέον κυριαρχούν όπως η υπερθέρμανση του πλανήτη, η τήξη πάγων, η αύξηση της στάθμης της θάλασσας, ο κίνδυνος πλημμύρας σε ορισμένες περιοχές και κίνδυνος λειψυδρίας και ξηρασίας σε άλλες, εξάλειψη ορισμένων ζωικών και φυτικών ειδών. Προβλήματα υγείας (κυρίως αναπνευστικά και όρασης).

Όλα τα παραπάνω καθιστούν επιτακτική την ανάγκη λήψης δραστικών μέτρων για τον άμεσο περιορισμό της κλιματικής αλλαγής.

### 1.1.1 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

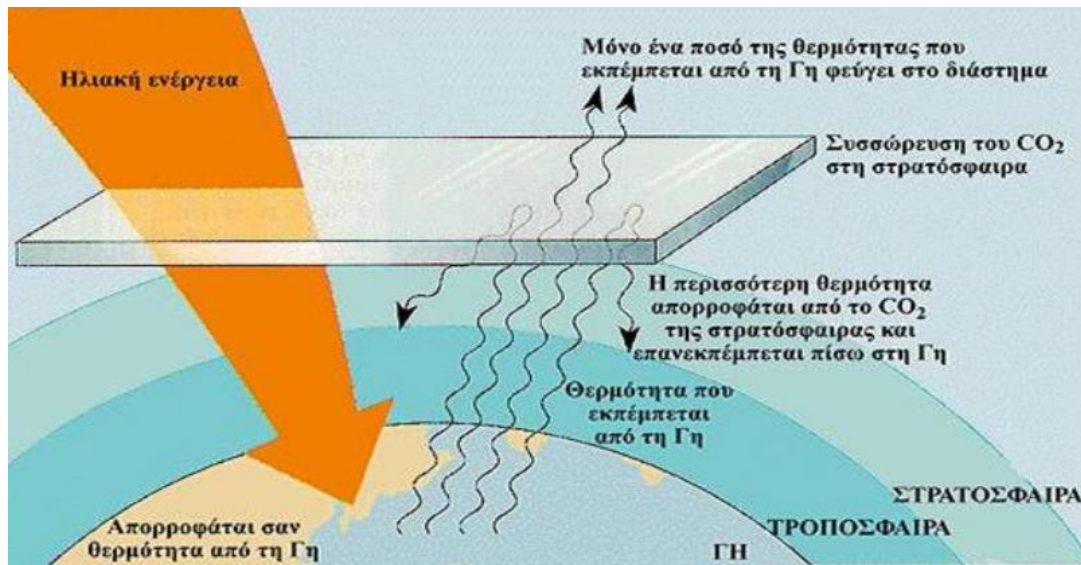
Ο Γάλλος φυσικός -μαθηματικός- αστρονόμος Ζοζέφ Φουριέ ήταν ο πρώτος που μελέτησε το φαινόμενο του θερμοκηπίου το 1838.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ζωτικής σημασίας καθώς καθιστά επιτρεπτά τα επίπεδα της μέσης θερμοκρασίας για να υπάρξει ζωή στον πλανήτη γη, (περίπου 15 βαθμούς Κελσίου). Επομένως έχει ευεργετικές επιδράσεις, μιας και πρόκειται για μια φυσική διαδικασία κατά την οποία ένα ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη γη δεν ανακλάται στην ατμόσφαιρα και στην στρατόσφαιρα, αλλά απορροφάται από την επιφάνεια του εδάφους και της θάλασσας και κατ' αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η θερμοκρασία στο πλανήτη. Εφόσον η γη θερμαίνεται, εκπέμπει με τη σειρά της ενέργεια στο διάστημα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Στη φυσιολογική σύσταση της ατμόσφαιρας υπάρχουν, σε πολύ μικρές ποσότητες, αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, οι υδρατμοί και σε ίχνη οξείδια του αζώτου, τα οποία είναι διαφανή στο ορατό φως γι' αυτό και δεν εμποδίζουν την ακτινοβολία του ήλιου να διασχίσει την ατμόσφαιρα. Όμως δεν είναι διαφανή στην υπέρυθρη ακτινοβολία και απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που εκπέμπεται από τη Γη προτού αυτή διαφύγει στο διάστημα. Τα αέρια αυτά με τη σειρά τους επιστρέφουν την ακτινοβολία που δέχθηκαν προς το περιβάλλον, συντελώντας έτσι στην άνοδο της θερμοκρασίας του συστήματος Γη - ατμόσφαιρα. Με τη διαδικασία αυτή η μέση θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας είναι περίπου 15°C. Τα θερμοσκοπικά αυτά αέρια ονομάζονται *αέρια του θερμοκηπίου*. Έχει υπολογιστεί ότι αν δεν υπήρχαν στην ατμόσφαιρα τα αέρια του θερμοκηπίου τα οποία παγιδεύουν τελικά τη θερμότητα κοντά στην επιφάνεια της Γης, η μέση θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν περίπου -18°C.

Η αύξηση της ποσότητας ωστόσο των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, τα οποία είναι γνωστά για την μεγάλη απορροφητικότητα τους στις μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίες, προκαλεί την αλλαγή του θετικού χαρακτήρα του φαινομένου σε αρνητικό. Πως εξηγείται αυτό; Τα αέρια του θερμοκηπίου απορροφούν τις μεγάλου μήκους κύματος θερμικές ακτίνες με αποτέλεσμα όλο και περισσότερη θερμότητα να συγκεντρώνεται στην ατμόσφαιρα και κατ' αυτό το τρόπο να

αυξάνεται σε ρυθμούς μη φυσιολογικούς η μέση θερμοκρασία της Γης - η Γη υπερθερμαίνεται.



Εικόνα 2 : Εικονική αναπαράσταση φαινομένου του θερμοκηπίου , {41}

### 1.1.2 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Πράγματι η παγκόσμια κοινότητα έχει θεσπίσει πολυάριθμες ενέργειες και μακροχρόνιους στόχους , καθώς έχει θέσει σε ισχύ συνθήκες και έχει επιβάλει οικονομικές κυρώσεις σε χώρες που αδυνατούν να συμμορφωθούν .

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το πρωτόκολλο του Κιοτό, το οποίο πραγματεύεται τον περιορισμό εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου . Τα μέλη των Ηνωμένων Εθνών υπέγραψαν το πρωτόκολλο το 1992, στην Ιαπωνία. Με βασικότερο σημείο την δέσμευση των αναπτυγμένων κρατών να μειώσουν κατά 5 % τις συνολικές εκπομπές αερίων μέσα στο χρονικό διάστημα 2008-2012 σε σχέση με τις αντίστοιχες εκπομπές την περίοδο 1990. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να πληρώνουν κάποιο πρόστιμο ανάλογα τους επιπλέον τόνους εκπομπής.

Η συμφωνία ,αυτή δίνει τη δυνατότητα σε χώρες που δεν μπορούν να εκπληρώσουν τους στόχους να συμμετέχουν σε ένα άτυπο χρηματιστήριο ρύπων . Δηλαδή , έχουν την ευελιξία αντί να περιορίσουν τους δικούς τους ρύπους να χρηματοδοτήσουν κάποιο πρόγραμμα ώστε να μειωθούν οι εκπομπές σε αναπτυσσόμενες χώρες ή σε περίπτωση που έχουν υπερβεί το όριο ρύπων , μπορούν να πουλήσουν το επιπλέον δικαίωμα ρύπανσης σε άλλη χώρα.

Το πρωτόκολλο περιλαμβάνει τρεις μηχανισμούς πραγματοποίησης

- Εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών



- Κοινή εφαρμογή
- Μηχανισμός κοινής ανάπτυξης

Σε αντίστοιχους κανονισμούς και διατάξεις έχει προβεί και η Ευρωπαϊκή Ένωση, που οραματίζεται ως το 2050 να είναι κλιματικά ουδέτερη, δηλαδή να έχει εκμηδενίσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Κάποια βασικά σημεία που επικεντρώνεται η ευρωπαϊκή νομοθεσία είναι τα ακόλουθα :

- Σύστημα εμπορίας εκπομπών εντός της Ε.Ε, για άμεσο περιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από την βιομηχανία.
- Προώθηση και χρηματοδότηση καινοτόμων τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε επίπεδο μεταφορών ( ηλεκτρικά οχήματα, κυψέλες καυσίμου, τεχνολογίες υδρογόνου)
- Ενίσχυση των πολιτικών και των δράσεων των ευρωπαϊκών χωρών όσο αφορά τη διάδοση των ΑΠΕ και την απεξάρτηση από τα συνήθως ορυκτά καύσιμα
- Καθιέρωση ενεργειακών πιστοποιητικών κτιρίων
- Σταδιακή μείωση των φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου
- Προστασία της στιβάδας του όζοντος

## 1.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

### 1.2.1 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Στην ευρωπαϊκή ένωση, περίπου το 40% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται προέρχεται από οικιακές -κτιριακές ανάγκες, γεγονός που υποδηλώνει την απαίτηση κατασκευής ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων και την αντίστοιχη ανακαίνιση και ενεργειακή αναβάθμιση των ήδη υπάρχοντων, που μέχρι στιγμής μόλις το 1% των υφιστάμενων κτιρίων προβαίνει σε ανακαινίσεις ετησίως.

Ωστόσο, σύμφωνα με προβλέψεις της Ε.Ε, την επόμενη πενταετία θα αυξηθούν σημαντικά οι ανακαινίσεις και θα επιφέρουν

- Βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων που κατοικούν και εργάζονται στα κτίρια
- Σημαντική μείωση των αερίων του θερμοκηπίου
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στον κατασκευαστικό τομέα

Συγκεκριμένα η Ε.Ε έχει δεσμευτεί ως το 2030 να εξοικονομηθεί το 32,5% της προβλεπόμενης κατανάλωσης ενέργειας σε κτιριακό επίπεδο των κρατών-μελών

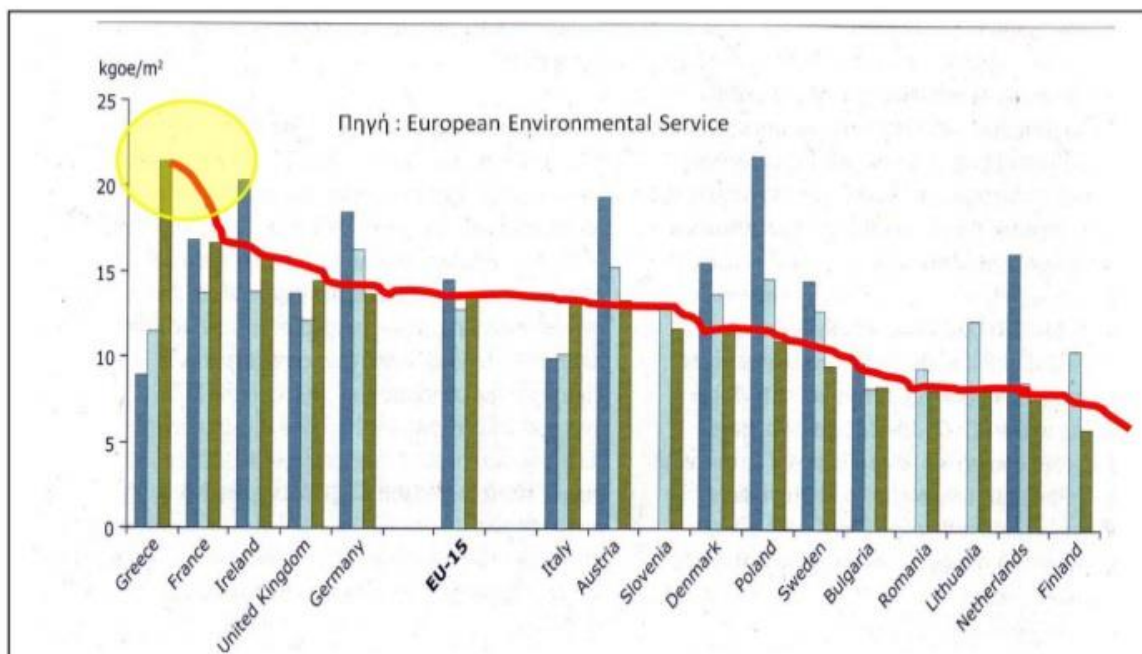
Κάποια βασικά νομοθετικά πλαίσια και αρχές που έχει θεσπίσει η Ε.Ε σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας στο κτιριακό τομέα παρουσιάζονται συνοπτικά :

- Οδηγία 89/106 /ΕΟΚ του συμβουλίου της 21<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 1988 ,σύμφωνα με την όποια στα κράτη μέλη ισχύουν διατάξεις οι οποίες περιλαμβάνουν απαιτήσεις που αφορούν όχι μόνο την ασφάλεια των κτιρίων, αλλά και την υγεία, τη διάρκεια ζωής των έργων, την εξοικονόμηση ενέργειας, την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και οικονομικές και άλλες πλευρές σημαντικές από την άποψη του κοινού συμφέροντος.
- Οδηγία 93/76/ΕΟΚ του συμβουλίου της 13<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1993 που εισάγει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων με απώτερο στόχο των περιορισμό εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.
- Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2002, η οποία αποσκοπεί στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων , λαμβάνοντας υπόψη τις κλιματολογικές και τοπικές συνθήκες και στις γενικότερες ανάγκες των εσωτερικών χώρων. Επιπλέον δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη συσχέτιση ανάμεσα σε σχεδιασμό και προσανατολισμό , ενώ ταυτόχρονα καθιερώνονται κάποιες βασικές αρχές και πρότυπα υπολογισμού , σχεδιασμού και ανακαίνισης ενεργειακών κτιρίων ,επιθεώρησης ηλεκτρομηχανολογικών εξοπλισμών και προγράμματα ενεργειακών πιστοποιητικών.

### 1.2.2 ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα είναι υπεύθυνος για παραπάνω από το ένα τρίτο των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και αντιστοιχεί στο 43 % της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ,πέρα το μεγάλο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας που διαθέτει η χώρα μας. Μάλιστα , την περίοδο πριν την οικονομική κρίση η κτιριακή ενεργειακή κατανάλωση αυξανόταν με ρυθμό 4% ετησίως.

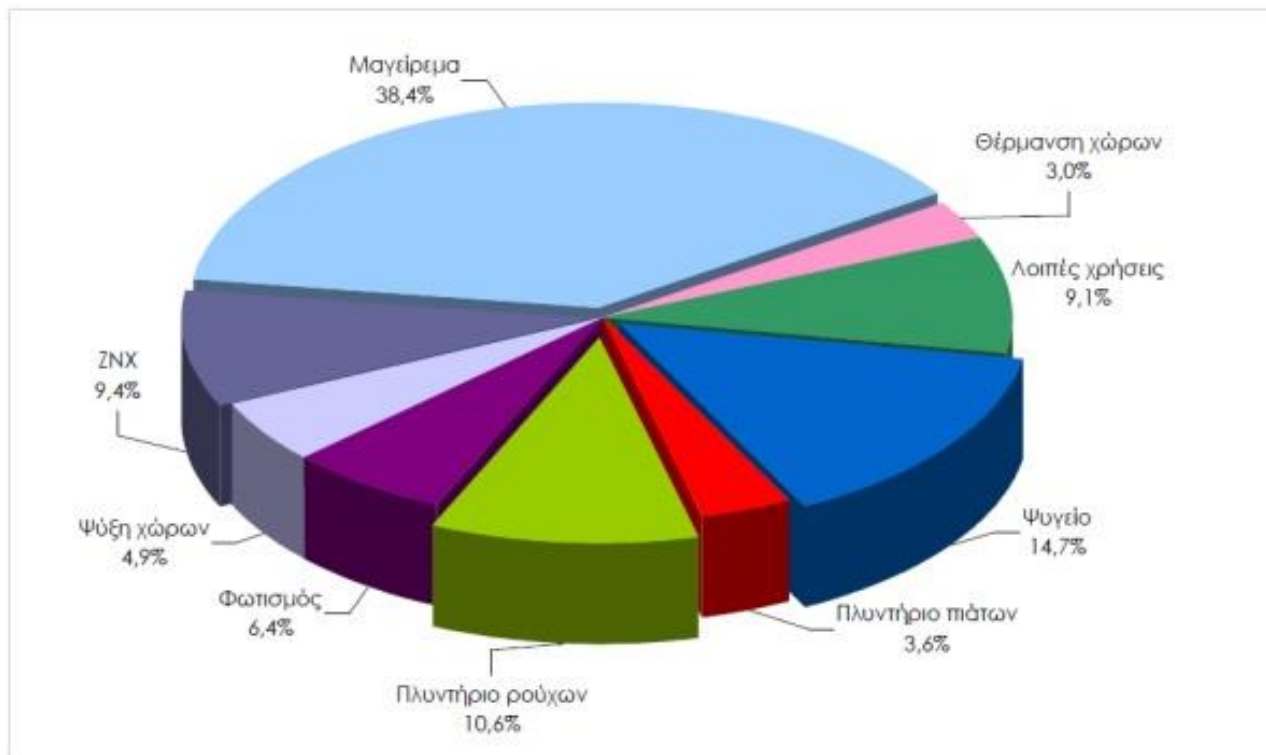
Σύμφωνα με μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από την Eurostat σε συνεργασία με την ευρωπαϊκό κέντρο περιβάλλοντος διαπιστώθηκε ότι τα ελληνικά νοικοκυριά παρουσιάζουν την μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση στην Ευρώπη .



Εικόνα 3 , κλιματικά ανοιγμένη κατανάλωση ενέργειας νοικοκυριών για θέρμανση στην Ευρώπη {42}

Τα κτίρια της χώρας μας μπορούν να χαρακτηριστούν ως ενεργοβόρα γεγονός που σχετίζεται τόσο με την παλαιότητα όσο και με την έλλειψη σύγχρονης νομοθεσίας στο κτιριακό επίπεδο που να επιβάλλει τη χρήση εξελιγμένων τεχνολογιών.

Πιο αναλυτικά , τα περισσότερα κτίρια που δεσπόζουν στην χώρα μας και κυρίως στην Αθήνα , έχουν οικοδομηθεί την περίοδο του 80' ,αυτό συνεπάγεται την ελλιπή ή ακόμα και ανύπαρκτη θερμομονωτική προστασία .Επίσης ,αυτά τα κτίρια απαρτίζονται από απαρχαιώμενες τεχνολογίες ηλεκτρομηχανολογικών εξοπλισμών με πολύ χαμηλούς βαθμούς απόδοσης , και αυτή η κατάσταση επιδεινώνεται από την ανεπαρκή συντήρηση αυτών των συστημάτων (θέρμανσης, ψύξης, αντλιών). Ακόμα, εκείνη την εποχή τα διαθέσιμα δομικά και κατασκευαστικά υλικά ήταν χαμηλότερης ποιότητας , χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα ξύλινα κουφώματα , πλαίσια και οι μόνοι υαλοπίνακες που επιφέρουν αυξημένες θερμικές απώλειες. Τέλος σε πολλές περιπτώσεις δεν έχει πραγματοποιηθεί η κατάλληλη μελέτη σχετικά με τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων και την μέγιστη αξιοποίηση του ηλιακού δυναμικού.



Εικόνα 4 Ποσοστιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά νοικοκυριό {28}



Εικόνα 5 Μέση κατανάλωση ενέργειας ανά νοικοκυριό {28}

Κατά συνέπεια , καθίσταται αναγκαία ,η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων , προκειμένου να μειωθεί το λειτουργικό κόστος και συνάμα να βελτιωθεί το επίπεδο θερμικής άνεσης και εσωτερικής ποιότητας.

Πράγματι από το 2010 , έχουν ξεκινήσει να πραγματοποιούνται σημαντικές προσπάθειες και διαδικασίες για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων, με την καθιέρωση του ‘Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων ‘ μέσω του KENAK σε συνεργασία με σχετικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, (ΤΟΤΕΕ 20701) .Πλέον οι νέες κατασκευές χαρακτηρίζονται από υψηλή ενεργειακή συμπεριφορά που επιβεβαιώνεται μέσα απότο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης,(ΠΕΑ) ,το οποίο κατατάσσει τα κτίρια σε ενεργειακή κλίμακα. Και πλέον από το 2021 , στόχος του κτιριακού τομέα είναι η σχεδόν μηδενική

ενεργειακή κατανάλωση , δηλαδή τα νέα κτίρια πρέπει να καλύπτουν τις ενεργειακές τους ανάγκες μέσω ΑΠΕ, τηλεθέρμανσης , χρήσης συστημάτων συμπαραγωγής και αντλιών υψηλής απόδοσης.

### 1.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΝΔΕΙΑ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω ένα μεγάλο ποσοστό κτιρίων στην χώρα μας (περίπου 60%) κατασκευάστηκε κοντά στην δεκαετία του 1980, γεγονός που σχετίζεται με την χαμηλή ενεργειακή απόδοση. Κατ'επέκταση ένα μεγάλο ποσοστό πληθυσμού αδυνατεί να ανταπεξέλθει στις ενεργειακές απαιτήσεις για αποτελεσματική θέρμανση και ψύξη και γενικότερα επίτευξη θερμικής άνεσης .

Η οικονομική κρίση των περασμένων ετών , συνέβαλε στη ραγδαία αύξηση της ενεργειακής φτώχειας. Σύμφωνα με σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία το 2015, το ποσοστό των νοικοκυριών που δηλώνουν οικονομική αδυναμία να έχουν ικανοποιητική θέρμανση το χειμώνα ή δροσιά το καλοκαίρι ανέρχεται σε 32,9%, που αποτελεί ένα αξιοσημείωτο ποσοστό .

Ως απότοκο αυτής της κατάστασης , πολλοί συμπολίτες μας, επέλεξαν ως τρόπο θέρμανσης το τζάκι(που σε πολλές περιπτώσεις η κατασκευή του είχε διακοσμητικό ρόλο και δεν είχε σχεδιαστεί κατάλληλα για να προσφέρει θερμική άνεση στο χώρο) και τις ξυλόσομπες . Έτσι, τη χειμερινή περίοδο στα μεγάλα αστικά κέντρα εμφανίζεται το φαινόμενο της αιθαλομίχλης . Ενώ ταυτοχρόνως πολλοί κάτοικοι αναζητούν καύσιμη ύλη σε τοπικά πάρκα ή δάση, ή ακόμα καίνε τεχνητή ξυλεία ,σκουπίδια ή και πλαστικά.

Τα αποτελέσματα της παραπάνω κατάστασης είναι η απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα μιας επικίνδυνης και τοξικής για την ατομική υγεία αιθαλομίχλης.

### 1.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Την τελευταία δεκαετία , έχει γίνει πλέον αντιληπτό ότι ο κτιριακός τομέας φέρει τεράστιο μερίδιο ευθύνης για την συνολική ενεργειακή κατανάλωση της χώρας . Επομένως , οι αρμόδιοι φορείς στην προσπάθεια επαγρύπνησης και δημιουργίας ενεργειακής συνείδησης των πολιτών , καθιέρωσαν το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (ΠΕΑ).

Το συγκεκριμένο πιστοποιητικό αποτελεί ένα έγγραφο που περιέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την δομή , τα υλικά ,τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και την γενικότερη ενεργειακή συμπεριφορά του υφιστάμενου κτιρίου.

Η διάκριση της κάθε τάξης γίνεται με βάση τις τιμές κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν εννιά κατηγορίες ενεργειακών κλάσεων ,

(A+,A,B+,B,Γ,Δ,E,Z,H). Προκειμένου να κατηγοριοποιήσουμε τα κτίρια σε μια από τις παραπάνω βαθμίδες , συγκρίνουμε το εξεταζόμενο κτίριο με ένα πρότυπο κτίριο

αναφοράς, (σύμφωνα με τις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας σε KWh/m<sup>2</sup>) το οποίο διαθέτει συγκεκριμένες προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά ως προς την μόνωση, τα ανοίγματα ,τα δομικά υλικά , τα συστήματα θέρμανσης ,ψύξης, τον τρόπο θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και την ενσωμάτωση και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συστημάτων αυτοματισμού.

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς είναι  $R_R$  και αντιστοιχεί στην κλάση B, ενώ ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την αντίστοιχη του πρότυπου κτιρίου και αποτελεί τη βάση για τον ενεργειακό καθορισμό.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΛΑΣΗ	ΟΡΙΑ ΚΛΑΣΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ $R_R$	ΟΡΙΑ ΚΛΑΣΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ T
A+	$EP \leq 0,33 R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33 R_R < EP \leq 0,5 R_R$	$0,33 < EP \leq 0,5$
B+	$0,5 R_R < EP \leq 0,75 R_R$	$0,5 < EP \leq 0,75$
B	$0,75 R_R < EP \leq 1,0 R_R$	$0,75 < EP \leq 1,0$
Γ	$1,0 R_R < EP \leq 1,41 R_R$	$1,0 < EP \leq 1,41$
Δ	$1,41 R_R < EP \leq 1,82 R_R$	$1,41 < EP \leq 1,82$
E	$1,82 R_R < EP \leq 2,27 R_R$	$1,82 < EP \leq 2,27$
Z	$2,27 R_R < EP \leq 2,73 R_R$	$2,27 < EP \leq 2,73$
H	$2,73 R_R < EP$	$2,73 < EP$



Εικόνα 6 ,ενεργειακή κλάση κτιρίων {43}

Γενικά οι τέσσερις πρώτες κλάσεις A+,A,B+,B, απευθύνονται σε νέες κατασκευές που έχουν οικοδομηθεί σύμφωνα με τις οδηγίες του ΚΕΝΑΚ 2012 , δηλαδή πρόκειται για κτίρια με αρκετά σύγχρονες προδιαγραφές , κτίρια που είναι εξοπλισμένα με κατάλληλη θερμομόνωση, κατάλληλους υαλοπίνακες , και διαθέτουν παθητικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Ακολουθως στις κατηγορίες Γ, Δ και Ε , κατατάσσονται κτίρια που έχουν κατασκευαστεί τη χρονική περίοδο από το 1979 ως το 2010 όπου τέθηκε σε εφαρμογή ο κανονισμός σχετικά με τη θερμομόνωση και σημειώθηκε μια γενικότερη ενεργειακή αναβάθμιση .Ενώ στις τελευταίες βαθμίδες ανήκουν τα κτίρια που χτίστηκαν πριν το 1979 και δεν διαθέτουν ούτε θερμομόνωση .

Για την αξιολόγηση και την έκδοση της ενεργειακής κλάσης του κτιρίου ,επιβάλλεται η επιθεώρηση του από αρμόδια άτομα διορισμένα από το υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας (ΥΠΕΝ) που κατέχουν την απαραίτητη κατάρτιση .Η επιθεώρηση λαμβάνει χώρα στις περιπτώσεις : α) ολοκλήρωσης κατασκευής νέου ή ριζικά ανακαινισμένου κτιρίου άνω των 1000τ.μ, β) κατά την πώληση και μίσθωση κτιρίων ή τμημάτων αυτών .

## 1.2.5ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

Σύμφωνα με το εθνικό σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων ,έχουν προβλεφθεί παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε συνολικά 370.000 κτίρια που περιλαμβάνουν κατοικίες , και κτίρια δημόσιου του τριτογενούς τομέα ως το 2025.

Τα σημαντικότερα προγράμματα που υλοποιούνται αυτήν την περίοδο είναι :

- Εξοικονομώ – Αυτονομώ
- Εξοικονομώ 2021
- Ηλέκτρα

Τα προτεινόμενα προγράμματα και μέτρα αφορούν σε παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων (κυρίως κατοικίες) και χρήσης ανανεώσιμων πηγών για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών (κυρίως των πιο φτωχών νοικοκυριών). Στόχος των μέτρων είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, η εξοικονόμηση ενέργειας, η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Για να γίνουν εφικτά τα παραπάνω, προτείνονται χρηματοδοτικά εργαλεία πέραν των υφιστάμενων σήμερα, αξιοποιώντας την εμπειρία από άλλες χώρες που εφάρμοσαν με επιτυχία αντίστοιχα εργαλεία.

Τα προγράμματα Έξοικονομώ-Αυτονομώ και το Έξοικονομώ 2021 απευθύνονται σε νοικοκυριά, εντάσσονται στα έργα που επιδοτούνται από το Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας βελτιώνοντας την ενεργειακή κλάση των νοικοκυριών, κατά τουλάχιστον 3 ενεργειακές κατηγορίες (πάνω από 30% Έξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας). Η συνολική επένδυση του έργου θα συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας κατά τουλάχιστον 213 ktoe ετησίως.

Τα μέτρα περιλαμβάνουν αντικατάσταση κουφωμάτων και τοποθέτηση συστημάτων σκίασης, τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κτιριακό κέλυφος συμπεριλαμβανομένου του δώματος-στέγης και της πιλοτής, αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης και συστήματος παροχής ζεστού νερού.

Από την άλλη πλευρά το πρόγραμμα Ηλέκτρα, αποτελεί πρόγραμμα χρηματοδότησης για την Ενεργειακή Αναβάθμιση Δημοσίων Κτιρίων (ΚΥΑ ΥΠΕΝ/Δ/75516/436/31.07.2020, ΦΕΚ Β' 3156)

Σκοπός του Προγράμματος είναι η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος που ανήκει στην ιδιοκτησία των φορέων της Γενικής Κυβέρνησης, με παρεμβάσεις που αφορούν ενδεικτικά στο κέλυφος του κτιρίου, στα διάφορα συστήματα Ηλεκτρο-Μηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων και παρεμβάσεις που αποδεδειγμένα συμβάλουν στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένης της στατικής ενίσχυσης, όπου απαιτείται.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει εκτενής ανάλυση του παθητικού κτιρίου καθώς και των βασικών αρχών που το διέπουν .

### 2 .1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

#### Ορισμός

Το παθητικό κτίριο είναι ένα κτίριο στο οποίο η εσωτερική θερμική άνεση (ISO 7730) εξασφαλίζεται αποκλειστικά από προθέρμανση ή πρόψυξη της ποσότητας του νωπού αέρα , η οποία απαιτείται (DIN 1946) για την σωστή εσωτερική ατμόσφαιρα χωρίς τη χρήση επιπλέον ανακυκλοφορίας του αέρα.

Το παθητικό κτίριο χαρακτηρίζεται από μεγάλη αποδοτικότητα. Ανεξάρτητα από το κλίμα ή την εποχή που διανύεται , τα παθητικά κτίρια διατηρούν καθ 'όλη τη διάρκεια του έτους μια άνετη και ευχάριστη θερμοκρασία με τις ελάχιστες δυνατές ενεργειακές απαιτήσεις. Τα κτίρια θερμαίνονται παθητικά δηλαδή κάνουν χρήση του ηλίου , των εσωτερικών πηγών θερμότητας και της ανάκτησης θερμότητας , με αποτέλεσμα τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης να μην είναι απαραίτητα ακόμα και τις πιο κρύες ημέρες του χειμώνα. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού , ένα τέτοιο κτίριο χρησιμοποιεί παθητικές τεχνικές ψύξης , όπως ο σωστός σχεδιασμός σκίασης και ομοίως ο κατάλληλος σχεδιασμός νυχτερινού φυσικού αερισμού ώστε να διατηρείται δροσερό. Σε κάθε περίπτωση τα εξαιρετικής ποιότητας και τεχνολογίας υλικά και ο ορθός και προσεκτικός σχεδιασμός εγγυώνται ότι οι θερμοκρασίες διατηρούνται σταθερές όλο το χρόνο σε ευχάριστα επίπεδα για τους χρήστες.

Ακόμα τα παθητικά κτίρια εξασφαλίζουν μακροχρόνια βιωσιμότητα .Πιο συγκεκριμένα αυτά τα κτίρια μπορεί να καταναλώνουν μέχρι και 90% λιγότερη ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση και ψύξη από τα αντίστοιχα συμβατικά κτίρια . Επομένως εξασφαλίζεται μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας , μειώνοντας αποτελεσματικά την εκπομπή ρυπογόνων αερίων του θερμοκηπίου .

Όπως είναι αναμενόμενο από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι τα κτίρια αυτά επιτυγχάνουν μεγαλύτερη οικονομία στους καταναλωτές.

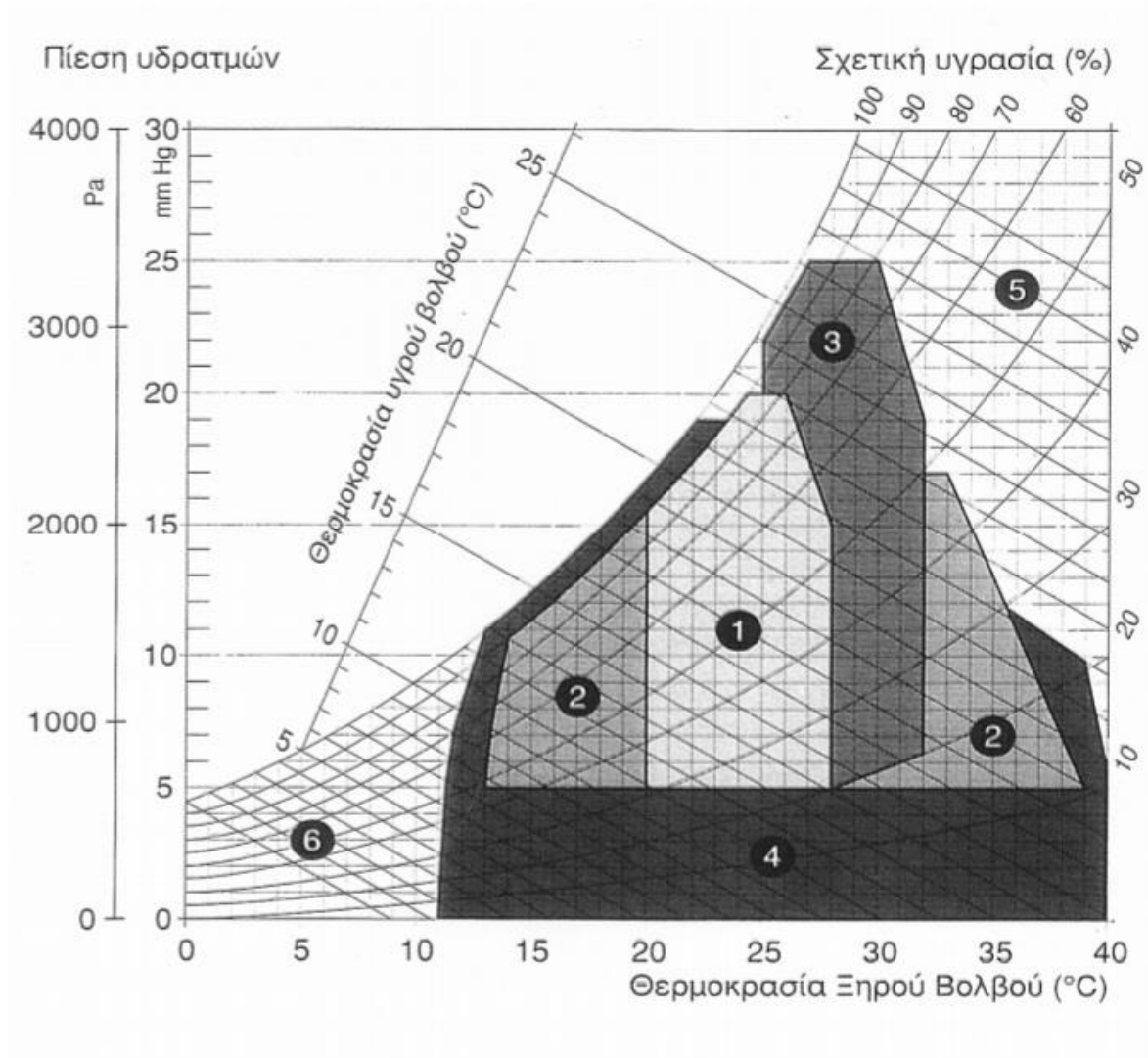


Το αίσθημα της θερμικής άνεσης δημιουργείται όταν καταναλώνεται η ελάχιστη ενέργεια από τον οργανισμό για να διατηρηθεί το θερμικό ισοζύγιο του ατόμου. Η θερμοκρασία του σώματος πρέπει να διατηρείται σταθερή και ίση με 36,6 °C. Οι δυο μηχανισμοί αυτορρύθμισης της θερμοκρασίας του σώματος είναι οι ακόλουθοι :

- Μηχανισμός εφίδρωσης : σε περίπτωση που η θερμοκρασία του χώρου ξεπερνά τους 37 βαθμούς ,το άτομο για να διατηρήσει τη θερμοκρασία του σώματός του , αποβάλλει θερμότητα μέσα των υδρατμών των πόρων του δέρματος (ιδρώτας) και αύξηση κυκλοφορίας του αίματος. Η μεταφορά θερμότητας προς το περιβάλλον πραγματοποιείται μέσω της αγωγής και της ακτινοβολίας.
- Μηχανισμός ρίγους : σε ψυχρότερους χώρους , ο ανθρώπινος οργανισμός για να διατηρήσει τη θερμοκρασία του , μειώνει την κυκλοφορία του αίματος προκειμένου να περιοριστεί η ροή θερμότητας προς το περιβάλλον , και μέσω του ρίγους αυξάνεται η παραγωγή θερμότητας.

Στο παρακάτω διάγραμμα φανερώνεται η αλληλεπίδραση των εσωτερικών συνθηκών ( θερμοκρασία ξηρού και υγρού βολβού  $T_{DB}$ ,  $T_{WB}$ , το ποσοστό υγρασίας  $H$ , και η πίεση υδρατμών  $P$ ) με την αίσθηση του ατόμου.

- 1) περιοχή θερμικής άνεσης
- 2) περιοχή θερμικής αδράνειας
- 3) περιοχή επίδρασης αερισμού
- 4) περιοχή επίδρασης συμπεριφοράς κατοίκων
- 5) περιοχή κλιματισμού
- 6) περιοχή θέρμανσης



Εικόνα 8 ,Ψυχομετρικός χάρτης : συνθήκες θερμικής άνεσης {21}

#### Σύντομοι ορισμοί

θερμοκρασία ξηρού βολβού  $T_{DB}(^{\circ}C)$ : είναι η θερμοκρασία υγρού αέρα και πρόκειται για την θερμοκρασία που αντιλαμβάνεται το άτομο , μετριέται με τη χρήση θερμομέτρου.

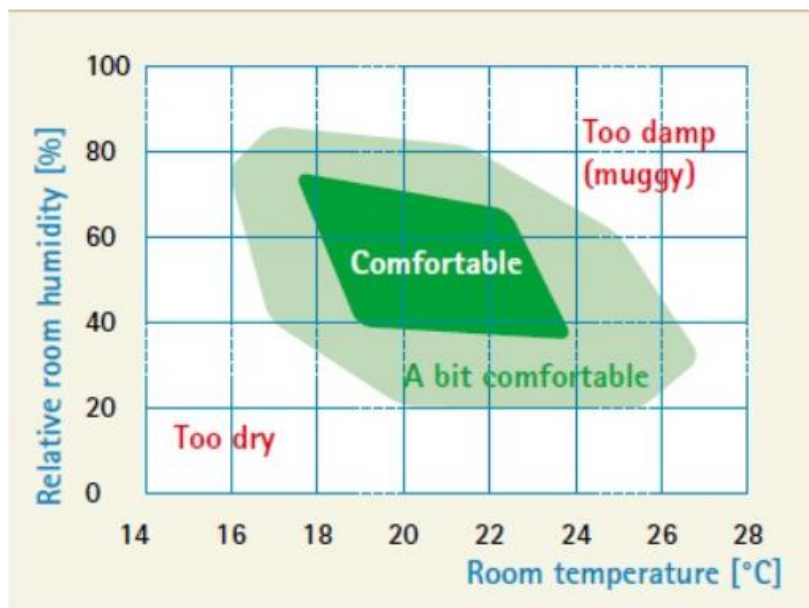
θερμοκρασία υγρού βολβού  $T_{WB}(^{\circ}C)$ : είναι η θερμοκρασία που αντιλαμβάνεται το άτομο αν εκτεθεί ένα μουσκεμένο κομμάτι του σώματος του στο διερχόμενο ρεύμα αέρα. Πρόκειται για την ελάχιστη θερμοκρασία που μπορεί να μεταβεί η θερμοκρασία του υγρού αέρα λόγω της εξάτμισης. Μπορεί να μετρηθεί με τα συνήθη θερμόμετρα ,αν ο βολβός του τυλιχθεί με μια μουσκεμένη γάζα και στη συνέχεια εκτεθεί στο ρεύμα αέρα .

Ειδική υγρασία  $w$  (Humidityrate,): ο λόγος της μάζας των υδρατμών προς τη μάζα του ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα (kgυγρού αέρα /kgξηρού ατμοσφαιρικού αέρα)  
 $W = m_w / m_a$

Σχετική υγρασία  $\phi$  (relativehumidity %): ορίζεται ως ο λόγος της μερικής πίεσης υδρατμών  $p_w$ , που περιέχονται σε υγρό ατμοσφαιρικό αέρα προς τη μερική πίεση των υδρατμών στην ίδια ποσότητα αέρα, όταν αυτός είναι κορεσμένος (για τις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας)  $T_{sat}, p_{sat}, \phi = p_w / p_{sat}$ .

Τάση υδρατμών (vapourpressurePa): είναι η μερική πίεση που ασκούν οι υδρατμοί μέσα στον αέρα.

Συνοπτικά, η θερμική άνεση σε ένα χώρο ρυθμίζεται με συστήματα θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού που αποσκοπούν στη βέλτιστη θερμοκρασία (περίπου 20 βαθμοί) και υγρασία, επιφέροντας ευνοϊκές συνθήκες, χωρίς να χρειάζεται η υπέρμετρη κατανάλωση ενέργειας για την δημιουργία φιλικού κλίματος διαβίωσης.



Εικόνα 9, συνθήκες θερμικής άνεσης, {45}

## 2.3 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η κατασκευή ενός παθητικού κτιρίου, στηρίζεται στις αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού και στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών, αυτό σημαίνει ότι ο σχεδιασμός και η κατασκευή εξαρτάται κάθε φορά από το κλίμα και τις τοπικές συνθήκες.

Ωστόσο, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα δομικά και κατασκευαστικά υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στο κέλυφος, καθώς αποτελεί βασικό ζητούμενο η διατήρηση της εσωτερικής θερμικής άνεσης σε όλη την διάρκεια της ημέρας.

Συνεπώς τα παρακάτω στοιχεία του κελύφους πρέπει να επιλεγθούν με μεγάλη προσοχή:



Εικόνα 9, βασικοί πυλώνες παθητικού κτιρίου {36}

- Θερμομόνωση τοίχων
- Κουφώματα και Υαλοπίνακες
- Θερμογέφυρες
- Αεροστεγανότητα
- Ελεγχόμενος μηχανικός αερισμός

### Θερμομόνωση

Πρόκειται για ένα προστατευτικό κάλυμμα –περίβλημα που εμποδίζει τη μετάδοση θερμότητας από και προς το εσωτερικό του. Το χειμώνα μειώνει το ρυθμό με το οποίο η θερμότητα αποβάλλεται στο εξωτερικό περιβάλλον και αντίστοιχα το καλοκαίρι μειώνει το ρυθμό με το οποίο η θερμότητα εισέρχεται στο εσωτερικό περιβάλλον.

Στην Ελλάδα, ο σχετικός κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων Κ.Θ.Κ ψηφίστηκε το 1979, και καθιέρωσε την μόνωση υποχρεωτική στο εξωτερικό κέλυφος. Το 2010, αυτός ο κανονισμός αναβαθμίστηκε από το ΚΕΝΑΚ, που θεσμοθέτησε ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στον κτιριακό τομέα.

Συνοψίζοντας, ο ρόλος της θερμομόνωσης είναι πολλαπλός, καθώς εξασφαλίζει:

- Άνετη και ευχάριστη διαβίωση των ατόμων, διατηρώντας το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος
- Μείωση θερμικών απωλειών
- Οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας
- Ηχοπροστασία, τα περισσότερα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά

### Κουφώματα και Υαλοπίνακες

Τα υαλοστάσια είναι αρκετά 'ευάλωτα' στοιχεία σε ένα κτίριο, καθώς χαρακτηρίζονται από μεγάλες θερμικές απώλειες, επομένως είναι απαραίτητο να έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας, της τάξης του  $U=1 \text{ W/m}^2\text{K}$  και σε συνδυασμό με κατάλληλο συντελεστή φωτοδιαπερατότητας ώστε να εξασφαλίζεται φυσικός φωτισμός.

Τα κουφώματα, αναλόγως το υλικό κατασκευής, τον μέγεθος, το πλήθος, τη θέση στις όψεις του κτιρίου, την καλή ή κακή συναρμογή επηρεάζουν σημαντικά τα συνολικά θερμικά κέρδη επιτρέποντας ή όχι τη διείσδυση αέρα.

### Θερμογέφυρες

Οι θερμογέφυρες αποτελούν συνδετικά στοιχεία ανάμεσα. Οι θερμογέφυρες είναι στοιχεία θερμικών απωλειών, για αυτό γίνονται προσπάθειες για τον περιορισμό τους. Επίσης, λόγω της μεγάλης ροής θερμότητας, παρουσιάζεται στις εσωτερικές πλευρές του τοιχώματος χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες με αποτέλεσμα την εμφάνιση υγρασίας και πολλές φορές τοπικής μούχλας, δημιουργώντας ένα δυσάρεστο περιβάλλον για τους κατοίκους.

### Αεροστεγανότητα

Η αεροστεγανότητα σχετίζεται με τη διείσδυση αέρα. Αυτή η διείσδυση είναι δυνατή μέσω ρωγμών και από τα παράθυρα. Στα παθητικά κτίρια είναι αναγκαία η

ελαχιστοποίηση των εισερχόμενων ρευμάτων αέρα , προκειμένου να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας και να περιοριστούν οι φθορές λόγω υγρασίας . Κάποιες τεχνικές για τον περιορισμό της αεροστεγανότητας αποτελούν οι κολλητικές ταινίες και οι σφραγίδες (μεμβράνες φραγής αέρα) . Γενικά κάποια τυπικά δομικά στοιχεία που προσφέρουν αεροστεγανότητα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα και πλινθόκτιστο σοβά.

Ένα καλά αεροστεγές κέλυφος συμβάλλει καθοριστικά , στην αποκατάσταση της θερμικής άνεσης καθώς εκμηδενίζονται τα ανεπιθύμητα εισερχόμενα ρεύματα αέρα , και διατηρείται ένα υγιεινό εσωτερικό κλίμα καθώς δεν αναπτύσσεται υγρασία και μούχλα. Ταυτοχρόνως , η έλλειψη υγρασίας διευρύνει την ανθεκτικότητα των δομικών υλικών . Τέλος εξασφαλίζεται η βέλτιστη δυνατή ενεργειακή απόδοση ,αφού η μόνωση του κτιρίου είναι προστατευμένη και από την κίνηση του αέρα και από την εσωτερική και από την εξωτερική πλευρά .

#### Ελεγχόμενος μηχανικός αερισμός

Η ποιότητα του αέρα μέσα στο χώρο έχει ζωτική σημασία για τους κατοίκους. Ο φρέσκος αέρας αντικαθιστά τον παλιό που περιέχει μολυσμένα μόρια , υγρασία και ασταθή οργανικά σωματίδια που απελευθερώνονται από τα οικοδομικά υλικά ,τα χαλιά, τα οικιστικά σκεύη και τα άτομα που διαμένουν εκεί.

Με την εισαγωγή ενός συστήματος με ανάκτηση θερμότητας ,βελτιώνεται σημαντικά η απόδοση του κτιρίου, διότι πλέον η συχνότητα αντικατάστασης του αέρα ανέρχεται στις 0,6 φορές την ώρα και με αυτόν τον τρόπο συνδυάζεται η εξοικονόμηση ενέργειας και η δημιουργία ενός φιλικού εσωτερικού κλίματος.

## 2.4 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

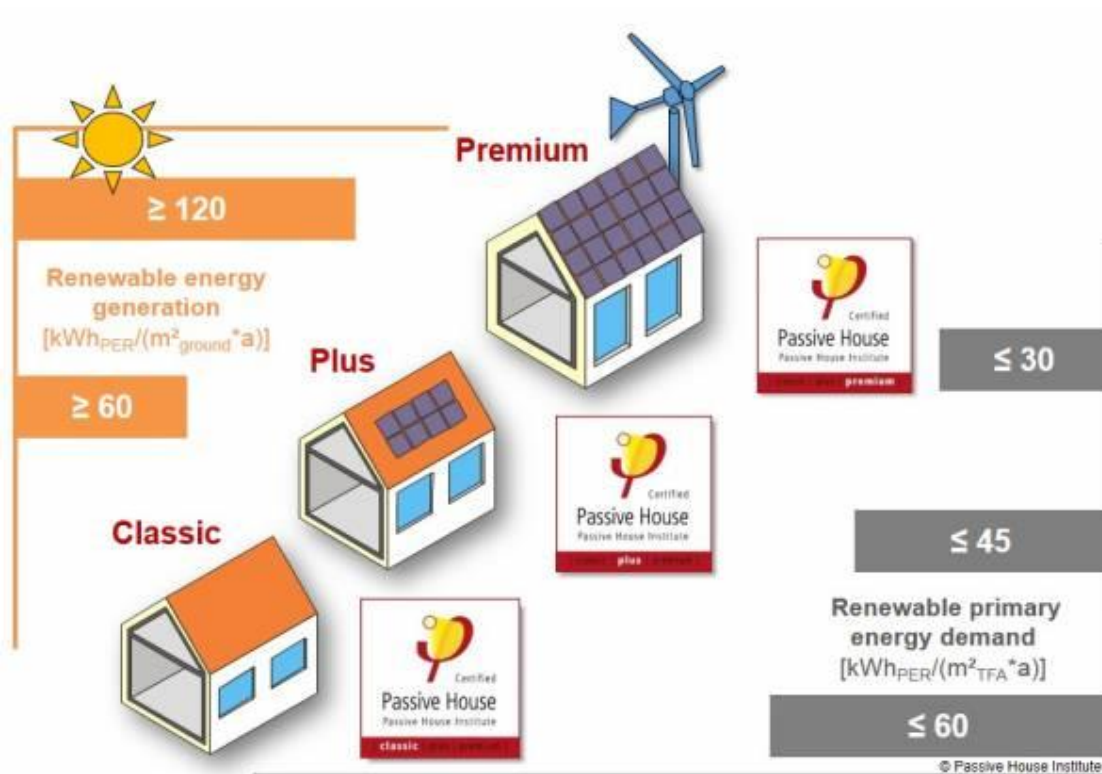
Μέσα από τη διαρκή προσπάθεια αναβάθμισης και βελτίωσης της ήδη υπάρχουσας κατάστασης που επικρατεί στον ενεργειακό κτιριακό τομέα , το Ινστιτούτο Παθητικών Κτηρίων καθιέρωσε την κατηγοριοποίηση των παθητικών κτιρίων σε τρεις τάξεις.

Πιο συγκεκριμένα, αυτή η νέα κατηγοριοποίηση έχει ως βασικό στόχο την προώθηση και τη συστηματική ένταξη και συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην διαμόρφωση του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου . Για αυτό η διάκριση γίνεται βάση της τιμής του συντελεστή PER (Primary Energy Renewable), η συγκεκριμένη τιμή εκφράζει τη μέγιστη δυνατή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που παράγεται από Ανανεώσιμες πηγές.

Οι κατηγορίες που διαμορφώνονται είναι οι ακόλουθες :



- Passive House classic
- Passive House Plus
- Passive House Premium



ΕΙΚΟΝΑ 10 , Τύποι παθητικών κτιρίων, {38}

Η πρώτη κατηγορία αντιπροσωπεύει το κλασσικό- παραδοσιακό παθητικό κτίριο που χρησιμοποιεί τις βιοκλιματικές αρχές . Στο παθητικό κτήριο Plus τοποθετούνται

φωτοβολταϊκά πάνελς στην οροφή και συνήθως παράγεται όση ενέργεια καταναλώνεται , επομένως πρόκειται για κτίρια με μηδενικό ενεργειακό ισοζύγιο. Τέλος τα κτίρια Premium , αξιοποιούν παραπάνω από μια μορφή ανανεώσιμων πηγών , και παράγουν περισσότερη ενέργεια από αυτή που καταναλώνουν.

Ωστόσο πρέπει να τονιστεί ότι πρωταρχικό μέλημα και στόχος των κατασκευαστών παραμένει η δημιουργία ενός κτιρίου που θα αξιοποιεί τις βασικές αρχές των παθητικών κτιρίων και θα επιτυγχάνεται η ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη. Η προσθήκη των ΑΠΕ , πραγματοποιείται σε μεταγενέστερο χρονικά επίπεδο , στην προσπάθεια επιπλέον ενεργειακής αναβάθμισης των παθητικών κτιρίων και στη δημιουργία κατοικιών μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (n ZEB).

Παρ' όλα αυτά δεν πρέπει να ταυτίζονται τα παθητικά κτίρια με τα μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Μια κατοικία η ZEB δεν είναι απαραίτητα παθητικό κτίριο. Το παραδοσιακό παθητικό κτίριο ,όμως μπορεί να προσεγγίσει τα η ZEB κτίρια ,με την προσθήκη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Τα παθητικά κτίρια στηρίζονται στις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής , συνεπώς και τα ηλιακά παθητικά συστήματα κατέχουν κυρίαρχο ρόλο .

### 3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αναφέρεται στο σχεδιασμό κτιρίων με βάση το κλίμα της περιοχής , έχοντας ως στόχο την επίτευξη συνθηκών άνεσης με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αξιοποίηση των φυσικών χαρακτηριστικών του κλίματος και τη μείωση στο ελάχιστο της χρήσης τεχνητών μέσων για θέρμανση, δροσισμό, αερισμό , φωτισμό .Ακόμα και στην περίπτωση που δεν είναι εφικτή η επίτευξη άνεσης με φυσικό τρόπο ,ο βιοκλιματικός σχεδιασμός στοχεύει σε μικρή παρέμβαση με τεχνητά μέσα ,προσφέροντας σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας με θετικές επιρροές στο περιβάλλον και την οικονομία .

Κατά το βιοκλιματικό σχεδιασμό δίνεται έμφαση στο σωστό προσανατολισμό , στο μέγεθος ,στη μορφή , και στον γενικότερο πολεοδομικό σχεδιασμό (γειτνίαση με άλλα κτίρια ή εμπόδια για την ηλιακή ακτινοβολία και τον αέρα), η ύπαρξη δέντρων ,η χωροθέτηση των κατάλληλων ανοιγμάτων , η επιλογή υαλοπινάκων και η θερμομόνωση .

Κατά τη χειμερινή περίοδο, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική στοχεύει:

- Στον περιορισμό των θερμικών απωλειών και την είσοδο ψυχρών εισερχόμενων ρευμάτων αέρα
- Στην αυξημένη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας
- Στην επάρκεια φυσικού φωτισμού

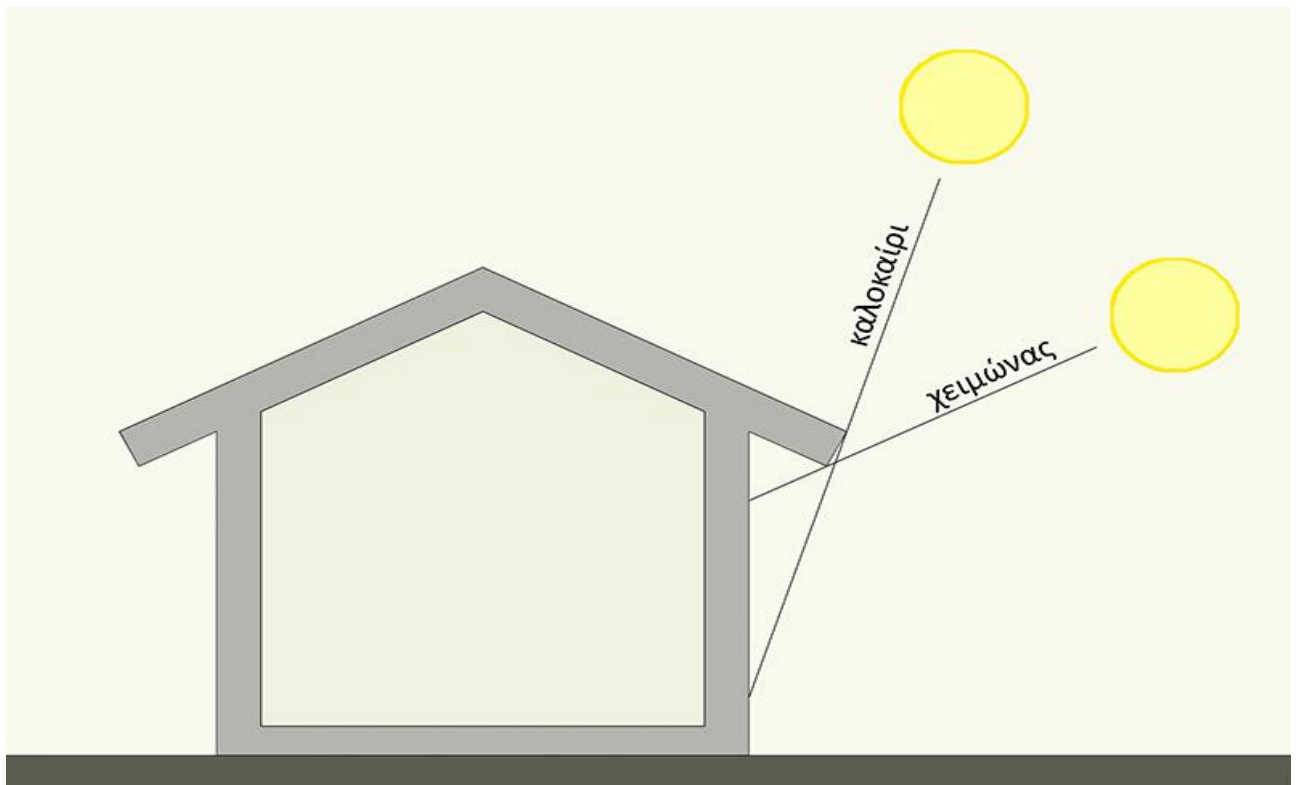
Κατά τη θερινή περίοδο, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική στοχεύει:

- Στη μείωση θερμικής επιβάρυνσης από την ηλιακή ακτινοβολία
- Στη βελτιστοποίηση του φυσικού δροσισμού
- Στον περιορισμό της οπτικής θάμπωσης

### 3.2 Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΝΟΤΙΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Σύμφωνα με τη βιοκλιματική μελέτη , τα περισσότερα ανοίγματα πρέπει να είναι προσανατολισμένα προς το νότο με μέγιστη απόκλιση 30 μοιρών δυτικά η ανατολικά καθώς είναι ο καταλληλότερος προσανατολισμός προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια όλου του έτους.

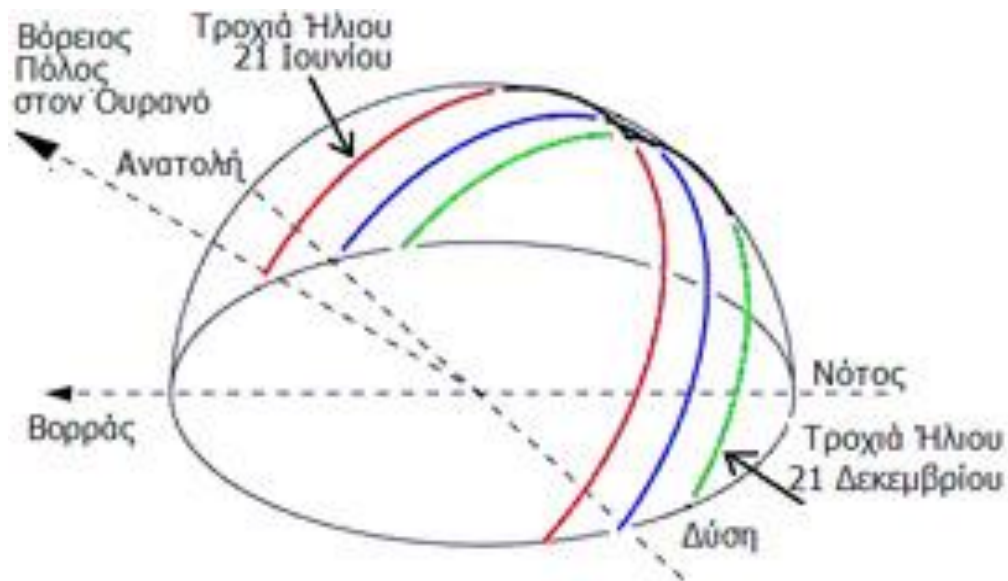
Η τροχιά του ηλίου στον ουρανό είναι χαμηλότερη προς τον ορίζοντα το χειμώνα και υψηλότερα το καλοκαίρι, αυτό σημαίνει ότι τα άμεσα ηλιακά κέρδη που δέχεται η κάθε επιφάνεια δεν είναι σταθερά αλλά μεταβάλλονται αναλόγως την εποχή .



Εικόνα 11, Τροχιά ηλίου κατά τη θερινή και χειμερινή περίοδο, {47}

Το χειμώνα η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να είναι ως και τρεις φορές μεγαλύτερη συγκριτικά με αυτήν που εισέρχεται από ανατολικά η δυτικά ανοίγματα, διότι οι η ακτινοβολία προσπίπτει υπό γωνία σχεδόν κάθετη στον υαλοπίνακα, για αυτό το μεγαλύτερο μέρος της απορροφάτε και η ένταση της είναι αυξημένη, δεδομένου ότι ο ήλιος ανατέλλει νοτιοανατολικά και δύει νοτιοδυτικά. Αντίθετα το

καλοκαίρι, η γωνία πρόσπτωσης προσεγγίζει κατακόρυφη σχεδόν κλίση, για αυτό το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας ανακλάται και η ένταση της ακτινοβολίας είναι αρκετά μειωμένη μιας και διανύει μεγαλύτερη απόσταση, καθώς ο ήλιος ανατέλλει βορειοανατολικά και δύει βορειοδυτικά.



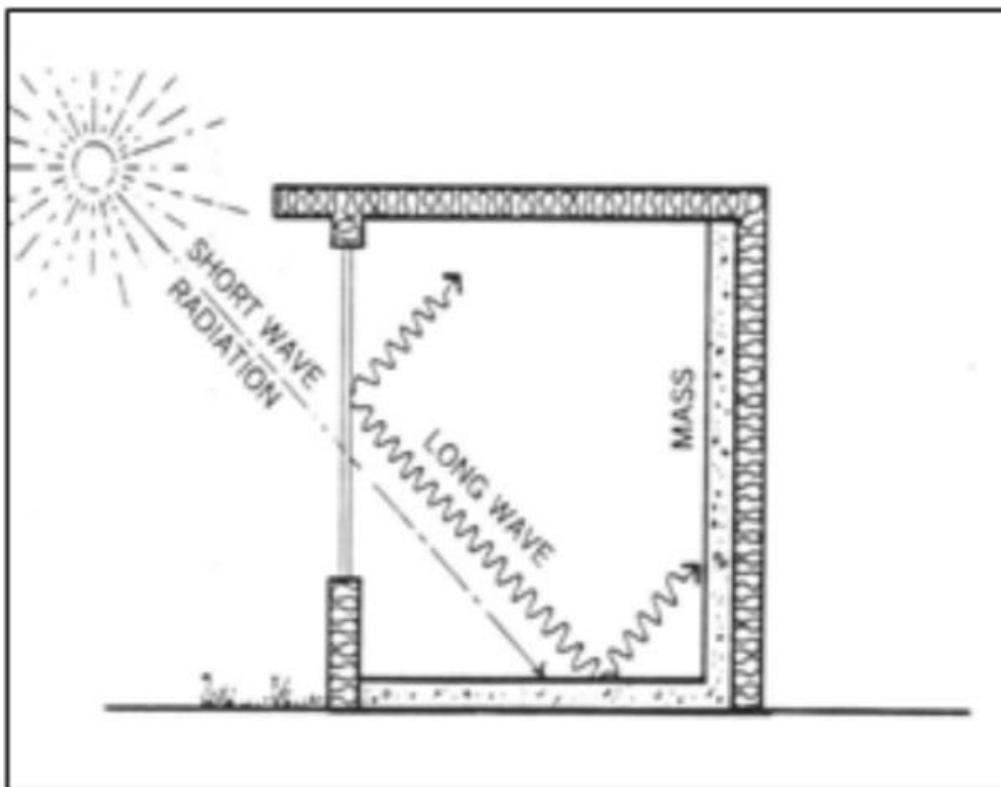
εικόνα 12 κλίση ηλιακής ακτινοβολίας {47}

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, βασίζεται στην προσπίπτουσα ακτινοβολία που διαπερνά τα διαφανή στοιχεία του κτιριακού κελύφους, με την προϋπόθεση ότι αυτά τα στοιχεία είναι καλά μονωμένα, ώστε να καθίσταται εφικτή η αύξηση της θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων.

Η θέρμανση του εσωτερικού χώρου μπορεί να παρομοιαστεί με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το ορατό τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με τη διαπερατότητα του υαλοπίνακα που προσπίπτει, διέρχεται στον εσωτερικό χώρο με αποτέλεσμα να προσπίπτει στα δομικά υλικά και στα αντικείμενα με συνέπεια την αύξηση του μήκους κύματος και την μετατροπή της σε θερμική πλέον ακτινοβολία. Κατ' επέκταση, τα σώματα που δεχθήκαν την ηλιακή ακτινοβολία να εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία στο χώρο.

Οι υαλοπίνακες και γενικά τα διαφανή υλικά είναι αδιαπέραστα από μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία, επομένως η θερμική ακτινοβολία εγκλωβίζεται στον εσωτερικό χώρο όπως γίνεται και σε ένα θερμοκήπιο. Αυτή η θερμότητα απορροφάτε και από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία και έπιπλα του χώρου και εν συνεχεία εκπέμπεται στον εσωτερικό αέρα μέσω αγωγής, συναγωγής και ακτινοβολίας, διαμορφώνοντας τη θερμοκρασία που επικρατεί.

### 3.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΑΖΑ



Εικόνα 13 θερμική μάζα εσωτερικά του κτιρίου {48}

Η ύπαρξη θερμικής μάζας στο εσωτερικό του κτιρίου είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και την μετέπειτα μετατροπή της σε θερμική.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στα δομικά υλικά του εσωτερικού χώρου και στη συνέχεια μετατρέπεται και αποθηκεύεται υπό μορφή θερμότητας. Επομένως είναι βασικό ζητούμενο η χρήση δομικών στοιχείων με υψηλή θερμοχωρητικότητα όπως η πέτρα, το σκυρόδεμα, το μάρμαρο αλλά και υλικά νέας τεχνολογίας που σχεδιάσκει για αυτόν τον σκοπό, όπως τα υλικά αλλαγής φάσης (P.C.M)

Η αποθηκευμένη θερμότητα αποδίδεται στο χώρο με χρονική υστέρηση, δηλαδή την περίοδο της ημέρας που η θερμοκρασία του χώρου μειώνεται (το βράδυ που δεν εκτίθεται σε ηλιακή ακτινοβολία), τα δομικά υλικά απελευθερώνουν θερμότητα για να διατηρηθεί η θερμική άνεση. Ταυτόχρονα, ο συγκεκριμένος μηχανισμός συντελεί στον περιορισμό της υπερθέρμανσης την καλοκαιρινή περίοδο που τα θερμικά κέρδη

είναι αυξημένα , καθώς τα δομικά υλικά αποθηκεύουν αυτήν την επιπλέον θερμότητα και την απελευθερώνουν σταδιακά τη νύχτα.

Σύντομοι ορισμοί

Θερμοχωρητικότητα: είναι η ικανότητα ενός σώματος να αποθηκεύει θερμότητα κατά τη θέρμανση του και φανερώνει πόσο εύκολα θερμαίνεται ή ψύχεται το σώμα αυτό.

Υλικά αλλαγής φάσης: είναι υλικά που αποθηκεύουν λανθάνουσα θερμότητα, χρησιμοποιώντας χημικούς δεσμούς για την αποθήκευση ή την απελευθέρωση ενέργειας , η οποία πραγματοποιείται με αλλαγή φάσης από στερεό σε υγρό ή το αντίστροφο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα ηλιακά παθητικά συστήματα που συντελούν στη βέλτιστη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, βασιζόμενα στους φυσικούς νόμους της μετάδοσης θερμότητας και της φυσικής ροής του αέρα.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν βασικό στοιχείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού, συμβάλλοντας την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων. Πρόκειται για κατασκευές και στοιχεία (τοίχοι θερμικής αποθήκευσης, υαλοστάσια, αεριοσυλλέκτες) που ενσωματώνονται μορφολογικά και κατασκευαστικά στη δομή του κτιρίου.

### 4.1 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ

Ο τρόπος ταξινόμησης αυτών των στοιχείων αφορά την λειτουργία που επιτελούν.

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά Συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

### 4.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης διακρίνονται σε άλλες τρεις υποκατηγορίες. Η διάκριση αυτή αφορά τον τρόπο συλλογής και αποθήκευσης θερμότητας για την εσωτερική θέρμανση του χώρου.

- Άμεση ηλιακή πρόσδοδος (άμεσου ηλιακού κέρδους)
- Έμμεση ηλιακή πρόσδοδος (έμμεσου ηλιακού κέρδους)
- Απομονωμένη ηλιακή πρόσδοδος (απομονωμένου ηλιακού κέρδους)

#### 4.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΜΕΣΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ

Τα πιο συνηθισμένα και ευρέως χρησιμοποιούμενα συστήματα άμεσου κέρδους, σχετίζονται με την επιλογή προσανατολισμού και είδος υαλοπινάκων καθώς και την επιλογή της κατάλληλης θερμικής μάζας στο εσωτερικό του χώρου. Σε αυτήν την περίπτωση το κτίριο μπορεί να χαρακτηριστεί ως συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας θερμότητας.

Τα κριτήρια για την τοποθέτηση των ανοιγμάτων πρέπει να επικεντρώνονται στους εξής παράγοντες :

- Ορθή επιλογή υαλοπίνακα , αυτό σχετίζεται με την διαπερατότητα ,την απορροφητικότητα , την ανακλαστικότητα και την αντοχή . Γενικά , επιδιώκεται ο βέλτιστος συνδυασμός των παραπάνω ώστε να παρέχεται αυξημένη απόδοση του συστήματος.
- Νότια ανοίγματα , για ευνοϊκότερη εκμετάλλευση ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια όλου του έτους.
- Σχετικά μεγάλο μέγεθος ,για αυξημένη ηλιακή πρόσοδο , με συνδυασμό νυχτερινής κινητικής θερμομόνωσης ώστε να αποτρέπονται οι θερμικές απώλειες τη νύχτα.
- Ηλιοπροστασία υαλοστάσεων, κυρίως τη θερινή περίοδο , ώστε περιοριστεί η διέλευση ηλιακής ακτινοβολίας και να αποφευχθεί το ενδεχόμενο υπερθέρμανσης του εσωτερικού χώρου.

#### 4.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΜΕΣΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ

Τα συγκεκριμένα συστήματα ,συλλέγουν, αποθηκεύουν και αποδίδουν την ηλιακή ενέργεια με έμμεσο τρόπο . Πρόκειται για δομικά στοιχεία που είναι ενσωματωμένα στο κέλυφος είτε για διαφόρων ειδών ανοίγματα όπως αγωγοί και θυρίδες.

Η ταξινόμηση των έμμεσων συστημάτων ηλιακού κέρδους είναι η ακόλουθη:

- Ηλιακοί τοίχοι ( τοίχοι θερμικής μάζας, τοίχοι TROMBE-MICHEL)
- Ηλιακοί χώροι- θερμοκήπια
- Αίθρια

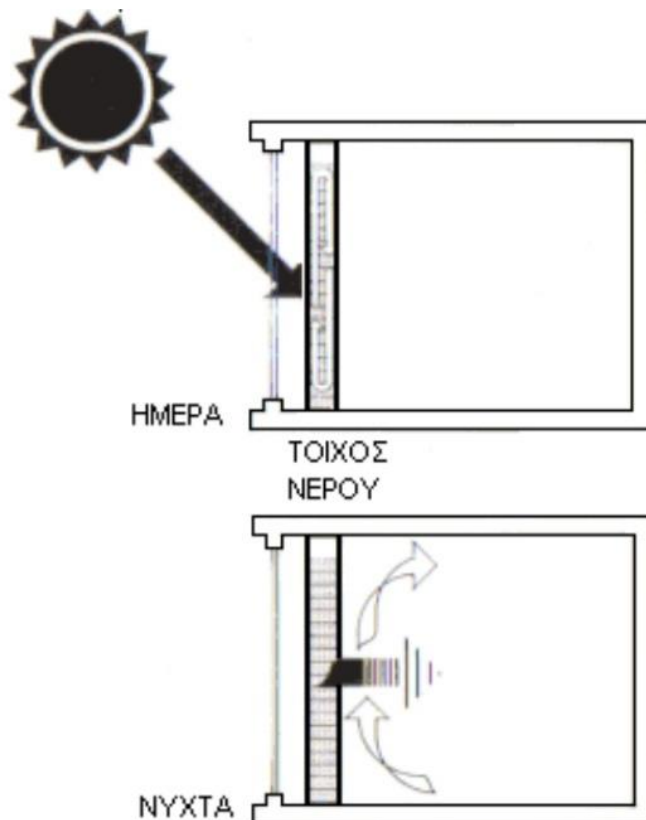
#### ΗΛΙΑΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΜΑΖΑΣ

Ο απλός τοίχος μάζας που θεωρείται ένα από τα πιο χαρακτηριστικά συστήματα έμμεσου κέρδους και τοποθετείται στη νότια πλευρά του κτιρίου . Τα υλικά από τα οποία δομείται έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα και συνήθως επιλέγεται σκούρο χρώμα ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη ηλιακή απορρόφηση . Επιπλέον ,ο τοίχος περιβάλλεται εξωτερικά από υαλοστάσιο για να δεσμεύεται όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας.



Η ηλιακή ακτινοβολία που διαπερνά τον υαλοπίνακα μετατρέπεται σε θερμότητα και εν συνεχεία αποθηκεύεται στον τοίχο. Και ύστερα αυτή η θερμική ενέργεια μέσω αγωγής, συναγωγής και ακτινοβολίας μεταφέρεται στο χώρο. Συγχρόνως, ο αέρας που βρίσκεται εγκλωβισμένος μεταξύ υαλοπίνακα και τοίχου λειτουργεί ως θερμομονωτικό στοιχείο διότι περιορίζει σημαντικά τις θερμικές απώλειες από το ζεστό εσωτερικό χώρο στο περιβάλλον.

Ένας άλλος τύπος θερμικού τοίχου, είναι ο τοίχος νερού, που αξιοποιεί την μεγάλη θερμοχωρητικότητα του νερού. Ειδικότερα στο σύστημα αυτό, ενσωματώνεται δίκτυο νερού ανάμεσα στον υαλοπίνακα και τον τοίχο, καθιστώντας τον αποδοτικότερο από τον απλό τοίχο μάζας, βέβαια ο τρόπος λειτουργίας είναι ακριβώς ίδιος.

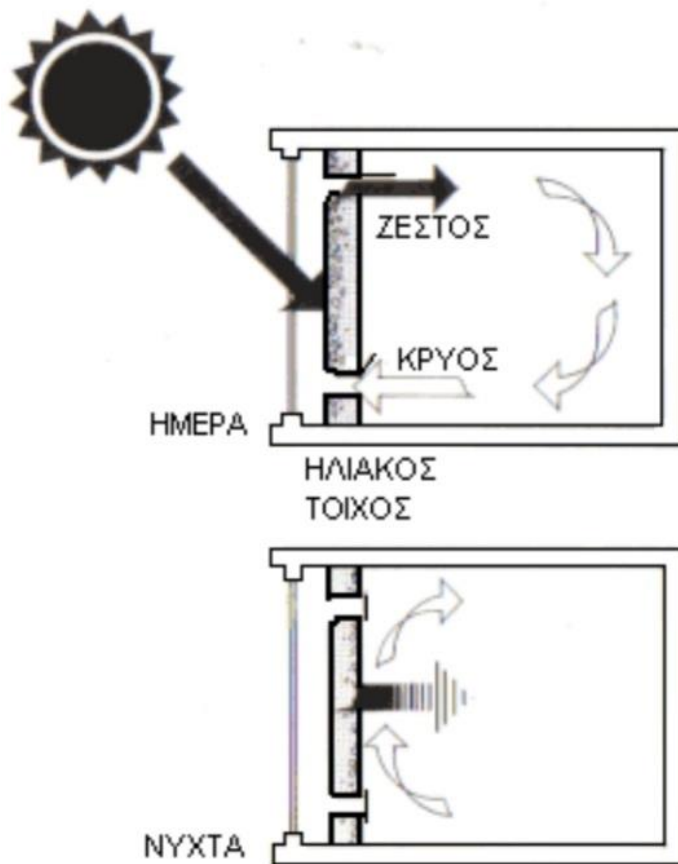


Εικόνα 14, Θερμικός τοίχος μάζας{48}

Μια άλλη ενδιαφέρουσα παραλλαγή του θερμικού τοίχου μάζας που παρουσιάστηκε παραπάνω είναι ο τοίχος Trombe, πρόκειται για έναν τοίχο θερμικής αποθήκευσης ο οποίος διαθέτει θυρίδες στο άνω και κάτω μέρος του. Τα ανοίγματα αυτά εξασφαλίζουν τη επικοινωνία του αέρα που βρίσκεται ανάμεσα στον υαλοπίνακα και στον τοίχο. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η μεταφορά θερμότητας όχι μόνο με

αγωγή και ακτινοβολία αλλά και με αξιοποίηση του θερμοσιφωνικού φαινομένου του αέρα γεγονός που τον καθιστά πολύ αποδοτικό.

Ο αέρας εισέρχεται από τη βάση του τοίχου, θερμαίνεται και επομένως ανέρχεται προς την κορυφή (καθώς έχει μικρότερη πυκνότητα και είναι ελαφρύτερος) και εισέρχεται από την άνω θυρίδα στον εσωτερικό χώρο θερμότερος, ενώ ο ψυχρός αέρας του εσωτερικού χώρου εισέρχεται από την κάτω θυρίδα στο διάκενο που θα θερμανθεί και εκ νέου θα διαφύγει από το άνω άνοιγμα. Ακόμα, συνηθίζεται κατά τη διάρκεια της νύχτας να κλείνουν αυτές οι θυρίδες και η θέρμανση του χώρου πραγματοποιείται μόνο με ακτινοβολία, ενώ την καλοκαιρινή περίοδο το άνω άνοιγμα παραμένει κλειστό και ανοίγεται ένα μέρος του υαλοπίνακα, ώστε ο αέρας να διαφεύγει από τον εσωτερικό χώρο μέσω της κάτω θυρίδας.



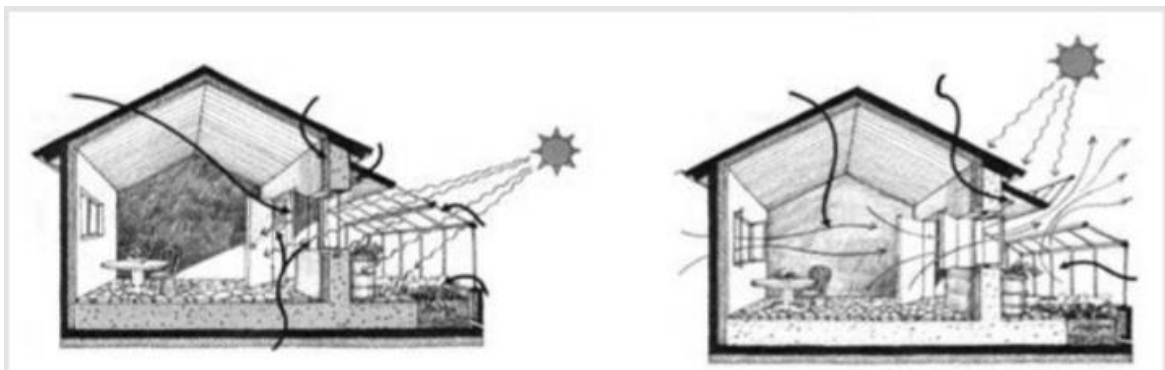
Εικόνα 15, ηλιακός τοίχος, {48}

## ΗΛΙΑΚΟΙ ΧΩΡΟΙ - ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

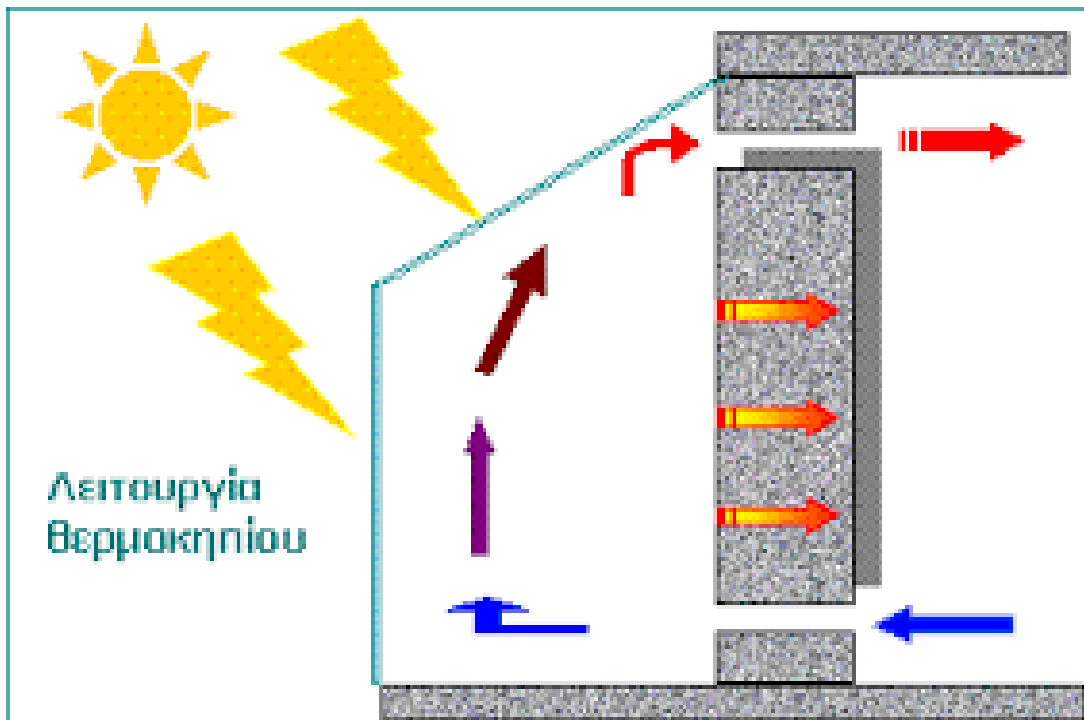
Πρόκειται για κλειστούς χώρους που είναι τοποθετημένοι στο νότο. Περιβάλλονται από υαλοστάσια, τουλάχιστον μία ή ακόμα και τρεις πλευρές του ενώ μπορεί ακόμα και η οροφή του να αποτελείται από υαλοπίνακα. Ωστόσο το πιο σύνηθες είναι να φέρει συμπαγής οροφή και γυάλινη κεκλιμένη επιστέγαση. Το θερμοκήπιο συνδέεται με το κυρίως κτίριο με συμπαγή τοίχο θερμικής μάζας δίχως να διαθέτει θερμομονωτική προστασία ή με τοίχο με θερμομόνωση που διαθέτει θυρίδες ή υαλοστάσια ώστε να εξασφαλίζεται η βέλτιστη μεταφορά θερμότητας από το θερμοκήπιο στον εσωτερικό χώρο.

Πιο αναλυτικά η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε αυτόν το κλειστό χώρο και στη συνέχεια απορροφάται υπό μορφή θερμότητας από τον συμπαγή τοίχο είτε εισέρχεται άμεσα μέσω των θυρίδων στον εσωτερικό χώρο. Ταυτοχρόνως, συμβάλλει αποτελεσματικά στη μείωση των θερμικών απωλειών, καθώς καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας έχει υψηλότερη θερμοκρασία από αυτή που επικρατεί στο εξωτερικό περιβάλλον.

Ακόμα κατά τη θερινή περίοδο είναι απαραίτητος ο σωστός αερισμός αλλά και η τοποθέτηση ηλιοπροστασίας ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος πιθανής υπερθέρμανσης του ηλιακού χώρου.



Εικόνα 16 Χειμερινή- θερινή λειτουργία θερμοκηπίου {4}



Εικόνα 17, λειτουργία θερμοκηπίου {48}

## ΑΙΘΡΙΑ

Τα αίθρια είναι χώροι που βρίσκονται στο εσωτερικό του κτιρίου, και διαθέτουν ανοιχτή οροφή ή είναι καλυμμένα με γυαλί ή διαφανές πλαστικό περίβλημα. Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται από την οροφή του δώματος και αποθηκεύεται υπό μορφή θερμότητας στους τοίχους όπου προσπίπτει. Παράλληλα το καλοκαίρι το αίθριο έχει δυνατότητα να παραμένει ανοικτό, ενώ απαιτείται και σκίαση.

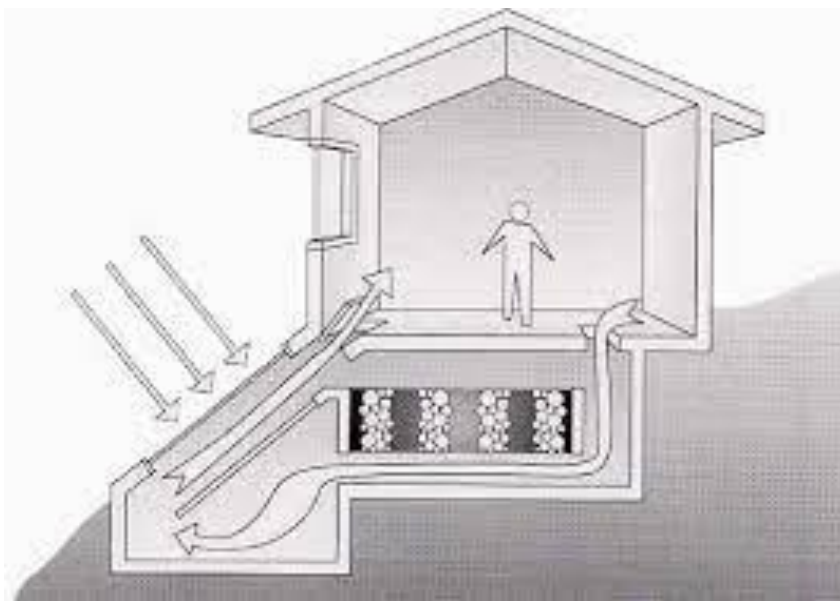
Επιπλέον το αίθριο αποτελεί παθητικό στοιχείο φυσικού φωτισμού, λόγω του υαλοστασίου της οροφής.

### 4.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ

Το στοιχείο που είναι υπεύθυνο για την συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας βρίσκεται εκτός του κτιρίου, (είναι απομονωμένο σε σχέση με το στοιχείο εκείνο που πρόκειται να αποθηκεύσει την ηλιακή ενέργεια και να την μεταφέρει στο χώρο).

Πρόκειται για ένα απομονωμένο θερμοσιφωνικό πάνελ που αποτελείται από έναν υαλοπίνακα , και μια σκουρόχρωμη μεταλλική επιφάνεια η οποία είναι μονωμένη ,ανάμεσα στις δυο επιφάνειες υπάρχει στρώμα αέρα. Γενικά συνηθίζεται να τοποθετείται με κλίση 35 με 40 μοιρών σε χαμηλότερο υψόμετρο από τον κυρίως κτίριο που θα θερμάνει.

Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στον υαλοπίνακα παγιδεύεται στο διάκενο αέρα υπό μορφή θερμότητας και στη συνέχεια μεταφέρεται μέσω αγωγών στον εσωτερικό χώρο .Η εναλλακτικά υπάρχει δυνατότητα να αποθηκευτεί αυτή η θερμότητα σε κατάλληλους χώρους και να προσδίδεται στο εσωτερικό του κτιρίου σταδιακά.



Εικόνα 18,σύστημα απομονωμένου ηλιακού κέρδους ,θερμοσιφωνικό πάνελ {49}

#### 4.3 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

Η φυσική ή παθητική ψύξη αξιοποιεί και ελέγχει τα φυσικά τα φυσικά φαινόμενα που πραγματοποιούνται στο κτίριο και στο εξωτερικό περιβάλλον, αποσκοπώντας στην μεγιστοποίηση της θερμικής άνεσης , μέσω της μείωσης της αισθητής θερμοκρασίας του χώρου τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ωστόσο ,οι παρεμβάσεις που θα γίνουν στο κτιριακό κέλυφος δεν θα πρέπει να δυσχεραίνουν την θερμική άνεση κατά τη χειμερινή περίοδο .

Η βασική αρχή που στηρίζεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της παθητικής ψύξης είναι ο έλεγχος και περιορισμός υπερθέρμανσης που επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους όπως :

- Φυσικός αερισμός
- Εκμετάλλευση θερμικής αδράνειας κτιρίου
- Σκίαση ανοιγμάτων και Ηλιοπροστασία
- Φυτεμένα δώματα
- Εξατμιστική ψύξη

#### 4.3.1 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Η παροχή φρέσκου αέρα στον εσωτερικό χώρο συνεισφέρει καθοριστικά στην εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης, καθώς η κίνηση του αέρα έχει τη δυνατότητα να απάγει τη θερμότητα, ενώ παράλληλα βελτιώνεται σημαντικά η ποιότητα αέρα, διότι μέσω της τακτικής ανανέωσης απομακρύνονται οι μικροοργανισμοί, οι ρύποι.

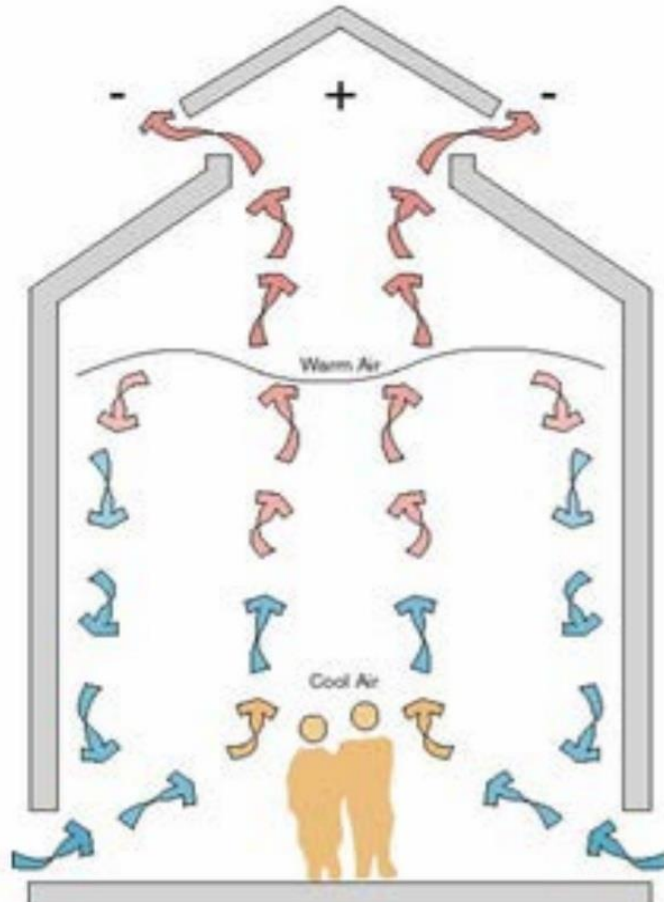
Ο φυσικός αερισμός πραγματοποιείται είτε λόγω διαφοράς θερμοκρασίας στα στρώματα αέρα (φαινόμενο καμινάδας) είτε λόγω της διαφοράς πίεσης μεταξύ των ανοιγμάτων. Η διαφορά πίεσης μεταξύ δυο πλευρών προκαλεί την κίνηση του αέρα από την πλευρά με την μεγαλύτερη πίεση (προσήνεμη) προς εκείνη με την μικρότερη (υπήνεμη).

#### ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ

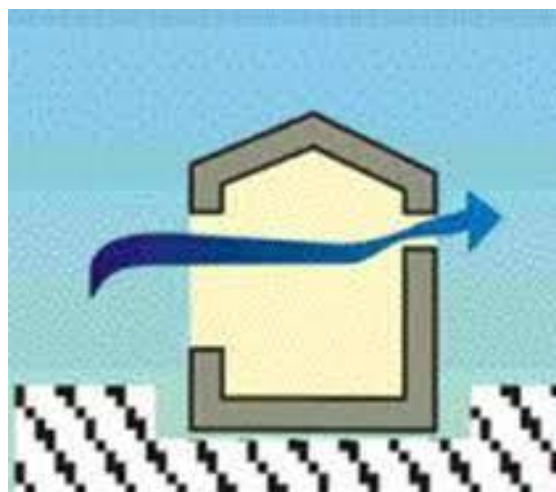
Πρόκειται για την ανοδική κίνηση του αέρα μέσα σε ένα κτίριο. Στον εσωτερικό χώρο ο αέρας θερμαίνεται και η πυκνότητα του μειώνεται επομένως καθίσταται ελαφρύτερος και έχει την τάση να κινείται ανοδικά. Για αυτό τοποθετείται κάποιο άνοιγμα – δίοδος του αέρα στην κορυφή και έτσι εξέρχεται αυτό το θερμό ρεύμα, επιτρέποντας στον ψυχρό εξωτερικό αέρα να εισέλθει στα κατώτερα στρώματα για να αναπληρωθεί το ρεύμα εκείνο που εξήλθε, παρέχοντας κατά τοποθέτηση

ανοιγμάτων, φεγγιτών τόσο στην οροφή όσο και ανοίγματα στην πρόοψη του κελύφους, βοηθά στην κίνηση του αέρα ενώ όσο μεγαλύτερη είναι η κατακόρυφη απόσταση και η θερμοκρασιακή διαφορά των δυο ρευμάτων (εισερχόμενου-εξερχόμενου) τόσο ταχύτερη είναι η κίνηση του αέρα και συνεπώς είναι εντονότερη και μεγαλύτερη η αίσθηση δροσισμού.

Στην σύγχρονη αρχιτεκτονική έχουν εφαρμοστεί κάποιες παραλλαγές της απλής καμινάδας σε συνδυασμό με την εξέλιξη των δομικών υλικών , όπως οι πύργοι ανέμου και η ηλιακή καμινάδα.



Εικόνα 19, ηλιακή καμινάδα{49}



Εικόνα 20 ,διαμπερή φυσικός αερισμός {49}

Επίσης ο φυσικός αερισμός και δροσισμός μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματικά , με την τοποθέτηση ανοιγμάτων και στις δυο πλευρές αντιδιαμετρικά και σε διαφορετικό υψόμετρο (διαμπερής αερισμός)

#### 4.3.2 ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια , τα δομικά υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του κελύφους πρέπει να έχουν σχετικά μεγάλη θερμοχωρητικότητα και αντίστοιχα η τοιχοποιία να έχει μεγάλο πάχος προκειμένου να ελέγχεται η ενδεχόμενη υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου.

Ειδικότερα, η σωστή επιλογή των δομικών υλικών καθιστά εφικτή την αποθήκευση των ηλιακών κερδών καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας και τη σταδιακή απελευθέρωση τους τη νύχτα. Συγχρόνως με την αξιοποίηση του νυχτερινού αερισμού , μπορεί να δημιουργηθεί ένα ευχάριστο και φιλικό κλίμα διαβίωσης .Με το άνοιγμα των παραθύρων τις νυχτερινές ώρες, παρατηρείται μια σταθεροποίηση της θερμοκρασίας και πετυχαίνετε η θερμική αποφόρτιση των δομικών υλικών εξαιτίας του δροσερού νυχτερινού ρεύματος ,και συνεπώς είναι ικανά να απορροφήσουν τα νέα θερμικά κέρδη της επόμενης ημέρας.

#### 4.3.3 ΣΚΙΑΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Η ηλιοπροστασία και η σκίαση των ανοιγμάτων ενός κτιρίου αποτελούν αποτελεσματικά μέτρα για τον περιορισμό της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια τον έλεγχο και τον περιορισμό της εσωτερικής θερμοκρασίας.

Συνήθως επιλέγεται η κινητή ηλιοπροστασία που δίνει τη δυνατότητα να προσαρμογής ανάλογα της ημερήσιες ανάγκες του κτιρίου. Για παράδειγμα μια ημέρα του Γενάρη , η ηλιακή ακτινοβολία είναι απαραίτητη για την αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας , ενώ μια μέρα του Αυγούστου που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες , το φαινόμενο της υπερθέρμανσης μπορεί να ελεγχθεί με την κατάλληλη προστατευτική διάταξη.

Επιπλέον , ανάλογα τον προσανατολισμό του κάθε ανοίγματος εφαρμόζονται διαφορετικά συστήματα σκίασης. Ειδικότερα τα νότια ανοίγματα ,είναι εκείνα που δέχονται το μεγαλύτερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας , για αυτό συνηθίζεται η τοποθέτηση οριζοντίων σταθερών εξωτερικών σκιάστρων που αποτελούν ενσωματωμένο μέρος του κελύφους. Από την άλλη πλευρά στα βόρεια ανοίγματα δεν είναι αναγκαία η τοποθέτηση ηλιοπροστασίας καθώς δέχονται περιορισμένη ηλιακή ακτινοβολία. Τέλος στα δυτικά και ανατολικά υαλοστάσια πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη η γωνία πρόσπτωσης που διαφοροποιείται κατά τη διάρκεια του έτους, για αυτό



το λόγο συνήθως τοποθετούνται κινητά συστήματα σκίασης με κατακόρυφες περσίδες.

Ένα άλλο σύστημα ηλιοπροστασίας είναι το φράγμα ακτινοβολίας που τοποθετείται στην οροφή του κτιρίου. Πρόκειται για ένα μηχανισμό που απαρτίζεται από φύλλα αλουμινίου με μεγάλο συντελεστή ανακλαστικότητας και εκπομπής. Έτσι αποτρέπεται η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας.

Αποδοτική ηλιοπροστασία μπορεί να πραγματοποιηθεί και με τη βλάστηση. Πιο αναλυτικά, τα φυτά μπορούν να τοποθετηθούν μπροστά από τα ανοίγματα προσφέροντας φυσική σκίαση και εξοικονόμηση ψυκτικού φορτίου.

Συνοπτικά κάποιες τυπικές διατάξεις και τεχνικές που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι οι ακόλουθες :

- Εξωτερικές περσίδες με σταθερά οριζόντια ή κατακόρυφα πτερύγια
- Οριζόντια προστεγάσματα και πλευρικά πτερύγια που ενσωματώνονται στο εξωτερικό μέρος του κτιρίου
- Τέντες
- Περιμετρική βλάστηση
- Ανοιχτόχρωμες κουρτίνες και στόρια εσωτερικά

#### 4.3.4 ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ

Τα φυτεμένα δωμάτια και οι πράσινες στέγες μπορούν επίσης να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του κτιρίου, με την προϋπόθεση ότι το κέλυφος διαθέτει την κατάλληλη θερμομόνωση και υγραμόνωση, προκειμένου η βλάστηση να μην προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις.

Τα φυτεμένα δωμάτια ενισχύουν σημαντικά τη θερμομόνωση του κτιρίου μειώνοντας τις θερμικές απώλειες των χειμώνων και περιορίζοντας τη ροή θερμικών φορτίων κατά το θέρος. Ακόμα, αυξάνουν τη θερμοχωρητικότητα του μειώνοντας τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας, καθώς δεσμεύεται μεγάλο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας από τα φυτά για την επίτευξη της φωτοσύνθεσης. Συγχρόνως παρέχεται φυσικός δροσισμός μέσω της εξατμισοδιαπνοής των φυλλωμάτων. Η εξατμισοδιαπνοή αποτελεί μια βιολογική λειτουργία των φυτών που τα προστατεύει από την υπερθέρμανση και την καταστροφή των ιστών. Είναι μια διαδικασία εξαναγκασμένης εξάτμισης που δεσμεύει μεγάλα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα τη θερμική καταπόνηση που δέχεται.

Παράλληλα, αυτές οι επιφάνειες χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλό βαθμό ανακλαστικότητας του εδάφους περίπου 0,8 ανάλογα το είδος, το χρώμα της βλάστησης, το πόσο πυκνά η αραιά είναι τοποθετημένα και την ποσότητα νερού που τους παρέχεται, ενώ παρέχουν προστασία ως προς τις ανεμοπιέσεις, διότι σε αυτόν το χώρο έχει δημιουργηθεί ένα κατώτερο στρώμα αέρα με χαμηλότερη θερμοκρασία

σε σχέση με αυτή που επικρατεί στο υπόλοιπο περιβάλλον, επομένως εμποδίζει την μεταφορά αέριων μαζών.

Γενικότερα οι πράσινες στέγες αποτελούν μια σπουδαία βιώσιμη επινόηση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής που συμβάλλει στην αναβάθμιση του μικροκλίματος και στην αντιμετώπιση της αστικής θερμικής νησίδας, δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για την αειφορία των σύγχρονων αστικών κέντρων.

#### 4.3.5 ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΗ ΨΥΞΗ

Η εξατμιστική ψύξη θεωρείται μια οικολογική τεχνική ψύξης καθώς η λειτουργία της στηρίζεται στο φυσικό φαινόμενο της εξάτμισης του νερού, το οποίο απορροφά μεγάλα ποσά θερμότητας από τον αέρα. Γενικότερα ο θερμός αέρας που κινείται πάνω από υγρά σώματα έχει την ιδιότητα προκαλεί την εξάτμισή του νερού (αλλαγή φάσης από υγρή σε αέρια). Η απώλεια ενέργειας από τον αέρα οδηγεί στη μείωση της θερμοκρασίας του και στην αύξηση της υγρασίας του.

Η άμεση εξατμιστική ψύξη συνίσταται να χρησιμοποιείται σε θερμά και ξηρά κλίματα μιας και η αυξημένη υγρασία μπορεί να επιφέρει ανεπιθύμητες καταστάσεις όπως η μούχλα και η γενικότερη έλλειψη θερμικής άνεσης. Οι μέθοδοι με τις οποίες επιτυγχάνεται η άμεση εξατμιστική ψύξη είναι κυρίως η τοποθέτηση απορροφητικών επιφανειών πάνω στις οποίες κύλα νερό, και οι οποίες βρίσκονται σε άμεση επαφή με τον αέρα. Ο αέρας σαρώνει την υγρή πλάκα, προκαλώντας την εξάτμιση του νερού, καθιστώντας κατ'αυτόν τον τρόπο τον αέρα ψυχρότερο.

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα για την υλοποίηση της εξατμιστικής ψύξης, είναι οι ψύκτες αέρα εξατμιζόμενου ύδατος. Πρόκειται για ψύκτες που αποτελούνται από μια εξατμιστική επιφάνεια, από ινώδη ξύλο ή κάποιο αφρώδη πλαστικό, μια αντλία επανακυκλοφορίας νερού, που το ανυψώνει από τον τροφοδότη (κάρτερ νερού) στον διασκορπιστή. Και τέλος ένας ανεμιστήρας που κατευθύνει τον αέρα στην εξατμιστική επιφάνεια και εισέρχεται στο χώρο ψυχρότερος.

Η έμμεση εξατμιστική ψύξη πραγματοποιείται χωρίς άμεση επαφή του νερού με το ρεύμα αέρα. Και διεξάγεται χρησιμοποιώντας δυο ρεύματα αέρα, ανάμεσα στα οποία παρεμβάλλεται μια μεμβράνη εναλλαγής θερμότητας.

Οι έμμεσοι ψύκτες εξάτμισης αξιοποιούν τον εξωτερικό αέρα προκειμένου να μειωθεί την εσωτερική θερμοκρασία χωρίς να πραγματοποιείται άμεση ανάμειξη εξωτερικών και εσωτερικών ροών αέρα. Η υγρασία που παράγεται κατά την ψύξη με εξάτμιση αποβάλλεται με τον αέρα εξαγωγής και το ρεύμα αέρα που αποστέλλεται στον χώρο ψύξης όπου ψύχεται μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας αέρα

#### 4.4 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Ακολούθως, θα αναλυθούν οι τεχνικές και τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την βέλτιστη αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού και την επίτευξη της αναγκαίας οπτικής άνεσης με όσο τον δυνατόν περιορισμένη χρήση του ηλεκτρισμού.

Οι πιο συνηθισμένες κατασκευαστικές τεχνικές που λαμβάνουν χώρα στα σύγχρονα οικοδομήματα και στοχεύουν στο φυσικό φωτισμό είναι οι ακόλουθες :

- Ανοίγματα
- Αίθρια
- Φωταγωγοί
- Ράφια φωτισμού, περσίδες
- Ειδικοί υαλοπίνακες, διαφανή μονωτικά υλικά

##### 4.4.1 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Τα ανοίγματα αποτελούν το σημαντικότερο παράγοντα, που καθορίζουν την διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Συνεπώς ο κατάλληλος σχεδιασμός τους ως προς τη θέση, το μέγεθος, τη γεωμετρία, αλλά και η ορθή επιλογή φωτομετρικών χαρακτηριστικών όπως χρώμα, υλικό, φωτοπερατότητα και ανακλαστικότητα των υαλοπινάκων μπορεί να αυξήσει ικανοποιητικά τη φυσική οπτική άνεση που επικρατεί στο χώρο.

Τα ανοίγματα μπορεί να είναι πλευρικά δηλαδή να είναι τοποθετημένα κατακόρυφα στη τοιχοποιία, είτε να βρίσκονται στην οροφή του κτιρίου, ενώ μπορεί να κατασκευάζονται εξ' ολοκλήρου διαφανής τοίχοι και οροφές.

Τα πλευρικά ανοίγματα είναι υπεύθυνα για την ομοιόμορφη κατανομή του φωτός αλλά και την ποιότητα και τον τρόπο που αυτό διασκορπίζεται στο χώρο. Για παράδειγμα η συμμετρική τοποθέτηση τους στο χώρο συνεπάγεται την ομοιόμορφη κατανομή του και τον περιορισμό της εκδήλωσης θάμβωσης. Επιπλέον όσο ψηλότερα τοποθετείται το άνοιγμα τόσο μεγαλύτερος είναι ο διασκορπισμός του φωτός σε όλο το χώρο.

Τα ανοίγματα οροφής όπως είναι λογικό τοποθετούνται στον ανώτερο όροφο του κτιρίου και επιτρέπουν την διέλευση μεγάλης φωτεινότητας καθώς δεν υπάρχουν εμπόδια όπως άλλα οικοδομήματα για να την παρεμποδίζουν. Επιπροσθέτως προσδίδουν καλύτερες οπτικές συνθήκες αφού κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το χώρο.

Ωστόσο και στις δυο περιπτώσεις είναι αναγκαία η μέριμνα για την εγκατάσταση κάποιας τεχνικής σκίασης και ηλιοπροστασίας ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του χώρου στη διάρκεια του καλοκαιριού και η συσσώρευση θερμικών φορτίων καθώς και να μην δημιουργείται οπτική θάμβωση δυσχεραίνοντας τους

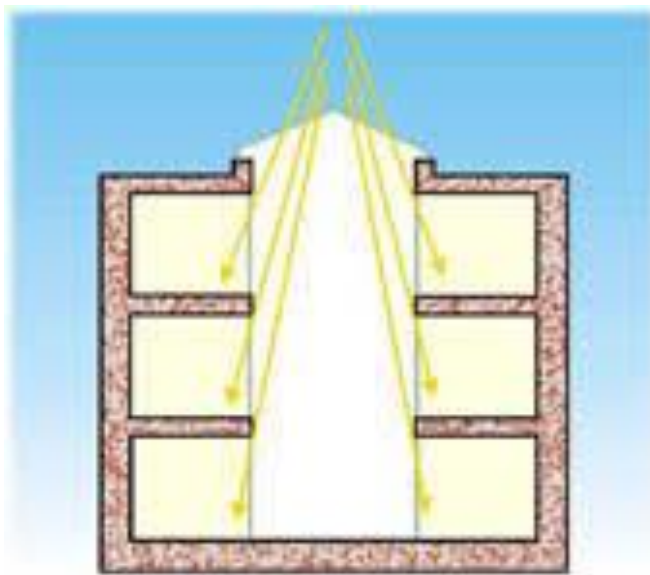
χρήστες. Συνεπώς κρίνεται απαραίτητη η εύρεση μια βέλτιστης λύσης ώστε να ικανοποιούνται οι οπτικές και οι θερμικές ανάγκες του κτιρίου.

#### 4.4.2 ΑΙΘΡΙΑ

Τα αίθρια αποτελούνται από μια αδιαφανή οροφή συνήθως γυάλινη που προσπίπτει ηλιακή ακτινοβολία και μεταφέρεται στους υπόλοιπους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου ή των κτιρίων μέσω των ανοιγμάτων.

Κατά την κατασκευή του αιθρίου, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά των επιφανειών της τοιχοποιίας, του δαπέδου των ενδιάμεσων ορόφων (ανακλαστικότητα, απορροφητικότητα) καθώς και τα οπτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα.

Τα αίθρια συμβάλλουν αποδοτικά στην ενίσχυση της οπτικής άνεσης καθώς επιτρέπουν την διείσδυση του φωτός στον κεντρικό άξονα του κτιρίου, και μέσω διόδων καθιστά εφικτό τον φωτισμό και άλλων εσωτερικών χώρων. Τέλος, η είσοδος διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας σε συνδυασμό με τις διαδοχικές ανακλάσεις που πραγματοποιούνται κατά την πρόσπτωση του στις διάφορες επιφάνειες δημιουργεί ένα ομοιόμορφα φωτισμένο περιβάλλον.



Εικόνα 21, απεικόνιση αιθρίου {49}

#### 4.4.3 ΦΩΤΑΓΩΓΟΙ

Οι φωταγωγοί και οι φεγγίτες θεωρούνται ιδανική πηγή φωτισμού για σκοτεινούς χώρους, που δεν είναι εύκολη η πρόσβαση του ηλίου ή χρησιμοποιούνται σε χώρους που χαρακτηρίζονται από μεγάλο βάθος και τα παράθυρα που είναι τοποθετημένα αδυνατούν να καλύψουν τις ανάγκες φωτισμού του συγκεκριμένου δώματος.

Τοποθετούνται στη κορυφή της στέγης και η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο κατακόρυφα ή υπό γωνία. Προκειμένου να αυξηθεί η απόδοση των φωταγωγών, συνηθίζεται να κατά την κατασκευή τους να τοποθετούνται συνοδευτικά συστήματα όπως οι ανακλαστήρες, οι ηλιοστάτες και οι φωτοσωλήνες.

Οι ανακλαστήρες είναι διατάξεις που τοποθετούνται στην είσοδο του φωταγωγού και έχουν την ιδιότητα να διαχέει, 'να στέλνει' την ηλιακή ακτινοβολία προς τα κάτω επομένως φωτίζεται συνολικά όλος ο χώρος. Επιπλέον μεγαλύτερη ενίσχυση της φωτεινότητας του χώρου προσφέρουν οι ηλιοστάτες, πρόκειται για συσκευές που έχουν ενσωματωμένα κάτοπτρα και ακολουθούν την κίνηση του ήλιου, προσφέροντας τη μέγιστη κατανομή φωτός σε όλη τη διάρκεια της ημέρας. Τέλος οι φωτοσωλήνες, χρησιμοποιούνται κυρίως όταν η κατασκευή του φωταγωγού αποσκοπεί στον φωτισμό πολλών ορόφων. Αποτελείται από εύκαμπτο και αυλακωτό σωλήνα που στο εσωτερικό του υπάρχουν φακοί ανά διαστήματα ώστε να πραγματοποιούνται διαδοχικές ανακλάσεις και το φως να διαχέεται ομοιόμορφα σε όλους τους ορόφους.

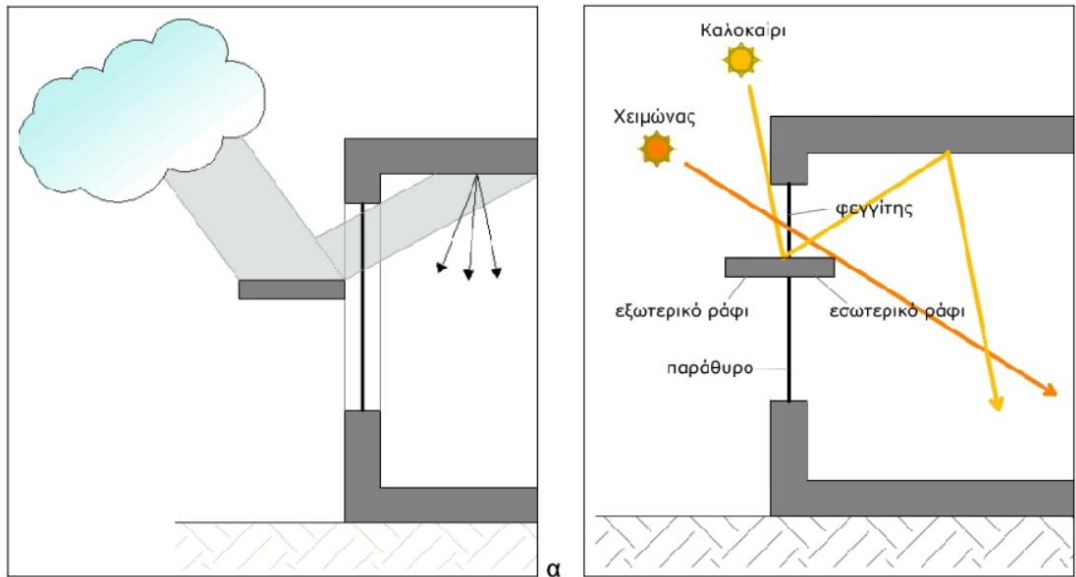
#### 4.4.4 ΡΑΦΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΣΙΔΕΣ

Τα ράφια φωτισμού είναι επίπεδες ή καμπύλες σταθερές προεξοχές στο εσωτερικό και το εξωτερικό του κτιρίου, που διαθέτουν σχετικά μεγάλη ανακλαστική επιφάνεια και σταθεροποιούνται στα πλαίσια των υαλοπινάκων του κτιρίου. Ο ρόλος τους είναι πρακτικά να κατευθύνουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία στο εσωτερικό και μέσω των ανακλάσεων να διασκορπίζεται σε όλο το χώρο. Για αυτό είναι βασική απαίτηση οι εσωτερικές επιφάνειες και κυρίως η οροφή να έχουν μεγάλη ανακλαστικότητα.

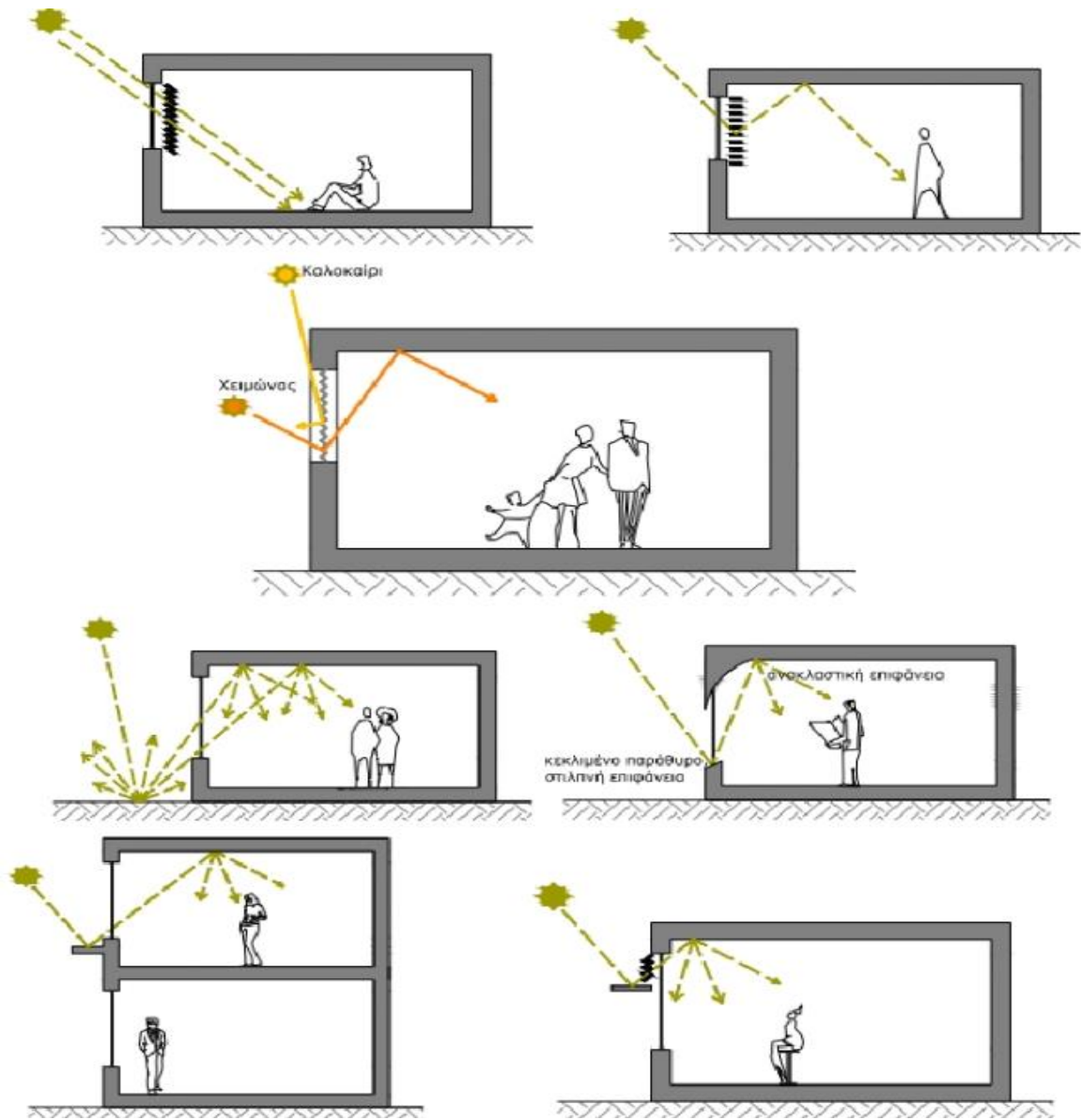
Οι ανακλαστικές περσίδες λειτουργούν ακριβώς με τον ίδιο τρόπο με τα ράφια φωτισμού, δηλαδή κατευθύνουν την ηλιακή ακτινοβολία προς την οροφή και ύστερα

διαχέεται. Πρόκειται για μικρά κινητά στοιχεία με μεγάλη ανακλαστικότητα που τοποθετούνται στα κουφώματα εσωτερικά ή εξωτερικά των ανοιγμάτων ή ακόμα και ανάμεσα σε διπλά κουφώματα. Ωστόσο έχουν ένα περαιτέρω πλεονέκτημα

απέναντι στα ράφια φωτισμού, υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της εισερχόμενης ακτινοβολίας, γεγονός που είναι αναγκαίο τη διάρκεια του καλοκαιριού που ελλοχεύει ο κίνδυνος υπερθέρμανσης του εσωτερικού.



Εικόνα 22 Ανακλαστικά ράφια φωτισμού, Α) Εξωτερικά Β) Εκατέρωθεν του ανοίγματος {44}



Εικόνα 23, διάφορες διατάξεις από ανακλαστικές περσίδες,{44}

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Στο κεφάλαιο αυτό, θα πραγματοποιηθεί μια σύντομη αναφορά στην ένταξη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στα παθητικά κτίρια με απώτερο στόχο την αυτονομία και την περαιτέρω απεξάρτηση από τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής ενέργειας.

### 5.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΤΡΟΠΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΣΕ ΟΙΚΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

#### 5.1.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ

Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστοιχίων σε κτίρια για παραγωγή ηλεκτρισμού είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη και αξιόπιστη στη χώρα μας, μιας και διαθέτει υψηλό ηλιακό δυναμικό όλο το έτος με εξαίρεση ίσως τους χειμερινούς μήνες.

Με την χρήση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας επιτυγχάνεται η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Πιο συγκεκριμένα, τα φωτοβολταϊκά απαρτίζονται από μια διάταξη πολλών κυττάρων, δηλαδή πολλά κομμάτια ημιαγωγών συνήθως πυριτίου που συνδέονται έτσι ώστε να δημιουργείται ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά. Οι ημιαγωγοί έχουν την δυνατότητα να απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και μέσω αυτής της ενέργειας των φωτονίων, που απορροφάτε από τα ηλεκτρόνια του ημιαγωγού και έτσι λόγω της αύξησης της ενέργειας οδηγούνται σε κίνηση και επομένως στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και ηλεκτρικής τάσης και με την κατάλληλη συνδεσμολογία παράγεται το ηλεκτρικό φορτίο. Για την σύνδεση των Φωτοβολταϊκών με το δίκτυο χρησιμοποιούνται μετατροπείς που μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο.

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια  $1 \text{ m}^2$  μια μέρα με ηλιοφάνεια, μπορεί να αποδίδει ισχύ ως και  $1 \text{ Kw}$ .

Γενικά η απόδοση ενός φωτοβολταϊκού πάνελ εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση, τη γωνία τοποθέτησης (κλίση) και τον προσανατολισμό. Βέλτιστη απόδοση εξασφαλίζεται με νότιο προσανατολισμό, η γωνία του πάνελ πρέπει να είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος (με αποδεκτή απόκλιση  $\pm 15$  μοίρες), ακόμα πρέπει να αποφεύγονται οι πιθανές σκιάσεις.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά μπορεί να καταστήσει το νοικοκυριό ενεργειακά αυτόνομο ή μερικώς αυτόνομο. Στην πρώτη περίπτωση η παραγόμενη ενέργεια επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών και σε περίπτωση πλεονάσματος, υπάρχει δυνατότητα πώλησης της περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας



στο δίκτυο (net-metering) . Σε αντίθετη περίπτωση , το νοικοκυριό τροφοδοτείται ενέργεια και από το δίκτυο για να καλύψει πλήρως τις ανάγκες του. Ωστόσο και σε αυτό το σενάριο ο κάτοικος επωφελείται μιας και έχει μειωμένη κατανάλωση ενέργειας από το δίκτυο.



Εικόνα 24 διατάξεις από φωτοβολταϊκά πάνελ {35}

### 5.1.2 ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ

Με την τεχνολογία της τηλεθέρμανσης επιτυγχάνεται η παροχή θέρμανσης και ζεστού νερού μέσω ειδικού δικτύου αγωγών που μεταφέρουν ζεστό νερό που έχει θερμανθεί με καύση πετρελαίου , φυσικού αερίου ή γαιάνθρακα σε λέβητες κάποιου εργοστασίου και τροφοδοτούν κατοικίες , χωριά αρκετά μακριά από την εγκατάσταση. Πρόκειται δηλαδή για κεντρικό σύστημα θέρμανσης και όχι ατομικό.

Τα βασικά πλεονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας αφορούν κυρίως την επίτευξη μεγαλύτερου βαθμού απόδοσης μιας και πρόκειται για μεγάλες εγκαταστάσεις που πραγματοποιούν διαρκείς συντηρήσεις , μειώνεται η ενεργειακή εξάρτηση από ξένες χώρες και είναι και συμβάλλει στη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης ,καθώς υπάρχει ένας κεντρικός λέβητας και όχι πολλοί διασκορπισμένοι . Επίσης στην περίπτωση που καίγεται βιομάζα για την θέρμανση του νερού αντί για πετρέλαιο, οι εκπομπές NOx και Sox, είναι ελάχιστες.

Στην Ελλάδα η πρώτη εγκατάσταση τηλεθέρμανσης υλοποιήθηκε στην Πτολεμαΐδα , ενώ πλέον υπάρχουν αντίστοιχες εγκαταστάσεις στις Σέρρες, στην

Κοζάνη, στη Μεγαλόπολη, στο Φιλώτα και γίνονται μελέτες για την κατασκευή της πρώτης εγκατάστασης τηλεθέρμανσης με βιομάζα στην Μεγαλόπολη της Αρκαδίας που θα αξιοποιεί τη διαθέσιμη βιομάζα από δασικές και γεωργικές εκτάσεις της περιοχής.

## ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ



Εικόνα 25, αναπαράσταση τρόπου λειτουργίας τηλεθέρμανσης {35}

### 5.1.3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

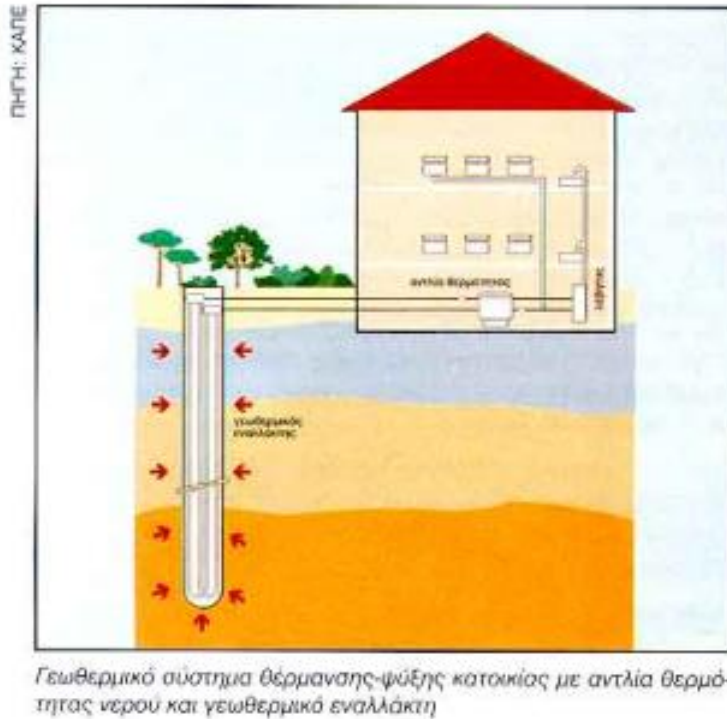
Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μια φυσική ανεξάντλητη και ήπια μορφή ενέργειας, που βρίσκεται στο εσωτερικό της γης και αξιοποιείται μέσω των γεωθερμικών ρευστών.

Πιο συγκεκριμένα η βασική αρχή που διέπει την εκμετάλλευση της ενέργειας του υπεδάφους, στηρίζεται στο γεγονός ότι σε βάθος κοντά στα δυο μέτρα η θερμοκρασία του εσωτερικού της γης είναι περίπου 17 βαθμοί. Αυτό σημαίνει ότι η θερμοκρασία στο εσωτερικό της γης κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι υψηλότερη από αυτή που επικρατεί στο εξωτερικό περιβάλλον και αντίστοιχα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η θερμοκρασία εσωτερικά της γης είναι χαμηλότερη της εξωτερικής. Επομένως, κατά το χειμώνα μεταφέρεται θερμότητα και το καλοκαίρι δροσιά από το υπέδαφος. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση σωληνώσεων που περιέχουν νερό και διατηρείται σε θερμοκρασία 17 βαθμών και με τη χρήση κάποιας αντλίας στέλνουμε αυτό το νερό σε ενδοδαπέδιες σωληνώσεις (εσωτερικά του δαπέδου της εκάστοτε οικίας) ή αερόθερμα νερού.

Με αυτή την τεχνική την θερινή περίοδο δημιουργείται στο χώρο ένας φυσικός δροσισμός, μιας και στο χώρο επικρατεί θερμοκρασία περίπου 28 με 30 βαθμών, και προσφέρεται δροσιά μέσω του δαπέδου, επομένως δεν απαιτείται η χρήση των

κλιματιστικών. Ομοίως τη χειμερινή περίοδο , με την προσθήκη μιας γεωθερμικής αντλίας αυξάνουμε την θερμοκρασία του νερού από τους 17 βαθμούς στους 35 και έτσι μέσω των ενδοδαπέδιων σωληνώσεων παρέχεται θερμότητα και διατηρείται ένα ευχάριστο και θερμό περιβάλλον όλο το εικοσιτετράωρο , καθιστώντας περιττή την χρήση λεβήτων πετρελαίου ή άλλες ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης.

Ανάλογα το δυναμικό της κάθε περιοχής ,δηλαδή αν το υπέδαφος διαθέτει χαμηλή ,μέση ή υψηλή ενθαλπία μπορούν να υλοποιηθούν διάφορες εφαρμογές με τη χρήση αυτής της ενέργειας. Για παράδειγμα υψηλής ενθαλπίας υπέδαφος καθιστά εφικτή



Εικόνα 26 , γεωθερμικό σύστημα {35}

την ηλεκτροπαραγωγή για διάφορες χρήσεις, τον κλιματισμό και τη θέρμανση του χώρου ,την παροχή ζεστού νερού . Ενώ για χαμηλότερες ενθαλπίες χρησιμοποιούνται αντλίες θερμότητας .

Βάση όλων των παραπάνω εύλογα προκύπτει ότι η γεωθερμία αποτελεί μια οικονομική λύση για παραγωγή ενέργειας που συμβάλλει σημαντικά στην μείωση των περιβαλλοντικών ρύπων.

#### 5.1.4 ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΜΕ ΑΠΕ

Στην Ελλάδα οι πιο διαδεδομένες μορφές Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η ηλιακή ,η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια σε μικρότερο ποσοστό.

Όπως είναι λογικό ,με την διαρκή εξέλιξη των τεχνολογιών διαχείρισης, αξιοποίησης ,μεταφοράς ενέργειας καθώς και των αντίστοιχων συστημάτων μετατροπής της ισχύος με αρκετά ικανοποιητικό βαθμό απόδοσης ,καθίσταται εφικτή και αξιόπιστη η ηλεκτροδότηση συνοικιών με ΑΠΕ.

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης των ΑΠΕ για την κάλυψη ηλεκτρικών αναγκών είναι τα ακόλουθα :

- Μηδενική ρύπανση του φυσικού περιβάλλοντος
- Ενεργειακή Αυτονομία κάθε συνοικίας , δεν εξαρτάται από το εθνικό δίκτυο
- Οικονομικότερη λύση ως προς τους καταναλωτές.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής (25 χρόνια) με σχετικά μικρό κόστος συντήρησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Στο παρόν κεφάλαιο ,θα γίνει μια σύντομη αναφορά στην ευρύτερη ανάγκη συνολικής αναβάθμισης κάθε γειτονιάς που συνεπάγεται την βελτίωση των συνθηκών ζωής των κατοίκων. Η ανάπτυξη και η αναδιαμόρφωση των είδη υπάρχοντων συνοικιών σύμφωνα με τις βιώσιμες αρχές , μπορεί να επιφέρει πολυάριθμα πλεονεκτήματα στην ολοκληρωμένη ανάπτυξη του κτιριακού τομέα της χώρας.

### 6.1 ΤΡΟΠΟΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΓΕΙΤΟΝΙΩΝ

Σε διάφορες χώρες της Ευρώπης , έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες δημιουργίας οικογειτονιών από το 1970 περίπου. Αποτελούν μικρές γεωγραφικά περιοχές , που προσπαθούν να πετύχουν την τοπική αυτάρκεια και ενεργειακή ανεξαρτησία με όσο γίνεται μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Οι βασικοί πυλώνες που επικεντρώνεται η λειτουργία και η γενικότερη δόμηση μιας τέτοιας συνοικίας είναι οι ακόλουθοι:

- Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- Αύξηση χώρων πράσινου και βιοποικιλότητας
- Κατασκευή βιοκλιματικών κτιρίων
- Αύξηση χρήσης μέσων μαζικής μεταφοράς με εναλλακτικούς τρόπους (πχ ηλεκτρισμός) και περιορισμός ΙΧ
- Ανακύκλωση απορριμμάτων σε ποσοστό 70%

Κάποιες γνωστές οικογειτονίες αποτελούν τα Beddington(BedZED, BeddingtonZeroEnergyDevelopment) στο Λονδίνο ,Findhorn στη Σκωτία και η πόλη Augustenborgστο Μάλμε της Σουηδίας .

### 6.2 ΤΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ FINDHORN



Το Findhorn ecovillage αποτελεί ένα πρότυπο οικολογικό οικισμό , που εξελίσσεται διαρκώς. Χρησιμοποιείται τόσο από πανεπιστήμια όσο και από σχολεία και εκπαιδευτικούς αλλά και ερευνητικούς σκοπούς καθώς λαμβάνει επιχορηγήσεις για να βελτιώσει και να μηδενίσει τις εκπομπές ρύπων.

## ΚΤΙΡΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

Η κατασκευή κτιρίων και η μετασκευή των ήδη υπαρχόντων αποβλέπει στην μέγιστη ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και στην ενσωμάτωση οικολογικών υλικών για την οικοδόμηση τους. Πιο συγκεκριμένα έχουν δημιουργήσει έναν «αναπνευστικό τοίχο» (breathing wall), που επιτρέπει την αλληλεπίδραση του κελύφους με το εσωτερικό χώρο.

Γενικότερα το Findhorn ecovillage έχει θέσει σε ισχύ το πρώτο οικολογικό εγχειρίδιο ανέγερσης οικολογικών κτιρίων στο Ηνωμένο Βασίλειο. Το οποίο βασίζεται στις βιοκλιματικές αρχές ,στην ενσωμάτωση ηλιακών παθητικών στοιχείων ,στην υψηλή μόνωση και στη χρήση οικολογικών δομικών υλικών .

Τα οικολογικά κτίρια που ανοικοδομούνται έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- Χρήση παθητικών ηλιακών χαρακτηριστικών όπου είναι δυνατόν μέσω προσανατολισμού και διάταξης παραθύρων.
- Χρήση ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση ζεστού νερού χρήσης.
- Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης που χρησιμοποιεί λέβητα συμπύκνωσης αερίου για μέγιστη απόδοση καυσίμου.
- Εξαιρετικά αποδοτική μόνωση (τιμές  $U < 0,2 \text{ Watt/m}^2 \text{ C}$  σε στέγες, τοίχους και δάπεδα).
- Λαμπτήρες χαμηλής ενέργειας παντού.
- Τριπλοί υαλοπίνακες ( $U=1,65 \text{ watt/m}^2 \text{ C}$ ).
- Μόνωση κυτταρίνης (από ανακυκλωμένο χαρτί).
- Μη τοξικά οργανικά χρώματα και συντηρητικά ξύλου παντού.
- Επιβίβαση κατασκευασμένη χωρίς τη χρήση τοξικών κόλλων ή ρητινών.
- Ξυλεία τοπικής καλλιέργειας και συγκομιδής από διαχειριζόμενα δάση.
- Τοπική πέτρα για σοβατεπί, αίθρια και μονοπάτια.
- Στέγες με κεραμίδια από φυσικό πηλό.
- Πρωτοποριακή κατασκευή «αναπνευστικού τοίχου» που επιτρέπει την ελεγχόμενη ανταλλαγή αέρα και ατμών και εξαλείφει την ανάγκη για ένα συμβατικό φράγμα ατμών.
- Κρεμαστά ξύλινα δάπεδα για κυκλοφορία αέρα στο δάπεδο για αποφυγή πιθανής συσσώρευσης αερίου ραδονίου.
- Απομόνωση ηλεκτρικών κυκλωμάτων για μείωση της τάσης του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.

- Εξοικονόμηση νερού (ντους, τουαλέτες με χαμηλή ροή και βρύσες που κλείνουν μόνοι τους).
- Συλλογή και ανακύκλωση βρόχινου νερού για χρήση στον κήπο.
- Κοινόχρηστες εγκαταστάσεις (πλυντήριο, κουζίνες, σαλόνια) αποφεύγοντας την περιττή επανάληψη.
- Απλή κατασκευή και λεπτομέρεια ξύλινου κουφώματος, κατάλληλη για Αυτοκατασκευή.

#### ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα περισσότερα σπίτια και κοινοτικά κτίρια ενσωματώνουν ηλιακούς συλλέκτες για θέρμανση ζεστού νερού. Συγχρόνως για να περιοριστούν οι ανάγκες θέρμανσης τα περισσότερα ανοίγματα βρίσκονται στο νότιο προσανατολισμό ενώ ελάχιστα είναι στο βορά.

Επιπλέον , η κοινότητα διαθέτει τέσσερις Ανεμογεννήτριες ,συνολικής ισχύς 750 KW , που επαρκεί για την κάλυψη 100% του ηλεκτρικού φορτίου της κοινότητας . Γενικά η το οικοχωριό διαθέτει το δικό του αυτόνομο ηλεκτρικό δίκτυο , επομένως σε περίπτωση αποθέματος ενέργειας υπάρχει δυνατότητα εξαγωγής ,ενώ σε περίπτωση που δεν φυσά , εισάγεται από το δίκτυο η απαραίτητη ενέργεια.

Όπως διαπιστώνεται η οργάνωση των οικοχωριών είναι πλήρως εναρμονισμένη με ένα βιώσιμο πρότυπο ανάπτυξης που στοχεύει στην ενεργειακή αυτονομία με χρήση φυσικών και ανανεώσιμων εναλλακτικών για θέρμανση και φυσικό δροσισμό , και στον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.



Εικόνα 27 ,το οικοχωριό FINDHORN {34}

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Στον παρόν κεφάλαιο θα γίνει μια σύντομη περιγραφή του λογισμικού District ph, που χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια ρεαλιστική προσομοίωση ,για την ενεργειακή αναβάθμιση μιας γειτονιάς .



Εικόνα 28, λογότυπο λογισμικού District PH

### 7.1 ΒΑΣΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Το district PH, είναι ένα λογισμικό που ανήκει στο Passive House Institute ,η δημιουργία και η γενικότερη υλοποίηση και χρηματοδότηση του έγινε στα πλαίσια του Sinfonia project, υπό την αιγίδα της Ευρωπαϊκής επιτροπής.

Πρόκειται για ένα υπολογιστικό εργαλείο ,βασισμένο σε βιβλίο εργασίας του Excel ,που αποσκοπεί στην μελέτη και την αξιολόγηση διάφορων πιθανών σεναρίων που μπορούν να συμβάλουν στην ενεργειακή αναβάθμιση και εξισορρόπηση μιας συγκεκριμένης συνοικίας , υπολογίζοντας τα ενεργειακά ισοζύγια που προκύπτουν κάθε φορά ανάλογα τις παρεμβάσεις που κάνουμε.

Πιο συγκεκριμένα , το district PH, έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει τη συνολική κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων για θέρμανση , ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού και γενικότερα οικιακό ηλεκτρικό ρεύμα. Ακόμα υπάρχει η δυνατότητα να ληφθούν υπόψιν η ενέργεια που δαπανάται για το δημόσιο φωτισμό των δρόμων , την μετακίνηση του τραμ και άλλες ιδιωτικές ηλεκτροκίνητες μεταφορές. Επίσης έκτος από την κατανάλωση , μπορεί να υπολογιστεί τόσο η παραγωγή ενέργειας από την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (όπως φωτοβολταϊκά συστήματα) όσο και η παροχή ηλεκτρικού που καταναλώνεται συνολικά από τη γειτονιά.

Ο υπολογισμός ενός πιθανού σεναρίου πραγματοποιείται σε πολλά βήματα- επίπεδα.



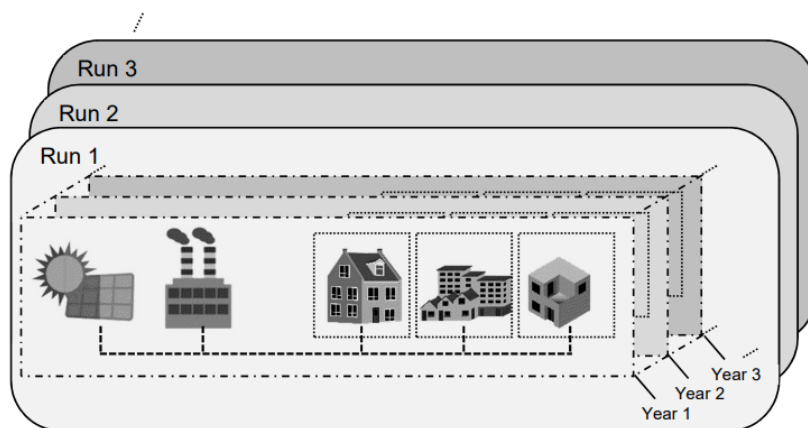


Fig.1: Basic structure of the calculation method of districtPH

Εικόνα 28, βασική δομή επεξεργασίας λογισμικού {6}

Το λογισμικό εστιάζει κυρίως στην ανάλυση της ενεργειακής ζήτησης με την πάροδο του χρόνου. Όπως είναι αναμενόμενο οι ενεργειακές απαιτήσεις δεν διατηρούνται σταθερές, αλλά εξελίσσονται, συνεπώς καθίσταται εφικτή η πρόβλεψη της νέας ενεργειακής κατάστασης αναλόγως τις παρεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί. Επομένως υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης διαφορετικών στρατηγικών ανακαίνισης, που θα μας οδηγήσουν σε μια βέλτιστη επιλογή ως προς την ενεργειακή απόδοση αλλά και την οικονομική βιωσιμότητα.

Το υπολογιστικό εργαλείο District PH, είναι πολύ απλό και κατανοητό ως προς τη χρήση, καθώς πρόκειται για ένα excel που περιέχει μακροεντολές, επομένως παρέχει μεγάλη ευελιξία στους χρήστες σχετικά με τους υπολογισμούς, τη διαγραφή δεδομένων και τη γενικότερη διάταξη. Επίσης για κάθε υπολογιστικό βήμα που πραγματοποιείται, ο μελετητής μπορεί να προβεί σε ξεχωριστούς υπολογισμούς και επιπρόσθετες αναλύσεις.

Τα σημαντικότερα φύλλα εργασίας που εισάγουμε τα διάφορα δεδομένα ώστε να λάβουμε τα ζητούμενα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα :

- Το φύλλο control, ορίζουμε κάποια βασικά δεδομένα όπως η συνολική ενεργειακή ζήτηση, ο συντελεστής σκίασης, η ύπαρξη και χρήση

ανανεώσιμων πηγών, η εξεταζόμενη χρονική περίοδος και ο αριθμός των επαναλήψεων που τρέξει η προσομοίωση monte Carlo.

- Το φύλλο Typology, όπου εισάγουμε τους διάφορους τύπους κτιρίων που απαρτίζουν την εξεταζόμενη γειτονιά
- Το φύλλο RHPP import, παρέχει τη δυνατότητα να εισαχθεί κάποια νέα κατηγορία κτιρίου που δεν υπάρχει στο typology και έχει μελετηθεί αυτόνομα ο συγκεκριμένος τύπος κτιρίου.
- Το φύλλο Objects, στο οποίο αντιστοιχίζεται ο συνολικός αριθμός τετραγωνικών μέτρων των υπαρχόντων κτιρίων (TFA (m<sup>2</sup>)) σε κάποια κατηγορία κτιρίου που έχει περαστεί στο Typology.
- Το φύλλο εργασίας Constructions, δείχνει τις τιμές που μπορούν να λάβουν τα διάφορα δομικά στοιχεία ανάλογα το επιθυμητό επίπεδο μετασκευής.
- Το φύλλο probabilities for refurbishment, ορίζεται η πιθανότητα κάθε δομικού υλικού να φτάσει σε μια συγκεκριμένη κατάσταση μετασκευής, σύμφωνα με την αριθμηση που υπάρχει στο construction. Υπάρχει η δυνατότητα να οδηγηθεί στην επιθυμητή κατάσταση απευθείας με την υλοποίηση μιας ανακαίνισης είτε και σταδιακά μεταβαίνοντας από διαφορετικές βελτιωμένες καταστάσεις μέχρι να φτάσει στην τελική.
- Το φύλλο climate data, εισάγονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες και το υψόμετρο της περιοχής που εξετάζεται και εμφανίζονται τα μετεωρολογικά δεδομένα που επικρατούν
- Το φύλλο E-public, εισάγονται τα δεδομένα σχετικά με τη δημόσια ηλεκτροδότηση της περιοχής
- Τα φύλλα solar thermal, PV plant, wind system, κλπ. ορίζονται οι απαιτήσεις που θέτονται ως προς την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ
- Το φύλλο cost, συνοψίζεται το κόστος που ανέρχεται η ανακαίνιση που σχεδιάστηκε καθώς και το κέρδος που θα αποφέρει μακροπρόθεσμα η μετασκευή
- Το φύλλο objects current, παρουσιάζει την αρχική κατάσταση του συγκεκριμένου τύπου κτιρίου καθώς και τη νέα κατάσταση για κάποια συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.
- Το φύλλο temporal course, εισάγονται δεδομένα από το summary ή το objects current σχετικά με τα ενεργειακά αποτελέσματα που προκύπτουν κατά την ανακαίνιση και απεικονίζονται τα αντίστοιχα διαγράμματα όσο αφορά την χρονική πορεία των μεταβλητών. Επίσης αυτό το φύλλο ενημερώνει τον χρήστη για τα πιθανά σφάλματα που προκύπτουν, αν για παράδειγμα η θερμότητα που παρέχεται από το σύστημα τηλεθέρμανσης δεν είναι επαρκείς για τις ανάγκες τις γειτονιάς.
- Τα φύλλα heating, cooling, εμφανίζουν πληροφορίες σχετικά με την απαιτήσεις θέρμανσης, ψύξης και αφύγρανσης κάθε τύπου κτιρίου.
- Το φύλλο PER, primary energy renewable προσφέρει σημαντικά στοιχεία σχετικά με τις απαιτήσεις πρωτογενούς ενέργειας, τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και την ενεργειακή ζήτηση από ανανεώσιμες πηγές κάθε τύπου κτιρίου.
- Το φύλλο, summary που παρέχει τα τελικά αποτελέσματα σχετικά με την συνολική ενεργειακή ζήτηση όλης της γειτονιάς.
- Το φύλλο εργασίας variants επιτρέπει στο χρήστη σε περίπτωση που επιθυμεί να πραγματοποιήσει μια επιπλέον ανακαίνιση ή σκοπεύει να επιβάλει κάποιες μεταγενέστερες προσθήκες και προσαρμογές, δεν χρειάζεται να εισάγει εκ νέου όλα τα δεδομένα. Γενικά η συγκεκριμένη μακροεντολή είναι

πολύ χρήσιμη , μιας και στις περισσότερες περιπτώσεις έχει μεγαλύτερο πρακτικό ενδιαφέρον η σύγκριση διαφορετικών σεναρίων και παραλλαγών παρά η μελέτη ενός συγκεκριμένου αριθμητικού αποτελέσματος.

## 7.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- CONTROL

Control

Version 1.0

### Actions

Initialize calculation	copies the state of the district from the description in the <b>Objects</b> worksheet to the current state in the <b>Objects_current</b> worksheet
Next year	calculates the state in the following year <span style="float: right;">current year: <input style="width: 50px;" type="text" value="2018"/></span>
Refurbish district	calculates the full calculation period once
Monte carlo simulation	calculates the calculation period several times with different random numbers

### Options

**Simulation**

Calculation period:  years Maximum: 50

max. number of runs:  Maximum: 100

add. abort criterion fulfilled:

**Renewable energies**

usable roof fraction:

Inclination of collector or PV areas:

Shading factor roof:

Auxiliary electricity fraction for solar thermal systems:

**Building**

Reduction factor shading:

household electricity consumption (residential buildings):  kWh/(m<sup>2</sup>a)

Εικόνα 29 φύλλο εργασίας CONTROL

Initialize calculation: το κτιριακό απόθεμα της περιοχής που είναι περασμένο στο φύλλο εργασίας Objects, μεταφέρεται στο objects current και με την εντολή initialize calculation, υπολογίζεται η υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση.

Next year: Η νέα κατάσταση της γειτονιάς, ύστερα από τον καθορισμό των πιθανοτήτων ανακαίνισης στο φύλλο εργασίας probabilities, το οποίο μεταφέρει αυτόματα τα δεδομένα στο Φύλλο εργασίας object current, που επικοινωνεί τα νέα δεδομένα στο φύλλο εργασίας control.

Refurbish district: υπολογίζεται η τροποποίηση της γειτονιάς για όλη τη διάρκεια της περιόδου υπολογισμού, που έχει οριστεί ακριβώς από κάτω στο options στο κελί calculation period. Παράλληλα, με χρήση του φύλλου εργασίας temporal course, μπορεί να γίνει ανάλυση για τη χρονική οποιασδήποτε παραμέτρου μας ενδιαφέρει για αυτό το χρονικό διάστημα, π.χ. οι εκπομπές CO<sub>2</sub>

Monte Carlo simulation: η προσομοίωση ολόκληρης της περιόδου υπολογισμού πραγματοποιείται αρκετές φορές. Πόσο φορές θα συμβεί αυτό, ορίζεται στο options στο κελί max number of runs.

Ακριβώς από κάτω, όπως αναφέρθηκε ορίζονται στα αντίστοιχα κελιά η περίοδος ανακαίνισης, ο αριθμός επαναλήψεων της προσομοίωσης monte Carlo. Ενώ το κελί ,add.abort criterion fulfilled, καθορίζει πότε θα ολοκληρωθεί η προσομοίωση monte Carlo. Συγκεκριμένα, για να ολοκληρωθεί η προσομοίωση, το κελί πρέπει να εμφανίσει την τιμή TRUE. Αυτό μας επιτρέπει να ακυρώσουμε την προσομοίωση monte Carlo μόλις π.χ. η τυπική απόκλιση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, έχει πέσει κάτω από μια τιμή.

Ακόμα, εισάγονται κάποια βασικά δεδομένα σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η κλίση, ο συντελεστής σκίασης, το ποσοστό της στέγης που είναι διαθέσιμο για ηλιακούς συλλέκτες, το βοηθητικό ποσοστό για ηλεκτρική ενέργεια.

Καθώς επίσης ορίζονται κάποια στοιχεία σχετικά, το κτίριο όπως ο συντελεστής σκίασης που επηρεάζει τα θερμικά κέρδη καθώς και η τυπική ηλεκτρική κατανάλωση για κάθε νοικοκυριό ανά τετραγωνικό μέτρο.

- TYPOLOGY

Το συγκεκριμένο φύλλο εργασίας περιέχει την τυπολογία του κτιρίου. Εκτός από τους προκαθορισμένους τύπους κτιρίων που είναι αποθηκευμένοι στο λογισμικό μπορούν να εισαχθούν και νέοι τύποι που αντιπροσωπεύουν τα κτίρια που μελετώνται. Αυτά τα κτίρια εκχωρούνται και στο φύλλο Objects.

## Building typology

Show  
pictures?



Type ID	Country	Abbreviation	Usage type	Explanation	Photo	Year from	Year to	TFA	No. of storeys	No. of DU	A_Roof_1	A_Roof_2
031	AT	031:AT,AB 1919-1944	AB	Apartment block, Average bi		1919	1944	895.296	4	13	493.05	0
032	AT	032:AT,AB 1961-1980	AB	Apartment block, Average bi		1961	1980	898.968	6	18	365.5	10.8
033	AT	033:AT,AB 1981-1990	AB	Apartment block, Average bi		1981	1990	1342.768	6	16	421.98	0
034	AT	034:AT,AB 1991-2000	AB	Apartment block, Average bi		1991	2000	701.896	5	12	165.23	104.65
035	AT	035:AT,AB 2001-2010	AB	Apartment block, Average bi		2001	2010	980.056	6	29	409.8	0
036	AT	036:AT,MFH 0-1918	MFH	Multifamily house, Average t		0	1918	648.336	3	3	157.3	142.3
037	AT	037:AT,MFH 1919-1944	MFH	Multifamily house, Average t		1919	1944	357.712	3	2	193.8	0
038	AT	038:AT,MFH 1945-1960	MFH	Multifamily house, Average t		1945	1960	234.368	3	4	144	0
039	AT	039:AT,MFH 1961-1980	MFH	Multifamily house, Average t		1961	1980	368.312	3	2	132.17	64.05
040	AT	040:AT,MFH 1981-1990	MFH	Multifamily house, Average t		1981	1990	507.584	3	8	103.1	87.2
041	AT	041:AT,MFH 2001-2010	MFH	Multifamily house, Average t		2001	2010	502.12	3	2	163.9	0
042	AT	042:AT,TH 0-1918	TH	row/ semi detached house, /		0	1918	342.72	2	1	242.8	0
043	AT	043:AT,TH 1961-1980	TH	semi detached house, Avera		1961	1980	312.08	3	1	150.2	0
044	AT	044:AT,TH 1981-1990	TH	semi detached house, Avera		1981	1990	118.992	2	1	74.37	0

Εικόνα 30 φύλλο εργασίας TYPOLOGY

Εάν , επιλεγθεί το κελί show pictures, εισάγεται η εικόνα του κτιρίου από τον υποκατάλογο των κτιρίων που είναι αποθηκευμένα για κάθε χώρα και εισάγονται αυτόματα τα αντίστοιχα δεδομένα του κτιρίου ,σε περίπτωση που εισάγουμε δικά μας κτίρια απενεργοποιούμε την εντολή show picture.Γενικά οι περιγραφές των κτιρίων είναι πολύ απλοποιημένες . Για παράδειγμα τα παράθυρα είναι μόνο οριζόντια προς τις βασικές κατευθύνσεις και υπάρχουν περιορισμένες επιλογές για τα δομικά στοιχεία.Το επάνω μέρος της λίστας κτιρίων περιέχει κενά κελιά για να εισαχθούν από το χρήστη σε περίπτωση που επιθυμεί την προσθήκη δικών του , και πρέπει να συμπληρώσει τις ακόλουθες πληροφορίες.

Country : συντομογραφία χώρας

Usage type: είδος κατοικίας πχ πολυκατοικία (MFH)

Year from-Year to: έτος κατασκευής

TFA: συνολικά τετραγωνικά επιφάνειας

No storeys : αριθμός ορόφων

No DU : αριθμός κατοικιών

A\_Roof 1,2 : επιφάνεια οροφής 1 και αν υπάρχει και δεύτερο στρώμα οροφής λόγω μόνωσης

A\_Wall 1,2,3 :επιφάνεια κάθε στρώσης τοίχου

A\_Floor 1,2:επιφάνεια κάθε στρώσης δαπέδου

A\_door: επιφάνεια πόρτας

A\_window (H,N,S,E,W) :επιφάνεια παραθύρων (οριζόντια, βόρεια, νότια, ανατολικά, δυτικά

U\_(door>window>roof>wall>floor) :U\_values (πόρτας,παραθύρων, οροφής, τοίχων, δαπέδου)

G\_glass: g\_value για τους υαλοπίνακες

Thermal bridg: θερμόγεφυρες (αναφέρεται σε απώλειες )

1/h: διαρροές αέρα ,για δοκιμές πίεσης στα 50 bar

H<sub>HR</sub> :Αποδοτικότητα ανάκτησης θερμότητας του συστήματος εξαερισμού. Πρέπει να εισαχθεί η τιμή μηδέν αν δεν υπάρχει μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας. Τα συστήματα εξαγωγής αέρα δεν είναι λαμβάνονται υπόψη ξεχωριστά.

Renewables :ΑΠΕ ,που ενδεχομένως είναι εγκατεστημένες ,παρέχονται οι ακόλουθες επιλογές

- Καμιά πηγή
- Ηλιακός θερμοσίφωνας για παραγωγή ZNX
- Ηλιακός θερμοσίφωνας για παραγωγή ZNX και PV
- Μόνο χρήση PV
- ηλιακή θερμική ενέργεια για παραγωγή ZNX και υποστήριξη θέρμανσης
- ηλιακή θερμική ενέργεια για την παραγωγή ZNX και συμπληρωματική υποστήριξη στο δίκτυο θέρμανσης
- ηλιακή θερμική ενέργεια για παραγωγή ZNX και υποστήριξη θέρμανσης, μέσω δικτύου τηλεθέρμανσης

Heating -cooling-DHW energy carrier :τρόπος θέρμανσης , ψύξης, παραγωγής ZNX , με έναν από τους ακόλουθους τρόπους :ηλεκτρισμός, κεντρική θέρμανση ,λέβητας βιομάζας, πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

Heating -cooling-DHW efficiency level : οι αντίστοιχοι βαθμοί απόδοσης των συστημάτων.

Electricity efficiency level: επίπεδο απόδοσης για διάφορες ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ 1 (χαμηλότερη απόδοση) και 9 (υψηλότερη απόδοση).Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας αναφοράς χρησιμοποιείται στην απόδοση βαθμού 5.

Utilisation Code heating, DHW, cooling: επιλέγεται το προφίλ χρήσης για θέρμανση , ψύξη και ZNX, δηλαδή η ημερήσια χρονική ακολουθία του θερμικού και ψυκτικού φορτίου . Αυτά τα προφίλ επιλέγονται από το φύλλο εργασίας DH profiles και E profiles όπου υπάρχουν εννιά δυνατές επιλογές,.

Residential building απλά το μαρκάρουμε και δεν χρειάζεται να συμπληρώσουμε κάτι άλλο

Για μη οικιστικά κτίρια πρέπει επίσης να συμπληρωθούν κάποια επιπλέον δεδομένα :

- Temperature setpoint heating: καθορισμός επιθυμητής θερμοκρασίας θέρμανσης
- Temperature setpoint cooling καθορισμός επιθυμητής θερμοκρασίας ψύξης
- 
- Number of persons απαιτείται για τον υπολογισμό του ZNX
- IHG ορίζονται τα εσωτερικά θερμικά κέρδη
- Reference electricity demand :απαίτηση ηλεκτρικής ενέργειας αναφοράς , δηλαδή η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας δίχως τη ψύξη, θέρμανση και ZNX

Αρχικά κατηγοριοποιούνται τα κτίρια της περιοχής. Αυτό σημαίνει ότι κάθε κτίριο αντιστοιχίζεται σε έναν συγκεκριμένο τύπο . Και δηλώνεται η συνολική επιφάνεια κτιρίων που αντιπροσωπεύεται από αυτόν τον τύπο.

Βασικά κριτήρια για αυτήν την κατηγοριοποίηση μπορούν να αποτελέσουν ,ο προσανατολισμός που επιδρά καθοριστικά στα θερμικά κέρδη, η χρονολογία

κατασκευής (που συνδέεται με τους διάφορους νόμους σχετικά με τα δομικά υλικά ), η χρήση (μονοκατοικία ,πολυκατοικία ,κατάστημα, σχολείο κλπ), οι όροφοι και η επιφάνεια. Υπάρχει μια πρώτη κατάταξη κτιρίων ενσωματωμένη στο πρόγραμμα , από τη βάση δεδομένων Eriscope , (Tabula 2018), άλλα σε περίπτωση που αυτά τα κτίρια δεν είναι αντιπροσωπευτικά εκείνων που μελετάμε , υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής νέων τύπων .

- OBJECT

Σε αυτό το φύλλο εργασίας επιλέγονται οι τύποι κτιρίων που θα χρησιμοποιηθούν και με ποια συχνότητα. Επομένως ,υπολογίζεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου που υπάρχει από κάθε κατηγορία κτιρίου που συναντάται στην γειτονιά.

Επίσης υπάρχει η δυνατότητα αυτόματου υπολογισμού του συνολικού εμβαδού TFA, μέσα από το φύλλο DH network , όπου εντοπίζονται στο χάρτη τα αντίστοιχα κτίρια.

## Buildings in the district

Choose only from abbreviations with

Country

Usage type

This table shows the starting point in the year

Calculate TFA from DH Network

TFA m <sup>2</sup>	Abbreviation	Type ID	Usage type	Description	Year from	Year to	TFA m <sup>2</sup>	No. of storeys	No. of DU
16100	044:AT,TH 1981-1990	044 TH	TH	TH 1981-1990	1981	1990	118,992	2	1
19650	045:AT,TH 1991-2000	045 TH	TH	TH 1991-2000	1991	2000	137,184	2	1
0	046:AT,TH 2001-2010	046 TH	TH	TH 2001-2010	2001	2010	182,32	2	1
14190	060:AT,MFH 1991-2000	060 MFH	MFH	MFH 1991-20	1991	2000	494	4	8
0	061:AT,MFH 2001-2010	061 MFH	MFH	MFH 2001-20	2001	2010	218,8	2	3
6600	062:AT,MFH 2011-9999	062 MFH	MFH	MFH 2011-99	2011	9999	218,8	2	3
0	034:AT,AB 1991-2000	034 AB	AB	AB 1991-2000	1991	2000	701,896	5	12
0	035:AT,AB 2001-2010	035 AB	AB	AB 2001-2010	2001	2010	980,056	6	29
150	065:AT,SFH 1945-1960	065 SFH	SFH	SFH 1945-19	1945	1960	197,5	2	1
1200	002:DE,Supermarket 2000-	002 Supermarket	Supermarket	Supermarket	2000	2010	1200	1	1
5000	003:DE,Elderly care cent	003 Care center	Care center	Care center 1	1975	1975	935,6	4	40
200	001:DE,TH 2010-2010	001 TH	TH	TH 2010-2010	2010	2010	156	3	1
0									
0									
0									
0									
0									
0									



Lifetime	a	40	40	50	50	50	40	40	30	30	50	40	30	
		10	10	12,5	12,5	12,5	10	10	7,5	7,5	12,5	10	7,5	
		Year of last renovation												
Cooling Eff. level	Electricity Eff. level	Roof_1	Roof_2	Wall_1	Wall_2	Wall_3	Floor_1	Floor_2	Window	Door	TB increment n <sub>50</sub>	η <sub>HR</sub>		
1	5	2009	2017	1987	1984	1983	1984	2006	2013	1990	1986	1982	1986	
1	5	2000	1997	1996	1994	1992	2000	1999	1995	1995	1997	2000	1997	
1	5	2009	2004	2005	2003	2005	2001	2009	2002	2004	2001	2009	2005	
1	5	1994	1999	1995	1994	2000	1997	1999	2000	1994	1997	1999	1996	
1	5	2006	2010	2002	2003	2006	2008	2005	2006	2007	2005	2001	2017	
1	5	2012	2018	2013	2017	2012	2011	2015	2016	2014	2012	2011	2014	
1	5	1993	1995	1997	1993	1992	1999	1999	2017	1999	2012	1991	1994	
1	5	2006	2010	2008	2006	2007	2010	2015	2007	2003	2004	2003	2004	
1	5	1987	2016	2008	1995	2001	2008	1988	2006	1992	1979	1985	2014	
1	5	2008	2002	2007	2001	2010	2005	2005	2001	2010	2001	2001	2006	
1	5	2005	2002	1975	1975	1998	1975	1975	2005	2008	1975	2005	2013	
1	7	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	

### Εικόνα 31 , φύλλο εργασίας OBJECTS

Στην επάνω δεξιά γωνία του φύλλου εργασίας υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής της διάρκειας ζωής των δομικών στοιχείων και την έκταση του εύρους διακύμανσής τους.

- OBJECTS CURRENT

Αυτό το φύλλο εργασίας περιέχει την κατάσταση του κτιρίου την τρέχουσα χρονική περίοδο και δεν χρειάζεται να εισαχθεί κάποια νέα πληροφορία.

Το συγκεκριμένο φύλλο εργασίας περιέχει τη λίστα κτιρίων που συναντάμε στην γειτονιά με κάποια χαρακτηριστικά τους όπως είναι περασμένα στο Objects, ωστόσο δεν εμφανίζεται η συνολική επιφάνεια δαπέδου TFA, μιας και πρόκειται για μια παράμετρο που μπορεί να αλλάξει, για παράδειγμα να κατεδαφιστεί κάποιο κτίριο στα επόμενα έτη, το ίδιο ισχύει για τα επίπεδα απόδοσης δεν είναι άμεσα συνδεδεμένα με τις πληροφορίες του φύλλου εργασίας Objects, μιας και μπορεί να μεταβληθεί τα επόμενα έτη. Για να εισαχθούν αυτές οι πληροφορίες αυτόματα στο Object Current, πρέπει να ενεργοποιηθεί η αντίστοιχη μακροεντολή μέσω του 'initialize calculation'. Αναλόγως τις πιθανότητες και τα επίπεδα ανακαίνισης που προβλέπονται καθορίζεται από την τρέχουσα κατάσταση το TFA και τα επίπεδα απόδοσης.

Στη μετάβαση από το ένα έτος στο άλλο, οι νέες τιμές μεταφέρονται μέσω μακροεντολής στο State of district old.

Επιπλέον μπορεί να εξεταστεί λεπτομερώς το ενεργειακό ισοζύγιο ενός μεμονωμένου τύπου κτιρίου.

## Current state of buildings

### Transfer to PHPP

Building type	TH 2010-2010	h <sup>-1</sup>	Energy carrier heating	4
Year of construction	2010-2010		Efficiency level heating	3
Utilisation	TH	h <sup>-1</sup>	Energy carrier DHW	4
Residential building	x		Efficiency level DHW	3
TFA	156	Wh/(m <sup>2</sup> K)	Energy carrier cooling	3
No. of DU	1		Efficiency level cooling	1
Number of occupants	2,9	°C	Utilisation code heating etc	1
Per footprint	86,7	m <sup>2</sup>	Utilisation code electricity	1
			Efficiency electricity	7
			electricity demand	18 kWh/(m <sup>2</sup> a)
			Internal heat gains	2,42051282 W/m <sup>2</sup>

Current year	2018
Index	12

Description	Geometry		Utilisation			IHG W/m <sup>2</sup>	Reference electricity demand kWh/(m <sup>2</sup> a)
	TFA m <sup>2</sup>	Residential bi	Temp setpoint heating °C	Temp setpoint cooling °C	Number of Persons		
<b>TH 2010-2010</b>	<b>156</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,94999575</b>	<b>0</b>	<b>30</b>
TH 1981-1990	118,992	x	0	0	2,6	0	30
TH 1991-2000	137,184	x	0	0	2,8	0	30
TH 2001-2010	182,32	x	0	0	3,0	0	30
MFH 1991-2000	494	x	0	0	13,4	0	30
MFH 2001-2010	218,8	x	0	0	5,7	0	30
MFH 2011-9999	218,8	x	0	0	5,7	0	30
AB 1991-2000	701,896	x	0	0	19,3	0	30
AB 2001-2010	980,056	x	0	0	34,9	0	30
SFH 1945-1960	197,5	x	0	0	3,1	0	30
Supermarket 2000-2010	1200		19	25	10,0	-10	300
Care center 1975-1975	935,6		23	25	60,0	2,8	45
TH 2010-2010	156	x	0	0	2,9	0	30

Εικόνα 32 φύλλο εργασίας OBJECT CURRENT

- Construction worksheet

Στο φύλλο εργασίας construction, καθορίζεται το επίπεδο απόδοσης των δομικών στοιχείων κατά την ανακαίνιση. Για παράδειγμα οι τιμές των συντελεστών U-value, κατηγοριοποιούνται σε εννιά διαφορετικές κλάσεις όπου λαμβάνουν διαφορετικές τιμές ανάλογα το επίπεδο ανακαίνισης που έχει αποφανθεί να πραγματοποιηθεί.

Το λογισμικό District Ph έχει έτοιμο με κάποιες προτεινόμενες τιμές για κάθε δομικό στοιχείο, επομένως δεν είναι απαραίτητη η εισαγωγή δεδομένων.

Σε περίπτωση που ο χρήστης δεν συμφωνεί με αυτές τις τιμές για τα συγκεκριμένα επίπεδα ανακαίνισης, μπορεί να τα τροποποιήσει κατά τη βούληση του.

Παραδείγματος χάρη, στο επίπεδο απόδοσης ένα το U να λαμβάνει την τιμή 3 W/m<sup>2</sup> K αντί για 4 W/m<sup>2</sup> K.

## Key to the efficiency levels

<b>Insulation wall</b>									
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U-Value	4	2	1,5	1	0,6	0,3	0,2	0,15	0,1
<b>Insulation roof</b>									
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U-Value	4	2	1,5	1	0,6	0,3	0,2	0,15	0,1
<b>Insulation floor</b>									
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U-Value	4	2	1,5	1	0,6	0,3	0,2	0,15	0,1
<b>Insulation entrance door</b>									
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U-Value	4	3	2	1,5	1	0,8	0,6	0,5	0,4
<b>Windows</b>									
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Description	single	2 iso	2 low-e	2 low-e +	3 low-e	3 low-e +	4 low-e		
U-value glazing	5	3	1,8	1,2	0,8	0,55	0,36		
U-value window	4,6	2,4	1,9	1,5	1,2	0,75	0,55		
g-value glazing	0,9	0,8	0,65	0,65	0,5	0,55	0,41		
<b>TB increment</b>									
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\Delta U$	0,2	0,15	0,1	0,05	0,02	0	-0,02	-0,04	-0,06
<b>Airtightness</b>									
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$n_{50}$	10	5	3	1,5	1	0,6	0,3	0,2	0,1
<b>Heat recovery</b>									
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\eta_{HR}$	0	0,5	0,6	0,75	0,8	0,85	0,9	0,93	0,96
<b>Renewables</b>									
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Type	none	SDHW	SDHW + PV	PV only	DHW + HeatpV + District Heating	District Heating			

Εικόνα 33 φύλλο εργασίας CONSTRUCTION

- Probabilities Worksheet: Refurbishment probabilities

Στο συγκεκριμένο φύλλο εργασίας εισάγονται οι πιθανότητες ανακαίνισης σε ένα ορισμένο επίπεδο απόδοσης σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Με βάση αυτές τις πιθανότητες προβλέπεται το επίπεδο απόδοσης το επόμενο έτος, τα αποτελέσματα χρησιμοποιούνται από το φύλλο εργασίας OBJECT CURRENT, για τον καθορισμό της νέας κατάστασης όλων των εξαρτημάτων όλων των τύπων κτιρίων.

Στο φύλλο εργασίας Construction , φαίνονται αναλυτικά οι τυπικές τιμές των συντελεστών U-value, ανάλογα την τάξη και το επίπεδο της μόνωσης ,των υαλοπινάκων, που είναι επιθυμητό σε κάθε περίπτωση για το αντίστοιχο δομικό στοιχείο που εξετάζεται. Επίσης ορίζονται οι τιμές των αντίστοιχων συντελεστών που ορίζουν την αεροστεγανότητα , τις θερμογέφυρες , το ποσοστό ανάκτησης θερμότητας, το είδος των ανανεώσιμων πηγών που χρησιμοποιούνται και το βαθμό απόδοσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

Βάση του παραπάνω πίνακα επιλέγεται το επίπεδο της ανακαίνισης που θα μεταβεί η συνοικία που μελετάται. (εικόνα 33)

Γενικά θεωρείται ότι στη παρούσα κατάσταση μιας και τα κτίρια χρονολογούνται περίπου το 1960 , το επίπεδο είναι το χείριστο δηλαδή η μεταβλητή Key έχει τη τιμή 1,2 και τα U-values κυμαίνονται κοντά στο 4.

Το επίπεδο 9 είναι το βέλτιστο που μπορεί να επιτευχθεί ,και οι συντελεστές U-value λαμβάνουν τιμές κοντά στο 0,1- 0,2. Ωστόσο είναι αρκετά δύσκολο να υλοποιηθεί αυτό το επίπεδο αναβάθμισης , και συγχρόνως είναι πολύ πιο δαπανηρό.

Για παράδειγμα στην περίπτωση που εξετάζεται η μόνωση του τοίχου , όσο αυξάνεται ο βαθμός της μόνωσης , δηλαδή αυξάνεται το πάχος του εσωτερικού τοίχου (σοβά) και άρα το συνολικό κόστος.

Παράλληλα ,από κατασκευαστική οπτική είναι εξίσου δύσκολο από το επίπεδο 1 να μεταβεί μια κατοικία απευθείας (μονοβηματικά) στο επίπεδο 9.

Επομένως, κάποια ρεαλιστικά και σχετικά ικανοποιητικά επίπεδα που μπορεί να μεταβεί η ανακαίνιση είναι μεταξύ των επιπέδων 5 ως 7, όπου η ενεργειακή αναβάθμιση θα είναι σημαντικά αισθητή.

Επιπλέον υπάρχει δυνατότητα αλλαγής αυτών των τιμών , σύμφωνα με τις ανάγκες και τις επιλογές που έχουν προκύψει από την αντίστοιχη μελέτη που έχει προηγηθεί.

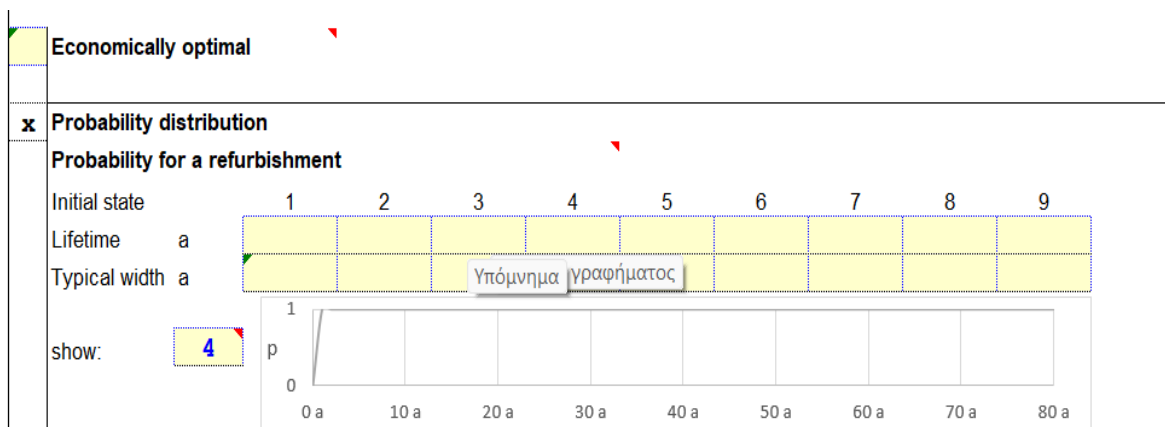
Στη συνέχεια , αφού μεταβούμε στο φύλλο εργασίας Probabilities for refurbishment ,new construction or demolition. Στο συγκεκριμένο φύλλο εργασίας ορίζεται το επίπεδο , η πιθανότητα και το χρονικό εύρος που θα λάβει χώρα η εκάστοτε ανακαίνιση για το κάθε στοιχείο. Και ύστερα αυτά τα στοιχεία χρησιμοποιούνται από το φύλλο εργασίας Object\_currents για τον καθορισμό της νέας κατάστασης των κτιρίων.

Ειδικότερα, υπάρχει η επιλογή του οικονομικά βέλτιστου σεναρίου, πρόκειται για μια ανάλυση κερδοφορίας που σχετίζεται με το φύλλο εργασίας Cost. Αναλόγως τα κόστη του κάθε επιπέδου ανακαίνισης μέσω κάποιων μακροεντολών αποφασίζεται μέχρι ποιο επίπεδο και αν θα πραγματοποιηθεί ανακαίνιση.

Διαφορετικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια κατανομή πιθανότητας όπου θα αποφανθεί αν είναι εφικτή η υλοποίηση της ανακαίνισης στο συγκεκριμένο επίπεδο που απαιτείται, εμφανίζοντας την ένδειξη TRUE ή FALSE .

Και επιπλέον το district ph επιτρέπει τη χρήση χρονικής κατανομής δηλαδή η ανακαίνιση να γίνει σταδιακά (πολυβηματικά) σε εύρος κάποιων ετών. Σε αυτήν την περίπτωση ορίζεται η μέση διάρκεια ζωής της συνιστώσας και το πλάτος της κατανομής της πιθανότητας.

Παραδείγματα επεξήγησης φύλλου εργασίας probabilities



Εικόνα 34 α) φύλλο εργασίας PROBABILITIES

Στο κελί με την ένδειξη show , συμπληρώνουμε την αρχική κατάσταση από το ένα ως το εννιά . Και ύστερα οι διαθέσιμες επιλογές είναι οι ακόλουθες.

- Η ανακαίνιση να πραγματοποιηθεί μονοβηματικά , απευθείας σε ένα στάδιο δίχως χρονικούς περιορισμούς, επομένως τα κελιά lifetime και typical width θα παραμείνουν κενά ή θα συμπληρωθούν με μηδενικά.



Fig.17: Probability distribution for a service life of 0 a, typical width 0 a

Εικόνα 34 β) Φύλλο εργασίας PROBABILITIES

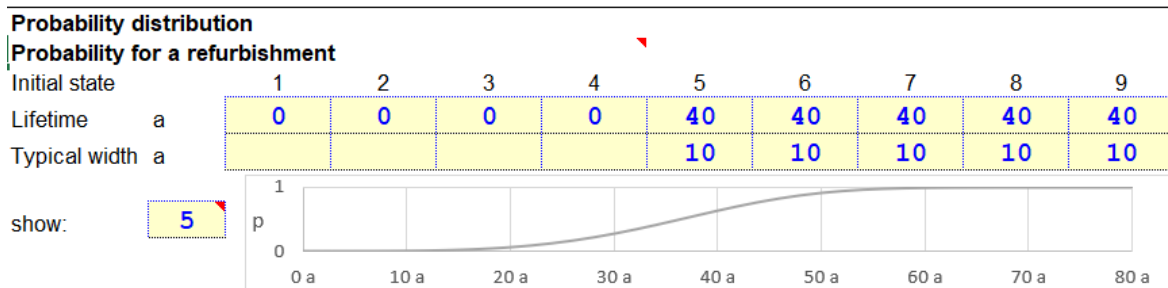
- Η ανακαίνιση να υλοποιηθεί ακριβώς μετά το πέρας  $n$  ετών π.χ ακριβώς μετά από πενήντα έτη .Οπότε συμπληρώνονται όλα τα κελιά του Life time με τον αριθμό 50 και το typical width παραμένει κενό .



**Fig.15: Probability distribution for a service life of 50 a, typical width 0 a**

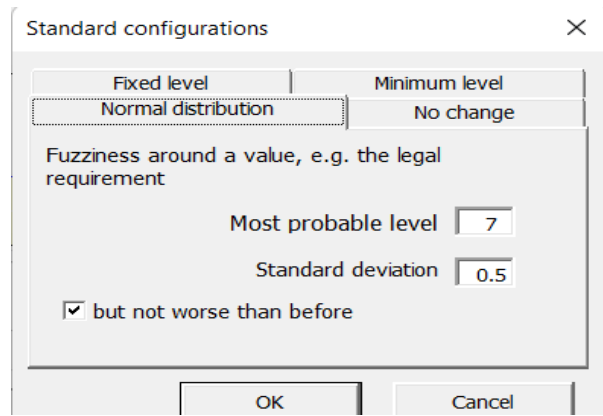
Εικόνα 34 c) φύλλο εργασίας PROBABILITIES

- Η ανακαίνιση να λάβει χώρα για όποιο στοιχείο έχει απόδοση μικρότερη της επιθυμητής , κατά μέσο όρο τα στοιχεία θα ανακαινιστούν σε διάρκεια 40 ετών και με εύρος 10 ετών, δηλαδή το μεγαλύτερο ποσοστό ανακαινίσεων θα γίνει μεταξύ 30 ως 50 χρόνων.



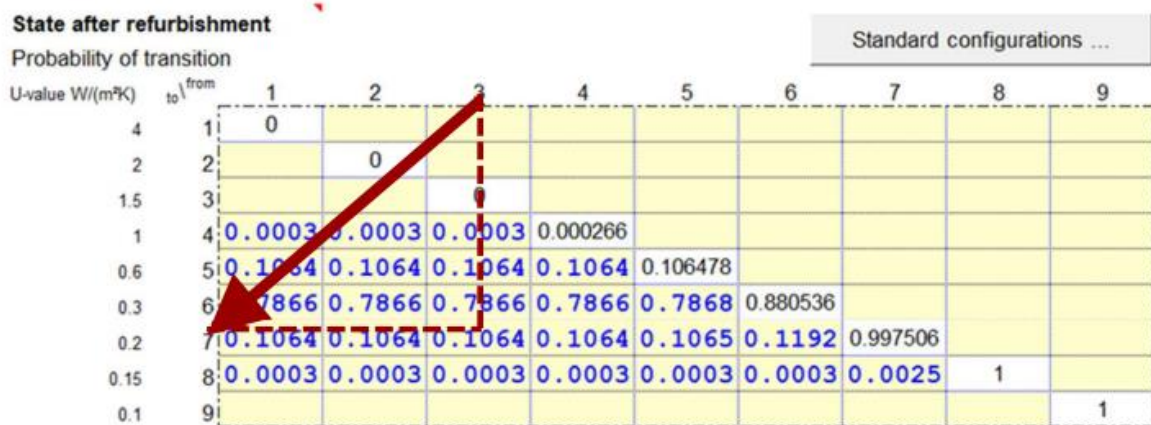
Εικόνα 34 d) φύλλο εργασίας PROBABILITIES

Αφού αποφασιστεί ο τρόπος διεξαγωγής της ανακαίνισης σχετικά με το επίπεδο απόδοσης και το χρονικό διάστημα , πρέπει να οριστεί το επίπεδο απόδοσης που θα έχει το εξεταζόμενο στοιχείο μετά την ανακαίνιση , και εισάγεται πάλι με μορφή κατανομής στον αντίστοιχο πίνακα.



Εικόνα 34 ε) φύλλο εργασίας PROBABILITIES

Για κάθε στήλη το άθροισμα όλων των πιθανοτήτων πρέπει να είναι ίσο με την μονάδα. Κάνοντας κλικ στο standard configurations , ανοίγει ένα παράθυρο με επιλογές σχετικά με την κατανομή και συμπληρώνεται αυτόματα ο πίνακας.



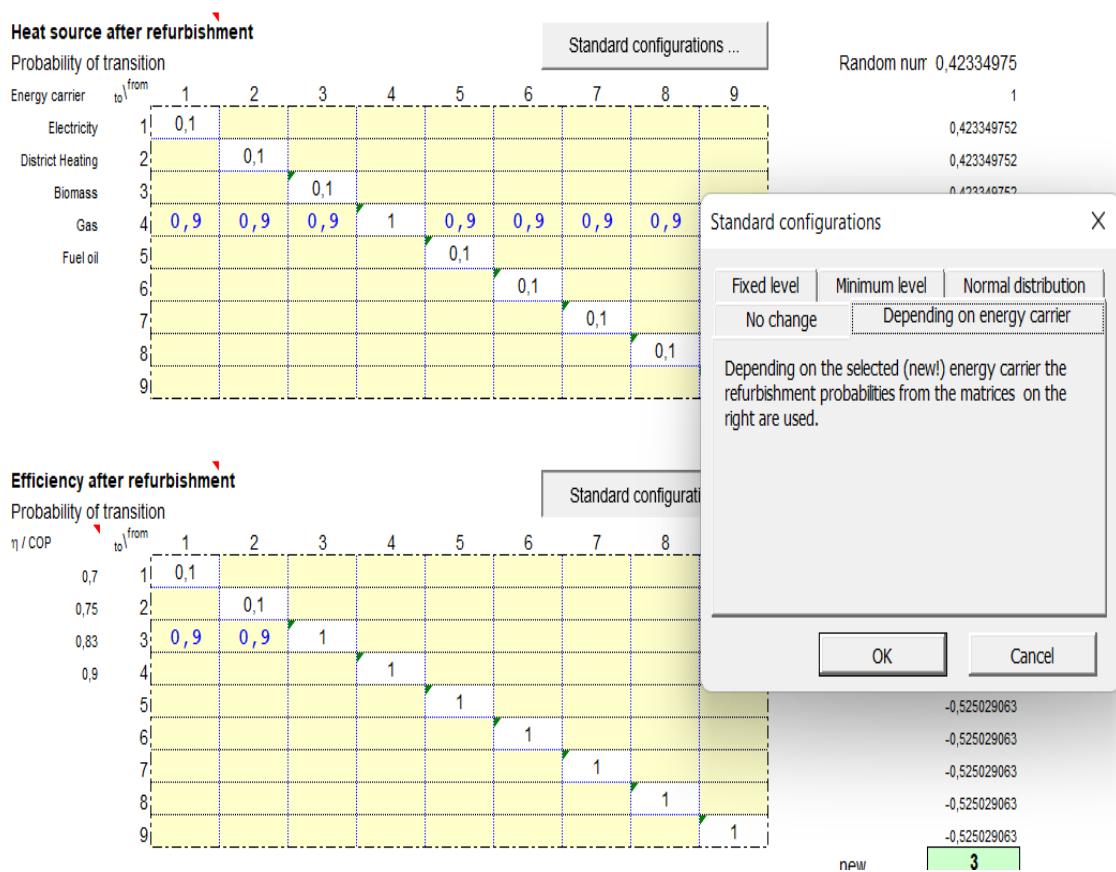
**Fig.18: Transition probabilities.** The probability that a component with an efficiency level of 3 (U-value 1.5 W/(m<sup>2</sup>K), seen in the column on the left) will be refurbished to an efficiency level of 7 (U-value 0.2 W/(m<sup>2</sup>K)) is 10.6% – if a refurbishment takes place at all.

Εικόνα 35 , ορισμός κατανομής για το επίπεδο διεξαγωγής της ανακαίνισης

Για κάθε στήλη το άθροισμα όλων των πιθανοτήτων πρέπει να είναι 1 επειδή το στοιχείο πρέπει να έχει μία από τις 9 καταστάσεις μετά την ανακαίνιση. Αυτό

διασφαλίζεται από τα λευκά πεδία στη μήτρα, τα οποία προστίθενται πάντα στο άθροισμα .

Οι συνθήκες για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό είναι λίγο πιο περίπλοκες. Συνήθως η παροχή θέρμανσης και ZNX , γίνεται από την ίδια μονάδα παραγωγής θερμότητας ή τουλάχιστον από τον ίδιο φορέα ενέργειας. Οι τυπικές διαμορφώσεις για την παραγωγή ζεστού νερού προσφέρουν μια δυνατότητα για τη σύζευξη του φορέα ενέργειας για ζεστό νερό με αυτόν για τη θέρμανση, έτσι ώστε αν χρειαστούν τυχόν αλλαγές να πραγματοποιηθούν ταυτόχρονα, ( με την επιλογή . Εκτός από αυτό, οι αλλαγές στον φορέα ενέργειας οδηγούν επίσης σε αλλαγές στο επίπεδο απόδοσης . Με αυτόν τον τρόπο, οι αναλογίες μπορεί εύκολα να προκαλέσουν σύγχυση, επομένως υπάρχει ένας βοηθητικός υπολογισμός στα δεξιά του φύλλου εργασίας με την επιλογή εισαγωγής του πίνακα efficiency after refurbishment , depending on energy carrier



Εικόνα 36 φύλλο εργασίας PROBABILITIES

Επομένως υπολογίζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις κάθε τύπου κτιρίου. Όπως και στο λογισμικό PHPP ,οι μηνιαίοι υπολογισμοί γίνονται σύμφωνα με EN ISO 13790. Και στη συνέχεια υπολογίζεται η ετήσια και η ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας από κάθε



τύπο. Επίσης σε αυτήν την τιμή της συνολικής ενέργειας προστίθεται και η ενέργεια που χρησιμοποιείται για δημόσιες εφαρμογές. Συγχρόνως, υπολογίζονται και οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα αποθηκεύονται και το λογισμικό τρέχει εκ νέου για το επόμενο έτος. Ο χρήστης κάθε φορά έχει τη δυνατότητα να προσθέσει κάποια νέα μεταβολή στον μηχανολογικό εξοπλισμό και στα δομικά υλικά και να ορίσει τη πιθανότητα που μπορούν αυτές οι αλλαγές να επιδράσουν στην εξεταζόμενη περιοχή. Ειδικότερα κάθε δομικό στοιχείο έχει μια συγκεκριμένη πιθανότητα να ανακαινιστεί σε κάποιο άλλο επίπεδο αποδοτικότητας. Με αυτό τον τρόπο διαμορφώνεται μια νέα ενεργειακή κατάσταση .

Προκειμένου , να προσεγγιστούν τα ενεργειακά ισοζύγια της περιοχής μετά από πολλά έτη , όπου δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε εκ των προτέρων το ποσοστό και την ποιότητα της ανακαίνισης κάθε κατασκευής, άλλα και την ποσότητα των νέων οικοδομικών κτιρίων μέσα σε αυτό το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα , χρησιμοποιείται η μέθοδος Monte Carlo. Σύμφωνα με αυτό το μαθηματικό μοντέλο ,ο αριθμός και ο τύπος των κτιρίων παραμένει σταθερός σε κάθε χρονικό βήμα, και σε κάθε χρονικό βήμα ,κάθε τύπος κτιρίου επιδέχεται μόνο μία κατάσταση μετασκευής που έχει προκαθοριστεί από τις πιθανότητες. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται πολλές φορές με διαφορετικούς τυχαίους αριθμούς μέχρις ότου τα τελικά αποτελέσματα να συγκλίνουν και επομένως να έχει επιτευχθεί η απαραίτητη ακρίβεια.

- COST WORKSHEET: PROFITABILITY CALCULATION

Το συγκεκριμένο φύλλο εργασίας αποσκοπεί στον προσδιορισμό του οικονομικά βέλτιστου χρονικού σημείου που θα λάβει η ανακαίνιση προκειμένου να έχει την καλύτερη δυνατή απόδοση , σε περίπτωση που στο φύλλο εργασίας probabilities of refurbishment έχει επιλεγεί η επιλογή economically optimal.

Κάποιες βασικές παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπ όψιν και να εισαχθούν είναι οι ακόλουθες:

- Real interest rate, πραγματικό επιτόκιο των αντίστοιχων επενδυτικών κεφαλαίων . Για παράδειγμα , ένα επιτόκιο της τάξης του 2,5% φαίνεται ρεαλιστικό μακροπρόθεσμα .
- Increase in energy prices : αύξηση των τιμών της ενέργειας , σε περίπτωση που η τιμή της ενέργειας προβλέπεται να αυξηθεί με ταχύτερο ρυθμό λόγω κάποιου παράγοντα ανεξάρτητα από τον πληθωρισμό.
- Price of delivered energy efficiency, τιμή παραδοθείσας ενέργειας για ένα συγκεκριμένο έτος, γενικά λαμβάνεται υπ' όψη μόνο ένας μηχανισμός μετάδοσης ενέργειας, αυτό το κελί μπορεί να συνδεθεί αυτόματα με το φύλλο εργασίας Systems.

- Reduction factor ground: συντελεστής μείωσης γείωσης, για εξαρτήματα που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος. Οι απώλειες θερμότητας πολλαπλασιάζονται με αυτόν τον παράγοντα.

Επιπλέον απαιτούνται κάποια δεδομένα για κάθε στοιχείο όπως

- Η διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων
- Η χρονική περίοδος κερδοφορίας, δηλαδή η περίοδος απόσβεσης
- Τυχόν δαπάνες συντήρησης και εγκατάστασης
- Τιμή μονωτικού υλικού
- Θερμική αγωγιμότητα μονωτικού υλικού
- 
- Επιδοτήσεις αν υπάρχουν για το συγκεκριμένο επίπεδο ανακαίνισης που εξετάζεται

## Determining the economic optimum for refurbishments

Current year		2018								
Real interest rate		2,5%								
Increase in energy prices		2,50%								
$p_s$		2,50%								
Price of delivered energy	€/kWh	0,060								
Current price of delivered energy	€/kWh	0,060								
Efficiency heat generator:		85,0%								
Degree days to outside	kKh/a	100								
Reduction factor ground		0,60								
G	kWh/(m <sup>2</sup> a)	217								
		in the year 2018								
		Roof_1	Roof_2	Wall_1	Wall_2	Wall_3	Floor_1	Floor_2	Window	Door
Efficiency level old		9	9	8	9	9	8	9	6	9
Age existing component		8	8	8	8	8	8	8	8	8
Lifetime N	a	40	40	50	50	50	40	40	30	30
Calculation period n	a	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Present value factor B(p,N)		25,1	25,1	28,4	28,4	28,4	25,1	25,1	20,9	20,9
Present value factor B(p,n)		28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4
Residual value factor r(p,n,N)		-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,4	-0,4
Present value factor B(p,n,s)		28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4
Anyway-cost	€/m <sup>2</sup>	190	190	190	190	190	190	190	300	300
Price insulation material	€/m <sup>3</sup>	60	60	100	100	100	100	100		
Conductivity k	W/(mK)	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035		
Additional investment for level no.										
1	€/m <sup>2</sup>	0,17	0,17	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	30	100
2	€/m <sup>2</sup>	0,69	0,69	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	45	40
3	€/m <sup>2</sup>	1,04	1,04	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	55	20
4	€/m <sup>2</sup>	1,74	1,74	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	60	0
5	€/m <sup>2</sup>	3,14	3,14	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	65	20
6	€/m <sup>2</sup>	6,64	6,64	11,07	11,07	11,07	11,07	11,07	95	50
7	€/m <sup>2</sup>	10,14	10,14	16,91	16,91	16,91	16,91	16,91	120	90
8	€/m <sup>2</sup>	13,64	13,64	22,74	22,74	22,74	22,74	22,74		140
9	€/m <sup>2</sup>	20,64	20,64	34,41	34,41	34,41	34,41	34,41		200
Subsidies										
1	€/m <sup>2</sup>									
2	€/m <sup>2</sup>									
3	€/m <sup>2</sup>									
4	€/m <sup>2</sup>									
5	€/m <sup>2</sup>									
6	€/m <sup>2</sup>									
7	€/m <sup>2</sup>									
8	€/m <sup>2</sup>									
9	€/m <sup>2</sup>									
Life cycle cost for level no.										
1	€/m <sup>2</sup>	801,67	801,67	801,76	801,76	801,76	481,20	481,20	798,41	893,26
2	€/m <sup>2</sup>	401,52	401,52	401,90	401,90	401,90	241,75	241,75	396,14	389,36
3	€/m <sup>2</sup>	301,73	301,73	302,29	302,29	302,29	182,30	182,30	336,83	289,40
4	€/m <sup>2</sup>	202,34	202,34	203,28	203,28	203,28	123,50	123,50	263,45	182,15
5	€/m <sup>2</sup>	123,77	123,77	125,46	125,46	125,46	78,05	78,05	237,44	176,46
6	€/m <sup>2</sup>	67,62	67,62	71,18	71,18	71,18	48,58	48,58	178,82	117,84

## Εικόνα 36 φύλλο εργασίας COST

Γενικά Το φύλλο εργασίας Post εκτελεί μια δυναμική ανάλυση κόστους κύκλου ζωής που λαμβάνει υπόψη το γεγονός ότι τα έξοδα που πραγματοποιούνται σε μεταγενέστερο χρονικό σημείο (εδώ: κόστος ενέργειας) πρέπει να προ εξοφλούνται στο πραγματικό επιτόκιο.

Ο υπολογισμός χρησιμεύει αρχικά για να προσδιορίσει εάν πρόκειται για ανακαίνιση στο τρέχον χρονικό σημείο θα είναι το βέλτιστο οικονομικά ή όχι.

Συνήθως ο οικονομικά βέλτιστος χρόνος για μια ανακαίνιση θα είναι μόνο να είναι στο τέλος της περιόδου χρήσης.

ωστόσο, σε κάθε περίπτωση η ανακαίνιση το επόμενο έτος θα είναι πάντα λιγότερο δαπανηρή από μια άμεση ανακαίνιση .Αρκεί λοιπόν η οικονομική σύγκριση τριών παραλλαγών:

- ✓ Ανακαίνιση κατά το τρέχον έτος
- ✓ Ανακαίνιση το επόμενο έτος
- ✓ Ανακαίνιση στο τέλος της διάρκειας ζωής

Αυτές οι τρεις περιπτώσεις θα υπολογιστούν χωριστά. Εάν μια ανακαίνιση δεν αξίζει τον κόπο, το εξάρτημα θα παραμείνει μη ανακαινισμένο και η ανάλυση θα επαναληφθεί για το επόμενο έτος.

Το βέλτιστο επίπεδο απόδοσης μπορεί να καθοριστεί ανεξάρτητα από την αρχική κατάσταση και εξαρτάται μόνο για το κόστος επένδυσης και ενέργειας.

- TEMPORAL COURSE WORKSHEET: RESULTS OF THE REFURBISHMENT SCENARIOS

Σε αυτό το φύλλο εργασίας συλλέγονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει για διάφορες παραμέτρους κατά την ανακαίνιση .

Η ανάλυση δεδομένων πραγματοποιείται σε τρία στάδια.

- Χρονική πορεία επιλεγμένων ποσοτήτων, τα κελιά εισόδου συνδέονται με οποιοδήποτε αποτέλεσμα επιθυμείτε να μελετηθεί από το αντίστοιχο φύλλο εργασίας .Για παράδειγμα αν πρέπει να εξεταστούν οι εκπομπές CO<sub>2</sub> , μετά από κάθε χρονικό βήμα προσομοίωσης, μια μακροεντολή αντιγράφει τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει στο summary , στο αντίστοιχο κελί Formula, και έτσι στο τέλος της προσομοίωσης εμφανίζονται τα διαγράμματα εξέλιξης των μεταβλητών.

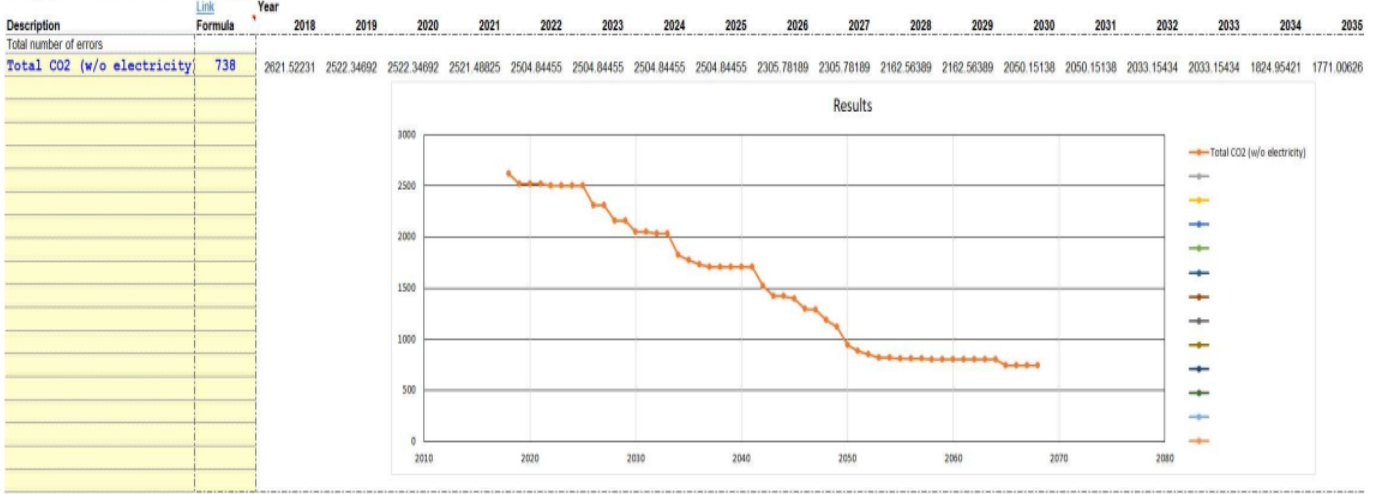
- Αποτελέσματα από διαφορετικές εκτελέσεις Monte Carlo: τα κελιά εισόδου σε αυτήν την ενότητα μπορούν να συνδεθούν με τυχόν ακέραιες τιμές που προκύπτουν από το temporal courses π.χ. το άθροισμα των εκπομπών CO<sub>2</sub> για ολόκληρη την περίοδο υπολογισμού. Αν τώρα υπολογίζονται πολλά τρεξίματα στο πλαίσιο της προσομοίωση Monte Carlo, μετά από κάθε εκτέλεση μια μακροεντολή αντιγράφει τις εγγραφές στη στήλη «Formula» στην αντίστοιχη διαδρομή στα δεξιά. Μία από τις σειρές μπορεί να εμφανιστεί στο διάγραμμα επιλέγοντας την 'Περιγραφή' με κίτρινο χρώμα πεδίο εισαγωγής πάνω από τα αποτελέσματα.
- Temporal courses of individual values in different monte carlo runs: αυτή η ενότητα αποσκοπεί στην εμφάνιση συνολικών χρονικών μεταβλητών από πολλές διαφορετικές επαναλήψεις monte carlo. Πατώντας 'Calculation of results' είναι δυνατή η σύνδεση με το αντίστοιχο αποτέλεσμα από το πρώτο μπλοκ για κάθε έτος. Μετά από κάθε Μόντε Κάρλο μια μακροεντολή αντιγράφει τις εγγραφές σε αυτό το κελί.

Ο αριθμός των εκτελέσεων που απαιτούνται έως ότου η μέση τιμή των αποτελεσμάτων γίνει αντιπροσωπευτική σε κάθε περίπτωση μπορεί να διαφέρει πολύ.

Όχι μόνο οι μέσες τιμές των παρατηρούμενων μεταβλητών υπολογίζονται από τις διάφορες εκτελέσεις αλλά επίσης, εκτιμάται η τυπική απόκλιση από αυτόν τον μέσο όρο. Αν υποτεθεί ότι τα αποτελέσματα από διαφορετικές εκτελέσεις κατανομονται κανονικά, η πραγματική μέση τιμή θα αποκλίνει λιγότερο από την τυπική απόκλιση από την υπολογισμένη μέση τιμή με πιθανότητα 68%, και με πιθανότητα 99,7% λιγότερο από την τριπλάσια τυπική απόκλιση. Η τυπική απόκλιση του μέσου όρου που δίνεται σε αυτό το φύλλο εργασίας μπορεί να αποτελέσει κριτήριο ματαίωσης της προσομοίωσης Μόντε Κάρλο στο φύλλο εργασίας Control.

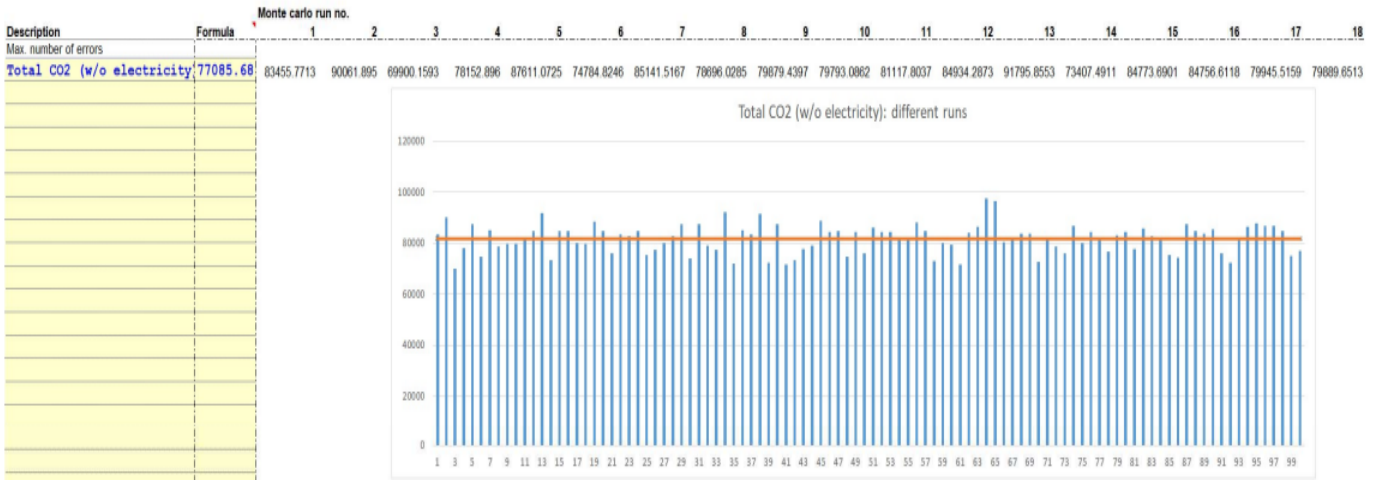
# Observation of selected quantities during the refurbishment

## Temporal course of selected quantities

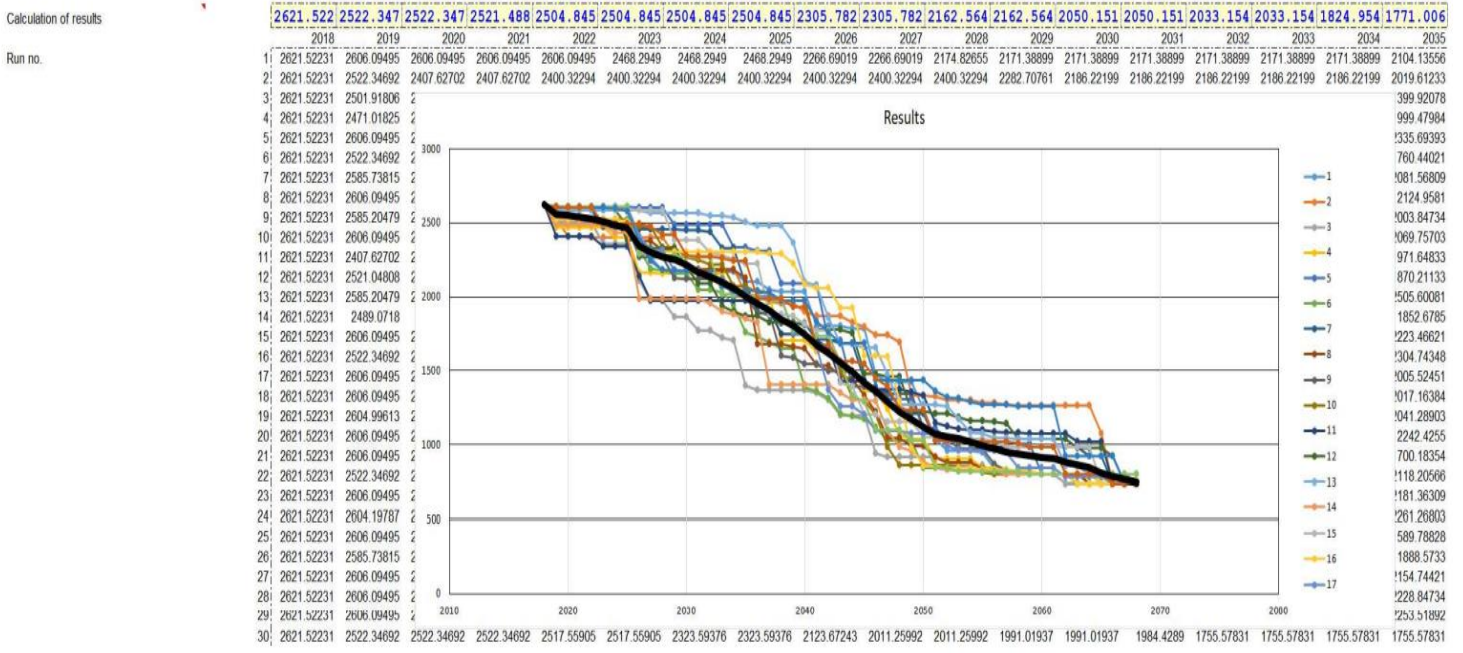


## Results from different monte carlo runs

Show in diagram:  Average:  σ of average:  ditto:



## Evolution of a single quantity over time in different monte carlo runs



Εικόνα 37φύλλο εργασίας TEMPORAL COURSE

- SYSTEMS WORKSHEET, HEATING WORKSHEET, COOLING WORKSHEET, PV WORKSHEET, SOLAR THERMAL WORKSHEET

Σε όλα τα παραπάνω φύλλα εργασίας, που σχετίζονται με μηχανολογικό εξοπλισμό και συστήματα θέρμανσης, ψύξης και παραγωγή ZNX δεν χρειάζεται να εισαχθεί κάποια νέα πληροφορία,

Σε αυτά τα φύλλα εμφανίζονται οι συνολικές ανάγκες και η ζήτηση θέρμανσης, ψύξης του κτιρίου, η δομή τους είναι παρόμοια με το λογισμικό PHPP.

### ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Το μοντέλο υπολογισμού της ζήτησης θέρμανσης βασίζεται σε μηνιαίο ενεργειακό ισοζύγιο σύμφωνα με το [EN ISO 13790]: Τα κέρδη εσωτερικής και ηλιακής θερμότητας πολλαπλασιάζονται με έναν συντελεστή χρήσης και στη συνέχεια αφαιρείται από τις απώλειες θερμότητας. Το υπόλοιπο πρέπει να παρέχεται από το σύστημα θέρμανσης.

### ΨΥΞΗ

Εάν ένα ενεργό σύστημα ψύξης είναι εγκατεστημένο στο κτίριο, υπολογίζεται η ζήτηση ψύξης ακολουθώντας παρόμοια διαδικασία όπως και για τη ζήτηση θέρμανσης. Να σημειωθεί ότι το (temperature setpoint) σημείο ρύθμισης θερμοκρασίας εξαρτάται από το επίπεδο μόνωσης. Επίσης κάθε πιθανή ζήτηση αφύγρανσης υπολογίζεται συγχρόνως με τις απαιτήσεις ψύξης.

### ZNX

Η χρήσιμη ενέργεια για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης θεωρείται ότι είναι 25 λίτρα ανά άτομο ανά ημέρα στα 60 °C για κτίρια κατοικιών. Σε μη οικιστικά κτίρια, η τιμή αυτή μειώνεται σε 5L.

Όσο αφορά τους υπολογισμούς να σημειωθεί ότι για οικιστικά κτίρια, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο Schnieders 2018, η θερμοκρασία δωματίου εξαρτάται από την μόνωση του κελύφους. Και αυτή η θερμοκρασία σχετίζεται με τις ανάγκες θέρμανσης κατά μέσο όρο διαφόρων δωματίων σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Τα κτίρια που δεν προορίζονται για κατοικία, π.χ. εσωτερικές πισίνες ή εγκαταστάσεις αποθήκευσης, μπορεί να έχουν διαφορετικές επίπεδα θερμοκρασίας. Για τα κτίρια αυτά τα σημεία ρύθμισης θερμοκρασίας θέρμανσης και ψύξης πρέπει να προστεθούν ως μέρος της περιγραφής του τύπου κτιρίου στην τυπολογία.

## ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα μηχανικά συστήματα υλοποιούνται με παρόμοιο επίπεδο λεπτομέρειας και ακρίβειας με το κέλυφος κτιρίου. Για κάθε κτίριο απαιτούνται τα ακόλουθα στοιχεία:

- Τύπος φορέα ενέργειας και συνολική απόδοση του συστήματος, ξεχωριστά για θέρμανση, ζεστό νερό χρήσης και ψύξη
- επίπεδο απόδοσης φορέα ενέργειας
- για κτίρια που δεν προορίζονται για κατοικία, απαιτείται να εισαχθεί σαν δεδομένο η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας ,

Διαφορετικά συστήματα αντιπροσωπεύονται άμεσα από διαφορετικές αποδόσεις, έτσι οι προκαθορισμένες τιμές που παρέχονται από το λογισμικό αφορούν τους πιο διαδεδομένους τύπους συστημάτων. Η ηλεκτρική θέρμανση, για παράδειγμα, μπορεί να σημαίνει ότι ε πρόκειται για έναν εγκατεστημένο θερμαντήρα ηλεκτρικής αντίστασης (απόδοση 100%), αλλά μπορεί επίσης να αναφέρεται σε μια αντλία θερμότητας πηγής αέρα (απόδοσης 200 - 300%) ή αντλία θερμότητας επίγειας πηγής (απόδοση 300 -500%). Η ανάκτηση θερμότητας νερού αποστράγγισης μπορεί να αντιπροσωπευτεί από βελτιωμένη απόδοση (improved efficiency )του ζεστού νερού χρήσης .

### Auxiliary electricity

Η βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια απαιτείται κυρίως για τις αντλίες κυκλοφορίας, αλλά π.χ. για τους ανεμιστήρες, τον έλεγχο συστημάτων , θερμαντήρες απόψυξης. Το κλάσμα της βοηθητικής ηλεκτρικής ενέργειας, ορίζεται ως μέρος της συνολικής ωφέλιμης ενέργειας που παράγεται. Μπορεί να είναι σχεδόν αμελητέα, όπως στα σύγχρονα υψηλής ποιότητας υδρονικά συστήματα θέρμανσης. Ωστόσο, μπορεί επίσης να αποτελέσει ένα κλάσμα του 5% σε παλαιότερα συστήματα θέρμανσης, όπως ψύκτες απορρόφησης. Επομένως, εκχωρείται ένα κλάσμα βοηθητικής ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε σύστημα θέρμανσης, ψύξης ή ζεστού νερού χρήσης.

Εξετάζονται επίσης οι βοηθητικές καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας των ηλιακών συστημάτων και ζεστού νερού οικιακής χρήσης, χρησιμοποιώντας κλάσμα 5% της παραγόμενης ωφέλιμης θερμότητας.

Για συστήματα εξαερισμού με ανάκτηση θερμότητας θεωρείται ότι η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι συνδεδεμένη με τη θερμική απόδοση. Με τις μονάδες εξαερισμού υψηλής απόδοσης να έχουν περισσότερους ανεμιστήρες.

Ακολουθεί ενδεικτική μαθηματική συσχέτιση : $P_{el}=1,25MWh/m^3*(1-\eta_{HEAT-RECOVERY})*\dot{V}$

Σχετικά με τα θερμικά ηλιακά συστήματα πρέπει να αναφερθούν τα παρακάτω ,

Τα δεδομένα εισόδου που απαιτούνται για αυτόν τον υπολογισμό είναι πλήρως προκαθορισμένα ή έχουν ληφθεί από άλλα φύλλα εργασίας. Ο υπολογισμός

προϋποθέτει έναν τυπικό επίπεδο συλλέκτη που γενικά έχει νότιο προσανατολισμό, το ποσοστό του προβλεπόμενου κτιριακού αποτυπώματος που είναι διαθέσιμο για την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθορίζεται στο φύλλο εργασίας Control, καθώς και η γωνία κλίσης από τον οριζόντιο προσανατολισμό και ο συντελεστής σκίασης. Εάν ο συλλέκτης χρησιμοποιείται μόνο για παροχή ζεστού νερού, ένας συλλέκτης με συνολικό εμβαδόν  $1,5 \text{ m}^2$  ανά άτομο είναι μια καλή επιλογή. Για υποστήριξη θέρμανσης ο συλλέκτης θα καταλάβει ολόκληρο το διαθέσιμο ποσοστό της επιφάνειας της στέγης. Εάν ο ηλιακός συλλέκτης χρησιμοποιείται και για υποστήριξη τηλεθέρμανσης, τότε ZNX και (για υποστήριξη θέρμανσης) θα καλυφθεί η ζήτηση θέρμανσης χώρου. Εάν υπάρχει πλεονάζουσα θερμότητα, τότε αυτή μπορεί να τροφοδοτηθεί στο δίκτυο τηλεθέρμανσης.

Γενικά έχουν γίνει οι ακόλουθες παραδοχές:

οι ηλιοθερμικοί συλλέκτες και οι Φ/Β μονάδες έχουν προκαθορισμένη κλίση προς τον ισημερινό και μόνο μέσω της προεπιλογής του κλάσματος της ακαθάριστης επιφάνειας στέγης (fraction of the gross roof area), ορίζεται το διαθέσιμο ποσοστό για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Επιπλέον, θεωρείται ότι δεν υπάρχουν απώλειες από την ηλιακή αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης. Για αυτό ίσως το ηλιακό απόθεμα να είναι μεγαλύτερο από το συμβατικό ενεργειακό απόθεμα που αντικαθιστά, αυτό μπορεί να αποδοθεί στην πολύ καλή μόνωση του εξοπλισμού.

Το ηλιακό ζεστό νερό παράγεται μέσω τυποποιημένου επίπεδου συλλέκτη και μονάδες κατασκευασμένες από μονοκρυσταλλικό πυριτίου που παρέχουν φωτοβολταϊκή ηλεκτρική ενέργεια. Εάν παράγεται μόνο ζεστό νερό χρήσης, δεν θεωρείται ότι υπερβαίνει το  $1,5 \text{ m}^2$  επιφάνειας συλλέκτη ανά άτομο. Αν επιλέγεται η στήριξη θέρμανσης (heating support), το κλάσμα της οροφής που είναι διαθέσιμο για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πλήρως αφιερωμένο σε αυτό το σκοπό. Οποιοδήποτε μέρος του διαθέσιμου κλάσματος της οροφής δεν απαιτείται για ηλιοθερμικά συστήματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για φωτοβολταϊκά.

Μέσω πειράματων που διεξήχθησαν με χρήση καμπυλών f-chart μέθοδος υπολογισμού της απόδοσης των ηλιακών θερμικών συστημάτων είχε ως αποτέλεσμα τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η παραγωγή ηλιακής θερμικής ενέργειας εξαρτάται από τον προσανατολισμό και τα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας.
- Για επίπεδες στέγες, μπορεί να θεωρηθεί ότι ολόκληρη η οροφή είναι διαθέσιμη για ηλιακή ενέργεια, εκτός από τα παράθυρα οροφής, τα σημεία αγκύρωσης, τις μονάδες εξαερισμού, τους φεγγίτες, και τα στηθαία οροφής
- Για μια στέγη σέλας (saddle roof, μια μορφή στέγης που ακολουθεί μια κυρτή καμπύλη γύρω από τον έναν άξονα και μια κοίλη καμπύλη γύρω από τον άλλο) με τις δύο περιοχές στέγης να δείχνουν βόρεια και νότια, μόνο μία από τις δυο περιοχές οροφής θα χρησιμοποιηθούν. Λόγω του ευνοϊκότερου προσανατολισμού και της μεγαλύτερης συνολικής επιφάνειας στέγης, τα



ηλιακά κέρδη εξακολουθούν να είναι 60 έως 80% των κερδών της οριζόντιας οροφής.

- Εάν οι δύο περιοχές στέγης βλέπουν ανατολικά και δυτικά, είναι πιθανό να χρησιμοποιηθούν και οι δύο περιοχές στέγης. Σε αυτή την περίπτωση, η απόδοση θα ήταν ακόμη υψηλότερη από ό, τι σε μια επίπεδη οροφή, κατά 10 έως 20%, αν και θα έχει υψηλότερο κόστος επένδυσης.

## Solar thermal system on the building

Building type		TH
Treated floor area $A_{TFA}$	156,0	m <sup>2</sup>
Projected building footprint $A_{Projected}$	86,7	m <sup>2</sup>
Max. available collector area	30,3	m <sup>2</sup>
Latitude ( <i>'Climate' worksheet</i> )	51,3	°
DHW demand	2370	kWh/a
Heating demand	3105	kWh/a
Occupancy	2,9	Persons

Location		Roof
Size of selected area	87	m <sup>2</sup>
Deviation from North	180	°
Angle of inclination from the horizontal	0	°
Solar collector area	4,4	m <sup>2</sup>
Specific collector area	1,5	m <sup>2</sup> /Pers
Reduction factor shading	0,90	

### Results

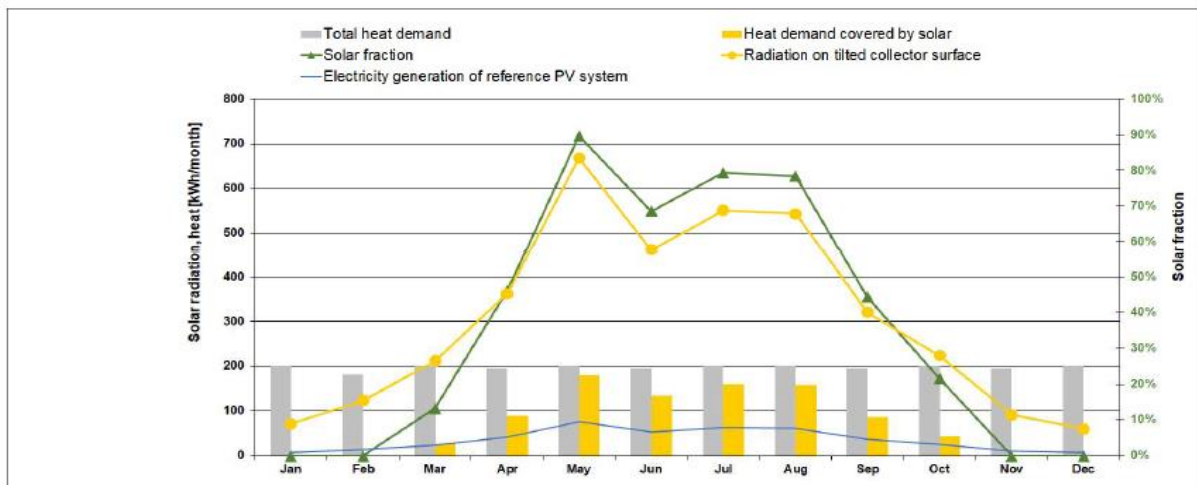
	Per footprint area	Absolute	
		kWh/(m <sup>2</sup> Projected*a)	kWh/a
Solar contribution total	37%	10,1	879
Solar contribution to DHW	37%	10,1	879
Solar contribution to space heating	0%	0,0	0
Solar supply to district heating			0

1-CO2 factors GEMIS (Germany)	kgCO <sub>2</sub> eq/kWhFinal	kgCO <sub>2</sub> eq/a	
		0,045	40
		0,5	40



districtPH



Εικόνα 36 φύλλο εργασίας SOLAR THERMAL

Ομοίως για το φύλλο εργασίας PV ισχύει ότι οι πληροφορίες εισόδου που απαιτούνται για αυτόν τον υπολογισμό είναι πλήρως προκαθορισμένες έχουν ληφθεί από άλλα φύλλα εργασίας. Ο υπολογισμός προϋποθέτει μονάδες μονοκρυσταλλικού πυριτίου που έχουν γενικά νότιο προσανατολισμό. Ο μετατροπέας έχει σταθερή απόδοση 95%. Το ποσοστό του προβλεπόμενου κτιριακού αποτυπώματος που είναι διαθέσιμο για παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας προσδιορίζεται επίσης στο φύλλο εργασίας Control η γωνία κλίσης από την οριζόντια και ο συντελεστής σκίασης. Εάν υπάρχει Φ/Β σύστημα, θα καταλαμβάνει όλο το διαθέσιμο ποσοστό της επιφάνειας της στέγης που παραμένει ακόμη μετά την εγκατάσταση οποιουδήποτε ηλιακού συστήματος ZNX.

## Photovoltaic systems on the building

Building type:	TH	
Projected building footprint:	86,7	m <sup>2</sup>
Available PV area:	25,9	m <sup>2</sup>

### Name of system

Deviation from North

Angle of inclination from horizontal

PV System Roof	Reference PV syst.	
180	180	°
0	0	°

### 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

Module area

$I_{MPP0}$

$U_{MPP0}$

$P_n$

$\alpha$

$\beta$

	Mono-Si	Mono-Si	
	7,71	7,71	A
	30,50	30,50	V
	235	235	Wp
	0,040	0,040	%/K
	-0,340	-0,340	%/K
	1,658	1,658	m
	0,994	0,994	m
	1,6	1,6	m <sup>2</sup>

### Further specifications

Number of modules

Additional reduction factor shading

Efficiency of the inverter

$\eta_M$

$\Gamma_{other}$

$\eta_{Inv}$

15,7	2,7	
90%	90%	
95%	95%	

Annual electricity yield after the inverter, absolute

Related to projected building footprint area

CO<sub>2</sub>-equivalent emissions according to 1-CO<sub>2</sub> factors GEMIS (Germany)

PE-factor according to 1-PE-factors (non-renewable) PHI Certification

2473	422	kWh/a
29	4,9	kWh/m <sup>2</sup> A <sub>Projected</sub> *a
321,5	54,9	kg/a
0,00	0,00	kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>End</sub>

Εικόνα 39 φύλλο εργασίας PV SYSTEMS

Στο φύλλο εργασίας systems, επιλέγονται από τη λίστα στη δεξιά πλευρά η απόδοση για την μετατροπή ενέργειας, η απόδοση για την διανομή ενέργειας και το κλάσμα βοηθητικής ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα την ζήτηση. Και από αυτά τα στοιχεία προσδιορίζεται η συνολική ενεργειακή κατανάλωση, συμπεριλαμβανομένου τα ηλιακά θερμικά συστήματα καθ συστήματα εξαερισμού. Για τη ζήτηση ζεστού νερού, χρησιμοποιείται μια συνολική τιμή 25 λίτρων ανά άτομο την ημέρα για κατοικίες κτίρια και 5 λίτρα ανά άτομο την ημέρα για κτίρια μη κατοικιών.

## Mechanical systems

Building type:	TH	Net heating demand:	2794	kWh/a	
Persons:	2,9	Heating from solar thermal:	0	kWh/a	
Residential building:	x	Cooling demand:	90	kWh/a	
Treated floor area $A_{TFA}$ :	156,0	m <sup>2</sup>	Dehumidification demand:	3	kWh/a
		sensible fraction:	97%		

### Heating system

Energy carrier heating:	4	η heat generator:	0,83	
	Gas	η distribution:	0,90	
Efficiency class:	3	Fraction aux. electricity:	0,03	
Condensing gas boiler standard		Aux. electricity solar:	0,05	
		Total delivered energy:	3741	kWh/a
		Aux. electricity:	112	kWh/a
		Aux. electricity ventilation:	291	kWh/a
			24,0	kWh/m <sup>2</sup> a
			0,7	kWh/m <sup>2</sup> a
			1,9	kWh/m <sup>2</sup> a

### DHW system

Energy carrier DHW:	4	η heat generator:	0,85	Hot water demand (@ 60 °C):	25	l/person/day
	Gas	η distribution:	0,70	Cold water temperature:	7	°C
Efficiency class:	3	Fraction aux. electricity:	0,03	Useful energy demand:	1659	kWh/a
Condensing gas boiler		Useful energy incl. distribution losses:		ditto after SDHW:	2370	kWh/a
		Fraction aux. electricity (SDHW):	0,05		1491	kWh/a
		Total delivered energy:	1754	kWh/a	11,2	kWh/m <sup>2</sup> a
		aux. electricity:	97	kWh/a	0,6	kWh/m <sup>2</sup> a

### Cooling system

Energy carrier cooling:	3	Efficiency heat pump:	1,00	
	none	η distribution:	1,00	
Efficiency class:	1	Fraction aux. electricity:	0,00	
	none	Total delivered energy:	93	kWh/a
		aux. electricity:	0	kWh/a
		aux. electricity ventilation:	170	kWh/a
			0,6	kWh/m <sup>2</sup> a
			0,0	kWh/m <sup>2</sup> a
			1,1	kWh/m <sup>2</sup> a

### Heating systems

Electricity					District Heating				0,0%
1	efficiency	heat	efficiency	auxiliary	2	efficiency	efficiency	auxiliary	
type	generator	generator	distribution	electricity	type	generator	distribution	electricity	
1 Central direct	1		0,9	5%	Standard	0,98	0,9	4%	
2 Decentral direct	1		1	0%					
3 HP poor	2		0,9	8%					
4 HP improved	3		0,9	3%					
5 HP good	4		0,9	2%					
6 HP excellent	5		0,9	1%					
7									
8									
9									

### DHW systems

Electricity					District Heating				0,0%
1	efficiency	heat	efficiency	auxiliary	2	efficiency	efficiency	auxiliary	
type	generator	generator	distribution	electricity	type	generator	distribution	electricity	
1 central direct (w/ storage)	1		0,7	3%	Standard	0,98	0,7	3%	
2 decentral direct	1		1	0%					
3 HP poor	1,5		0,7	5%					
4 HP improved	2,5		0,7	3%					
5 HP good	3,5		0,7	1%					
6									
7									
8									
9									

### Cooling systems

Electricity					District Heating				0,0%
1	efficiency	heat	efficiency	auxiliary	2	efficiency	efficiency	auxiliary	
type	pump	pump	distribution	electricity	type	pump	distribution	electricity	
1 chiller, very poor	2		0,9	15%	absorption chiller, poor	0,6	0,9	50%	
2 chiller, poor	3		0,9	8%	absorption chiller, good	0,8	0,9	30%	
3 chiller, good	4		0,9	3%	absorption chiller, excellent	1	0,9	10%	
4 chiller, very good	6		0,9	2%					
5 split, very poor	2		1	0%					
6 split, poor	3		1	0%					
7 split, good	4		1	0%					
8 split, very good	6		1	0%					
9									

Εικόνα 40 φύλλο εργασίας SYSTEMS

- PER WORKSHEET :PRIMARY ENERGY DEMAND

Και σε αυτό το φύλλο εργασίας δεν απαιτείται η εισαγωγή δεδομένων μιας και έχουν ληφθεί οι απαραίτητες πληροφορίες από άλλα φύλλα εργασίας. Σε αυτό υπολογίζονται οι απαιτήσεις πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, οι εκπομπές CO<sub>2</sub> και η πρωτογενής ζήτηση ενέργειας (PE) του τρέχοντος τύπου κτιρίου.

Αυτό το φύλλο εργασίας είναι όμοιο στη δομή με το αντίστοιχο φύλλο εργασίας στο PHPP.

# Primary Energy Renewable PER

Building type: TH										
Treated floor area A <sub>TFA</sub> : 156 m <sup>2</sup>										
Projected building footprint A <sub>Projected</sub> : 87 m <sup>2</sup>										
Heating demand incl. distribution: 20 kWh/(m <sup>2</sup> a)										
Cooling energy dem. incl. dehumidification: 1 kWh/(m <sup>2</sup> a)										
DHW demand including distribution: 15 kWh/(m <sup>2</sup> a)										
Selection of heat generation system		Contribution margin (useful energy)								
Primary heat generator	Gas	Heating	Domestic hot water							
	Gas	100%	0%							
Secondary heat generator (optional)	Gas									
	Gas	0%	100%							
Energy demand Reference: Treated floor area	Efficiency	Fraction covered (useful energy)	Final energy demand kWh/(m <sup>2</sup> a)	PER factor kWh/kWh	PER		PE		CO <sub>2</sub> emissions factor (CO <sub>2</sub> -eq) kg/kWh	CO <sub>2</sub> eq emissions kg/(m <sup>2</sup> a)
					Effective PER factor (including biomass) kWh/kWh	PER specific value kWh/(m <sup>2</sup> a)	PE factor kWh/kWh	PE Value kWh/(m <sup>2</sup> a)		
							PE factors (non-renewable)		CO <sub>2</sub> -Faktoren	
							82,0	59,1	13,0	
<b>Heating</b>		100%			1,31	34,8	1,08	28,7		6,4
Electricity				1,80			0,91		0,176	
District Heating				1,00 1,00			0,00		0,000	
Biomass				1,10			-		-	
Natural gas / RE gas	0,83	100%	24,0	1,75	1,26	30,1	1,10	26,4	0,250	6,0
Heating oil / RE methanol				2,30			1,10		0,320	
Solar thermal system							0,00		0,045	
Aux. electricity (heating, wintertime ventilation)			2,6	1,80	1,80	4,7	0,91	2,4	0,176	0,5
<b>Cooling and dehumidification</b>						1,2		1,0		0,2
Electricity cooling (heat pump)	1,00			1,10			0,91		0,176	
Auxiliary electricity cooling, ventilation summer			1,1	1,10		1,2	0,91	1,0	0,176	0,2
Electricity dehumidification (heat pump)	1,00			1,15			0,91		0,176	
Auxiliary electricity (dehumidification)			0,0	1,15		0,0	0,91	0,0	0,176	0,0
District heat cooling & dh				1,00			0,00		0,000	
<b>DHW generation</b>		100%			1,29	22,6	0,74	12,9		3,2
Electricity				1,30			0,91		0,176	
District Heating				1,00 1,00			0,00		0,00	
Biomass				1,10			-		-	
Natural gas / RE gas	0,85	63%	11,2	1,75	1,75	19,7	1,10	12,4	0,250	2,8
Heating oil / Methanol				2,30			1,10		0,320	
Solar thermal system		37%	5,6	0,37	0,37	2,1	0,00	0,0	0,045	0,253
Aux. electricity (DHW + solar DHW)			0,6	1,30	1,30	0,8	0,91	0,6	0,176	0,1
<b>Household electricity / other electricity applications</b>			18,0		1,30	23,4		16,4		3,2
Electricity (household or non-residential lighting, etc.)			18,0	1,30	1,30	23,4	0,91	16,4	0,176	3,2
<b>Sums without electricity and district heating</b>			40,9			51,9		38,7		9,1
Energy generation Reference: Projected building footprint area	delivered energy		PER		PE		CO <sub>2</sub>			
	Final energy generation	Final energy generation	PER factor	PER specific value	PE factor	PE Value	Emission factor (CO <sub>2</sub> -eq)	CO <sub>2</sub> eq emissions		
	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>Projected</sub> a)	kWh/kWh	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>Projected</sub> a)	kWh/kWh	kWh/(m <sup>2</sup> a)	kg/kWh	kg/a		
				32,3		13,4		361,0		
PV electricity	2473	28,5	1,00	28,5	0,00	0,0	0,130	321,5		
Solar thermal system	879	10,1	0,37	3,7	1,33	13,1	0,045	39,5		

Εικόνα 41 φύλλο εργασίας PER

- SUMMARY WORKSHEET: RESULTS

Το συγκεκριμένο φύλλο εργασίας είναι μέγιστης σημασίας καθώς συνοψίζονται συγκεντρωτικά τα τελικά αποτελέσματα της ανακαίνισης.

## Result overview

### Useful energy demand of the whole district

	Treated floor area	63090	m <sup>2</sup>		
	Persons	1656			
				per m <sup>2</sup> treated floor area	
Building	Heating demand	9017	MWh/a	143	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	DHW demand	1118	MWh/a	18	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	Cooling demand	15	MWh/a	0	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	other electricity demand	2289	MWh/a	36	kWh/(m <sup>2</sup> a)
	other electricity applications	384	MWh/a		

### Delivered energy demand of the whole district

Show results from hourly calculation:

	Electricity	Biomass	Gas	Oil	Other	Solar Thermal			
Building direct	2692	0	13385	0	0	1	MWh/a		
District Heating	0	0	0	0	0	0	MWh/a	Deficit: 0 MWh/a	
Other	384						MWh/a		
Total	3076	0	13385	0	0	1	MWh/a		
Delivered energy electricity production	Imported electricity	Biomass	Gas	Oil	Other	PV roofs	PV plant	Wind	
	0	0	0	3739	0	3	894	1778	MWh/a
	Exported electricity								
	713								MWh/a



## Primary energy demand of the whole district

	PER demand MWh/a	PE demand MWh/a	CO <sub>2</sub> emissions t/a
Buildings, without district heat and electricity	22679	14724	3346
District Heating	0	0	0
Electricity for buildings	3680	2459	473
Other electricity		358	69
<b>Total district</b>	<b>26359</b>	<b>17540</b>	<b>3888</b>

## Renewable energy production

	Electricity / heat MWh/a	PER MWh/a
PV electricity	897	897
Wind	1778	1778
Solar contribution to district heating	262	0
Solar hot water on buildings	1	0
<b>Total renewables</b>		<b>2675</b>

## Energy demand district heating and electricity

District heat demand	0	MWh/a
Electricity demand heating/DHW/cooling/aux. electricity	402	MWh/a
Other electricity demand in buildings	2289	MWh/a
Remaining electricity demand	392	MWh/a

Εικόνα 42 φύλλο εργασίας SUMMARY

### 7.3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΡΟΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Όπως έγινε σαφές και παραπάνω πολυάριθμοι παράγοντες θα μας ώθησουν στην λήψη της ορθής επιλογής σχετικά με τις αλλαγές που πρέπει να επιβληθούν προκειμένου η γειτονιά να μεταβεί σε μια νέα ενεργειακή κατάσταση.

Επομένως η εικονική απεικόνιση θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από απλούς τύπους κτιρίων που δεν θα είναι απόλυτα λεπτομερές ώστε να είναι εφικτοί οι γρήγοροι υπολογισμοί και οι πολλές επαναλήψεις με μικρές παραλλαγές κάθε φορά δίχως να υπάρχει μεγάλο υπολογιστικό κόστος.

Για αυτό άλλωστε η περιγραφή των κτιρίων επικεντρώνεται στις παρακάτω πληροφορίες, που είναι επαρκής για τον προσδιορισμό της ενεργειακής κλάσης .

- Χρονολογία κτιρίου
- Συνολικό εμβαδόν
- Πλήθος ορόφων και κατοικιών
- Συνολικό εμβαδόν ανοιγμάτων και προσανατολισμός αυτών
- Δείκτες- συντελεστές U-value
- Αποδοτικότητα συστημάτων ανάκτησης θερμότητας
- Στοιχεία σχετικά με την αεροστεγανότητα και τις θερμογέφυρες

Το λογισμικό district Ph παρέχει πολλές επιλογές για την αξιολόγηση των αλλαγών που επιβάλλονται και των νέων ποσοτήτων κατανάλωσης και παραγωγής ενέργειας.

Συγκεκριμένα οι ακόλουθοι παράμετροι είναι καθοριστικής σημασίας μιας και παρέχουν σημαντικές πληροφορίες που συνδέονται με την νέα ενεργειακή κατάσταση που έχει διαμορφωθεί στη γειτονιά.

- Ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας: η ενέργεια που πρέπει να παρέχεται στην αρχή της μετατροπής ενέργειας για την παροχή συγκεκριμένης υπηρεσίας, συμπεριλαμβανομένων όλων των απωλειών και απαιτήσεων βοηθητικής ενέργειας κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας. Η πρωτογενής ενέργεια διακρίνεται στις μη- ανανεώσιμες (ορυκτά καύσιμα) και στις ανανεώσιμες πηγές .
- Εκπομπές ισοδύναμου CO<sub>2</sub>: Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου. Οι επιπτώσεις άλλων εκπομπών, π.χ. μεθανίου ή συνθετικών ψυκτικών μέσων, μπορούν να μετρώνται σε ισοδύναμα CO<sub>2</sub>. Η καύση βιομάζας συνήθως δεν λαμβάνεται υπόψη για την παραγωγή CO<sub>2</sub> επειδή ο άνθρακας στη βιομάζα έχει προηγουμένως αφαιρεθεί από την ατμόσφαιρα.
- Ανανεώσιμη πρωτογενής ενέργεια: Αυτή η μέθοδος αξιολόγησης συγκρίνει διαφορετικούς τύπους χρήσης ενέργειας για πλήρως ανανεώσιμο ενεργειακό εφοδιασμό. Αναπτύχθηκε από το Ινστιτούτο Παθητικών Κτιρίων.
- Μηδενική ενέργεια / ενέργεια αυτόνομη (Zero energy / energy autarky): Μια περιοχή μηδενικής ενέργειας δεν απαιτείται να εισάγει ενέργεια . Ένας ακριβέστερος ορισμός απαιτείται όταν η περιοχή είναι ενεργειακά αυτόαρκτης σε ένα συγκεκριμένο βαθμό και οι διάφοροι τύποι ενέργειας πρέπει να ισορροπηθούν.
- Καθαρή μηδενική ενέργεια(net zero energy): Κατά τη διάρκεια του έτους, η ποσότητα ενέργειας που παράγεται στην περιοχή αντιστοιχεί τουλάχιστον στο ποσό ενέργειας που καταναλώνεται. Συχνά μόνο η ηλεκτρική ενέργεια συμμετέχει σε αυτή την ισορροπία. Μια σημαντική παράμετρος αυτού του σημείου αναφοράς είναι ότι η παραγωγή και η κατανάλωση ενέργειας δεν χρειάζεται να πραγματοποιούνται ταυτόχρονα, εξετάζεται συνολικά στη διάρκεια του έτους .

Επομένως, μελετώντας προσεκτικά τα αποτελέσματα που παρέχει το λογισμικό μετά το πέρας της ανακαίνισης και συγκεκριμένα συγκρίνοντας με τα προηγούμενα έτη τη ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας , τη ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ, τις συνολικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα , καθώς επίσης την ετήσια εισαγωγή και εξαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τέλος την πιθανή έλλειψη παροχή θερμότητας για το σύστημα τηλεθέρμανσης ,μπορεί να σχηματιστεί μια ολοκληρωμένη εικόνα και να αποφανθεί αν πράγματι η ανακαίνιση πρόκειται να αναβαθμίσει ενεργειακά την γειτονιά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

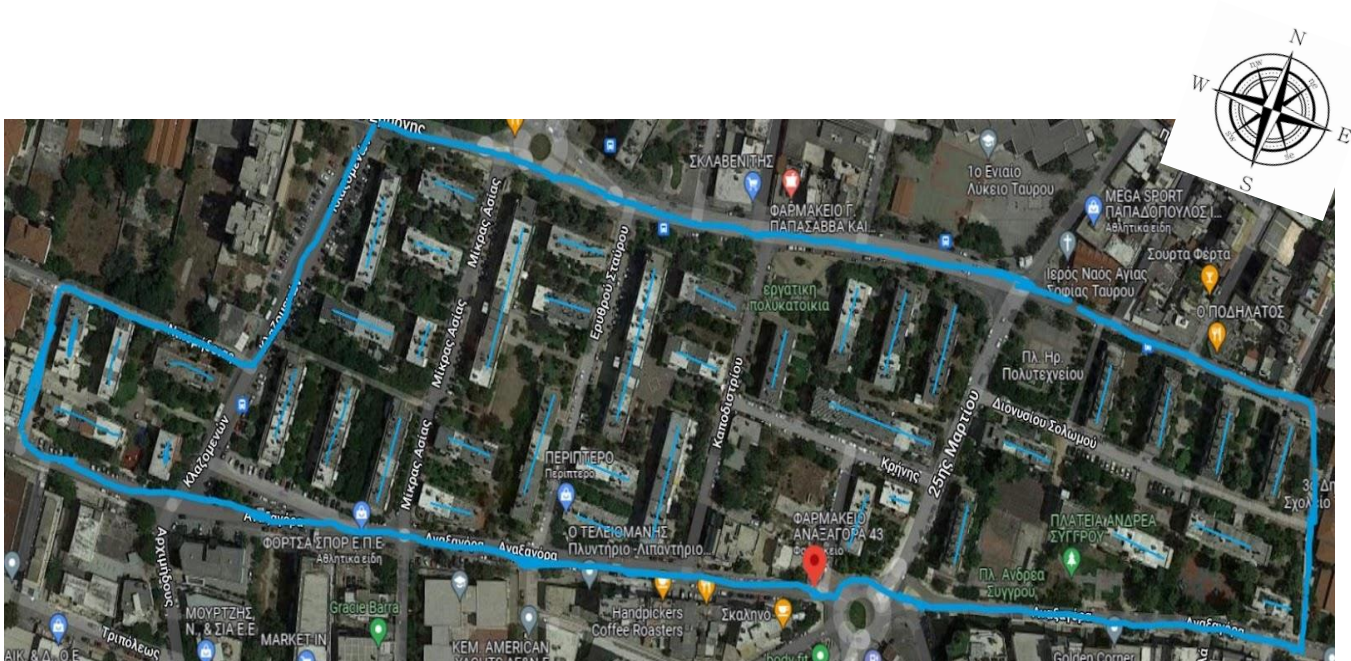
Ακολούθως ,θα παρουσιαστεί η γειτονιά που επιλέχθηκε να εξεταστεί. Πρόκειται για μια περιοχή στον Ταύρο, που αποτελείται από 41 τετραώροφες κοινωνικές πολυκατοικίες που έχουν κατασκευαστεί την περίοδο 1957 με 1960. Η μελέτη που θα παρουσιαστεί αποσκοπεί στην συνολική ενεργειακή αναβάθμιση της γειτονιάς.

Θα αναλυθούν δυο πιθανά σενάρια ανακαίνισης και στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί μια σύγκριση ως προς τα ενεργειακά αποτελέσματα που θα λάβουμε και ως προς την οικονομική βιωσιμότητα αυτών των σεναρίων ,ώστε να επιλεγθεί το βέλτιστο σενάριο .

### 8.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ

Για την οριοθέτηση των συνόρων της γειτονιάς και την εμβαδομέτρηση της κάθε πολυκατοικίας ,χρησιμοποιήθηκε το google earth.

Στην παρακάτω εικόνα προσδιορίζεται η εξεταζόμενη περιοχή .



Εικόνα 43 χαρτογράφηση εξεταζόμενης γειτονιάς {51}

Και εν συνεχεία φαίνεται αναλυτικά το κάθε οικοδομικό τετράγωνο με κάποια βασικά

χαρακτηριστικά κάθε πολυκατοικίας.



Εικόνα 44 1<sup>ο</sup> Οικοδομικό τετράγωνο ,{51}

Στο πρώτο οικοδομικό τετράγωνο που περικλείεται από τις οδούς

Κλαζομενών, Αναξαγόρα, Νικομήδειας και Κιου, υπάρχουν συνολικά 5 κατοικίες

	ΕΜΒΑΔΟΝ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΔΥΤΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΝΟΤΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΒΟΡΕΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ
1	360	0	0	51,2	79,2
2	165	27,2	38,4	0	0
3	293	48	51,2	0	0
4	290	48	51,2	0	0
5	276	0	0	56	16

Στο επόμενο οικοδομικό τετράγωνο ,που βρίσκεται μεταξύ των οδών Κλαζομένων , Αναξαγόρα ,Χρυσοστόμου Σμύρνης ,και Μικράς Ασίας υπάρχουν συνολικά οκτώ εργατικές κατοικίες , οι οποίες φαίνονται παρακάτω



Εικόνα 45 2<sup>ο</sup> Οικοδομικό τετράγωνο ,{51}

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΔΥΤΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΝΟΤΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΒΟΡΕΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ
1	420	55,2	64,2	0	0
2	420	55,2	64,2	0	0
3	420	55,2	64,2	0	0
4	340	0	0	100,8	56
5	175	33,6	28,8	0	0
6	412	83,4	61,6	0	0
7	280	0	0	64,5	44,2
8	280	0	0	64,5	44,2



εικόνα 46 3<sup>ο</sup> οικοδομικό τετράγωνο ,{51}

Το αμέσως παρακάτω τετράγωνο που μελετάται είναι αυτό μεταξύ των δρόμων Μικράς Ασίας και ερυθρού Σταυρού , οι κάθετοι οδοί παραμένουν ίδιοι. Στο συγκεκριμένο χώρο υπάρχουν έξι πολυκατοικίες.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΔΥΤΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΝΟΤΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΒΟΡΕΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ
1	300	0	0	72	68,8
2	300	0	0	72	68,8
3	827	144	129,6	0	0
4	480	102,8	54,4	0	0
5	300	0	0	57,6	55
6	300	0	0	57,6	55

Στο τέταρτο οικοδομικό τετράγωνο εντοπίζονται έξι πολυκατοικίες ,και βρίσκονται μεταξύ των οδών Ερυθρού Σταυρού Καπιστριού ,Αναξαγόρα και Χρυσοστόμου Σμύρνης .



Εικόνα 47 4<sup>ο</sup> οικοδομικό τετράγωνο ,{51}

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΔΥΤΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΝΟΤΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΒΟΡΕΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ
1	278	0	0	88,8	80
2	278	0	0	88,8	80
3	793	158,4	150	0	0
4	520	141,6	141,6	0	0
5	347	0	0	91,2	91,2
6	347	0	0	91,2	91,2

( Το επόμενο τετράγωνο αποτελείται από επτά συνολικά πολυκατοικίες και περικλείεται εντός των οδών Καποδιστρίου – 25<sup>ης</sup> Μαρτίου -Αναξαγόρα - Χρυσοστόμου Σμύρνης





εικόνα 48 5<sup>ο</sup> Οικοδομικό τετράγωνο ,{51}

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΔΥΤΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΝΟΤΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΒΟΡΕΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ
1	283	76,8	69	0	0
2	160	0	0	42	42
3	298	75,6	76,8	0	0
4	700	0	0	163,2	147
5	380	84,6	85	0	0
6	420	100,8	100	0	0
7	400	90	90	0	0

Το τελευταίο οικοδομικό τετράγωνο διαθέτει εννιά πολυκατοικίες όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω και βρίσκεται μεταξύ των δρόμων 25ης Μαρτίου -Αναξαγόρα -Χρυσοστόμου Σμύρνης -Συγγρού .



εικόνα 49 6<sup>ο</sup> Οικοδομικό τετράγωνο ,{51}

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΔΥΤΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΝΟΤΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΒΟΡΕΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ
1	300	52,8	55	0	0
2	350	0	0	60,8	60,8
3	595	0	0	86,4	86,4
4	520	0	0	72	72
5	175	0	0	30,4	30,4
6	318	60,8	58	0	0
7	318	60,8	58	0	0
8	318	60,8	58	0	0
9	318	60,8	58	0	0

## 8.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΡΧΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ DISTRICT PH

Αρχικά στο φύλλο εργασίας climate data εισάγονται τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας, από το λογισμικό PHPP. Υπάρχει δυνατότητα να ορίσουμε το γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος της χώρας που βρίσκεται η περιοχή ενδιαφέροντος ,το υψόμετρο του μετεωρολογικού σταθμού ,την απόσταση της γειτονιάς από την επιφάνεια της θάλασσας και εμφανίζονται οι αντίστοιχες πληροφορίες σχετικά με την ακτινοβολία ,τις μέσες θερμοκρασίες εδάφους, ουρανού κλπ. , που επικρατούν στη συγκεκριμένη περιοχή.

Στην Ελλάδα το γεωγραφικό πλάτος ισούται με 37,9 μοίρες ,το γεωγραφικό μήκος με 23,7 μοίρες , το ύψος του σταθμού είναι 15m, ενώ η γειτονιά στον Ταύρο απέχει 30 m ,από την απόσταση της θάλασσας.

### Data for heating Data from monthly balance

Annual method Heating Cooling

Heating / cooling period	97	212	365	d/a
Heating / cooling degree hours	24	26	-87	kKh/a
Radiation North	56	160	375	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Radiation East	141	410	984	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Radiation South	290	730	1229	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Radiation West	146	422	993	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Horizontal radiation	227	676	1701	kWh/(m <sup>2</sup> a)

Heating period from day no. 331

to day no. 64

Ground albedo 0,1

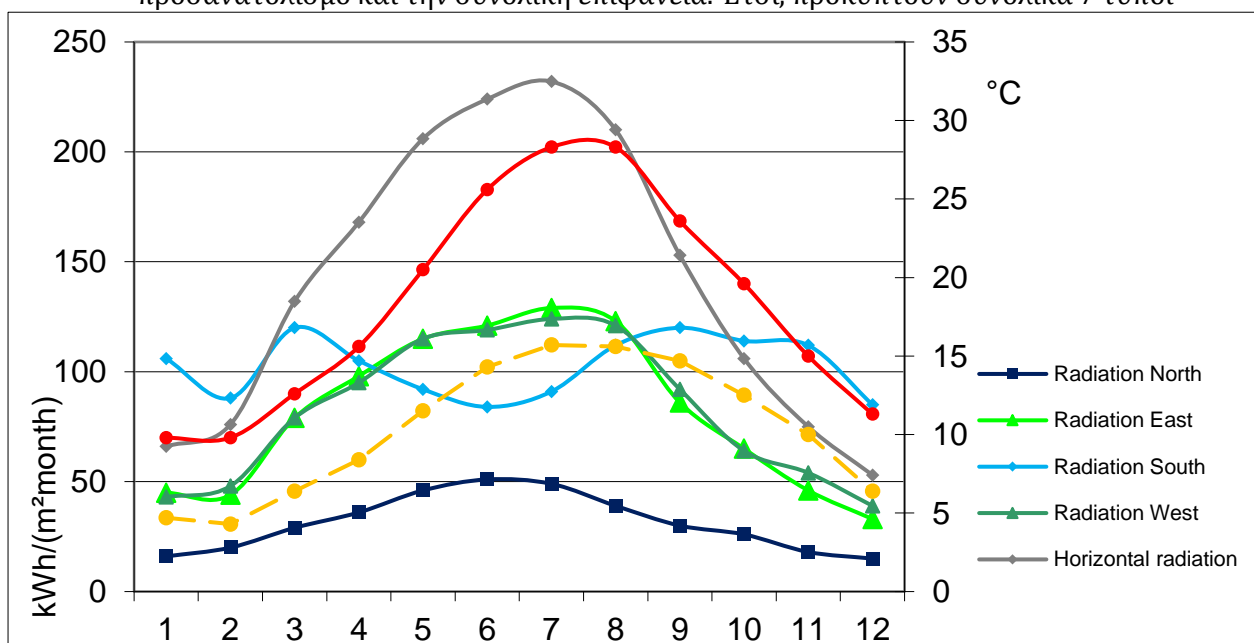
Μήνας	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ημέρες	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
GR0002b-Athen	Γεωγραφικό πλάτος °	37,9	Γεωγραφικό μήκος °	23,7	Υψόμετρο [m]	15	Ημερήσια θερμοκρασιακή μεταβολή Καλοκαιριού [K]			8,4		
Εξωτερική θερμοκρασία	9,8	9,8	12,6	15,6	20,5	25,6	28,3	28,3	23,6	19,6	15,0	11,3
Ακτινοβολία Βορράς	16	20	29	36	46	51	49	39	30	26	18	15
Ακτινοβολία Ανατολή	45	44	79	98	115	121	129	123	86	65	46	33
Ακτινοβολία Νότος	106	88	120	105	92	84	91	112	120	114	112	85
Ακτινοβολία Δύση	43	48	79	95	115	119	124	121	92	64	54	39
Οριζόντια ακτινοβολία	66	76	132	168	206	224	232	210	153	106	75	53
Θερμοκρασία σημείου δρόσου	3,0	4,3	6,4	8,4	11,5	14,3	15,7	15,6	14,7	12,5	10,0	6,4
Θερμοκρασία ουρανού	-2,3	-1,7	0,1	2,2	6,5	10,4	12,6	11,1	10,5	8,1	3,9	0,0
Θερμοκρασία εδάφους	9,8	9,8	12,6	15,6	20,5	25,6	28,3	28,3	23,6	19,6	15,0	11,3
Σχόλιο:	Πηγή: Meteonorm V7 (Hellenkion, new period). Δεδομένα φορτίων από PHI.											

Φορτίο θέρμανσης		Φορτίο ψύξης		ΠΕ Av. συντελεστές
Καιρός 1	Καιρός 2	Καιρός 1	Καιρός 2	
Ακτινοβολία: [W/m <sup>2</sup> ]		Ακτινοβολία: [W/m <sup>2</sup> ]		
5,5	6,1	32,0	27,8	1,20
30	25	70	55	1,20
55	30	165	150	1,60
100	40	165	220	1,50
50	35	165	145	2,00
95	55	340	265	
		18,6	20,0	
		16,5	20,0	
9,8	9,8	28,3	28,3	

Εικόνα 50 α) κλιματολογικά δεδομένα από φύλλο εργασίας climate data

Εικόνα 50 β) διάγραμμα ακτινοβολίας από φύλλο εργασίας climate data

Στη συνέχεια, ομαδοποιούνται οι πολυκατοικίες της περιοχής με βασικό κριτήριο τον προσανατολισμό και την συνολική επιφάνεια. Έτσι, προκύπτουν συνολικά 7 τύποι



κατοικιών που θα εισαχθούν στο Tyrology

Πιο αναλυτικά, οι δείκτες A1,A2,A3,A4 αντιπροσωπεύουν κτίρια που έχουν ανοίγματα στα ανατολικά και δυτικά και διαφέρουν ως προς την έκταση, ομοίως τα κτίρια με δείκτες N1,N2,N3 είναι οι πολυκατοικίες που έχουν ανοίγματα νότια και βόρεια.

Προκειμένου να ληφθεί μια προσέγγιση όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική, αφού καταμετρήθηκε η επιφάνεια της οροφής που θα είναι ίση με την επιφάνεια δαπέδου, για τον υπολογισμό της εσωτερικής επιφάνειας κάθε πολυκατοικίας, αυτή η τιμή που μετρήθηκε πολλαπλασιάστηκε επί το τέσσερα καθώς πρόκειται για τετραώροφες πολυκατοικίες και ύστερα με ένα συντελεστή της τάξης 0,8 ώστε να μειωθούν κατά

ένα μικρό ποσοστό που θα αντιστοιχίζεται στους διαδρόμους και τις εσωτερικές σκάλες της πολυκατοικίας.

Μιας και πρόκειται για κατασκευές περίπου τις δεκαετίας του εξήντα , αυτό συνεπάγεται την έλλειψη μόνωσης. Επομένως οι τιμές που λαμβάνονται για τους αντίστοιχους συντελεστές U- value θα είναι οι ακόλουθοι:

- U-Wall = 3,4 W/m<sup>2</sup> K
- U-Floor = 3,1W/m<sup>2</sup> K
- U-Roof = 3,05 W/m<sup>2</sup> K
- U-Door = 4W/m<sup>2</sup> K
- U-Window = 4,7 W/m<sup>2</sup> K
- g-Window = 0,58

Σχετικά με τη τιμή του πεδίου thermal bridge των απωλειών μια τυπική τιμή που μπορεί να λάβει το λ είναι 0,64 W/m<sup>2</sup> K, όταν πρόκειται για τοίχο από τούβλα .

Γενικά στα συγκεκριμένα κτίρια , εμφανίζονται δυο τύποι θερμογεφυρών και δομικές (ασυνέχεια δομικού υλικού , πχ εξωτερικό μπαλκόνι )και γεωμετρικές (γεωμετρικές αποσπάσεις δομικών στοιχείων π.χ γωνία).

Οι διαρροές αέρα, αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες απωλειών θερμότητας. Στην Ελλάδα, αυτές οι απώλειες για κτίρια που έχουν ως δομικό υλικό το τούβλο και το σκυρόδεμα κυμαίνονται από πέντε ως οκτώ εναλλαγές αέρα την ώρα .

Γίνεται η παραδοχή ότι στα κτίρια που εξετάζονται οι διαρροές αέρα ανέρχονται στις έξι εναλλαγές την ώρα.

Οι κοινωνικές πολυκατοικίες δεν διαθέτουν κάποιο σύστημα ανάκτησης θερμότητας και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η θέρμανση , και η παροχή ΖΝΧ , πραγματοποιούνται με ηλεκτρικά συστήματα, ενώ δεν υπάρχουν συστήματα ψύξης.

Type ID	Country	Abbreviation	Usage type	Explanation	Photo	Year from	Year to	TFA	No. of storeys	No. of DU	A_Roof_1	A_Roof_2	A_Wall_1	A_Wall_2	A_Wall_3
User defined Types															
								m <sup>2</sup>			m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
001	GR	001:GR,MFH 1957-1959	MFH	A1		1957	1959	544	4	8	170	0	288	0	0
002	GR	002:GR,MFH 1957-1959	MFH	A2		1957	1959	960	4	16	300	0	288	0	0
003	GR	003:GR,MFH 1957-1959	MFH	A3		1957	1959	1504	4	20	470	0	288	0	0
004	GR	004:GR,MFH 1957-1959	MFH	A4		1957	1959	2560	4	38	800	0	288	0	0
005	GR	005:GR,MFH 1957-1959	MFH	N1		1957	1959	480	4	8	150	0	288	0	0
006	GR	006:GR,MFH 1957-1959	MFH	N2		1957	1959	1056	4	16	330	0	288	0	0
007	GR	007:GR,MFH 1957-1959	MFH	N3		1957	1959	1920	4	24	600	0	288	0	0
008		008:,-													

A_Floor_1	A_Floor_2	A_Door	A_Window_HA	A_Window_E	A_Window_SA	A_Window_VA	A_Window_N	U_Roof_1	U_Roof_2	U_Wall_1	U_Wall_2	U_Wall_3	U_Floor_1	U_Floor_2	U_Door	U_Window
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)
170	0	2,8	0,0	35,0	0,0	28,0	0,0	3,050	0,000	3,400	0,000	0,000	3,100	0,000	4,00	4,70
300	0	2,8	0,0	48,0	0,0	51,2	0,0	3,050	0,000	3,400	0,000	0,000	3,100	0,000	4,00	4,70
470	0	2,8	0,0	55,5	0,0	62,0	0,0	3,050	0,000	3,400	0,000	0,000	3,100	0,000	4,00	4,70
800	0	2,8	0,0	144,0	0,0	129,6	0,0	3,050	0,000	3,400	0,000	0,000	3,100	0,000	4,00	4,70
150	0	2,8	0,0	0,0	30,5	0,0	30,5	3,050	0,000	3,400	0,000	0,000	3,100	0,000	4,00	4,70
330	0	2,8	0,0	0,0	57,5	0,0	55,0	3,050	0,000	3,400	0,000	0,000	3,100	0,000	4,00	4,70
600	0	2,8	0,0	0,0	86,4	0,0	72,0	3,050	0,000	3,400	0,000	0,000	3,100	0,000	4,00	4,70

Εικόνα 51 εισαγωγή δεδομένων στο TYPOLOGY

U_Window	g_gl_n	Windr	Thermal bridg	n <sub>50</sub>	h <sub>HR</sub>	Renewables	Heating	Heating	DHW	DHW	Cooling	Cooling	Electricity	Utilisation cod	Utilisation cod	Residential
W/(m <sup>2</sup> K)			W/(m <sup>2</sup> K)	[1/h]			energy	carrie	energy	carrie	energy	carrie	eff. level	heating, DHW	electricity	building
							efficiency	efficiency	efficiency	efficiency	efficiency	efficiency				
4,70	0,58	0,15	6,0	0,00	1	Fuel oil	0,68	Fuel oil	0,68	none	1	5	1	1	x	
4,70	0,58	0,15	6,0	0,00	1	Fuel oil	0,68	Fuel oil	0,68	none	1	5	1	1	x	
4,70	0,58	0,15	6,0	0,00	1	Fuel oil	0,68	Fuel oil	0,68	none	1	5	1	1	x	
4,70	0,58	0,15	6,0	0,00	1	Fuel oil	0,68	Fuel oil	0,68	none	1	5	1	1	x	
4,70	0,58	0,15	6,0	0,00	1	Fuel oil	0,68	Fuel oil	0,68	none	1	5	1	1	x	
4,70	0,58	0,15	6,0	0,00	1	Fuel oil	0,68	Fuel oil	0,68	none	1	5	1	1	x	

Έπειτα, στο φύλλο εργασίας Objects, αντιστοιχίζουμε κάθε πολυκατοικία της συνοικίας σε ποιον από τους επτά τύπους κτιρίων υπάγεται. Και συμπληρώνουμε τα συνολικά τετραγωνικά TFA, κάθε κατηγορίας.

Εικόνα 52 Φύλλο εργασίας Objects, στην παρούσα κατάσταση

Buildings in the district									
Choose only from abbreviations with									
Country	GR	This table shows the starting point in the year 2022							
Usage type	MFH								
Calculate TFA from DH Network									
TFA m <sup>2</sup>	Abbreviation	Type ID	Usage type	Description	Year from	Year to	TFA m <sup>2</sup>	No. of storeys	No. of DU
1088	001:GR,MFH 1957-1959	001	MFH	MFH 1957-19	1957	1959	544	4	
8640	002:GR,MFH 1957-1959	002	MFH	MFH 1957-19	1957	1959	960	4	
13536	003:GR,MFH 1957-1959	003	MFH	MFH 1957-19	1957	1959	1504	4	
5120	004:GR,MFH 1957-1959	004	MFH	MFH 1957-19	1957	1959	2560	4	
1920	005:GR,MFH 1957-1959	005	MFH	MFH 1957-19	1957	1959	480	4	
11616	006:GR,MFH 1957-1959	006	MFH	MFH 1957-19	1957	1959	1056	4	
5760	007:GR,MFH 1957-1959	007	MFH	MFH 1957-19	1957	1959	1920	4	
0									
0									
0									
0									
0									
0									
0									
0									
0									
0									
0									
0									
0									
0									

Αφού έχει οριστεί με επάρκεια η εξεταζόμενη γειτονιά , και είναι γνωστά τα κλιματικά δεδομένα μπορεί να προσδιοριστεί η υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση της συνοικίας.

Στο φύλλο εργασίας Control ,με χρήση της εντολής initialize calculation , γίνονται οι κατάλληλοι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα που προκύπτουν συνοψίζονται στο φύλλο εργασίας Summary.



## Actions

Initialize calculation	copies the state of the district from the description in the <b>Objects</b> worksheet to the current state in the <b>Objects_current</b> worksheet	
Next year	calculates the state in the following year	current year: <input type="text" value="2022"/>
Refurbish district	calculates the full calculation period once	
Monte Carlo simulation	calculates the calculation period several times with different random numbers	
Direct calculation	directly connects the state of the district to the building typology	

## Options

<b>Simulation</b>		<input type="text"/>
Calculation period:	<input type="text" value="1.0"/> years	Maximum: 50
max. number of runs:	<input type="text" value="4"/>	Maximum: 100
add. abort criterion fulfilled:	<input type="text"/>	
<b>Renewable energies</b>		
usable roof fraction	<input type="text" value="0,45"/>	
Inclination of collector or PV areas	<input type="text" value="30"/> °	
Shading factor roof	<input type="text" value="0,70"/>	
Auxiliary electricity fraction for solar thermal systems	<input type="text" value="0,04"/>	
<b>Building</b>		
Reduction factor shading	<input type="text" value="0,45"/>	
Household electricity consumption (residential buildings)	<input type="text" value="30"/> kWh/(m <sup>2</sup> a)	

Εικόνα 53 Φύλλο εργασίας Control

Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι για τον συντελεστή σκίασης ,κάνουμε την παραδοχή ότι ισούται περίπου με 0,45 καθώς από αντίστοιχη μελέτη για τη συγκεκριμένη περιοχή με χρήση του προγράμματος PHPP, ο μέσος συντελεστής κυμαινόταν σε αυτή την τιμή.Επίσης ,μια τυπική τιμή ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας από νοικοκυριά είναι περίπου 30 kWh/m<sup>2</sup>.a.

Η ενεργειακή κατάσταση της γειτονιάς το 2022 αποτυπώνεται στην παρακάτω εικόνα

## Result overview

### Useful energy demand of the whole district

	Treated floor area	47680	m <sup>2</sup>		
	Persons	1257			per m <sup>2</sup> treated floor area
Building	Heating demand	3840	MWh/a	81	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	DHW demand	773	MWh/a	16	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	Cooling demand	0	MWh/a	0	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	other electricity demand	1430	MWh/a	30	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	Auxiliary electricity demand	620	MWh/a	13	kWh/(m <sup>2</sup> a)
	other electricity applications	251	MWh/a		

### Delivered energy demand of the whole district

Show results from hourly calculation:

	Electricity	Biomass	Gas	Oil	Other	Solar Thermal	
Building direct	2051	0	0	7754	0	0	MWh/a
District Heating	0	0	0	0	0	0	MWh/a
Other	251						MWh/a
Total	2302	0	0	7754	0	0	MWh/a

Deficit: 0 MWh/a

Delivered energy electricity production	Imported electricity	Biomass	Gas	Oil	Other	PV roofs	PV plant	Wind
	2302	0	0	0	0	0	0	0

Exported electricity: 0 MWh/a

### Primary energy demand of the whole district

	PER demand MWh/a	PE demand MWh/a	CO <sub>2</sub> emissions t/a
Buildings, without district heat and electricity	16793	8529	2481
District Heating	0	0	0
Electricity for buildings	2671	4922	2067
Other electricity		604	253
Total district	19464	14054	4802

### Renewable energy production

	Electricity / heat MWh/a	PER MWh/a
PV electricity	0	0
Wind	0	0
Solar contribution to district heating	0	0
Solar hot water on buildings	0	0
Total renewables		0

### Energy demand district heating and electricity

District heat demand	0	MWh/a
Electricity demand heating/DHW/cooling/aux. electricity	620	MWh/a
Other electricity demand in buildings	1430	MWh/a
Remaining electricity demand	251	MWh/a

Εικόνα 54 Φύλλο εργασίας summary, σύνοψη αρχικής κατάσταση

Ακολουθως στα φύλλα εργασίας heating και cooling παραθέτονται διεξοδικά οι ανάγκες θέρμανσης και ψύξης όπως διαμορφώνονται βάσει του κλίματος, του κτιριακού κελύφους, και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

## A) ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### Specific energy for heating

Interior temperature:	17,9	°C
Building type:	MFH	
Treated floor area $A_{TFA}$ :	544,0	m <sup>2</sup>
Spec. Capacity:	132	Wh/(m <sup>2</sup> K)

Building assembly	Temperature zone	Area m <sup>2</sup>	U-Value W/(m <sup>2</sup> K)	Month. red. fac.	$G_t$ kKh/a	=	kWh/a	Per m <sup>2</sup> of treated floor area	
Roof	A	170,0	3,100	1,00	27	=	14196	26,10	
Wall	A	288,0	3,400	1,00	27	=	26377	48,49	
Floor	B	170,0	3,100	1,00	36	=	19213	35,32	
Windows	A	63,0	4,700	1,00	27	=	7976	14,66	
Exterior door	A	2,8	4,000	1,00	27	=	302	0,55	
Exterior TB (length/m)	A	523,8	0,150	1,00	27	=	2116	3,89	
Ground TB (length/m)	B	170,0	0,150	1,00	36	=	930	1,71	
							Total	71110	130,7

#### Transmission heat losses $Q_T$

Effective air change rate Ambient $n_{V,e}$	Effective air change rate Ground $n_{V,g}$	Effective air volume $V_V$ m <sup>3</sup>	$A_{TFA}$ m <sup>2</sup>	Clear room height m	$n_{V,system}$ 1/h	$\eta^*_{SHX}$	$\eta_{HR}$	$n_{V,Res}$ 1/h	$n_{V,equi,fraction}$ 1/h	$C_{Air}$ Wh/(m <sup>3</sup> K)	$G_t$ kKh/a	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)	
0,069	0,069	1360	544	2,50	0,069	0%	0,00	0,462	0,531	0,33	27	6420	11,8	
										0,33	-7	0	0,0	
												Total	6420	11,8

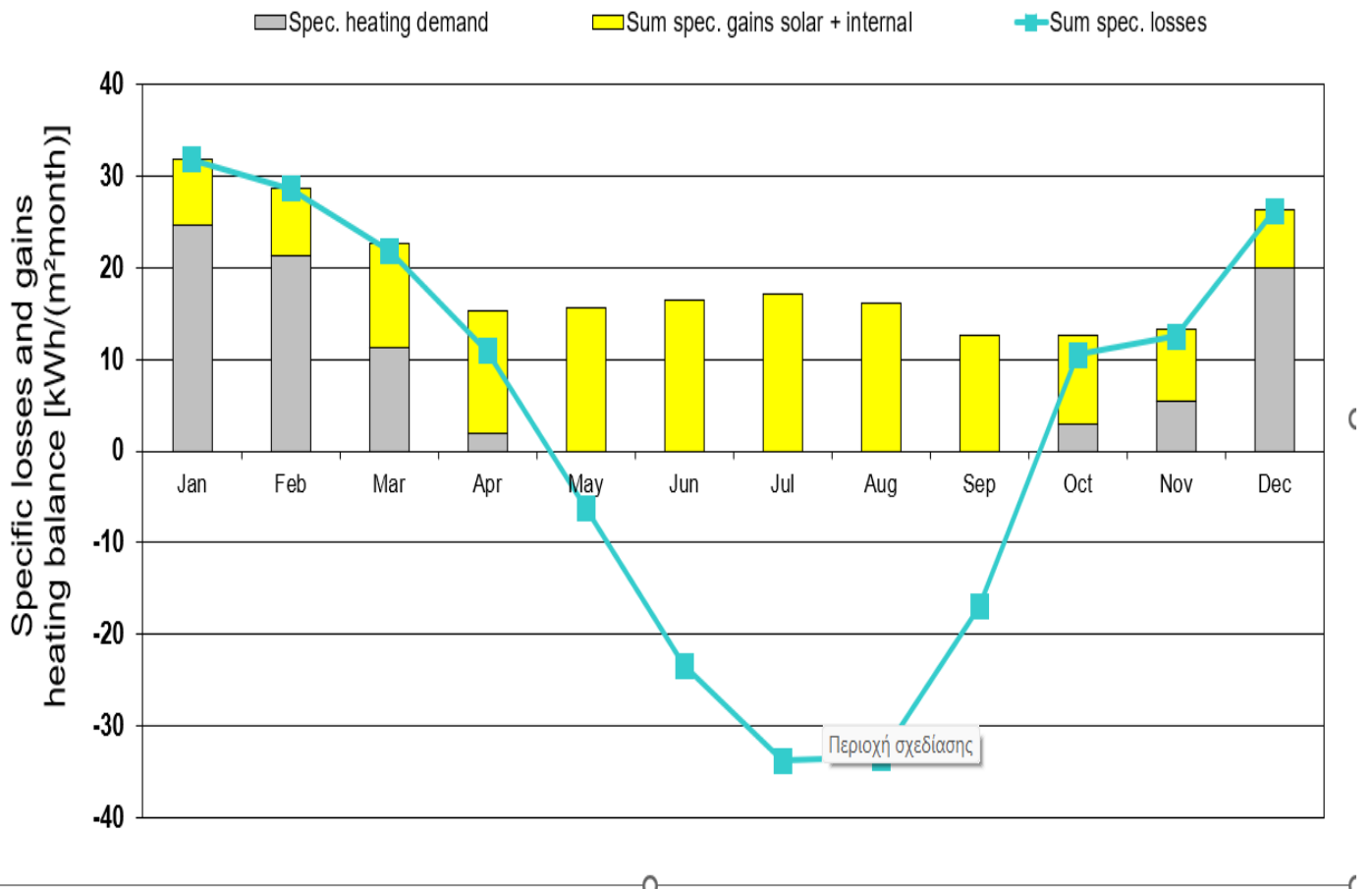
#### Ventilation heat losses $Q_V$

$Q_T$ kWh/a	$Q_V$ kWh/a	Total	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
71110	6420	=	77529	142,5

Orientation of the area	Reduction factor	g-Value (perp. radiation)	Area m <sup>2</sup>	Global radiation kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)	
North	0,42	0,58	0,0	160	0		
East	0,42	0,58	35,0	410	3496		
South	0,42	0,58	0,0	730	0		
West	0,42	0,58	28,0	422	2878		
Horizontal	0,42	0,58	0,0	676	0		
Sum opaque areas					20367		
<b>Available solar heat gains Q<sub>S</sub></b>					Total	26741	49,2
Internal heat gains Q <sub>I</sub>	kh/d	Length Heat. Period d/a	Spec. Power q <sub>i</sub> W/m <sup>2</sup>	A <sub>TFA</sub> m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)	
	0,024	212	2,8	544,0	7848	14,4	
Free heat Q <sub>F</sub>					Q <sub>S</sub> + Q <sub>I</sub> =	34589	63,6
Ratio free heat to losses					Q <sub>F</sub> / Q <sub>L</sub> =	0,45	
Utilisation factor heat gains h <sub>G</sub>					=	87%	
<b>Heat gains Q<sub>G</sub></b>					η <sub>G</sub> * Q <sub>F</sub> =	29949	55,1
<b>Annual heating demand Q<sub>H</sub></b>					Q <sub>L</sub> - Q <sub>G</sub> =	47580	87

Interior temperature: 17,8639 °C  
 Building type: MFH  
 Treated floor area A<sub>TFA</sub>: 544 m<sup>2</sup>

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year	
Heating degree hours - External	6,6	5,9	4,6	2,4	-1,1	-4,5	-6,6	-6,5	-3,3	-0,6	2,7	5,4	5	kKh
Heating degree hours - Ground	6,0	5,4	3,9	1,6	-2,0	-5,6	-7,8	-7,8	-4,1	12,5	2,1	4,9	9	kKh
Losses - Exterior	14005	12580	9729	5043	-2282	-9684	-14114	-13922	-6954	-1211	5655	11585	10430	kWh
Losses - Ground	3315	2994	2164	901	-1084	-3077	-4290	-4290	-2282	6932	1139	2698	5120	kWh
Sum spec. losses	31,8	28,6	21,9	10,9	-6,2	-23,5	-33,8	-33,5	-17,0	10,5	12,5	26,3	28,6	kWh/m <sup>2</sup>
Solar gains - North	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solar gains - East	384	375	674	836	980	1032	1100	1049	733	554	392	281	8390	kWh
Solar gains - South	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solar gains - West	293	327	539	648	784	812	846	825	628	437	368	266	6773	kWh
Solar gains - Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solar gains - Opaque	2140	2313	3871	4721	5638	6039	6272	5820	4386	3190	2401	1731	48522	kWh
Internal heat gains	1148	1036	1148	1111	1148	1111	1148	1148	1111	1148	1111	1148	13511	kWh
Sum spec. gains solar + internal	7,3	7,4	11,5	13,4	15,7	16,5	17,2	16,3	12,6	9,8	7,9	6,3	141,9	kWh/m <sup>2</sup>
Utilisation factor	99%	99%	93%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	78%	89%	99%	-41%	
Annual heating demand	13390	11573	6115	1049	0	0	0	0	0	1577	2983	10892	47580	kWh
Spec. heating demand	24,6	21,3	11,2	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	5,5	20,0	87,5	kWh/m <sup>2</sup>



Εικόνα 55 Φύλλο εργασίας Heating για την αρχική κατάσταση (της πρώτης κατηγορίας κτιρίων A1)

Αρχικά υπολογίζονται οι απώλειες θερμότητας του κελύφους  $Q_T$  που είναι  $124,4 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$

Οι απώλειες θερμότητας λόγω διείσδυσης αέρα  $Q_n$  ισούνται με  $10,5 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$  και οφείλονται στην έλλειψη αποτελεσματικής αεροστεγανότητας στο περίβλημα του κτιρίου.

Αθροίζοντας τις τιμές των  $Q_n$  και  $Q_T$  προκύπτουν οι συνολικές θερμικές απώλειες του κτιρίου  $Q_L$ , που ανέρχονται στα  $135 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$

Τα ηλιακά κέρδη προκύπτουν από το άθροισμα των επιμέρους ηλιακών κερδών κάθε προσανατολισμού, και είναι ίσα με  $63,3 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$

Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη είναι  $Q_i = 77,8 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$

Ενώ τα συνολικά κέρδη είναι  $Q_G = 62,2 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$

Αφαιρώντας από τις συνολικές απώλειες τα θερμικά κέρδη που υπολογίστηκαν, καθίσταται γνωστή η ετήσια απαίτηση ενέργειας για θέρμανση,  $Q_H=73 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$

B) ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΨΥΞΗΣ

Specific energy for cooling

Building type:	MFH	
Interior temperature summer:	27,0	°C
Nominal humidity:	12	g/kg
Spec. capacity:	132	Wh/(m²K)

Treated floor area A <sub>TFA</sub> :	544,0	m²
Building volume:	1360	m³
Internal humidity sources:	2	g/(m²h)

Building assembly	Temperature zone	Area m²	U-Value W/(m²K)	Month. red. fac.	G <sub>T</sub> kWh/a	kWh/a	Per m² of treated floor area	
Roof	A	170,0	3,100	1,00	84	44009	80,90	
Wall	A	288,0	3,400	1,00	84	81772	150,32	
Floor	B	170,0	3,100	1,00	89	46882	86,18	
Windows	A	63,0	4,700	1,00	84	24727	45,45	
Exterior door	A	2,8	4,000	1,00	84	935	1,72	
Exterior TB (length/m)	A	523,8	0,150	1,00	84	6561	12,06	
Ground TB (length/m)	B	170,0	0,150	1,00	89	2269	4,17	
<b>Transmission losses Q<sub>T</sub> (negative: heat loads)</b>						<b>Total</b>	<b>207156</b>	<b>380,8</b>

Summer ventilation

Ventilation conductance, vent. unit	
exterior H <sub>V,e</sub> without HR	31,0 W/K
ground H <sub>V,g</sub> without HR	0,0 W/K
Ventilation conductance, others exterior	
	207,3 W/K

Ventilation parameter	
Temperature amplitude summer	8,8 K
Minimum acceptable indoor temperature	22 °C
Heat capacity air	0,33 Wh/(m³K)
Supply air changes	0,07 1/h
Outdoor air changes	0,46 1/h
Window night vent. air change rate, manual @ 1K	0,10 1/h
Air changes rate due to mech., autom. controlled vent.	0,00 1/h
Specific power consumption for	0,00 Wh/m³
η <sub>HR</sub>	0%
η <sub>ERV</sub>	0,00
η*SHX	0,00

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

<b>Hygienic air change</b>	η <sub>V,system</sub> 1/h	η*SHX	η <sub>HR</sub> (considers bypass)	η <sub>V,Rest</sub> 1/h	η <sub>V,equi,fraction</sub> 1/h
Effective air change rate Ambient n <sub>V,e</sub>	0,069	0%	0,00	0,462	0,531
Effective air change rate Ground n <sub>V,g</sub>	0,069	0%	0,00		0,000

<b>Ventilation losses ambient Q<sub>V</sub></b>	V <sub>V</sub> m³	η <sub>V,equi,fraction</sub> 1/h	C <sub>Air</sub> Wh/(m³K)	G <sub>i</sub> kWh/a	kWh/a	kWh/(m²a)
<b>Ventilation losses ground Q<sub>V,g</sub></b>	1360	0,531	0,33	75	17903	32,9
<b>Heat losses summer ventilation</b>	1360	0,000	0,33	0	0	0,0
<b>Ventilation heat losses Q<sub>V</sub></b>	1360	0,150	0,33	122	8191	15,1
<b>Total</b>					<b>26093</b>	<b>48,0</b>

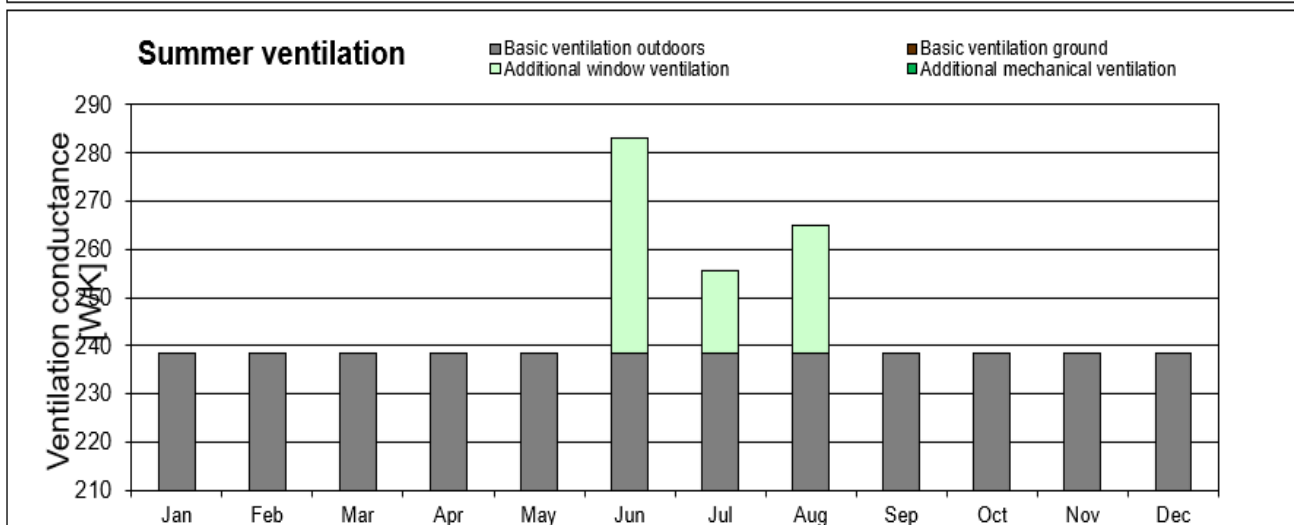
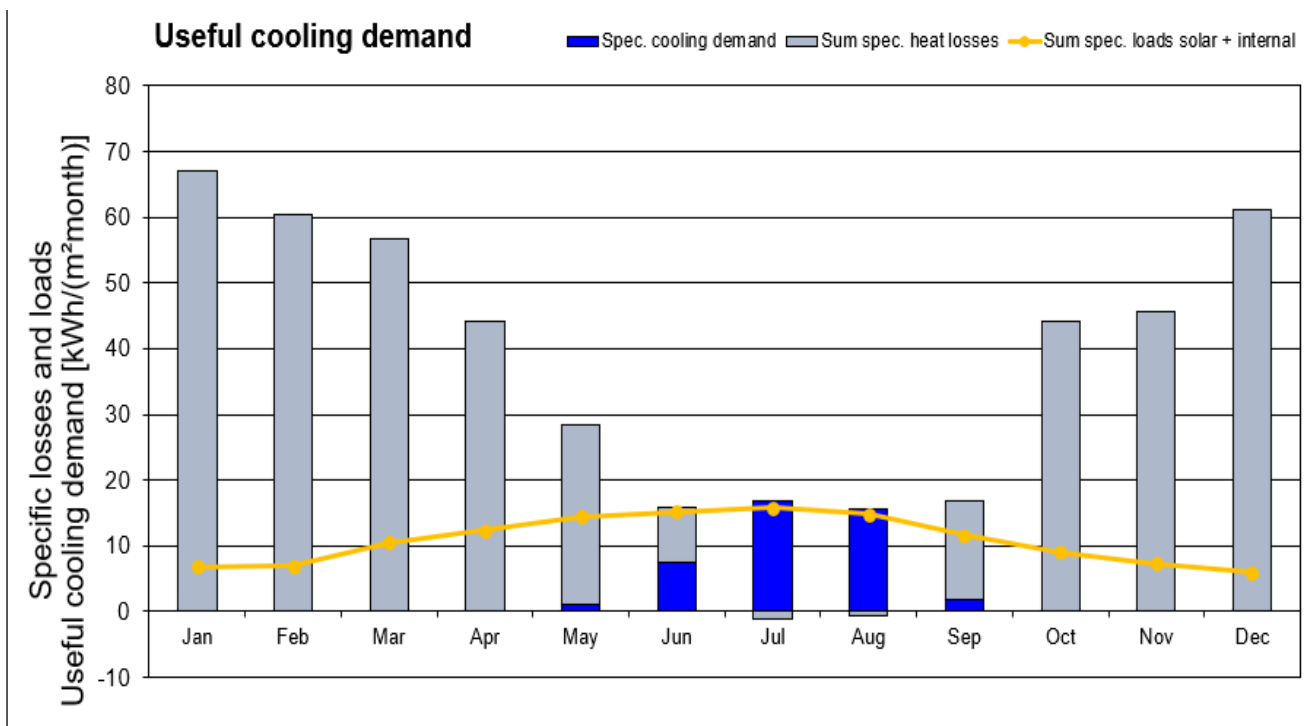
<b>Total heat losses Q<sub>L</sub></b>	Q <sub>T</sub> kWh/a	Q <sub>V</sub> kWh/a	kWh/a	kWh/(m²a)
	207156	26093	233249	428,8

Orientation of the area	Reduction factor	g-Value (perp. radiation)	Area m²	Global radiation kWh/(m²a)	kWh/a	kWh/(m²a)	
North	0,42	0,35	0,0	375	0		
East	0,42	0,35	35,0	984	5034		
South	0,42	0,35	0,0	1229	0		
West	0,42	0,35	28,0	993	4064		
Horizontal	0,42	0,35	0,0	1701	0		
Sum opaque areas					48522		
<b>Available solar heat gains Q<sub>S</sub></b>					<b>Total</b>	<b>57620</b>	<b>105,9</b>

<b>Internal heat gains Q<sub>I</sub></b>	kh/d	Duration cooling period d/a	Spec. power q <sub>i</sub> W/m²	A <sub>TFA</sub> m²	kWh/a	kWh/(m²a)
	0,024	365	2,8	544,0	13511	24,8
<b>Sum heat loads Q<sub>F</sub></b>	Q <sub>S</sub> + Q <sub>I</sub> =				71131	130,8

Ratio of losses to free heat gains		Q <sub>L</sub> / Q <sub>F</sub> =	3,28
Utilisation factor heat losses η <sub>Q</sub>			20%
<b>Useful heat losses Q<sub>V,n</sub></b>	η <sub>Q</sub> * Q <sub>L</sub> =	47668	87,6
<b>Useful cooling demand Q<sub>K</sub></b>	Q <sub>F</sub> - Q <sub>V,n</sub> =	23463	43

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year	
Heating degree hours - External	13,2	11,9	11,2	8,8	5,6	1,9	0,1	0,2	3,2	6,1	9,1	12,1	84	kKh
Heating degree hours - Ground	12,8	11,5	10,7	8,2	4,8	1,0	-1,0	-1,0	2,4	19,3	8,6	11,7	89	kKh
Losses - Exterior	28059	25275	23783	18644	11772	3917	-60	132	6647	12843	19256	25640	175908	kWh
Losses - Ground	7054	6372	5903	4520	2656	542	-550	-550	1337	10672	4758	6438	49151	kWh
Losses summer ventilation	1412	1275	1130	823	454	134	39	29	240	521	875	1258	8191	kWh
Sum spec. heat losses	67,1	60,5	56,6	44,1	27,4	8,4	-1,0	-0,7	15,1	44,2	45,8	61,3	428,8	kWh/m <sup>2</sup>
Solar load North	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solar load East	230	225	404	501	588	619	660	629	440	333	235	169	5034	kWh
Solar load South	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solar load West	176	196	323	389	471	487	507	495	377	262	221	160	4064	kWh
Solar load Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solar load Opaque	2140	2313	3871	4721	5638	6039	6272	5820	4386	3190	2401	1731	48522	kWh
Internal heat gains	1148	1036	1148	1111	1148	1111	1148	1148	1111	1148	1111	1148	13511	kWh
Sum spec. loads solar + internal	6,8	6,9	10,6	12,4	14,4	15,2	15,8	14,9	11,6	9,1	7,3	5,9	130,8	kWh/m <sup>2</sup>
Utilisation factor losses	10%	11%	19%	28%	49%	92%	101%	100%	65%	20%	16%	10%	20%	
Useful cooling energy demand	3	5	29	104	578	4045	9166	8481	1006	33	13	2	23463	kWh
Spec. cooling demand	0,0	0,0	0,1	0,2	1,1	7,4	16,8	15,6	1,8	0,1	0,0	0,0	43,1	kWh/m <sup>2</sup>
Specif. dehumidification demand	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	kWh/m <sup>2</sup>
Sensible fraction	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	99%	100%	100%	100%	100%	99%	



Εικόνα 56 Φύλλο εργασίας cooling για την αρχική κατάσταση (της πρώτης κατηγορίας κτιρίων A1)



Οι απώλειες μετάδοσης θερμότητας του κελύφους υπολογίζονται ίσες με  $Q_T=395$  kWh/m<sup>2</sup>.a

Οι απώλειες θερμότητας λόγω διείσδυση αέρα τη θερινή περίοδο ισούται με  $Q_v=46,9395$  kWh/m<sup>2</sup>.a

Ενώ οι συνολικές απώλειες θερμότητας του κτιρίου παίρνουν την τιμή  $Q_L= Q_T + Q_v=442$  kWh/m<sup>2</sup>.a

Ακολουθως υπολογίζονται τα ηλιακά και τα εσωτερικά θερμικά κέρδη,  $Q_s=148,4$  kWh/m<sup>2</sup>.a και  $Q_i=24,8$  kWh/m<sup>2</sup>.a επομένως τα συνολικά διαθέσιμα κέρδη θα είναι  $Q_F=173,3$  kWh/m<sup>2</sup>.a. Με δεδομένα πλέον τόσο τα θερμικά κέρδη όσο και τις απώλειες, εύκολα καθορίζεται η ενεργειακή απαίτηση για ψύξη,  $Q_k=57$  kWh/m<sup>2</sup>.a.

Όπως φαίνεται η περίοδος ψύξης ξεκινά το Μάη και ολοκληρώνεται το Σεπτέμβρη, με τη μέγιστη ζήτηση να παρατηρείται τον Ιούλιο

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν δυο πιθανά σενάρια ολικής ανακαίνισης της γειτονιάς, ένα πιο συντηρητικό σχέδιο μετασκευής και ένα πιο φιλόδοξο που οδεύει στην σχεδόν μηδενική εκπομπή ρύπων (nzeB).

Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί σχολιασμός και σύγκριση κάποιων βασικών παραμέτρων με το αρχικό σενάριο, ώστε να γίνει αντιληπτό βάση μεγεθών ποιο θα είναι το ενεργειακό κατόρθωμα που μπορεί να επιτευχθεί από την ανακαίνιση.

### 9.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ 2050

Πρώτου μοντελοποιηθούν τα δυο σενάρια, κρίνεται αναγκαία η διατύπωση του ενεργειακού πλάνου στον οικιακό τομέα και οι γενικότεροι στόχοι που έχουν τεθεί ως το 2050, καθώς θα αποτελέσει βασικό παράγοντα στις επιλογές που θα γίνουν κατά την διεξαγωγή της ανακαίνισης.

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τους τομείς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας έχει θεμελιώδη σημασία για την ενεργειακή μετάβαση και την οικονομική αποδοτικότητα.

Για τον κτιριακό τομέα συγκεκριμένα, οι στόχοι βασίζονται στην επιδίωξη το κτιριακό απόθεμα να πλησιάσει το 2050, προδιαγραφές σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, δηλαδή να αποτελείται από κτίρια με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση. Τα σενάρια προς την κλιματική ουδετερότητα προβλέπουν σχεδόν πλήρη αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος μέχρι το 2050 και εφαρμογή αυστηρών ενεργειακών προδιαγραφών για τα νέα κτίρια.

Συγκεκριμένα, μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενη ενέργεια, η μεγιστοποίηση της διείσδυσης των ΑΠΕ, η επίτευξη σημαντικής μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) μέχρι το 2050, καθώς και η προστασία του τελικού καταναλωτή αποτελούν τους βασικούς άξονες του εθνικού ενεργειακού σχεδιασμού.

Το Σενάριο «Υφιστάμενων πολιτικών» (ΥΦ) υποθέτει συντηρητική υλοποίηση των πολιτικών για την ενέργεια και το περιβάλλον, προβλέποντας αφενός μέτριο επίπεδο περιορισμού των εκπομπών CO<sub>2</sub> μέχρι το 2050 (40% σε σχέση με το 2005), αφετέρου μέτρια διείσδυση ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας. Το Σενάριο «Μέτρων

Μεγιστοποίησης ΑΠΕ» (ΜΕΑΠ) υποθέτει τη μεγιστοποίηση της διείσδυσης των ΑΠΕ (στο επίπεδο του 100% στην ηλεκτροπαραγωγή), με στόχο τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 60%-70% και ταυτόχρονη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και τις μεταφορές. Το Σενάριο «Περιβαλλοντικών Μέτρων Ελαχίστου Κόστους» (ΠΕΚ) έχει τις ίδιες παραδοχές με το Σενάριο ΜΕΑΠ όσον αφορά τις εκπομπές CO<sub>2</sub> αλλά υπολογίζει το ποσοστό των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή ώστε να εξασφαλιστεί το ελάχιστο επενδυτικό κόστος.

Η μελλοντική εικόνα του ενεργειακού συστήματος όπως προκύπτει από τα δύο βασικά σενάρια ενεργειακής πολιτικής μπορεί να συνοψισθεί στα παρακάτω 10 σημεία:

1. Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 60%-70% έως το 2050 ως προς το 2005
2. Ποσοστό 85-100 % ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, με την αξιοποίηση όλων των εμπορικά ώριμων τεχνολογιών
3. Συνολική διείσδυση ΑΠΕ σε ποσοστό 60%-70% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2050
4. Σταθεροποίηση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης λόγω των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας
5. Σχετική αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας λόγω εξηλεκτρισμού των μεταφορών και μεγαλύτερης χρήσης αντλιών θερμότητας στον οικιακό και τριτογενή τομέα.
6. Σημαντική μείωση της κατανάλωσης πετρελαιοειδών
7. Αύξηση της χρήσης βιοκαυσίμων στο σύνολο των μεταφορών στο επίπεδο του 31% - 34% μέχρι το 2050
8. Κυρίαρχο το μερίδιο του ηλεκτρισμού στις επιβατικές μεταφορές μικρής απόστασης (45%) και σημαντική αύξηση του μεριδίου των μέσων σταθερής τροχιάς
9. Σημαντικά βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση για το σύνολο του κτιριακού αποθέματος και μεγάλη διείσδυση των εφαρμογών ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα
10. Ανάπτυξη μονάδων αποκεντρωμένης παραγωγής και έξυπνων δικτύων

Ειδικότερο στον κτιριακό τομέα το εθνικό σχέδιο προβλέπει την πλήρη απανθρακοποίηση, δηλαδή την 100% αντικατάσταση του πετρελαίου από ΑΠΕ, φυσικό αέριο και τον ηλεκτρισμό. Ο εξηλεκτρισμός είναι το κύριο χαρακτηριστικό της αλλαγής του ενεργειακού συστήματος, η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας το 2030 θα αυξηθεί κατά 20% σε σχέση με το 2015, καλύπτοντας το 47% του συνολικής ζήτησης.

Από το 2030 και ύστερα υπάρχουν ριζικές αλλαγές και στα συστήματα θέρμανσης, με σταδιακή κατάργηση των καυστήρων πετρελαίου δεδομένης της μεγάλης ανθρακικής τους έντασης και της χαμηλής απόδοσής τους.

Προς το 2050, η χρήση πετρελαίου θέρμανσης σε καυστήρες και σόμπες θα αντικατασταθεί από πηγές ενέργειας πολύ χαμηλότερης ανθρακικής έντασης όπως το

κλιματικά ουδέτερο συνθετικό αέριο αλλά και τον ηλεκτρισμό που σε όλα τα σενάρια είναι πρακτικά μηδενικών εκπομπών μέχρι το 2050.

Ο ηλεκτρισμός χρησιμοποιείται σε συστήματα αυξημένης αποδοτικότητας όπως οι αντλίες θερμότητας και όχι πλέον σε μεμονωμένα ηλεκτρικά σώματα χαμηλής απόδοσης. Μετά το 2030, οι αντλίες θερμότητας θα εξυπηρετούν και τις ανάγκες ψύξης των χώρων σε συνδυασμό με τις χαμηλότερης απόδοσης μονάδες κλιματισμού. Ομοίως, οι ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης δεν θα καλύπτονται από ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες λόγω της χαμηλής τους απόδοσης, αλλά από σταδιακά αυξανόμενη χρήση ΑΠΕ μέσω ηλιακών θερμοσίφωνων.

Ακόμα οι παρεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος και ανακαινίσεις των υφιστάμενων κτιρίων με ιδιαίτερη έμφαση στα δημόσια κτίρια είναι ένα από τα σημαντικότερα μέτρα μιας και οι παρεμβάσεις αυτές μπορούν να συνεισφέρουν στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό από 25% ως και 75% ανάλογα την κλιματική ζώνη και τη χρήση του κτιρίου. Παράλληλα προβλέπεται ότι τα νέα οικοδομήματα θα είναι μηδενικών εκπομπών ρύπων.

Οι θεσμικές παρεμβάσεις που αφορούν στην ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων, αναμένεται να συνεισφέρουν σημαντικά προς την κατεύθυνση βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ενώ ο στόχος για νέα κτίρια που θα πρέπει να καλύπτουν το σύνολο της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσής τους με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αναμένεται, όταν εφαρμοστεί, να αλλάξει ριζικά την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων.

Η ενεργειακή αναβάθμιση των υπαρχόντων κτιρίων αποτελεί και τη μεγαλύτερη πρόκληση για την επίτευξη των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα, καθώς η ενεργειακή συμπεριφορά του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος είναι αυτή που ουσιαστικά θα καθορίζει και το δείκτη ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα. Στο πλαίσιο αυτό, μείζονος σημασίας είναι το μίγμα των μέτρων ώστε ο ρυθμός ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων να είναι αρκετός ώστε να επιτευχθούν οι ενεργειακοί στόχοι.

Η ανάπτυξη μηχανισμών της αγοράς, όπως οι Εταιρείες Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών και τα λευκά πιστοποιητικά, για την προώθηση ενεργειακά αποδοτικών υπηρεσιών θα βοηθήσει σημαντικά προς αυτήν την κατεύθυνση, και θα πρέπει να υποστηριχθούν κανονιστικά αλλά και οικονομικά.



Εικόνα 57 Μέτρα ενεργειακής πολιτικής στον κτιριακό τομέα {53}

## 9.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΩΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Το πρώτο σενάριο ανακαίνισης που θα μελετηθεί μπορεί να χαρακτηριστεί και ως βασικό σενάριο μιας και θα γίνουν κάποιες βασικές προσθήκες και αλλαγές με απώτερο στόχο την προσέγγιση της λογικής των παθητικών κτιρίων . Ωστόσο, πρόκειται για ένα συντηρητικό σενάριο που επιδέχεται αρκετές βελτιώσεις που θα εξεταστούν σε μεταγενέστερο στάδιο .

Σύμφωνα με μελέτη που έχει διεξαχθεί από το Tabula και το Episcopo , για την τυπολογία των ελληνικών κτιρίων , γίνεται εκτενής ανάλυση σχετικά με ορισμένα δομικά χαρακτηριστικά κάθε τύπου κατοικίας που συναντάται στη χώρα και κάποιες αλλαγές και βελτιώσεις που μπορούν να λάβουν χώρα με απώτερο στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση.

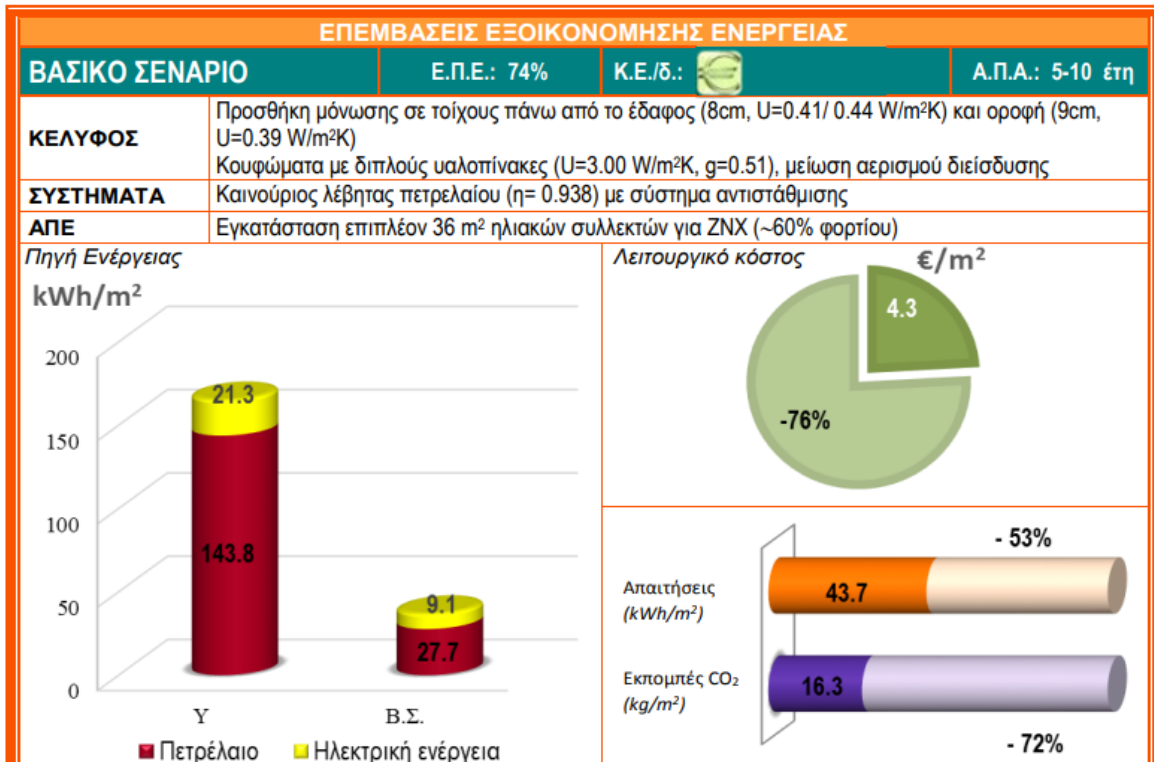
Οι εργατικές κατοικίες που εξετάζονται στη παρούσα εργασία μπορούν να καταταχθούν στην κατηγορία κτιρίων δεκαοκτώ Β (18 Β), βάση της κατηγοριοποίησης της Tabula. Μιας και πρόκειται για παλιά κτίρια με δυο ελεύθερες όψεις .Συνολικά 27 διαμερίσματα και ο μεγάλος άξονας του κτιρίου έχει Νοτιοανατολικό και βορειοδυτικό προσανατολισμό. Η συγκεκριμένη κατηγορία

κτιρίων δεν διαθέτει μόνωση, οι τοίχοι δομούνται από οπτοπλινθοδομή με επίχρισμα, Οι υαλοπίνακες είναι μονοί και διαθέτουν ξύλινο πλαίσιο.

18		Πολυκατοικία (GR-ZONEB-MFH-01)				
Ηλικία	<b>1</b>	2	3	4		
Κλιματική ζώνη	A	<b>B</b>	Γ	Δ		
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	1680					
Θερμαινόμενος Όγκος (m <sup>3</sup> )	5712					
<b>Περιγραφή κτιρίου</b>						
Κτίριο με δύο ελεύθερες όψεις (5 όροφοι). Συνολικά 27 διαμερίσματα. Ο μεγάλος άξονας του κτιρίου έχει ΝΑ-ΒΔ προσανατολισμό. Αστική περιοχή. Έντονη κυκλοφορία οχημάτων.						
<b>Κατασκευή</b>		<b>Συντελεστές θερμοδιαφυγής (W/m<sup>2</sup>K)</b>				
Τοίχοι	Οπτοπλινθοδομή με επίχρισμα. Χωρίς μόνωση	Τοίχοι / Φέρων / Υπόγειοι τοίχοι		2.20 / 3.40 / 3.65		
		Οροφή		3.05		
Φέρων οργανισμός	Χωρίς μόνωση	Δάπεδο		3.10		
		Ανοίγματα		4.70		
Οροφή	Συμβατικού τύπου δώμα. Χωρίς μόνωση	g- ανοιγμάτων (-)		0.58		
Ανοίγματα		<b>Απόδοση συστημάτων</b>				
Πατζούρια	Ξύλινα ρολά		<b>Θέρμανση</b>	<b>ZNX</b>		
Δάπεδο	Σε επαφή με το έδαφος. Χωρίς μόνωση	Παραγωγή		0.72	1.00	
		Διανομή		0.88	1.00	
		Τερματικά / Αποθήκευση		0.87	0.98	
<b>Συστήματα</b>		<b>Ετήσια Ενεργειακή Συμπεριφορά</b>				
Παραγωγή	Κεντρικός λέβητας πετρελαίου, ελλειπής μόνωση, καλή συντήρηση	Απαιτήσεις		93.8 kWh/m <sup>2</sup>		
		Θερμική ενέργεια		143.8 kWh/m <sup>2</sup>		
		Ηλεκτρική ενέργεια		21.3 kWh/m <sup>2</sup>		
		Πρωτογενής ενέργεια		219.8 kWh/m <sup>2</sup>		
Διανομή	Δισωλήνιο, χωρίς μόνωση	Εκπομπές CO <sub>2</sub>		99.3 tn		
Ηλ. συλλέκτες	3 m <sup>2</sup>	Πετρέλαιο		23648.9 lt		
ZNX	Ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες	Ηλεκτρική ενέργεια		35784.0 kWh		
		Λειτουργικό κόστος		17.8 €/m <sup>2</sup>		

Εικόνα 58 κατηγοριοποίηση εργατικών κατοικιών βάση μελέτης που διεξήχθει {52}

Το πρώτο βασικό σενάριο που προτείνεται για την προσέγγιση παθητικών κτιρίων, και θα προσομοιαστεί και στο district ph για την γειτονιά που μελετάται, συνιστά παρεμβάσεις στο κέλυφος και νέα συστήματα θέρμανσης και ψύξης με υψηλότερο βαθμό απόδοσης καθώς και την προσθήκη μικρού ποσοστού ανανεώσιμων πηγών για την συμβολή στην θέρμανση και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης



Εικόνα 59 κατηγοριοποίηση εργατικών κατοικιών βάση μελέτης που διεξήχθη {52}

Έχοντας ως δεδομένο τη νέα ενεργειακή πολιτική που θα εφαρμοστεί τα επόμενα έτη, ο λέβητας πετρελαίου θα αντικατασταθεί από τον ηλεκτρισμό, μιας και πλέον με χρήση σύγχρονων τεχνολογιών θέρμανσης, παροχής ΖΝΧ και ψύξης, (αντλίες θερμότητας, fan coil) η αποδοτικότητα είναι η μέγιστη και η εκπομπή ρύπων περιορισμένη, (αφού η νέα πολιτική εστιάζει στην πλήρη απεξάρτηση της ηλεκτροπαραγωγής από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μιας και θα προέρχεται από αιολικά πάρκα, μικρά υδροηλεκτρικά έργα, φωτοβολταϊκά πάρκα, γεωθερμικά συστήματα υψηλού δυναμικού ενθαλπίας). Επίσης σε αυτό το σενάριο εισάγεται ένα πολύ μικρό ποσοστό ηλιοθερμικών συστημάτων που προορίζεται για την μερική κάλυψη των αναγκών ΖΝΧ.

Ορίζοντας επομένως στο φύλλο εργασίας Probabilities την παρούσα κατάσταση του κάθε δομικού στοιχείου και του αντίστοιχου μηχανολογικού εξοπλισμού, και δηλώνοντας την πιθανότητα να φτάσει σε ένα νέο συγκεκριμένο επίπεδο απόδοσης, καθίσταται εφικτή η διεξαγωγή της εικονικής ανακαίνισης, προβλέποντας κατά αυτόν τον τρόπο την νέα ενεργειακή κατάσταση της γειτονιάς.

Παρακάτω παρουσιάζονται δειγματοληπτικά οι πιθανότητες και το επίπεδο ανακαίνισης που έχει οριστεί για κάποια δομικά στοιχεία και για τον εξοπλισμό.

## Probabilities for refurbishment, new construction, or demolition

**Refurbishment roof**

<input checked="" type="checkbox"/> Economically optimal	Refurbishment optimal	Roof 1 <b>FALSE</b> 1	Roof 2 <b>FALSE</b> 9
--	-----------------------	-----------------------------	-----------------------------

**x** **Probability distribution**

**Probability for a refurbishment**

Initial state: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Lifetime a: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

Typical width a: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

show: 1

**State after refurbishment**

Probability of transition

U-value W/(m²K)	to \ from	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.05	1:	0								
2	2:		0							
1.5	3:			0						
1	4:				0					
0.35	5:	0,016	0,016	0,016	0,016	0,01633				
0.2	6:	0,967	0,967	0,967	0,967	0,967	0,9834			
0.15	7:	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,017	1		
0.1	8:								1	
0.05	9:									1

Standard configurations ...

Random numt	0,47956436	0,43419995
	1	1
	0,479564356	0,434199955
	0,479564356	0,434199955
	0,479564356	0,434199955
	0,479564356	0,434199955
	0,463236024	0,434199955
	-0,504107313	0,434199955
Περιοχή γραφήματος	0,434199955	
	-0,520435644	0,434199955
	-0,520435644	-0,565800045
new	<b>6</b>	<b>9</b>



### Refurbishment windows

Economically optimal

Probability distribution

#### Probability for a refurbishment

Initial state: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Lifetime a: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

Typical width a: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

show:  1

#### State after refurbishment

Probability of transition

Description to\from

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
single 1	0								
2 iso 2		0							
2 low-e 3	0,016	0,016	0,01633						
2 low-e + 4	0,967	0,967	0,967	0,9834					
3 low-e 5	0,016	0,016	0,016	0,017	1				
3 low-e + 6						1			
4 low-e 7							1		
0 8								1	
0 9									1

#### Windows

Refurbishment optimal	FALSE 1
Current state	1
Age	20
Monument	FALSE
Random numt	0,89149645
Refurbishment	TRUE

Random numt	0,89951667
	1
	0,899516674
	0,899516674
	0,883188342
	-0,084154994
	-0,100483326
	-0,100483326
	-0,100483326
	-0,100483326
	-0,100483326
new	4

### Refurbishment wall

Economically optimal

Probability distribution

#### Probability for a refurbishment

Initial state: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Lifetime a: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

Typical width a: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

show:  1

#### State after refurbishment

Probability of transition

U-value W(m²K) to\from

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.4 1	0								
2 2		0							
1.5 3			0						
0.6 4	0,016	0,016	0,016	0,01633					
0.45 5	0,967	0,967	0,967	0,967	0,9834				
0.35 6	0,016	0,016	0,016	0,016	0,017	1			
0.28 7							1		
0.2 8								1	
0.1 9									1

	Wall 1	Wall 2	Wall 3
Refurbishment optimal	FALSE 1	FALSE 9	FALSE 9

Current state	1	9	9
Age	30	21	46
Monument	FALSE	FALSE	FALSE
Random numt	0,08643956	0,38292608	0,06922899
Refurbishment	TRUE	TRUE	TRUE

Random numt	0,7197081	0,55817965	0,33648232
	1	1	1
	0,719708099	0,558179646	0,336482318
	0,719708099	0,558179646	0,336482318
	0,719708099	0,558179646	0,336482318
	0,558179646	0,558179646	0,336482318
	-0,263963569	0,558179646	0,336482318
	-0,280291901	0,558179646	0,336482318
	-0,280291901	0,558179646	0,336482318
	-0,280291901	0,558179646	0,336482318
	-0,280291901	0,558179646	0,336482318
	-0,280291901	-0,441820354	-0,663517682
new	5	9	9

Γενικά η πιθανότητα διεξαγωγής της ανακαίνισης δηλώνεται με κανονική κατανομή, ορίζοντας την διασπορά γύρω από το επιθυμητό επίπεδο. Για παράδειγμα για την ανακαίνιση των τοίχων, ο νέα τιμή U-value ορίζεται ίση με 0,45 που αντιστοιχεί στο επίπεδο πέντε (5), έτσι δηλώνεται η κανονική κατανομή με πιθανότατο επίπεδο το πέμπτο και ο δείκτης διασποράς ίσος με 35%.

Fixed level
Minimum level

Normal distribution
No change

Fuzziness around a value, e.g. the legal requirement

Most probable level

Standard deviation

but not worse than before

OK
Cancel

### Renewable energy

#### Probability distribution

##### Probability for a refurbishment

Initial state: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Lifetime a:

Typical width a:

show:

#### State after refurbishment

Probability of transition

Standard configurations ...

type	to \ from	1	2	3	4	5	6	7	8	9
none	1	0								
SDHW	2	1	1							
SDHW + PV	3			1						
PV only	4				1					
SDHW + Heating	5					1				
SDHW + District Heating	6						1			
Heating + District Heating	7							1		
	8								1	
	9									1

Current state:

Age:

Random num: 0,29539375

Refurbishment:

Random num: 0,22753821

1

0,227538215

-0,772461785

-0,772461785

-0,772461785

-0,772461785

-0,772461785

-0,772461785

-0,772461785

-0,772461785

new:

Όπως φαίνεται, ο μόνη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας που εγκαθίσταται είναι τα ηλιοθερμικά που προορίζονται μόνο για παραγωγή ΖΝΧ, που καλύπτει το 55% των συνολικών αναγκών ΖΝΧ.

## Solar thermal system on the building

Building type	MFH	
Treated floor area $A_{TFA}$	544,0	m <sup>2</sup>
Projected building footprint $A_{Projected}$	226,7	m <sup>2</sup>
Max. available collector area	13,6	m <sup>2</sup>
Latitude ( <i>Climate worksheet</i> )	37,9	°
DHW demand	8839	kWh/a
Heating demand	14722	kWh/a
Occupancy	14,4	Persons

Location	Roof	
Size of selected area	227	m <sup>2</sup>
Deviation from North	180	°
Angle of inclination from the horizontal	30	°
Solar collector area	13,6	m <sup>2</sup>
Specific collector area	0,9	m <sup>2</sup> /Pers
Reduction factor shading	0,70	

<b>Collector</b>	Standard flat plate collector	
Renewables Type	2	
SDHW	x	
Supplementary heating		
District heating supply		
DHW priority	x	

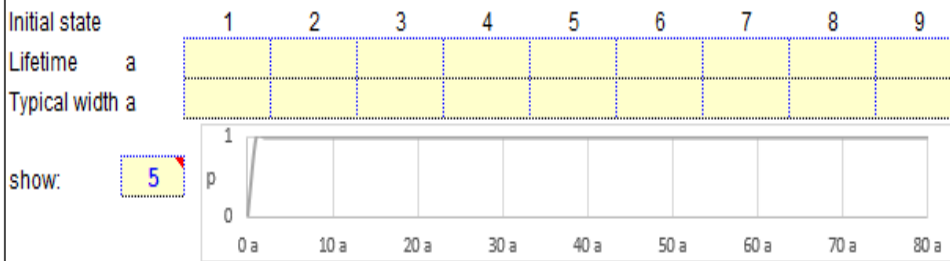
Results	Per footprint area	Absolute	
		kWh/(m <sup>2</sup> <sub>Projected</sub> *a)	kWh/a
Solar contribution total	55%	21,4	4856
Solar contribution to DHW	55%	21,4	4856
Solar contribution to space heating	0%	0,0	0
Solar supply to district heating			0

Determination of PER factors		
Yield reference PV syst	PER <sub>el</sub>	PER <sub>sol.therm</sub>
kWh <sub>el</sub> /a	kWh <sub>prim-el</sub> /kWh <sub>el</sub>	kWh <sub>th</sub> *kWh <sub>prim-el</sub> /kWh <sub>el</sub>
2088	1,20	0,36
2087,8	1,20	0,36
0,0	1,60	

### Refurbishment heating

#### Probability distribution

#### Probability for a refurbishment



Building type	1	MFH 1957-1
Current heat source	5	Fuel oil
Age	10	

Random nur: 0,4780508  
 Refurbishme:

#### Heat source after refurbishment

#### Probability of transition

Energy carrier	to \ from	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Electricity	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
District Heating	2		0							
Biomass	3			0						
Gas	4				0					
Fuel oil	5					0				
	6						0			
	7							0		
	8								0	
	9									0

Random nur: 0,2828245

1  
-0,717175539  
-0,717175539  
-0,717175539  
-0,717175539  
-0,717175539  
-0,717175539  
-0,717175539  
-0,717175539

new:

#### Efficiency after refurbishment

#### Probability of transition

$\eta$ / COP	to \ from	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0								
1	2		0							
2	3	0,0163	0,0163	0,01633						
3	4	0,9673	0,9673	0,9673	0,9834					
4	5	0,0163	0,0163	0,0163	0,0166	1				
5	6						1			
	7							1		
	8								1	
	9									1

Current state:

Random nur: 0,6773165

1  
0,677316512  
0,677316512  
0,68098818  
-0,308355158  
-0,322883488  
-0,322883488  
-0,322883488  
-0,322883488  
-0,322883488

new:

Εικόνα 60 Φύλλο εργασίας probabilities βασικού σεναρίου

#### Heating system

Energy carrier heating: <input checked="" type="checkbox"/>	$\eta$ heat generator: 3,00	
<input type="checkbox"/> Electricity	$\eta$ distribution: 0,90	
Efficiency class: <input checked="" type="checkbox"/>	Fraction aux. electricity: 0,03	
<input type="checkbox"/> HP improved	Aux. electricity solar: 0,06	
	Total delivered energy: 4907 kWh/a	<input checked="" type="checkbox"/> 9,0 kWh/m <sup>2</sup> a
	Aux. electricity: 147 kWh/a	<input checked="" type="checkbox"/> 0,3 kWh/m <sup>2</sup> a
	Aux. electricity ventilation: 0 kWh/a	<input checked="" type="checkbox"/> 0,0 kWh/m <sup>2</sup> a

Εικόνα 61 Απόσπασμα φύλλου εργασίας systems, αποτύπωση συστήματος θέρμανσης

Ο τρόπος θέρμανσης αναβαθμίζεται από την υφιστάμενη κατάσταση πέντε (5) που αντιστοιχεί στο fuel oil (ορυκτά καύσιμα) στην κατάσταση ένα (1) που είναι ηλεκτρισμός και όπως φαίνεται η αποδοτικότητα των συστημάτων θα κυμαίνεται γύρω από το επίπεδο τέσσερα (4 ) HP improved.

Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα της νέας κατάστασης.

## Result overview

### Useful energy demand of the whole district

	Treated floor area	47680	m <sup>2</sup>		
	Persons	1257			per m <sup>2</sup> treated floor area
Building	Heating demand	872	MWh/a	18	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	DHW demand	773	MWh/a	16	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	Cooling demand	906	MWh/a	19	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	other electricity demand	1073	MWh/a	23	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	Auxiliary electricity demand	39	MWh/a	1	kWh/(m <sup>2</sup> a)
	other electricity applications	251	MWh/a		

### Delivered energy demand of the whole district

Show results from hourly calculation:

	Electricity	Biomass	Gas	Oil	Other	Solar Thermal		
Building direct	1930	0	0	0	0	425	MWh/a	
District Heating	0	0	0	0	0	0	MWh/a	
Other	251							MWh/a
Total	2181	0	0	0	0	425	MWh/a	
Deficit: 0 MWh/a								
	Imported electricity	Biomass	Gas	Oil	Other	PV roofs	PV plant	Wind
Delivered energy electricity production	2181	0	0	0	0	0	0	0
MWh/a								
	Exported electricity							
	0							
MWh/a								

### Primary energy demand of the whole district

	PER demand MWh/a	PE demand MWh/a	CO <sub>2</sub> emissions t/a
Buildings, without district heat and electricity	152	0	19
District Heating	0	0	0
Electricity for buildings	2398	4631	1945
Other electricity		604	253
Total district	2551	5235	2218

### Renewable energy production

	Electricity / heat MWh/a	PER MWh/a
PV electricity	0	0
Wind	0	0
Solar contribution to district heating	0	0
Solar hot water on buildings	425	152
Total renewables		152

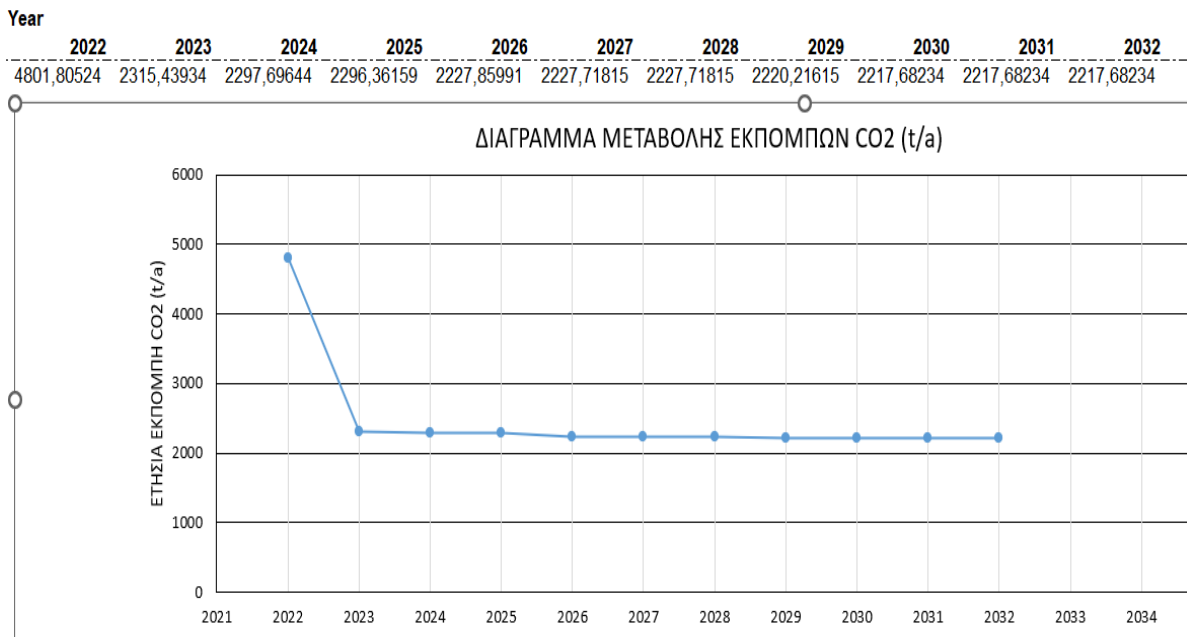
### Energy demand district heating and electricity

District heat demand	0	MWh/a
Electricity demand heating/DHW/cooling/aux. electricity	857	MWh/a
Other electricity demand in buildings	1073	MWh/a
Remaining electricity demand	251	MWh/a

Εικόνα 62, φύλλο εργασίας summary, προσδιορισμός νέας ενεργειακής κατάστασης.

Εστιάζοντας στις τρεις βασικές παραμέτρους που θα μας οδηγήσουν στα τελικά συμπεράσματα σχετικά με την ανακαίνιση (εκπομπές CO<sub>2</sub>, ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας PE, ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ PER)

- Ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> (t/a)

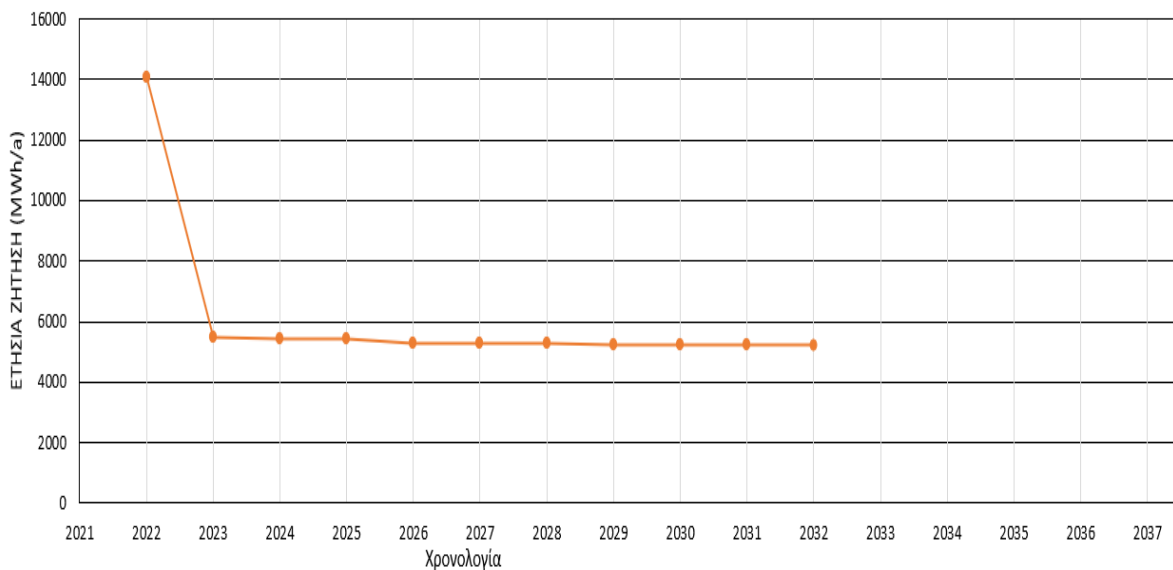


Όπως φαίνεται στο πέρας της δεκαετίας, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα συγκλίνουν στην τιμή 2217,68 t/a, συνεπώς η ανακαίνιση οδήγησε στην μείωση των ρύπων σε ποσοστό 53,8%.

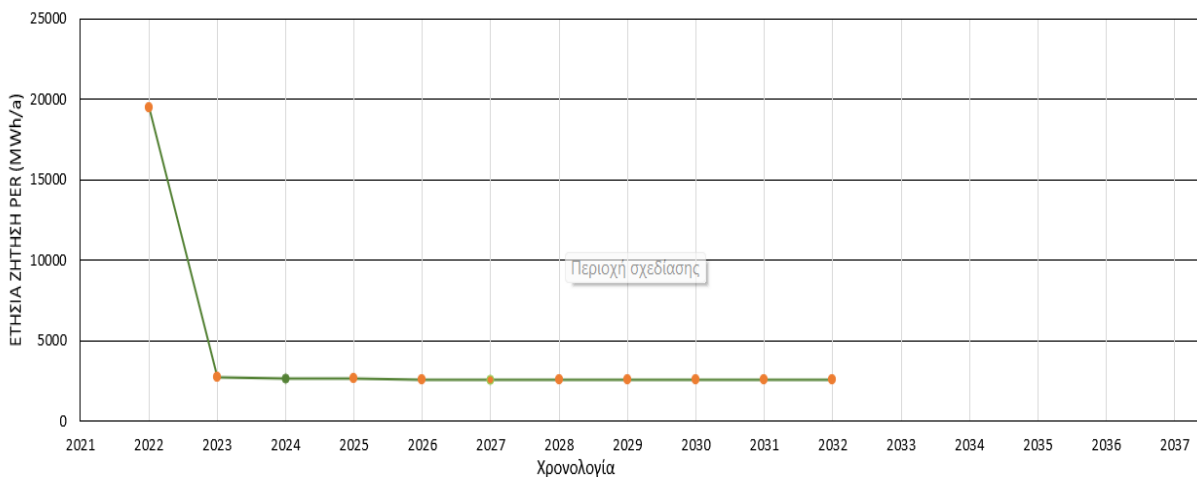
Μιας και δεν έχει επιλεχθεί κάποιος χρονικός περιορισμός, και η ανακαίνιση πραγματοποιείται απευθείας, καθώς στόχος της μελέτης είναι η εξέταση του συνολικού ενεργειακού δυναμικού που μπορεί να οδηγηθεί η γειτονιά και όχι η χρονική παράμετρος που θα φτάσει στην τελική κατάσταση αν πραγματοποιείται σταδιακά (π.χ αν κάθε χρονιά αλλάζουμε ένα συγκεκριμένο δομικό υλικό σε μία νέα κατάσταση). Παρατηρούμε λοιπόν ότι το πρώτο έτος η καμπύλη έχει απότομη κλίση και ύστερα τείνει να ευθυγραμμίζεται αφού οι εκπομπές σταθεροποιούνται.

Ομοίως αντίστοιχες καμπύλες προκύπτουν και για τις άλλες δυο παραμέτρους. Συγκεκριμένα η ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας PE, μειώνεται σε ποσοστό 62% ενώ η μείωση της ζήτησης πρωτογενούς από Ανανεώσιμες PER ανέρχεται σε ποσοστό 86,89%.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (MWh/a)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ (MWh/a)



Στο φύλλο εργασίας PER ,παρουσιάζεται λεπτομερώς πως διαμορφώνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης ,ψύξης ΖΝΧ και οι αντίστοιχοι δείκτες των εξεταζόμενων παραμέτρων.



# Primary Energy Renewable PER

Selection of heat generation system		Contribution margin (useful energy)		Building type: <b>MFH</b>	
Primary heat generator	Electricity	Heating	Domestic hot water	Treated floor area $A_{TFA}$	<b>544</b> m <sup>2</sup>
Secondary heat generator (optional)	Electricity	100%	0%	Projected building footprint $A_{Projected}$	<b>227</b> m <sup>2</sup>
				Heating demand incl. distribution	<b>27</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)
		0%	100%	Cooling energy dem. incl. dehumidification	<b>22</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)
				DHW demand including distribution	<b>16</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)

Energy demand Reference: Treated floor area	Efficiency	Fraction covered (useful energy)	Final energy demand kWh/(m <sup>2</sup> a)	PER			PE		CO <sub>2</sub>	
				PER factor kWh/kWh	Effective PER factor (including biomass) kWh/kWh	PER specific value kWh/(m <sup>2</sup> a)	PE factor kWh/kWh	PE Value kWh/(m <sup>2</sup> a)	CO <sub>2</sub> emissions factor (CO <sub>2</sub> -eq) kg/kWh	CO <sub>2</sub> eq emissions kg/(m <sup>2</sup> a)
							PE factors (non-renewable)		CO <sub>2</sub> -Faktoren	
							<b>62,5</b>	<b>111,4</b>	<b>47,2</b>	
<b>Heating</b>		100%			1,21	<b>11,2</b>	2,40	<b>22,3</b>		9,4
Electricity	3,00	100%	9,0	1,60	1,20	10,8	2,40	21,6	1,008	9,1
District Heating				0,01001			0,00		0,000	
Biomass				1,10			0,20		0,025	
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	
Aux. electricity (heating, wintertime ventilation)			0,3	1,60	1,60	0,4	2,40	0,6	1,008	0,3
<b>Cooling and dehumidification</b>						<b>16,8</b>		<b>26,6</b>		<b>11,2</b>
Electricity cooling (heat pump)			10,7	1,50		16,1	2,40	25,8	1,008	10,8
Auxiliary electricity cooling, ventilation summer				1,50			2,40		1,008	
Electricity dehumidification (heat pump)			0,3	2,00		0,7	2,40	0,8	1,008	0,3
Auxiliary electricity (dehumidification)				2,00			2,40		1,008	
District heat cooling & dh				1,00			0,00		0,000	
<b>DHW generation</b>		100%			0,60	<b>7,5</b>	0,68	<b>8,5</b>		<b>4,0</b>
Electricity	2,50	45%	2,9	1,20	1,20	3,5	2,40	7,0	1,008	3,0
District Heating				0,01001			0,00		0,00	
Biomass				1,10			0,20		0,025	
Natural gas / RE gas				1,75			1,10		0,250	
Heating oil / Methanol				2,30			1,10		0,320	
Solar thermal system		55%	8,9	0,36	0,36	3,2	0,00	0,0	0,045	0,402
Aux. electricity (DHW + solar DHW)			0,6	1,20	1,20	0,7	2,40	1,5	1,008	0,6
<b>Household electricity / other electricity applications</b>			<b>22,5</b>		1,20	<b>27,0</b>		<b>54,0</b>		<b>22,7</b>
Electricity (household or non-residential lighting, etc.)			22,5	1,20	1,20	27,0	2,40	54,0	1,008	22,7
Sums without electricity and district heating			8,9			3,2		0,0		0,4
<b>Energy generation</b>		delivered energy		PER			PE		CO <sub>2</sub>	
Reference: Projected building footprint area		Final energy generation kWh/a	Final energy generation kWh/(m <sup>2</sup> <sub>Projected</sub> a)	PER factor kWh/kWh	PER specific value kWh/(m <sup>2</sup> <sub>Projected</sub> a)	PE factor kWh/kWh	PE Value kWh/(m <sup>2</sup> a)	Emission factor (CO <sub>2</sub> -eq) kg/kWh	CO <sub>2</sub> eq emissions kg/a	
					<b>7,7</b>		<b>17,1</b>		<b>218,5</b>	
PV electricity	0	0,0		1,00	0,0	0,00	0,0	-		
Solar thermal system	4856	21,4		0,36	7,7	0,80	17,1	0,045	218,5	

Εικόνα 63, Φύλλο εργασίας PER βασικού σεναρίου, αναλυτική παρουσίαση βασικών παραμέτρων.

Ακολουθως, εξίσου σημαντικές πληροφορίες παρέχονται από τα φύλλα εργασίας Heating και cooling, διότι γίνονται γνωστές οι νέες απαιτήσεις για την ετήσια θέρμανση και ψύξη καθώς και οι νέες εσωτερικές θερμοκρασίες που επικρατούν κατά την περίοδο θέρμανσης και ψύξης, όποτε μπορούν να προκύψουν στοιχεία που σχετίζονται με την θερμική άνεση των κατοικιών.

## ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### Specific energy for heating

							Interior temperature:	20,0	°C
							Building type:	MFH	
							Treated floor area A <sub>TFA</sub> :	544,0	m <sup>2</sup>
							Spec. Capacity:	132	Wh/(m <sup>2</sup> K)
Building assembly	Temperature zone	Area m <sup>2</sup>	U-Value W/(m <sup>2</sup> K)	Month. red. fac.	G <sub>i</sub> kKh/a		kWh/a	Per m <sup>2</sup> of treated floor area	
Roof	A	170,0	0,600	1,00	35	=	3620	6,66	
Wall	A	288,0	0,450	1,00	35	=	4600	8,46	
Floor	B	170,0	0,600	1,00	33	=	3372	6,20	
Windows	A	63,0	1,800	1,00	35	=	4025	7,40	
Exterior door	A	2,8	1,500	1,00	35	=	149	0,27	
Exterior TB (length/m)	A	523,8	0,100	1,00	35	=	1859	3,42	
Ground TB (length/m)	B	170,0	0,100	1,00	33	=	562	1,03	
							Total	18187	33,4
<b>Transmission heat losses Q<sub>T</sub></b>									
				Effective air volume V <sub>V</sub>	A <sub>TFA</sub> m <sup>2</sup>	Clear room height m			
				544	544	2,50	= 1360		
		η <sub>system</sub> 1/h	η*SHX	η <sub>HR</sub>	η <sub>V,Res</sub> 1/h	η <sub>V,equi,fraction</sub> 1/h			
Effective air change rate Ambient n <sub>V,e</sub>		0,069	0%	0,00	0,462	0,531			
Effective air change rate Ground n <sub>V,g</sub>		0,069	0%	0,00		0,000			
		V <sub>V</sub> m <sup>3</sup>	η <sub>V,equi,fraction</sub> 1/h	c <sub>Air</sub> Wh/(m <sup>2</sup> K)	G <sub>i</sub> kKh/a	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Ventilation losses ambient Q <sub>V</sub>		1360	0,531	0,33	35	8459	15,5		
Ventilation losses ground Q <sub>V,e</sub>		1360	0,000	0,33	3	0	0,0		
<b>Ventilation heat losses Q<sub>V</sub></b>							Total	8459	15,5
<b>Total heat losses Q<sub>L</sub></b>									
				Q <sub>T</sub> kWh/a	Q <sub>V</sub> kWh/a			kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
				18187	8459	=		26646	49,0

Orientation of the area	Reduction factor	g-Value (perp. radiation)	Area m <sup>2</sup>	Global radiation kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/a		
North	0,32	0,65	0,0	134	0		
East	0,32	0,65	35,0	345	2472		
South	0,32	0,65	0,0	616	0		
West	0,32	0,65	28,0	358	2052		
Horizontal	0,32	0,65	0,0	570	0		
Sum opaque areas					3090		
<b>Available solar heat gains Q<sub>S</sub></b>					Total	7615	
						14,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Internal heat gains Q <sub>I</sub>	kh/d	Length Heat. Period d/a	Spec. Power q <sub>I</sub> W/m <sup>2</sup>	A <sub>TFA</sub> m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)	
	0,024	181	2,8	544,0	6700	12,3	
Free heat Q <sub>F</sub>					Q <sub>S</sub> + Q <sub>I</sub>	14315	26,3 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Ratio free heat to losses					Q <sub>F</sub> / Q <sub>L</sub>	0,54	
Utilisation factor heat gains h <sub>G</sub>						94%	
<b>Heat gains Q<sub>G</sub></b>					η <sub>G</sub> * Q <sub>F</sub>	13397	24,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)
<b>Annual heating demand Q<sub>H</sub></b>					Q <sub>L</sub> - Q <sub>G</sub>	13250	24 kWh/(m <sup>2</sup> a)

Εικόνα 64 , φύλλο εργασίας Heating βασικού σεναρίου, λεπτομερής σύνοψη θερμικών απωλειών , ηλιακών κερδών και ετήσιων θερμικών απαιτήσεων.

## ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΨΥΞΗΣ

### Specific energy for cooling

Building type: MFH	Treated floor area A <sub>TFA</sub> : 544,0 m <sup>2</sup>
Interior temperature summer: 25,6 °C	Building volume: 1360 m <sup>3</sup>
Nominal humidity: 12 g/kg	Internal humidity sources: 2 g/(m <sup>2</sup> h)
Spec. capacity: 132 Wh/(m <sup>2</sup> K)	

Building assembly	Temperature zone	Area m <sup>2</sup>	U-Value W/(m <sup>2</sup> K)	Month. red. fac.	G <sub>I</sub> kWh/a	kWh/a	Per m <sup>2</sup> of treated floor area	
Roof	A	170,0	0,600	1,00	29	2967	5,45	
Wall	A	288,0	0,450	1,00	29	3770	6,93	
Floor	B	170,0	0,600	1,00	37	3739	6,87	
Windows	A	63,0	1,800	1,00	29	3299	6,06	
Exterior door	A	2,8	1,500	1,00	29	122	0,22	
Exterior TB (length/m)	A	523,8	0,100	1,00	29	1524	2,80	
Ground TB (length/m)	B	170,0	0,100	1,00	37	623	1,15	
<b>Transmission losses Q<sub>T</sub> (negative: heat loads)</b>						Total	16044	29,5 kWh/(m <sup>2</sup> a)

Ventilation conductance, vent. unit		Ventilation parameter		Summer ventilation regulation	
exterior H <sub>V,e</sub>	31,0 W/K	Temperature amplitude summer	8,8 K	HRV/ERV in summer	
without HR	31,0 W/K	Minimum acceptable indoor temperature	22 °C	None	
ground H <sub>V,g</sub>	0,0 W/K	Heat capacity air	0,33 Wh/(m <sup>2</sup> K)	Controlled by temp.	x
without HR	0,0 W/K	Supply air changes	0,07 1/h	Controlled by enthalpy	
<b>Ventilation conductance, others</b>		Outdoor air changes	0,46 1/h	Always	
exterior	207,3 W/K	Window night vent. air change rate, manual @ 1K	0,10 1/h	<b>Additional ventilation</b>	
		Air changes rate due to mech., autom. controlled vent.	0,00 1/h	Controlled by temp.	x
		Specific power consumption for	0,00 Wh/m <sup>2</sup>	Controlled by humidity	
		η <sub>HR</sub>	0%		
		η <sub>ERV</sub>	0,00		
		η*SHX	0,00		

Hygienic air change	n <sub>V,system</sub> 1/h	η*SHX	η <sub>HR</sub> (considers bypass)	n <sub>V,Rest</sub> 1/h	n <sub>V,eqi.fraction</sub> 1/h
Effective air change rate Ambient n <sub>V,e</sub>	0,069	0%	0,00	0,462	0,531
Effective air change rate Ground n <sub>V,g</sub>	0,069	0%	0,00		0,000

	$V_V$ m <sup>3</sup>	$n_{V,eq}$ , fraction 1/h	$C_{Air}$ Wh/(m <sup>3</sup> K)	$G_i$ kWh/a	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)							
Ventilation losses ambient $Q_{V,a}$	1360	* 0,531	* 0,33	* 23	= 5437	10,0							
Ventilation losses ground $Q_{V,g}$	1360	* 0,000	* 0,33	* 0	= 0	0,0							
Heat losses summer ventilation	1360	* 0,107	* 0,33	* 57	= 2763	5,1							
<b>Ventilation heat losses <math>Q_V</math></b>					Total	8200	15,1						
<b>Total heat losses <math>Q_L</math></b>					$Q_T$ kWh/a	16044	+	$Q_V$ kWh/a	8200	=	24244	kWh/a	<b>44,6</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)
Orientation of the area	Reduction factor	g-Value (perp. radiation)	Area m <sup>2</sup>	Global radiation kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)							
North	0,32	* 0,29	* 0,0	* 306	= 0								
East	0,32	* 0,29	* 35,0	* 816	= 2631								
South	0,32	* 0,29	* 0,0	* 838	= 0								
West	0,32	* 0,29	* 28,0	* 809	= 2087								
Horizontal	0,32	* 0,29	* 0,0	* 1431	= 0								
Sum opaque areas						7321							
<b>Available solar heat gains <math>Q_S</math></b>					Total	12040							
Internal heat gains $Q_I$	kh/d	Duration cooling period d/a	Spec. power $q_i$ W/m <sup>2</sup>	$A_{TFA}$ m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)							
	0,024	* 245	* 2,8	* 544,0	= 9069	16,7							
<b>Sum heat loads <math>Q_F</math></b>					$Q_S + Q_I$	= 21109	kWh/a						
Ratio of losses to free heat gains					$Q_L / Q_F$	= 1,15							
Utilisation factor heat losses $\eta_G$						= 39%							
<b>Useful heat losses <math>Q_{V,n}</math></b>					$\eta_G * Q_L$	= 9426	kWh/a						
<b>Useful cooling demand <math>Q_K</math></b>					$Q_F - Q_{V,n}$	= 11683	kWh/a						
								<b>21</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)					

Εικόνα 65 Φύλλο εργασίας cooling βασικού σεναρίου λεπτομερής σύνοψη θερμικών απωλειών, ηλιακών κερδών, ετήσιας ψυκτικής ζήτησης

Παρατηρώντας προσεκτικά τα παραπάνω στοιχεία ,διαπιστώνεται ότι η εσωτερική θερμοκρασία την περίοδο θέρμανσης αυξάνεται κατά 2,1 °C ενώ την περίοδο ψύξης μειώνεται κατά 2,0 °C. Ακόμα οι μειώνονται δραματικά οι θερμικές απώλειες μετάδοσης μέσω του κελύφους, οι απώλειες εξαερισμού και συνεπώς οι συνολικές θερμικές απώλειες , επομένως αυτομάτως οι απαιτήσεις θέρμανσης περιορίζονται κατά 72,4%.

Αντίστοιχα ,κατά την περίοδο ψύξης οι απώλειες μετάδοσης θερμότητας είναι μειωμένες όπως και τα διαθέσιμα θερμικά κέρδη , και έτσι οι απαιτήσεις ψύξης μειώνονται από  $Q_k=43 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$  σε  $Q_k=21 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ , (μείωση 50%. των ψυκτικών απαιτήσεων)

Αυτές οι συνθήκες (20 έως 25 °C) μαζί με τη σχετική υγρασία που πρέπει να είναι μεταξύ των περιθώρια 35-55% και η συγκέντρωση CO<sub>2</sub> σε ppm (κάτω από 1000). Αυτές οι τρεις προϋποθέσεις καθορίζουν την τέλεια εσωτερική κατάσταση και αποτελεί προϋπόθεση για ένα Παθητικό Κτίριο.

### 9.3 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ


Το συγκεκριμένο σενάριο ανακαίνισης μπορεί να χαρακτηριστεί και ως φιλόδοξο αφού οι μετασκευές και οι αλλαγές που θα επιβληθούν στα κτίρια είναι οι βέλτιστες δυνατές που συναντά κανείς στην Ελλάδα, μιας και στόχος της προσομοίωσης αυτής είναι η λήψη αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων όσο τον δυνατόν πιο ρεαλιστικά.

Σε αυτό το σενάριο λοιπόν, επιβάλλεται περαιτέρω αναβάθμιση των δομικών στοιχείων του κελύφους ώστε να περιοριστούν στο ελάχιστο οι θερμικές απώλειες, προστίθεται σύστημα αερισμού με ανάκτηση θερμότητας που προσφέρει καθαρό και ελεγχόμενης θερμοκρασίας αέρα συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση του εσωτερικού κλίματος. Και παράλληλα, βελτιώνεται ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που προορίζεται για ZNX παρέχεται από ηλιοθερμικά και φωτοβολταϊκά συστήματα.

Ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία που εφαρμόστηκε στο βασικό σενάριο, ορίζονται οι νέες πιθανότητες ώστε τα δομικά στοιχεία και οι μηχανισμοί να αποκτήσουν ένα νέο αποδοτικό επίπεδο.

Παρακάτω φαίνονται κάποιες μεταβολές που ορίζονται και διαφέρουν από το βασικό σενάριο.

## Control

**district PH**  Version 1.3

### Actions

Initialize calculation	copies the state of the district from the description in the <b>Objects</b> worksheet to the current state in the <b>Objects_current</b> worksheet
Next year	calculates the state in the following year <span style="float: right;">current year: <input type="text" value="2022"/></span>
Refurbish district	calculates the full calculation period once
Monte Carlo simulation	calculates the calculation period several times with different random numbers
Direct calculation	directly connects the state of the district to the building typology

### Options

**Simulation**

Calculation period	<input type="text" value="10"/> years	Maximum: 50
max. number of runs	<input type="text" value="0"/>	Maximum: 100
add. abort criterion fulfilled	<input type="text"/>	

**Renewable energies**

usable roof fraction	<input type="text" value="0,55"/>
Inclination of collector or PV areas	<input type="text" value="30"/> °
Shading factor roof	<input type="text" value="0,70"/>
Auxiliary electricity fraction for solar thermal systems	<input type="text" value="0,04"/>

**Building**

Reduction factor shading	<input type="text" value="0,45"/>
Household electricity consumption (residential buildings)	<input type="text" value="30"/> kWh/(m <sup>2</sup> a)

Εικόνα 66, Φύλλο εργασίας Control φιλόδοξου σεναρίου



## Results

	Per footprint area	Absolute	
	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>Projected</sub> *a)	kWh/a	
Solar contribution total	70%	27,4	6214
Solar contribution to DHW	70%	27,4	6214
Solar contribution to space heating	0%	0,0	0
Solar supply to district heating			0

Εικόνα 67 Φύλλο εργασίας probabilities φιλόδοξου σεναρίου

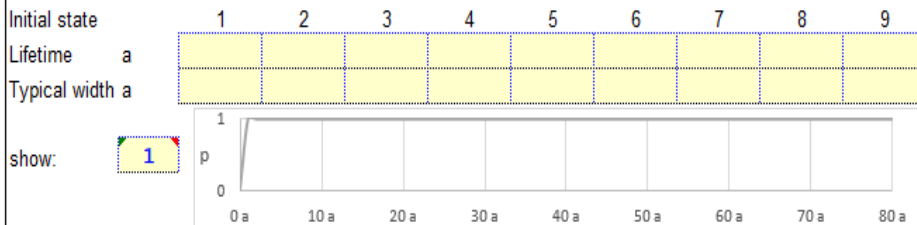
όπως φαίνεται η συνολική συνεισφορά από ηλιακά συστήματα για παραγωγή ΖΝΧ ισούται με 70% της συνολικής ζήτησης.



## Refurbishment heating

### Probability distribution

#### Probability for a refurbishment



Building type	1	MFH 1957-1959
Current heat source	1	Electricity
Age	1	

Random num 0,09179459  
 Refurbisher **TRUE**

### Heat source after refurbishment

#### Probability of transition

Standard configurations ...

Energy carrier	to \ from	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Electricity	1:	1	1	1	1	1	1	1	1	1
District Heating	2:		0							
Biomass	3:			0						
Gas	4:				0					
Fuel oil	5:					0				
	6:						0			
	7:							0		
	8:								0	
	9:									0

Random num 0,23936592

1  
 -0,78063408  
 -0,78063408  
 -0,78063408  
 -0,78063408  
 -0,78063408  
 -0,78063408  
 -0,78063408  
 -0,78063408  
 -0,78063408

new **1**

### Efficiency after refurbishment

#### Probability of transition

Standard configurations ...

$\eta$ / COP	to \ from	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1:	0								
1	2:		0							
2	3:			0						
3	4:	5E-06	5E-06	5E-06	5,1E-06					
4	5:	1	1	1	1	0,99999				
5	6:	5E-06	5E-06	5E-06	5E-06	5E-06	1			
	7:							1		
	8:								1	
	9:									1

Current state **5**

Random num 0,46462444

1  
 0,464624445  
 0,464624445  
 0,464624445  
 0,464624445  
 -0,535370417  
 -0,535375555  
 -0,535375555  
 -0,535375555  
 -0,535375555

new **5**

## Heating system

Energy carrier heating:	1
	Electricity
Efficiency class:	5
	HP good

$\eta$ heat generator:	4,00
$\eta$ distribution:	0,90
Fraction aux. electricity:	0,02
Aux. electricity solar:	0,04
Total delivered energy:	298 kWh/a
Aux. electricity:	6 kWh/a
Aux. electricity ventilation:	361 kWh/a

<b>0,5</b>	kWh/m <sup>2</sup> a
<b>0,0</b>	kWh/m <sup>2</sup> a
<b>0,7</b>	kWh/m <sup>2</sup> a

Εικόνα 68 ,απόδοση συστήματος θέρμανσης φιλόδοξου σεναρίου

Όπως φαίνεται στην εικόνα 66 η απόδοση του εξοπλισμού θέρμανσης έχει αναβαθμιστεί .

Παρακάτω φαίνονται αναλυτικά οι διάφορες μεταβολές που επιβλήθηκαν στα δυο σενάρια

Key to the efficiency levels										Βασικό σενάριο	Φιλόδοξο σενάριο
<b>Insulation wall</b>											
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
U-Value	3,4	2	1,5	0,6	0,45	0,35	0,28	0,2	0,1		
<b>Insulation roof</b>											
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
U-Value	3,05	2	1,5	1	0,35	0,2	0,15	0,1	0,05		
<b>Insulation floor</b>											
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
U-Value	3,1	2	1,5	0,8	0,6	0,45	0,35	0,3	0,1		
<b>Insulation entrance door</b>											
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
U-Value	4	3	2	1,5	1	0,8	0,6	0,5	0,4		
<b>Windows</b>											
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Description	single	2 iso	2 low-e	2 low-e +	3 low-e	3 low-e +	3 low-e				
U-value glazing	5	3	1,8	1,2	1	0,6	0,6				
U-value window	4,7	2,4	1,9	1,8	1,25	1,05	0,85				
g-value glazing	0,58	0,8	0,65	0,65	0,5	0,42	0,41				
<b>TB increment</b>											
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
$\Delta U$	0,2	0,15	0,1	0,05	0,02	0	-0,02	-0,04	-0,06		
<b>Airtightness</b>											
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
$n_{50}$	8	6	4	1,5	1	0,6	0,3	0,2	0,1		
<b>Heat recovery</b>											
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
$\eta_{HR}$	0	0,5	0,6	0,75	0,85	0,87	0,9	0,93	0,96		
<b>Renewables</b>											
Key	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Type	none	SDHW	SDHW + PV	PV only	HW + Heat + District Heating	Heat + District Heating	District Heating	District Heating	District Heating		

Εικόνα 69 , Διαφορές ανακαίνισης δομικών στοιχείων ανάμεσα στα δυο σενάρια.

Παρατηρώντας την εικόνα 69 , είναι αντιληπτό ότι στο φιλόδοξο σενάριο ,η ανακαίνιση στοχεύει σε ένα αποδοτικότερο μονωμένο κέλυφος που θα οδηγήσει την γειτονιά σε μια νέα ενεργειακή πραγματικότητα , όπου οι ρύποι άλλα και οι ενεργειακή ζήτηση θα τείνουν να εκμηδενιστούν, συνεπώς θα εξελιχθεί σε μια ενεργειακά αυτόνομη γειτονιά .

Τα νέα ενεργειακά δεδομένα αποδεικνύουν όσα προαναφέρθηκαν.

## Result overview

### Useful energy demand of the whole district

	Treated floor area	47680	m <sup>2</sup>		
	Persons	1257			
				per m <sup>2</sup> treated floor area	
Building	Heating demand	80	MWh/a	2	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	DHW demand	773	MWh/a	16	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	Cooling demand	703	MWh/a	15	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	other electricity demand	644	MWh/a	14	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Building	Auxiliary electricity demand	142	MWh/a	3	kWh/(m <sup>2</sup> a)
	other electricity applications	251	MWh/a		

### Delivered energy demand of the whole district

Show results from hourly calculation:

	Electricity	Biomass	Gas	Oil	Other	Solar Thermal		
Building direct	1062	0	0	0	0	544	MWh/a	
District Heating	0	0	0	0	0	0	MWh/a	
Other	251						MWh/a	
Total	1313	0	0	0	0	544	MWh/a	
							Deficit: 0 MWh/a	
Delivered energy electricity production	602	0	0	0	0	1388	0	
	Imported electricity	Biomass	Gas	Oil	Other	PV roofs	PV plant	Wind
	602	0	0	0	0	1388	0	0
	Exported electricity							
	677							

## Primary energy demand of the whole district

	PER demand MWh/a	PE demand MWh/a	CO <sub>2</sub> emissions t/a
Buildings, without district heat and electricity	241	0	24
District Heating	0	0	0
Electricity for buildings	1356	67	-29
Other electricity		16	-7
<b>Total district</b>	<b>1597</b>	<b>82</b>	<b>-11</b>

## Renewable energy production

	Electricity / heat MWh/a	PER MWh/a
PV electricity	1388	1388
Wind	0	0
Solar contribution to district heating	0	0
Solar hot water on buildings	544	241
<b>Total renewables</b>		<b>1629</b>

## Energy demand district heating and electricity

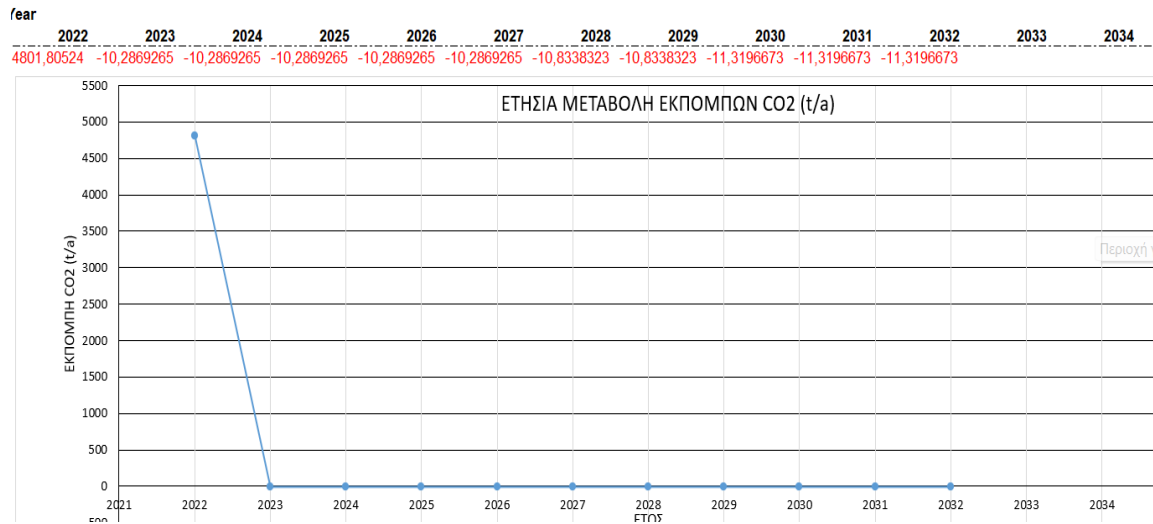
District heat demand	0	MWh/a
Electricity demand heating/DHW/cooling/aux. electricity	418	MWh/a
Other electricity demand in buildings	644	MWh/a
<b>Remaining electricity demand</b>	<b>251</b>	<b>MWh/a</b>

Εικόνα 70 , φύλλο εργασίας Summary, φιλόδοξου σεναρίου

Μελετώντας προσεκτικά τα παραπάνω αποτελέσματα , διαπιστώνεται ότι η γειτονιά έχει πλεόνασμα ενέργειας και είναι σε θέση να εξάγει ηλεκτρισμό ,αυτό φαίνεται και από τον αρνητικό δείκτη εκπομπών CO<sub>2</sub>. Πιο συγκεκριμένα , έχει καλυφθεί το μέγιστο ποσοστό παραγωγής ZNX, που είναι εφικτό από τα ηλιοθερμικά συστήματα , επομένως ένα ποσοστό ενέργειας δεν μπορεί να αξιοποιηθεί από την γειτονιά και μπορεί να πουληθεί σε κατοχυρωμένους φορείς ηλεκτροδότησης.

Ακόμα , απομονώνοντας τις τρεις βασικές παραμέτρους , γίνεται ακόμα πιο κατανοητό το εύρος της ενεργειακής αναβάθμισης της γειτονιάς.

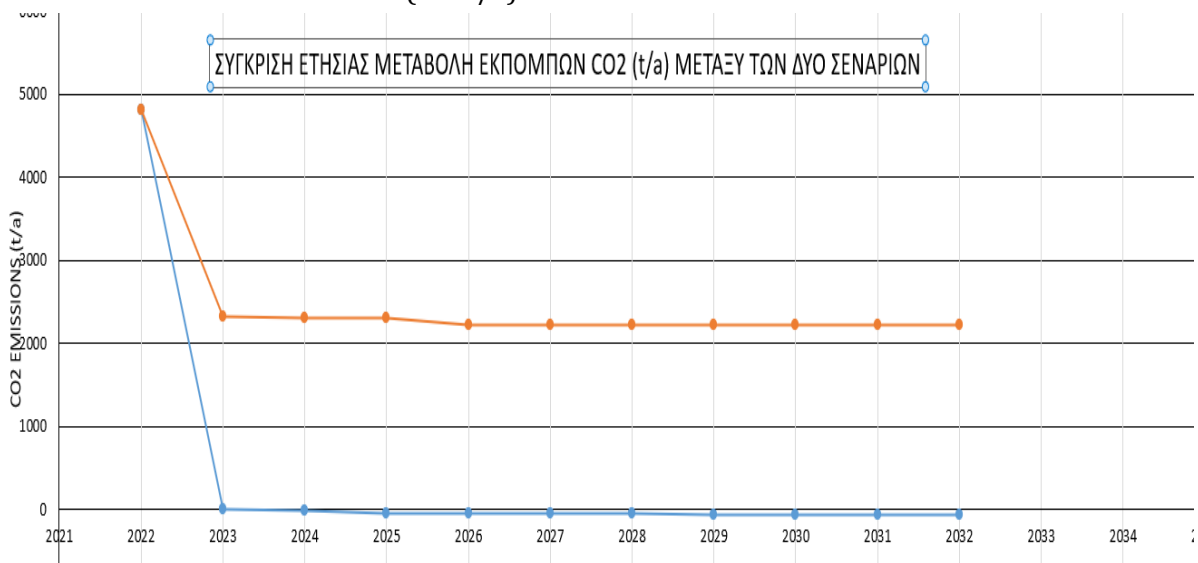
- Εκπομπές CO2



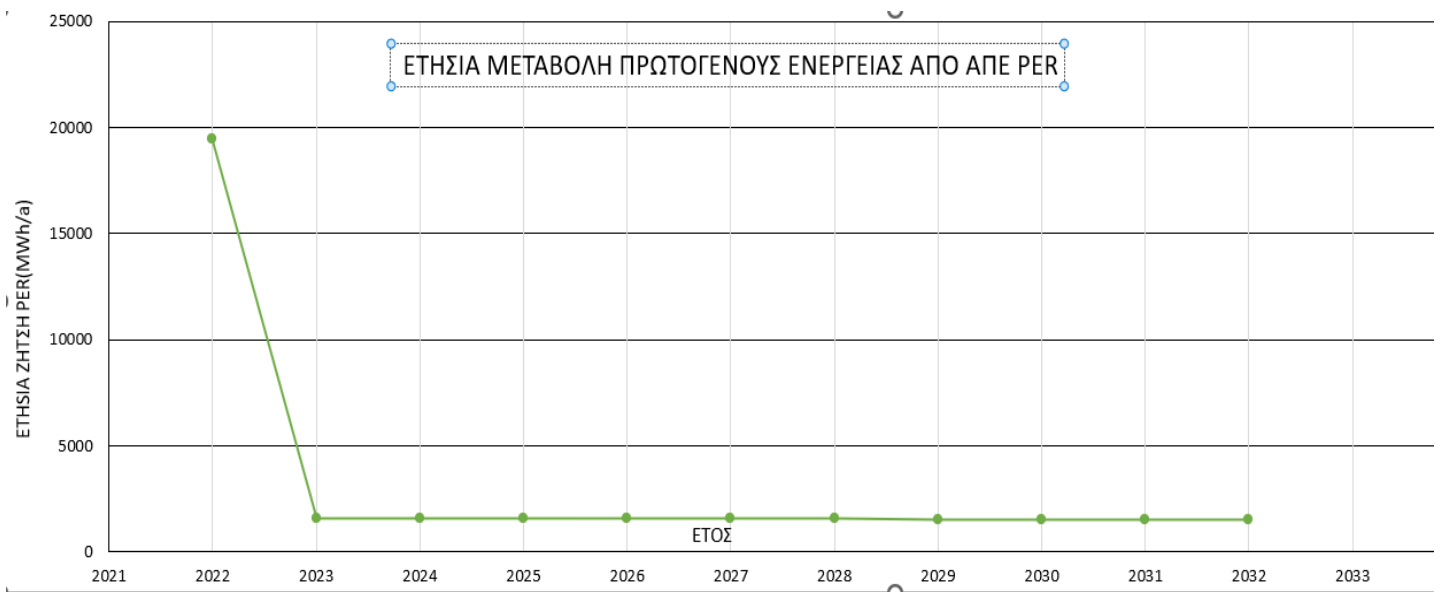
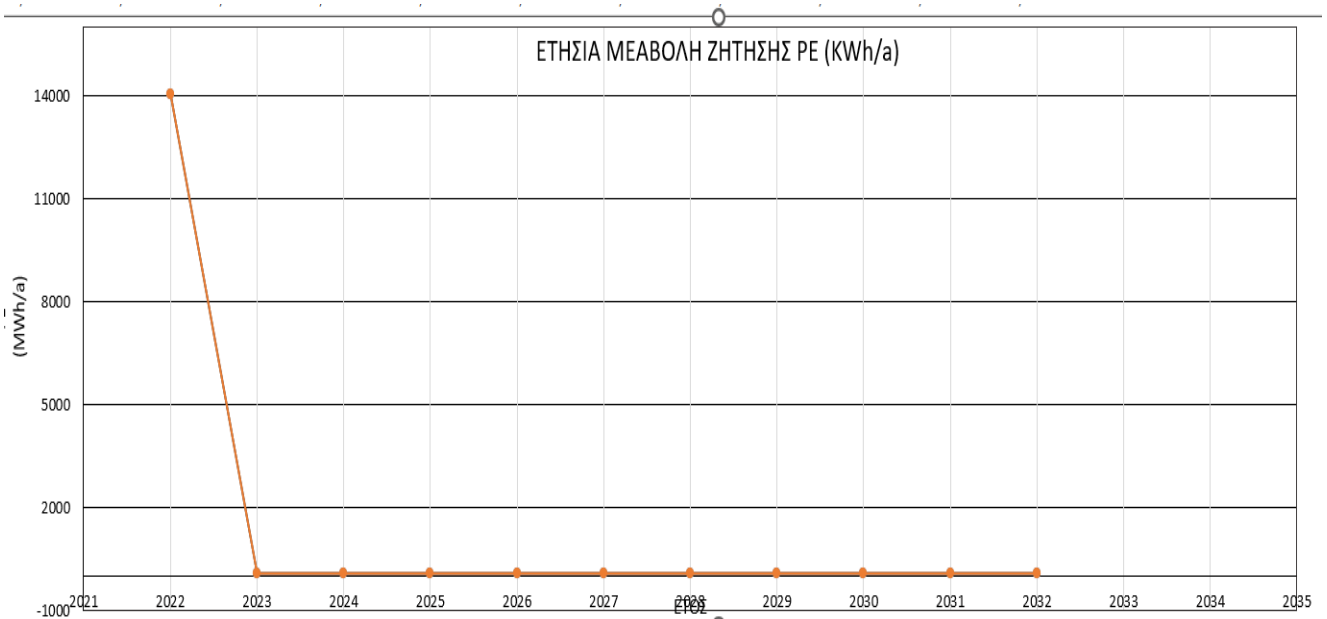
Παρατηρείται όπως και στο βασικό σενάριο ότι μιας και η ανακαίνιση πραγματοποιείται απευθείας , το πρώτο έτος η μεταβολή της εκπομπής ρύπων είναι ραγδαία, γεγονός που αποτυπώνεται με την απότομη κλίση κατά τη μετάβαση από το 2022 στο 2023. Από την εκπομπή 4801,8 t/a , το 2023 οι εκπομπές εκμηδενίζονται και γίνονται αρνητικές, συνεπώς στο πέρας της δεκαετίας , η μείωση αγγίζει το 100,2%.

Εξίσου σημαντική είναι η μείωση εκπομπών και μεταξύ των δυο σεναρίων ,αυτό φαίνεται και από τις κλίσεις των δυο καμπυλών που προκύπτουν.

- ΖΗΤΗΣΗ ΡΕ ΚΑΙ ΡΕΡ (KWh/a)



Αντίστοιχες πληροφορίες προκύπτουν για την ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας ΡΕ και πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ. Σε σχέση με την αρχική κατάσταση η μείωση πρωτογενούς ενέργειας ισούται με 99,4% ενώ η μείωση πρωτογενούς ενέργειας που προέρχεται από Απε ανέρχεται σε ποσοστό 91,7%.



Πιο λεπτομερώς ,στο φύλλο εργασίας PER, παρουσιάζονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες που σχετίζονται με τον τρόπο θέρμανσης, ψύξης και ΖΝΧ τις αποδόσεις, τα συστήματα που χρησιμοποιούνται και τους αντίστοιχους δείκτες PE,PER και CO2

## Primary Energy Renewable PER

Selection of heat generation system		Contribution margin (useful energy)		Building type: <b>MFH</b>	
Primary heat generator	Electricity	Heating	Domestic hot water	Treated floor area A <sub>TFA</sub> :	<b>544</b> m <sup>2</sup>
Secondary heat generator (optional)	Electricity	100%	0%	Projected building footprint A <sub>Projected</sub> :	<b>227</b> m <sup>2</sup>
		0%	100%	Heating demand incl. distribution:	<b>4</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)
				Cooling energy dem. incl. dehumidification:	<b>17</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)
				DHW demand including distribution:	<b>16</b> kWh/(m <sup>2</sup> a)

Energy demand Reference: Treated floor area	Efficiency	Fraction covered (useful energy)	Final energy demand kWh/(m <sup>2</sup> a)	PER factor kWh/kWh	PER Effective PER factor (including biomass) kWh/kWh	PER specific value kWh/(m <sup>2</sup> a)	PE		CO <sub>2</sub>	
							PE factor kWh/kWh	PE Value kWh/(m <sup>2</sup> a)	CO <sub>2</sub> emissions factor (CO <sub>2</sub> -eq) kg/kWh	CO <sub>2</sub> eq emissions kg/(m <sup>2</sup> a)
						<b>34,6</b>	PE factors (non-renewable)		CO <sub>2</sub> -Faktoren	
								<b>1,5</b>		<b>-0,1</b>
<b>Heating</b>		100%			1,10	<b>1,8</b>				
Electricity	4,00	100%	1,0	1,60	1,10	1,1	0,06	0,1	-0,027	0,0
District Heating				001 001			0,00	0,1	0,000	0,0
Biomass				1,10			0,20		0,025	
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	
Aux. electricity (heating, wintertime ventilation)			0,7	1,60	1,10	0,8	0,06	0,0	-0,027	0,0
<b>Cooling and dehumidification</b>						<b>9,4</b>		<b>0,4</b>		<b>-0,2</b>
Electricity cooling (heat pump)			4,1	1,50		6,1	0,06	0,3	-0,027	-0,1
Auxiliary electricity cooling, ventilation summer			1,7	1,50		2,6	0,06	0,1	-0,027	0,0
Electricity dehumidification (heat pump)			0,3	2,00		0,5	0,06	0,0	-0,027	0,0
Auxiliary electricity (dehumidification)			0,1	2,00		0,2	0,06	0,0	-0,027	0,0
District heat cooling & dh				1,00			0,00		0,000	
<b>DHW generation</b>		100%			0,55	<b>7,3</b>	0,01	0,1		0,5
Electricity	3,50	30%	1,4	1,20	1,19	1,6	0,06	0,1	-0,027	0,0
District Heating				001 001			0,00		0,00	
Biomass				1,10			0,20		0,025	
Natural gas / RE gas				1,75			1,10		0,250	
Heating oil / Methanol				2,30			1,10		0,320	
Solar thermal system		70%	11,4	0,44	0,44	5,1	0,00	0,0	0,045	0,514
Aux. electricity (DHW + solar DHW)			0,5	1,20	1,19	0,6	0,06	0,0	-0,027	0,0
<b>Household electricity / other electricity applications</b>			<b>13,5</b>		1,19	<b>16,1</b>		<b>0,8</b>		<b>-0,4</b>
Electricity (household or non-residential lighting, etc.)			13,5	1,20	1,19	16,1	0,06	0,8	-0,027	-0,4
<b>Sums without electricity and district heating</b>			<b>11,4</b>			<b>5,1</b>		<b>0,0</b>		<b>0,5</b>
<b>Energy generation</b>	<b>delivered energy</b>		<b>PER</b>			<b>PE</b>		<b>CO<sub>2</sub></b>		
Reference: Projected building footprint area	Final energy generation kWh/a	Final energy generation kWh/(m <sup>2</sup> Projected a)	PER factor kWh/kWh	PER specific value kWh/(m <sup>2</sup> Projected a)	PE factor kWh/kWh	PE Value kWh/(m <sup>2</sup> a)	Emission factor (CO <sub>2</sub> -eq) kg/kWh	CO <sub>2</sub> eq emissions kg/a		
				<b>82,0</b>		<b>0,4</b>		<b>2337,3</b>		
PV electricity	15828	69,8	1,00	69,8	0,00	0,0	0,130	2057,6		
Solar thermal system	6214	27,4	0,44	12,2	0,02	0,4	0,045	279,6		

Εικόνα 71,φύλλο εργασίας PER φιλόδοξου σεναρίου

Τέλος πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στα νέα δεδομένα που θα επικρατούν την περίοδο θέρμανσης και ψύξης μιας και η ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών και των θερμικών κερδών συνεπάγονται την άμεση εξοικονόμηση μεγάλων ποσοστών ενέργειας.

## ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### Specific energy for heating

Interior temperature:	20,6	°C
Building type:	MFH	
Treated floor area $A_{TFA}$ :	544,0	m <sup>2</sup>
Spec. Capacity:	132	Wh/(m <sup>2</sup> K)

Building assembly	Temperature zone	Area m <sup>2</sup>	U-Value W/(m <sup>2</sup> K)	Month. red. fac.	$G_t$ kKh/a	$G_t$ kWh/a	Per m <sup>2</sup> of treated floor area	
Roof	A	170,0	0,350	1,00	31	1823	3,35	
Wall	A	288,0	0,280	1,00	31	2471	4,54	
Floor	B	170,0	0,350	1,00	28	1670	3,07	
Windows	A	63,0	1,050	1,00	31	2027	3,73	
Exterior door	A	2,8	0,800	1,00	31	69	0,13	
Exterior TB (length/m)	A	523,8	-0,040	1,00	31	-642	-1,18	
Ground TB (length/m)	B	170,0	-0,040	1,00	28	-191	-0,35	
						Total	7228	13,3

### Transmission heat losses $Q_T$

	Effective air volume $V_V$ m <sup>3</sup>	$A_{TFA}$ m <sup>2</sup>	Clear room height m	Effective air change rate		$G_t$ kWh/a	Per m <sup>2</sup> kWh/(m <sup>2</sup> a)	
				$n_{V,system}$ 1/h	$n_{V,equi,fraction}$ 1/h			
Effective air change rate Ambient $n_{V,e}$	544	544	2,50	0,300	0,116	1595	2,9	
Effective air change rate Ground $n_{V,g}$	544	544	2,50	0,300	0,000	0	0,0	
Ventilation losses ambient $Q_V$	1360	544	2,50	0,300	0,116	1595	2,9	
Ventilation losses ground $Q_{V,e}$	1360	544	2,50	0,300	0,000	0	0,0	
						Total	1595	2,9



	$Q_T$ kWh/a	$Q_V$ kWh/a		kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
<b>Total heat losses <math>Q_L</math></b>	( 7228	+ 1595	)	= 8823	<b>16,2</b>

Orientation of the area	Reduction factor	g-Value (perp. radiation)	Area m <sup>2</sup>	Global radiation kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)	
North	0,32	* 0,42	* 0,0	* 80	= 0		
East	0,32	* 0,42	* 35,0	* 201	= 931		
South	0,32	* 0,42	* 0,0	* 399	= 0		
West	0,32	* 0,42	* 28,0	* 209	= 774		
Horizontal	0,32	* 0,42	* 0,0	* 327	= 0		
Sum opaque areas					1070		
					Total	2775	5,1

	kh/d	Length Heat. Period d/a	Spec. Power $q_i$ W/m <sup>2</sup>	$A_{TFA}$ m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
<b>Internal heat gains <math>Q_i</math></b>	0,024	* 121	* 2,8	* 544,0	= 4479	8,2

Free heat $Q_F$	$Q_S + Q_i =$	7254	13,3
Ratio free heat to losses	$Q_F / Q_L =$	0,82	
Utilisation factor heat gains $h_G$	$=$	95%	
<b>Heat gains <math>Q_G</math></b>	$\eta_G * Q_F =$	6903	12,7

<b>Annual heating demand <math>Q_H</math></b>	$Q_L - Q_G =$	1920	<b>4</b>
---	---------------	------	----------

Εικόνα 72 Φύλλο εργασίας heating , φιλόδοξου σεναρίου

# Specific energy for cooling

Building type:	MFH
Interior temperature summer:	25,3 °C
Nominal humidity:	12 g/kg
Spec. capacity:	132 Wh/(m²K)

Treated floor area A <sub>TFA</sub> :	544,0 m²
Building volume:	1360 m³
Internal humidity sources:	2 g/(m³h)

Building assembly	Temperature zone	Area m²	U-Value W/(m²K)	Month. red. fac.	G <sub>t</sub> kWh/a	kWh/a	Per m² of treated floor area	
Roof	A	170,0	0,350	1,00	18	1091	2,01	
Wall	A	288,0	0,280	1,00	18	1478	2,72	
Floor	B	170,0	0,350	1,00	25	1489	2,74	
Windows	A	63,0	1,050	1,00	18	1213	2,23	
Exterior door	A	2,8	0,800	1,00	18	41	0,08	
Exterior TB (length/m)	A	523,8	-0,040	1,00	18	-384	-0,71	
Ground TB (length/m)	B	170,0	-0,040	1,00	25	-170	-0,31	
						Total	4757	8,7

## Summer ventilation

<b>Ventilation conductance, vent. unit</b>	<b>Ventilation parameter</b>	<b>Summer ventilation regulation</b>
exterior H <sub>v,e</sub> without HR: 17,5 W/K	Temperature amplitude summer: 8,8 K	HRV/ERV in summer: None
ground H <sub>v,o</sub> without HR: 0,0 W/K	Minimum acceptable indoor temperature: 22 °C	Controlled by temp.: <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Ventilation conductance, others</b>	Heat capacity air: 0,33 Wh/(m²K)	Controlled by enthalpy: <input type="checkbox"/>
exterior: 34,6 W/K	Supply air changes: 0,30 1/h	Always: <input type="checkbox"/>
	Outdoor air changes: 0,08 1/h	<b>Additional ventilation</b>
	Window night vent. air change rate, manual @ 1K: 0,10 1/h	Controlled by temp.: <input checked="" type="checkbox"/>
	Air changes rate due to mech., autom. controlled vent.: 0,00 1/h	Controlled by humidity: <input type="checkbox"/>
	Specific power consumption for: 0,00 Wh/m²	
	η <sub>HR</sub> : 77%	
	η <sub>ERV</sub> : 0,00	
	η*SHX: 0,00	

## Hygienic air change

Effective air change rate Ambient n <sub>v,e</sub>	0,300	*(1 - 0%)	*(1 - 0,33)	+ 0,077	= 0,278
Effective air change rate Ground n <sub>v,g</sub>	0,300	*(1 - 0%)	*(1 - 0,33)		= 0,000

	V <sub>v</sub> m³	n <sub>v,equi</sub> fraction 1/h	C <sub>air</sub> Wh/(m²K)	G <sub>t</sub> kWh/a	kWh/a	kWh/(m²a)	
Ventilation losses ambient Q <sub>v</sub>	1360	0,278	0,33	20	2449	4,5	
Ventilation losses ground Q <sub>v,e</sub>	1360	0,000	0,33	0	0	0,0	
Heat losses summer ventilation	1360	0,092	0,33	40	1638	3,0	
<b>Ventilation heat losses Q<sub>v</sub></b>	Total					4087	7,5

<b>Total heat losses Q<sub>L</sub></b>	Q <sub>T</sub> kWh/a	+	Q <sub>v</sub> kWh/a	=	8845	kWh/a	16,3
--	----------------------	---	----------------------	---	------	-------	------

Orientation of the area	Reduction factor	g-Value (perp. radiation)	Area m²	Global radiation kWh/(m²a)	kWh/a	kWh/(m²a)	
North	0,32	0,19	0,0	277	0		
East	0,32	0,19	35,0	737	1536		
South	0,32	0,19	0,0	718	0		
West	0,32	0,19	28,0	730	1217		
Horizontal	0,32	0,19	0,0	1299	0		
Sum opaque areas					3920		
<b>Available solar heat gains Q<sub>S</sub></b>	Total					6672	12,3

<b>Internal heat gains Q<sub>i</sub></b>	kh/d	Duration cooling period d/a	Spec. power q <sub>i</sub> W/m²	A <sub>TFA</sub> m²	kWh/a	kWh/(m²a)	
	0,024	214	2,8	544,0	7922	14,6	
<b>Sum heat loads Q<sub>F</sub></b>	Q <sub>S</sub> + Q <sub>i</sub>					14594	26,8

Ratio of losses to free heat gains	Q <sub>L</sub> / Q <sub>F</sub>	=	0,61
Utilisation factor heat losses η <sub>G</sub>		=	65%
<b>Useful heat losses Q<sub>v,n</sub></b>	η <sub>G</sub> * Q <sub>L</sub>	=	5770
<b>Useful cooling demand Q<sub>K</sub></b>	Q <sub>F</sub> - Q <sub>v,n</sub>	=	8824

Εικόνα 73 Φύλλο εργασίας cooling φιλόδοξου σεναρίου

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία , σημειώνεται μια μικρή επιπλέον αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας σε σύγκριση με το βασικό σενάριο από 20 °C, γίνεται 20,6 °C για την περίοδο θέρμανσης και αντίστοιχα την περίοδο ψύξης από 25,6°C η εσωτερική θερμοκρασία αγγίζει τους 25,3°C . Πρόκειται για μια οριακή προσαύξηση , όμως είναι αισθητή.

Γενικά , την χειμερινή περίοδο (περίοδο θέρμανσης) οι συνολικές απώλειες θερμότητας  $Q_L$  που αποτελούνται από τις απώλειες μετάδοσης θερμότητας δια μέσου του κτιριακού κελύφους και τις απώλειες αερισμού , ισούται με  $Q_L=16,2\text{kWh/m}^2 \text{ a}$ , επομένως πρόκειται για μια μείωση της τάξης 88,6% από το αρχικό σενάριο και 77,5% από το βασικό σενάριο. Επιπρόσθετα τα ηλιακά κέρδη στο αρχικό σενάριο λαμβάνουν την τιμή  $Q_G= 55,1 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ , και στο βασικό  $Q_G= 24,6 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ , ενώ στο φιλόδοξο περιορίζονται σε  $Q_G= 12,7 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ , άρα σε σύγκριση με το βασικό σημειώνεται μείωση των ηλιακών κερδών της τάξης του 76,9% ενώ σε σχέση με το βασικό σενάριο η μείωση αυτή ισούται με 48,3%.

Και όπως είναι αναμενόμενο η ετήσια ζήτηση θέρμανσης μειώνεται σε  $Q_H=4 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ .

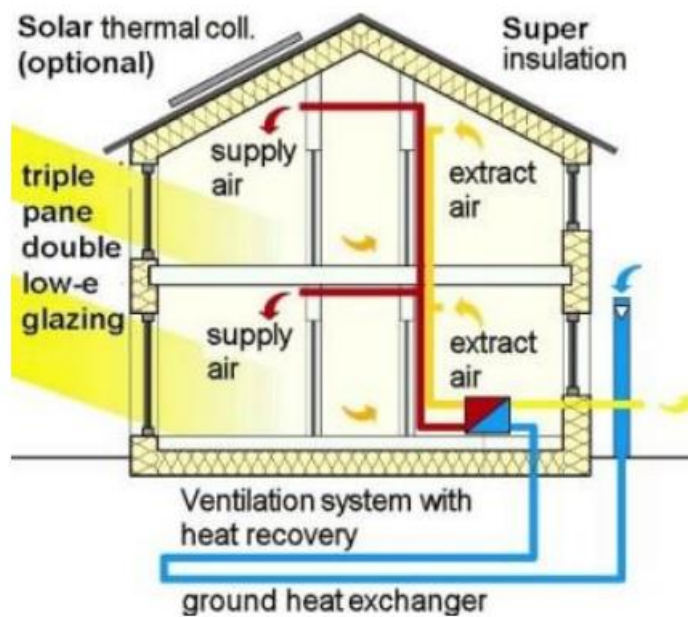
Ομοίως και για την περίοδο ψύξης τα νέα ενεργειακά δεδομένα ξεπερνούν κάθε προσδοκία μιας και οι συνολικές απώλειες μετάδοσης θερμότητας είναι μόλις  $Q_L=16,3 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ , που σημαίνει ότι σημειώθηκε περιορισμός κατά 96,5 % από το αρχικό σενάριο και 67,2% από το βασικό σενάριο. Ενώ το θερμικό φορτίο που επιβαρύνει τη διαδικασία ψύξης ύστερα από την υλοποίηση της τελικής ανακαίνισης , παίρνει τη τιμή  $Q_F=26,8 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ , που αντιστοιχεί σε μείωση 80,4% από την παρούσα κατάσταση και 34,0% από το πρώτο σενάριο αναβάθμισης. Και έτσι διαμορφώνεται η ετήσια ψυκτική ζήτηση  $Q_k=16 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ .

Όλες οι παραπάνω συγκρίσεις καθιστούν σαφές ότι το τελευταίο σενάριο ανακαίνισης ,βασίζεται στην άρτια θερμική μόνωση του κελύφους που έχει ως απότοκο την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών και των ηλιακών κερδών, σε συνδυασμό με τα υψηλής απόδοσης συστήματα θέρμανσης και ψύξης και της συστηματικής ένταξης των ΑΠΕ για την παραγωγή ΖΝΧ , η γειτονιά μεταβαίνει σε ένα νέο ενεργειακό επίπεδο με περιορισμένες ενεργειακές απαιτήσεις και μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

#### 9.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ .

Σε αυτήν την υποενότητα , θα γίνει μια σύντομη ανασκόπηση των αρχών των παθητικών κτιρίων και με ποιο τρόπο επιτεύχθηκαν και εντάχθηκαν στα σενάρια ανακαίνισης .

Οι βασικές αρχές των παθητικών κτιρίων όπως έχουν προαναφερθεί είναι οι ακόλουθες :



Εικόνα 74,,βασικές αρχές παθητικού κτιρίου {36}

- Αποτελεσματική θερμομόνωση του κελύφους
- Υψηλής απόδοσης υαλοπίνακες
- Αεροστεγανότητα
- Περιορισμένες θερμογέφυρες
- Μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας

Συνεπώς η μελέτη και οι αλλαγές που επιβλήθηκαν στις εργατικές πολυκατοικίες εστιάζουν στις παραπάνω αρχές .

Όσον αφορά την ανακαινισμένη περιοχή, ακολουθώντας την ιδέα του Παθητικού Κτιρίου, το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα επιτεύχθηκε χωρίς την απαίτηση τιμών Uvalue μικρότερες από 0,200 ή 0,150W/m<sup>2</sup> K που συνηθίζεται στην κεντρική Ευρώπη. Αυτό είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί για τρεις βασικούς λόγους :

- Το κλίμα και η θερμική νησίδα στην Αθήνα οδηγούν σε ήπιους χειμώνες.
- Η αναλογία A/V (Area/Volume, -Εμβαδόν, Όγκος) είναι χαμηλή στις Πολυκατοικίες και είναι σημαντική παράγοντας για την επίτευξη ενεργειακής απόδοσης.
- Τα περισσότερα από τα κτίρια είναι ενωμένα (γειτονεύουν με άλλα) και ως εκ τούτου οι απώλειες θερμότητας από τους τοίχους είναι μειωμένη κατά το ήμισυ λόγω της παρουσίας ενδιάμεσων τοίχων κτιρίων στην ίδια περιοχή.

Το θερμικό κέλυφος των υφιστάμενων κτιρίων είναι πλέον πλήρως μονωμένο. Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές U για τον τοίχο, το δάπεδο, την οροφή και τα παράθυρα φέρουν τις παρακάτω τιμές :

ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ/ ΣΕΝΑΡΙΟ	U-wall W/m <sup>2</sup> K	U-floor W/m <sup>2</sup> K	U-roof W/m <sup>2</sup> K	U-door W/m <sup>2</sup> K	U-window W/m <sup>2</sup> K	g-window
ΒΑΣΙΚΟ	0,45	0,6	0,6	1,5	1,8	0,65
ΦΙΛΟΔΟΞΟ	0,28	0,35	0,35	0,8	1,05	0,42

Οι απώλειες θερμότητας μέσω του κελύφους είναι ζωτικής σημασίας και μετά από αυτές τις βελτιώσεις για του , εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται έως και 77,7% για το βασικό σενάριο και 97,5% για το φιλόδοξο.

Πιο λεπτομερώς, όσο αφορά την υλοποίηση της μόνωσης στους τοίχους

Στο φιλόδοξο σενάριο οι εξωτερικοί τοίχοι του κτιρίου που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα θα καλύπτονται με εξωτερική μόνωση 11,5cm με θερμική αγωγιμότητα ίση με  $\lambda=0,036\text{W/mK}$





Assembly no.		03ud			roof slab			Interior insulation?	
		Heat transmission resistance [m <sup>2</sup> K/W]							
Orientation of building element		1-Roof			interior R <sub>si</sub>		0,10		
Adjacent to		1-Outdoor air			exterior R <sub>se</sub>		0,04		
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]			
interior plaster	0,870					20			
concrete slab	2,500					160			
cement screed	1,400					70			
insulation	0,033					46			
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total			
100%						29,6 cm			
U-value supplement				U-value:		0,600 W/(m <sup>2</sup> K)			

Εικόνα 76, πάχος μονώσεων θερμικού κελύφους βασικού σενάριο, { χρήση λογισμικού RHPP }

Εύκολα διαπιστώνεται όπως είναι αναμενόμενο , ότι τα πάχη των μονώσεων στο φιλόδοξο σενάριο είναι αρκετά μεγαλύτερα προκειμένου να επιτευχθούν μικρότεροι συντελεστές U-value και επομένως να κατασκευαστεί ένα αποδοτικότερο θερμικό περίβλημα.

#### Χαρακτηριστικά υαλοπινάκων

Στο φιλόδοξο σενάριο, τα παράθυρα διαθέτουν πλαίσιο που χαρακτηρίζεται με τριπλά τζάμια με τιμή  $g=0,42$  και  $U-g=0,6$  W/m<sup>2</sup> K και ο συνολικός συντελεστής ισούται  $U-window=1,05$  W/m<sup>2</sup> K. Ενώ στο βασικό σενάριο , τοποθετούνται υαλοπίνακες με διπλά τζάμια με  $g=0,65$  και  $U-g=1,2$  W/m<sup>2</sup> K και ο συνολικός συντελεστής ισούται  $U-window=1,8$  W/m<sup>2</sup> K



## Επίτευξη αεροστεγανότητας

Η αεροστεγανότητα είναι το φθηνότερο και πιο ενεργειακά αποδοτικό μέτρο για την τροποποίηση ενός συμβατικού κτιρίου σε παθητικό σπίτι. Ειδικά στην Ελλάδα, όπου χρησιμοποιείται στις κατασκευές το τούβλο-μπετόν και η εσωτερική στρώση σοβά είναι υποχρεωτική. Δεδομένου ότι ο σοβάς είναι αεροστεγής υλικό, το μόνο πρόσθετο κόστος είναι οι ταινίες στεγανότητας που εφαρμόζονται στην περίμετρο του και στα παράθυρα πριν από την εγκατάσταση (εικόνα 77)



Εικόνα77 , τοποθέτηση ταινίας στεγανότητας για επίτευξη αεροστεγανότητας {7}

Για άλλη μια φορά θα τονιστεί ότι η αεροστεγανότητα είναι μία από τις βασικές αρχές για την πραγματοποίηση ενός Παθητικού Κτιρίου. Ο ρυθμός αλλαγής αέρα ανά ώρα πρέπει να είναι κάτω από  $0,6 \text{ h}^{-1}$  σε νέες κατασκευές και κάτω από  $1 \text{ h}^{-1}$  ανακαινίσεις- μετασκευές. Η αεροστεγανότητα ενός κτιρίου είναι μετρήσιμη με τη βοήθεια της διαδικασίας δοκιμής πίεσης και η πιο συνηθισμένη είναι η δοκιμή φυσητήρα. Βασίζεται στην αρχή της δημιουργίας είτε θετικής είτε αρνητικής πίεσης διαφοράς 50 Pa μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος. Λαμβάνοντας υπόψη τον συνολικό όγκο του κτιρίου και το χρόνο που απαιτείται για την εξάλειψη της διαφορικής πίεσης, ο ρυθμός μεταβολής του αέρα του κτιρίου ορίζεται με ακρίβεια.



Εικόνα 78 , δοκιμή φυσητήρα {7}

#### Περιορισμός επίδρασης θερμογέφυρων

Οι θερμογέφυρες είτε πρόκειται για κατασκευαστικές είτε γεωμετρικές αποτελούν σημαντική πηγή απωλειών θερμότητας. Στα συμβατικά κτίρια είναι αδύνατον να εξαφανιστούν ή να απαλειφθούν πλήρως , η μόνη εφικτή λύση είναι απλά η ελασχοποίηση της επίδρασης τους , μέσω της επιπλέον μόνωσης και των δυο πλευρών του τοίχου (π.χ στην περίπτωση ενός μπαλκονιού). Με αυτόν τον τρόπο περιορίζονται οι απώλειες και ο σχηματισμός μούχλας λόγω της μεγάλης θερμοκρασιακής διακύμανσης που επικρατεί στο εσωτερικό των δομικών υλικών και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Ενσωμάτωση συστήματος μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας

Βασικό στοιχείο ενός Παθητικού Κτιρίου είναι ο μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας (MVHR); παρέχοντας 100% καθαρό αέρα όλο το χρόνο, για ένα υγιές εσωτερικό περιβάλλον, με υψηλά επίπεδα (έως 90%) ανάκτησης θερμότητας και ενέργειας. Αυτό βοηθά να μειωθούν δραματικά οι απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης χώρων, παρέχοντας παράλληλα υψηλότερα επίπεδα άνεσης στους χρήστες. Ο μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας είναι ένας από τους πέντε πυλώνες του Παθητικού Κτιρίου, επειδή υπάρχει μεγάλη ανάγκη καθαρού αέρα λόγω του πολύ καλά αεροστεγούς θερμικού περιβλήματος. Το κτίριο πρέπει να αερίζεται, αλλά χωρίς να χάνεται η ζέστη το χειμώνα και η δροσιά το καλοκαίρι, προσφέροντας παράλληλα την απαραίτητη ποιότητα εσωτερικού αέρα (Indoor Air Quality).

Στη συγκεκριμένη μελέτη θα εγκατασταθεί ένα σύστημα MVHR με εναλλάκτη θερμότητας απόδοσης ως και 88% σε κάθε όροφο. Η ζήτηση θέρμανσης και ψύξης σε ένα Παθητικό Κτίριο είναι πολύ χαμηλή σε σύγκριση με τα συμβατικά Κτίρια. Το θερμαντικό και ψυκτικό φορτίο είναι μικρότερο από  $10 \text{ W/m}^2$ , επομένως η εγκατάσταση ενός fan coil σε κάθε διαμέρισμα, θα είναι επαρκής για να καλύψει όλες τις απαιτήσεις. Η κατανομή θα επιτευχθεί μέσω ενός συστήματος καναλιών ή εναλλακτικά μιας αντλίας θερμότητας που μπορεί να συνδυαστεί το σύστημα MVHR. Επίσης διατίθενται επιλογές ψύξης νυχτερινής παράκαμψης, θέρμανσης /ψύξης μέσω αντλίας θερμότητας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Παρακάτω θα διατυπωθούν κάποια γενικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την μελέτη των δυο σεναρίων.

### 10.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΕΠΙΤΕΥΞΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Όπως έχει αναφερθεί, θερμική άνεση είναι εκείνη η κατάσταση του νου που εκφράζει το αίσθημα της ικανοποίησης ή δυσφορίας σύμφωνα με το θερμικό περιβάλλον. Επειδή υπάρχουν μεμονωμένες παραλλαγές ανάλογα τη φυσιολογική, ψυχολογική, κοινωνική και πολιτιστική φύση ή ακόμα και από άτομο σε άτομο, είναι δύσκολο να μετρηθεί με αντικειμενικό τρόπο η ικανοποίηση του ατόμου σε ένα χώρο.

Σύμφωνα με το πρότυπο ASHRAE 55, οι έξι πρωταρχικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην θερμική άνεση είναι ο μεταβολικός ρυθμός, η μόνωση ρούχων, η θερμοκρασία του αέρα, η ακτινοβολία, η ταχύτητα του αέρα και η υγρασία.

Το πρότυπο EN 15251 παρέχει μια κατηγοριοποίηση του εσωτερικού περιβάλλοντος, και των θερμικών κριτηρίων. Οι τέσσερις κατηγορίες (Κατ. I ο Κατ. II, Κατ. III, Κατ. IV) χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν το επίπεδο άνεσης που πρέπει να διασφαλίζεται (πίνακας 1).

Τα κτίρια της εξεταζόμενης γειτονιάς θεωρείται ότι εμπίπτουν στην κατηγορία III στην υφιστάμενη κατάστασή τους. Ωστόσο, μετά την ανακαίνιση, τα επίπεδα άνεσης που πρέπει να εξασφαλίζονται αντιστοιχούν τουλάχιστον στην κατηγορία II, η οποία χρησιμοποιείται για νέα ή ανακαινισμένα κτίρια.

Category	Explanation
I	High level of expectation and is recommended for spaces occupied by very sensitive and fragile persons with special requirements like handicapped, sick, very young children and elderly persons
II	Normal level of expectation and should be used for new buildings and renovations
III	An acceptable, moderate level of expectation and may be used for existing buildings
IV	Values outside the criteria for the above categories. This category should only be accepted for a limited part of the year

Πίνακας 1, κατηγοριοποίηση συνθηκών θερμικής άνεσης {54}

Επίσης ,σύμφωνα με το πρότυπο EN 15251, τα αποδεκτά εύρη εσωτερικών θερμοκρασιών

Εξαρτώνται από τον τύπο του συστήματος που χρησιμοποιείται για την παροχή άνεσης στο κτίριο. Με βάση τον τύπο του συστήματος (μηχανικά θερμαινόμενο ή/και ψυχόμενο ή μη) η κατηγορία άνεσης, καθορίζεται αντίστοιχο διάστημα θερμοκρασίας

Σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 7730:2005, ο δείκτης (PMV), προβλέπει τη μέση τιμή της θερμικής αίσθησης των ατόμων . Ο δείκτης PMV μπορεί να υπολογιστεί για διαφορετικούς συνδυασμούς φυσικών μεταβλητών (θερμοκρασία αέρα και ταχύτητα, σχετική υγρασία και μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία) και προσωπικές μεταβλητές (ρουχισμός και επίπεδο δραστηριότητας).

Η πολυπλοκότητα του δείκτη PMV οδήγησε τον Fanger το 1970 να δημιουργήσει ένα πίνακα που καθορίζει τις κατάλληλες θερμικές συνθήκες. Οι πληροφορίες του πίνακα προσαρμόστηκαν επίσης όχι μόνο στα σύγχρονα πρότυπα άνεσης όπως το ASHRAE, 1992:ISO, 1994 αλλά και σε προγράμματα που αναπτύχθηκαν για τον υπολογισμό του PMV με βάση το ISO 7730 Πρότυπο. Αυτές οι θερμικές συνθήκες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα και διασφαλίζουν ότι τουλάχιστον το 90 % των ενοίκων είναι θερμικά ικανοποιημένοι .

Season	Optimum Temperature <sup>a</sup>	Acceptable Temperature Range <sup>a</sup>	Assumptions for other PMV inputs <sup>b</sup>
winter	22°C	20-23°C	relative humidity: 50% mean relative velocity: < 0.15 m/s mean radiant temperature: equal to air temperature metabolic rate: 1.2 met clothing insulation: 0.9 clo
summer	24.5°C	23-26°C	relative humidity: 50% mean relative velocity: < 0.15 m/s mean radiant temperature: equal to air temperature metabolic rate: 1.2 met clothing insulation: 0.5 clo

Πίνακας 2 Συνθήκες θερμικής άνεσης {54}

Ειδικά εύρη θερμοκρασιών για κάθε κατηγορία θερμικής άνεσης παρέχονται επίσης από το Πρότυπο EN 15251, για τις περιόδους που απαιτείται θέρμανση και ψύξη. Τα θερμοκρασιακά εύρη για οικιστικά κτίρια παρουσιάζονται στον πίνακα 3.

Type of building or space	Category	Temperature range for heating, °C Clothing ~1.0 clo	Temperature range for cooling, °C Clothing ~0.5 clo
Residential buildings, living spaces (bedrooms, living rooms etc.)	I	21.0 – 25.0	23.5 – 25.5
	II	20.0 – 25.0	23.0 – 26.0
	III	18.0 – 25.0	22.0 – 27.0
Sedentary activity ~ 1.2 met			

Πίνακας 3 Θερμοκρασιακά εύρη για τις τρεις κατηγορίες θερμικής άνεσης στις περιόδους θέρμανσης και ψύξης

Όπως έχει προαναφερθεί το επίπεδο της θερμικής μόνωσης είναι υπεύθυνο για την εσωτερική θερμοκρασία που διαμορφώνεται κατά τις περιόδους θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα.

Κατάσταση Γειτονιάς	Κατηγορία Θερμικής άνεσης	Εσωτερική θερμοκρασία περιόδου θέρμανσης	Εσωτερική θερμοκρασία περιόδου ψύξης	Ετήσια απαίτηση θέρμανσης $Q_H$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	Ετήσια Απαίτηση ψύξης $Q_k$ (kWh/m <sup>2</sup> a)
Υφιστάμενη κατάσταση	III	17.9°C	27°C	87	43
Βασικό σενάριο	II	20.0°C	25.6°C	24	21
Φιλόδοξο σενάριο	II	20.6°C	25.3°C	4	16

Πίνακας 4 , Αποτύπωση εσωτερικών θερμοκρασιών και θερμικών απαιτήσεων ανάλογα το επίπεδο ανακαίνισης (επίπεδο μόνωσης κελύφους)

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα (4), υλοποιώντας τα δυο σενάρια ανακαίνισης, οι εσωτερικές θερμοκρασίες που επικρατούν στα κτίρια , ικανοποιούν τα πρότυπο EN 15251 για ανακαινισμένα κτίρια και ως εκ τούτου η θερμική άνεση είναι εγγυημένη για τους χρήστες των κτιρίων. Από την άλλη πλευρά είναι σαφές ότι η θερμοκρασία του σημείου ρύθμισης στα κτίρια της υφιστάμενης κατάστασης βρίσκεται εκτός του εύρους που καθορίζεται από το Πρότυπο .

Πρέπει να τονιστεί ότι ο προσδιορισμός της τελικής ζήτησης ενέργειας των κτιρίων και οι εκπομπές ρύπων δεν πρέπει να αποτελούν το μοναδικό κριτήριο για την πραγματοποίηση της ανακαίνισης, θα πρέπει να διεξάγεται και ανάλυση θερμικής άνεσης. Δεδομένου ότι η ζήτηση ενέργειας αποκλειστικά δεν μπορεί να παρέχει επαρκής πληροφορίες σχετικά τη συνολική απόδοση ενός κτιρίου, αφού μπορεί να είναι περιορισμένες οι ενεργειακές απαιτήσεις αλλά να μην τηρούνται τα πρότυπα θερμικής άνεσης με αποτέλεσμα την έλλειψη θερμικής ικανοποίησης των ενοίκων.

Με βάση τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι όχι μόνο η τελική ζήτηση ενέργειας των κτιρίων στην υπάρχουσα κατάστασή είναι πολύ υψηλή, αλλά και οι συνθήκες διαβίωσης είναι αρκετά δυσάρεστες, μιας και οι συνθήκες θερμικής άνεσης δεν επιτυγχάνονται. Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η διεξαγωγή ανακαίνισης με εφαρμογή όλων των βιοκλιματιστικών αρχών και παθητικού σχεδιασμού προκειμένου οι εξεταζόμενες κατοικίες να αναβαθμιστούν ενεργειακά, διασφαλίζοντας κατά αυτόν τον τρόπο την ποιοτική διαβίωση των ενοίκων, που θα βιώνουν καθημερινά το αίσθημα της θερμοκρασιακής ικανοποίησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

Στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας , θα εξεταστούν προσεκτικά τα τελικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την διεξαγωγή της ανακαίνισης και θα αναχθούν τα τελικά συμπεράσματα.

### 11.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η συγκεκριμένη μελέτη βελτιστοποίησης της υπάρχουσας γειτονιάς , αναδείχθηκε από μια σειρά πιθανών λύσεων αναβάθμισης που προέκυψαν ύστερα από εκτενής επεξεργασία πολυάριθμων παραγόντων που συμβάλουν στην ενεργειακή αποδοτικότητα των υφιστάμενων κτιρίων , μιας και ο κτιριακός τομέας μπορεί να χαρακτηριστεί αρκετά ενεργοβόρος αφού ετησίως τεραστία ποσά ενέργειας δαπανούνται για την θέρμανση , την ψύξη την παροχή ZNX και γενικότερα την ηλεκτρική τροφοδότηση του κάθε νοικοκυριού . Συνεπώς , ο μετριασμός αυτής της υπέρμετρης ενεργειακής κατανάλωσης είναι ύψιστης σημασίας στην εποχή της ενεργειακής κρίσης που κλονίζει την παγκόσμια κοινότητα.

Συγκεκριμένα και τα δυο σενάρια ανακαίνισης βασίζονται στην ένταξη όλων των παθητικών αρχών και προτύπων με απώτερο στόχο την ελαχιστοποίηση των ενεργειακών αναγκών, των ρυπογόνων αερίων καθώς και την γενικότερη βελτιστοποίηση των εσωτερικών συνθηκών θερμικής άνεσης . Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι αξιολογικά .

Παρακάτω πινακοποιούνται κάποιες βασικές μεταβλητές , όπως διαμορφώνονται κατά την υλοποίηση της ανακαίνισης.

	Ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας KWh/a	Ζήτηση Πρωτογενούς ενέργεια από ΑΠΕ KWh/a	Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα t/a	Ανάγκες θέρμανσης ανά κτίριο KWh/m <sup>2</sup> a	Ανάγκες ψύξης ανά κτίριο KWh/m <sup>2</sup> a	Ανάγκες ZNX ανά κτίριο KWh/m <sup>2</sup> a
Υφιστάμενη Κατάσταση	14054	19464	4802	81	0	16
Βασικό Σενάριο	5235	2551	2218	18	19	16
Φιλόδοξο Σενάριο	82	1597	-11	3	15	16

Πίνακας 5 ,Σύνοψη τελικών αποτελεσμάτων



Παρατηρώντας προσεκτικά τον παραπάνω πίνακα ,διαπιστώνεται το μέγεθος και η απόδοση της ανακαίνισης. Είναι φανερό ότι με την εναρμόνιση των βιοκλιματικών αρχών και την προσέγγιση του προτύπου του παθητικού κτιρίου, επέρχεται ολική αναβάθμιση της γειτονιάς.

Στην αρχική κατάσταση οι ανάγκες για ψύξη του χώρου είναι μηδενικές μιας και τα κτίρια δεν διαθέτουν εγκαταστάσεις ψύξης .Ακόμα η έλλειψη θερμικής μόνωσης σε συνδυασμό με την πλήρη απουσία αεροστεγανότητας και οι χαμηλής απόδοσης υαλοπίνακες έχουν ως απότοκο τα υψηλά θερμικά κέρδη και συνεπώς κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου οι συνθήκες στο εσωτερικό των διαμερισμάτων είναι δυσάρεστες και απρόσιτες για τους χρήστες.

Επιπλέον με την αντικατάσταση του ρυπόγονου λέβητα πετρελαίου χαμηλής απόδοσης από υψηλής τεχνολογίας ηλεκτρικές συσκευές σε συνδυασμό με την ενσωμάτωση ηλιοθερμικών στοιχείων και την θερμική αναβάθμιση του κελύφους , διαμορφώνεται μια νέα ενεργειακή κατάσταση. Και τα δυο σενάρια χαρακτηρίζονται από μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις και περιορισμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Προκειμένου, να επιτευχθούν οι νέοι ενεργειακοί στόχοι που έχουν τεθεί για την παρούσα γειτονιά, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην σωστή μόνωση και την αεροστεγανότητα του κτιριακού περιβλήματος . Η θερμική προστασία των αδιαφανών εξωτερικών δομικών στοιχείων αποτελεί έναν παράγοντα ύψιστης σημασίας για τον μετριασμό της ετήσιας ζήτησης για θέρμανση ,επομένως η επιλογή υαλώσεων με χαμηλή τιμή g ,είναι απαραίτητη. (Να σημειωθεί ξανά ότι με τον δείκτη g , συμβολίζεται ο ηλιακός συντελεστής, solar factor που εκφράζει το ποσοστό της συνολικής ηλιακής ενέργειας που περνά μέσα από το γυαλί σε σχέση με τη συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία . Κατ'επέκταση στην Ελλάδα που τα καλοκαίρια είναι θερμά , ο συντελεστής g πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός ώστε να μην υπερθερμάνεται το εσωτερικό δώμα και να μην μεγιστοποιείται η ψυκτική απαίτηση.) Συχνά θεωρείται, ότι η αύξηση του επιπέδου θερμικής προστασίας οδηγεί σε αυξημένα προβλήματα υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Κάτι το οποίο δεν ισχύει, καθώς η πιθανότητα υπερθέρμανσης οφείλεται κυρίως στα ηλιακά θερμικά κέρδη.

Αξιοποιώντας επομένως τις πέντε βασικές αρχές των παθητικών κτιρίων και ορίζοντας ένα ποσοστό τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών και φωτοβολταϊκών διατάξεων για παραγωγή ΖΝΧ, μπορεί να επιτευχθεί μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης ως και 96,5% .

Επιπροσθέτως, γίνεται κατανοητό ότι είναι πιο αποδοτική από ενεργειακή αλλά και οικονομική οπτική η συνολική ανακαίνιση συνοικιών από την υλοποίηση ανακαίνισης μεμονωμένα σε κάθε διαμέρισμα ξεχωριστά σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Καθώς , όπως φαίνεται και στην προσομοίωση που πραγματοποιήθηκε υπάρχει κτιριακή ομοιογένεια καθώς επικρατεί κοινή στρατηγική ως προς τις νέες προσθήκες και τις τροποποιήσεις που θα πραγματοποιηθούν στο κέλυφος. Συνεπώς , η συνεισφορά κάθε κτίσματος στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην γενικότερη αναδιαμόρφωση της γειτονιάς είναι κοινή και για αυτό τα αποτελέσματα που λαμβάνονται είναι αξιοσημείωτα σε σχέση με τα αρχικά.

Συγκεντρωτικά , με την εκπόνηση της ανακαίνισης , αποκαθίσταται η θερμική άνεση στα διαμερίσματα και μειώνονται στο ελάχιστο οι ενεργειακές ανάγκες των κατοίκων .Μιας και πλέον για τη θέρμανση και ψύξη των ιδίων χώρων απαιτούνται μικρότερα ποσά θερμότητας , καθώς το κτίριο έχει ενσωματώσει τις βασικές αρχές των παθητικών κτιρίων και έτσι εξοικονομείται ενέργεια αλλά και κατ'επέκταση υπάρχουν και οικονομικά οφέλη ύστερα από κάποια μικρή περίοδο απόσβεσης . Συγχρόνως οι ρύποι περιορίζονται σε ένα ικανοποιητικό ποσοστό. Συνεπώς η εξεταζόμενη γειτονιά εξελίσσεται σε μια βιώσιμη οικογειτονιά , που θα μπορούσε να αποτελέσει πρότυπο γειτονιάς για τα ελληνικά δεδομένα και εν συνεχεία να σπεύσουν και άλλοι οικισμοί να μιμηθούν αυτό το παράδειγμα και σταδιακά να αναβαθμιστούν όλες οι γειτονιές της πρωτεύουσας, ώστε να είναι εφικτή η καθολική βελτίωση όλων των γειτονιών και να είναι εμφανής τα οικολογικά αποτελέσματα και να μπορούν όλοι οι πολίτες να τα απολαύσουν .

## 11.2 Τελικά Συμπεράσματα Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην ανάδειξη των παθητικών κτιρίων και των πλεονεκτημάτων που μπορεί να επιφέρει η μαζική ανακαίνιση των γειτονιών στον κτιριακό τομέα αλλά και στην συνολική οικολογική ανάπτυξη των σύγχρονων πόλεων. Η εργασία χωρίστηκε σε δυο μέρη , το θεωρητικό και το πρακτικό . Στο θεωρητικό κομμάτι παρουσιάστηκαν αναλυτικά τα περιβαλλοντικά προβλήματα που έχουν προκληθεί από τις υπέρμετρες ανθρώπινες δραστηριότητες και παρεμβάσεις, η παρούσα κατάσταση που επικρατεί στον κτιριακό τομέα , οι νομοθετικές διατάξεις που ισχύουν και αυτές που πρόκειται να τεθούν προσεχώς σε ισχύ με στόχο την αειφορία και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος καθώς δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και στο πρότυπο του παθητικού κτιρίου ,μιας και αποτέλεσαν γνώμονα για την μετάβαση στο δεύτερο μέρος, το πρακτικό .Στο πρακτικό μέρος , απομονώθηκε μια γειτονιά στον Ταύρο , που αποτελείται από πολυκατοικίες της δεκαετίας του 1960 . Τα κτίρια αυτής της συνοικίας μοντελοποιήθηκαν και με τη χρήση του λογισμικού District PH, πραγματοποιήθηκαν κάποια εικονικά σενάρια ολικής ανακαίνισης αυτής της γειτονιάς. Σύμφωνα με την μελέτη που διεξήχθη , αποδείχθηκε ότι ο σχεδιασμός της ριζικής ανακαίνισης για την μετατροπή της γειτονιάς σε οικολογική και ενεργειακά αποδοτική με χρήση του λογισμικού, είναι εφικτή και επιβεβαιώνεται από τις νέες περιορισμένες ενεργειακές απαιτήσεις αλλά και την ποιότητα του εσωτερικού κλίματος που διασφαλίζεται.

Δυστυχώς ,συμπεραίνεται ότι εν έτη 2022, η ελληνική κοινωνία είναι αρκετά πίσω στον κτιριακό τομέα μιας και ένα μεγάλο ποσοστό ελληνικών νοικοκυριών χαρακτηρίζεται από απουσία θερμομόνωσης , γενικότερου θερμικού κελύφους και

έλλειψη κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού, συνεπώς όλα αυτά εντείνουν την ενεργειακή ένδεια . Παρά πολλές κατοικίες αδυνατούν να έχουν πρόσβαση σε σύγχρονες μεθόδους παροχής ενέργειας για θέρμανση , ψύξη, ΖΝΧ , μαγείρεμα , φωτισμό κλπ. Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η άμεση αναβάθμιση όλων των κατοικιών που έχουν οικοδομηθεί προγενέστερα του 1980 ,όπου τέθηκε σε ισχύ η νομοθεσία περί θερμομόνωσης των κτιρίων.

Σύμφωνα με έρευνες, το 85% των ήδη υπαρχόντων κτιρίων θα υπάρχει και το 2050 και αφού δε γίνεται να κατεδαφιστούν, θα πρέπει να βελτιωθούν ενεργειακά. Συνεπώς, ο κλάδος της κατασκευής, θα πρέπει να στραφεί στα υφιστάμενα κτίρια πρωτίστως.

Όλα τα παραπάνω φανερώνουν ότι το ελληνικό κράτος έχει τη μεγαλύτερη ευθύνη για την εφαρμογή και την θεσμοθέτηση νέων διατάξεων και νόμων που θα καθιερώνεται και θα επιβάλλεται ο παθητικός σχεδιασμός ως ενδεδειγμένη και βέλτιστη κατασκευαστική τεχνική . Εκτός όμως από την ευθύνη της πολιτείας, αντίστοιχη μέριμνα οφείλουν να προβάλλουν και οι μηχανικοί και οι υπόλοιποι επιστήμονες που ασχολούνται επαγγελματικά με τον ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων, ώστε να καταρτίζονται συνεχώς και να ενημερώνονται σχετικά με νέες μεθόδους που μπορούν να εφαρμοστούν με απώτερο στόχο το βέλτιστο ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων, με την αξιοποίηση όλων των αρχών του παθητικού σχεδιασμού. Αυτό απαιτεί αναθεώρηση και βελτίωση των προγραμμάτων σπουδών και των εξετάσεων πιστοποίησης που αφορούν τους ενεργειακούς επιθεωρητές, ώστε οι ενεργειακοί μηχανικοί που πιστοποιούνται, να διαθέτουν την επαρκή γνώση και κατάρτιση, να διενεργούν μελέτες και να σχεδιάζουν κτίρια με βάση τις σωστές αρχές ενεργειακού σχεδιασμού.

Φτάνοντας στο τέλος αυτής της εργασίας θα πρέπει να επισημανθεί για ακόμα μια φορά η αξία και τα πολυάριθμα πλεονεκτήματα της βιοκλιματικής φιλοσοφίας και της περιβαλλοντικής ευσυνειδησίας που πρέπει να καλλιεργηθεί και να μετουσιωθεί στις επόμενες γενιές . Η αγάπη προς τη φύση και η οικολογική αντίληψη πρέπει να αποτελεί βασικό κριτήριο της ανθρώπινης δραστηριότητας . Επομένως ,η εκμετάλλευση του φυσικών πόρων και η γενικότερη παρέμβαση στο περιβάλλον πρέπει να γίνεται ορθολογιστικό τρόπο και γνώμονας των πράξεων πρέπει να αποτελεί η διατήρηση της φυσικού περιβάλλοντος . Τα οφέλη που προκύπτουν με την υιοθέτηση της παραπάνω στάσης είναι η αναβάθμιση της ποιότητας ζωής σε όλους τους τομείς .

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Green Energy and Technology , Building a Passive House (The Architect's Logbook) Stefano Piraccini , 2018, σελ 22-32 και 87-119
- 2) Details for Passive Houses ( A catalogue of ecologically rated constructions, Passivhaus-Bauteilkatalog) , Okologisch bewertee Konstruktionen, 2009 σελ 13-31
- 3) Positive Energy Homes ,Creating Passive Houses for better living ,Robin Brimblecombe and Kara Rosemeier 2017, σελ 21-42
- 4) Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας , Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό, Θεματική ενότητα ΔΕ3 .Κλίμα και Περιβάλλον. Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων , Αθήνα Ιούνιος 2011, διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή : TEE, ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.pdf
- 5) Passive House in Different Climates -The path to net zero. Epub ,Mary James and James Bill, New York 2016, σελ 10-29
- 6) District ph version1.3 (2019) manual (A tool for district level energy balances and for assessing refurbishment scenarios) , Dr. Jürgen Schnieders
- 7) Εργασία ΕΙΠΙΑΚ, Study of a neighborhood in Athens, GR, Αθήνα 2020 , Alexandra Mangina, ,Dimitris Pallantzas, Stefanos Pallantzas
- 8) PCM -Based Building Envelope Systems ,Innovative solutions for passive design ,Benjamin Durakovic, Οκτώβριος 2019, σελ 39-58
- 9) Ashrae annual conference Sustainability knows no borders ,2011
- 10) Low -energy buildings in Europe -Standards ,criteria and consequences , A study of nine European countries Katherina Thullner, Μάρτιος 2010, σελ 25-29
- 11) Passive Houses energy efficient homes ,Van Uffelen -chris 2012 σελ 15-28
- 12) Passive cooling of buildings, Santomouris Matheos ( Published in 'Advances of Solar Energy', 2005, ISES, James and James Science Publishers, London) σελ 5-16 διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή : file:///C:/Users/30698/Downloads/Passive\_cooling\_of\_buildings.pdf
- 13) Οικολογική Αρχιτεκτονική ,Τσιπήρας Θ και Τσιπήρας ,Ιούνιος 2007, εκδόσεις Κέδρος, κεφ 3 Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική

- 14) Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων Τσιπήρας Κ Μάιος 2000, εκδόσεις Π-ΣΥΣΤΕΜΣ ΙΝΤΕΡΝΑΣΙΟΝΑΛ (Π-SYSTEMS INTERNATIONAL) σελ 58-73
- 15) Θερμικά ηλιακά συστήματα σημειώσεις μέρος πρώτο Κίμωνος Α. Αντωνόπουλου καθηγητού ΕΜΠ , Αθήνα 2008
- 16) Ηλιακή ενέργεια σημειώσεις
- 17) Κλιματισμός σημειώσεις Μέρος πρώτο Κίμωνος Α. Αντωνόπουλου καθηγητού ΕΜΠ , Αθήνα 2008
- 18) Ενέργεια στην αρχιτεκτονική : το ευρωπαϊκό εγχειρίδιο για τα παθητικά ηλιακά κτίρια ,Μετάφραση Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας Μαλλιάρης Παιδεία 1996 σελ 37-62
- 19) Evaluating energy efficient buildings, energy and moisture performance considering future climate change ,2019 Berggren Bjorn διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή :  
<https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/b17d2c8f-b830-4bc3-a46f-42522183abc5/FinalReport/SBUF%2012888%20slutrapport%20klimatska%20l.pdf>
- 20) Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας ,Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-6/2022 Βιοκλιματικός σχεδιασμός στον ελλαδικό χώρο, Αθήνα Φεβρουάριος 2022 ,διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή :  
<https://web.tee.gr/wp-content/uploads/%CE%A4%CE%9F%CE%A4%CE%95%CE%95-20701-6-%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%A3%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%82.pdf>
- 21) Διπλωματική εργασία ,Σχεδιασμός και προσομοίωση κτιρίων για τον ενεργειακό αυτοματισμό κτιρίων, Μπαρδούτσου Άρτεμις Χανιά 2020 ,DIAS.LIBRARY.TUC.GR
- 22) Διπλωματική εργασία ,Συμβολή του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων μέσω σύγκρισης προγραμμάτων προσομοίωσης, Κατσαρού Μαρία Ιωάννα -Κεφαλά Μαρία , Αθήνα 2011
- 23) Διπλωματική εργασία ,Εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια , Γεώργιος Π. Αλεβίζου ,Αθήνα 2013
- 24) Διπλωματική εργασία , Βιοκλιματική ανάπλαση οικοδομικού τετραγώνου στη Νέα Σμύρνη , Βασιλική Μπρόμη -Κων/νος Νάκας Αθήνα 2011
- 25) Διπλωματική εργασία Υπολογιστική μελέτη της θερμικής συμπεριφοράς παθητικού κτιρίου γραφείων, Θεοδωρίδης Μάριος , Αθήνα 2021

- 26) ΥΠΕΚΑ, 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 27/2012/ΕΕ). Διαθέσιμο στις ηλεκτρονικές διευθύνσεις: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=vDjk62bRxSI%3d&tabid=282&language=el-GR> και [http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=282&language=el-GR&SkinSrc=%5BG%5DSkins%2F\\_default%2FNo+Skin&ContainerSrc=%5BG%5DContainers%2F\\_default%2FNo+Container&dnnprintmode=true](http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=282&language=el-GR&SkinSrc=%5BG%5DSkins%2F_default%2FNo+Skin&ContainerSrc=%5BG%5DContainers%2F_default%2FNo+Container&dnnprintmode=true)
- 27) Δρούτσα Κ.Γ., Κοντογιαννίδης Σ., Δασκαλάκη Ε.Γ., Μπαλαράς Κ.Α., 2014. Αποτύπωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των ελληνικών κτιρίων μέσω των ενεργειακών πιστοποιητικών. 10ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [http://vergina.eng.auth.gr/IHT/B\\_03.pdf](http://vergina.eng.auth.gr/IHT/B_03.pdf).
- 28) Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013. Δελτίο Τύπου – Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά, 2011-2012. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SFA40/>-
- 29) ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ Ν. 3661/08 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα (KENAK) Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/downloads/2010/05/a-kenak.pdf>
- 30) Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική μορφή : <https://ypen.gov.gr/energeia/energeiaki-exoikonomisi/ktiria/kenak/>
- 31) Nearly zero-energy buildings . Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική μορφή: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings_en)
- 32) Energy and buildings ,journal,
- a) Optimizing the Passive House Planning Package simulation tool: A bottom-up dynamic approach to reduce building performance gap, Ye Kang, Nan Ma, Victor Bunster, Victor W-C Chang, Jin Zhou, Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική μορφή : <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0378778822006831?token=833362FC9B535BEC830D7B3F18506F7DE41A358134E180870E2328CC9876EC8B25E459FBB1DE7A67D889E33C9DA9B874&originRegion=eu-west-1&originCreation=20221004123229>
- b) Sustainability and efficient use of building-integrated photovoltaic curtain wall array (BI-PVCWA) systems in building complex scenarios, Wei Xiong, Xu Deng, Zhongbing Liu, Ruimiao Liu, Zhenghong Wu, Ling Zhang, Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική μορφή : <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S037877882200648X?token=D6D353E0A0F37CF6D84D040E5DD1FF2F184DB362DA417E08DA2539E2D89CA>

FA444E6E0DFF8AF9254AFDADA4F1E06D506&originRegion=eu-west-1&originCreation=20221004123718

- 33) Smart cities Marketplace, European Commission ,documents secure, clean and efficient energy system Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική μορφή :[https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/pimes\\_guide\\_for\\_bioclimatic\\_design.pdf](https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/pimes_guide_for_bioclimatic_design.pdf)
- 34) Οικοχωριό Findhorn , Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική μορφή :[Ecovillagefindhorn.com/index.php/building](http://Ecovillagefindhorn.com/index.php/building)
- 35) ΚΑΠΕ, ΕΡΓΑΣΙΑ (ΑΠΕ ΣΕ ΟΙΚΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ, RES DISSEMINATION ,cluster project) διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή: [Ape\\_oikistika\\_ΚΑΠΕ.pdf](http://Ape_oikistika_ΚΑΠΕ.pdf)
- 36) Παθητικό κτίριο α) ορισμός, β)πέντε βασικές αρχές γ) πως λειτουργεί δ)ενεργειακά πρότυπα ε)προσιτή βιωσιμότητα στ)κριτήρια πιστοποίησης ,διαθέσιμο σε ηλεκτρονική πηγή:<https://eipak.org>
- 37) Α)Building envelope ,B)planning and construction , C)mechanical systems ,D)thermal insulation , E)types of glazing and their specific values ηλεκτρονική πηγή:[Passipedia.org](http://Passipedia.org)
- 38) Passive house requirements ηλεκτρονική πηγή: [https://passivehouse.com/02\\_informations/02\\_passive-house-requirements/02\\_passive-house-requirements.htm](https://passivehouse.com/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm)
- 39) Η γειτονιά των συγκροτημάτων κοινωνικής κατοικίας στον Ταύρο, Απρίλιος 2020 ,[Athenssocialatlas.gr](http://Athenssocialatlas.gr) διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή : <https://www.athenssocialatlas.gr/%CE%AC%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%BF/h-%CE%BA%CE%BF%CE%B9%CE%BD%CF%89%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BD-%CF%84%CE%B1%CF%8D%CF%81%CE%BF/>
- 40) REPowerEU: Joint European Action for more affordable, secure and sustainable energy, Strasbourg, 8/3/2022 ,διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή :<https://eur-lex.europa.eu/>
- 41) Η βιολογία στην τάξη ,το φαινόμενο του θερμοκηπίου ,διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή: <https://mde.biologia.gr/>
- 42) 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 27/2012/ΕΕ), Αθήνα Δεκέμβριος 2014 , διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή : [https://energy.ec.europa.eu/system/files/2015-10/20142207.78-93\\_0.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2015-10/20142207.78-93_0.pdf)

- 43) Ηλεκτρονικό άρθρο με τίτλο :Πόσα γνωρίζουμε για το ενεργειακό αποτύπωμα? 04-09-2013, διαθέσιμο στην ηλεκτρονική πηγή:  
<https://greenbuilding.gr/perivallon-ape/%ce%b5%ce%bd%ce%b5%cf%81%ce%b3%ce%b5%ce%b9%ce%b1%ce%ba%ce%bf-%ce%b1%cf%80%ce%bf%cf%84%cf%85%cf%80%cf%89%ce%bc%ce%b1/>
- 44) Τεχνική οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος ΤΟ.ΤΕΕ 20702-05/2010 Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων , Αθήνα Ιανουάριος 2011
- 45) Ενεργειακή απόδοση κτιρίων κανονιστικές διατάξεις για την εφαρμογή του Ν 3661/2008 ΚΕΝΑΚ ΠΔ Ενεργειακών επιθεωρητών , Αθήνα 2010 διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή <https://slideplayer.gr/slide/1948793/>
- 46) Διπλωματική εργασία Αρχές και εφαρμογές του βιοκλιματικού πολεοδομικού σχεδιασμού Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκης τμήμα μηχανικών χωροταξίας και ανάπτυξης, Μάριος Χ. Δανάκος , Φεβρουάριος 2011
- 47) Έρευνα ,προώθηση και διάδοση εφαρμογών ΑΠΕ οικολογικής αρχιτεκτονικής -ηλιοπροστασία, Αθήνα 2020 ,διαθέσιμο στην ηλεκτρονική πηγή <https://anelixi2020.org/vioklimatikos-schediasmos-ktirion/ilioprostasia/>
- 48) Κατασκευαστική διεύρυνση κτιρίου με έμφαση στο βιώσιμο σχεδιασμό εκπαιδευτικό υλικό 2012-2013 (ενεργειακός σχεδιασμός διαλέξεις Ι.Τρυπιδάκης), διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή : <http://courses.arch.ntua.gr/107643.html>
- 49) Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων και οικιστικών συνόλων (ΚΑΠΕ 2006) διαθέσιμο στην ηλεκτρονική μορφή : Ενεργειακός σχεδιασμός κτηρίων και οικιστικών συνόλων - ΚΑΠΕ - Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (cres.gr)
- 50) Περιβάλλον χώρος-μικροκλίμα -φωτισμός (βιοκλιματική αρχιτεκτονική) Αθήνα 2011, διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή :[https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/4-periballon-choros-\\_mikroklima-\\_photismos-periballon-choros---mikroklima](https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/4-periballon-choros-_mikroklima-_photismos-periballon-choros---mikroklima)
- 51) Google maps
- 52) Τυπολογία ελληνικών κτιρίων κατοικίας ,Αθήνα 2016  
 GR\_TABULA\_TYPOLOGYBROCHURE\_NOA



- 53) Εθνικός Ενεργειακός Σχεδιασμός – Οδικός Χάρτης για το 2050 ,Απρίλιος 2012 ,διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή <http://www.opengov.gr/minenv/?p=4108>
- 54) ASHRAE STANDARD 55,1992
- 55) EN 15251:2007, Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality,thermal environment, lighting and acoustics, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- 56) Are the energy savings of the Passive House standard reliable? A review of the as-built thermal and space heating performance of Passive House dwellings from 1990 to 2018, Johnston, D and Siddall, M and Ottinger, O and Peper, S and Feist
- 57) Refurbishing an existing apartment block in Mediterranean climate: towards the Passivhaus standard, Agata Consolia , Vincenzo Costanzob , Gianpiero Evolaa\*, Luigi Marlettaa
- 58) Ηλεκτρονικό άρθρο :Τι αλλάζει στην κατανάλωση ενέργειας για τον οικιακό τομέα και τα κτίρια έως το 2050, Αθήνα 17 Μαρτίου 2021 ,διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή :<https://www.newmoney.gr/energeia/ipen-ti-allazistin-katanolosi-energias-gia-ton-ikiako-tomea-ke-ta-ktiria-eos-to-2050/>
- 59) Εθνικό σχέδιο για την ενέργεια και το κλίμα ΥΠΕΝ, Αθήνα Ιανουάριος 2019, διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή: [https://energy.ec.europa.eu/system/files/2019-02/greece\\_draftnecp\\_0.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2019-02/greece_draftnecp_0.pdf)
- 60) Προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών CO2, τράπεζα της Ελλάδος ,Αθήνα 2017, διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή <https://www.bankofgreece.gr/RelatedDocuments/%ce%9a%ce%b5%cf%86%ce%b1%ce%bb%ce%b1%ce%b9%ce%bf%204.pdf>
- 61) Διπλωματική εργασία βελτιστοποίηση ενεργειακής απόδοσης υφιστάμενου παθητικού κτιρίου με τη χρήση λογισμικού PHPP, Ζαχαράκη Ελένη, Ζούπα Ευφροσύνη-Δανάη , Πάτρα 2018
- 62) Διπλωματική εργασία ,Ενεργειακή ανάλυση παθητικών συστημάτων σε Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης με χρήση των λογισμικών PHPP και DesignPH,, Δημήτριος Παλλατζάς , Αθήνα Μάρτιος 2019
- 63) Re-inventing air heating: Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept, Wolfgang Feist , Schnieders a , Viktor Dorer b , Anne Haas.(Energy and Building 2005), διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή [re-inventing air heating.pdf](#)

