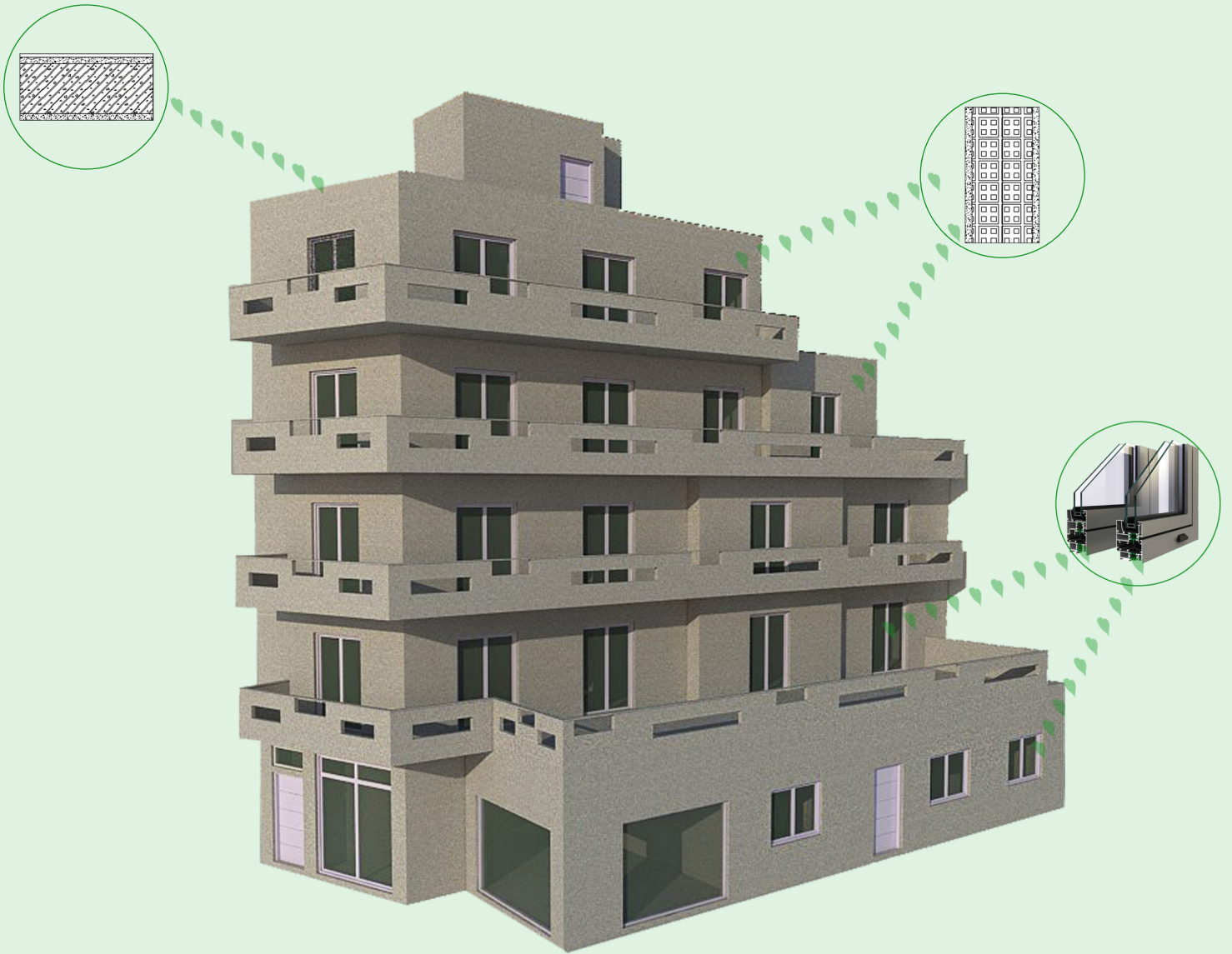


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΠΑΛΑΙΩΝ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΤΣΑΓΚΡΑΣΟΥΛΗΣ

ΒΟΛΟΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014



ΕΛΙΣΑΒΕΤ ΚΑΛΑΡΓΑΛΗ

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ τον καθηγητή μου Αριστείδη Τσαγκρασούλη για την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθειά του, καθώς και όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | CONTENTS

| | |
|---|----|
| Περίληψη Abstract | 8 |
| ΜΕΡΟΣ Α' PART A' | |
| 1 Εισαγωγή | 11 |
| 1.1. Περιβάλλον – περιβαλλοντική μόλυνση | 11 |
| 1.2. Ενεργειακό Ισοζύγιο | 12 |
| 1.3. Επιπτώσεις των κτιρίων στο περιβάλλον | 15 |
| 2 Κτίρια και κατανάλωση | 16 |
| 2.1. Το κτίριο ως ενεργειακό σύστημα | 16 |
| 2.2. Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα | 17 |
| 2.2.1. Τα αίτια του προβλήματος | 19 |
| 2.2.2. Θερμομόνωση κελύφους | 19 |
| 2.2.3. Σύστημα θέρμανσης | 20 |
| 2.2.4. Ηλεκτρικές συσκευές | 21 |
| 2.2.5. Ψύξη | 22 |
| 2.2.6. Πρακτικές αποδοτικότερης ενεργειακής συμπεριφοράς | 23 |
| 2.3. Ελληνικό κτιριακό απόθεμα | 25 |
| 2.3.1. Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων | 25 |
| 2.3.2. Ανάλυση του υπάρχοντος κτιριακού όγκου | 26 |
| 2.3.2.1. Ανάλυση βάσει χρονολογία κατασκευής | 26 |
| 2.3.2.2. Ανάλυση βάσει αριθμού ορόφων | 29 |
| 2.3.2.3. Ανάλυση βάσει αποκλειστικής χρήσης | 30 |
| 2.3.2.4. Ανάλυση βάσει τύπο κατοικίας και μέγεθος κατοικιών | 30 |
| 3 Νομοθετικό Πλαίσιο | 32 |
| 3.1. ΚΕΝΑΚ | 33 |
| 3.1.2. Κύρια χαρακτηριστικά του ΚΕΝΑΚ | 33 |
| 3.1.2.1. Εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης | 33 |
| 3.1.2.2. Απαιτήσεις μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων | 35 |
| 3.1.2.3. Κλιματικές ζώνες Ελλάδας | 36 |
| 3.1.2.4. Κτίριο αναφοράς και όρια ενεργειακών κατηγοριών | 37 |
| 3.1.2.5. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας | 38 |

ΜΕΡΟΣ Β΄ | PART Β΄

| | |
|--|-----------|
| 4 Προτάσεις παρεμβάσεων σε παλιές πολυκατοικίες | 41 |
| 5 Θερμομόνωση κελύφους | 41 |
| 5.1.1. Η κατάσταση στην Ευρώπη | 41 |
| 5.1.2. Η κατάσταση στην Ελλάδα | 42 |
| 5.1.3. Η συμβολή της θερμομόνωσης | 43 |
| 5.1.4. Η συμβολή της θερμομόνωσης κατά την καλοκαιρινή περίοδο | 44 |
| 5.2. Θερμογέφυρες | 45 |
| 5.2.1. Δημιουργία θερμογεφυρών | 45 |
| 5.2.2. Θερμογέφυρες και KENAK | 46 |
| 5.2.3. Περιπτώσεις θερμογεφυρών | 46 |
| 5.2.4. Επίδραση στη θερμική άνεση | 54 |
| 5.2.5. Υγρασία επιφανειακής συμπύκνωσης | 54 |
| 5.3. Βασικές αρχές θερμομόνωσης | 55 |
| 5.3.1. Θερμομονωτικά υλικά | 56 |
| 5.3.2. Αίτια θερμικών απωλειών | 58 |
| 6 Θερμομόνωση Εξωτερικής Τοιχοποιίας | 59 |
| 6.1. Είδη θερμομόνωσης | 59 |
| 6.1.1. Εσωτερική θερμομόνωση | 60 |
| 6.1.2. Εξωτερική θερμομόνωση | 62 |
| 6.1.2.1. Η κατασκευή | 63 |
| 6.1.2.2. Αναδρομική εξωτερική θερμομόνωση | 64 |
| 6.1.2.3. Κίνδυνοι | 65 |
| 7 Θερμομόνωση δώματος | 66 |
| 7.1. Φθορές | 66 |
| 7.2. Τύποι δωμάτων | 66 |
| 7.3. Θερμομονωτική προστασία δώματος υφιστάμενου κτιρίου | 68 |
| 8 Θερμομόνωση pilotis | 70 |
| 8.1. Εξωτερική θερμομόνωση | 70 |
| 8.2. Εσωτερική θερμομόνωση | 71 |
| 9 Αντικατάσταση κουφωμάτων | 72 |
| 9.1. Είδη Κουφωμάτων | 72 |
| 9.2. Συμβολή ανοιγμάτων στο ενεργειακό ισοζύγιο | 74 |

| | |
|--|------------|
| 9.3. Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου | 74 |
| 9.4. Κατασκευαστικές λεπτομέρειες κουφωμάτων | 75 |
| 9.5. Ενεργειακοί υαλοπίνακες | 77 |
| 9.5.1. Χαρακτηριστικά υαλοπινάκων | 77 |
| 9.5.2. Τύποι υαλοπινάκων | 79 |
| ΜΕΡΟΣ Γ' PART C' | |
| 10 Μελέτη περίπτωσης | 87 |
| 10.1. Ταυτότητα και περιγραφή κτιρίου | 87 |
| 10.2. Χαρακτηριστικά κτιριακού κελύφους | 90 |
| 10.3. Προτάσεις παρεμβάσεων | 92 |
| 10.3.1. Παραδοχές | 92 |
| 10.3.2. Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας | 93 |
| 10.3.3. Θερμομόνωση και στεγάνωση δώματος | 96 |
| 10.3.4. Αντικατάσταση κουφωμάτων | 97 |
| 10.3.5. Αποτελέσματα | 98 |
| 11 Υπόλοιπα σενάρια | 98 |
| 11.1. Α' Σενάριο | 99 |
| 11.2. Β' Σενάριο | 100 |
| 11.3. Γ' Σενάριο | 101 |
| 11.4. Δ' Σενάριο | 102 |
| 11.5. Ε' Σενάριο | 103 |
| 11.6. Ζ' Σενάριο | 105 |
| 12 Συμπεράσματα | 107 |
| 13 Επίλογος | 109 |
| 14 Παραρτήματα | 110 |
| 15 Βιβλιογραφία | 126 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ελλάδα εμφανίζει το πιο σπάταλο κτιριακό απόθεμα και παράλληλα κάθε χρόνο η κατάσταση επιδεινώνεται. Η σύγκριση ανάμεσα στις μεσογειακές χώρες αποδεικνύει ότι τα ελληνικά νοικοκυριά παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη σχετική κατανάλωση. Σχεδόν 30% μεγαλύτερη της Ισπανίας και περίπου διπλάσια της Πορτογαλίας. Ταυτόχρονα, είναι σχεδόν ίση με αυτήν της ψυχρής Ολλανδίας και σημαντικά μεγαλύτερη από χώρες με ψυχρότερο κλίμα όπως το Βέλγιο και η Τσεχία. (55)

Παράλληλα, οι κανονισμοί της χώρας μας δημιουργήθηκαν μεταπολεμικά και ενσωματώθηκαν ορισμένες δεκαετίες μετά τη δημιουργία τους. Επιπλέον, δεν υπάρχει έλεγχος της μελέτης και σωστής εφαρμογής της στο εργοτάξιο. Οι σχετικοί κανονισμοί των ευρωπαϊκών χωρών προδιαγράφουν με σημαντική λεπτομέρεια τι πρέπει να περιλαμβάνει μια ενεργειακή μελέτη, θέτουν σαφή όρια ενεργειακής απόδοσης και ελέγχουν την επιτυχία κατά την εφαρμογή της μελέτης.

Στην Ελλάδα θεωρούμε την εξοικονόμηση ενέργειας ως μείωση ποιότητας ζωής καθώς επίσης έχουμε λανθασμένη εντύπωση για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Δεν υπάρχουν τυποποιημένες λύσεις που μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε κτίριο, ούτε η εξοικονόμηση ενέργειας εξαρτάται μόνο από το ποιο σύστημα θέρμανσης – ψύξης που θα χρησιμοποιηθεί. Ένα σωστά σχεδιασμένο κτίριο με ένα μη αποδοτικό σύστημα μπορεί να εμφανίσει χαμηλότερη κατανάλωση από ότι το πιο αποδοτικό σύστημα σε ένα ακατάλληλο κτίριο.

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι να παρουσιάσει και να αναλύσει την παρούσα κατάσταση όσον αφορά το κτιριακό απόθεμα της χώρας και να προτείνει τρόπους αναβάθμισής του. Η μελέτη αποτελείται από τρία μέρη.

Στο πρώτο μέρος, παρουσιάζεται το ενεργειακό ισοζύγιο και οι επιπτώσεις των κτιρίων στο περιβάλλον, καθώς και αναλύονται το κτιριακό απόθεμα της Ελλάδας και η κατανάλωση ενέργειάς του. Αναλύονται τα αίτια κακής ενεργειακής συμπεριφοράς του ελληνικού κτιριακού αποθέματος και η εξέλιξη της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καταλήγοντας στην ανάλυση του υπάρχοντος νομοθετικού πλαισίου.

Στο δεύτερο μέρος, γίνεται παρουσίαση προτάσεων με παρεμβάσεις σε παλιές πολυκατοικίες που έχουν στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Τέλος, στο τρίτο μέρος, αξιοποιώντας τις γνώσεις από τα προηγούμενα μέρη, παρουσιάζεται μια μελέτη περίπτωσης. Σε μια παλιά πολυκατοικία στην Αθήνα εφαρμόζονται όσα προτάθηκαν στο δεύτερο μέρος με στόχο την καλύτερη ενεργειακή λειτουργία της.

ABSTRACT

The Greek building stock is the most wasteful and every year the situation is getting worst. Comparison between the Mediterranean countries evinces that Greek households present the highest consumption. It is almost 30% higher than in Spain and about twice as in Portugal. Simultaneously, it is almost equal to that of cold Netherlands and significantly higher than in countries with a cooler climate such as Belgium and the Czech Republic.

At the same time, the regulations of our country were created after the war and were incorporated some decades after their creation. Furthermore, there is no control of the design and its proper adjustment at the site. The relevant regulations of European countries specify in significant detail what exactly an energy design must include, determine clear limitations of energy efficiency and control the success during the adjustment of the design.

In Greece the energy saving is considered as a reduction in quality of life, as well there is an incorrect impression for the bioclimatic design. There are no standard solutions which can be applied to any building, neither the energy saving depends only on which heating and cooling system will be used. A properly designed building with an inefficient system can display lower consumption than the most efficient system in an unsuitable building.

The principle purpose of this study is to present and analyze the current situation with regard to the building stock of the country and to propose ways of upgrading. The study is comprised of three main parts.

The first part focuses on the energy balance and the impact of buildings on the environment, as well the Greek building stock and its energy consumption are analyzed. There are presented the causes of poor energy behavior of the Greek building stock and the evolution of energy efficiency of buildings, leading at the analysis of the existing legislation.

The second part is a presentation of proposals with interventions in old blocks of flats that aim at the reduction of energy consumption.

Conclusively, in the third part, by leveraging the knowledge from previous parts, a case study is presented. In an old block of flats in Athens are applied those who were proposed in the second part, aiming at its better energy function.

ΜΕΡΟΣ Α' | PART A'

1 | ΕΙΣΑΓΩΓΗ

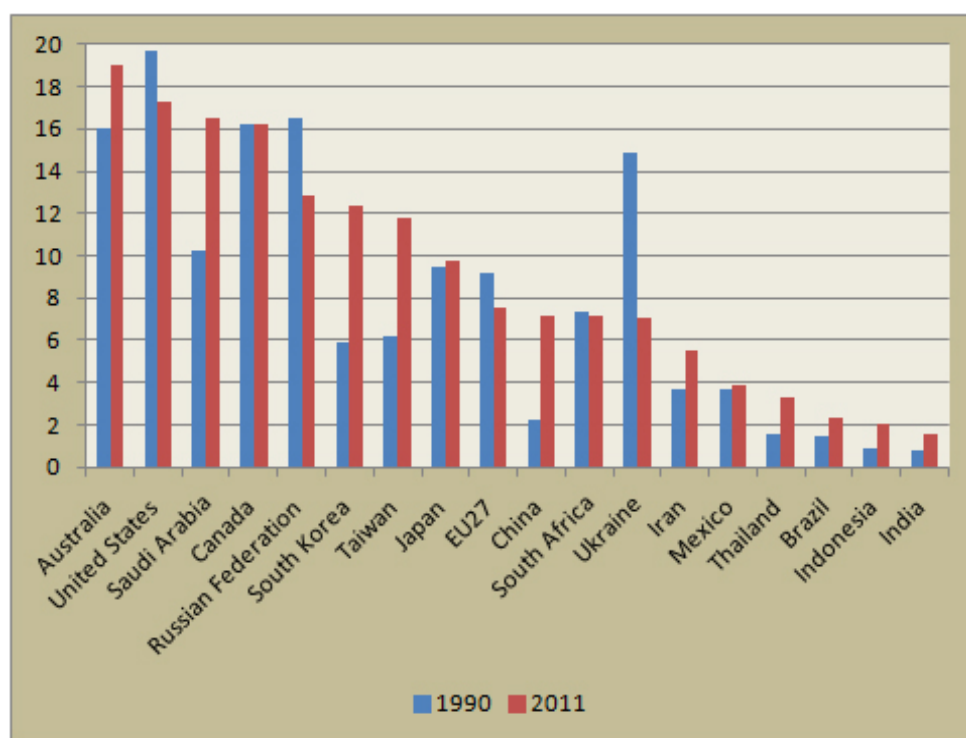
1.1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΟΛΥΝΣΗ

Οι διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις της ανθρωπότητας σε φυσικούς πόρους ασκούν τεράστιες πιέσεις στη βιοποικιλότητα του πλανήτη και απειλούν τη μελλοντική μας ασφάλεια, υγεία και ευημερία.

Η σημερινή τάση οδηγεί σε διπλασιασμό, ως το 2100, των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων τα οποία θεωρούνται υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, σε σχέση με τις συγκεντρώσεις που παρατηρήθηκαν πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση. Σύμφωνα με το χειρότερο σενάριο, αυτός ο διπλασιασμός αναμένεται νωρίτερα, περίπου το 2045.

Τα τελευταία 200 χρόνια, πάνω από 2,3 τρισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα έχουν ελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Το 50% αυτών των εκπομπών έχουν ελευθερωθεί από το 1974 ως το 2004. Η μεγαλύτερη απόλυτη αύξηση στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα παρουσιάστηκε το 2004, όταν μόνο από την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων προστέθηκαν στην ατμόσφαιρα πάνω από 28 εκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα. (33)

Συνολικά, η συκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατά 31% από το 1750, δηλαδή τη Βιομηχανική Επανάσταση. Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι περίπου 12 φορές υψηλότερες σε σχέση με το 1900, καθώς οι ανθρώπινες κοινωνίες καίνε αυξημένες ποσότητες γαιάνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου για την παραγωγή ενέργειας.



1. Παγκόσμιες εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα το 1990 και το 2011 (πηγή: <http://sagacommodities.com/?cid=7&NewsId=314&lng=en>)

Η Ελλάδα υπέγραψε τη Σύμβαση – Πλαίσιο για την κλιματική αλλαγή στο Ρίο ντε Τζανέιρο τον Ιούνιο του 1992 και την έκανε νόμο του κράτους τον Απρίλιο του 1994. Στόχος της Σύμβασης είναι η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια, ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο υιοθετήθηκε κατά τη διάσκεψη της UNFCCC στο Κιότο της Ιαπωνίας το Δεκέμβριο του 1997. Βάσει του πρωτοκόλλου αυτού, οι βιομηχανικές χώρες είχαν δεσμευθεί να

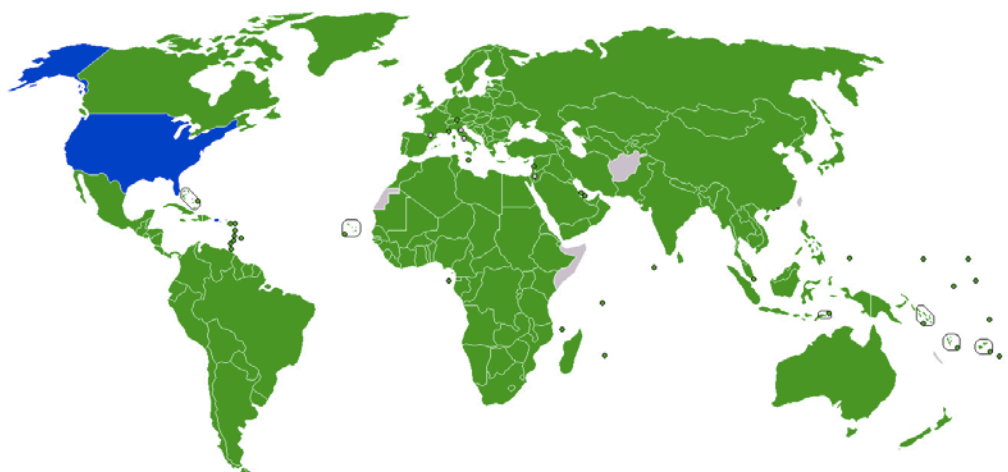
μειώσουν, στη διάρκεια της περιόδου 2008-2012, τις εκπομπές έξι αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά 5,2% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

Η Ελλάδα υπέγραψε το Πρωτόκολλο τον Απρίλιο του 1998 μαζί με τα υπόλοιπα Κράτη Μέλη της Ε.Ε. Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο, η Ελλάδα δεσμεύεται να περιορίσει την αύξηση των εκπομπών της στο +25% για το διάστημα 2008-2012, προκειμένου να συνεισφέρει στο κοινό στόχο της Ε.Ε. για 8% μείωση των εκπομπών το ίδιο διάστημα. Για να ανταποκριθεί στη δέσμευσή της αυτή, εκπόνησε το Εθνικό Πρόγραμμα μείωσης εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου για την περίοδο 2000-2010. (<http://www.ypeka.gr/?tabid=443>)

Η κλιματική αλλαγή γίνεται αισθητή λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη. Σύμφωνα με την IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) προβλέπεται αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας μεταξύ 1,4 °C και 5,8 °C έως το τέλος του αιώνα.

Η αύξηση της θερμοκρασίας της Ελλάδας θα κυμανθεί από 3,1°C έως 5,1°C μέχρι το τέλος του αιώνα, με τα μεγάλα αστικά κέντρα και την Κρήτη να βιώνουν εντονότερα την κλιματική αλλαγή. (60)

Ένα άλλο ιδιαίτερος σημαντικό στοιχείο είναι η αύξηση της στάθμης της θάλασσας. Μετρήσεις αποδεικνύουν ότι η μέση στάθμη της θάλασσας σε παγκόσμιο επίπεδο έχει ανέβει περίπου 0,1-0,2 μέτρα κατά τον 20^ο αιώνα. Οι επιστήμονες προβλέπουν έως και 5 εκατοστά άνοδο στάθμης της θάλασσας ανά δεκαετία. (11) Στην Ελλάδα, η Θεσσαλονίκη και η Κρήτη θα πληγούν εντονότερα.



2. Συμμετοχή χωρών στο Πρωτόκολλο του Κιότο: με πράσινο χρώμα δηλώνονται οι χώρες που υπέγραψαν και επικύρωσαν το πρωτόκολλο, με μπλε οι χώρες που το υπέγραψαν αλλά δεν το επικύρωσαν και με γκρι οι χώρες που δεν έχουν πάρει θέση (πηγή: http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BB%CE%BF_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%9A%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%BF)

1.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Η δεκαετία του 1970 σημαδεύτηκε από την προσπάθεια αντίδρασης του πολιτικού και επιστημονικού κόσμου στις δύο πετρελαϊκές κρίσεις οι οποίες οδήγησαν στην υιοθέτηση κανονιστικών ρυθμίσεων για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων, καθώς η αύξηση του κόστους της άγγιξε το 300%. (13) Το ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου θεωρήθηκε ως θερμικό ισοζύγιο, με στόχο τη μείωση της απαραίτητης ενέργειας για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων. Τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά στον τομέα της θέρμανσης, όμως εμφανίστηκαν φαινόμενα όπως ο ανεπαρκής φυσικός φωτισμός, η οπτική αποξένωση από το φυσικό περιβάλλον, η κακή ποιότητα αέρα και η εμφάνιση προβλημάτων υγρασίας λόγω ανεπαρκούς αερισμού.

Τη δεκαετία του 1980 άρχισε μια προσπάθεια επίλυσης των προβλημάτων που προέκυπταν από τη λήψη μέτρων για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Έτσι εμφανίζονται τα πρώτα κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης με κυριότερο εργαλείο τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, αξιοποιώντας το φυσικό περιβάλλον με τον ηλιασμό, την ηλιοπροστασία, τη θερμοχωρητικότητα και το φυσικό αερισμό και όχι απομονώνοντας το κτίριο από αυτό. Κάποιες εφαρμογές μεγάλης κλίμακας σε ευρωπαϊκές χώρες είναι τα σπίτια του Milton Keynes στην Αγγλία, το Ηλιακό Χωριό της Λυκόβρυσης στην Αττική και τα ηλιακά σπίτια στη Γερμανία.



3. Ενεργειακό σπίτι στο Milton Keynes στην Αγγλία (πηγή: <http://www.architectsjournal.co.uk/home/footprint/footprint-blog/milton-keynes-passivhaus-the-most-airtight-house-ever/8632843.article>)



4. 5. Ηλιακό χωριό στη Λυκόβρυση Αττικής (πηγή: http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Iliako_Chorio_at_Pefki.jpg)

Στη δεκαετία του 1990 διερευνήθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο και αναπτύχθηκαν οι υπολογιστικές δυνατότητες. Κατέστη δυνατή η ανάλυση των ιδιοτήτων των υλικών, η προσομοίωση της δυναμικής συμπεριφοράς ενός δομικού στοιχείου στο χρόνο και η αξιολόγηση της επιτυχίας της ένταξης μιας κατασκευής στο αστικό περιβάλλον. Στις αρχές του νέου αιώνα τα σύγχρονα κτίρια καταναλώνουν για θέρμανση το ένα έκτο της ενέργειας απ' ό,τι αυτά που κατασκευάστηκαν πριν το 1970, χωρίς να περιορίζονται οι αρχές του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Ενδεικτικά στις γερμανικές κατασκευές μετά το 1996 η ετήσια ανηγμένη κατανάλωση για θέρμανση έφτασε τις 50kWh/m^2 . (13)

Υπήρξαν βέβαια και αρνητικές εξελίξεις. Στις νότιες ευρωπαϊκές χώρες, κυρίως, προέκυψε το πρόβλημα της ραγδαίας αύξησης των φορτίων κλιματισμού. Οι βασικοί παράγοντες είναι η μεταβολή των μικροκλιματικών συνθηκών στα αστικά κέντρα, η υπερδιαστασιολόγηση των ανοιγμάτων ανεξαρτήτως του προσανατολισμού τους και οι αυξημένες απαιτήσεις εσωκλιματικών συνθηκών από τους κατοίκους. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι παρά την εξέλιξη, υπάρχουν αρετές ενός κτιρίου, όπως η ηλιοπροστασία, η αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας και η θερμομόνωση, που δύσκολα υποκαθίστανται.

Η κατασκευή ενός κτιρίου βασίζεται αφενός στον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιριακού κελύφους, αφετέρου στη χρήση συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Συνεπώς το κτίριο αποτελεί ένα σύνθετο ενεργειακό σύστημα. Επομένως, η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του συμβάλλει στην προσπάθεια αύξησης της ενεργειακής απόδοσης ολόκληρου του ενεργειακού συστήματος μιας χώρας.

Το ενεργειακό ισοζύγιο καθορίζεται από τη ροή θερμότητας από και προς το εσωτερικό του κτιρίου, αλλά και από την παραγωγή και απορρόφηση θερμότητας που συντελείται στο εσωτερικό του.

Στην προσπάθεια βελτίωσης του ενεργειακού ισοζυγίου εμπλέκονται η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους, η βελτιστοποίηση του μεγέθους των ανοιγμάτων, η ηλιοπροστασία, η μείωση των απωλειών ακούσιου αερισμού, ο περιορισμός του εκούσιου αερισμού στα απολύτως απαραίτητα επίπεδα, η επιλογή των κατάλληλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, η βελτιστοποίηση του φωτισμού κ.ά.

Συνοψίζοντας, το κτίριο αποτελεί ένα θερμοδυναμικό σύστημα, το οποίο μπορούμε να αποτυπώσουμε με τη βοήθεια ενός ενεργειακού ισοζυγίου. Ζητούμενο κάθε κτιρίου είναι η διασφάλιση

των συνθηκών ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος που έχουν τεθεί ως στόχοι κατά το σχεδιασμό του και προδιαγράφονται από μια σειρά τεχνικών οδηγιών.

1.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Κάθε κτίριο σε όλα τα στάδια της ζωής του – την κατασκευή, την χρήση, την συντήρηση, την ανακαίνιση και την κατεδάφισή του – έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα ζωής και την υγεία αυτών που το κατοικούν και των περιοίκων. Ο σχεδιασμός του επηρεάζει το ενεργειακό ισοζύγιο και την ποιότητα των εσωτερικών συνθηκών μέσω των ανταλλαγών με το εξωτερικό περιβάλλον.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια δραματική υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού προβλήματος καθώς και χρήση υλικών και συσκευών μη φιλικών προς το περιβάλλον, με αποτέλεσμα την εμφάνιση σημαντικών περιβαλλοντικών και ενεργειακών προβλημάτων στα κτίρια. Αυτά είναι:

- Η μεγάλη αύξηση της κατανάλωσης φυσικών πόρων (αδρανή υλικά, ορυκτά, ξύλο και νερό) καθώς και ενέργειας.
- Η χρήση μεγάλης ποσότητας ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό, παραγωγή ζεστού νερού, τεχνητό φωτισμό με αποτέλεσμα άμεσες και έμμεσες εκπομπές ρύπων του διοξειδίου του άνθρακα.
- Η αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για το δροσισμό των κτιρίων κατά την καλοκαιρινή περίοδο λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα (φαινόμενο θερμικής νησίδας).
- Η αύξηση της συγκέντρωσης ρυπαντών στο εσωτερικό των κτιρίων λόγω της αύξησης των επιπέδων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των υψηλών εκπομπών μέρους των σύγχρονων δομικών υλικών με ιδιαίτερες συνέπειες στην υγεία και την παραγωγικότητα των κατοίκων.
- Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στην αλλαγή του κλίματος λόγω της ρύπανσης του αέρα από τις ενεργειακές εκπομπές των κτιρίων.
- Πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή, την συντήρηση, την ανακαίνιση και την κατεδάφιση των κτιρίων περιέχουν τοξικές ουσίες που ρυπαίνουν τον αέρα και τα νερά και προκαλούν βλάβες στην υγεία των ανθρώπων και τα φυσικά οικοσυστήματα.
- Η χωροθέτηση και η ανέγερση ενός κτιρίου επηρεάζουν τον χώρο και έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον που αφορούν την διάταξη του τοπίου, την μείωση των ελεύθερων χώρων, την αύξηση των απορριμμάτων και την εμφάνιση του φαινομένου της αστικής χαράδρας.
- Το κλίμα των πόλεων επηρεάζεται από το δομημένο περιβάλλον, το είδος και την ποιότητα των κτιρίων. Η πυκνή δόμηση και η βιομηχανοποίηση των υλικών έχουν επιδεινώσει την ποιότητα του αστικού χώρου.
- Τα δομικά υλικά αποτελούν «ζωντανό» τμήμα της κατασκευής, δηλαδή έχουν διάρκεια ζωής. Γι' αυτό πρέπει να γίνεται σωστή επιλογή υλικών ώστε να μην προκύπτουν άσκοπες ποσότητες κατασκευαστικών αποβλήτων.

Τις δύο τελευταίες δεκαετίες οι αντιλήψεις για τον σχεδιασμό των κτιρίων έχουν αρχίσει να αλλάζουν. Οι κατασκευαστές και οι χρήστες όλο και περισσότερο εκδηλώνουν ενδιαφέρον για κτίρια που ικανοποιούν σε μεγαλύτερο βαθμό τις ανάγκες των χρηστών, μειώνουν στο ελάχιστο τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και προστατεύουν την υγεία των κατοίκων.

Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων δεν θα πρέπει να αποσυνδέεται από τα προβλήματα περιβάλλοντος και θα πρέπει να μελετάται ως μια ενότητα μαζί με το συγκεκριμένο εξωτερικό μικροκλίμα στον χώρο του κτιρίου, καθώς και το διαμορφούμενο εσωτερικό περιβάλλον.

2 | ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

2.1. ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΩΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Ο τομέας των κτιρίων αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο οικονομικό χώρο της Ευρώπης, παρουσιάζοντας ετήσιο κύκλο εργασιών που ξεπερνά τα 400 δισεκατομμύρια ευρώ. Ταυτόχρονα, σε ημερήσια βάση, η παγκόσμια πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση που σχετίζεται με τα κτίρια, ξεπερνά τα 17 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου. (15)

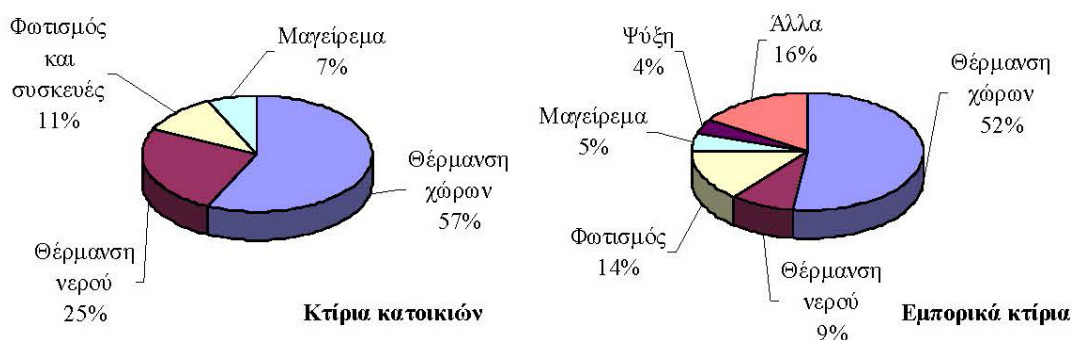
Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ο τομέας των κτιρίων απορροφά κατά μέση τιμή το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η ανά χώρα κύμανση ποικίλει από 20% για την Πορτογαλία, έως 45% για την Ιρλανδία, ενώ στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στο 35%. (15)

Πριν από την πετρελαϊκή κρίση του 1973, η ενεργειακή απόδοση των τμημάτων του κελύφους των κτιρίων δεν αποτελούσε κρίσιμο και σημαντικό παράγοντα στο σχεδιασμό τους. Παρ' όλα αυτά η κατάσταση αυτή άλλαξε με την ανάπτυξη και την εφαρμογή αρκετών προτύπων και κανονισμών, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού κελύφους.

Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στον κτιριακό τομέα αποτελεί μία από τις σημαντικότερες προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, στην Ε.Ε. ανήλθε το 2001 σε 385,6 Mtoe (toe=tonne oil equivalent) ή περίπου το 40% της ετήσιας συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η πρόβλεψη για το 2020 δίνει μια αύξηση στα 457 Mtoe. Η κατανάλωση ενέργειας για οικιακή χρήση αντιπροσωπεύει το 70% της συνολικής ενέργειας και το υπόλοιπο 30% αφορά στην κατανάλωση ενέργειας στα εμπορικά και δημόσια κτίρια. Η θέρμανση χώρων αλλά και η ψύξη παρουσιάζουν το μεγαλύτερο μερίδιο στην κατανάλωση ενέργειας τελικής χρήσης. Στον οικιακό τομέα η θέρμανση αντιστοιχεί στο 57% της συνολικής ενέργειας, ενώ στον εμπορικό τομέα στο 52%. Η κατανάλωση για την ψύξη χώρων στον εμπορικό τομέα ανέρχεται στο 4% της συνολικής ενέργειας και αναμένεται ραγδαία αύξηση. (49)

Εφόσον το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσης ενέργειας σε ένα κτίριο αφορά στη θέρμανση και στην ψύξη του, η εισαγωγή νέων ενεργειακά αποδοτικών θερμομονωτικών υλικών στο κέλυφος των κτιρίων οδηγεί σε μεγάλο ποσοστό στη μείωση της συνολικής ενέργειας που καταναλώνει ένα κτίριο. Σήμερα στην Ελλάδα ένα κτίριο που κατασκευάστηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων καταναλώνει από 100 έως 75 kWh/m² το έτος, ανάλογα με την κλιματική ζώνη, ενώ θα μπορούσε να καταναλώνει από 45 έως 60 kWh/m² το έτος αντίστοιχα. (49)

Αυτή η ανάλυση δείχνει πως υπάρχει ένα σημαντικό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στο κτιριακό απόθεμα με την εισαγωγή νέων ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων θερμομόνωσης.



6. Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας τελικής χρήσης στην Ε.Ε. για κτίρια κατοικιών και εμπορικά κτίρια (1998) (πηγή: http://www.fibran.gr/sappek/docs/deliverables/deliverable_4.pdf)

Η θερμική μόνωση του κελύφους είναι απαραίτητη για την αποφυγή απωλειών ενέργειας. Δεν αποφέρει μόνο οικονομικά οφέλη λόγω μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας, αλλά και περιβαλλοντικά, καθώς η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας συνοδεύεται και από εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων και

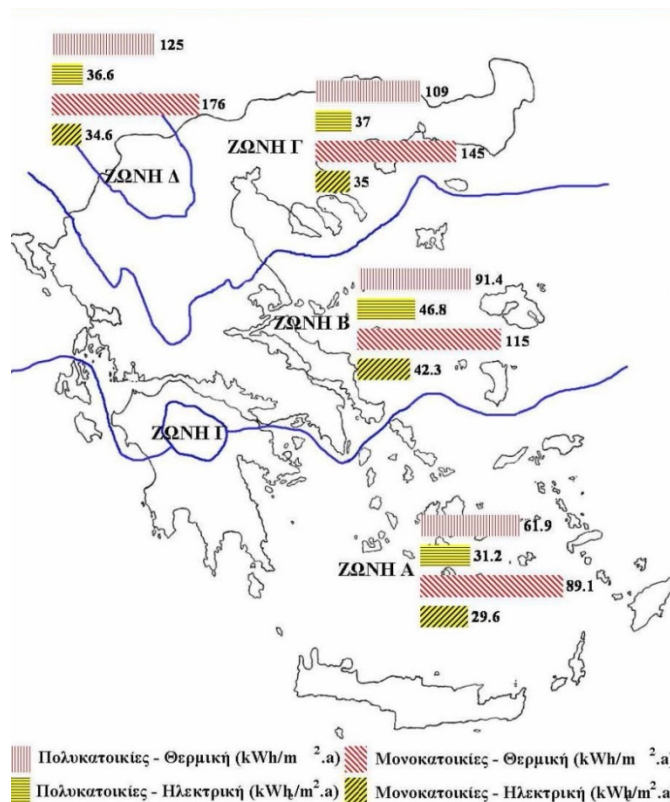
μειωμένες εκπομπές ρύπων που προέρχονται από την παραγωγή ενέργειας. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ε.Ε. από τα οικιακά και εμπορικά κτίρια ανήλθαν σε $6,4 \times 10^8$ τόνους το 1990, ποσό που αντιπροσωπεύει περίπου το 21% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην Ε.Ε. (49) Επομένως η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για λόγους θέρμανσης και ψύξης χώρων μπορεί να αποτελέσει σημαντικό αποτέλεσμα για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Επιπλέον, η θερμομόνωση επιδρά θετικά και στο εσωκλίμα, διότι βοηθάει στη διατήρηση ομοιόμορφης κατανομής θερμοκρασίας στο κτίριο. Οι τοίχοι, οι οροφές και τα πατώματα καθίστανται θερμότερα κατά τη χειμερινή περίοδο και ψυχρότερα κατά τη θερινή περίοδο.

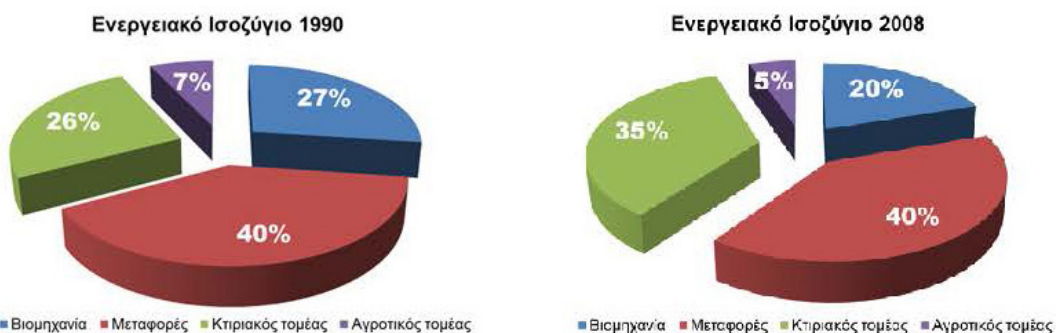
Οι προβλέψεις των διεθνών οργανισμών δείχνουν ότι με τα σημερινά δεδομένα η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση θα αυξάνει με ρυθμό 1,7-2% ετησίως κατά τις επόμενες δεκαετίες. (22)

2.2. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

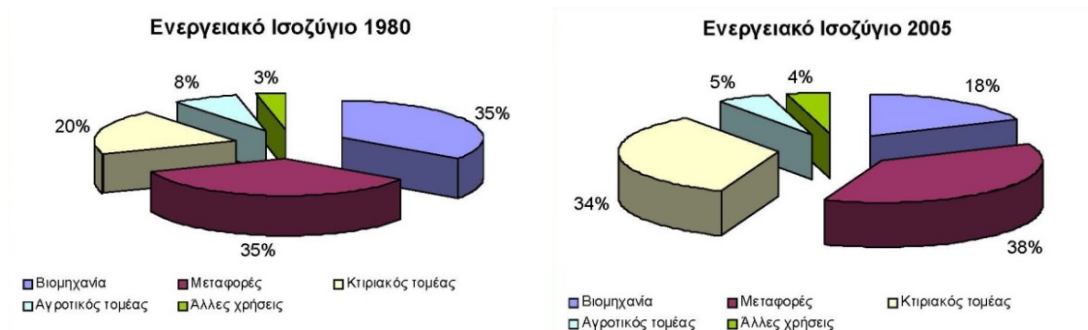
Το πρόβλημα της κατανάλωσης ενέργειας για την εξυπηρέτηση κτιρίων παραμένει ένα πολυσύνθετο τεχνικό και οικονομικό πρόβλημα. Τη δεκαετία του '90 η αύξηση κατανάλωσης ενέργειας στις κατοικίες και στους χώρους εργασίας άγγιξε ρυθμούς της τάξης του 4% ετησίως. Το 1980 τα κτίρια απορροφούσαν το 22% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, το 1990 το 26%, ενώ το 1996 το ποσοστό αυτό αυξήθηκε στο 29,8%. Στις μέρες μας ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για το 35% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης ή 7,4εκατ. toe. Τα ελληνικά κτίρια καταναλώνουν περίπου το 72% της τελικά διαθέσιμης παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και συμβάλλουν περίπου κατά 45% στις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. (5) Οι εκτιμήσεις για τις εξελίξεις της επόμενης δεκαετίας είναι απαισιόδοξες, καθώς, ακόμη κι αν ληφθούν άμεσα ουσιαστικά μέτρα θα απαιτηθούν αρκετά χρόνια για την αναστροφή της κατάστασης.



7. Μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας σε μονοκατοικίες και πολυκατοικίες (πηγή: http://library.tee.gr/digital/m2414/m2414_balaras.pdf)

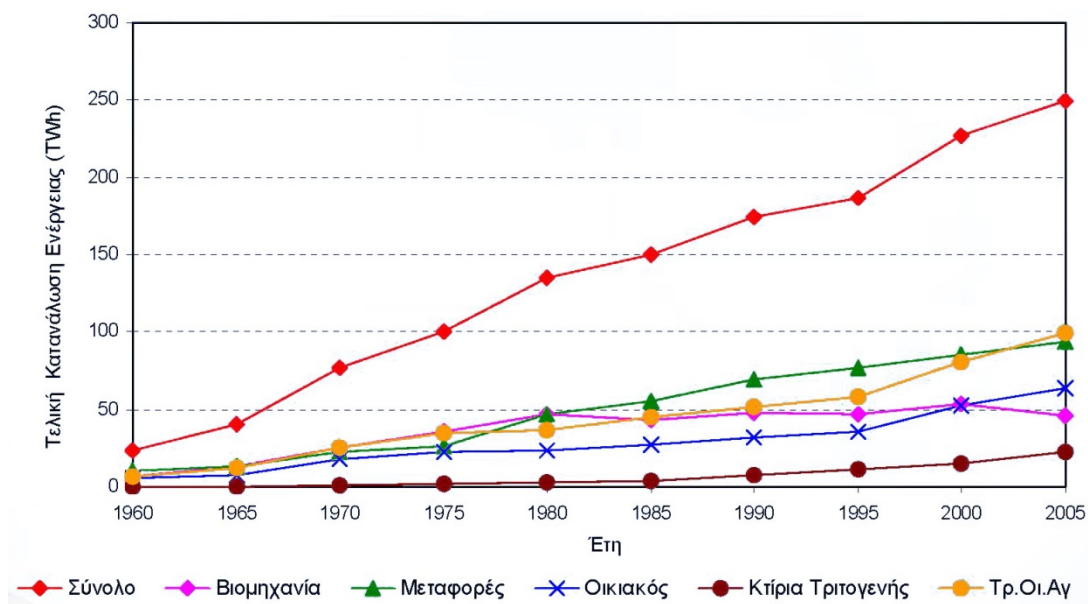


8. Κατανομή της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα (πηγή: *Τυπολογία Ελληνικών Κτιρίων Κατοικίας, Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας*, Ε. Δασκαλάκη, Κ. Δρούτσα, Σ. Κοντογιαννίδη, Κ.Α. Μπαλαράς, 2011)



9. Κατανομή της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα (πηγή: ΥΠΑΝ 2006)

Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης κατανάλωσης ενέργειας για το 1980 – 2005 είναι 3%. Για τον κτιριακό τομέα αντίστοιχα είναι 4,5%.



10. Κατανάλωση ενέργειας 1980 – 2005. (πηγή: ΥΠΑΝ 2006)

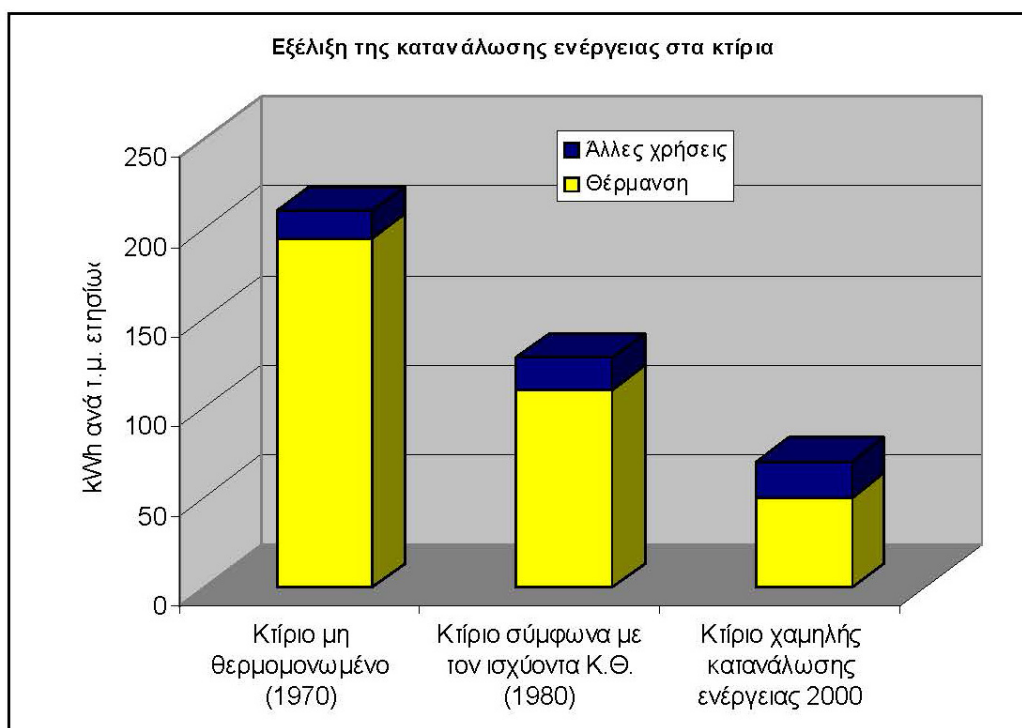
2.2.1. ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Τα αίτια αυτής της εξέλιξης είναι:

- Το γεγονός ότι η πλειοψηφία των κτιρίων κατασκευάστηκαν πριν το 1980 (περίπου το 80%) και δεν είναι θερμομονωμένα με αποτέλεσμα να απαιτούνται μεγάλα ποσά ενέργειας για να εξασφαλίσουν τις αποδεκτές συνθήκες θερμικής άνεσης το χειμώνα.
- Η μέτρια κατάσταση των συστημάτων θέρμανσης που οδηγεί σε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας και περιβαλλοντική επιβάρυνση.
- Η συνεχής αύξηση των συστημάτων και συσκευών που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια, τόσο σε αριθμό συσκευών όσο και σε εγκατεστημένη ισχύ.
- Η απαίτηση για βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και εργασίας, κυρίως σε ό,τι αφορά τη θερμική άνεση το καλοκαίρι, με αποτέλεσμα την εγκατάσταση 1.000.000 κλιματιστικών μονάδων τα τελευταία 10 χρόνια.

2.2.2. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Η καθιέρωση της θερμομόνωσης αποτέλεσε το μοναδικό μέτρο που λήφθηκε από το 1979 έως σήμερα και είχε θετική επίδραση στην ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων που κατασκευάστηκαν μετά το 1980. Συνεχίζει όμως να αποτελεί πρόβλημα ο μεγάλος πληθυσμός των παλαιότερων κτιρίων που δεν είναι καθόλου μονωμένα και αντίστοιχα τα νεότερα κτίρια στα οποία η θερμομόνωση είναι ελλιπής.



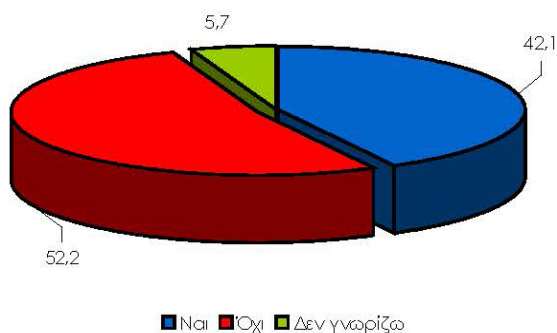
11. Εξέλιξη της ανηγμένης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια (πηγή: *Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων*, Α. Παπαδόπουλος, 2002)

Έχει τεκμηριωθεί από έρευνες στην Ελλάδα (19) ότι η μέση ετήσια ανηγμένη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση κυμαίνεται από 130 έως 180 kWh/m²a, ενώ θα ήταν από 80 έως 110 kWh/m²a, αν τα ελληνικά κτίρια διέθεταν την στοιχειώδη θερμομόνωση που προβλέπει ο κανονισμός. Επιπλέον, αν

εφαρμόζαμε σε ένα κτίριο όλες τις λύσεις που μας παρέχει η σύγχρονη τεχνολογία και τεχνολογία, η κατανάλωση δε θα υπερέβαινε τις 50 kWh/m²a.

Με δεδομένη τη θερμογόννο ισχύ και τον μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ενός συμβατικού συστήματος καυστήρα – λέβητα, τα κτίρια χρειάζονται περίπου 13-18 λίτρα πετρελαίου ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο, ενώ θα μπορούσαν να θερμαίνονται με 8-11 σε ένα συμβατικό κτίριο και με μόλις 5 λίτρα πετρελαίου σε ένα χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. (19)

Σύμφωνα με την Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής για το διάστημα Οκτώβριος 2011 – Σεπτέμβριος 2012, πέντε στις δέκα κατοικίες διαθέτουν θερμομόνωση, ενώ ένας στους δέκα κατοίκους δεν γνωρίζει εάν υπάρχει μόνωση στην κατοικία που διαμένει. Οι τύποι θερμομόνωσης που διαθέτουν οι κατοικίες φαίνονται στην εικόνα 12.

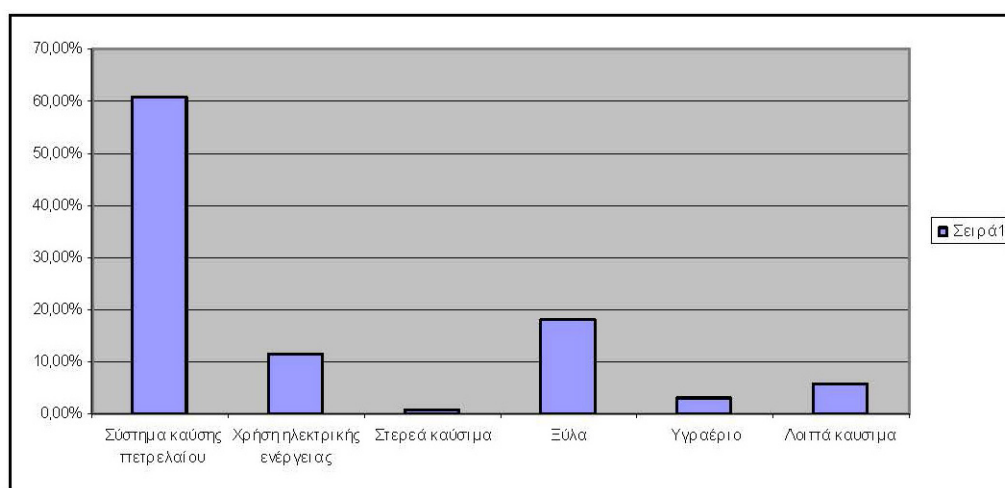


| | % |
|---------------------------|------|
| Σε στέγη/δώμα | 38,5 |
| Στο δάπεδο | 2,9 |
| Στην τοιχοποιία εξωτερικά | 77,8 |
| Στην τοιχοποιία εσωτερικά | 31,3 |
| Στον φέροντα οργανισμό | 18,3 |
| Άλλη μόνωση | 0,5 |
| Δεν γνωρίζω τον τύπο | 1,4 |

12. Ύπαρξη θερμομόνωσης και τύπος θερμομόνωσης (πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή 2011-2012)

2.2.3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Το 2002 το σύνολο των κατοικιών στην Ελλάδα διέθετε κάποια μορφή θέρμανσης. Το 60,8% των κτιρίων χρησιμοποιούσε σύστημα καύσης πετρελαίου, το 11,6% θερμαινόταν με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, το 0,6% χρησιμοποιούσε στερεά καύσιμα, το 18,2% ξύλα, το 3% υγραέριο και το υπόλοιπο 5,7% λοιπά καύσιμα, όπου οι τρεις τελευταίες περιπτώσεις απαντώνται κυρίως στις αγροτικές περιοχές. (19)



13. Μορφές θέρμανσης σε κτίρια κατοικιών στην Ελλάδα (2002) (πηγή: Κτίριο, ενέργεια, θερμομόνωση, περιβάλλον και αλληλοεξάρτησή τους, Αργυροπούλου Ανδρονίκη, 2009)

Η Ελληνική Στατιστική Αρχή πραγματοποίησε Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά το διάστημα Οκτώβριος 2011 – Σεπτέμβριος 2012. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, κατά μέσο

όρο, κάθε νοικοκυριό της χώρας καταναλώνει 13.994kWh ετησίως για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του.

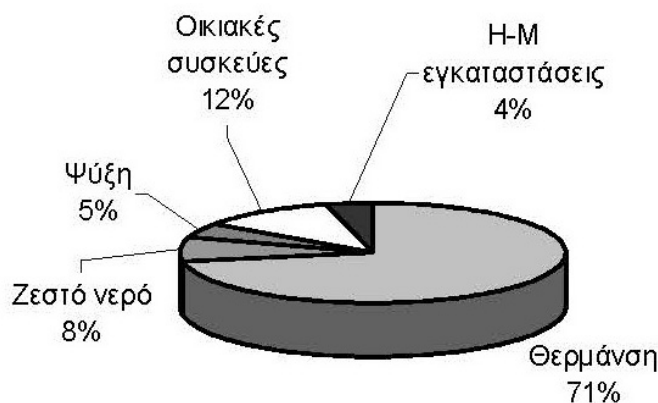


14. Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά νοικοκυριό (πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή 2011-2012)

Το 98,9% των κατοικιών διαθέτουν κάποιο σύστημα θέρμανσης. Το 50,8% των νοικοκυριών χρησιμοποιεί κεντρικό σύστημα θέρμανσης ως κύριο σύστημα θέρμανσης, το 48,6% κάποιο ανεξάρτητο (αυτόνομο) σύστημα θέρμανσης και το 0,6% τηλεθέρμανση.

Το 63,8% των κτιρίων χρησιμοποιεί πετρέλαιο θέρμανσης, το 12,4% χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση, το 12,0% χρησιμοποιεί βιομάζα, καυσόξυλα, πελλέτες, μπριγκέτες, γεωργικά και δασικά υπολείμματα και το 8,7% χρησιμοποιεί φυσικό αέριο.

Επιπλέον, τρία στα δέκα νοικοκυριά χρησιμοποιούν εκτός του κύριου συστήματος θέρμανσης και κάποιο συμπληρωματικό σύστημα, το οποίο είναι κυρίως το τζάκι (32,3%), ανεξάρτητες μονάδες κλιματισμού (28,2%) και φορητές ηλεκτρικές συσκευές, όπως ηλεκτρική σόμπα, αερόθερμο ή καλοριφέρ (26,5%).



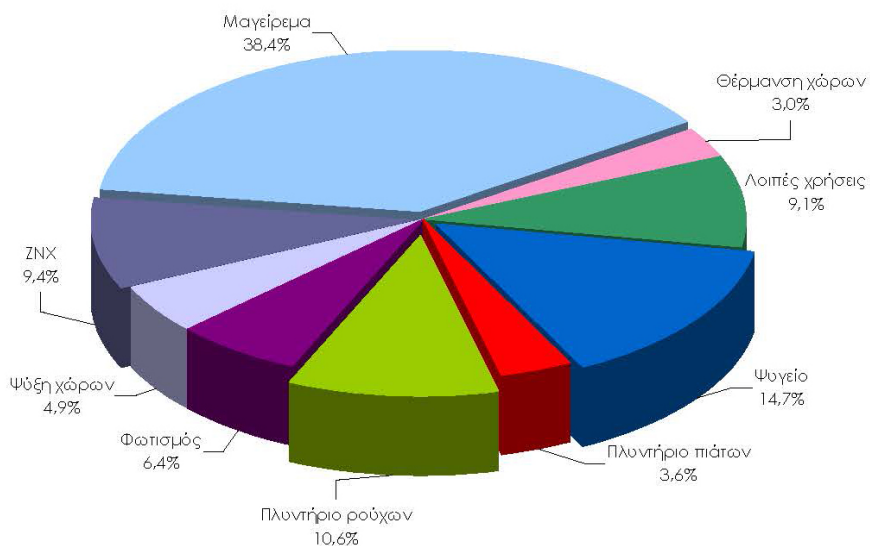
15. Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας στο «τυπικό» κτίριο (πηγή: Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων, Α. Παπαδόπουλος, 2002)

2.2.4. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αυξηθεί με τρομακτικό ρυθμό οι ηλεκτρικές συσκευές που έχει ένα ελληνικό σπίτι και επομένως έχει αυξηθεί και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στις κατοικίες. Αλλά περισσότερο έχει αυξηθεί η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια γραφείων. Ενώ το 1980 τα ηλεκτρικά συστήματα ήταν ισχύος 1-2 W/m², το 2000 ανήλθαν στα 8W. Και το μέγεθος αυτό αφορά μόνο συσκευές γραφείου, όπως Η/Υ, φωτοαντιγραφικά, εκτυπωτές κτλ. Αυτό σημαίνει ότι στα γραφεία μίας επιχείρησης με εμβαδόν μόλις 100m² θα υπάρχουν συσκευές ισχύος 2-2,5kW. (19)

Σύμφωνα με την Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής για το διάστημα Οκτώβριος 2011 – Σεπτέμβριος 2012, η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά νοικοκυριό είναι 3.750 kWh.

Κατά μέσο όρο, το 38,4% της συνολικής ετήσιας ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται από ένα νοικοκυριό είναι για το μαγείρεμα, το 14,7% για τη λειτουργία του ψυγείου, το 10,6% για τη λειτουργία του πλυντηρίου ρούχων και, μόλις το 6,6% για το φωτισμό και το 4,9% για την ψύξη της κατοικίας.

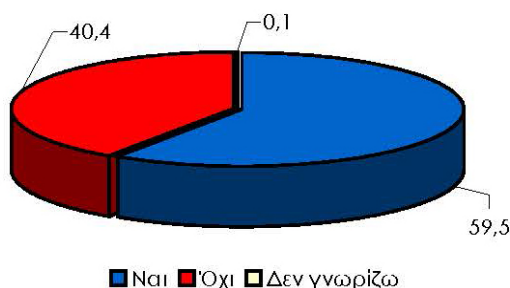


16. Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τελική χρήση (πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή 2011-2012)

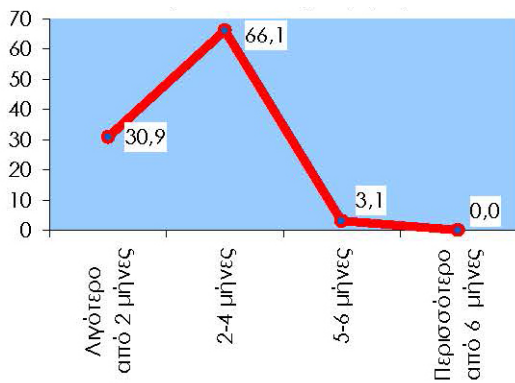
2.2.5. ΨΥΞΗ

Η ψύξη των κτιρίων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των σύγχρονων πόλεων. Οι σύγχρονες πόλεις δεν έχουν πράσινο και μεγάλους ακάλυπτους χώρους και παράλληλα είναι πολύ πυκνοδομημένες, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες, απ’ ότι στις περιαστικές περιοχές.

Σύμφωνα με την Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής για το διάστημα Οκτώβριος 2011 – Σεπτέμβριος 2012, έξι στα δέκα νοικοκυριά χρησιμοποιούν κάποιο σύστημα για να ψύξουν την κατοικία τους κατά τους ζεστούς μήνες του έτους. Το σύστημα αυτό σε ποσοστό 99,7% αφορά ανεξάρτητες μονάδες κλιματισμού, ενώ κεντρικά συστήματα ψύξης καταγράφονται μόλις για το 0,3% των νοικοκυριών.

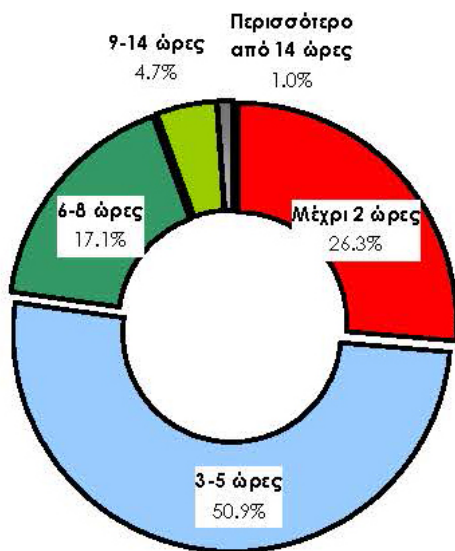


17. Ύπαρξη συστήματος ψύξης (πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή 2011-2012)



Το 66,1% των νοικοκυριών που χρησιμοποιούν κάποιο σύστημα για να ψύξουν την κατοικία τους, κάνει χρήση ανεξάρτητων μονάδων κλιματισμού 2-4 μήνες το χρόνο, ενώ το 30,9% λιγότερο από 2 μήνες.

18. Χρήση συστημάτων ψύξης σε μήνες
(πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή 2011-2012)



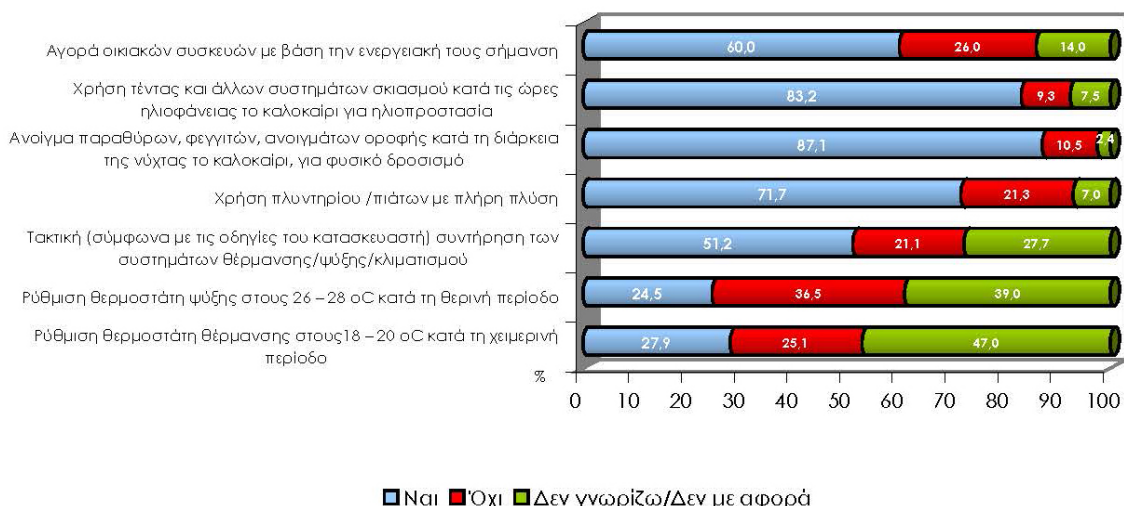
Σχετικά με την ημερήσια λειτουργία των συστημάτων ψύξης, τα μισά περίπου νοικοκυριά τα χρησιμοποιούν κατά μέσο όρο 3-5 ώρες κατά τους θερινούς μήνες (Μάιος με Σεπτέμβριος).

19. Μέση ημερήσια χρήση συστημάτων ψύξης
(πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή 2011-2012)

2.2.6. ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Από τα παραπάνω προκύπτει η ανάγκη άμεσης παρέμβασης, τόσο στο σχεδιασμό των νέων κτιρίων, όσο και στην αναβάθμιση των παλιών. Η περίπτωση των νέων κτιρίων είναι απλή. Θα πρέπει να υπάρχει μελέτη βάσει των αρχών του ενεργειακού σχεδιασμού, κατασκευή σύμφωνα με τη μελέτη και χρήση σύγχρονων υλικών και συστημάτων με προδιαγραφές που να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της μελέτης. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτουν κτίρια με ορθολογική ενεργειακή συμπεριφορά. Τα υφιστάμενα κτίρια, αντίθετα, αποτελούν το μεγαλύτερο πρόβλημα.

Πέρα όμως από τις παρεμβάσεις στο κτίριο υπάρχουν πρακτικές αποδοτικότερης ενεργειακής συμπεριφοράς που μπορεί να εφαρμόσει κάθε νοικοκυριό για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας. Η κατάλληλη ρύθμιση των θερμοστατών των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης των χώρων, η χρήση τεντών και άλλων συστημάτων σκιασμού κατά τη θερινή περίοδο, η χρήση των πλυντηρίων με πλήρη κύκλο πλύσης κ.ά. μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας της κατοικίας.



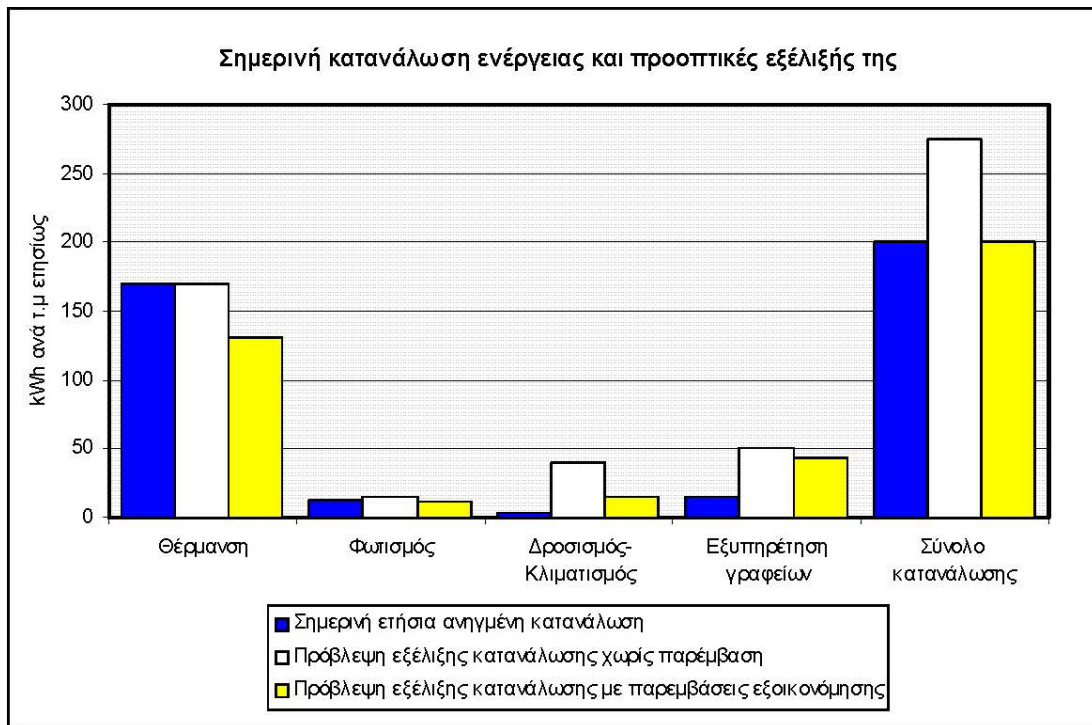
20. Πρακτικές αποδοτικότερης ενεργειακής συμπεριφοράς (πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή 2011-2012)

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη ρύθμιση των θερμοστατών των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης σύμφωνα με τους κανόνες ενεργειακά αποδοτικότερης συμπεριφοράς (ρύθμιση στους 18-20°C και στους 26-28°C, αντίστοιχα), δείχνει μείωση της μέσης κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για θέρμανση πάνω από 13% και της μέσης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη πάνω από 15%.

Ο φυσικός δροσισμός της κατοικίας με το άνοιγμα παραθύρων, φεγγιτών ανοιγμάτων οροφής, κατά τη διάρκεια της νύχτας το καλοκαίρι, έχει ως αποτέλεσμα την κατανάλωση, κατά μέσο όρο, 21% λιγότερης ηλεκτρικής ενέργειας σε ψύξη.

Τα νοικοκυριά που χρησιμοποιούν πλήρη πλύση στα πλυντήρια ρούχων ή πιάτων (δηλαδή με τα πλυντήρια γεμάτα στο μέγιστο δυνατό σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά τους) παρουσιάζουν, κατά μέσο όρο, χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας περίπου 17%.

Τέλος, σχετικά με την ενεργειακή συμπεριφορά των νοικοκυριών ως προς τη διατήρηση των ηλεκτρικών συσκευών σε κατάσταση αναμονής, όταν αυτές δεν χρησιμοποιούνται, σύμφωνα με τα αποτελέσματα, περίπου 8 στα 10 αφήνουν την τηλεόραση σε κατάσταση αναμονής (53,3% πάντα και 25,1% όταν είναι στην κατοικία τους) και μόνον 2 στα 10 κλείνουν την τηλεόραση όταν δεν τη χρησιμοποιούν.



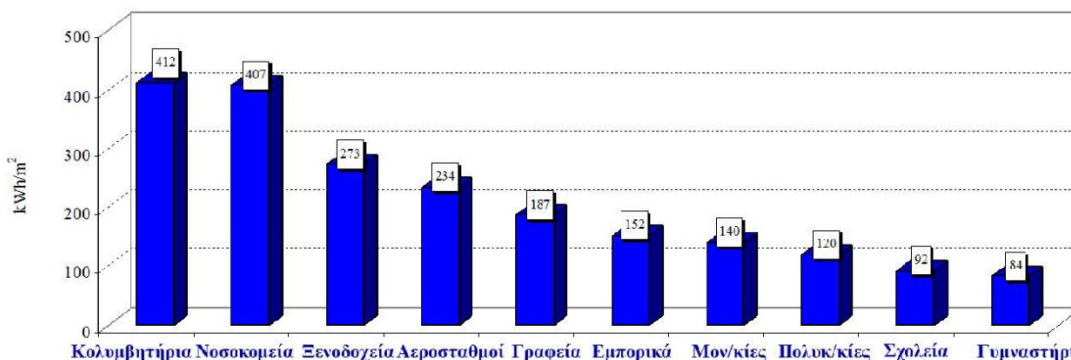
21. Προοπτικές και δυνατότητες εξέλιξης της κατανάλωσης ενέργειας (2002) (πηγή: *Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων*, Α. Παπαδόπουλος, 2002)

2.3. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΑΠΟΘΕΜΑ

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Ανάπτυξης τα κτίρια του οικιακού τομέα στην Ελλάδα αποτελούν το 70% του συνόλου, ενώ το υπόλοιπο 30% αποτελείται από κτίρια διάφορων χρήσεων του τριτογενή τομέα. Η κατανομή αυτή είναι αντιπροσωπευτική του Ελληνικού κτιριακού αποθέματος στο οποίο, σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδας ο οικιακός τομέας αποτελεί το 77% του συνολικού κτιριακού αποθέματος, ενώ ο τριτογενής το 23%. (15)

2.3.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Για να συγκρίνουμε την κατανάλωση ενέργειας μεταξύ διαφορετικών κτιρίων, η κατανάλωση ενέργειας ανάγεται ανά μονάδα επιφάνειας του κτιρίου (kWh/m^2). Επιπλέον, χρειάζεται προσοχή στην ερμηνεία των στοιχείων. Για παράδειγμα, στην εικόνα 22 τα σχολεία δεν είναι απαραίτητα από τα καλύτερα ενεργειακά κτίρια, γιατί πρέπει να λάβουμε υπόψη και την περίοδο λειτουργίας και τις άλλες Η/Μ εγκαταστάσεις. Επίσης, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, δηλαδή τις εσωτερικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε κτίριο.



22. Μέση ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας κτιρίου (kWh/m²) για διάφορες τελικές χρήσεις κτιρίων (2011) (πηγή: *Τυπολογία Ελληνικών Κτιρίων Κατοικίας. Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας*, Ε. Δασκαλάκη, Κ. Δρούτσα, Σ. Κοντογιαννίδης, Κ.Α. Μπαλαράς, 2011)

Ο οικιακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 24,5% της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης και τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει αυξητική τάση. Κατά την περίοδο 1990-2002 η ενεργειακή κατανάλωση του οικιακού τομέα αυξήθηκε κατά 54%, ενώ η αντίστοιχη κατανάλωση στην χώρα αυξήθηκε κατά 35%. Παράλληλα, η ενεργειακή κατανάλωση του οικιακού τομέα που αφορά την θέρμανση, τις ηλεκτρικές συσκευές και το φωτισμό αυξήθηκε κατά 65% από το 1990.

Τα υφιστάμενα κτίρια κατοικίας καταναλώνουν πάνω από 50% της ηλεκτρικής ενέργειας και πάνω από 90% της θερμικής ενέργειας της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας από τα ελληνικά κτίρια.

Όσον αφορά την κατανάλωση ανά χρήση, η θέρμανση των χώρων απορροφά περίπου το 72% της κατανάλωσης. Δεδομένου ότι ο αριθμός των κατοικιών έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, υπολογίζεται ότι η ενεργειακή κατανάλωση ανά κατοικία έχει αυξηθεί κατά 33%. Με τα δεδομένα αυτά η ετήσια κατανάλωση έχει αυξηθεί από 0,98 toe/κατοικία το 1990 σε 1,32 toe/κατοικία το 2002. Η αντίστοιχη αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση είναι της τάξης του 30%, ενώ η σχετική αύξηση της κατανάλωσης των ηλεκτρικών συσκευών και του φωτισμού έχει σχεδόν διπλασιαστεί παρουσιάζοντας μια μέση ετήσια αύξηση της κατανάλωσης κατά 6,6%. (15)

2.3.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΟΓΚΟΥ

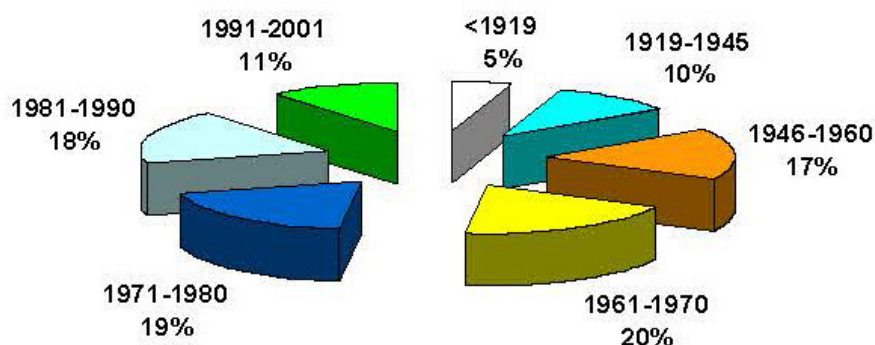
Το 2001 καταγράφηκαν περίπου 4 εκατομμύρια κτίρια. Το 19% των κτιρίων βρίσκεται στην Α Ζώνη, το 45% στη Β Ζώνη, το 32% στη Γ Ζώνη και το 4% στη Δ Ζώνη.

Από το σύνολο των κτιρίων, το 10% διαθέτουν πλήρη μόνωση, το 20% διαθέτει ελλιπή μόνωση και το 70% δεν διαθέτει καθόλου μόνωση (ΕΣΥΕ 2006). Το 70% δεν διαθέτει καθόλου μόνωση διότι ο Κανονισμός Θερμομόνωσης ψηφίστηκε το 1979 και το ποσοστό των κτιρίων που είχαν χτιστεί πριν από αυτή την ημερομηνία είναι το 69,50% του υπάρχοντος κτιριακού όγκου. Δηλαδή, δύο στα τρία κτίρια στην Ελλάδα δεν έχουν μόνωση και είναι κατασκευασμένα τουλάχιστον προ 25ετίας, πράγμα που επιβαρύνει επιπλέον την ενεργειακή απόδοσή τους.

2.3.2.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΕΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Σύμφωνα με την ΕΣΥΕ το 2001 το 5% του κτιριακού αποθέματος είναι κατασκευασμένο πριν το 1919, το 64,4% μεταξύ 1919-1980 και μόνο το 30,6% έχει κτιστεί μετά το 1980.

ΕΣΥΕ 2001



23. Κατανομή των ελληνικών κτιρίων ανά χρονολογία κατασκευής, ΕΣΥΕ 2001 (πηγή: *Τυπολογία Ελληνικών Κτιρίων Κατοικίας. Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας*, Ε. Δασκαλάκη, Κ. Δρούτσα, Σ. Κοντογιαννίδης, Κ.Α. Μπαλαράς, 2011)

| Έτος κατασκευής | Κατοικούμενες κανονικές κατοικίες | Κτίρια κατοικιών |
|-----------------|-----------------------------------|------------------|
| Προ του 1919 | 89.374 | 145.293 |
| 1919 to 1945 | 239.656 | 315.100 |
| 1946 to 1960 | 460.528 | 511.092 |
| 1961 to 1970 | 773.093 | 568.938 |
| 1971 to 1980 | 945.721 | 571.715 |
| 1981 to 1985 | 394.273 | 325.012 |
| 1986 to 1990 | 277.360 | 237.042 |
| 1991 to 1995 | 247.774 | 188.877 |
| 1996 till 2001 | 218.609 | 151.232 |
| Υπό κατασκευή | - | 47.553 |
| Μη καταχωρημένα | - | 10.096 |
| σύνολο | 3.646.388 | 3.071.950 |

24. Κατοικούμενες κανονικές κατοικίες και κτίρια κατοικιών ανά έτος κατασκευής (πηγή: ΕΣΥΕ 2001)

Υπάρχει πιο πρόσφατη απογραφή κτιρίων από το 2010, αλλά τα αποτελέσματα της δεν είναι ακόμα διαθέσιμα, γιατί η επεξεργασία των στοιχείων δεν έχει ολοκληρωθεί. Τα νεόδμητα ακίνητα καταγράφονται ανά μήνα από την ΕΛΣΤΑΤ.

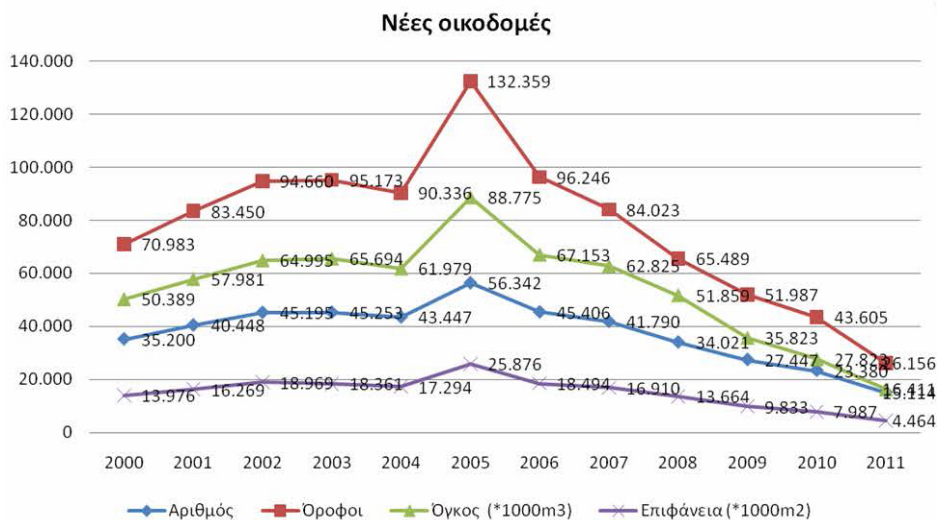
| Έτος | Αριθμός | Όροφοι | Όγκος (m ³) | Επιφάνεια (m ²) |
|------|---------|---------|-------------------------|-----------------------------|
| 2000 | 35.200 | 70.983 | 50.389.208 | 13.976.780 |
| 2001 | 40.448 | 83.450 | 57.981.269 | 16.269.724 |
| 2002 | 45.195 | 94.660 | 64.995.536 | 18.969.174 |
| 2003 | 45.253 | 95.173 | 65.694.798 | 18.361.774 |
| 2004 | 43.447 | 90.336 | 61.979.467 | 17.294.032 |
| 2005 | 56.342 | 132.359 | 88.775.762 | 25.876.755 |
| 2006 | 45.406 | 96.246 | 67.153.393 | 18.494.123 |
| 2007 | 41.790 | 84.023 | 62.825.628 | 16.910.545 |
| 2008 | 34.021 | 65.489 | 51.859.356 | 13.664.965 |
| 2009 | 27.447 | 51.987 | 35.823.008 | 9.833.690 |
| 2010 | 23.380 | 43.605 | 27.823.083 | 7.987.904 |
| 2011 | 15.114 | 26.156 | 16.411.950 | 4.464.072 |

25. Νέες οικοδομές – Αριθμός οικοδομικών αδειών (2000-2011) (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

| Περιφέρεια | Αριθμός αδειών | | | Επιφάνεια (σε χιλ. m ²) | | | Όγκος (σε χιλ. m ³) | | |
|-----------------------|-------------------------|---------------|--------------|-------------------------------------|----------------|--------------|---------------------------------|-----------------|--------------|
| | Οκτώβριος - Σεπτέμβριος | | Μεταβολή (%) | Οκτώβριος - Σεπτέμβριος | | Μεταβολή (%) | Οκτώβριος - Σεπτέμβριος | | Μεταβολή (%) |
| | 2011 -2012 | 2012 - 2013 | | 2011 -2012 | 2012 - 2013 | | 2011 -2012 | 2012 - 2013 | |
| Αν. Μακεδονία & Θράκη | 1.306 | 763 | -41,6 | 219,2 | 218,8 | -0,1 | 811,7 | 832,5 | 2,6 |
| Κεντρική Μακεδονία | 3.751 | 2.272 | -39,4 | 899,5 | 522,0 | -42,0 | 4.096,2 | 2.276,1 | -44,4 |
| Δυτική Μακεδονία | 492 | 316 | -35,8 | 107,1 | 99,8 | -6,8 | 428,5 | 411,4 | -4,0 |
| Θεσσαλία | 1.694 | 1.046 | -38,3 | 297,4 | 189,5 | -36,3 | 1.122,2 | 738,8 | -34,2 |
| Ήπειρος | 999 | 468 | -53,2 | 184,5 | 65,1 | -64,7 | 628,3 | 221,4 | -64,8 |
| Ιόνια Νησιά | 1.199 | 578 | -51,8 | 194,8 | 99,3 | -49,0 | 664,8 | 345,2 | -48,1 |
| Δυτική Ελλάδα | 2.180 | 1.405 | -35,6 | 335,0 | 199,7 | -40,4 | 1.247,3 | 756,5 | -39,3 |
| Στερεά Ελλάδα | 2.153 | 1.295 | -39,9 | 363,0 | 246,4 | -32,1 | 1.599,8 | 1.182,1 | -26,1 |
| Πελοπόννησος | 2.809 | 1.796 | -36,1 | 506,2 | 319,5 | -36,9 | 1.849,4 | 1.194,5 | -35,4 |
| Αττική | 6.312 | 3.678 | -41,7 | 921,3 | 614,1 | -33,3 | 3.424,9 | 2.475,6 | -27,7 |
| Βόρειο Αιγαίο | 882 | 583 | -33,9 | 118,6 | 73,0 | -38,4 | 420,6 | 264,6 | -37,1 |
| Νότιο Αιγαίο | 1.936 | 1.207 | -37,7 | 350,6 | 198,1 | -43,5 | 1.280,8 | 672,2 | -47,5 |
| Κρήτη | 1.536 | 1.030 | -32,9 | 389,9 | 243,0 | -37,7 | 1.324,2 | 888,1 | -32,9 |
| Σύνολο Χώρας | 27.249 | 16.437 | -39,7 | 4.887,1 | 3.088,5 | -36,8 | 18.898,7 | 12.259,2 | -35,1 |

26. Συνολική Οικοδομική Δραστηριότητα, κατά Περιφέρεια, για την περίοδο Οκτωβρίου 2011-Σεπτεμβρίου 2012 και Οκτωβρίου 2012-Σεπτεμβρίου 2013 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

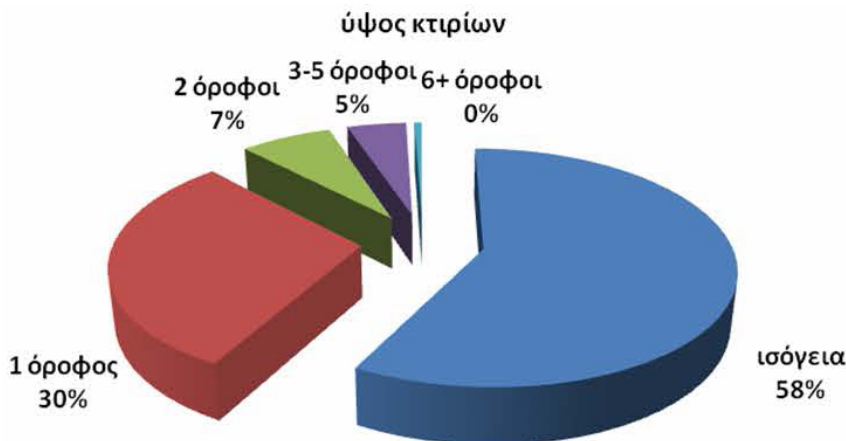
Η μείωση του αριθμού των οικοδομικών αδειών την περίοδο 2008-2011 είναι αρκετά μεγάλη, λόγω της οικονομικής κρίσης. Η οικοδομική δραστηριότητα είχε αυξηθεί την περίοδο 2000-2005, για να εμφανίσει μια συνεχή πτώση το διάστημα 2006-2011 (-20% η μέση ετήσια μείωση στην έκδοση οικοδομικών αδειών). Το 2012, η συνολική Οικοδομική Δραστηριότητα (ιδιωτική και δημόσια) εμφάνισε περαιτέρω μείωση της τάξης του 25% για την περίοδο Ιανουαρίου-Ιουλίου σε σύγκριση με την ίδια περίοδο του 2011.



27. Νέες οικοδομικές άδειες (2000-2011) (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

2.3.2.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΕΙ ΑΡΙΘΜΟΥ ΟΡΟΦΩΝ

Τα κτίρια κατοικιών χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις μονοκατοικίες και τις πολυκατοικίες. Τα ισόγεια και τα μονώροφα κτίρια επικρατούν στις αγροτικές περιοχές ενώ στα αστικά κέντρα τα πολυώροφα κτίρια αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του δομημένου όγκου. Σύμφωνα με την απογραφή κτιρίων το 2000, το 58% των κτιρίων είναι ισόγεια, ενώ το 30% έχουν και έναν επιπλέον όροφο. Λιγότερο από το 1% των κτιρίων έχουν περισσότερους από 6 ορόφους.

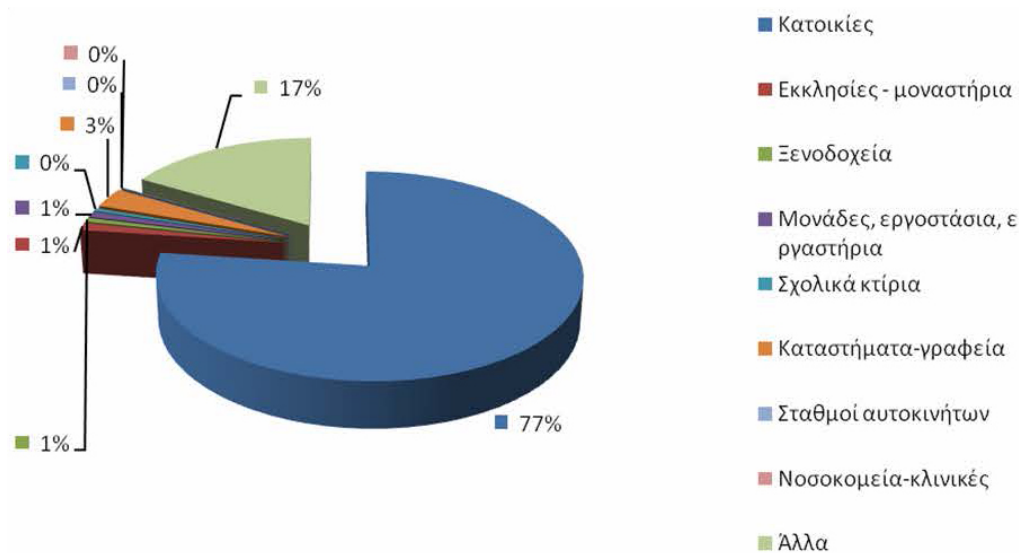


28. Κατανομή των κτιρίων ανάλογα με το ύψος τους, Απογραφή Κτιρίων 2000 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

Η περιοχή της Αττικής περιλαμβάνει 723.596 κτίρια από τα οποία το 50% ανήκουν στη Νομαρχία Αθηνών. Λαμβάνοντας ως παραδοχή ότι ένα κτίριο θεωρείται πολυώροφο όταν έχει από δύο ορόφους και πάνω, τότε για το Δήμο Αθηναίων το ποσοστό των κτιρίων αυτών ανέρχεται στο 61,33% επί του συνόλου. Αντίστοιχα στο Δήμο Θεσσαλονίκης το 75% είναι πολυώροφα κτίρια. (12)

2.3.2.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΕΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

Οι κατοικίες αποτελούν το 76,97% του ποσού, τα γραφεία και τα κτίρια εμπορικής χρήσης το 2,7%, τα ξενοδοχεία το 0,82%, τα σχολεία το 0,46%, τα νοσοκομεία το 0,06% και οι υπόλοιπες χρήσεις το 17,92% (ΕΛΣΤΑΤ 2000).



29. Χρήσεις του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος, Απογραφή Κτιρίων 2000 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

Σύμφωνα με την Απογραφή Κτιρίων και Οικοδομών του 2000 στο νομό Αττικής το 89,15% των κτιρίων αποτελούν κατοικίες, ενώ ο μέσος όρος των νοικοκυριών στα κτίρια αυτά ανέρχεται στα 2,5 νοικοκυριά ανά κτίριο. Για τη Νομαρχία Αθηνών τα κτίρια κατοικιών αποτελούν το 89,40%, ενώ ο μέσος όρος νοικοκυριών ανά κτίριο κατοικίας ανέρχεται στα 3,5. Όσον αφορά το Δήμο Αθηναίων το 79,96% των κτιρίων αποτελούν κατοικίες ενώ ο μέσος όρος νοικοκυριών ανά κτίριο ανέρχεται στα 6,0.

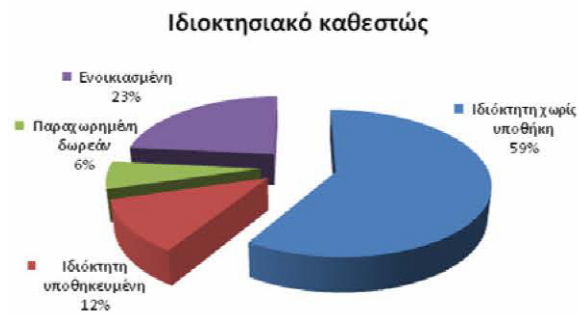
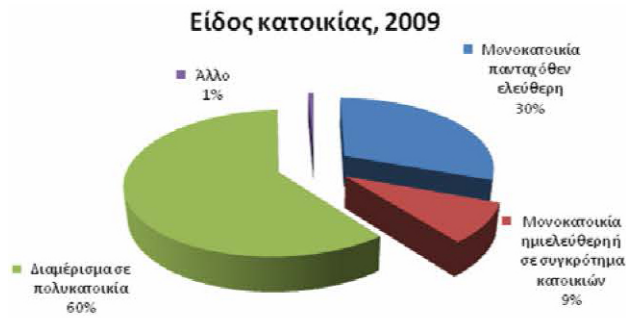
Παρομοίως στο Νομό Θεσσαλονίκης τα κτίρια κατοικιών αποτελούν το 83,35% και ο μέσος όρος νοικοκυριών ανά κτίριο είναι 2,5, ενώ στο Δήμο Θεσσαλονίκης το 81,15% των κτιρίων αποτελούν κατοικίες και ο μέσος όρος νοικοκυριών ανά κτίριο ανέρχεται στα 6,0.

Παρατηρείται λοιπόν, ότι στα δύο μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας το 80% περίπου των κτιρίων αποκλειστικής χρήσης αποτελούν κτίρια κατοικιών, ενώ ο μέσος όρος νοικοκυριών ανά κτίριο είναι 6,0.

Συμπεραίνουμε επομένως ότι η πολυκατοικία των έξι διαμερισμάτων αποτελεί τον αντιπροσωπευτικό κτιριακό τύπο των ελληνικών πόλεων.

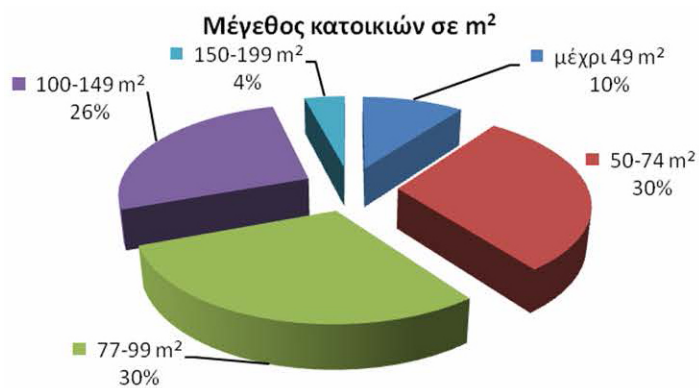
2.3.2.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΥΠΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

Σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ το 2012, η συνολική επιφάνεια των ελληνικών κατοικιών εκτιμάται σε 450 εκατομμύρια m². Το 60% των κατοικιών είναι διαμερίσματα σε πολυκατοικίες, το 39% αυτών έχει καταγραφεί ως μονοκατοικίες ανεξάρτητες ή εντασσόμενες σε συγκροτήματα κατοικιών. Το 23% είναι ενοικιασμένες και το 71% ιδιόκτητες.



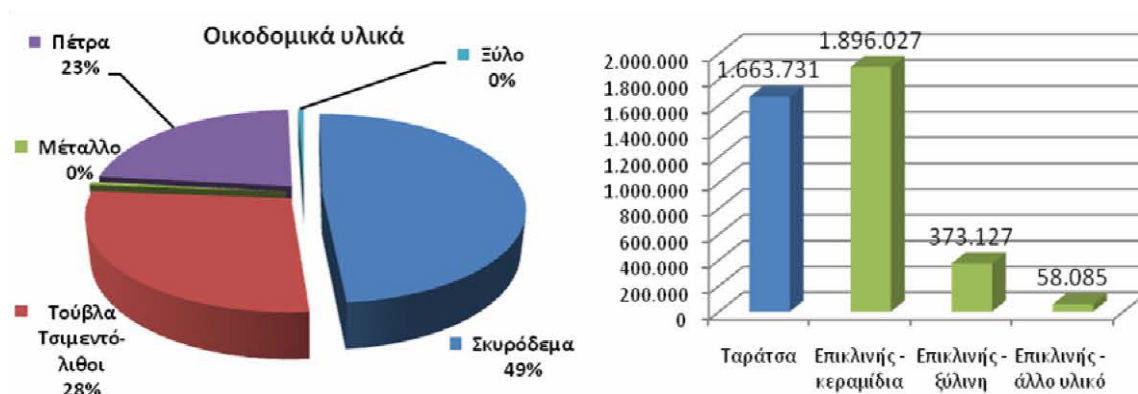
30. Κατανομή των νοικοκυριών κατά τύπο κατοικίας και ιδιοκτησιακό καθεστώς, Απογραφή Κτιρίων 2000 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

Όσον αφορά το μέγεθος των σπιτιών, το 58% είναι 50-99 m², το 10% κάτω από 49 m², και το 32% πάνω από 100 m².



31. Μέγεθος κατοικιών Απογραφή Πληθυσμού 2001 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

Τα κύρια δομικά υλικά είναι το σκυρόδεμα και τα τούβλα, το σκυρόδεμα χρησιμοποιείται στο 48% περίπου των κτιρίων ενώ στο 22% το κύριο υλικό είναι η πέτρα. Σχεδόν το 42% των κτιρίων διαθέτει ταράτσα και το 58% επικλινείς σκεπές. Στη συντριπτική πλειοψηφία των κτιρίων που έχουν επικλινείς σκεπές το κύριο υλικό επικάλυψης είναι τα κεραμίδια (82%).



32. Τα κύρια υλικά κατασκευής των κτιρίων, Απογραφή Κτιρίων 2000 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

3 | ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Το ζήτημα της ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων είναι θέμα που απασχολεί την ανθρωπότητα τις τελευταίες δεκαετίες σε εθνικό, ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο. Το 1992 στη Συνδιάσκεψη του Ρίο, έγινε στροφή προς μια νέα κατεύθυνση ανάπτυξης, ορίζοντας μέτρα και στόχους για μια βιώσιμη ανάπτυξη και την εξασφάλιση φυσικών πόρων για τα επόμενα χρόνια.

Η διαχείριση της ενέργειας στις τελικές της χρήσεις αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της βιώσιμης ανάπτυξης από περιβαλλοντική, οικονομική και αναπτυξιακή πλευρά. Από την Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκφραστεί με την Πράσινη Βίβλο για την Ασφάλεια του Ενεργειακού Εφοδιασμού (2000) και με την Πράσινη Βίβλο για την Ενεργειακή Απόδοση (2005).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση από το 1993 με την Οδηγία SAVE 93/76/ΕΟΚ έχει δώσει προτεραιότητα στην αύξηση της Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων στα Κράτη Μέλη. Επίσης, με το Πρωτόκολλο του Κιότο το 1997 για την Κλιματική Αλλαγή, για την Ενέργεια και το Περιβάλλον δεσμεύτηκε να παρουσιάσει για την περίοδο 2008-2012 μείωση κατά 8% των εκπομπών των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε σχέση με αυτά του 1990.

Το πρώτο μέτρο στη χώρα μας για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια ήταν ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.) που εγκρίθηκε το 1979 (ΦΕΚ 362Δ/1979). Πρόκειται για έναν κανονισμό που εφαρμόζεται υποχρεωτικά από το 1979 μέχρι σήμερα, χωρίς καμία απολύτως τροποποίηση. Σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης, η διαπίστωση πλημμελούς ή ελλιπούς εφαρμογής των διατάξεων του Κανονισμού συνεπάγεται την άμεση διακοπή όλων των οικοδομικών εργασιών. (57)

Ο κανονισμός αυτός υπήρξε για την εποχή του ένα σημαντικό εργαλείο, που όμως εδώ και χρόνια δεν μπορεί πλέον να ανταποκριθεί στις σύγχρονες ενεργειακές απαιτήσεις. Αντιμετώπιζε το κτίριο μόνο από την πλευρά της θερμομόνωσής του, στοχεύοντας στον περιορισμό των απωλειών κατά τη χειμερινή περίοδο, χωρίς να λαμβάνει υπόψη την ενεργειακή κατανάλωση κατά τη θερινή περίοδο, καθώς ο κλιματισμός δεν αποτελούσε σημαντικό παράγοντα εκείνη την εποχή. Επιπλέον, η εφαρμογή του κανονισμού περιοριζόταν μόνο στα νεοαναγειρόμενα κτίρια, χωρίς να λαμβάνει μέριμνα για τα υφιστάμενα.

Στις μέρες μας είναι πάλι στο προσκήνιο η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της αύξησης των τιμών του πετρελαίου, της διεθνούς οικονομικής κρίσης και της επερχόμενης ύφεσης και της αστάθειας στην οικονομική ανάπτυξη. Στόχος είναι η απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα με εναλλακτικούς τρόπους, είτε μειώνοντας τις ενεργειακές απαιτήσεις, είτε αυξάνοντας τη συνεισφορά της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής πολιτικής για τη διαχείριση της ζήτησης ενέργειας στις τελικές της χρήσεις, εκδόθηκε η Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων (EPBD), η οποία έχει εφαρμοσθεί στις Ευρωπαϊκές χώρες σταδιακά από το 2006. Στη συνέχεια εκδόθηκε η Οδηγία

2006/32/ΕΚ, η οποία αφορά το θεσμικό πλαίσιο χρηματοδότησης, κινήτρων και εργαλείων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Απώτερος στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι το γνωστό 20-20-20 μέχρι το 2020. Που σημαίνει ότι στοχεύουν σε 20% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα επίπεδα του 1990 (συνολικές εκπομπές CO₂ ~4200 εκατ. τόνοι CO₂), 20% συμμετοχή των ΑΠΕ RES στη συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας (από ~8% το 2007) και 20% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

3.1. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΚΕΝΑΚ)

Στην Ελλάδα η Οδηγία 2002/91/ΕΚ ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με το Νόμο 3661 το Μάιο του 2008. Με τον νόμο αυτό επιβάλλεται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός σε κάθε νέα οικοδομή και στην ανακατασκευή κτιρίων.

Μετά από αυτό ο Νόμος προβλέπει την έκδοση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Με τον κανονισμό καθορίζονται όλες οι λεπτομέρειες εφαρμογής, δηλαδή, η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοσή τους, ο τύπος και τα περιεχόμενα της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα, η διαδικασία και η συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, των λεβήτων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού, ο τύπος και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, η διαδικασία έκδοσής του, ο έλεγχος αυτής και τα προς τούτο αρμόδια όργανα, το ύψος της δαπάνης έκδοσής του και ο τρόπος υπολογισμού της, τυχόν πρόβλεψη κινήτρων για την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καθώς και κάθε άλλο ειδικότερο θέμα ή αναγκαία λεπτομέρεια. (10)

Ο Κ.Εν.Α.Κ., σε αντίθεση με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης, εισάγει τον ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στη μελέτη και κατασκευή κάθε κτιρίου. Αλλά, απαιτεί και για κάθε υφιστάμενο κτίριο που θα υφίσταται ριζική ανακαίνιση τη σύνταξη της ίδιας ενεργειακής μελέτης.

Ο κανονισμός απαιτεί για κάθε κτίριο την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, στο οποίο θα αποτυπώνεται η ενεργειακή του συμπεριφορά και το οποίο θα υπεισέρχεται πλέον στις συμβολαιογραφικές πράξεις πώλησης, μεταβίβασης και ενοικίασης, επηρεάζοντας την αντικειμενική του αξία. (2) Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης είναι απαραίτητο για όλα τα κτίρια και εκδίδεται από τον ενεργειακό επιθεωρητή, δηλαδή από κάθε μηχανικό που είναι κατάλληλα καταρτισμένος και μπορεί να διεξάγει ενεργειακή επιθεώρηση στο κέλυφος του κτιρίου, στη μονάδα θέρμανσης και στη μονάδα κλιματισμού.

Ο Κ.Εν.Α.Κ αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς την κατεύθυνση ενεργειακά πιο ορθολογικών κτιρίων και είναι η ανταπόκριση της ελληνικής πολιτείας στην οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Αποτελεί ένα δυναμικό κανονισμό, αφού απαιτείται προσδιορισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό. Περιλαμβάνει υπολογισμούς για ενεργητικά ηλιακά συστήματα, παθητικά ηλιακά συστήματα, φωτοβολταϊκά στοιχεία, φυσικό αερισμό, ηλιοπροστασία, ΑΠΕ κτλ.

3.1.2. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ Κ.ΕΝ.Α.Κ.

3.1.2.1. ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Με τη θέσπιση του Κ.Εν.Α.Κ. τίθενται δύο βασικές υποχρεώσεις:

- Η υποβολή μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου για έκδοση οικοδομικής άδειας.

- Η διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων κελύφους κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική για κάθε νέα κατασκευή με συνολική δομημένη επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 m² και για κάθε ριζικώς ανακαινιζόμενο υφιστάμενο κτίριο.

Η ίδια απαίτηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης ισχύει επίσης:

- Για όλα τα κτίρια που ακόμη δεν έχουν ανεγερθεί, ενώ έχει ήδη εκδοθεί οικοδομική άδεια και ζητείται αναθεώρησή της για παράταση ισχύος.
- Για προσθήκη καθ' ύψος ή κατ' επέκταση (δομημένης επιφάνειας πάνω από 50 m²), που θα περιλαμβάνει το σύνολο του κτιρίου, εφόσον η προσθήκη περιλαμβάνει χώρο που είναι λειτουργικά εξαρτώμενος από το υφιστάμενο κτίριο.
- Σε κάθε περίπτωση αλλαγής χρήσης κτιρίου στο σύνολό του, εφόσον επηρεάζεται η ενεργειακή του συμπεριφορά, ανεξάρτητα από το αν η οικοδομική του άδεια εκδόθηκε πριν ή μετά την έναρξη ισχύος του Κ.Εν.Α.Κ.

Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης συνοπογράφεται υποχρεωτικά από δύο ή περισσότερους μηχανικούς διαφορετικών ειδικοτήτων και υποβάλλεται στις αρμόδιες πολεοδομικές υπηρεσίες. Αντικαθιστά τη μέχρι τώρα υποβαλλόμενη μελέτη θερμομόνωσης, δεδομένου ότι οι σχετικοί υπολογισμοί συμπεριλαμβάνονται πλέον στην ενεργειακή μελέτη. Ταυτόχρονα όμως, με υπουργική απόφαση τροποποιείται το άρθρο 25 του Κτιριοδομικού Κανονισμού ως προς τις απαιτήσεις εκπόνησης μελετών υδραυλικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και επεκτείνεται για όλα τα κτίρια με συνολική επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 m².

Με την ολοκλήρωση των οικοδομικών εργασιών, είτε νεοαναγειρόμενου είτε ριζικώς ανακαινιζόμενου κτιρίου, απαιτείται η έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, που καταγράφει την πλήρη συμπεριφορά του κτιρίου. Αυτό θα ανανεώνεται ανά δεκαετία ή νωρίτερα σε κάθε περίπτωση νέας επέμβασης. Σε περίπτωση κτιρίων μεικτής χρήσης το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης θα εκδίδεται ξεχωριστά για κάθε βασική κατηγορία χρήσης του κάθε τμήματος του κτιρίου.

Αρ. Πρωτ.:

ΧΡΗΣΗ: Κτίριο Τμήμα κτιρίου
 Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου)

Κλιματική Ζώνη: Διοίκηση: Τ.Κ.
 (Φωτογραφία κτιρίου)

ΠΟΛΗ:
 Έτος κατασκευής: Ονομα
 Συνολική επιφάνεια (m²):
 Ιδιοκτήτης:

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

| ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς) | ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m ² ·έτος)] |
|--|---|
| A+ $A \leq 0,33 \cdot RR$ | |
| A $0,33 \cdot RR < A \leq 0,5 \cdot RR$ | |
| B+ $0,5 \cdot RR < B \leq 0,75 \cdot RR$ | |
| B $0,75 \cdot RR < B \leq 1,0 \cdot RR$ | |
| B- $1,0 \cdot RR < B \leq 1,41 \cdot RR$ | |
| C+ $1,41 \cdot RR < A \leq 1,82 \cdot RR$ | |
| C $1,82 \cdot RR < E \leq 2,27 \cdot RR$ | |
| C- $2,27 \cdot RR < E \leq 2,73 \cdot RR$ | |
| D $2,73 \cdot RR \leq H$ | |

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΔΙΕΥΘΥΝΤΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ [kWh/(m²·έτος)]: **B**

ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m² θερμανόμενης επιφάνειας [kWh/(m²·έτος)]:

ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m² θερμανόμενης επιφάνειας [kgC O₂/(m²·έτος)]:

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m² θερμανόμενης επιφάνειας [kWh/(m²·έτος)]:

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m² θερμανόμενης επιφάνειας [kWh/(m²·έτος)]: με βάση την απόδοση της λειτουργίας

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m² θερμανόμενης επιφάνειας [kgC O₂/(m²·έτος)]:

Αρ. Πρωτ.:

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ με βάση τους υπολογισμούς

| Πηγή ενέργειας | Τελική χρήση | Συνεισφορά στο ενεργειακό ισόζυγιο του κτιρίου (%) |
|----------------|---|--|
| Ηλεκτρική | Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Αερισμός <input type="checkbox"/> | |
| | Φωτισμός <input type="checkbox"/> Συσκεύς <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/> | |
| | Πιτρώλια <input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/> | |
| Ορυκτά καύσιμα | Φυσικό αέριο <input type="checkbox"/> Άλλο (προσδιορίστε) <input type="checkbox"/> | |
| | Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/> | |
| ΑΠΕ | Ηλιακή <input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> Συσκεύς <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/> | |
| | Βιομάζα <input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/> | |
| | Γεωθερμία <input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/> | |
| | Άλλο (προσδιορίστε) <input type="checkbox"/> Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Συσκεύς <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/> | |
| Σύνολο | | |

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m²·έτος)] ανά χρήση με βάση τους υπολογισμούς:

Θέρμανση Ψύξη Αερισμός Φωτισμός Συσκεύς Ζστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

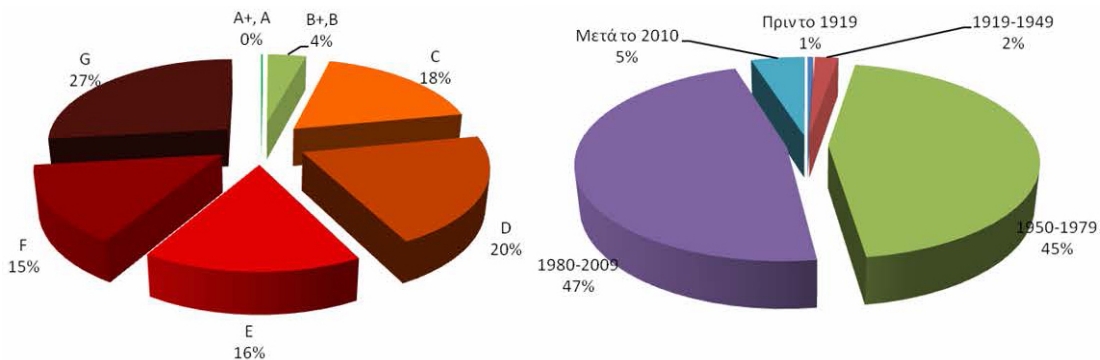
-
-
-

| Αριθμός σύστασης | Αρχικό εκτιρούμενο κόστος επένδυσης (€) | Εκτιρούμενη ετήσια εξοκονόμηση ενέργειας* (kWh/m ² ·έτος) | (%) | Εκτιρούμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [kg/(m ² ·έτος)] | Εκτιρούμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη) |
|------------------|---|--|-----|---|--|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

* Η εξοκονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επιμέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.

Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού:
 Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή:
 Α.Μ. Επιθεωρητή:
 Υπογραφή: Σφραγίδα:

Από τη στιγμή που τέθηκε σε ισχύ ο ΚΕΝΑΚ έχουν διεξαχθεί 274.000 ενεργειακές επιθεωρήσεις, 69% σε διαμερίσματα, 12% σε μονοκατοικίες, 8% σε καταστήματα, 2% σε γραφεία και 9% στις υπόλοιπες κατασκευές. Το 54% των κτιρίων που θεωρήθηκαν έχουν κτιστεί μετά το 1980. Η πλειοψηφία των κτιρίων που επιθεωρήθηκαν έχουν ταξινομηθεί σε κατώτερες ενεργειακές κλάσεις, συγκεκριμένα το 79% κάτω από τη D. (44)



34. Επιθεωρήσεις κτιρίων ανά ενεργειακή κλάση και ανά ηλικία κτιρίου (πηγή: [http://www.buildupskills.eu/sites/default/files/BUILD%20UP%20Skills-Greece_Status%20quo%20\(EL\)_0.pdf](http://www.buildupskills.eu/sites/default/files/BUILD%20UP%20Skills-Greece_Status%20quo%20(EL)_0.pdf))

3.1.2.2. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης οφείλει να περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- Τη χρήση του κτιρίου, τις συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος, τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του και των αριθμό χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτίριο (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία του αέρα, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κλπ.) σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, διαπερατότητα κλπ.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κλπ.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κλπ.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κλπ.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κλπ.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού (μόνο για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα).
- Τα ενσωματωμένα παθητικά ηλιακά συστήματα στο κέλυφος του κτιρίου.

Στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται κατά περίπτωση και η θετική επίδραση των ακολούθων συστημάτων:

- Των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.).

- Της παραγόμενης ενέργειας με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας/ψύξης (Σ.Η.Θ.).
- Των κεντρικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Του φυσικού φωτισμού.

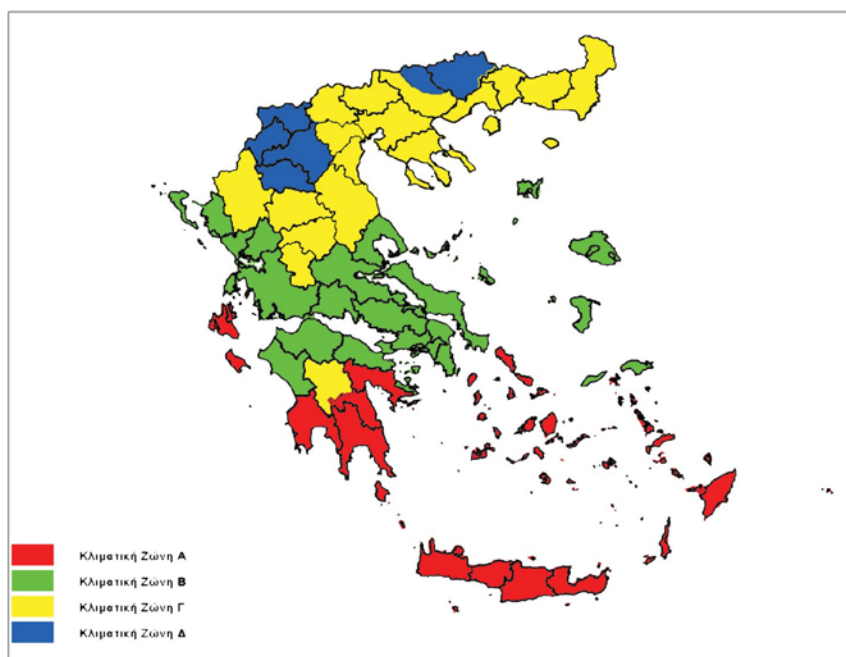
Οι παράμετροι υπολογισμού καθορίζονται σύμφωνα με τις τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.). Αυτές οι παράμετροι χρησιμοποιούνται τόσο στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, όσο και στην ενεργειακή επιθεώρησή του. Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης ο μελετητής αξιολογεί την εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών υψηλής απόδοσης στο υπό μελέτη κτίριο, προκειμένου να καθορίσει κατά περίπτωση την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και να μπορέσει να τη βελτιώσει.

Η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου βασίζεται σε θεωρητικές σχέσεις κάτω από συγκεκριμένες παραδοχές και εκτιμήσεις, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας στην πραγματική του διάσταση, ο οποίος στην πράξη διαφοροποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου ανάλογα με τις δραστηριότητές του. Για κάθε κτίριο, ανάλογα με την τελική του χρήση, λαμβάνονται υπόψη συγκεκριμένες παράμετροι που σχετίζονται με τον ανθρώπινο παράγοντα και κυρίως με τα εσωτερικά κέρδη στα οποία συμμετέχει και με τη σωστή χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου, όταν η λειτουργία τους δεν είναι αυτοματοποιημένη. (25)

3.1.2.3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Για την εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, η ελληνική επικράτεια έχει διαιρεθεί σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης, σε αντίθεση με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης που προέβλεπε τρεις ζώνες.

Σε κάθε νομό οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν. Για τη ζώνη Δ όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στη ζώνη Δ. Παρομοίως, στη ζώνη Γ του νομού Αρκαδίας εντάσσονται οι περιοχές που έχουν υψόμετρο μεγαλύτερο των 500 μέτρων. (25)



35. Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας (πηγή: <http://rizosdimitris.blogspot.gr/2012/01/4.html>)

| ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ | ΝΟΜΟΙ |
|----------------|--|
| ΖΩΝΗ Α | Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή) |
| ΖΩΝΗ Β | Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Απωλοκαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας |
| ΖΩΝΗ Γ | Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου |
| ΖΩΝΗ Δ | Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας |

36. Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς (πηγή: http://www.fibran.gr/newsletter_history/12/)

3.1.2.4. ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΟΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ

Σύμφωνα με το άρθρο 7 του Κ.Εν.Α.Κ. κάθε νέο κτίριο, αλλά και κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά πρέπει να πληρεί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κατά τα άρθρα 4 και 5 του Ν. 3661/2008. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτίριο πληρεί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και:

- Είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου είναι μικρότερη από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς ή ίση με αυτή,
- Είτε το εξεταζόμενο κτίριο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτίριο αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

Το κτίριο αναφοράς καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο. Θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Πληρεί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και το φωτισμό.

Για τον καθορισμό των απαιτήσεων ενεργειακής κατανάλωσης ανά κατηγορία χρήσης κτιρίου ο Κ.Εν.Α.Κ. θέσπισε 7 κατηγορίες ενεργειακών ορίων, από το Α έως το Η, εντός των οποίων κατατάσσεται όλο το κτιριακό δυναμικό της χώρας.

Για την ένταξη του κτιρίου υπό μελέτη σε μία από αυτές τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης εξετάζονται:

- Ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού R_R ο οποίος είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και εκφράζεται σε $kWh/m^2/έτος$.
- Ο λόγος T που είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R). (25)

Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

Επιπλέον, για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων που κατατάσσονται στις κατηγορίες Α και Β ο Κ.Εν.Α.Κ. θέσπισε δύο ακόμη κατηγορίες, τις Α⁺ και Β⁺.

Όλα τα νέα κτίρια και όσα πρόκειται να ανακαινισθούν ριζικώς οφείλουν να βρίσκονται κατ' ελάχιστον εντός του εύρους ενεργειακής κατανάλωσης της κατηγορίας Β. Όλα τα υπόλοιπα κατατάσσονται μετά από τις ενεργειακές επιθεωρήσεις σε μία από τις κατηγορίες και εφόσον είναι χαμηλότερη της Β, μειώνεται η αξία τους, ενώ αντίθετα όταν κατατάσσονται σε κατηγορία ανώτερη της Β η αξία τους επαυξάνεται.

| Κατηγορία | Όρια κατηγορίας | Όρια κατηγορίας |
|-----------|-----------------------------|----------------------|
| A+ | $EP \leq 0,33R_R$ | $T \leq 0,33$ |
| A | $0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$ | $0,33 < T \leq 0,50$ |
| B+ | $0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$ | $0,50 < T \leq 0,75$ |
| B | $0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$ | $0,75 < T \leq 1,00$ |
| Γ | $1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$ | $1,00 < T \leq 1,41$ |
| Δ | $1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$ | $1,41 < T \leq 1,82$ |
| E | $1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$ | $1,82 < T \leq 2,27$ |
| Z | $2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$ | $2,27 < T \leq 2,73$ |
| H | $2,73R_R < EP$ | $2,73 < T$ |

37. Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (πηγή: Τεχνική Οδηγία ΤΟΤΕΕ-20701-1/2010)

3.1.2.5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου αποτελεί το πρώτο βήμα της ενεργειακής μελέτης. Υπολογίζονται οι ανταλλαγές θερμότητας του κτιρίου με το περιβάλλον μέσω αγωγιμότητας και συναγωγής και εξετάζεται αν αυτές περιορίζονται σε συγκεκριμένα όρια.

Ο έλεγχος ικανοποίησης των απαιτήσεων για θερμομονωτική προστασία των κτιριακών κατασκευών που επιβάλλει ο Κ.Εν.Α.Κ. γίνεται σε δύο στάδια:

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτιρίου. Για να ικανοποιεί το δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{εξεταζ}$ αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων.

Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_{εξεταζ} \leq U_{max} \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτιρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου U_m να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτίριο $U_{m, max}$ αυτού εντασσόμενου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ($U_{m, max}$) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου προς τον όγκο του (A/V).

Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m, \max} [W/(m^2 \cdot K)]$$

| ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ | ΣΥΜΒΟΛΟ | Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)] | | | |
|---|-----------------|---|------|------|------|
| | | ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ | | | |
| | | A | B | Γ | Δ |
| Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές) | U _D | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 |
| Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα | U _w | 0,60 | 0,50 | 0,45 | 0,40 |
| Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis) | U _{DL} | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 |
| Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους | U _G | 1,20 | 0,90 | 0,75 | 0,70 |
| Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος | U _{wE} | 1,50 | 1,00 | 0,80 | 0,70 |
| Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κα) | U _F | 3,20 | 3,00 | 2,80 | 2,60 |
| Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες | U _{GF} | 2,20 | 2,00 | 1,80 | 1,80 |

38. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του Συντελεστή Θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, κατά κλιματική ζώνη (πηγή: Τεχνική Οδηγία ΤΟΤΕΕ-20701-1/2010)

Η υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου, αναλόγως της θέσης του στο κτίριο, θα πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής για κάθε κλιματική ζώνη του ελλαδικού χώρου. Εάν η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη, θα πρέπει ο έλεγχος να επαναληφθεί, αφού προηγουμένως βελτιωθούν τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου:

- με ενδεχόμενη αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης,
- με αντικατάσταση του θερμομονωτικού υλικού με άλλο που θα έχει χαμηλότερη τιμή συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας,

ώστε να προκύπτει μικρότερη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U.

ΜΕΡΟΣ Β' | PART B'

4 | ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΕ ΠΑΛΙΕΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1970 αποτελούν ένα σημαντικό ενεργειακό πρόβλημα, ταυτόχρονα όμως, και ένα αρκετά πεπαιλωμένο περιουσιακό στοιχείο, για την αναβάθμιση του οποίου οι ιδιοκτήτες σπανίως έχουν τη δυνατότητα να επωμισθούν σημαντικές δαπάνες, ενώ είναι και αμφίβολη η δυνατότητα απόσβεσης των δαπανών.

Οι τέσσερις κύριες δυνατότητες παρέμβασης στα υφιστάμενα κτίρια εντοπίζονται στην αναδρομική θερμομόνωση των όψεων, του δώματος, της pilotis και στην αντικατάσταση των κουφωμάτων.

Το πρόβλημα της θερμομόνωσης των όψεων του υφιστάμενου κτιρίου είναι δυνατό να επιλυθεί με διάφορες κατασκευαστικές λύσεις. Οι λύσεις αυτές διαφοροποιούνται από τη θέση τοποθέτησης της θερμομόνωσης (εσωτερικά ή εξωτερικά) και τον τρόπο επικάλυψης του θερμομονωτικού υλικού.

Η θερμομόνωση του δώματος είναι μία εύκολη και οικονομική διαδικασία που συμβάλλει αρκετά στη μείωση των ψυκτικών φορτίων το καλοκαίρι. Η επικρατέστερη λύση είναι το ανεστραμμένο δώμα. Είναι μία εύκολη λύση με σημαντικό πλεονέκτημα ότι δεν χρειάζονται εργασίες αποξήλωσης της υφιστάμενης κατασκευής.

Η θερμομόνωση της pilotis που είναι η τεχνικά απλούστερη επέμβαση, πραγματοποιείται εξωτερικά, από την πλευρά του υπόστουλου χώρου με την τοποθέτηση της θερμομόνωσης στην οροφή και την επίχρισή της.

Τέλος, η αντικατάσταση των κουφωμάτων είναι μία παρέμβαση τεχνικά απλή αλλά είναι η πιο δαπανηρή. Η επιλογή των κουφωμάτων ως προς τον τρόπο λειτουργίας και το υλικό σχετίζεται με κριτήρια αρχιτεκτονικής, λειτουργικότητας και κόστους.

5 | ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Παρότι στην εποχή μας, έπειτα από τη μεγάλη ανάπτυξη του κλάδου του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων, η επαρκής θερμομονωτική προστασία των κτιρίων θα έπρεπε να είναι δεδομένη, στην πράξη η εφαρμογή της στα κτίρια εξακολουθεί να είναι έντονα προβληματική. Ακόμη και σήμερα, πολλά χρόνια μετά την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων, υπάρχει μεγάλη απόκλιση μεταξύ μελέτης θερμομόνωσης και εφαρμογής της στο κτίριο στην πράξη.

Πέρα από το γεγονός ότι η υφιστάμενη μεθοδολογία υπολογισμού είναι ξεπερασμένη και ανεπαρκής, η εφαρμογή της θερμομόνωσης είναι προβληματική στην πράξη λόγω άγνοιας των μηχανικών, απουσίας ειδικευμένων τεχνιτών, οικοδόμων και συνεργείων – με αποτέλεσμα τη χρήση ενός είδους θερμομόνωσης κυρίως – ακόμα και κακής αντίληψης της οικονομίας στην κατασκευή (ακριβή θερμομόνωση τώρα μπορεί να έχει μεγαλύτερο κέρδος μακροπρόθεσμα).

Έτσι, η θερμομόνωση είναι ανεπαρκής είτε λόγω υλικών, είτε λόγω μερικής θερμομόνωσης ορισμένων δομικών στοιχείων, είτε λόγω παρουσίας θερμογεφυρών. Ένα συνηθισμένο πρόβλημα είναι ο σχηματισμός μούχλας σε σημεία του εσωτερικού κελύφους που απαιτεί συχνές επισκευές.

5.1.1. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Στην κεντροευρωπαϊκή αγορά κυριαρχούν τα ανόργανα ινώδη υλικά σε ποσοστό 60% (υαλοβάμβακας και πετροβάμβακας) με τα οργανικά αφρώδη (διογκωμένη και εξηλασμένη πολυστερίνη, πολουρεθάνη) να έπονται καλύπτοντας το 30% της αγοράς, ενώ το 10% καλύπτεται από τα υπόλοιπα υλικά (κυρίως ξυλόμαλλο, φελλός, αφρώδες γυαλί). Εξειδικευμένα υλικά όπως ο φελλός και το αφρώδες γυαλί χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων. Στα μέσα της δεκαετίας του 1990 εμφανίστηκαν στην αγορά δύο νέες κατηγορίες υλικών. Τα διαφανή θερμομονωτικά υλικά και τα οργανικά ινώδη υλικά από οικολογική πρώτη ύλη, όπως το μαλλί προβάτων και το τριφύλλι. Και οι δύο

κατηγορίες παραμένουν στο περιθώριο της αγοράς, παρά το επιστημονικό ενδιαφέρον που παρουσιάζουν, κυρίως λόγω του υψηλού κόστους.

Συνολικά, η ευρωπαϊκή αγορά θερμομονωτικών υλικών χαρακτηρίζεται από διαφοροποίηση και πολυμορφία, στην προσπάθεια αναζήτησης του κατάλληλου υλικού ανάλογα με το δομικό στοιχείο, τη μορφολογία του κτιρίου και τους οικονομικούς περιορισμούς.

Αρχίζει πλέον να δίνεται έμφαση όχι μόνο στην εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη λειτουργία του κτιρίου, αλλά σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του.



39. Πλάκες ξυλόμαλλου, φελλός και αφρώδες γυαλί (πηγή: <http://www.anelixi.org/oikologiki-architektoniki/kathara-ulika-kai-technologies/oikodomika-proionta/monoseis/>)

5.1.2. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η θεσμοθέτηση του κανονισμού θερμομόνωσης οδήγησε στην ανάπτυξη ενός νέου βιομηχανικού κλάδου και μίας νέας αγοράς. Η αγορά θερμομονωτικών υλικών χαρακτηρίστηκε στη δεκαετία του 1980 από εξαιρετική ανάπτυξη, ενώ στη δεκαετία του 1990 πήρε σε μεγάλο βαθμό την μορφή που παρουσιάζει σήμερα, με την εγχώρια ζήτηση, ως συνάρτηση της οικοδομικής δραστηριότητας, να αποτελεί τον κύριο παράγοντα διαμόρφωσης της κατάστασης και τις εξαγωγές να αποτελούν εξισορροπητικό παράγοντα για τις λίγες, μεγάλες επιχειρήσεις που μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των ξένων αγορών.

Σε επίπεδο προϊόντων η αγορά θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν περίπτωση «μονοπωλιακού ανταγωνισμού» καθώς οι μεγαλύτερες επιχειρήσεις προσπαθούν να διαφοροποιηθούν προσφέροντας προϊόντα τα οποία έχουν διαφορετικές ιδιότητες αλλά είναι ανταγωνιστικά μεταξύ τους, ενώ σε συγκεκριμένες αγορές, όπως της διογκωμένης πολυστερίνης, η αγορά θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν ανταγωνιστική επειδή υπάρχουν πάρα πολλοί παραγωγοί που παράγουν το συγκεκριμένο προϊόν. Στην ελληνική αγορά κυριαρχούν η διογκωμένη και η εξηλασμένη πολυστερίνη, ενώ σε μικρό ποσοστό εμφανίζονται το ξυλόμαλλο, ο υαλοβάμβακας και η πολυουρεθάνη. Παράλληλα, σημειώνεται μια σχετική μετακίνηση των καταναλωτικών προτιμήσεων προς ακριβότερα υλικά τα τελευταία χρόνια.



40. Διογκωμένη και εξηλασμένη πολυστερίνη (πηγή: http://www.palagkas.gr/product_catalog.jsp?catId=02&extLang)



41. Υαλοβάμβακας και πετροβάμβακας (πηγή: <http://v-p.gr/category/%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1/>)

| Υλικά | Ποκνότητα ρ [kg/m ³] | Συντελεστής αγωγιμότητας λ [W/m ² K] | Ωφέλιμη διάρκεια ζωής [έτη] | Χρήση |
|---|----------------------------------|---|-----------------------------|---|
| Διογκωμένη Πολυστερίνη | 15 - 30 | 0,4 | 50 | Τοίχοι, στέγες, δάπεδα, τοιχεία. |
| Εξηλασμένη πολυστερίνη | 25 - 35 | 0,28 - 0,32 | 50 | Τοίχοι, στέγες, δάπεδα, τοιχεία. |
| Σκληρές πλάκες πολυουρεθάνης | 30 - 35 | 0,25 - 0,30 | 50 | Τοίχοι, στέγες, δάπεδα, τοιχεία. |
| Αφρός πολυουρεθάνης | 35 - 50 | 0,30 - 0,35 | 30 - 50 | Σε όλα τα στοιχεία και ειδικότερα σε αυτά καμπύλης γεωμετρίας |
| Υαλοβάμβακας | 18 - 40 | 0,35 - 0,5 | 30 - 50 | Τοίχοι, στέγες, δάπεδα, τοιχεία, για θερμομόνωση - ηχομόνωση |
| Πετροβάμβακας | 30 - 150 | 0,35 - 0,5 | 30 - 50 | Τοίχοι, στέγες, δάπεδα, τοιχεία, βιομηχανικές εγκαταστάσεις θερμομόνωση - ηχομόνωση |
| Ευλόμαλλο | 360 - 570 | 0,90 | 75 - 100 | Τοίχοι, στέγες, δάπεδα, τοιχεία, για εξωτερική θερμομόνωση, φέρουσες κατασκευές |
| Σύνθετες Πλάκες Ευλόμαλλου πολυστερίνης κ Ευλόμαλλου πετροβάμβακα | | 0,40 - 0,45 | 50 - 75 | Τοίχοι, στέγες, δάπεδα, τοιχεία, για εξωτερική θερμομόνωση, φέρουσες κατασκευές |
| Φελός | 120 - 200 | 0,45 - 0,55 | 50 - 80 | Τοίχοι, στέγες, δάπεδα, τοιχεία. |
| Αφρώδες γυαλί | 100 - 150 | 0,45 - 0,5 | 50 - 80 | Τοίχοι, στέγες, δάπεδα, τοιχεία, για χώρους που δέχονται αυξημένα φορτία, Parking και Parking βαρέων οχημάτων |

42. Κύριες ιδιότητες και χρήσεις των θερμομονωτικών υλικών (πηγή: http://www.fibran.gr/sappek/docs/publications/article_2.pdf)

5.1.3. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Η μετάδοση θερμότητας μέσα από το κέλυφος του κτιρίου (τοίχοι, δώμα, pilotis) είναι υπεύθυνη για το 10% με 25% της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιείται από τα περισσότερα κτίρια, ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες και τα υλικά κατασκευής. (5)

Η θερμομόνωση στόχο έχει να περιορίζει στο ελάχιστο τις ανταλλαγές θερμότητας εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και να επιτυγχάνει τη δημιουργία ενός ευχάριστου εσωκλίματος με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας και το μικρότερο δυνατό κόστος.

Κάτω από συνθήκες οικονομικά προσιτές, μια καλή θερμομόνωση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Την υγιεινή, άνετη κι ευχάριστη διαβίωση, χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος και να προκαλούνται σοβαρές θερμικές αλληλοεπιδράσεις κρύου ή ζέστης ανάμεσα σ' αυτό και στο χώρο που το περιβάλλει. Το θερμικό ισοζύγιο είναι αυτό που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης του ανθρώπινου οργανισμού.
- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας, με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών των εσωτερικών χώρων.

- Τον περιορισμό του αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού.
- Την αποφυγή των προβλημάτων που μπορεί να προκαλέσουν οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας, όπως είναι η διάρρηξη των σωληνώσεων του νερού από το παγετό, η αποκόλληση κατασκευών από την επίδραση των υδρατμών κλπ.
- Την ταυτόχρονη προστασία από τους θορύβους, αφού τα περισσότερα από τα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά. Έτσι μια μελέτη θερμομόνωσης θεωρείται απόλυτα σωστή όταν η θερμική και ηχητική μόνωση συνδυάζονται σε μία και μόνη κατασκευή.
- Τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, αφού ελαττώνοντας την ποσότητα των εκλυόμενων καυσαερίων μειώνεται αντίστοιχα, η ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Η θερμομόνωση του κελύφους ενός κτιρίου επιτυγχάνεται με την επιλογή υλικών με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας. Τα υλικά αυτά, τοποθετημένα στα διάφορα στοιχεία του κελύφους (τοιχοί, δάπεδα, οροφή) μπορούν να μειώσουν σημαντικά τις θερμικές απώλειες του κτιρίου κατά τη διάρκεια του χειμώνα, κατά ένα ποσοστό τα θερμικά κέρδη το καλοκαίρι και να περιορίσουν τα προβλήματα που σχετίζονται με τη θερμική δυσφορία που προκαλούν οι κρύες επιφάνειες.

Σε σωστά θερμομονωμένα κτίρια, η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να είναι 20-40% μικρότερη από την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου χωρίς θερμομόνωση.

Στατιστικά, αναφέρεται ότι:

- Το αρχικό κόστος της εγκατάστασης ενός συστήματος θέρμανσης μειώνεται με τη θερμομόνωση. Σε μια πολυκατοικία είναι δυνατή εξοικονόμηση έως 17,5%.
- Σε συνηθισμένες πολυκατοικίες, με μια αύξηση 3% των κτιριακών δαπανών για θερμομόνωση, επιτυγχάνεται 30% εξοικονόμηση στα καύσιμα και ο χρόνος απόσβεσης της επιπλέον δαπάνης υπολογίζεται σε 4 έως 8 χρόνια.
- Η επιπλέον αυτή δαπάνη δεν πρέπει να είναι περισσότερο από το 5% της συνολικής και τα αποτελέσματα σε εξοικονόμηση ενέργειας είναι αξιόλογα, λαμβάνοντας υπόψη τα σημερινά οικονομικά δεδομένα.
- Στην περίπτωση κτιρίου που δεν είναι καλά θερμομονωμένο, τα έξοδα θέρμανσης υπερβαίνουν τα έξοδα κατασκευής, μετά την πάροδο μερικών δεκαετιών. (3)

5.1.4. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ

Στη θερμική συμπεριφορά των υλικών επιδρούν – εκτός από το πάχος και τη θερμοαγωγιμότητα τους – το βάρος και η ειδική τους θερμότητα, η διαδοχή των στρώσεων, καθώς και η απορροφητικότητα και η εκπεμπτικότητα των επιφανειών των δομικών στοιχείων. Η ηλιακή ακτινοβολία στο κτιριακό περίβλημα ποικίλλει ανάλογα με την ώρα, την εποχή, τη νέφωση, τον προσανατολισμό και την κλίση της στέγης του κτιρίου.

Κατά τη θερινή περίοδο, η θερμική προστασία επηρεάζεται από τις ιδιότητες των εξωτερικών δομικών στοιχείων, καθώς και από το μέγεθος των παραθύρων, τη σκίαση, τις θερμικές πηγές του κτιρίου, τη θερμοχωρητικότητα των εσωτερικών τοίχων και πατωμάτων και τον εξοπλισμό των χώρων. Όλα τα παραπάνω επιδρούν στη θερμική κατάσταση όσο διαρκεί η ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι, η οικονομική επιβάρυνση για την απομάκρυνση των θερμικών κερδών είναι σημαντική, καθώς η ψύξη κοστίζει δεκάδες φορές ακριβότερα από τη θέρμανση. Αντίθετα, κατά τη χειμερινή περίοδο, η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία εξασφαλίζεται, χωρίς μεγάλες απώλειες ενέργειας, μέσω της ρύθμισης της εγκατάστασης για τη θέρμανση των χώρων και της ύπαρξης μελετημένης θερμομόνωσης.

Η μέγιστη θερμοκρασία δημιουργείται στην εσωτερική επιφάνεια, καθώς οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της εξωτερικής επιφάνειας μεταδίδονται μέσα στο δομικό στοιχείο με μειωμένη διακύμανση και με χρονική μετατόπιση των φάσεων, που ποικίλει ανάλογα με τη σύνθεση του στοιχείου. Η θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας επηρεάζει, στη συνέχεια, και τη θερμοκρασία των εσωτερικών

χώρων του κτιρίου. Η μετατόπιση των φάσεων είναι ανάλογη με το μέγεθος της θερμοχωρητικότητας και αντιστρόφως ανάλογη με το μέγεθος του συντελεστή απορροφητικότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων.

Συμπερασματικά:

- Η αποβολή της αποθηκευμένης θερμότητας από μη μονωμένο τοίχο, για να κατέβει η θερμοκρασία του τοίχου στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, διαρκεί 4 περίπου ώρες, ενώ από μονωμένο διαρκεί μία ώρα, σε μη κλιματιζόμενες οικοδομές.
- Στις κλιματιζόμενες οικοδομές, όπου απαιτείται η μόνωση, ο μη μονωμένος τοίχος έχει 2,5 φορές περισσότερες ψυκτικές απώλειες από το μονωμένο. Επομένως, λαμβάνοντας υπόψη και το κόστος της φύξης σε σχέση με αυτό της θέρμανσης, η επιτυγχανόμενη εξοικονόμηση ενέργειας είναι σημαντική.
- Τέλος, μεγάλο ρόλο παίζει και η σκίαση για τον περιορισμό του ψυκτικού φορτίου που απαιτείται κατά τη θερινή περίοδο. (24)

5.2. ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

Ο Κ.Εν.Α.Κ. κατά την ενεργειακή μελέτη λαμβάνει υπόψη του και τις θερμογέφυρες που σχηματίζονται στο κτίριο, σε αντίθεση με τον προηγούμενο Κανονισμό Θερμομόνωσης.

Ως θερμογέφυρα χαρακτηρίζεται το τμήμα ενός κατασκευαστικού στοιχείου του οποίου η ποιότητα θερμομόνωσης είναι σημαντικά κατώτερη από τη μέση τιμή θερμομόνωσης του συνόλου του στοιχείου. Επομένως, ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U) στη θέση όπου βρίσκεται η θερμογέφυρα, διαφοροποιείται σημαντικά από την τιμή που παρουσιάζει το υπόλοιπο δομικό στοιχείο. Οι θερμογέφυρες λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική προστασία του κτιρίου. Επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά και μειώνουν την αίσθηση θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου. (24)

Το πρόβλημα της θερμογέφυρας παρουσιάζεται συνήθως στις απολήξεις των πλακών, τα όρια της εξωτερικής τοιχοποιίας, τις ποδιές των ανοιγμάτων, τα πρέκια κλπ. Στην περιοχή όπου υπάρχει θερμογέφυρα, λόγω της αυξημένης ροής της θερμότητας, στις εσωτερικές πλευρές του τοιχώματος παρουσιάζονται χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα την εμφάνιση τοπικής υγρασίας.

Οι θερμογέφυρες επηρεάζουν τις ενεργειακές απώλειες του κτιρίου, σχετικά με τις θεωρητικώς υπολογιζόμενες, κατά 5% - 30%. Το ποσοστό αυτό εξαρτάται από το μέγεθος του κτιρίου, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά και το πλήθος των θερμογεφυρών του.

5.2.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ

Οι συνηθέστερες περιπτώσεις θερμογεφυρών οφείλονται:

- Σε κατασκευαστικούς λόγους που προκαλούν δυσκολία στην τοποθέτηση θερμομόνωσης σε όλη την κατασκευή.
- Στην αλλαγή της σύνθεσης ή των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου.
- Στη διακοπή της θερμομόνωσης σε κάποιο σημείο της εξωτερικής επιφάνειας.
- Στην απουσία θερμομόνωσης ή στη μείωση του πάχους της σε κάποιο σημείο.
- Σε σημεία συνάντησης δύο κάθετων δομικών στοιχείων που είναι δύσκολη ή αδύνατη η τοποθέτηση θερμομόνωσης.

Οι θερμογέφυρες πρέπει να εντοπίζονται και να αντιμετωπίζονται εγκαίρως, στο στάδιο της μελέτης, πριν την κατασκευή, και να λαμβάνονται μέτρα για την εξάλειψη ή τον περιορισμό τους.

5.2.2. ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ ΚΑΙ Κ.ΕΝ.Α.Κ.

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε δύο τύπους:

- Τις γραμμικές που εκδηλώνονται κατά μία διάσταση ενός δομικού στοιχείου.
- Τις σημειακές που εκδηλώνονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών.

Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στη δημιουργία θέσεων στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα δισδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει να ισχύει. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών, στις οποίες η ροή θερμότητας έχει τρισδιάστατη φύση. Οι σημειακές θερμογέφυρες δεν έχουν καμία διάσταση, ενώ η επίδρασή τους στις θερμικές ανταλλαγές θεωρείται πρακτικά αμελητέα, γι' αυτό και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Αντίθετα, οι γραμμικές θερμογέφυρες λαμβάνονται υπόψη και συγκριτικά με τις σημειακές έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη θερμική συμπεριφορά του κελύφους.

Ο Κ.Εν.Α.Κ. προκειμένου να διευκολύνει τους υπολογισμούς, διακρίνει τις θερμογέφυρες σε τρεις βασικούς τύπους:

- Στις κατακόρυφες θερμογέφυρες που εμφανίζονται στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων. Εντοπίζονται στις κατόψεις του κτιρίου και το μήκος τους υπολογίζεται από τα σχέδια των τομών.
- Στις οριζόντιες θερμογέφυρες που εμφανίζονται στη συναρμογή των οριζόντιων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα. Εντοπίζονται στα σχέδια των τομών και το μήκος τους υπολογίζεται από τις κατόψεις.
- Στις θερμογέφυρες των κουφωμάτων που εμφανίζονται στις θέσεις συναρμογής των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία. Το μήκος τους ισοδυναμεί με το μήκος της περιμέτρου του ανοίγματος.

Ο υπολογισμός των θερμογεφυρών γίνεται με το άθροισμα των γινομένων που δίνει το μήκος της κάθε θερμογέφυρας (l) επί τον αντίστοιχο συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ) και λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου U_m .

Πρακτικά δεν είναι δυνατό να υπάρξει συμβατική κατασκευή που να μην παρουσιάζει σε κανένα σημείο του κελύφους της θερμογέφυρες. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα η αποφυγή τους είναι οικονομικά ασύμφορη, καθώς το όφελος από την εξάλειψή τους είναι δυσανάλογα μικρό σε σχέση με τη συνθετότητα και το κόστος των λύσεων.

Επομένως, η πρόληψη και η αντιμετώπιση των θερμογεφυρών πρέπει να γίνονται στο βαθμό του δυνατού και όχι καθ' υπερβολή και να κινούνται στο πλαίσιο του εφικτού από κατασκευαστική και οικονομική άποψη.

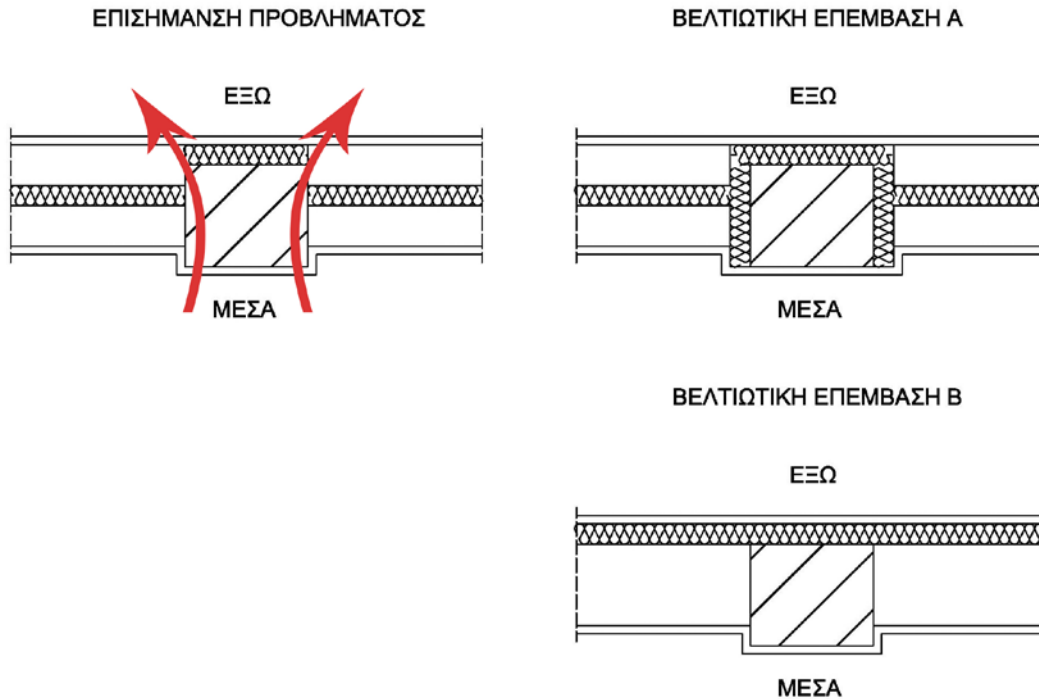
5.2.3. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ

- Το σημείο σύνδεσης στοιχείων φέροντος οργανισμού και τοιχοποιίας πλήρωσης.

Πρόκειται για τις θέσεις όπου η τοιχοποιία πλήρωσης δικέλυφης οπτοπλινθοδομής συναντά τα φέροντα στοιχεία του σκελετού (δοκάρια, υποστυλώματα, τοιχία). Σ' αυτήν την περίπτωση είτε παρατηρείται διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης είτε απουσία της.

Η θερμομονωτική στρώση στα στοιχεία του φέροντος οργανισμού συνήθως τοποθετείται στην εξωτερική τους όψη, ενώ στην τοιχοποιία πλήρωσης συνήθως βρίσκεται στον πυρήνα της, με αποτέλεσμα η θερμομονωτική στρώση να μην παρουσιάζει συνέχεια. Η απόσταση μεταξύ των δύο θερμομονωτικών στρώσεων αποτελεί θερμογέφυρα.

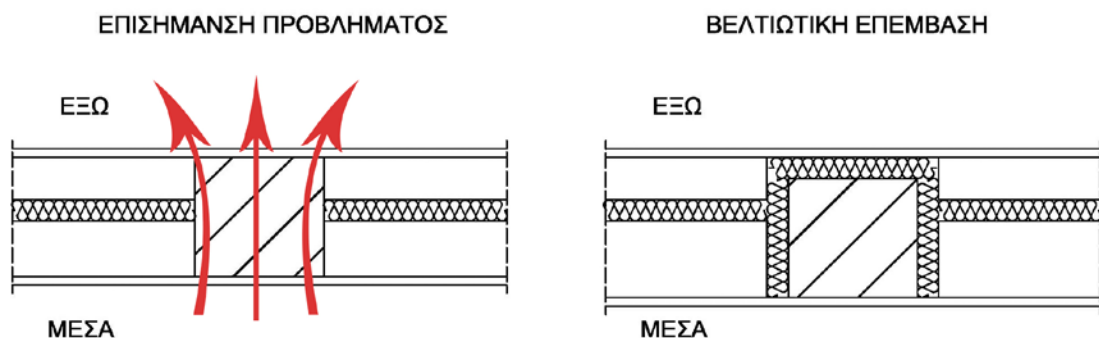
Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί με την τοποθέτηση της θερμομόνωσης εξωτερικά τόσο στα στοιχεία του φέροντος οργανισμού, όσο και της τοιχοποιίας πλήρωσης. Έτσι η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται εκ των υστέρων και δεν διακόπτεται η συνέχειά της.



43. Διακοπή θερμομονωτικής στρώσης σε σημείο σύνδεσης του φέροντος οργανισμού και της τοιχοποιίας πλήρωσης

- Απουσία θερμομόνωσης σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού
Βάσει των απαιτήσεων του κανονισμού θερμομόνωσης η θερμομονωτική προστασία των εξωτερικών στοιχείων του φέροντος οργανισμού είναι απαραίτητη, όμως κάποιοι κατασκευαστές δεν τηρούν τον κανονισμό. Κι αυτό δε γίνεται για λόγους οικονομίας, αλλά για την ευθυγράμμιση των εσωτερικών επιφανειών των φερόντων στοιχείων με την τοιχοποιία.

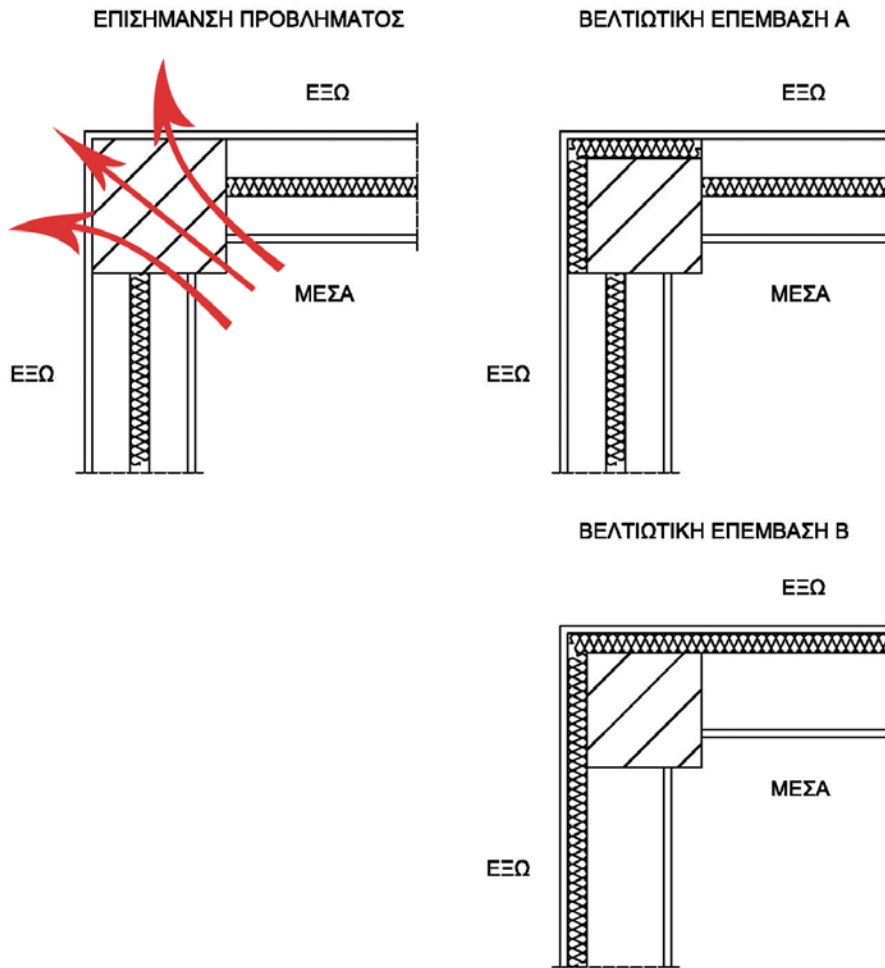
Σ' αυτήν την περίπτωση οι θερμογέφυρες είναι έντονες. Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπισθεί με την τήρηση των απαιτήσεων του κανονισμού και με τη θερμομονωτική προστασία του στοιχείου φέροντος οργανισμού.



44. Απουσία θερμομόνωσης σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού

- Διαφορά εμβαδού στις δύο όψεις των γωνιακών δομικών στοιχείων
Θερμογέφυρα παρουσιάζεται και στα γωνιακά δομικά στοιχεία, κυρίως υποστυλώματα, ακόμη και αν είναι θερμομονωμένα και από τις δύο ελεύθερες όψεις. Η εσωτερική γωνιακή επιφάνεια είναι μικρότερη της εξωτερικής και οι αντίστοιχες ροές θερμότητας αυξημένες. Πρόκειται για μια θερμογέφυρα

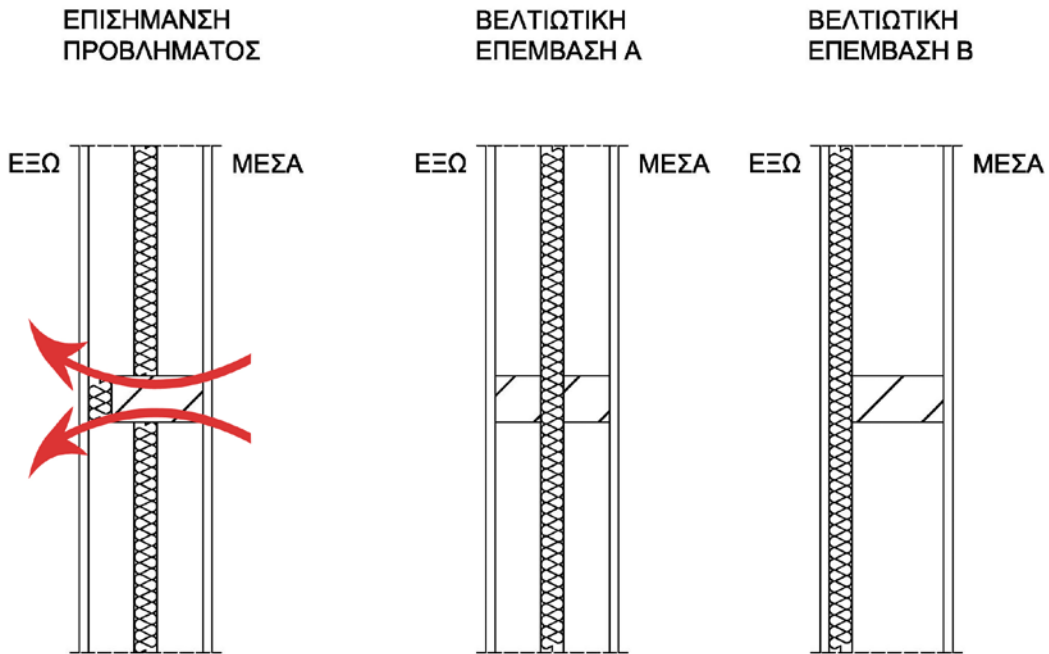
λόγω γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτιρίου. Και σ' αυτήν την περίπτωση, η καλύτερη λύση είναι η εξωτερική θερμομόνωση με μεγαλύτερο πάχος στο υποστύλωμα.



45. Διαφορά εμβαδού στις δύο όψεις γωνιακών δομικών στοιχείων

- **Περίδεσμοι ενίσχυσης (σενάζ)**

Θερμογέφυρες εμφανίζονται και στη θέση των περιδέσμων ενίσχυσης (σενάζ). Είτε επειδή δεν υπάρχει καθόλου θερμομόνωση, είτε υπάρχει αλλά βρίσκεται στην εξωτερική θέση και δεν υπάρχει συνέχεια στη στρώση. Μία λύση είναι η εξωτερική θερμομονωτική στρώση να έχει μεγαλύτερο ύψος από το σενάζ κατά 10-20 εκ. Μία άλλη λύση είναι να κατασκευαστούν δύο περιδέσμοι εκατέρωθεν της θερμομονωτικής στρώσης ώστε να μην διακοπεί, αλλά θα πρέπει να τοποθετηθούν και μεταλλικά ελάσματα για να συγκρατήσουν τις δύο τοιχοποιίες. Η βέλτιστη λύση βέβαια είναι η εξωτερική θερμομόνωση.

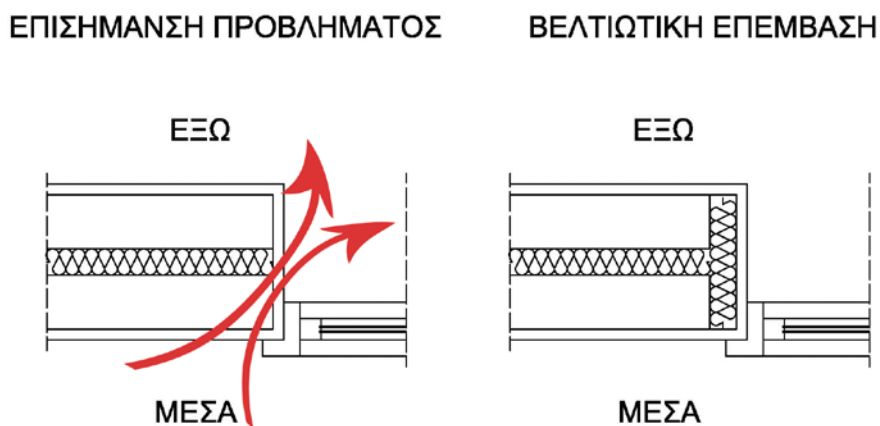


46. Θερμογέφυρα σε περιδέσμους ενίσχυσης (σενάζ)

- Παραστάδες και υπέρθυρα ανοιγμάτων

Τα ανοίγματα στο εξωτερικό κέλυφος διακόπτουν τη συνέχεια της θερμομονωτικής στρώσης. Η θερμομονωτική στρώση βρίσκεται στον πυρήνα, ενώ στα φέροντα στοιχεία στην εξωτερική πλευρά. Έτσι οι παραστάδες και τα υπέρθυρα μέχρι τη θέση του κουφώματος μένουν θερμικά απροστάτευτα και δημιουργούνται θερμογέφυρες.

Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης περιμετρικά του ανοίγματος, δηλαδή στις παραστάδες, στα υπέρθυρα και στις ποδιές των παραθύρων. Βέβαια η καλύτερη λύση είναι η εξωτερική θερμομόνωση με το παράθυρο τραβηγμένο όσο το πάχος της θερμομονωτικής στρώσης.



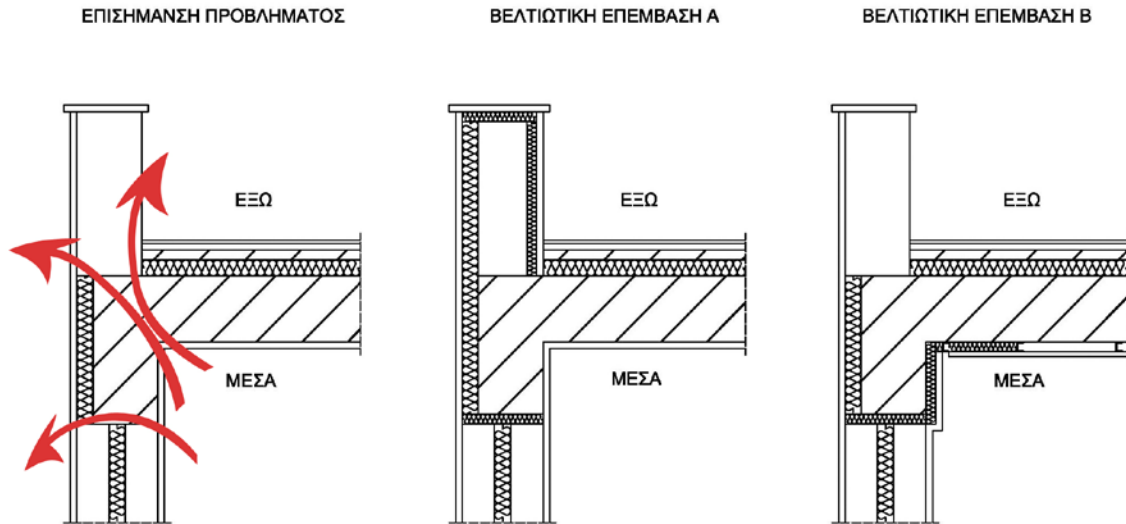
47. Διακοπή θερμομονωτικής στρώσης στις παραστάδες, στα υπέρθυρα των ανοιγμάτων και στις ποδιές των παραθύρων

- Απολήξεις εξωτερικών δομικών στοιχείων

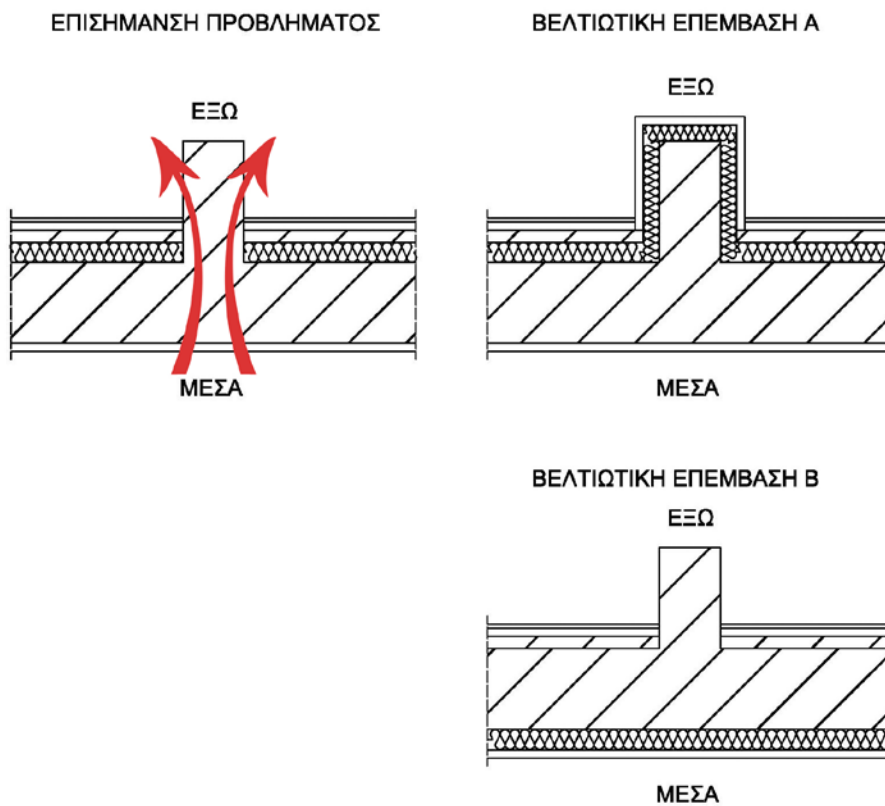
Συχνά στις απολήξεις των εξωτερικών δομικών στοιχείων διακόπτεται η συνέχεια της θερμομονωτικής στρώσης δημιουργώντας θερμογέφυρες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα

στηθαία στα δώματα, τα αντεστραμμένα δοκάρια που προεξέχουν ή τα διπλά στηθαία για τη διαμόρφωση αρμών διαστολής.

Υπάρχουν δύο λύσεις. Προστασία με εξωτερική περιμετρική θερμομόνωση ή με εσωτερική θερμική προστασία και κάλυψη με ψευδοροφή. Η πρώτη λύση αποφεύγεται λόγω κόστους.



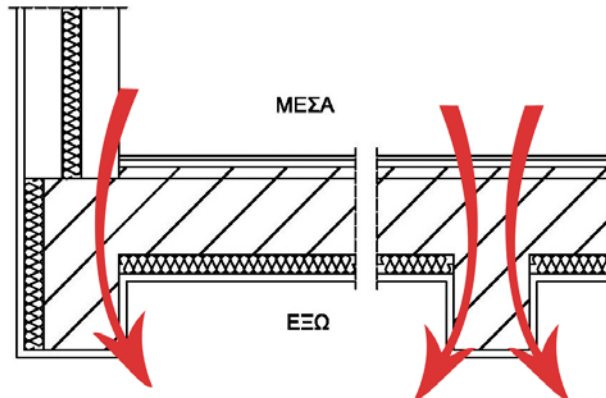
48. Απουσία θερμομόνωσης σε στηθαία δώματος



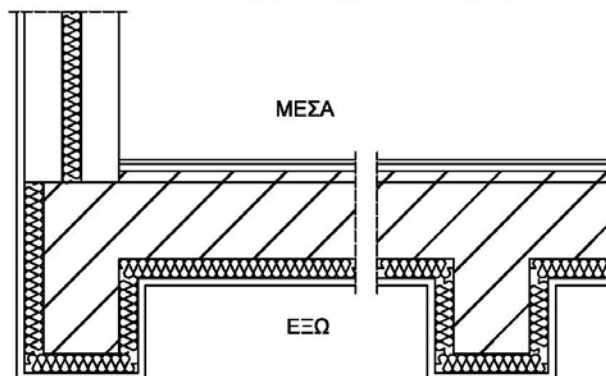
49. Απουσία θερμομόνωσης σε αντεστραμμένο δοκάρι

- Θέσεις δοκών στην οροφή υπογείου ή πιλοτής
Ακόμη και στις περιπτώσεις που υπάρχει θερμομόνωση, αυτή περιορίζεται στην έκταση της πλάκας και τα δοκάρια μένουν απροστάτευτα. Έτσι, οι θέσεις των δοκών λειτουργούν ως επιμήκεις θερμογέφυρες. Η λύση είναι η τοποθέτηση περιμετρικής θερμομόνωσης στους δοκούς.

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

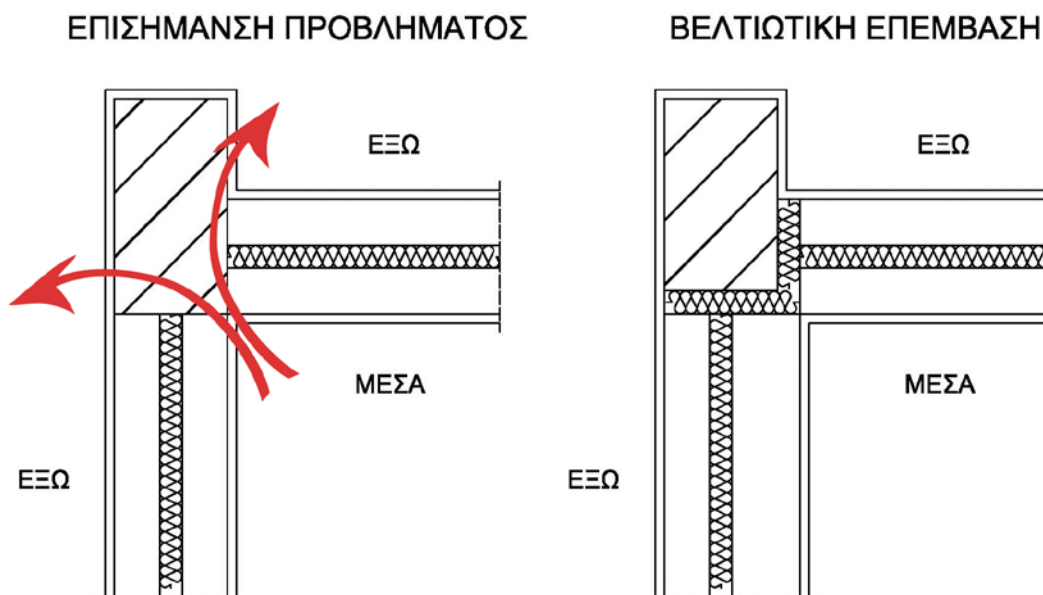


ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ



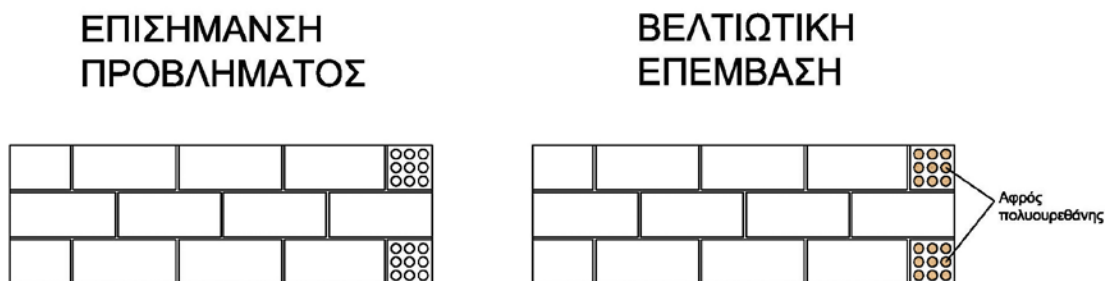
50. Απουσία θερμομόνωσης σε ενδιάμεσα και περιμετρικά δοκάρια στην οροφή υπογείου ή πιλοτής

- Προέκταση των φερόντων στοιχείων πέραν του κυρίου όγκου του κτιρίου
Περιλαμβάνονται κυρίως οι πρόβολοι και τα προστεγάσματα που εκτείνονται έξω από τον κύριο όγκο του κτιρίου. Ο ίδιος ο πρόβολος αποτελεί θερμογέφυρα αφού καθώς προεξέχει διακόπτει τη θερμομονωτική προστασία των κατακόρυφων δομικών στοιχείων. Η λύση είναι το δάπεδο του υπερκείμενου ορόφου και η οροφή του υποκείμενου να δεχθούν μια ενισχυτική συμπληρωματική θερμομονωτική προστασία κατά μήκος του προβόλου. Αυτή η λύση μπορεί να μην εξαλείφει απόλυτα τη θερμογέφυρα, περιορίζει όμως κατά πολύ την επίδρασή της.
Ανάλογη περίπτωση θερμογέφυρας αποτελούν και τα υποστυλώματα ή τα τοιχεία που προεξέχουν της όψης του κτιρίου.



51. Αυξημένες θερμικές απώλειες σε θέσεις προέκτασης των κατακόρυφων στοιχείων του φέροντος οργανισμού έξω από τον κύριο όγκο του κτιρίου

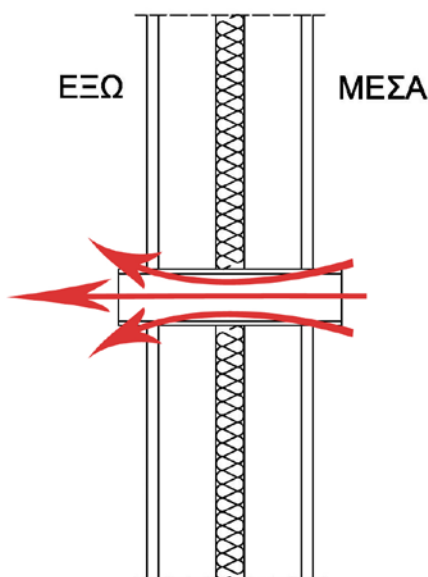
- Οπτόπλινθοι με τις οπές κάθετα στο εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου
Οι οπτόπλινθοι της τοιχοποιίας καταλήγουν μέχρι την εξωτερική επιφάνεια του κελύφους, αφήνοντας τις οπές στραμμένες προς τα έξω. Αυτές οι θέσεις των οπών προφυλάσσονται μόνο από το εξωτερικό επίχρισμα και αποτελούν θερμογέφυρες.
Η λύση είναι οι οπές να πληρωθούν με αφρώδες θερμομονωτικό υλικό πριν την επίχριση.



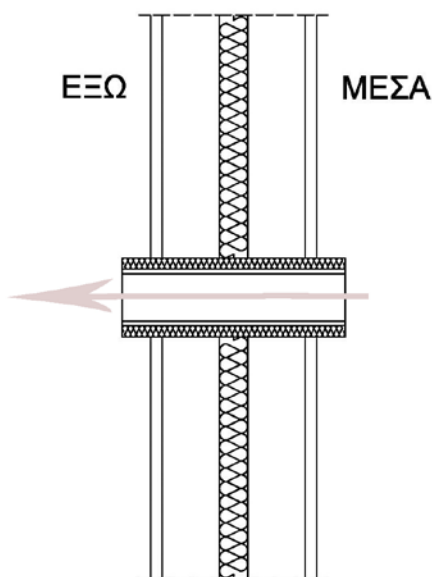
52. Εγκάρσια απόληξη εσωτερικής τοιχοποιίας στο εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου

- Σημεία διέλευσης σωληνώσεων
Σωληνώσεις ύδρευσης, αποχέτευσης, κεντρικής θέρμανσης, αερίου καθώς και καμινάδες και αεραγωγοί διαπερνούν το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου και λειτουργούν ως θερμογέφυρες.
Η καλύτερη λύση είναι η περιμετρική θερμομονωτική προστασία των αγωγών. Αυτό το μέτρο επιβάλλεται στους αγωγούς που μεταφέρουν υδρατμούς για να μην δημιουργείται συμπύκνωση και στους αγωγούς νερού για αποφυγή του παγετού. Ωστόσο, η ίδια η οπή των αεραγωγών αποτελεί θερμογέφυρα.

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

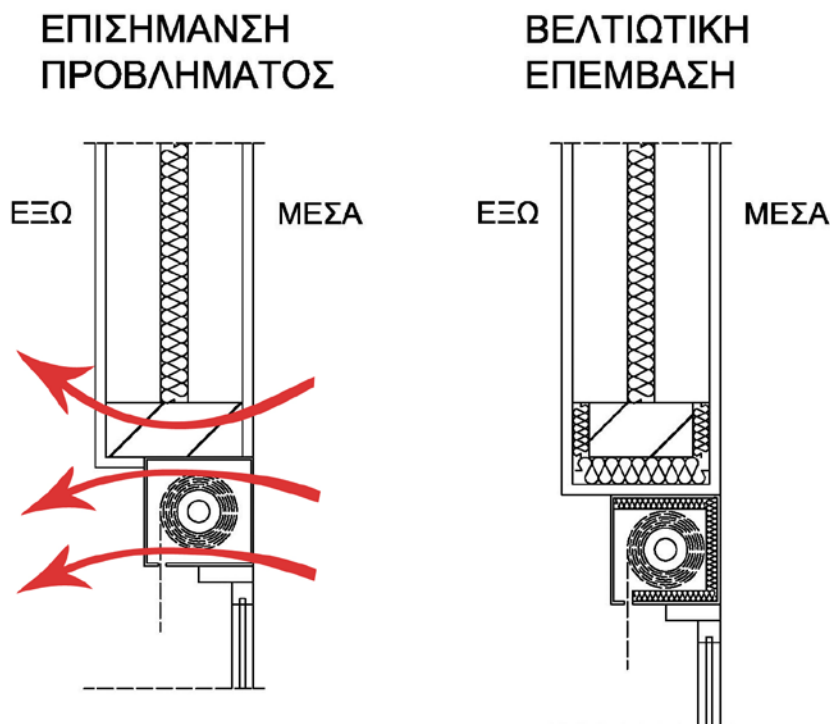


ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ



53. Διάτρηση του εξωτερικού περιβλήματος για τη διέλευση σωληνώσεων

- Σημεία συναρμογής κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες
Καθώς κανένας συμβατικός τοίχος επιχρισμένων οπτόπλινθων στο τελείωμά του δεν σχηματίζει απόλυτη ευθεία, είναι πρακτικά αδύνατη η πλήρης επαφή μεταξύ κάσας του κουφώματος και τοιχοποιίας. Τα κενά που δημιουργούνται λειτουργούν ως θερμογέφυρες.
Η αντιμετώπιση του προβλήματος είναι η πλήρης κάλυψη των κενών μεταξύ τοιχοποιίας και κάσας με αφρό πολουρεθάνης ή με οποιοδήποτε άλλο θερμομονωτικό υλικό που θα εγχυθεί μέσα στα κενά και θα τα φράξει. Μετά τη στερέωση του κουφώματος το θερμομονωτικό υλικό πρέπει να καλύπτεται με αρμοκάλυπτρο.
- Κουτιά περιελισσόμενων περσίδων κουφωμάτων
Με την περιέλιξή τους γύρω από τον κύλινδρο οι περσίδες συγκεντρώνονται σε επιμήκη παραλληλεπίπεδα κουτιά, που βρίσκονται στο άνω μέρος του κουφώματος της πόρτας ή του παραθύρου. Το κουτί αυτό αποτελεί θερμογέφυρα και το χειμώνα συμπυκνώνονται πάνω στην εσωτερική του επιφάνεια οι υδρατμοί του εσωτερικού χώρου.
Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται με τη θερμομονωτική προστασία του κουτιού, που μπορεί να προβλεφθεί εξαρχής από τον κατασκευαστή ή να πραγματοποιηθεί στη συνέχεια. Η θερμομονωτική στρώση θα πρέπει να τοποθετηθεί από την εσωτερική πλευρά του κουτιού και στις τρεις επιφάνειες.



54. Δημιουργία θερμογέφυρας στη θέση των κουτιών περιέλιξης των περσίδων (ρολών) των κουφωμάτων

5.2.4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Στη θέση μιας θερμογέφυρας η επιφανειακή θερμοκρασία του δομικού στοιχείου παρουσιάζει χαμηλότερη τιμή απ' ό,τι στην υπόλοιπη επιφάνεια, καθώς αυτή εξαρτάται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) που διαμορφώνεται σ' αυτήν τη θέση και άρα από το μέγεθος των αντίστοιχων θερμικών απωλειών. Επηρεάζει επομένως τους εσωκλιματικούς παράγοντες που διαμορφώνουν το αίσθημα της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό ενός χώρου, καθώς η επιφανειακή θερμοκρασία μαζί με τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του αέρα και την ταχύτητα κίνησής του στο εσωτερικό του χώρου είναι παράγοντες αποφασιστικής σημασίας στις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ ανθρώπινου σώματος και περιβάλλοντος.

Απόρροια της δημιουργίας θερμογέφυρας στην επιφάνεια ενός δομικού στοιχείου είναι και η πρόκληση επιφανειακής υγρασίας λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου).

5.2.5. ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ

Η συμπύκνωση οφείλεται στις θερμικές απώλειες που εμφανίζονται στις θέσεις των θερμογεφυρών και συνεπώς στις χαμηλές θερμοκρασίες στις συγκεκριμένες επιφάνειες. Η πτώση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ικανότητας του αέρα να συγκρατεί τους υδρατμούς που έχει στη μάζα του. Οι υδρατμοί αυτοί που δεν μπορούν να συγκρατηθούν κατακάθονται υπό μορφή συμπυκνωμάτων στις ψυχρές επιφάνειες προκαλώντας φθορές στα δομικά στοιχεία. Οι φθορές τις περισσότερες φορές οφείλονται στην επίδραση της υγρασίας στα υλικά και στις μεταβολές που επιφέρει στις φυσικές και μηχανικές τους ιδιότητες.

Συμπύκνωση συνήθως παρατηρείται στις γωνίες που σχηματίζουν οι εξωτερικοί τοίχοι με το δάπεδο ή την οροφή, στις ποδιές των παραθύρων, στις συναρμογές του τοίχου με τις κάσες των κουφωμάτων, στους περιδέσμους ενίσχυσης (σενάζ) που δεν έχουν θερμομόνωση και σε κάθε θέση που

μπορεί να υπάρχει θερμογέφυρα. Η υγραποίηση άλλοτε παρουσιάζεται σαν απλό νότισμα και άλλοτε σαν σταγονίδια. Η συμπύκνωση υδρατμών γίνεται αντιληπτή συνήθως από μικρά μαύρα στίγματα ή σκιάσεις που σχηματίζονται στα δομικά στοιχεία και οφείλονται στα μόρια σκόνης που περιέχονται στον αέρα.

5.3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Οι βασικές αρχές της θερμομόνωσης, από τις οποίες εξαρτάται η μελέτη και η σωστή εφαρμογή της σε ένα κτιριακό έργο είναι:

α. Η θερμομονωτική ικανότητα, δηλαδή η αντίσταση θερμοδιαφυγής ($1/\Lambda$) των στοιχείων κατασκευής. Αυτή εξαρτάται από τις ιδιότητες των βασικών υλικών που συνθέτουν μια κατασκευή θερμομόνωσης, δηλαδή:

- Τη θερμική τους αγωγιμότητα (λ)
- Την περιεκτικότητά τους σε υγρασία
- Το πάχος τους

β. Ο βαθμός διαπερατότητας του αέρα των στοιχείων κατασκευής, που εξαρτάται από:

- Το είδος της κατασκευής που διαμορφώνει το περίβλημα ενός χώρου. Τοίχοι και οροφές επενδυμένοι με επίχρισμα μαρμαροκονίας έχουν, γενικά, μικρή διαπερατότητα αέρα και, επομένως, μικρές απώλειες θερμότητας από θερμική μεταφορά.

- Την επιφάνεια των κουφωμάτων και τον τρόπο συναρμογής τους. Μεγάλες ποσότητες θερμότητας χάνονται από τις πόρτες και τα παράθυρα μιας όψης, ανάλογα με το μέγεθος των υαλοπινάκων και τον τρόπο κατασκευής τους. Έτσι, τα μεγάλα ανοίγματα με υαλοπίνακες μεγάλης θερμικής αγωγιμότητας παρουσιάζουν πολλές θερμικές απώλειες. Το ίδιο συμβαίνει με τους αρμούς επαφής μεταξύ των φύλλων και του πλαισίου ενός κουφώματος. Το γεγονός αυτό κάνει τα παράθυρα και τις πόρτες να εμφανίζουν υπερβολικά μεγάλο συντελεστή θερμοπερατότητας (k), γιατί οι θερμικές απώλειες προκαλούνται όχι μόνο από θερμική αγωγιμότητα αλλά και από θερμική μεταφορά.

γ. Η θερμοχωρητικότητα (Q) των στοιχείων της κατασκευής, που συμβάλλει στον περιορισμό της ταχύτητας μεταβολής της αρχικής κατάστασης της θερμοκρασίας. Όταν οι τοίχοι και οι οροφές έχουν μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα, η θερμότητα που συγκεντρώνουν όσο λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης αποβάλλεται όταν αυτό σταματήσει, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η γρήγορη ψύξη των χώρων. Το αντίστοιχο συμβαίνει με την ψύξη το καλοκαίρι. Ανάλογα με τη θέση της μόνωσης (εξωτερική ή εσωτερική επιφάνεια) οι τοίχοι και οι οροφές ενεργούν ως:

- Συσσωρευτές θερμότητας, όταν η θερμομόνωση τοποθετείται στην εξωτερική τους επιφάνεια. Στην περίπτωση αυτή, συσσωρεύουν επί ένα μεγάλο χρονικό διάστημα τη θερμότητα, για να την αποβάλλουν και πάλι με ακτινοβολία. Με τη διαδικασία αυτή αυξάνεται, αντίστοιχα, η διάρκεια μεταβολής των συνθηκών θερμοκρασίας σε χώρους στους οποίους είναι απαραίτητο να υφίσταται το αίσθημα της θερμικής άνεσης (κατοικίες, χώροι εργασίας κλπ.)

- Φράγμα προστασίας, όταν η θερμική μόνωση τοποθετείται στην εσωτερική τους επιφάνεια, στις περιπτώσεις που δεν ενδιαφέρει η διάρκεια αποθέρμανσης ή απόψυξης των χώρων (θέατρα, εκκλησίες κλπ) αλλά, αντίθετα η προστασία των κατασκευών από τη θερμότητα ή την ψύξη που αναπτύσσεται μέσα στους χώρους αυτούς.

δ. Οι τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας και αντίστασης θερμοδιαφυγής των διαφόρων υλικών που συγκροτούν μια κατασκευή. Οι τιμές αυτές είναι παγκόσμια αποδεκτές όπως τις έχει καθορίσει ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) και αφορούν:

- τη θερμική αγωγιμότητα (λ) των πιο συνηθισμένων οικοδομικών υλικών
- την αντίσταση θερμοδιαφυγής ($1/\Lambda$) των στρωμάτων αέρος, ανάλογα με το πάχος τους.

ε. Οι απαιτήσεις θερμομόνωσης που επιβάλλει ο Κανονισμός Θερμομόνωσης. Αυτές αφορούν τον καθορισμό:

- των ελάχιστων θερμοκρασιών χώρων, για τις οποίες εξασφαλίζονται άνετες συνθήκες διαβίωσης μέσα στους χώρους ενός κτιρίου, ανάλογα με τη χρήση τους
- των ορίων θερμικών απωλειών των στοιχείων κατασκευής, ώστε ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας να μην ξεπερνά τις τιμές που καθορίζει ο Κανονισμός ανάλογα με τις ζώνες θερμομονωτικών απαιτήσεων στις οποίες έχει διαιρεθεί η χώρα μας
- της οικονομικά βέλτιστης θερμομόνωσης, ώστε να μειώνονται σημαντικά οι δαπάνες θέρμανσης, αλλά και να αποφεύγονται άσκοπες δαπάνες υπερβολικής θερμικής προστασίας.

5.3.1. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός υλικού επηρεάζονται από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν κι άλλες ιδιότητες των μονωτικών υλικών, όπως η μηχανική αντοχή (σε θλιπτικά φορτία), η σταθερότητα του όγκου τους, η ανθεκτικότητά τους στις μεταβολές της θερμοκρασίας και η διάρκεια ζωής τους.

Ακόμα, πρέπει να τονιστεί ότι η εκλογή ενός θερμομονωτικού υλικού σχετίζεται άμεσα και με παράγοντες που δεν περιλαμβάνονται στις φυσικές τους ιδιότητες, όπως το κόστος που απαιτείται για την αγορά του, η επάρκειά του στην αγορά, καθώς επίσης οι δυνατότητες μεταφοράς και σωστής τοποθέτησής του. Τα περισσότερα γνωστά μονωτικά χαρακτηρίζονται από μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας.

Τα μονωτικά υλικά χαρακτηρίζονται ως:

- Ανόργανα ή οργανικά ανάλογα με την προέλευση και τη σύστασή τους.
- Φυσικής προέλευσης ή τεχνητά, ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας που υφίστανται πριν διατεθούν στην κατανάλωση.
- Ανοικτών ή κλειστών κυψελών ή πόρων αέρα.
- Μεγάλου ή μικρού φαινομένου βάρους, δηλαδή διακρίνονται σε βαριά (π.χ. ελαφρό σκυρόδεμα φαινομένου ειδικού βάρους από 400 έως 800 kg/m³) και σε ελαφρά (π.χ. υαλοβάμβακας φαινομένου ειδικού βάρους 120 kg/m³).

| Τύποι Θερμομονωτικών Υλικών | Υλικά |
|-----------------------------|---|
| Ανόργανα φυσικά | Αμίαντος, κίσηρης |
| Ανόργανα τεχνητά | Βερμικουλίτης, υαλοβάμβακας, σκωριόμαλλο, περλίτης, κυψελοειδές γυαλί, μονωτικά τούβλα, ορυκτοβάμβακας |
| Οργανικά φυσικά | Φυσικός φελλός, πλάκες τύρφης, καλάμια, πλάκες αχύρου, γιούτα |
| Οργανικά τεχνητά | Επεξεργασμένος φελλός, διογκωμένος φελλός, ξυλόμαλλο, καουτσούκ, συνθετικά πλαστικά, πολυουρεθάνη, πολυστερίνη, PVC, φαινολικά μονωτικά |
| Σκυροδέματα φυσικά | Κίσηρόδεμα, σκωριόδεμα, αμιαντοσκυρόδεμα |
| Σκυροδέματα τεχνητά | Αερομπετόν, κυψελομπετόν |

55. Διαχωρισμός θερμομονωτικών υλικών ανάλογα με την προέλευση και την επεξεργασία που υφίστανται (πηγή: ΚΑΠΕ)

Στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμομονωτικών υλικών όπως:

- Εξηλασμένη πολυστερίνη
- Διογκωμένη πολυστερίνη
- Υαλοβάμβακας

- Πετροβάμβακας
- Πολυουρεθάνη
- Αφρώδες γυαλί
- Περλιτοειδή
- Φελλός
- PVC
- Κυψελωτό σκυρόδεμα
- Θερμομονωτικά τούβλα
- Πλάκες περλιτοϋάλου κ.ά.

| ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΥΛΙΚΟΥ | ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΟΥ |
|--------------------------------|---|
| Διογκωμένη πολυστερίνη | Είναι αδρανές υλικό και βρίσκεται σε μορφή πλακών. Αντέχει στις πιέσεις. Δεν μεταβάλλεται με τον χρόνο. Αλλοιώνεται από οργανικούς διαλύτες. Εφαρμόζεται εύκολα. Δεν έχει ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. Απελευθερώνει πτητικά τοξικά αέρια. |
| Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη | Αντέχει στις πιέσεις. Δεν απορροφά νερό και διάχυτους υδρατμούς. Έχει περιορισμένες ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. |
| Πολυουρεθάνη | Είναι κυψελωτό υλικό και βρίσκεται σε μορφή πλακών. Αντέχει στις πιέσεις. Δεν προσβάλλεται από την υγρασία. Έχει μέτριες ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. Απελευθερώνει τοξικές ουσίες. |
| Ξυλόμαλλο με συνθέτικη κόλλα | Είναι υλικό από ίνες ξύλου μαζί με υλικά όπως τσιμέντο ή καυστική μαγνησία. Είναι υλικό πρακτικά άκαυστο. Αντέχει στις πιέσεις. Δέχεται απ' ευθείας επιχρίσματα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε νέες οικοδομές. Προσβάλλεται από την υγρασία όταν έχει μορφή κόκκων. Έχει αξιολογές ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. |
| Φελλός | Είναι κυψελωτό υλικό που σχηματίζει θύλακες με αέρα. Δεν μεταβάλλεται με τον χρόνο. Εφαρμόζεται εύκολα. Είναι εύκολα ανακυκλώσιμο. Έχει αξιολογές ηχοαπορροφητικές ιδιότητες και καλή απορρόφηση κραδασμών. |
| Υαλοβάμβακας | Είναι υλικό από ίνες γυαλιού και υπάρχει σε διάφορες μορφές στο εμπόριο. Είναι υλικό πρακτικά άκαυστο. Προσβάλλεται από την υγρασία και το νερό. Έχει αξιολογές ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. Προκαλεί ερεθισμό στο δέρμα. Απελευθερώνει ποσότητες φορμαλδεΐδης. |
| Πετροβάμβακας | Ανόργανο υλικό που παράγεται από ηφαιστιογενή πετρώματα. Είναι υλικό πρακτικά άκαυστο. Έχει αξιολογές ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. Απελευθερώνει ποσότητες φορμαλδεΐδης. |
| Περλίτης | Είναι άκαυστο υλικό ηφαιστειακής προέλευσης. Προσβάλλεται από την υγρασία όταν έχει την μορφή κόκκων. Έχει αξιολογές ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. |
| Ερακλίτ (Heraclith) | Είναι ξυλόμαλλο. Είναι οικολογικό και φθινό. Αποτελεί υποκατάστατο της εξηλασμένης πολυστερίνης. Είναι υλικό πρακτικά άκαυστο. Εύκολα ανακυκλώσιμο. Καλή θερμομονωτική ικανότητα. |

56. Θερμομονωτικά υλικά (πηγή: Κτίριο, ενέργεια, θερμομόνωση, περιβάλλον και αλληλεξάρτησή τους, Αργυροπούλου Ανδρονίκη, 2009)

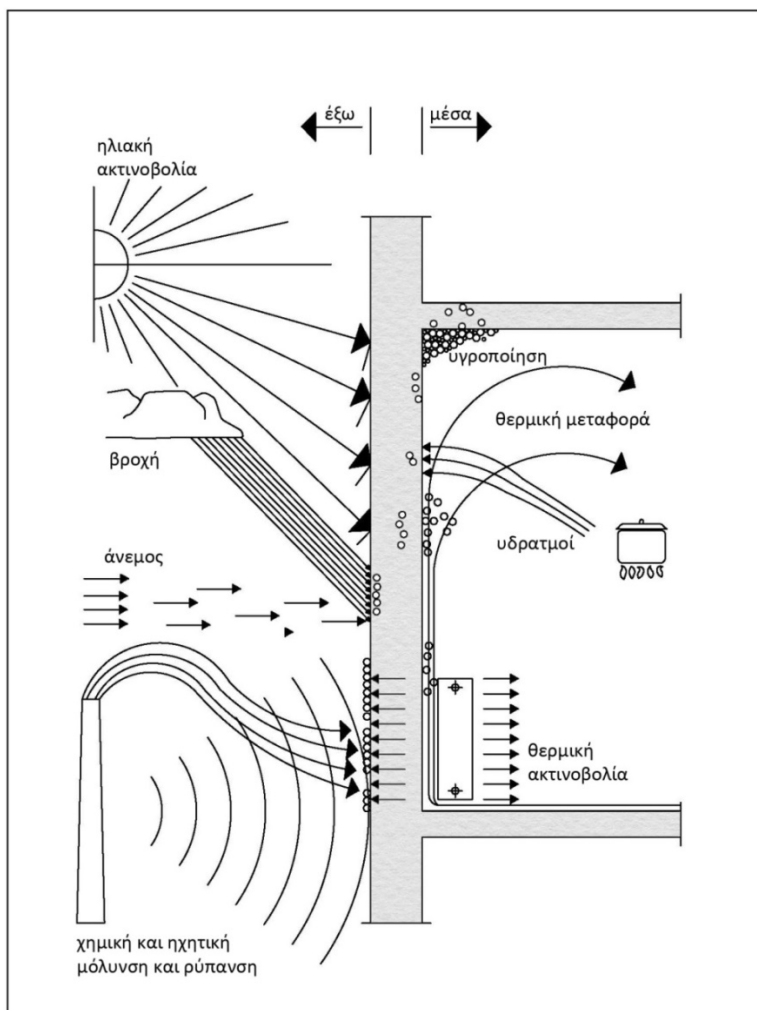
5.3.2. ΑΙΤΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Πριν καταφύγει κανείς σε οποιοδήποτε βοηθητικές οικοδομικές κατασκευές για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών πρέπει να έχει υπόψη του τους βασικότερους παράγοντες που τις προκαλούν. Τέτοιοι παράγοντες είναι:

- Ο προσανατολισμός και η θέση του κτιρίου μέσα στον περιβάλλοντα χώρο. Έτσι όσο περισσότερο εκτεθειμένο είναι ένα κτίριο στους ανέμους τόσο μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας εμφανίζει. Επίσης όσο περισσότερο προσβάλλεται από την ηλιακή ακτινοβολία τόσο οι απώλειες ψύξης των εσωτερικών χώρων του είναι μεγαλύτερες.
- Το μέγεθος των επιφανειών του εξωτερικού περιβλήματος που είναι άμεσα εκτεθειμένος στις καιρικές συνθήκες, σε συνάρτηση με τον όγκο του (V), καθορίζουν το συντελεστή θερμοπερατότητας. Ένα ελεύθερο στο χώρο κτίριο εμφανίζει πολύ μεγαλύτερες απώλειες από ένα άλλο που είναι ενταγμένο σε ένα συνεχές σύστημα δόμησης.
- Το πόσο εκτεθειμένοι στο ύπαιθρο είναι οι διάφοροι χώροι του κτιρίου. Χώροι τελείως εσωτερικοί θεωρείται ότι δεν παρουσιάζουν καμία θερμική μεταβολή. Αντίθετα, χώροι που εκτείνονται σε δύο ή περισσότερους ορόφους, όπως για παράδειγμα τα κλιμακοστάσια, παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες.
- Τα εξωτερικά κουφώματα, τα οποία, ανάλογα με το μέγεθος, τον αριθμό και τη θέση τους στις όψεις ενός κτιρίου, επηρεάζουν τη ροή της θερμότητας. Τα μεγάλα παράθυρα αυξάνουν σημαντικά τις απώλειες, αφού η κακή προσαρμογή τόσο αυτών με τις υπόλοιπες κατασκευές, όσο και των στοιχείων που τα συγκροτούν (φύλλα, υαλοπίνακες) μεταξύ τους, επιτρέπει τη διείσδυση ρευμάτων αέρα με συνέπειες δυσάρεστες, που δύσκολα αντιμετωπίζονται.

Η κατασκευή της θερμομόνωσης ενός κτιριακού έργου πρέπει να εκτελείται με ορισμένες προϋποθέσεις που τις καθορίζουν:

- Η μελέτη θερμομόνωσης
- Η θέση επιφάνειας που πρόκειται να προστατευτεί
- Η θέση της μονωτικής στρώσης μέσα στο σύνθετο δομικό στοιχείο (εσωτερικά ή εξωτερικά).



57. Οι επιδράσεις που δέχεται ένα πλευρικό τοίχωμα εσωτερικά και εξωτερικά

6| ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

6.1. ΕΙΔΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Η παραδοσιακή μέθοδος θερμομόνωσης των όψεων στην Ελλάδα, αυτή της θερμομόνωσης στον πυρήνα, παρόλο που έχει επικρατήσει καθολικά, δεν είναι η μοναδική και βέλτιστη πάντα λύση. Οι μέθοδοι θερμομόνωσης εξωτερικά, εσωτερικά ή ακόμη και οι αεριζόμενες δικέλυφες προσόψεις αποτελούν ιδιαίτερα ελκυστικές λύσεις για τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση του κελύφους.

Με την εξαίρεση της θερμομόνωσης στον πυρήνα, οι άλλες δυνατότητες ενδείκνυνται και για την περίπτωση της αναδρομικής θερμομόνωσης υφιστάμενων κτιρίων. Η εσωτερική θερμομόνωση βρίσκει εφαρμογή σε κτίρια διακοπτόμενης θέρμανσης ή ψύξης, εξοπλισμένα με συστήματα αέρα (π.χ. κτίρια γραφείων) στα οποία λόγω της απομόνωσης της θερμικής μάζας του κελύφους εμφανίζεται ταχεία θέρμανση και ψύξη. Αντίθετα, η εξωτερική θερμομόνωση σε κτίρια συνεχούς χρήσης τα οποία θερμαίνονται κυρίως με ακτινοβολητές, όπως οι κατοικίες, συμπεριλαμβάνει το εξωτερικό κέλυφος στη θερμική μάζα του κτιρίου και συμβάλλει στη διατήρηση της εσωκλιματικής σταθερότητας σε όλο το διάστημα του έτους, ενώ παράλληλα παρουσιάζει και τη μικρότερη επιφάνεια θερμογεφυρών από όλες τις λύσεις θερμομόνωσης του κελύφους. Οι θερμογέφυρες παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στις απώλειες θερμότητας διότι παρά το μικρό τους μέγεθος σε ένα τυπικά θερμομονωμένο κτίριο μπορεί να ευθύνονται ακόμη και για το 30% των θερμικών απωλειών.

Η δικέλυφη αεριζόμενη όψη παρέχει την απολύτως μεγαλύτερη προστασία του κελύφους από τις ανεπιθύμητες θερμικές ανταλλαγές με το περιβάλλον. Το χειμώνα ελαχιστοποιεί την έκθεση του κελύφους στον άνεμο και τη βροχή, ενώ το καλοκαίρι παρέχει πλήρη ηλιοπροστασία στο κτίριο καθώς η υπερθέρμανση του εξωτερικού κελύφους από την ηλιακή ακτινοβολία μεταδίδεται στον αέρα του διάκενου, ο οποίος λόγω θερμικής άνωσης διαφεύγει από το ανώτερο τμήμα της όψης μέσω κατάλληλων οπών. Με αυτόν τον τρόπο ψύχεται το διάκενο αλλά και τα δύο κελύφη, περιορίζοντας τη θερμική καταπόνηση του κελύφους και το θερμικό κέρδος στο κτίριο. Επιπλέον, αυτός ο τύπος όψης βελτιώνει σημαντικά την ηχοπροστασία του κτιρίου και επιτρέπει την απόρριψη της υγρασίας.

Μια σωστή μόνωση που απαιτεί περίπου το 2-5% του αρχικού κόστους κατασκευής του κτιρίου, μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι και 50% του κόστους λειτουργίας της θέρμανσής του.



58. Μονωμένο κτίριο (πηγή: <http://www.stomix.gr/#pruvodce>)

6.1.1. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται στο εσωτερικό μέρος της τοιχοποιίας και προστατεύεται από κάποιο στερεό δομικό υλικό που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα.

Ο τρόπος αυτός παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

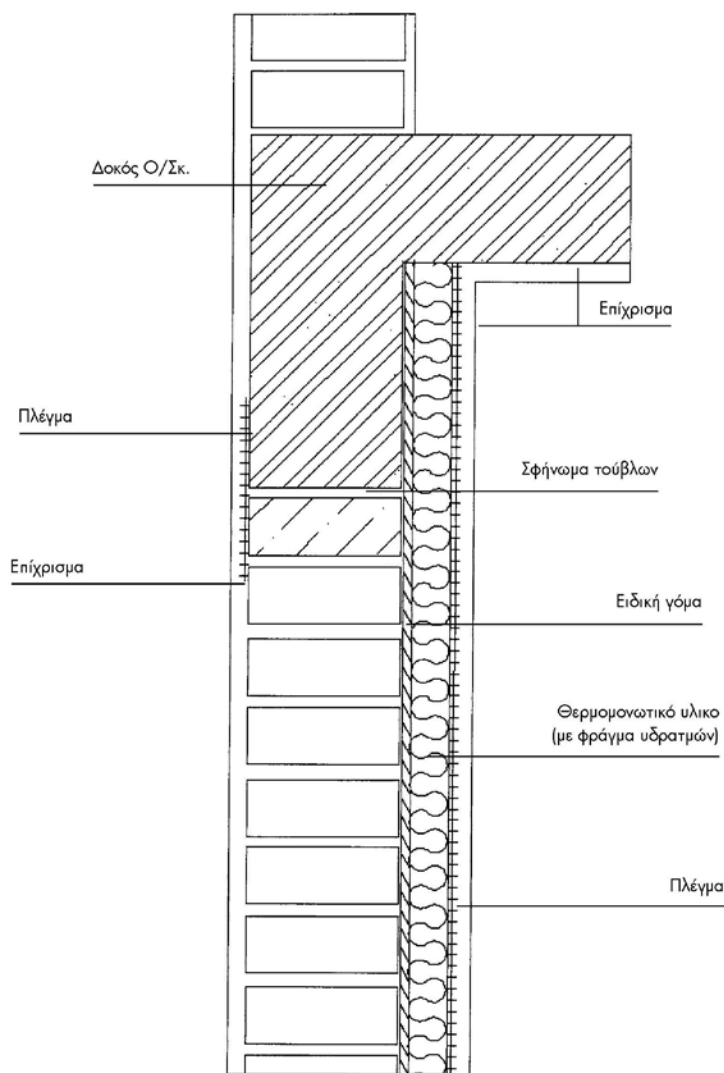
- Αποτελεί φθηνότερη λύση σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση.
- Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προστασία των μονωτικών από τις εξωτερικές επιδράσεις.
- Έχει απλή κατασκευή.
- Θερμαίνεται πολύ γρήγορα ο χώρος.
- Η κατασκευή μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.
- Είναι εύκολη η επισκευή και η συντήρησή της.

Τα μειονεκτήματά της είναι τα εξής:

- Περιορίζεται ο ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος.
- Μένει ανεκμετάλλευτη η θερμοχωρητικότητα του κελύφους.
- Η θερμική μάζα της τοιχοποιίας δεν αξιοποιείται, με αποτέλεσμα το χειμώνα ο τοίχος να παραμένει ψυχρός όλο το 24ωρο και το καλοκαίρι να υπερθερμαίνεται.

- Οι εσωκλιματικές συνθήκες είναι ευμετάβλητες (π.χ. κατά τον αερισμό, κατά τη θέρμανση του χώρου κλπ).
- Δε λύνεται το πρόβλημα των θερμογεφυρών.
- Τα δομικά στοιχεία κινδυνεύουν από συστολές και διαστολές από τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Υπάρχει κίνδυνος ρηγματώσεων και εισροής βρόχινου νερού.
- Εμφανίζει κακή συμπεριφορά στη διέλευση των υδρατμών (συμπύκνωση μεταξύ θερμομονωτικού υλικού και τοιχοποιίας).
- Υπάρχει κάποιο πρόβλημα στην τακτοποίηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.
- Επιφέρει αναστάτωση στο εσωτερικό του χώρου και διακόπτει τη λειτουργία του όσο εκτελούνται οι οικοδομικές εργασίες.

Η λύση αυτή είναι ιδανική για χώρους με σύστημα θέρμανσης με αέρα διακοπτόμενης ή περιστασιακής χρήσης (δημόσιες υπηρεσίες, σχολεία, θέατρα, κινηματογράφοι, καταστήματα, εξοχικές κατοικίες κλπ). Δεν συνηθίζεται στον ελλαδικό χώρο παρά σε σπάνιες περιπτώσεις.



59. Εσωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό (πηγή: Οδηγός θερμομόνωσης κτιρίων, Υπηρεσία Ενέργειας, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, 2010)

6.1.2. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης, ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού, δηλαδή σε κατοικίες μόνιμης διαμονής, νοσοκομεία κλπ.

Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου και επικαλύπτεται με μία επιπλέον στρώση που μπορεί να είναι επίχρισμα, τσιμεντοσανίδα, ελαφρό πέτασμα, μεταλλικό φύλλο, φυσική ή τεχνητή πλάκα. Η θερμομονωτική στρώση επικαλύπτει όλους τους τύπους των κατακόρυφων δομικών στοιχείων δημιουργώντας μια ενιαία θερμοπροστατευτική επιφάνεια. Στην κατασκευή αυτή υπάρχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα της τοιχοποιίας. Ο χώρος διατηρεί τη θερμότητα και μετά τη διακοπή της θέρμανσης λόγω της ικανότητας των δομικών στοιχείων να συσσωρεύουν στη μάζα τους ποσότητα θερμότητας που απορροφούν από τον εσωτερικό θερμαινόμενο χώρο. Επιτυγχάνεται, δηλαδή, μία ήπια μετάβαση από τη ζέστη στο κρύο και το αντίστροφο. Η ποσότητα θερμότητας που απορροφούν τα δομικά στοιχεία εξαρτάται από τη θερμομονωτική προστασία που προσφέρει το θερμομονωτικό υλικό (θερμική αγωγιμότητα υλικού) και από τη μάζα του δομικού στοιχείου. Τα συμπαγή υλικά έχουν μεγαλύτερη μάζα από τα πορώδη υλικά επομένως και μεγαλύτερη θερμοσυσσώρευση.
- Στους νότιους ειδικά χώρους των κτιρίων διατηρείται η θερμότητα από το ηλιακό θερμικό κέρδος, γιατί αποθηκεύεται στους βαρείς εσωτερικούς τοίχους.
- Δε μειώνεται ο ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος.
- Οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων προστατεύονται από τις συστολές και διαστολές.
- Εμφανίζει καλή συμπεριφορά στη διέλευση των υδρατμών. Σχεδόν μηδενίζεται η πιθανότητα δημιουργίας συμπύκνωσης στο εσωτερικό του κτιρίου.
- Εξασφαλίζεται κάλυψη των θερμογεφυρών ιδιαίτερα στις πλάκες σκυροδέματος, στα δοκάρια και στις κολώνες, καθώς η θερμομονωτική στρώση είναι συνεχής και δεν διακόπτεται στις ενώσεις του φέροντα οργανισμού με τους τοίχους πλήρωσης.
- Δεν εμποδίζεται η ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή της εξωτερικής θερμομόνωσης.
- Είναι εύκολη η επισκευή και η συντήρησή της.

Τα μειονεκτήματα της τεχνικής είναι:

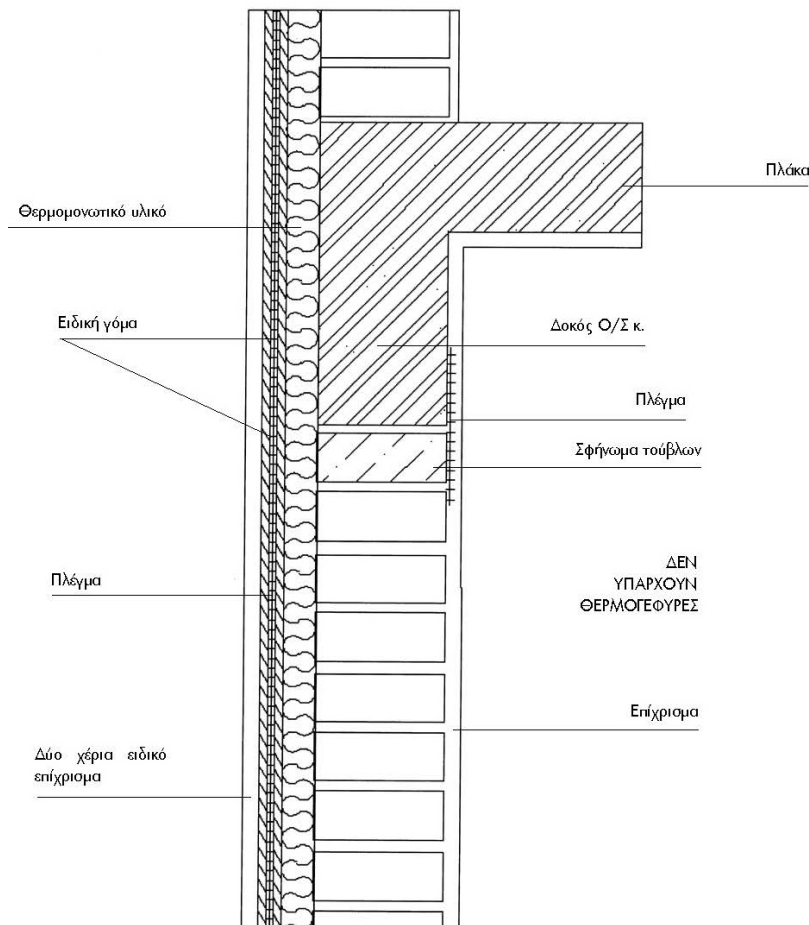
- Η κατασκευή της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι ακριβότερη σε σχέση με τη θερμομόνωση της εσωτερικής πλευράς του τοίχου.
- Δεν είναι πολύ εύκολη η εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης στην περίπτωση που οι τοίχοι έχουν πολλές προεξοχές.
- Υπάρχει αδυναμία εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης σε κτίρια με έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων.
- Απαιτούνται σκαλωσιές για τις εργασίες κατασκευής σε πολυώροφα κτίρια.

Είναι ιδανική λύση για χώρους με σύστημα θέρμανσης με ακτινοβολία συνεχούς ή πολύωρης χρήσης (γραφεία και με λειτουργία το απόγευμα, κατοικίες κλπ).

Η επιφάνεια όπου θα τοποθετηθεί η θερμομονωτική στρώση πρέπει να είναι επίπεδη, σταθερή, καθαρή και στεγνή. Επιπλέον, θα πρέπει:

- Να έχει καθαριστεί η επιφάνεια από υπολείμματα κονιαμάτων και να έχουν κοπεί οι ράβδοι οπλισμού αν υπάρχουν. Αν η επιφάνεια δεν είναι επίπεδη θα χρειαστεί μια λεπτή στρώση τσιμεντοκονιάματος ή ασβεστοτσιμεντοκονιάματος.
- Να έχουν ολοκληρωθεί οι εργασίες τοποθέτησης υδραυλικών, ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων (δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης, υδρορροών, δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος, συστημάτων ασφαλείας κλπ.).
- Να έχουν τοποθετηθεί οι ψευτοκάσες στις θέσεις των ανοιγμάτων (ποδιές και πρέκια).

- Να έχει απομακρυνθεί το νερό από το σκυρόδεμα, από τα συνδετικά κονιάματα των οπτόπλινθων και από τα επιχρίσματα. Χρειάζεται να έχει παρέλθει τουλάχιστον ένας μήνας από την αφαίρεση του ξυλότυπου στο σκυρόδεμα και από την ολοκλήρωση της τοιχοποιίας πλήρωσης.



60. Εξωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό (πηγή: Οδηγός θερμομόνωσης κτιρίων, Υπηρεσία Ενέργειας, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, 2010)

6.1.2.1. Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Η διαδικασία εφαρμογής της θερμομόνωσης είναι η εξής: το θερμομονωτικό υλικό σταθεροποιείται στην σταθερή, καθαρή και στεγνή επιφάνεια με επικόλληση (ειδική πολυμερή κόλλα από μείγμα τσιμέντου, οργανικών πρόσθετων και ορυκτών συστατικών, ενισχυμένη με μικροϊνες) και μηχανική στερέωση (επιμήκεις λάμες ή πλατυκέφαλες αγκυρώσεις).

Στη συνέχεια υπάρχει επικάλυψη επιχρίσματος με οργανικά πρόσμεικτα διαρκούς ελαστικότητας (ακρυλικά) σε δύο στρώσεις πάχους περίπου 4 – 7 mm. Ανάμεσα στις στρώσεις παρεμβάλλεται υαλόπλεγμα που λειτουργεί ως σπλισμός ώστε να παραλάβει τις επιφανειακές τάσεις λόγω συστολοδιαστολών. Δημιουργείται έτσι μία επιφάνεια αδιαπέραστη από το νερό της βροχής, που επιτρέπει παράλληλα τη διέλευση των διαχεόμενων υδρατμών από τον εσωτερικό χώρο (υδρατμοδιαπερατή).

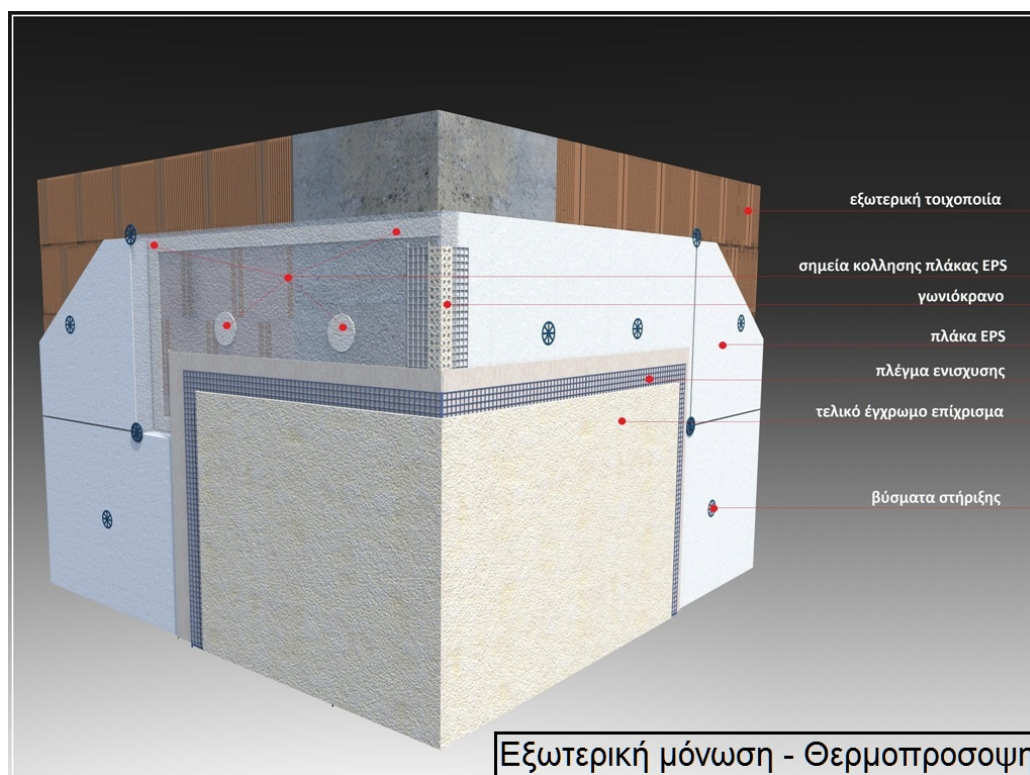
Η επίχριση πρέπει να γίνει 5 – 7 μέρες μετά την επικόλληση του θερμομονωτικού υλικού. Η πρώτη στρώση επιχρίσματος έχει πάχος περίπου 3 – 5 mm. Όσο είναι νωπό το επίχρισμα τοποθετείται το υαλόπλεγμα, πιεζόμενο μέσα στο επίχρισμα για να σταθεροποιηθεί. Μετά από 2 – 3 μέρες διαστρώνεται η δεύτερη στρώση και λειαίνεται η επιφάνεια.

Μετά από άλλες 5 – 6 μέρες διαστρώνεται μια τελική στρώση επιχρίσματος που είναι και η τελική επιφάνεια. Και η τελική στρώση είναι ακρυλικής βάσης με υψηλή αντοχή στα καιρικά φαινόμενα. Η τελική στρώση μπορεί να αποκτήσει χρώμα με ανάμειξη χρωστικών ουσιών ή να βαφτεί με ανθεκτικά στις εξωτερικές συνθήκες χρώματα. (2)

Το θερμομονωτικό υλικό πρέπει να είναι σκληρό και να παραμορφώνεται δύσκολα από την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων. Τα θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως στη χώρα μας από τις κατασκευαστικές εταιρείες είναι η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη, η διογκωμένη πολυστερίνη και οι σκληρές πλάκες πετροβάμβακα. Μπορούν βέβαια να χρησιμοποιηθούν και άλλα θερμομονωτικά υλικά λαμβάνοντας τα απαραίτητα μέτρα εφαρμογής.

Υπάρχουν κάποιες προϋποθέσεις σύμφωνα με τις οποίες μπορούν να πραγματοποιηθούν οι οικοδομικές εργασίες:

- Η εξωτερική θερμοκρασία δεν πρέπει να είναι χαμηλότερη των 7°C ούτε υψηλότερη των 30°C.
- Η σχετική υγρασία πρέπει να είναι μεταξύ 40% και 65%.
- Οι οικοδομικές εργασίες δεν πρέπει να πραγματοποιούνται υπό βροχή, ακόμα και αν ο χώρος προφυλάσσεται (καθώς ανεβαίνει η υγρασία της ατμόσφαιρας) και οι τοιχοποιίες να μην εκτίθενται σ' αυτήν τουλάχιστον μετά τα πρώτα τρία 24ωρα από την ολοκλήρωσή τους.
- Η κατασκευή πρέπει να προστατεύεται από την πνοή ισχυρών ανέμων που ξηραίνουν το επίχρισμα και μπορούν να προκληθούν μικρορηγματώσεις.



61. Εξωτερική θερμομόνωση τοίχου (πηγή: <http://www.ergatex.gr/insulation-repair/facade/>)

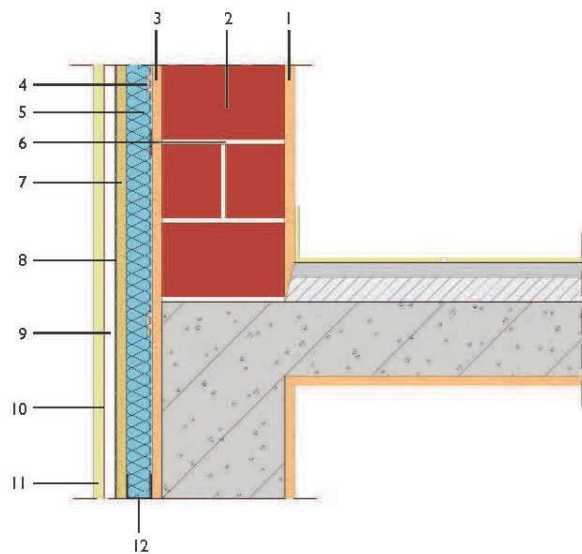
6.1.2.2. ΑΝΑΔΡΟΜΙΚΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Η τοποθέτηση θερμομονωτικής προστασίας στις εξωτερικές τοιχοποιίες από την εξωτερική τους πλευρά, σε υφιστάμενες κατασκευές προκειμένου να βελτιώσει τη θερμική τους συμπεριφορά ορίζεται ως «αναδρομική εξωτερική θερμομόνωση».

Προϋπόθεση για την εφαρμογή της θερμομόνωσης αποτελεί η εξασφάλιση μίας σταθερής, καθαρής και στεγνής επιφάνειας. Η επιφάνεια μπορεί να είναι επιχρισμένη ή μη τοιχοποιία από οπτόπλινθους, τσιμεντόλιθους ή κισηρόλιθους, αργολιθοδομή, σκυρόδεμα, γυψοσανίδες, τσιμεντοσανίδες κλπ. Δεν προσφέρονται όμως επιφάνειες από ξύλο, μέταλλο ή πλαστικό.

Η επιφάνεια θα πρέπει να μην εμφανίζει ρηγματώσεις, να μην έχει προσβληθεί από την υγρασία, να μην έχει σκόνες και ρύπους και γενικά να είναι σταθερή. Ειδικότερα:

- Αν το επίχρισμα είναι σαθρό θα πρέπει να καθαιρεθεί και να καθαριστεί η επιφάνεια ώστε να καταστεί επίπεδη. Δεν απαιτείται η διάστρωση νέου επιχρίσματος ως υπόστρωμα.
- Αν η επιφάνεια παρουσιάζει ανωμαλίες θα πρέπει είτε να καθαιρεθούν είτε να προστεθεί εξομαλυντικό επίχρισμα.
- Αν η επιφάνεια παρουσιάζει ρωγμές θα πρέπει να σφραγισθούν με ρητινικά κονιάματα.
- Η επιφάνεια θα πρέπει να καθαριστεί από μύκητες, μούχλα και άλλους φυτικούς ή ζωικούς μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται από την υγρασία.



Λεπτομέρεια εξωτερικής αναδρομικής μόνωσης.

1. Εξωτερικό επίχρισμα (π.χ. ασβεστοτσιμεντοκονίαμα πάχους 2,0 cm).
2. Υφιστάμενη μπασακή τοιχοποιία.
3. Εξωτερικό επίχρισμα υφιστάμενης τοιχοποιίας (καθαρίζεται, εφόσον είναι σαθρό).
4. Κόλλα επικόλλησης θερμομονωτικής στρώσης (σημειακή τοποθέτηση).
5. Θερμομονωτική στρώση.
6. Στοιχεία στήριξης θερμομονωτικής στρώσης (μαντάρια).

7. Πρώτη στρώση επιχρίσματος.
8. Υαλόπλεγμα.
9. Δεύτερη στρώση επιχρίσματος.
10. Προεπάλειψη.
11. Τελική στρώση επιχρίσματος.
12. Βάση στήριξης θερμομόνωσης.

62. Στρώματα εξωτερικής θερμομόνωσης (πηγή: http://www.ktirio.gr/innet/UsersFiles/sa/documents/instructions/2009_60.pdf)

6.1.2.3. ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να αποφεύγονται αυθαίρετες παρεμβάσεις όπως διάνοιξη οπών στην επιφάνεια, τοποθέτηση καρφιών κλπ καθώς καταστρέφεται το σύστημα θερμομόνωσης. Από τις οπές διεισδύει το νερό της βροχής με αποτέλεσμα να καταστραφεί η θερμομονωτική προστασία.

Επιπλέον, τα ίδια αποτελέσματα έχουν η κακή εφαρμογή του συστήματος ή κάποιες κατασκευαστικές αστοχίες. Ο πιο συνηθισμένος κίνδυνος είναι η δημιουργία μικρορηγματώσεων στην επιφάνεια του επιχρίσματος λόγω έντονων θερμοκρασιακών διακυμάνσεων, αποτελώντας δίοδο για τη διείσδυση υγρασίας στην κατασκευή.

7 | ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ

7.1. ΦΘΟΡΕΣ

Τα δώματα είναι τα δομικά στοιχεία του εξωτερικού κελύφους που δέχονται πιο έντονα τις επιδράσεις των καιρικών φαινομένων (ηλιακή ακτινοβολία, αέρας, βροχή, χιόνι, παγετός κλπ.). Η προστασία τους είναι σημαντική για τη διαμόρφωση του κλίματος εντός του κτιρίου και ιδιαίτερα του τελευταίου ορόφου που βρίσκεται κάτω από αυτά. Το χειμώνα γίνεται προσπάθεια να περιορισθούν οι απώλειες θερμότητας από το δώμα, ενώ το καλοκαίρι να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του λόγω της κατακόρυφης πρόσπτωσης ισχυρής ηλιακής ακτινοβολίας.

Οι συνηθέστερες φθορές που εμφανίζονται στα δώματα είναι οι εξής: αποκολλήσεις υλικών, διογκώσεις των στρώσεων, θραύσεις και ρηγματώσεις, πρόωρη γήρανση των στεγανοποιητικών και θερμομονωτικών στρώσεων, σχηματισμός εξανθημάτων και κηλίδων και οφείλονται κυρίως στην ελλιπή, κακή ή πλημμελή προστασία των δωματίων.

Η συνεχής συντήρηση και αποκατάσταση τυχόν φθορών συμβάλλουν στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής τους.

7.2. ΤΥΠΟΙ ΔΩΜΑΤΩΝ

Τα δώματα μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες:

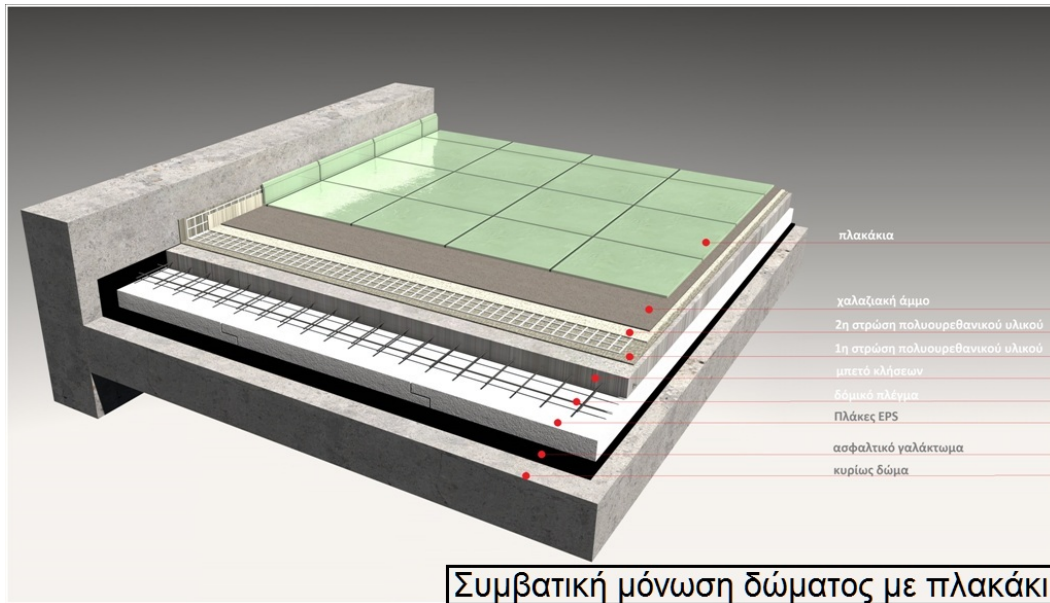
- στα μονοκέλυφα συμπαγή δώματα και
- στα δικέλυφα αεριζόμενα.

Τα μονοκέλυφα, βάσει του τρόπου λειτουργίας τους και της σειράς των στρώσεων τους μπορούν να διακριθούν σε δύο τύπους:

- στα δώματα συμβατικού τύπου και
- στα δώματα ανεστραμμένου τύπου.

Ακόμη, ξεχωριστή κατηγορία μπορούν να θεωρηθούν τα φυτεμένα δώματα.

Στο συμβατικό δώμα η στεγανοποιητική στρώση τοποθετείται πάνω από τη θερμομονωτική στρώση. Ως θερμομονωτική στρώση μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν όλα τα θερμομονωτικά υλικά. Το φράγμα υδρατμών τοποθετείται κάτω από τη θερμομόνωση. Εάν η τελική στρώση εφαρμόζεται με κονίαμα ή άλλο συγκολλητικό υλικό, αυτό δε θα πρέπει να κολλήσει απευθείας πάνω στη στεγανοποιητική στρώση, διότι υπάρχει ο κίνδυνος ρηγματώσης εξαιτίας των συστολοδιαστολών. ο διαχωρισμός μπορεί να επιτευχθεί με τη διάστρωση μιας λεπτής στρώσης άμμου ή ενός γεωφάσματος.



Συμβατική μόνωση δώματος με πλακάκι

63. Συμβατική μόνωση δώματος (πηγή: http://www.ergatex.gr/insulation/roof/symvatiki_monosi_domatos/)

Στο ανεστραμμένο δώμα η στεγανοποιητική στρώση τοποθετείται κάτω από τη θερμομονωτική στρώση. Ως θερμομονωτικά υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν όσα υλικά δεν προσβάλλονται από την υγρασία, όπως η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη και η πολυουρεθάνη σε πλάκες ή σε αφρό, που θα πρέπει να επικαλυφθούν και να μην μείνουν εκτεθειμένα στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Το ρόλο του φράγματος υδρατμών παίζει ταυτόχρονα η στεγανοποιητική στρώση. Η θερμομόνωση και η τελική επικάλυψη θα πρέπει να είναι ανεξάρτητες και να μη συνδέονται μεταξύ τους με κονίαμα.

Ως προς τη χρήση και τη λειτουργία τους τα δώματα μπορούν να διακριθούν:

- σε βατά, που επιτρέπουν την πρόσβαση σ' αυτά και την εκτέλεση δραστηριοτήτων και
- σε επισκέψιμα, που περιορίζουν την προσβασιμότητά τους στις ανάγκες εξυπηρέτησης της συντήρησής τους και δεν επιτρέπουν την εκτέλεση δραστηριοτήτων.

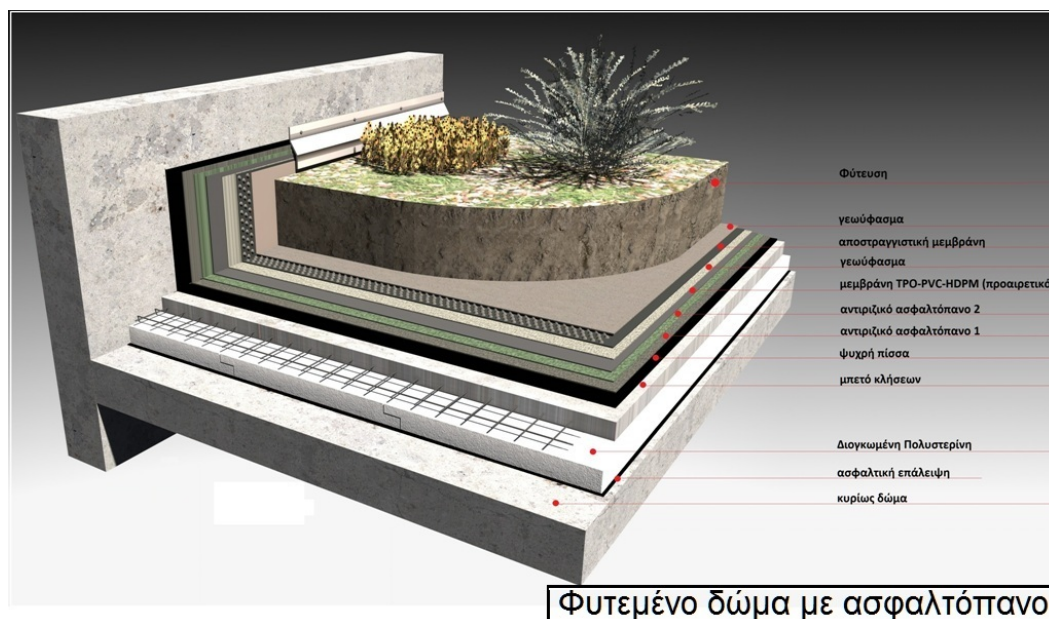
Όλοι οι τύποι δωμαίων πρέπει να προστατεύονται από τα καιρικά φαινόμενα και να συμβάλλουν στη διαμόρφωση ικανοποιητικών συνθηκών άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων. Για το σκοπό αυτό χρειάζονται τρεις βασικές στρώσεις στο δώμα:

- η θερμομονωτική στρώση
- η στεγανοποιητική στρώση
- η στρώση κλίσεων.

Μπορούν να τοποθετηθούν και άλλες στρώσεις ανάλογα τον τύπο του δώματος και τις ανάγκες του. Βέβαια, για την καλή λειτουργία του δώματος, είναι απαραίτητο να τοποθετηθούν στη σωστή σειρά.

Η επέμβαση στο δώμα έχει να επιτελέσει ένα τριπλό στόχο:

- να προστατεύσει το κέλυφος και τους εσωτερικούς χώρους από την επίδραση των καιρικών συνθηκών
- να προσφέρει θερμική και στεγανωτική προστασία
- να μην καταπονεί ιδιαίτερα το κέλυφος με επιπρόσθετα στατικά φορτία από τις νέες στρώσεις.



64. Φυτεμένο δώμα (πηγή: http://www.ergatex.gr/insulation/roof/fitemeno_doma/)

7.3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΩΜΑΤΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σε υφιστάμενα κτίρια, που χρειάζονται ενεργειακή αναβάθμιση, μπορεί να προστεθεί θερμομονωτική στρώση στο δώμα για θερμομονωτική προστασία του κτιρίου. Η πιο συχνή λύση είναι η διαμόρφωση ανεστραμμένου ή αεριζόμενου δώματος επάνω στο υφιστάμενο.

Βασική προϋπόθεση αποτελεί η εξασφάλιση ύπαρξης των δύο άλλων βασικών στρώσεων:

- της στρώσης κλίσεων για την απορροή των νερών της βροχής και
- της στεγανοποιητικής στρώσης για την αποφυγή διείσδυσης των νερών στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου.

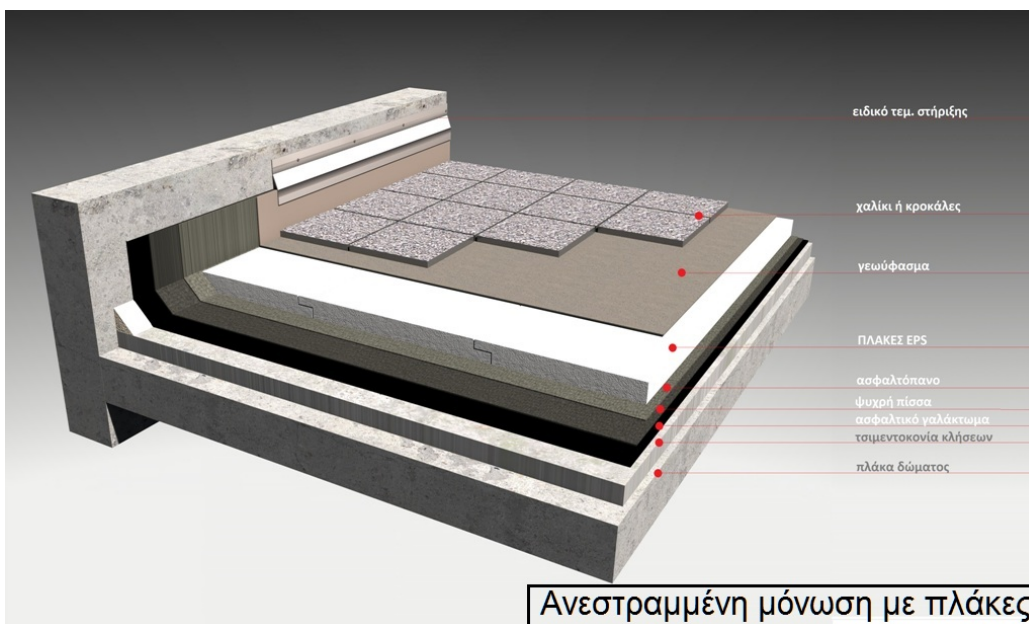
Σε περίπτωση που η μία τουλάχιστον στρώση από αυτές δεν υφίσταται, στην πρόταση των επεμβάσεων θα πρέπει να συμπεριληφθεί. Αντιθέτως, στην περίπτωση που πληρούνται οι προϋποθέσεις, το δώμα συμπληρώνεται με την απαραίτητη θερμομονωτική προστασία.

Αν το δώμα στο υφιστάμενο κτίριο πρόκειται να διαμορφωθεί ως ανεστραμμένο και δεν απαιτείται πρόσθετη στεγανοποιητική προστασία ή στρώση κλίσεων, η υφιστάμενη επιφάνεια λαμβάνεται ως το υπόβαθρο, επάνω στο οποίο θα διαστρωθεί η θερμομονωτική στρώση. Μεταξύ τους θα παρεμβληθεί ένα γεωφάσμα. Στρώση γεωφάσματος θα ακολουθήσει και μετά τη διάστρωση των θερμομονωτικών πλακών. Η τελική επικάλυψη θα γίνει με πλάκες πεζοδρομίου, που είτε θα πατήσουν πάνω στο γεωφάσμα, είτε θα στηριχθούν επί ειδικών στηριγμάτων. Σε περίπτωση που το δώμα γίνει επισκέψιμο μπορεί να διαστρωθεί με βότσαλα.

Αν το δώμα στο υφιστάμενο κτίριο πρόκειται να διαμορφωθεί ως ανεστραμμένο, αλλά απαιτείται πρόσθετη στεγανοποιητική προστασία ή στρώση κλίσεων, η υφιστάμενη επιφάνεια χρειάζεται να καθαρισθεί από σαθρά τμήματα, να εξομαλυνθεί, να αποκτήσει τις απαραίτητες κλίσεις και να στεγανοποιηθεί. Στη συνέχεια θα τοποθετηθεί η θερμομονωτική στρώση με τη μεσολάβηση γεωφάσματος και τέλος οι πλάκες πεζοδρομίου ή τα βότσαλα.

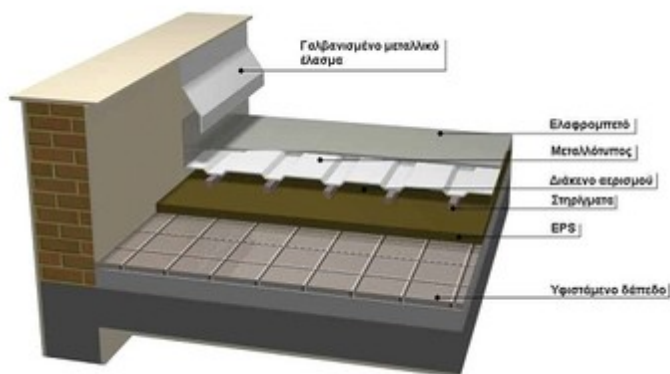


65. Ανεστραμμένη μόνωση δώματος με χαλίκι (πηγή: http://www.ergatex.gr/insulation/roof/anestrammeni_monosi_domatos/)



66. Ανεστραμμένη μόνωση δώματος με πλάκες (πηγή: http://www.ergatex.gr/insulation/roof/anestrammeni_monosi_domatos/)

Αν το υφιστάμενο δώμα πρόκειται να διαμορφωθεί ως δικέλυφο αεριζόμενο, θα πρέπει και πάλι να καθαριστεί από τυχόν σαθρά τμήματα, να εξομαλυνθεί και να τοποθετηθεί η θερμομονωτική στρώση. Στη συνέχεια θα διαμορφωθεί το εξωτερικό κέλυφος με την κατασκευή του μεταλλότυπου, τη διαμόρφωση των απαραίτητων κλίσεων, τη στεγανοποιητική του προστασία και την τελική επικάλυψη. Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται επί του υφιστάμενου δώματος και αφήνει την επάνω όψη της ελεύθερη, σε επαφή με τον αέρα που κυκλοφορεί μεταξύ των δύο κελυφών.



67. Αεριζόμενο δώμα (πηγή: <http://buildyourdream.gr/terraceinsulation.html>)

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα πρόσθετα στατικά φορτία που αναπτύσσονται στο δώμα από τις πρόσθετες στρώσεις και η ικανότητα του υφιστάμενου φέροντος οργανισμού να μπορεί να τα παραλάβει.

8 | ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΠΙΛΟΤΙΣ

Ο υπόστυλος χώρος (pilotis) αποτελεί ένα από τα πιο ευαίσθητα σημεία των πολυκατοικιών, καθώς από το δάπεδο επάνω από την πιλοτή σημειώνονται μεγάλες θερμικές απώλειες. Με την απουσία θερμομόνωσης το δάπεδο του ορόφου επάνω από την πιλοτή εμφανίζεται ιδιαίτερα ψυχρό και συχνά παρουσιάζεται το φαινόμενο της συμπύκνωσης. Χωρίς την απαραίτητη θερμομονωτική προστασία δημιουργούνται μεγάλες θερμογέφυρες.

Η θερμομόνωση της πιλοτής μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε εξωτερικά (κάτω από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος), είτε εσωτερικά (πάνω από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος). Στην πρώτη περίπτωση αξιοποιείται πλήρως η θερμοχωρητικότητα της πλάκας, ενώ στη δεύτερη δεν αξιοποιείται.

8.1. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Όταν η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται εξωτερικά, κάτω από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος, τότε η κατασκευή μπορεί να γίνει είτε με απευθείας στερέωση της θερμομονωτικής στρώσης στην οροφή, είτε με τη διαμόρφωση ψευδοροφής στο χώρο της πιλοτής.

Στην πρώτη περίπτωση η θερμομονωτική στρώση θα πρέπει να στερεωθεί στην οροφή της πιλοτής και να επικαλυφθεί από μια άλλη στρώση για προστασία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η πιο συνηθισμένη επικάλυψη είναι το ασβεστοτσιμεντοκονίαμα. Για τη συγκράτηση του ασβεστοτσιμεντοκονιάματος στη θερμομονωτική στρώση χρειάζεται να παρεμβληθεί ένα ανοξείδωτο μεταλλικό πλέγμα.

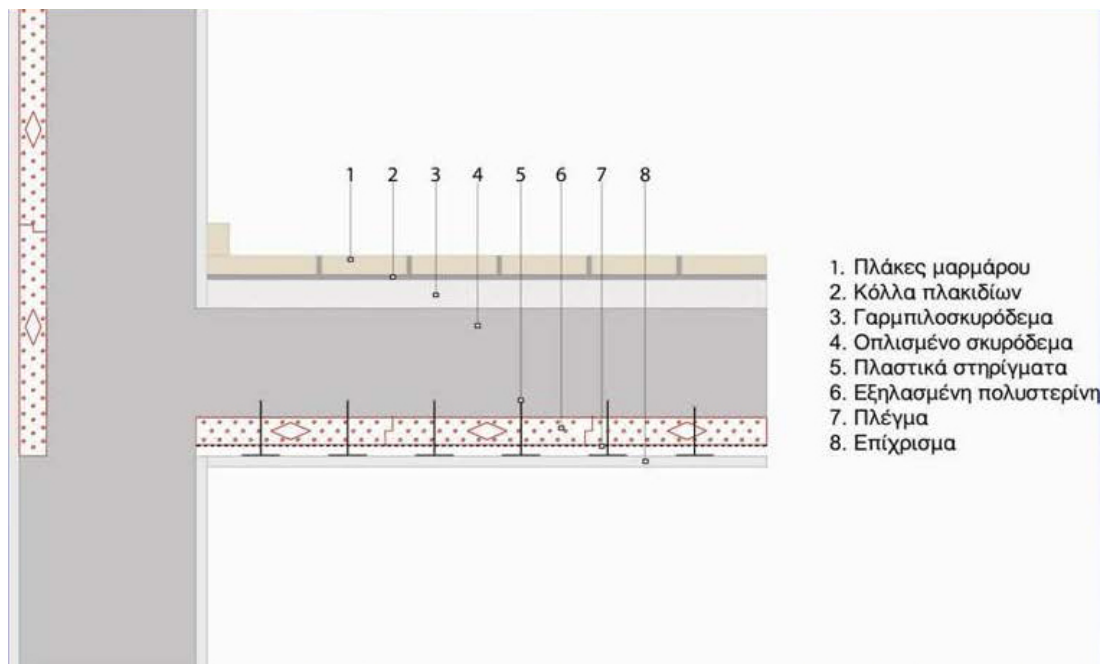
Τα περισσότερα αφρώδη και ινώδη θερμομονωτικά υλικά δεν επιδεικνύουν πάντα καλή συνεργασία με διάφορα κονιάματα όταν προσφύονται στην επιφάνειά τους, ακόμα και όταν παρεμβάλλεται κάποιο μεταλλικό πλέγμα. Γι' αυτό είναι προτιμότερο να επικαλύπτονται με προκατασκευασμένα στοιχεία, παραγόμενα από ανόργανα υλικά υπό μορφή πλακών, παραδείγματος χάρη γυψοσανίδες, τιμεντοσανίδες και πλάκες ορυκτών ινών.

Ως θερμομονωτική στρώση μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν όλα τα θερμομονωτικά υλικά, καθώς δεν κινδυνεύουν να προσβληθούν από υγρασία.

Στη δεύτερη περίπτωση, διαμορφώνεται μια επίπεδη ψευδοροφή στο ύψος των δοκών που καλύπτει τη γεωμετρία της οροφής της πιλοτής. Προϋπόθεση είναι το ελεύθερο ύψος που απομένει να επιτρέπει τη λειτουργία του χώρου.

Η ψευδοροφή αναρτάται από την οροφή της πιλοτής και κατασκευάζεται υπό μορφή καννάβου, αποτελούμενου από μεταλλικές δοκούς διατομής πλαγιασμένου Π, που αναρτώνται από την οροφή της πιλοτής με άγκιστρα ανάρτησης (ντίζες). Επί του καννάβου στερεώνονται προκατασκευασμένες πλάκες από οργανικά ή ανόργανα υλικά, όπως γυψοσανίδες, τσιμεντοσανίδες, πλάκες ορυκτών ινών, κλπ. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και σανίδες από ξύλο, μοριοσανίδες ή ινοσανίδες. Οι τελευταίες βέβαια έχουν απαίτηση καλύτερης συντήρησης και προστασίας έναντι της υγρασίας.

Η θερμομονωτική στρώση πατά επί των προκατασκευασμένων πλακών, δημιουργώντας ένα διάκενο μεταξύ αυτής και της οροφής, που πρέπει να μην επικοινωνεί με τον εξωτερικό αέρα.



68. Εξωτερική θερμομόνωση pilotis (πηγή:

[http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/All/B62543CD3AFF148EC22575AD002CBC82/\\$file/%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%BB%CF%8D%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf](http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/All/B62543CD3AFF148EC22575AD002CBC82/$file/%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%BB%CF%8D%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf))

8.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται πάνω από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος και επικαλύπτεται με μία προστατευτική στρώση.

Ως θερμομονωτική στρώση μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα περισσότερα θερμομονωτικά υλικά, αρκεί να μην παραμορφώνονται όταν δέχονται ισχυρά φορτία. Η επιλογή του υλικού εξαρτάται από τον τύπο του δαπέδου και τη χρήση του.

Σε πέτρινα δάπεδα (μωσαϊκά, μάρμαρα ή πλακίδια) προτιμώνται αφρώδη σκληρά θερμομονωτικά υλικά που επικαλύπτονται με μία στρώση γαρμπιλοδέματος, πάχους τουλάχιστον 4cm οπλισμένου με μεταλλικό πλέγμα για την παραλαβή μοναχικών φορτίων και την αποφυγή ρηγματώσης. Για προστασία από την υγρασία, μεταξύ του θερμομονωτικού υλικού και της στρώσης γαρμπιλοδέματος μεσολαβεί ένα προστατευτικό φύλλο πολυαιθυλενίου για την παρεμπόδιση της διείσδυσης των υγρών του ρευστού γαρμπιλοδέματος στους πόρους του θερμομονωτικού υλικού.

Σε ξύλινα δάπεδα προτιμώνται ινώδη θερμομονωτικά υλικά σε μαλακές πλάκες ή παπλώματα, που τοποθετούνται ανάμεσα στις δοκούς και κάτω από το ψευδοδάπεδο.

9 | ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Η οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των ανοιγμάτων στο κέλυφος επηρεάζει την διάθεση και την παραγωγικότητα. Το μέγεθος, η θέση, ο προσανατολισμός και το σχήμα του ανοίγματος επηρεάζουν τα επίπεδα φωτισμού, όπως και το είδος του υαλοπίνακα και τα πλαίσια. Τα οριζόντιου σχήματος ανοίγματα συμβάλλουν στην ομοιομορφία, ενώ η επέκταση του ανοίγματος κάτω από το επίπεδο εργασίας δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση στα επίπεδα φωτισμού. Ο χωρισμός του ανοίγματος σε δύο τμήματα επιτρέπει καλύτερο χειρισμό της φωτεινής ροής.

Τα παράθυρα ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος τω απωλειών θερμότητας σε ένα κτίριο. Οι θερμικές απώλειες ενός κτιρίου οφείλονται κατά 20% στη σκεπή, κατά 20% στο δάπεδο, κατά 25% στους τοίχους και κατά 35% στα παράθυρα. (14)

Ο όρος «αντικατάσταση κουφώματος» αναφέρεται σε όλες τις εργασίες που χρήζουν να γίνουν για την αλλαγή ή την βελτίωση ενός υπάρχοντος τοποθετημένου κουφώματος. Σήμερα, υπάρχει εγκατεστημένος σε όλη την Ελλάδα ένας τεράστιος αριθμός κουφωμάτων, η παλαιότητα των οποίων κυμαίνεται από 15 μέχρι και 50 έτη. (42) Τα συγκεκριμένα κουφώματα μπορεί τη χρονική στιγμή που τοποθετήθηκαν να ικανοποιούσαν τις ανάγκες εκείνης της εποχής, αλλά τώρα μπορούν να θεωρηθούν στην καλύτερη περίπτωση παρωχημένα και στη χειρότερη ως επικίνδυνα.

Οι λόγοι που επιβάλλουν σήμερα την αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων είναι:

- **Θερμομόνωση και εξοικονόμηση ενέργειας.** Η αντικατάσταση ενός μη θερμοδιακοπτόμενου με ένα θερμοδιακοπτόμενο κούφωμα έχει θεαματικές επιπτώσεις στην εξοικονόμηση ενέργειας. Ένα θερμοδιακοπτόμενο κούφωμα ουσιαστικά απομονώνει το εσωτερικό από το εξωτερικό περιβάλλον, μη επιτρέποντας την μεταφορά θερμότητας. Με αυτό τον τρόπο, περιορίζεται η χρήση διατάξεων και συσκευών θέρμανσης και ψύξης. Τα αποτελέσματα είναι περισσότερο θεαματικά αν χρησιμοποιηθούν ανακλαστικοί υαλοπίνακες χαμηλής απορροφητικότητας με ειδικά αέρια στο διάκενο ανάμεσα στα δύο τζάμια.
- **Ηχομόνωση.** Οι σύγχρονες διατάξεις στεγάνωσης με κεντρικά και περιμετρικά ελαστικά σε συνάρτηση με διπλές υαλώσεις, έχουν τη δυνατότητα να εμποδίσουν την μεταφορά του ήχου από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό της κατοικίας και το αντίστροφο. Στα σημερινά πολύβουα αστικά κέντρα, η ηχομόνωση αποτελεί σημαντική παράμετρο σχετική με την ποιότητα ζωής. Λαμβάνοντας υπόψη και το γεγονός ότι πολλές φορές επιζητούμε την «απομόνωσή μας» από το εξωτερικό περιβάλλον για να ηρεμήσουμε από το πιεστικό σύγχρονο τρόπο ζωής, η ηχομόνωση καθίσταται άκρως σημαντική.
- **Η αισθητική του χώρου.** Τα σύγχρονα συστήματα αλουμινίου διατίθενται σε διάφορες μορφές, καμπυλωτά και ίσια, και σε διάφορες τάξεις μεγέθους, μικρά και μεγάλα. Επίσης, η δυνατότητα διαφορετικών χρωματισμών και αποχρώσεων, καθώς επίσης και διχρωμιών, καλύπτουν αφενός όλες τις αρχιτεκτονικές τάσεις και αφετέρου δημιουργούν ένα ιδανικό περιβάλλον κατοικίας ή εργασίας.
- **Ασφάλεια.** Οι σύγχρονοι μηχανισμοί κίνησης και ασφάλισης των κουφωμάτων διαθέτουν κλειστικές διατάξεις, οι οποίες προσφέρουν δυνατότητα αυξημένης ασφάλισής τους για αντικλεπτική προστασία.

9.1. ΕΙΔΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Ανάλογα με την τυπολογία που καλούμαστε να αντικαταστήσουμε, ακολουθούμε και διαφορετική μεθοδολογία στην υποδομή για την τοποθέτηση του νέου κουφώματος.

- Ξύλινα κουφώματα

Σε αυτήν την περίπτωση υπάρχουν δύο διαφορετικές μεθοδολογίες.

α) Αφαίρεση μόνο των κινούμενων τμημάτων του κουφώματος και τοποθέτηση της νέας κάσας αλουμινίου επάνω στην ξύλινη κάσα. Για καλύτερη εφαρμογή μπορούμε να αποκόψουμε το «φτερό» της ξύλινης κάσας για να δημιουργηθεί έτσι, μια όσο το δυνατό περισσότερο επίπεδη επιφάνεια για την έδραση της κάσας αλουμινίου.

β) Πλήρη αποξήλωση και της ξύλινης κάσας και τοποθέτηση του νέου κουφώματος στο κενό που θα δημιουργηθεί. Λόγω του ότι, συνήθως, οι ξύλινες κάσες είναι μεγαλύτερες από τις κάσες αλουμινίου, θα χρειαστεί να τοποθετηθεί στο κενό που θα δημιουργηθεί κάποια συμπληρωματική διάταξη προφίλ κάλυψης κενού.

- Συρόμενα αλουμινίου τύπου AT

Σε όλες τις περιπτώσεις απαιτείται πλήρη αφαίρεση των κασών. Σε αντίθεση με τα ξύλινα κουφώματα, η αφαίρεση τους είναι πιο εύκολη και γίνεται αφαιρώντας τις βίδες στερέωσης, που υπάρχουν στις κάσες. Τα συρόμενα αλουμινίου αυτού του τύπου έχουν πλάτος προφίλ μικρότερο από τις συνηθισμένες κάσες αλουμινίου, με συνέπεια το κενό που δημιουργείται, να καλύπτεται εύκολα από την νέα κάσα. Στην περίπτωση χωνευτών κουφωμάτων θα πρέπει να επιλεγεί κάσα της οποίας το πλάτος να είναι αντίστοιχο της κάσας που αφαιρέθηκε για να μπορεί να τοποθετηθεί στο υπάρχον διάκενο του τοίχου.

- Ανοιγόμενα αλουμινίου τύπου AT

Ακολουθούμε την ίδια μεθοδολογία αφαίρεσης κασών όπως και στα συρόμενα.

Για αντικατάσταση κουφωμάτων, προτείνεται σήμερα η τοποθέτηση θερμοδιακοπτόμενων συστημάτων αλουμινίου, τόσο για τα ανοιγόμενα όσο και για τα συρόμενα. Ο λόγος είναι ότι η νέα νομοθεσία για το ενεργειακό πιστοποιητικό που θα πρέπει να έχει κάθε κτίριο, προϋποθέτει τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν να είναι θερμοδιακοπτόμενα προκειμένου να μπορούν να καλυφθούν οι απαιτήσεις που αυτό πρεσβεύει. Αυτό δεν σημαίνει, όμως, ότι στην περίπτωση που για κάποιο λόγο απαιτείται να γίνει η αντικατάσταση με σύστημα χωρίς θερμοδιακοπή, αυτό δεν είναι πραγματοποιήσιμο. Πρακτικά, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σε πολλές περιοχές της Ελλάδας με ήπιο χειμώνα, δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε θερμοδιακοπτόμενα συστήματα κουφωμάτων, αφού και τα απλά, με διπλό όμως τζάμι, προσφέρουν πολύ καλή απόδοση.



69. Ενεργειακό κούφωμα με θερμοδιακοπή (πηγή: <http://www.standoor.com.gr/index.php?act=viewProd&productId=11>)

70. Ξύλινο κούφωμα με παντζούρι (πηγή: [http://closeit.gr/portfolio/monoblocco/#lightbox\[group\]/8/](http://closeit.gr/portfolio/monoblocco/#lightbox[group]/8/))

Το σίγουρο είναι, ότι η ελληνική βιομηχανία αλουμινίου, έχει αναπτύξει σήμερα και διαθέτει στην αγορά κορυφαία συστήματα κουφωμάτων από πλευράς απόδοσης, λειτουργικότητας, ασφάλειας και design.

9.2. ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με την αντικατάσταση των κουφωμάτων με νέα εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου, τα αρχιτεκτονικά του χαρακτηριστικά και το κλίμα της περιοχής. Σε κάθε περίπτωση όμως, η αντικατάσταση παλαιών κουφωμάτων με μονούς υαλοπίνακες, με νέα, τα οποία διαθέτουν διπλούς υαλοπίνακες και θερμομονωτικό πλαίσιο οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας που ανέρχεται σε ποσοστό από 20 έως 25%, ενώ η βελτίωση της θερμικής άνεσης είναι, χειμώνα-καλοκαίρι εντυπωσιακή, εξαφανίζοντας το χειμώνα φαινόμενα συμπύκνωσης υδρατμών στα παράθυρα και μειώνοντας την υπερθέρμανση του χώρου το καλοκαίρι. (56)

Σημαντικό ρόλο στη μείωση των απωλειών ενός κουφώματος παίζει η σωστή εφαρμογή κατά την τοποθέτησή του, η οποία πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών και τις οδηγίες εγκατάστασης του κατασκευαστή και να πραγματοποιείται από κατάλληλα εκπαιδευμένο τεχνικό προσωπικό.

Πέρα από τη θερμομόνωση του αδιαφανούς κελύφους, η θερμομονωτική προστασία που παρέχουν τα σύγχρονα, θερμομονωτικά κουφώματα είναι σημαντική όχι μόνο για τις απώλειες θερμότητας με αγωγιμότητα αλλά και για τη μείωση των αεροδιαφυγών του κτιρίου.

Δυστυχώς η απουσία πιστοποίησης στο σχετικό εμπορικό κλάδο έχει ως αποτέλεσμα να πωλούνται χιλιάδες θερμομονωτικά κουφώματα τα οποία αδυνατούν να παρέχουν την απαιτούμενη προστασία έναντι απωλειών. Το ίδιο συμβαίνει και λόγω απουσίας συντήρησης των κουφωμάτων. Σχεδόν στο σύνολό τους, τα συστήματα που πωλούνται στην Ελλάδα, δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν στις χώρες προέλευσής τους. (39)

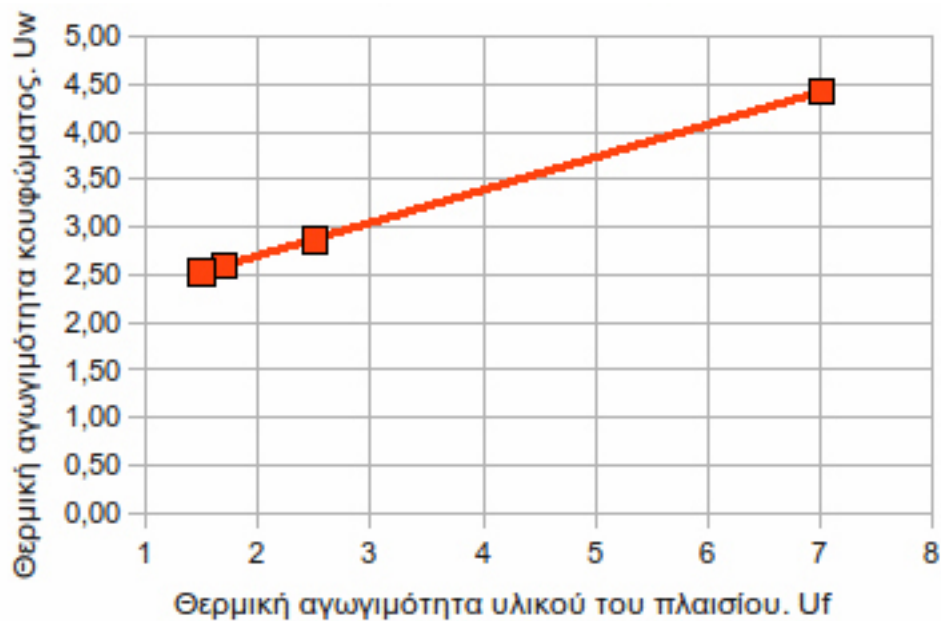
Ακόμη και με την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2,8 w/m²K) τα συστήματα ανοιγμάτων έχουν τριπλάσιες θερμικές απώλειες από ότι σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες (<1,0 w/m²K).

9.3. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου αναφέρεται στο πιστοποιητικό που συνοδεύει το προϊόν και προέρχεται από τον κατασκευαστή του. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ο επιθεωρητής πρέπει να βεβαιωθεί ότι το προϊόν που τοποθετήθηκε είναι ίδιο με αυτό που προβλεπόταν στη μελέτη, αφενός ελέγχοντας τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων και συγκρίνοντας τις ποσότητες με αυτές που προκύπτουν από την καταγραφή των γεωμετρικών στοιχείων των ανοιγμάτων και αφετέρου εξακριβώνοντας τον τύπο του κουφώματος με επιτόπου ελέγχους.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου αλλάζει βάσει το υλικό του ως εξής:

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μεταλλικού πλαισίου χωρίς θερμοδιακοπή είναι 7 [W/(m²K)]
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μεταλλικού πλαισίου με θερμοδιακοπή μήκους 12mm είναι 3,50 [W/(m²K)] και με θερμοδιακοπή 24mm είναι 2,80 [W/(m²K)]
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας συνθετικού πλαισίου είναι 2,80 [W/(m²K)]
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ξύλινου πλαισίου είναι 2,20 [W/(m²K)] (25)



71. Θερμική αγωγιμότητα κουφώματος ανάλογα με το υλικό κατασκευής του πλαισίου (πηγή: <http://koufomata-expert.blogspot.gr/2011/09/thermal-conductivity.html>)

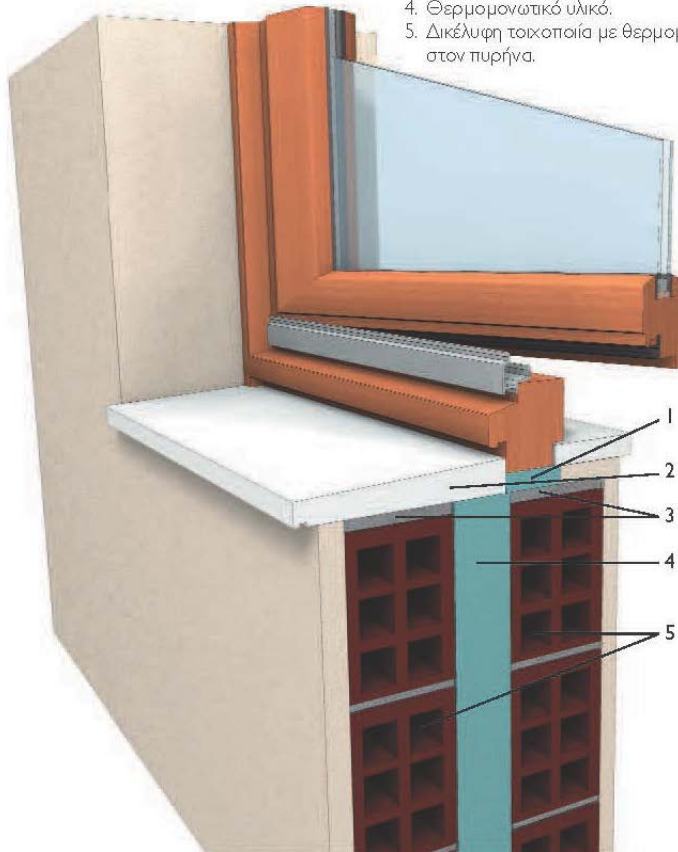
9.4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Η κατάλληλη διαμόρφωση της εξωτερικής ποδιάς των παραθύρων έχει μεγάλη σημασία για την ενεργειακή συμπεριφορά του κουφώματος. Προβλήματα υδατοστεγανότητας απαξιώνουν συχνά τα θερμομονωτικά υλικά και ευνοούν την εμφάνιση μυκήτων, μούχλας κλπ. Η ποδιά μπορεί να αποτελεί τμήμα των μεταλλικών ή συνθετικών κουφωμάτων ή να είναι κατασκευασμένη από μάρμαρο ή κεραμικά τεμάχια κλπ. Θα πρέπει να έχει κλίση προς τα έξω και κατάλληλη διαμόρφωση ώστε να διευκολύνει την απομάκρυνση του νερού (π.χ. με νεροσταλάκτη στο μάρμαρο).

Θα πρέπει να τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό περιμετρικά από το κούφωμα για την αποφυγή των θερμογεφυρών. Οι αρμοί θα πρέπει να σφραγίζονται με σιλικόνη.

**Λεπτομέρεια συναρμογής
κουφώματος στο πρέκι.**

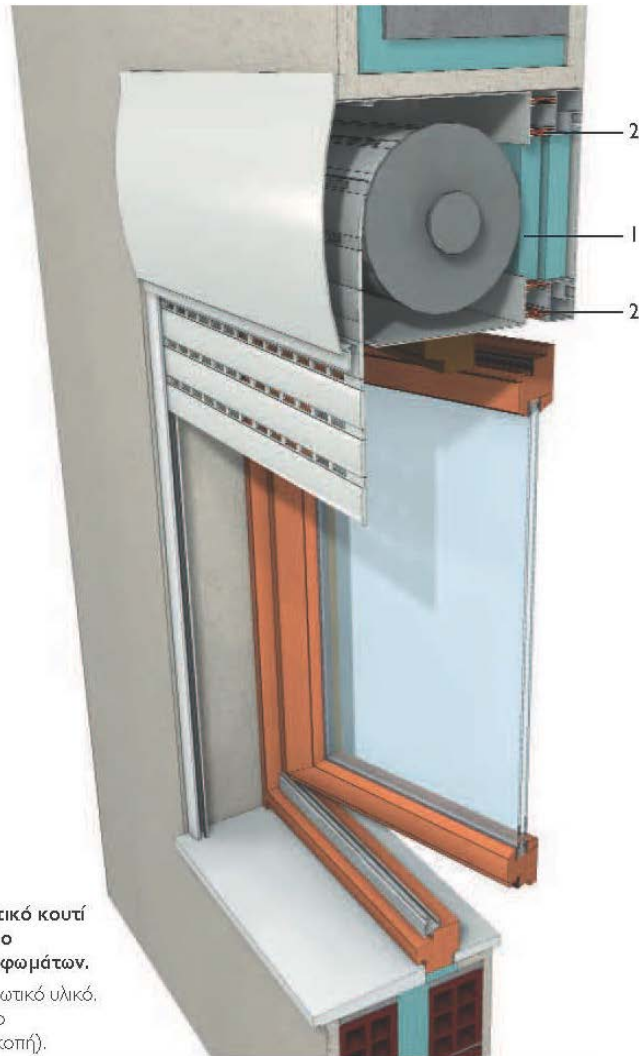
1. Θερμομονωτικό υλικό για αποτροπή της θερμογέφυρας στο μάρμαρο επικάλυψης της ποδιάς του παραθύρου.
2. Πλάκα μαρμάρου με νεροσταλάκτη.
3. Τσιμεντοκονίαμα.
4. Θερμομονωτικό υλικό.
5. Δικέλυφη τοιχοποιία με θερμομόνωση στον πυρήνα.



72. Λεπτομέρεια συναρμογής κουφώματος στο πρέκι (πηγή: http://ktirio.gr/innet/UsersFiles/sa/documents/instructions/2009_107.pdf)

Ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δίνεται στα κουτιά για τα ρολά για την καλύτερη θερμομονωτική ικανότητα του κουφώματος. Τα κουτιά για τα ρολά αποτελούσαν στο παρελθόν το πιο ευπαθές σημείο του κουφώματος, καθώς εισερχόταν αέρας από τη σχισμή περιέλιξης των ρολών και οι διατομές των κουτιών δεν ήταν θερμομονωμένες. Σήμερα διατίθενται στην αγορά θερμομονωμένα κουτιά, κουτιά με θερμοδιακοπή και κουτιά κυψελωτής διατομής τα οποία έχουν θερμομονωτικές αλλά και ηχομονωτικές ιδιότητες.

Προβλήματα μπορούν να παρουσιαστούν και αν το κουτί δεν έχει κτιστό εξωτερικό μέτωπο. Το επίχρισμα που καλύπτει τις δύο διαφορετικές επιφάνειες είναι πολύ πιθανό να ρηγματωθεί και να θρυμματιστεί, ειδικά στους αρμούς. Αν το κουτί είναι προσαρμοσμένο σε διπλή τοιχοποιία με διάκενο, η υγρασία που μπορεί να εισχωρήσει στο διάκενο θα επηρεάσει το κουτί, αν δεν είναι επαρκώς στεγανοποιημένο και αν ο τοίχος δεν είναι εφοδιασμένος με σύστημα αποστράγγισης του διάκενου. (1)



Θερμομονωτικό κουτί
από αλουμίνιο
για ρολά κουφωμάτων.
1. Θερμομονωτικό υλικό.
2. Πολυαμίδιο
(θερμοδιακοπή).

73. Θερμομονωμένο κουτί ρολού (πηγή:
http://ktirio.gr/innet/UsersFiles/sa/documents/instructions/2009_107.pdf)

9.5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

9.5.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Οι υαλοπίνακες καλύπτουν τα ανοίγματα του κτιριακού κελύφους επηρεάζοντας σε μεγάλο βαθμό την θερμική, οπτική και ηχητική άνεση στο εσωτερικό των κτιρίων. Ρυθμίζουν το εισερχόμενο φυσικό φως και την εισερχόμενη ηλιακή ενέργεια, μειώνουν τις απώλειες ενέργειας και συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος.

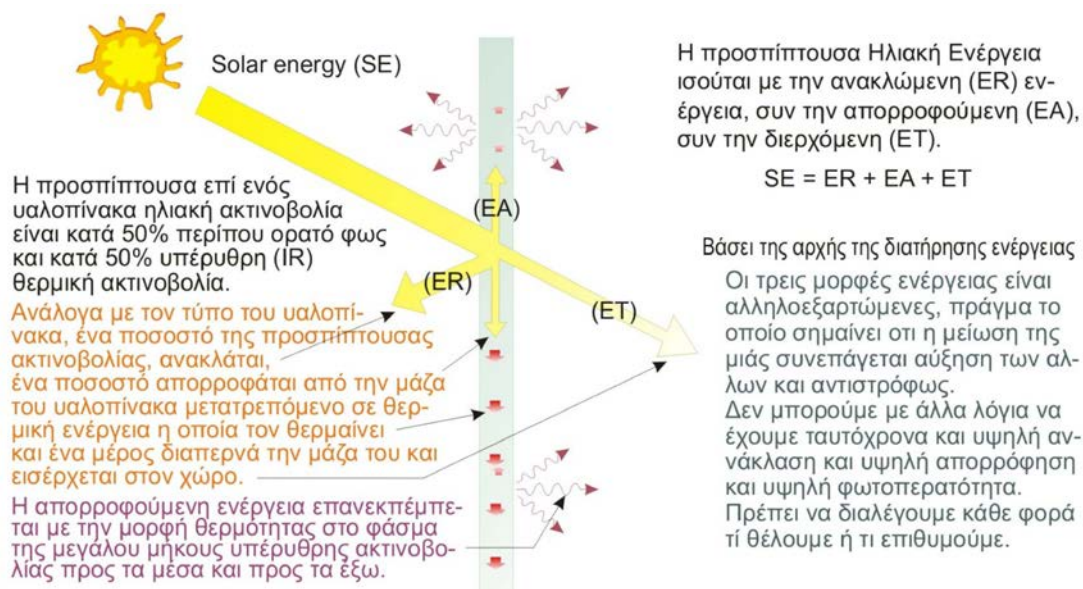
Η χρήση βελτιωμένων ενεργειακά υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων, καθώς και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους.

Υπάρχουν πια υαλοπίνακες μεγάλης απόδοσης που μπορούν να μειώσουν την ενέργεια που καταναλώνουν τα κτίρια έως και 40%, αναβαθμίζοντας ταυτόχρονα την ποιότητα και την αισθητική των χώρων.

Η κυριότερη ιδιότητα των υαλοπινάκων είναι το ότι διαπερνώνται από την ηλιακή ακτινοβολία. Αυτή εισέρχεται κατά τη διάρκεια της ημέρας στο εσωτερικό του κτιρίου όπου μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια και απορροφάται από τα διάφορα υλικά, αυξάνοντας τη θερμοκρασία τους. Τα υλικά αρχίζουν να εκπέμπουν τη θερμική ενέργεια που είχαν απορροφήσει και ένα μέρος της απορροφάται από τους

υαλοπίνακες, ενώ το υπόλοιπο ανακλάται προς τον εσωτερικό χώρο. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που συντελούν στη μεγιστοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ο προσανατολισμός, το μέγεθος και η κλίση των παραθύρων καθώς και η διαπερατότητα των διαφανών υλικών.

Σημαντική ιδιότητα των υαλοπινάκων είναι ο κατακερματισμός της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας η οποία διασπάται σε τρία μέρη εκ των οποίων το ένα απορροφάται, το δεύτερο ανακλάται στην επιφάνεια του υαλοπίνακα και αλλάζει κατεύθυνση και το τρίτο διαπερνάει την επιφάνεια του υαλοπίνακα και εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Οι συνιστώσες αυτές της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας αναφέρονται και ως οπτικές ιδιότητες του υαλοπίνακα και εξαρτώνται από το πάχος και τις φυσικές ιδιότητες του υλικού, από το είδος της επιφανειακής επίστρωσης που μπορεί να υπάρχει στον υαλοπίνακα και από τη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας.



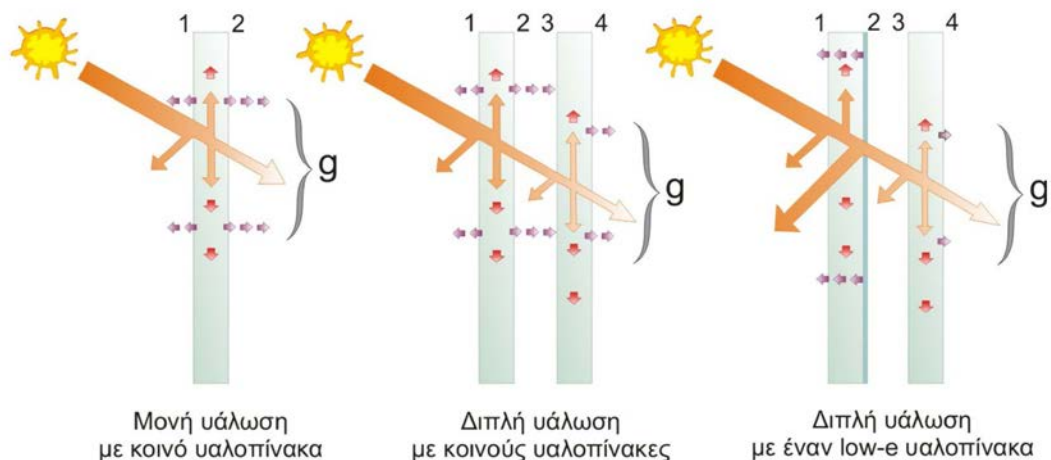
74. Προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (πηγή: http://www.alvek.gr/old_files/yalo.pdf)

Τρεις είναι οι σημαντικοί δείκτες στην επιλογή του υαλοπίνακα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value), ο ηλιακός συντελεστής (Solar factor ή g) και η οπτική διαπερατότητα (Light Transmission).

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value) εκφράζει το ρυθμό μεταφοράς της θερμότητας ανά τετραγωνικό μέτρο υαλοπίνακα, για διαφορά θερμότητας 1 βαθμού Kelvin, μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου. Όσο χαμηλότερη είναι η δυνατότητα εκπομπής (Emmissivity), τόσο χαμηλότερος είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας και άρα τόσο αποδοτικότερος ενεργειακά είναι ο υαλοπίνακας. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μειώνεται όσο αυξάνεται το πάχος του γυαλιού. Για παράδειγμα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός απλού υαλοπίνακα πάχους 4mm είναι ίσος με 5,8W/(m²K), ενώ για έναν απλό υαλοπίνακα πάχους 19mm ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι ίσος με 5,4W/(m²K). (14) Ένας ακόμα τρόπος βελτίωσης του συντελεστή θερμοπερατότητας είναι η πλήρωση του διάκενου με ευγενές αέριο (συνήθως αργό).

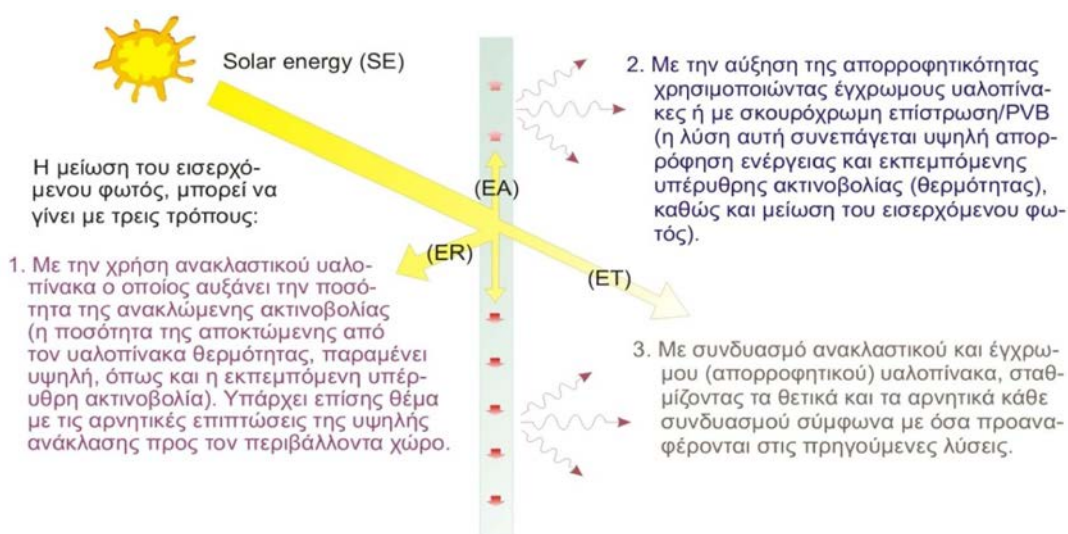
Ο ηλιακός συντελεστής (Solar factor) δηλώνει το ποσοστό της συνολικής ηλιακής ροής που περνάει μέσα από το γυαλί προς την προσπίπτουσα ενεργειακή ηλιακή ροή. Επειδή στην Ελλάδα έχουμε θερμά καλοκαίρια είναι πολύ σημαντικό να ελαχιστοποιείται η τιμή του.

Ορίζει το ποσοστό (%) της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας η οποία διαπερνά την υάλωση και μεταφέρεται (αμέσως ή εμμέσως) στο εσωτερικό ενός χώρου. (αναφέρεται σε υαλοστάσια εκτιθέμενα στην ηλιακή ακτινοβολία)



75. Ο Ηλιακός Συντελεστής (Solar factor ή g) (πηγή: http://www.alvek.gr/old_files/yalo.pdf)

Η οπτική διαπερατότητα (LT) δηλώνει το ποσοστό της φωτεινής ακτινοβολίας η οποία περνάει μέσα από τον υαλοπίνακα και φτάνει στον εσωτερικό χώρο. Όσο μεγαλώνει ο δείκτης τόσο περισσότερο φως περνάει στον εσωτερικό χώρο. Ένας χαμηλός συντελεστής οπτικής διαπερατότητας επιβαρύνει την κατανάλωση στο σύστημα τεχνητού φωτισμού. Οι ιδανικές τιμές του δείκτη είναι από 60-80%.

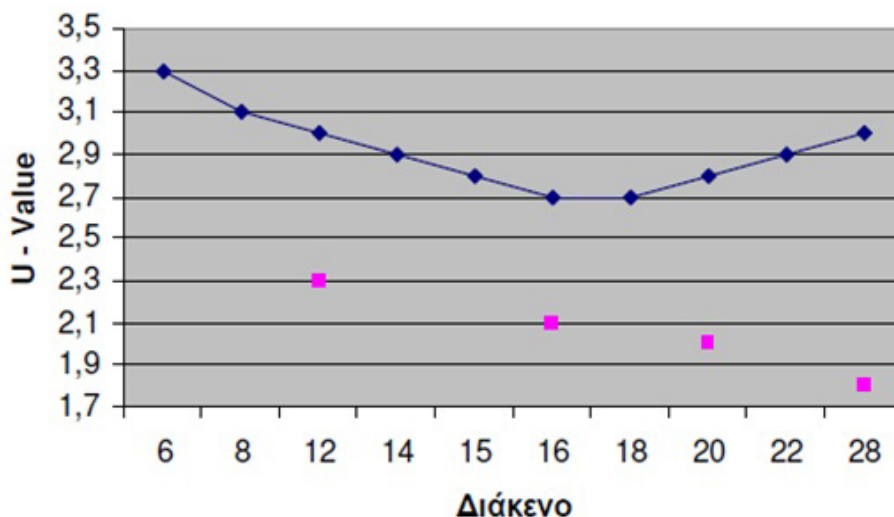


76. Έλεγχος του διερχόμενου φωτός (LT) (πηγή: http://www.alvek.gr/old_files/yalo.pdf)

9.5.2. ΤΥΠΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Ο πιο απλός τύπος ενεργειακών υαλοπινάκων είναι οι διπλοί υαλοπίνακες. Αποτελούνται από δύο κρύσταλλα και στο διάκενο μεταξύ τους υπάρχει στρώμα ξηρού αέρα. Συνήθως χρησιμοποιούνται κρύσταλλοι πάχους 3-6mm με διάκενο 8-16mm. Συγκριτικά με το σύστημα μονής υάλωσης, οι διπλοί υαλοπίνακες παρουσιάζουν υψηλή διαπερατότητα σε φυσικό φως και παρέχουν την δυνατότητα για περαιτέρω έλεγχο του θορύβου, της θερμότητας και της ηλιακής ενέργειας, με την τροποποίηση του διακένου και το γέμισμα αυτού με ευγενή αέρια όπως το αργό.

Για έναν διπλό υαλοπίνακα ο οποίος αποτελείται από δύο υαλοπίνακες πάχους 4mm ο καθένας με διάκενο 12mm μεταξύ τους, ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι ίσος με $2,9\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μειώνεται όσο αυξάνεται το πάχος του διάκενου σε έναν διπλό υαλοπίνακα μέχρι πάχους διάκενου ίσο με 16 mm. Για πάχος μεγαλύτερο των 16 mm ο συντελεστής θερμοπερατότητας αυξάνεται ελάχιστα. Επιπλέον, εάν αντί για αέρα στο διάκενο χρησιμοποιηθεί κάποιο άλλο αέριο, όπως αργό ή κρυπτό, τότε η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας μπορεί να μειωθεί κι άλλο μέχρι τα $2,6\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. (14)



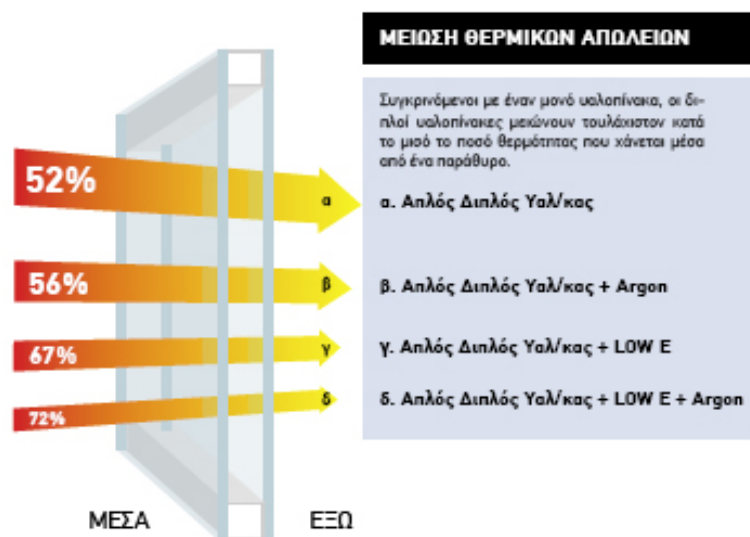
77. Μεταβολή του συντελεστή U-Value ενός διπλού υαλοπίνακα με απλά γυαλιά, σε σχέση με την μεταβολή του διάκενου (πηγή: <http://www.klountzosglass.gr/st/index.php/energeiakos>)

Ένας άλλος τύπος ενεργειακού υαλοπίνακα είναι ο υαλοπίνακας χαμηλού συντελεστή εκπομπής ή αλλιώς Low-e (low emissivity), που είναι σχεδόν αδιαπέραστος από την υπέρυθη ακτινοβολία (θερμή ακτινοβολία προερχόμενη κυρίως από τα γειτονικά κτίρια), ενώ μειώνει λίγο την ηλιακή ακτινοβολία. Παρουσιάζει την ίδια δομή με τους συμβατικούς διπλούς υαλοπίνακες με τη διαφορά ότι χρησιμοποιούνται διαφορετικοί τύποι κρυστάλλου και αερίου στο διάκενό τους. Είναι υαλοπίνακες με επιστρώσεις που ενσωματώνουν και λειτουργίες ηλιακού ελέγχου (solar control). Ένας υαλοπίνακας low-e αποτελείται από δύο κρυστάλλους ενώ το διάκενο μεταξύ τους πληρώνεται με ευγενές αέριο το οποίο διαθέτει αυξημένες θερμομονωτικές ιδιότητες. Ο εσωτερικός κρύσταλλος είναι ένας συμβατικός μονός υαλοπίνακας ενώ στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού υαλοπίνακα έχει τοποθετηθεί μια επίστρωση. Ο υαλοπίνακας δεν μεταδίδει απευθείας την ακτινοβολία, αλλά την απορροφά και την εκπέμπει στη συνέχεια. Η εκπομπή αυτή γίνεται προς την ψυχρότερη πλευρά, δηλαδή προς τα έξω το χειμώνα και προς τα μέσα το καλοκαίρι.

Τα πιο πρόσφατα προϊόντα, κρύσταλλα πράσινης ή μπλε απόχρωσης, που είναι σχεδόν αδιαπέραστα σε ευρύτερο φάσμα υπέρυθρης ακτινοβολίας, θα παρέχουν υψηλό αισθητικό αποτέλεσμα και περιορισμό των ηλιακών κερδών κατά 30-50%. (27) Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός υαλοπίνακα low-e με δύο υαλοπίνακες πάχους 4 mm ο καθένας με διάκενο 12 mm μεταξύ τους κυμαίνεται από $1,6$ έως $2,0\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. (14)



78. Υαλοπίνακας low-e (πηγή: <http://www.ktizontastomellon.gr/bibliothiki/Yalopinakes/Exeliksh.php>)



79. Μείωση θερμικών απωλειών με βάση το είδος του υαλοπίνακα (πηγή: http://www.yalodomi.gr/p_double_gr.php)

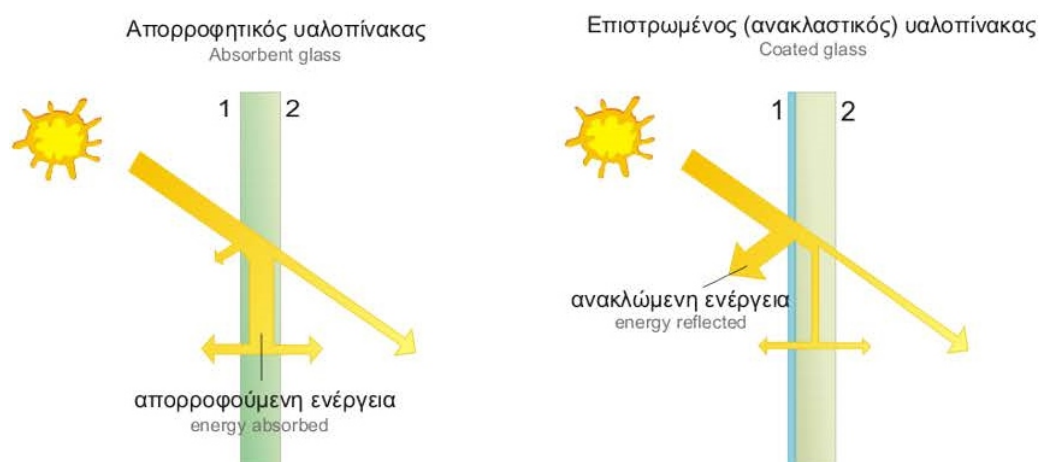
Triplex ή αλλιώς laminated τζάμια είναι τα τζάμια τα οποία δημιουργούνται από τη συνένωση δύο ή περισσότερων γυαλιών με διαφανή ή έγχρωμη μεμβράνη. Η χρήση triplex υαλοπινάκων αυξάνει ακόμη περισσότερο τη θερμομονωτική και την ηχομονωτική ικανότητα του στοιχείου. Θεωρείται γυαλί ασφαλείας γιατί σε περίπτωση θραύσης λειτουργεί ως ενιαίο σώμα και παραμένει στην θέση του χωρίς τον κίνδυνο αποκόλλησης κομματιού.



80. Triplex ή laminated υαλοπίνακες (πηγή: <http://www.haufen.gr/frontend/article.php?aid=147&cid=49>)

Κρύσταλλα ειδικής τεχνολογίας είναι ικανά να περιορίσουν το ψυκτικό φορτίο μειώνοντας, κυρίως τη διαπερατότητα και δευτερευόντως την απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα ανακλαστικά κρύσταλλα καλύπτονται από λεπτή στρώση οξειδίου μετάλλου που έχουν μεγάλο συντελεστή διάθλασης. Ανακλούν και δεν απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια. Με δεδομένο ότι η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται, σε μερικές περιπτώσεις είναι απαραίτητη η χρήση τεχνητού φωτισμού στο εσωτερικό των χώρων. Για τη βέλτιστη επίδοσή τους η ανακλαστική επίστρωση πρέπει να τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια των μονών υαλοπινάκων.

Οι απορροφητικοί υαλοπίνακες μειώνουν τη διαπερατότητα της ακτινοβολίας και αυξάνουν, μετά την απορρόφηση, την εκπομπή προς τα έξω. Έχουν το πλεονέκτημα σε σχέση με τους ανακλαστικούς ότι δεν προκαλούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου. Στην αγορά διατίθενται υαλοπίνακες που απορροφούν το 70% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Απορροφητικοί υαλοπίνακες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ορισμένες περιπτώσεις στα ανοίγματα της νότιας όψης, όταν δεν επιτρέπονται άλλοι τρόποι σκίασης. Οι απορροφητικοί υαλοπίνακες δε διαφέρουν από τους κοινούς υαλοπίνακες ως προς την ικανότητα θερμικής εκπομπής και κατά συνέπεια η χρήση τους συνεχώς μειώνεται και αντικαθίστανται με υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής.



81. Απορροφητικοί και ανακλαστικοί υαλοπίνακες (πηγή: <http://www.aluk-larissa.gr/28/%CE%95%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CE%AF%20%CF%85%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CF%80%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CE%B5%CF%82%20%CF%87%CE%B1%CE%BC%CE%B7%CE%BB%CE%AE%CF%82%20%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B9%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82.html>)

Η έρευνα στην τεχνολογία των κρυστάλλων εστιάζεται τώρα σε προϊόντα με ρυθμιζόμενες ηλιακές και οπτικές ιδιότητες. Η συμπεριφορά τους θα προσαρμόζεται στις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες και μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας.

Αυτοί οι υαλοπίνακες μεταβάλλουν τις ιδιότητές τους, όπως το συντελεστή σκίασης ή τη φωτοδιαπερατότητα, με την επίδραση ενός ερεθίσματος. Ανάλογα μ' αυτό το ερέθισμα διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

Θερμομονωτικοί είναι οι υαλοπίνακες που παρουσιάζουν αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα με το διάκενο ανάμεσα στους υαλοπίνακες να πληρούται με κάποιο αέριο όπως το αργό. Χρησιμοποιούνται σε κτίρια που παρουσιάζουν στο εξωτερικό τους κέλυφος μεγάλα ανοίγματα.

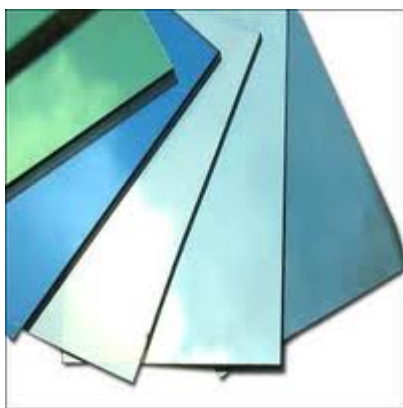
Ηλεκτροχρωμικοί είναι οι υαλοπίνακες των οποίων οι ιδιότητες μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος μικρής τάσης και χρησιμοποιούνται για την επίτευξη ικανοποιητικού επιπέδου σκίασης.



82. Ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες (πηγή: <http://news.pathfinder.gr/eco-science/technologein/1330887.html>)

Οι φωτοχρωμικοί είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Είναι ιδανικοί για τον έλεγχο της θάμβωσης αλλά δεν αναχαιτίζουν επαρκώς την ηλιακή θερμική ακτινοβολία.

Οι οπτικές ιδιότητες των θερμοχρωμικών υαλοπινάκων μεταβάλλονται ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμους, ανακλαστικούς.



83. Ηλεκτροχρωμικοί, φωτοχρωμικοί, θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες (πηγή: <http://www.haufen.gr/frontend/article.php?aid=147&cid=49>)

Η όψη της επιφάνειας των υαλοπινάκων υγρών κρυστάλλων μεταβάλλεται από γαλακτόχρωμη (αδιαφανή) σε διαφανή με την εφαρμογή τάσης ηλεκτρικού ρεύματος. Είναι χρήσιμοι για τη διασφάλιση της ιδιωτικότητας, δεν παρέχουν όμως σημαντικό ενεργειακό κέρδος.

Τέλος, οι πολυλειτουργικοί υαλοπίνακες (Selective Multi-Functional) είναι η τελευταία λύση για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της ηλιακής ενέργειας. Συνδυάζουν ιδιότητες χαμηλής εκπομπής και ελέγχουν την ηλιακή ενέργεια, χάρη σε δύο διαφορετικές επιστρώσεις ή σε συνδυασμό δύο διαφορετικών ιδιοτήτων από μία και μόνη επίστρωση, προσφέροντας δροσιά το καλοκαίρι και θαλπωρή το χειμώνα.

| Τύπος υαλοπίνακα | U-Value υαλοπίν. | U-Value πλαισίου | | | | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|-----|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------|
| | | Ξύλινα ή PVC | | | Αλουμινίου με θερμοδιακοπή | | | | | Χωρίς Θερμοδιακοπή |
| | | 1,0 | 1,4 | 1,8 | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 3,4 | 3,8 | |
| Μονός | 5,7 | 4,8 | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 5,1 | 5,2 | 5,2 | 5,3 | 5,9 |
| Διπλός | 3,3 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 4,0 |
| | 3,1 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,9 |
| | 2,9 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 3,0 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,7 |
| | 2,7 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 3,6 |
| | 2,5 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,4 |
| | 2,3 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 3,3 |
| | 2,1 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 3,1 |
| | 1,9 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 3,0 |
| | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,8 |
| | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,6 |
| | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,5 |
| 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 2,3 | |

84. Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας (U-Value) ανοιγμάτων για συνήθεις τύπους πλαισίων, με ποσοστό έως 20% ως προς το συνολικό άνοιγμα (πηγή: http://www.alvek.gr/old_files/yalo.pdf)

| Τύπος υαλοπίνακα | U-Value υαλοπίν. | U-Value πλαισίου | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|------------------|-----|-----|---------------------------|-----|-----|-----|-----|----------------------------|
| | | Ξύλινα ή PVC | | | Μεταλλικά με θερμοδιακοπή | | | | | Χωρίς Θερμο- διακοπή |
| | | 1,0 | 1,4 | 1,8 | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 3,4 | 3,8 | 7,0 |
| Μονός | 5,7 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 4,6 | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 5,1 | 6,1 |
| Διπλός | 3,3 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 4,4 |
| | 3,1 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,5 | 4,3 |
| | 2,9 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 4,1 |
| | 2,7 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 4,0 |
| | 2,5 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 3,9 |
| | 2,3 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,8 |
| | 2,1 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 3,6 |
| | 1,9 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 3,5 |
| | 1,7 | 1,6 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 3,3 |
| | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 3,2 |
| | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 3,1 |
| 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,9 | |

85. Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας (U-Value) ανοιγμάτων για συνήθεις τύπους πλαισίων, με ποσοστό έως 30% ως προς το συνολικό άνοιγμα (πηγή: http://www.alvek.gr/old_files/yalo.pdf)

ΜΕΡΟΣ Γ' | PART C'

10| ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Στόχος του τρίτου μέρους του ερευνητικού θέματος είναι να διερευνήσει τις παρεμβάσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε ένα υφιστάμενο κτίριο και τις συνέπειες αυτών των παρεμβάσεων, ώστε να εξοικονομηθεί ενέργεια και κατ' επέκταση για την οικονομική χρήση του.

Η πραγματοποίηση του στόχου αυτού θα επιτευχθεί με τη μελέτη ενός υφιστάμενου κτιρίου πολυκατοικίας στο οποίο θα εφαρμοστούν συγκεκριμένες μετατροπές στο κέλυφός του. Με τη βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος Autodesk Ecotect Analysis 2011 θα γίνει καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης και της κατάστασης μετά τις παρεμβάσεις και στη συνέχεια η σύγκρισή τους ως προς την κατανάλωση ενέργειας.

10.1. ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Έτος αποπεράτωσης: 1975

Τύπος κτιρίου: πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια: 537,5 m²

Επιφάνεια υπηρεσιών: 34,02 m²

Αριθμός ορόφων: 4 όροφοι, ισόγειο

Χρήση: κατοικία, στο ισόγειο ένα κατάστημα



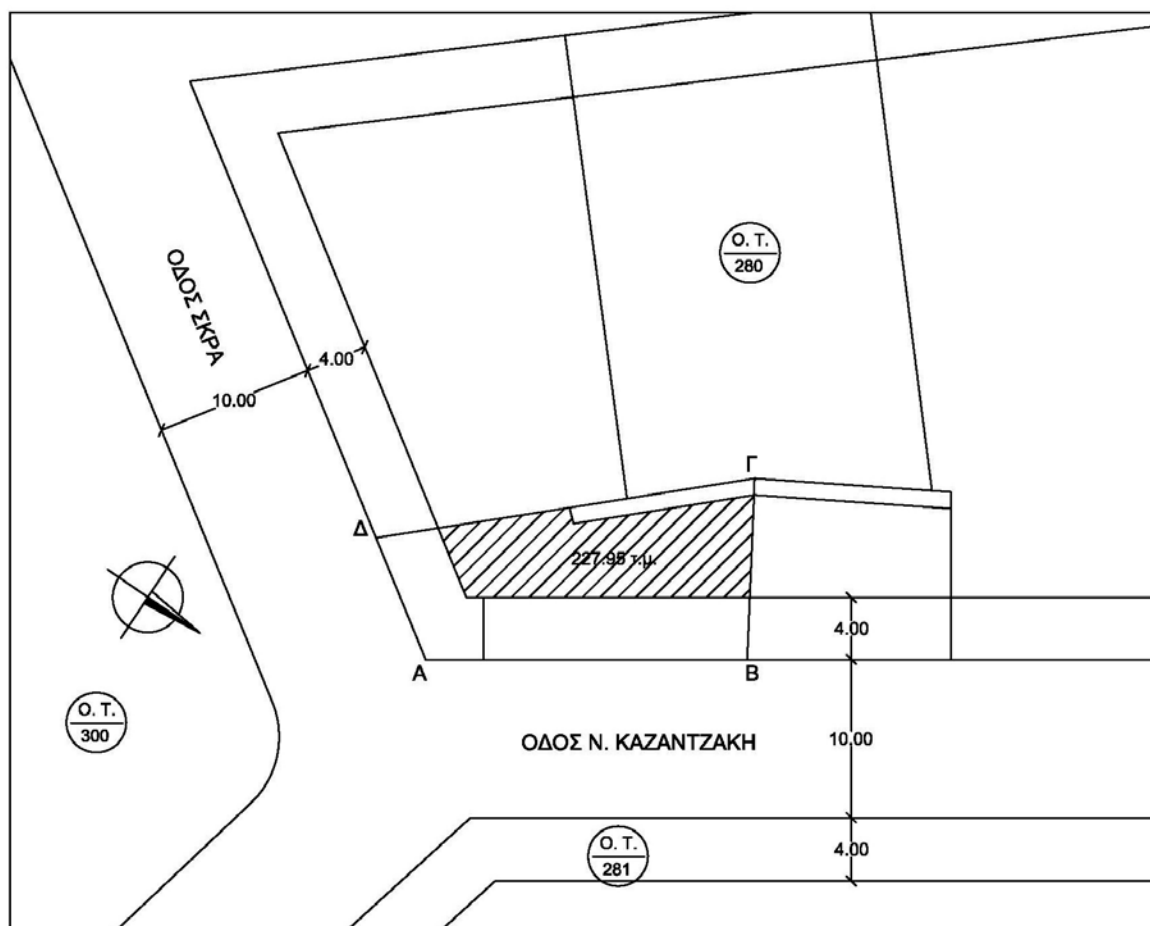
86. Αεροφωτογραφία της περιοχής με τη θέση του οικοπέδου και των κτιρίων του (πηγή: <http://www.bing.com/maps/>)

Το κτίριο μελέτης βρίσκεται στο Νομό Αττικής και συγκεκριμένα στο Δήμο Χαϊδαρίου στο Ο.Τ. 280. Το οικόπεδο περιβάλλεται από τις οδούς Σκρα, Ν. Καζαντζάκης, Φαβιέρου και Ικάρων. Στα γειτονικά οικόπεδα είναι χτισμένες πολυκατοικίες 2-5 ορόφων. Το οικόπεδο νοτιοανατολικά του έχει ένα υπαίθριο αμφιθέατρο και χώρο πρασίνου.

Το οικοδομικό τετράγωνο έχει σχήμα τραπέζιο με τις μεγαλύτερες πλευρές του προσανατολισμένες στον ΒΔ-ΝΑ άξονα. Είναι επίπεδο και η βλάστησή του αποτελείται από κάποια δέντρα στο εσωτερικό του.

Περιμετρικά του οικοπέδου υπάρχουν πολυκατοικίες 2-5 ορόφων και στο εσωτερικό του ο ακάλυπτος χώρος με κάποιες θέσεις στάθμευσης και βλάστηση.

Με αυτές τις συνθήκες αποτελεί ένα αντιπροσωπευτικό κτίριο πολυκατοικίας μιας ελληνικής πόλης. Η αρχιτεκτονική μορφή του κτιρίου και η δόμηση στο οικοδομικό τετράγωνο που βρίσκεται περιορίζουν τις δυνατότητες ριζικών παρεμβάσεων, στοιχείο που επίσης αποτελεί κοινό χαρακτηριστικό πολλών κτιρίων στον ελλαδικό χώρο.



87. Τοπογραφικό σχέδιο κτιρίου μελέτης

Το κτίριο μελέτης βρίσκεται στη διασταύρωση των οδών Ν. Καζαντζάκη και Σκρα και χτίστηκε το 1975. Είναι τοποθετημένο στο Νοτιοανατολικό άκρο του οικοπέδου τραβηγμένο προς τα μέσα κατά τέσσερα μέτρα. Ο μακρύς άξονας του κτιρίου είναι προσανατολισμένος προς τον Βορειοδυτικό – Νοτιοανατολικό άξονα. Είναι ένα τετραώροφο κτίριο με ένα κατάστημα και ένα διαμέρισμα στο ισόγειο και από ένα διαμέρισμα σε κάθε όροφο. Η συνολική δόμηση του κτιρίου είναι $537,5\text{m}^2$. Το ισόγειο καλύπτει εμβαδό 178m^2 , ο πρώτος και ο δεύτερος όροφος $108,5\text{m}^2$, ο τρίτος όροφος 83m^2 και ο τέταρτος $59,5\text{m}^2$. Το κτίριο δεν διαθέτει υπόγειο.



88. Τρισδιάστατη αναπαράσταση του κτιρίου μελέτης

Το κτίριο έχει συνολικό ύψος 18,8m και ύψος κάθε ορόφου 2,85m (από πλάκα σε πλάκα) εκτός από το ισόγειο που έχει ύψος 3,35m (από πλάκα σε πλάκα). Η είσοδος του βρίσκεται στην νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου επί της οδού Σκρα. Το κτίριο έχει ένα κλιμακοστάσιο και έναν ανεγκυστήρα στο νοτιοδυτικό του τμήμα, το οποίο φωτίζεται ανεπαρκώς από ένα μικρό παράθυρο σε κάθε όροφο. Οι όροφοι βρίσκονται στα εξής υψόμετρα: το ισόγειο στο 0,0m, ο πρώτος στα 3,5m, ο δεύτερος στα 6,5m, ο τρίτος στα 9,5m και ο τέταρτος στα 12,5m, ενώ το δώμα βρίσκεται στα 15,5m.

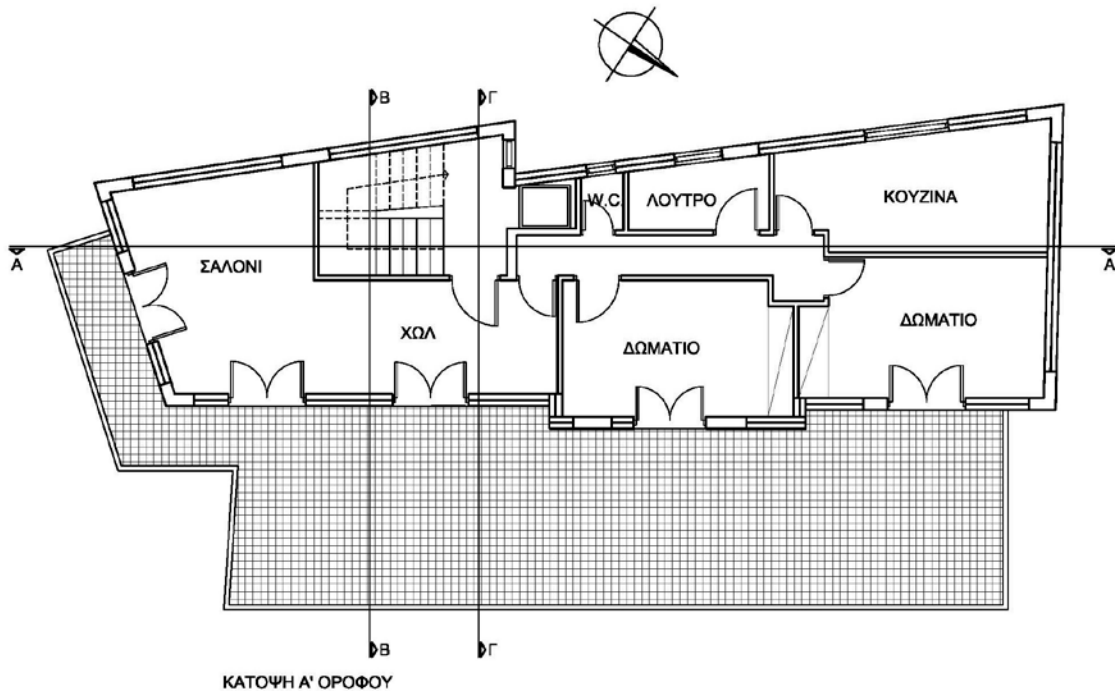
Στο ισόγειο στεγάζεται ένα κατάστημα 34,02 m². Η είσοδος του είναι επί της οδού Σκρα όπως και της πολυκατοικίας. Το κατάστημα έχει τζαμαρίες σε κάθε πλευρά του. Το διαμέρισμα του ισογείου έχει εμβαδό 108,8m² και διαθέτει τρία δωμάτια, μια κουζίνα, ένα καθιστικό και ένα λουτρό. Ο πρώτος και ο δεύτερος όροφος είναι πανομοιότυποι και αποτελούνται από ένα διαμέρισμα 83,1m². Από την είσοδο εισέρχεται στο χωλ που οδηγεί στο καθιστικό δεξιά και στα αριστερά μέσω ενός διαδρόμου στο w.c., στο λουτρό, στην κουζίνα και στα δωμάτια. Ο τρίτος όροφος έχει ένα διαμέρισμα εμβαδού 59,62 m² και διαθέτει δύο δωμάτια, μία κουζίνα, ένα καθιστικό και ένα λουτρό. Τέλος, το διαμέρισμα του τέταρτου είναι 38,42 m² και διαθέτει ένα δωμάτιο, μία κουζίνα και ένα λουτρό.

Στην κύρια όψη, επί της οδού Ν. Καζαντζάκης, το κτίριο διαθέτει μπαλκόνια σε κάθε όροφο, όπως και στην όψη επί της οδού Σκρα. Στη νοτιοδυτική όψη δε διαθέτει καθόλου μπαλκόνια ενώ στη βορειοδυτική όψη διαθέτει μόνο ο τρίτος όροφος. Επιπλέον ο πρώτος όροφος έχει το μεγαλύτερο μπαλκόνι καθώς χρησιμοποιεί και το δώμα του ισογείου.

Η κύρια όψη του κτιρίου, που βρίσκεται επί της οδού Ν. Καζαντζάκη, έχει βορειοανατολικό προσανατολισμό, ενώ τα απέναντι κτίρια είναι διώροφα ή τριώροφα. Η οδός αυτή έχει πλάτος 10 μέτρα και τα πεζοδρόμια δεξιά και αριστερά 4 μέτρα με αποτέλεσμα η όψη να μην σκιάζεται. Ο σκιασμός αυτής της όψης επιτυγχάνεται με υφασμάτινες τέντες κατά μήκος των μπαλκονιών, διαφορετικές σε κάθε όροφο. Η βόρεια και η νοτιοδυτική όψη δεν έχουν ανοίγματα. Η βόρεια πλευρά του κτιρίου εφάπτεται με τριώροφο κτίριο και η νοτιοδυτική βρίσκεται πολύ κοντά στο γειτονικό πενταώροφο κτίριο. Η

βορειοδυτική όψη βρίσκεται σε ακάλυπτο χώρο αλλά τα κτίρια βρίσκονται σε αρκετά μεγάλη απόσταση με αποτέλεσμα να ηλιάζεται. Στην νότια και τη βορειοδυτική πλευρά δεν υπάρχει κάποια σκίαση αν και είναι οι πλευρές που εκτίθενται περισσότερο στον ήλιο.

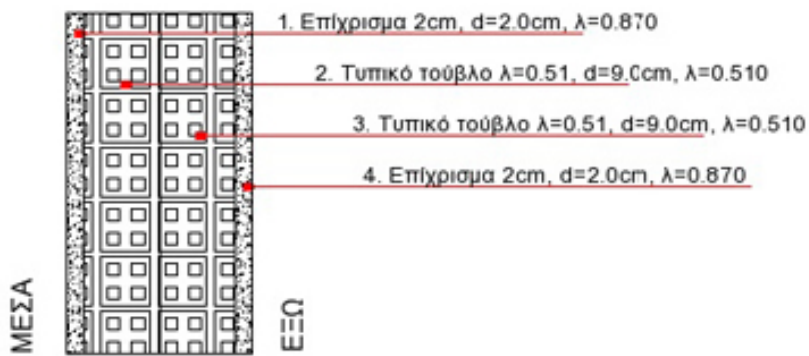
Το κτίριο δεν παρουσιάζει κάποια ιδιαιτερότητα στα συστήματα θέρμανσης και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Για τη θέρμανση χρησιμοποιείται κεντρικό σύστημα, με καυστήρα πετρελαίου.



89. Κάτοψη α' ορόφου

10.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Ο φέρον οργανισμός του κτιρίου είναι κατασκευασμένος από σπλισμένο σκυρόδεμα 0,25m. Όλες οι πλάκες έχουν πάχος 0,15m. Οι τοίχοι πλήρωσης αποτελούνται από μπατική οπτοπλινθοδομή επιχρισμένη με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα και στις δύο πλευρές της πάχους 0,22m. Τα εσωτερικά χωρίσματα είναι κατασκευασμένα από δρομική οπτοπλινθοδομή επιχρισμένη με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα και στις δύο πλευρές της πάχους 0,13m. Το δώμα του κτιρίου, συνολικού πάχους 0,20m, είναι κατασκευασμένο από σπλισμένο σκυρόδεμα και έχει μόνο μία στρώση υγρομόνωσης εξωτερικά. Τα δάπεδα του κτιρίου είναι επενδεδυμένα με κεραμικά πλακάκια ενώ το κλιμακοστάσιο με μάρμαρο.



Τομή υφιστάμενου τοίχου



Τομή υφιστάμενου δώματος



Τομή υφιστάμενου δαπέδου

90. Τομές υφιστάμενων στοιχείων κτιριακού κελύφους (πηγή: http://lakenak.sourceforge.net/demo/domika_kelyfos.php?page=1)

Το κτίριο μελέτης έχει κατασκευαστεί πριν από το 1980 και άρα πριν από τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων, οπότε παρατηρείται παντελής έλλειψη μόνωσης. Τα κουφώματα είναι συνθετικά με μονούς υαλοπίνακες. Τα εξώφυλλα των κουφωμάτων των παραθύρων είναι ανοιγόμενα και των μπαλκονόπορτων συρόμενα. Το εξωτερικό επίχρισμα των κτιρίων είναι σοβάς τριφτός. Όσον αφορά τα χρώματα του κτιρίου το βασικό χρώμα είναι ανοιχτόχρωμο γκρι.

Όσον αφορά τις τιμές του Συντελεστή Συνολικής Θερμικής Μεταφοράς (U-value) των στοιχείων του κελύφους (τοιχοποιίες, δάπεδα, κουφώματα κλπ.) αυτές προήλθαν από την εισαγωγή στο υπολογιστικό πρόγραμμα Autodesk Ecotect Analysis 2011 των υλικών που σχηματίζουν το κάθε στοιχείο.

10.3. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ

10.3.1. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Για τη διευκόλυνση των μετρήσεων λαμβάνονται υπόψη παραδοχές σχετικές με την απόδοση ενέργειας των διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών και των συστημάτων τεχνητού φωτισμού. Για τη διαμόρφωση των απαιτούμενων συνθηκών θερμικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, καθώς και την επίτευξη των κατάλληλων επιπέδων θέρμανσης και ψύξης λήφθηκαν υπόψη οι τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας.

Για την πραγματοποίηση της μελέτης χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ενεργειακής προσομοίωσης Autodesk Ecotect Analysis 2011. Το κτίριο σχεδιάστηκε τρισδιάστατα με τα υπάρχοντα υλικά και στη συνέχεια σχεδιάστηκε το ίδιο κτίριο με τις παρεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης χρησιμοποιήθηκαν τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας.

Οι τεχνικές οδηγίες που χρησιμοποιήθηκαν στον υπολογισμό είναι οι εξής:

Για τις κατοικίες:

ώρες λειτουργίας: 18 ώρες ημερησίως

ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα: 7

ελάχιστη-μέγιστη εσωτερική θερμοκρασία: 20-26°C

σχετική υγρασία: 40-45%

φωτισμός: 200 lux

αισθητή θερμότητα: 4 W/m²

λανθάνουσα θερμότητα: 2 W/m²

ποσότητα νωπού αέρα ανά ώρα: 15 m³ ανά άτομο

ποσότητα νωπού αέρα ανά ώρα: 0,75 m³ ανά τετραγωνικό

θερμική ισχύς ανά άτομο: 80W

αλλαγές αέρα κάθε ώρα: 1

Για το κατάστημα:

ώρες λειτουργίας: 12 ώρες ημερησίως

ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα: 6

ελάχιστη-μέγιστη εσωτερική θερμοκρασία: 20-26°C

σχετική υγρασία: 35-45%

φωτισμός: 500 lux

αισθητή θερμότητα: 10 W/m²

λανθάνουσα θερμότητα: 2 W/m²

ποσότητα νωπού αέρα ανά ώρα: 22 m³ ανά άτομο

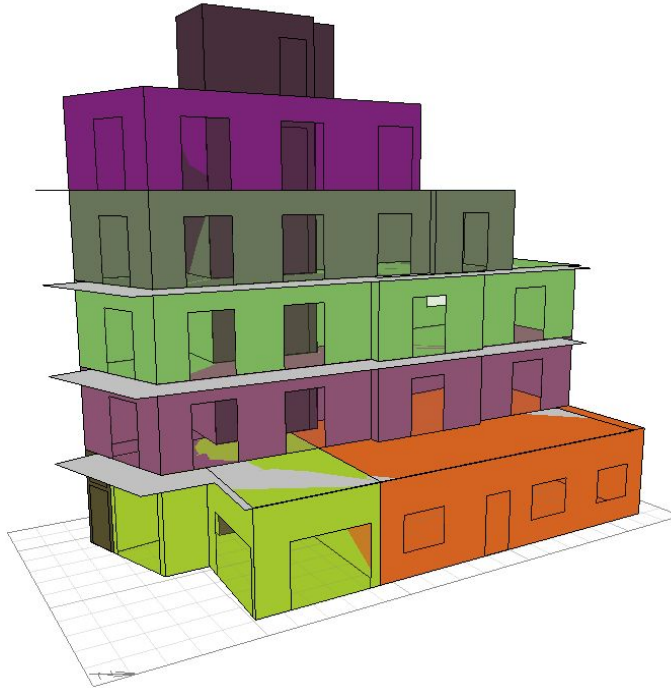
ποσότητα νωπού αέρα ανά ώρα: 3,08 m³ ανά τετραγωνικό

θερμική ισχύς ανά άτομο: 90W

αλλαγές αέρα κάθε ώρα: 1

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω δεδομένα θα υπολογιστούν οι ετήσιες ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη των εσωτερικών του χώρων. Οι παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται αποσκοπούν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Το Βασικό Σενάριο παρεμβάσεων περιλαμβάνει τη μόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας και του δώματος, καθώς και την αντικατάσταση των κουφωμάτων του κτιρίου.



91. Οι διαφορετικές θερμικές ζώνες του κτιρίου μελέτης

10.3.2. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

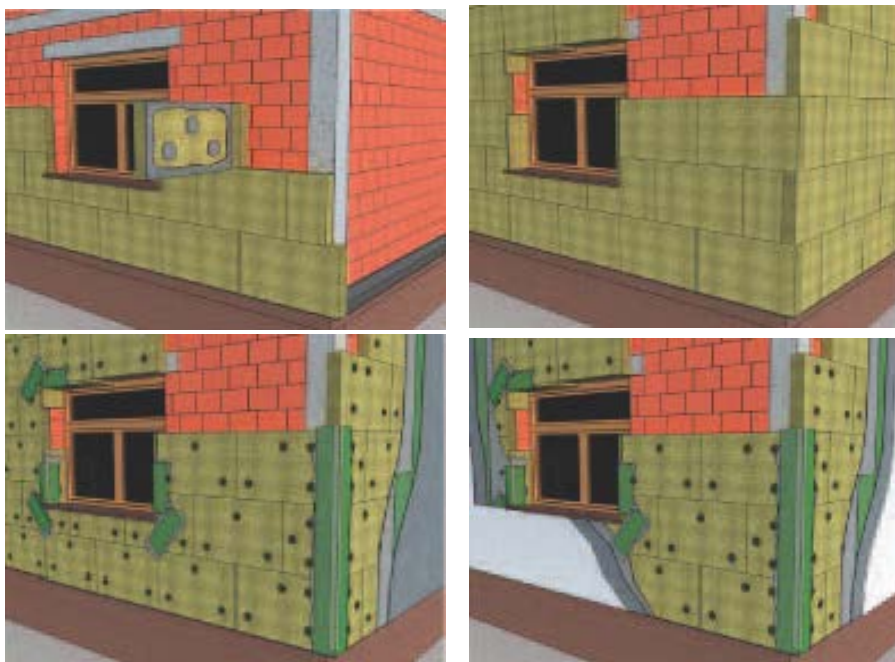
Η υφιστάμενη τοιχοποιία αποτελείται από μπαιτική οπτοπλινθοδομή επιχρισμένη με ασβεστοσιμεντοκονίαμα πάχους 0,02m και στις δύο πλευρές της. Το συνολικό πάχος του τοίχου είναι 0,22m και ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας Uvalue είναι 1,91 W/(m²K), ο οποίος ξεπερνάει κατά πολύ τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ (0,50 για τη Ζώνη Β).

Η τοιχοποιία αποτελεί τη μεγαλύτερη επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου. Είναι αναμενόμενο λοιπόν να παρατηρούνται μεγάλες απώλειες θερμότητας από την τοιχοποιία εφόσον δεν έχει προβλεφθεί θερμομόνωση.

Για τη θερμομόνωση των τοίχων υφιστάμενων κτιρίων προτιμάται η εξωτερική θερμομόνωση. Η λύση αυτή προτιμάται σε κτίρια συνεχούς χρήσης, όπως οι κατοικίες, όπου είναι επιθυμητή η σταθερή θερμοκρασία και ενδιαφέρει η διατήρηση της θερμότητας μετά τη διακοπή της λειτουργίας της κλιματιστικής εγκατάστασης και όχι η άμεση απόδοση του συστήματος.

Στο συγκεκριμένο κτίριο μπορεί να τοποθετηθεί εξωτερική θερμομόνωση καθώς οι τοίχοι δεν έχουν ποικιλία προεξοχών, ούτε ιδιαίτερα αρχιτεκτονικά μοτίβα. Μπορεί να τοποθετηθεί σε όλες τις πλευρές του κτιρίου εκτός από τη βόρεια πλευρά που εφάπτεται με γειτονικό κτίριο. Στις εξωτερικές πλευρές των τοίχων του κτιρίου θα τοποθετηθεί θερμομόνωση με πετροβάμβακα της Knauf Insulation. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητάς του είναι $\lambda=0,036\text{W/mK}$. Το πάχος των πλακών σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ για την κλιματική Ζώνη Β είναι 70mm. Τα στάδια εφαρμογής του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης με πλάκες πετροβάμβακα θερμοπρόσοψης FKD-S είναι τα εξής:

Αρχικά καθαρίζεται η υφιστάμενη επιφάνεια, αφαιρούνται χαλαρά κομμάτια κονιάματος και γεμίζονται με κλασικό σοβά. Επίσης γίνεται καθαρισμός του μπετόν με εκτόξευση νερού. Στο κάτω μέρος του τοίχου στερεώνεται μεταλλικό προφίλ με βύσματα αγκύρωσης. Αυτό το προφίλ παρέχει ένα εφαρμοστό τελείωμα στην πρόσοψη, προστατεύει το κάτω μέρος της πλάκας και επιτρέπει την τοποθέτηση του μονωτικού υλικού σε μία οριζόντια βάση. Η κόλλα για τον πετροβάμβακα εφαρμόζεται στην περίμετρο της πλάκας και σημειακά στην εσωτερική της επιφάνεια. Τουλάχιστον 40% της επιφάνειας της πλάκας πρέπει να έχει καλυφθεί με κόλλα. Επιπλέον, η κόλλα δεν πρέπει να εισχωρεί στις ενώσεις των πλακών. Πλάκες πετροβάμβακα FKD-S τοποθετούνται κοντά η μία στην άλλη, πιέζοντας τη μία πλάκα δίπλα σε αυτή που κολλήθηκε πρώτα. Η επόμενη σειρά τοποθετείται σε απόσταση μισής πλάκας σε σχέση με την προηγούμενη σειρά. Στις γωνίες, στα παράθυρα και στις πόρτες, πρέπει να τοποθετούνται ολόκληρες πλάκες με σκοπό την αποφυγή ρηγματώσεων στις γωνίες του τελικού στρώματος του κονιάματος. Στη συνέχεια γίνεται η στερέωση των πλακών πετροβάμβακα με βύσματα αγκύρωσης. Τα βύσματα που συστήνονται είναι πολυαιθυλένιου με ασάλινες βίδες και διάμετρο κεφαλής 60mm. Η κατάλληλη στερέωση της πλάκας επιτυγχάνεται με 6 βύσματα αγκυρώσεως ανά τετραγωνικό μέτρο, ενώ στις γωνίες του κτιρίου χρησιμοποιούνται 8-14 βύσματα αγκύρωσης ανά τετραγωνικό μέτρο. Πριν την εφαρμογή του πρώτου στρώματος κόλλας στο οποίο εγκιβωτίζεται υαλόπλεγμα, όλες οι γωνίες του κτιρίου και τα ανοίγματα πάνω στην πρόσοψη πρέπει να ενισχυθούν με γωνιόκρανα με υαλόπλεγμα. Για την αποφυγή ρηγματώσεων στην πρόσοψη, μία επιπλέον λωρίδα υαλοπλέγματος τοποθετείται στις γωνίες των ανοιγμάτων σε γωνία 45° σχετικά με το άνοιγμα, διαστάσεων 20x40 cm. Στο πρώτο στρώμα ενιαίας εφαρμοσμένης κόλλας, εγκιβωτίζεται ενισχυμένο υαλόπλεγμα, ανθεκτικό στα αλκάλια. Είναι απαραίτητο να γίνεται επικάλυψη των κομματιών του υαλοπλέγματος σε διάστημα τουλάχιστον 10cm. Μετά, εφαρμόζεται ένα δεύτερο στρώμα κόλλας ώστε η θέση του υαλοπλέγματος να είναι στο εξωτερικό ένα τρίτο του πάχους της κόλλας. Για το τελικό στρώμα της πρόσοψης εφαρμόζεται πάνω στη στεγνή κόλλα ένα κατάλληλο αστάρι. (52)



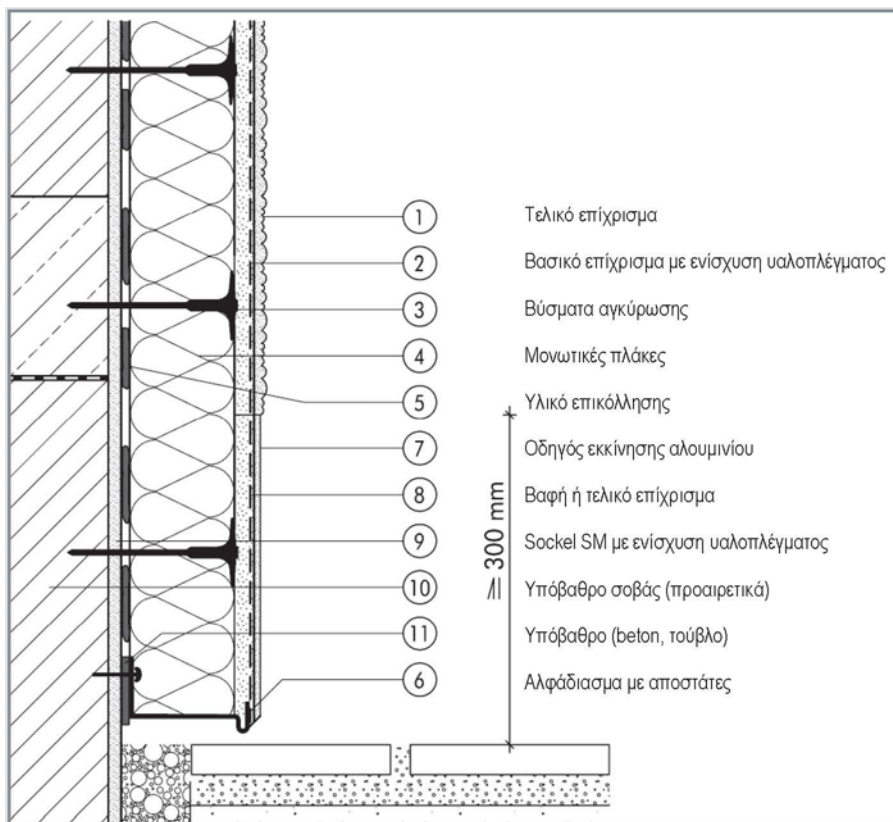
92. Στάδια εφαρμογής του συστήματος εξωτερικής θερμοπρόσοψης (πηγή: http://www.knaufinsulation.gr/files/ki_gr/upload/D-S_Exoteriki_thermoprosopsi_me_petrovamvaka.pdf)

Σημείωση: οποιαδήποτε φάση οικοδόμησης πρόσοψης δεν πρέπει να εκτελείται σε θερμοκρασίες κάτω από +5°C ή πάνω από +25°C, ενώ βρέχει ή μέσω ισχυρών ανέμων.

Το συνολικό πάχος του τοίχου με την προσθήκη της θερμομόνωσης είναι 0,31m. Ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας Uvalue είναι τώρα 0,38W/(m²K) ο οποίος είναι χαμηλότερος από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ (0,50 για τη Ζώνη Β).



93. Τομή τοίχου με εξωτερική θερμομόνωση (πηγή: http://lakenak.sourceforge.net/demo/domika_kelyfos.php?page=1)



94. Λεπτομέρεια εξωτερικής θερμομόνωσης με πετροβάμβακα της Knauf Insulation (πηγή: http://www.knauf.gr/www/el/tools_and_downloads/downloads_1/technical_brochures/plasters_facades_1/plasters_facades_2.php#open)

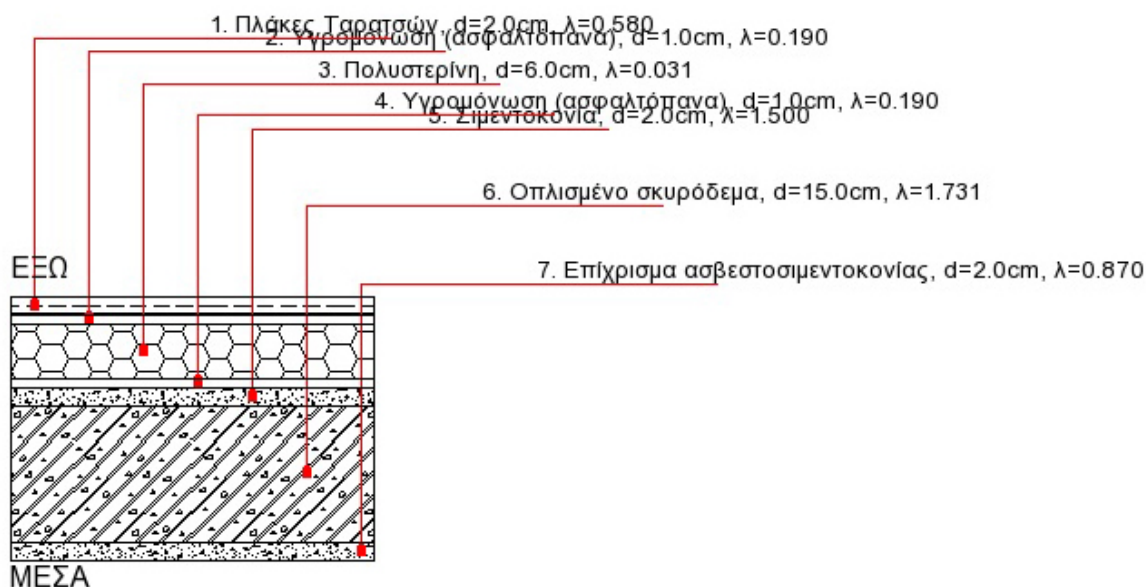
10.3.3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ

Το υφιστάμενο δώμα αποτελείται, από μέσα προς τα έξω, από επίχρισμα 0,02m, οπλισμένο σκυρόδεμα 0,15m, τσιμέντο καθαρισμού 0,02m και στεγανοποιητική προστασία 0,01m. Το συνολικό πάχος του δώματος είναι 0,20m και ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας Uvalue είναι 2,05 W/(m²K), ο οποίος ξεπερνάει κατά πολύ τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ (0,45 για τη Ζώνη Β).

Η πιο συχρή λύση θερμομόνωσης υφιστάμενου δώματος είναι η διαμόρφωση ανεστραμμένου ή αεριζόμενου δώματος επάνω στο υφιστάμενο.

Προτείνεται η εφαρμογή ενός ανεστραμμένου δώματος για τη βελτίωση τόσο της στεγάνωσης όσο και της θερμομόνωσης. Η υφιστάμενη επιφάνεια λαμβάνεται ως το υπόβαθρο, επάνω στο οποίο θα διαστρωθεί η θερμομονωτική στρώση. Τοποθετείται μια θερμομονωτική στρώση εξηλασμένης πολυστερίνης 0,06m με τη μεσολάβηση γεωφάσματος. Στρώση γεωφάσματος θα ακολουθήσει και μετά τη διάστρωση των θερμομονωτικών πλακών. Η τελική επικάλυψη θα γίνει με πλάκες πεζοδρομίου 0,02m, που θα πατήσουν πάνω στο γεωφάσμα.

Το συνολικό πάχος του δώματος με την προσθήκη της θερμομόνωσης είναι 0,29m. Ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας Uvalue με την παρέμβαση είναι 0,36 W/(m²K), ο οποίος είναι χαμηλότερος από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ που είναι 0,45 W/(m²K) για τη Ζώνη Β.



95. Τομή δώματος με προσθήκη θερμομόνωσης (πηγή: http://lakenak.sourceforge.net/demo/domika_kelyfos.php?page=1)

10.3.4. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Η αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων με σύγχρονα υψηλής ποιότητας είναι μια παρέμβαση με υψηλό αρχικό κόστος, αποτελεί όμως το πιο ουσιαστικό μέρος της ανακαίνισης ενός παλιού κτιρίου καθώς το αναβαθμίζει ποιοτικά και ενεργειακά και αυξάνει καθοριστικά την ωφέλιμη διάρκεια ζωής του, ενώ παράλληλα συμβάλλει καθοριστικά στην ηχομόνωση των χώρων.

Με δεδομένο ότι οι υαλοπίνακες των ανοιγμάτων του υφιστάμενου κτιρίου είναι μονοί, οι απώλειες θερμότητας από αγωγιμότητα είναι ιδιαίτερα αυξημένες. Επιπλέον, η ποιότητα των υφιστάμενων κουφωμάτων δεν είναι πολύ καλή καθώς είναι παλιά και η πλειοψηφία τους βρίσκεται στη νοτιοανατολική και βορειοδυτική όψη οι οποίες εκτίθεται στον ήλιο, με αποτέλεσμα να είναι αυξημένη η αεροδιαπερατότητα. Τα υφιστάμενα κουφώματα είναι μεταλλικά χωρίς θερμοδιακοπή και με μονούς υαλοπίνακες. Ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας Uvalue τους είναι 5,44 W/(m²K), ο οποίος είναι

πολύ υψηλότερος από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή σύμφωνα με τον KENAK για τη Ζώνη Β ($3,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).

Προτείνεται η αντικατάσταση των υφιστάμενων κουφωμάτων με συνθετικά ανοιγόμενα κουφώματα με διπλούς υαλοπίνακες με 12 χιλιοστά διάκενο και αέριο argon. Τα κουφώματα αλουμινίου θα αντικατασταθούν με συνθετικά για δύο λόγους κυρίως. Ο κύριος λόγος είναι οικονομικός, καθώς τα συνθετικά κουφώματα είναι τουλάχιστον 20% πιο οικονομικά σε σχέση με τα κουφώματα αλουμινίου, ενώ παράλληλα βοηθούν και στη θερμομόνωση καθώς το πλαστικό είναι κακός αγωγός της θερμότητας. Έτσι, δεν υπάρχει μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του σπιτιού και αντίστροφα. Ένα ακόμα πλεονέκτημα τους είναι η ηχομόνωση που προσφέρουν καθώς το πλαστικό δεν επιτρέπει τη μετάδοση του ήχου. Τα συνθετικά κουφώματα μειώνουν την ένταση των εξωτερικών θορύβων κατά 70%. (52)

Οι εργασίες τοποθέτησης των κουφωμάτων πρέπει να εκτελεστούν με ιδιαίτερη προσοχή ώστε τα κουφώματα να παρέχουν τις προβλεπόμενες ιδιότητες θερμομόνωσης και ηχομόνωσης. Το κούφωμα θα πρέπει να έχει αέρα από την τοιχοποιία, οι βίδες που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι ανοξείδωτες ή επικαθμιωμένες, οι ψευτόκασες πρέπει να είναι από γαλβανισμένη λαμαρίνα και οι αρμοί μεταξύ κουφώματος και τοίχου πρέπει να γεμίζουν και να στεγανοποιούνται με μονωτικά υλικά. Για την αντικατάσταση των κουφωμάτων θα πρέπει να αφαιρεθούν τα παλιά κουφώματα μαζί με όλα τα εξαρτήματά τους και στη συνέχεια να τοποθετηθούν ψευτόκασες που θα υποδεχτούν τα νέα κουφώματα μαζί με την ιδανικότερη στήριξη στον τοίχο. Μετά τοποθετούνται οι νέες κάσες και βιδώνονται ξεκινώντας από τις πάνω γωνίες. Για να αποφευχθεί η παραμόρφωση του πλαισίου τοποθετούνται επιπρόσθετα τακάκια στα σημεία βιδώματος. Η τοποθέτηση του κουφώματος ολοκληρώνεται με την στεγανοποίηση του εξωτερικού αρμού με αρμόστοκο. Τέλος, τοποθετούνται τα φύλλα με τα τζάμια και γίνεται έλεγχος της κίνησης του ανοίγματος και του κλεισίματος.

Ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας Uvalue των κουφωμάτων αυτών είναι $2,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ο οποίος είναι κάτω από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή ($3,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ για τη Ζώνη Β).

Επίσης μπορεί να τοποθετηθεί και κάποια μεμβράνη χαμηλής εκπεψιμότητας στον διπλό υαλοπίνακα, ώστε να κατέβει και άλλο ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας, αλλά θα ανέβει σημαντικά το κόστος της παρέμβασης. Η παρέμβαση αυτή ίσως είναι υπερβολική για μια απλή κατοικία.



96.

Ανοιγόμενο

συνθετικό

κούφωμα

(πηγή:

<http://www.ktirio.gr/default.aspx?catid=146&companyid=84&action=showcompanies>)

10.3.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Με τη χρήση του λογισμικού Autodesk Ecotect Analysis 2011 υπολογίστηκαν οι ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη πριν και μετά τις παρεμβάσεις. Οι ανάγκες του υφιστάμενου κτιρίου για θέρμανση είναι 26,304 kWh/m² ή 20.519 kWh ετησίως και για ψύξη 19,778 kWh/m² ή 15.428 kWh ετησίως.

Αντίστοιχα, μετά τις παρεμβάσεις στο κτίριο οι ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση είναι 11,046 kWh/m² ή 8.617 kWh ετησίως και για ψύξη 11,451 kWh/m² ή 8.933 kWh ετησίως.

Επομένως, η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μειώθηκε κατά 58,00% και για ψύξη κατά 42,10%. Δηλαδή, με κάποιες καίριες αλλαγές που έγιναν στο κέλυφος του κτιρίου μελέτης, και θα μπορούσαν να γίνουν σε οποιοδήποτε παρόμοιο κτίριο, υπήρξε σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας.

Παρούσα Κατάσταση

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 44827 W at 11:00 on 24th February
Max Cooling: 0.0 C - No Cooling.

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|-------|-----------------|-----------------|
| Jan | 4677085 | 0 |
| Feb | 5461193 | 0 |
| Mar | 3870616 | 0 |
| Apr | 628927 | 0 |
| May | 22544 | 0 |
| Jun | 0 | 0 |
| Jul | 0 | 0 |
| Aug | 0 | 0 |
| Sep | 2833 | 0 |
| Oct | 1225641 | 0 |
| Nov | 1171748 | 0 |
| Dec | 3458422 | 0 |

TOTAL 20519010 0
PER M² 26304 0

Floor Area: 780.082 m2

Κατάσταση με παρεμβάσεις

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 32220 W at 11:00 on 24th February
Max Cooling: 0.0 C - No Cooling.

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|-------|-----------------|-----------------|
| Jan | 2032557 | 0 |
| Feb | 2546681 | 0 |
| Mar | 1727142 | 0 |
| Apr | 198379 | 0 |
| May | 2434 | 0 |
| Jun | 0 | 0 |
| Jul | 0 | 0 |
| Aug | 0 | 0 |
| Sep | 0 | 0 |
| Oct | 435275 | 0 |
| Nov | 322814 | 0 |
| Dec | 1351351 | 0 |

TOTAL 8616633 0
PER M² 11046 0

Floor Area: 780.100 m2

97. Σύγκριση ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση του κτιρίου στις δύο καταστάσεις

Παρούσα Κατάσταση

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 0.0 C - No Heating.
Max Cooling: 35109 W at 16:00 on 2nd August

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|-------|-----------------|-----------------|
| Jan | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 |
| Mar | 0 | 0 |
| Apr | 0 | 44370 |
| May | 0 | 926676 |
| Jun | 0 | 3139950 |
| Jul | 0 | 4346244 |
| Aug | 0 | 4958807 |
| Sep | 0 | 1930906 |
| Oct | 0 | 81138 |
| Nov | 0 | 0 |
| Dec | 0 | 0 |

| | | |
|--------------------|---|----------|
| TOTAL | 0 | 15428090 |
| PER M ² | 0 | 19778 |

Floor Area: 780.082 m²

Κατάσταση με παρεμβάσεις

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 0.0 C - No Heating.
Max Cooling: 26194 W at 11:00 on 22nd July

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|-------|-----------------|-----------------|
| Jan | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 |
| Mar | 0 | 0 |
| Apr | 0 | 60249 |
| May | 0 | 745302 |
| Jun | 0 | 1843010 |
| Jul | 0 | 2331896 |
| Aug | 0 | 2522025 |
| Sep | 0 | 1236494 |
| Oct | 0 | 189260 |
| Nov | 0 | 4964 |
| Dec | 0 | 0 |

| | | |
|--------------------|---|---------|
| TOTAL | 0 | 8933199 |
| PER M ² | 0 | 11451 |

Floor Area: 780.100 m²

98. Σύγκριση ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου στις δύο καταστάσεις

11 | ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΣΕΝΑΡΙΑ

Στη συνέχεια θα υπολογιστούν οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη με κάποιες παραλλαγές παρεμβάσεων, με σκοπό την περαιτέρω αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Με αυτά τα διαφορετικά και συμπληρωματικά σενάρια γίνονται αντιληπτές οι αλλαγές στην ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου ανάλογα με τις παρεμβάσεις και τη ξεχωριστή επίδραση της κάθε παρέμβασης.

Στα τέσσερα πρώτα σενάρια αλλάζουμε κάποια παρέμβαση για να επιτευχθεί μείωση της κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου, ενώ στα επόμενα γίνονται κάποιες παρεμβάσεις οι οποίες αφορούν τον καλύτερο αερισμό του κτιρίου.

Οι αλλαγές στα σενάρια αυτά γίνονται με βάση το Βασικό Σενάριο.

11.1. Α' ΣΕΝΑΡΙΟ

Στο Α' Σενάριο γίνεται μία αλλαγή στις ήδη προτεινόμενες παρεμβάσεις. Βελτιώνεται η μόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας, αντικαθιστώντας τα 7 εκατοστά πετροβάμβακα με 10 εκατοστά, προκειμένου να τονιστεί η συμβολή της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας στην εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας Uvalue της εξωτερικής τοιχοποιίας να γίνει 0,28 W/(m²K). Σε αυτή την περίπτωση οι ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση είναι 10,768 kWh/m² ή 8.400 kWh ετησίως και για ψύξη 11,582kWh/m² ή 9.035 kWh ετησίως. Δηλαδή, η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μειώθηκε κατά 59,06% και για ψύξη κατά 41,44% από την υφιστάμενη κατάσταση.

Συγκριτικά με το Βασικό Σενάριο η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μειώθηκε κατά 2,52%, ενώ η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη αυξήθηκε κατά 1,14%.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 31794 W at 11:00 on 24th February
Max Cooling: 0.0 C - No Cooling.

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 1996111 | 0 |
| Feb | 2515830 | 0 |
| Mar | 1684120 | 0 |
| Apr | 183816 | 0 |
| May | 1570 | 0 |
| Jun | 0 | 0 |
| Jul | 0 | 0 |
| Aug | 0 | 0 |
| Sep | 0 | 0 |
| Oct | 417859 | 0 |
| Nov | 282366 | 0 |
| Dec | 1318781 | 0 |
| TOTAL | 8400455 | 0 |
| PER M² | 10768 | 0 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

99. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση του κτιρίου με Uvalue εξωτερικής τοιχοποιίας 0,28 W/(m²K)

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 0.0 C - No Heating.
Max Cooling: 26493 W at 11:00 on 22nd July

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 |
| Mar | 0 | 0 |
| Apr | 0 | 74115 |
| May | 0 | 779288 |
| Jun | 0 | 1852633 |
| Jul | 0 | 2330517 |
| Aug | 0 | 2518397 |
| Sep | 0 | 1262917 |
| Oct | 0 | 203050 |
| Nov | 0 | 14262 |
| Dec | 0 | 0 |
| TOTAL | 0 | 9035178 |
| PER M² | 0 | 11582 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

100. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου με Uvalue εξωτερικής τοιχοποιίας 0,28 W/(m²K)

11.2. Β' ΣΕΝΑΡΙΟ

Στο Β' Σενάριο, επιθυμώντας να μειωθεί ακόμα περισσότερο η κατανάλωση, συγκριτικά με το Βασικό Σενάριο, τοποθετούνται συνθετικά ανοιγόμενα κουφώματα με διπλούς ενεργειακούς υαλοπίνακες (low-e) με 12 χιλιοστά διάκενο και αέρα. Ο νέος συντελεστής θερμικής διαπερατότητας Uvalue των κουφωμάτων αυτών είναι 1,5 W/(m²K). Με αυτή την αλλαγή οι ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση είναι 9,550 kWh/m² ή 7.450 kWh ετησίως και για ψύξη 11,079 kWh/m² ή 8.642 kWh ετησίως. Έτσι, η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μειώθηκε κατά 63,70% και για ψύξη κατά 43,99% από την υφιστάμενη κατάσταση.

Με την αλλαγή αυτή στους υαλοπίνακες του κτιρίου παρατηρείται μείωση στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση κατά 13,54% και μικρότερη μείωση για ψύξη κατά 3,26% συγκριτικά με το Βασικό Σενάριο. Επιπλέον, αυξάνεται το κόστος αντικατάστασης των παραθύρων.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 30153 W at 11:00 on 24th February
Max Cooling: 0.0 C - No Cooling.

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 1771939 | 0 |
| Feb | 2251002 | 0 |
| Mar | 1498148 | 0 |
| Apr | 155865 | 0 |
| May | 1268 | 0 |
| Jun | 0 | 0 |
| Jul | 0 | 0 |
| Aug | 0 | 0 |
| Sep | 0 | 0 |
| Oct | 359923 | 0 |
| Nov | 256833 | 0 |
| Dec | 1155008 | 0 |
| TOTAL | 7449986 | 0 |
| PER M ² | 9550 | 0 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

101. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση του κτιρίου με Uvalue παραθύρων 1,5 W/(m²K)

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
 Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 0.0 C - No Heating.
 Max Cooling: 25304 W at 11:00 on 22nd July

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 |
| Mar | 0 | 0 |
| Apr | 0 | 59918 |
| May | 0 | 731727 |
| Jun | 0 | 1789928 |
| Jul | 0 | 2247350 |
| Aug | 0 | 2423202 |
| Sep | 0 | 1199125 |
| Oct | 0 | 186299 |
| Nov | 0 | 5051 |
| Dec | 0 | 0 |
| TOTAL | 0 | 8642600 |
| PER M² | 0 | 11079 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

102. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου με Uvalue παραθύρων 1,5 W/(m²K)

11.3. Γ' ΣΕΝΑΡΙΟ

Στο Γ' Σενάριο γίνεται ακόμα μία αλλαγή των παραθύρων και τοποθετούνται ξύλινα κουφώματα με διπλούς υαλοπίνακες και αέρα. Ο νέος συντελεστής θερμικής διαπερατότητας Uvalue των κουφωμάτων αυτών είναι 2,6 W/(m²K). Έτσι, η κατανάλωση για τη θέρμανση του κτιρίου ανέρχεται σε 11,406 kWh/m² ή 8.898 kWh ετησίως και για την ψύξη 11,672 kWh/m² ή 9.105 kWh ετησίως. Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μειώθηκε κατά 56,64% και για ψύξη κατά 40,99% από την υφιστάμενη κατάσταση.

Παρατηρείται μικρή αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση κατά 3,26% και για ψύξη κατά 1,93%, συγκριτικά με το Βασικό Σενάριο, που οφείλεται στην αύξηση του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας των κουφωμάτων.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 32730 W at 11:00 on 24th February
Max Cooling: 0.0 C - No Cooling.

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 2093261 | 0 |
| Feb | 2611580 | 0 |
| Mar | 1780282 | 0 |
| Apr | 209925 | 0 |
| May | 2780 | 0 |
| Jun | 0 | 0 |
| Jul | 0 | 0 |
| Aug | 0 | 0 |
| Sep | 0 | 0 |
| Oct | 453039 | 0 |
| Nov | 344634 | 0 |
| Dec | 1402576 | 0 |
| TOTAL | 8898077 | 0 |
| PER M² | 11406 | 0 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

103. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση του κτιρίου με Uvalue παραθύρων 2,6 W/(m²K)

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 0.0 C - No Heating.
Max Cooling: 27151 W at 11:00 on 22nd July

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 |
| Mar | 0 | 0 |
| Apr | 0 | 59839 |
| May | 0 | 758270 |
| Jun | 0 | 1882726 |
| Jul | 0 | 2383734 |
| Aug | 0 | 2575604 |
| Sep | 0 | 1254995 |
| Oct | 0 | 185047 |
| Nov | 0 | 5062 |
| Dec | 0 | 0 |
| TOTAL | 0 | 9105278 |
| PER M² | 0 | 11672 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

104. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου με Uvalue παραθύρων 2,6 W/(m²K)

11.4. Δ' ΣΕΝΑΡΙΟ

Σε αυτό το σενάριο τοποθετούνται ξύλινα κουφώματα αλλά με διπλούς ενεργειακούς υαλοπίνακες (low-e) και αέρα. Ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας Uvalue είναι 2,26 W/(m²K). Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση του κτιρίου είναι 10,757 kWh/m² ή 8.392 kWh και για την ψύξη 11,458 kWh/m² ή 8.939 kWh. Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μειώθηκε κατά 59,10% και για ψύξη κατά 42,06% από την υφιστάμενη κατάσταση.

Επιπλέον, η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση είναι κατά 2,61% μικρότερη από το Βασικό Σενάριο και κατά 5,69% μικρότερη από το Γ' Σενάριο. Αντίστοιχα, η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη είναι κατά 0,06% μεγαλύτερη από το Βασικό Σενάριο και κατά 1,82% μικρότερη από το Γ' Σενάριο. Αυτό συμβαίνει λόγω της τοποθέτησης ενεργειακών υαλοπινάκων (low-e).

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 31825 W at 11:00 on 24th February
Max Cooling: 0.0 C - No Cooling.

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 1983306 | 0 |
| Feb | 2497753 | 0 |
| Mar | 1683872 | 0 |
| Apr | 188248 | 0 |
| May | 1702 | 0 |
| Jun | 0 | 0 |
| Jul | 0 | 0 |
| Aug | 0 | 0 |
| Sep | 0 | 0 |
| Oct | 418258 | 0 |
| Nov | 304327 | 0 |
| Dec | 1314344 | 0 |
| TOTAL | 8391810 | 0 |
| PER M² | 10757 | 0 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

105. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση του κτιρίου με Uvalue παραθύρων 2,26 W/(m²K)

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones

Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 0.0 C - No Heating.

Max Cooling: 26092 W at 11:00 on 22nd July

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 |
| Mar | 0 | 0 |
| Apr | 0 | 68399 |
| May | 0 | 759151 |
| Jun | 0 | 1841161 |
| Jul | 0 | 2318832 |
| Aug | 0 | 2506339 |
| Sep | 0 | 1234420 |
| Oct | 0 | 196575 |
| Nov | 0 | 13634 |
| Dec | 0 | 0 |
| TOTAL | 0 | 8938511 |
| PER M² | 0 | 11458 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

106. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου με Uvalue παραθύρων 2,26 W/(m²K)

11.5. Ε' ΣΕΝΑΡΙΟ

Η παρέμβαση αυτού του σεναρίου έχει στόχο τον καλύτερο ηλιασμό και αερισμό του κτιρίου. Προτείνεται η μετατροπή του κλιμακοστασίου σε ηλιακή καμινάδα. Η ηλιακή καμινάδα λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Η λειτουργία της ηλιακής καμινάδας γίνεται σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα του κτιρίου. (45)

Στο κτίριο μελέτης το κλιμακοστάσιο βρίσκεται νοτιοδυτικά του κτιρίου και έχει μικρά ανοίγματα στη βορειοδυτική πλευρά του. Για να λειτουργήσει το κλιμακοστάσιο ως ηλιακή καμινάδα τα υπάρχοντα ανοίγματα μεγαλώνουν και έχουν το ύψος του εσωτερικού χώρου (από πλάκα ορόφου σε πλάκα ορόφου). Επιπλέον, στο δώμα κατασκευάζονται ανοίγματα στη βορειοανατολική και νοτιοανατολική πλευρά, οι οποίες στην υφιστάμενη κατάσταση έχουν τοιχοποιία. Και αυτά τα ανοίγματα έχουν το ύψος του εσωτερικού χώρου. Με αυτόν τον τρόπο, ο ζεστός αέρας που κινείται στο ανώτερο μέρος του κλιμακοστασίου θα εξέρχεται από τα νέα ανοίγματα. Επιπρόσθετα, καθώς σε κάθε όροφο υπάρχει ένα διαμέρισμα, τους καλοκαιρινούς μήνες θα μπορούν οι ιδιοκτήτες να αφήνουν τις εισόδους των διαμερισμάτων τους ανοιχτές για να εκμεταλλευτούν και αυτοί το φαινόμενο του φυσικού δροσισμού.

Σε αυτή την περίπτωση οι ανάγκες του κτιρίου για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων ανέρχονται σε 10,978 kWh/m² ή 8.563 kWh ετησίως και για την ψύξη σε 11,846 kWh/m² ή 9.241 kWh ετησίως. Έτσι, η κατανάλωση του κτιρίου για θέρμανση μειώθηκε κατά 58,27% και για ψύξη κατά 40,10% από την υφιστάμενη κατάσταση.

Συγκριτικά με το Βασικό Σενάριο η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μειώθηκε κατά 0,63%, ενώ η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη αυξήθηκε κατά 3,45%.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 32126 W at 11:00 on 24th February
Max Cooling: 0.0 C - No Cooling.

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 2021355 | 0 |
| Feb | 2534006 | 0 |
| Mar | 1714426 | 0 |
| Apr | 195962 | 0 |
| May | 2476 | 0 |
| Jun | 0 | 0 |
| Jul | 0 | 0 |
| Aug | 0 | 0 |
| Sep | 0 | 0 |
| Oct | 432156 | 0 |
| Nov | 320016 | 0 |
| Dec | 1343169 | 0 |
| TOTAL | 8563566 | 0 |
| PER M² | 10978 | 0 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

107. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση του κτιρίου με μετατροπή του κλιμακοστασίου σε ηλιακή καμινάδα

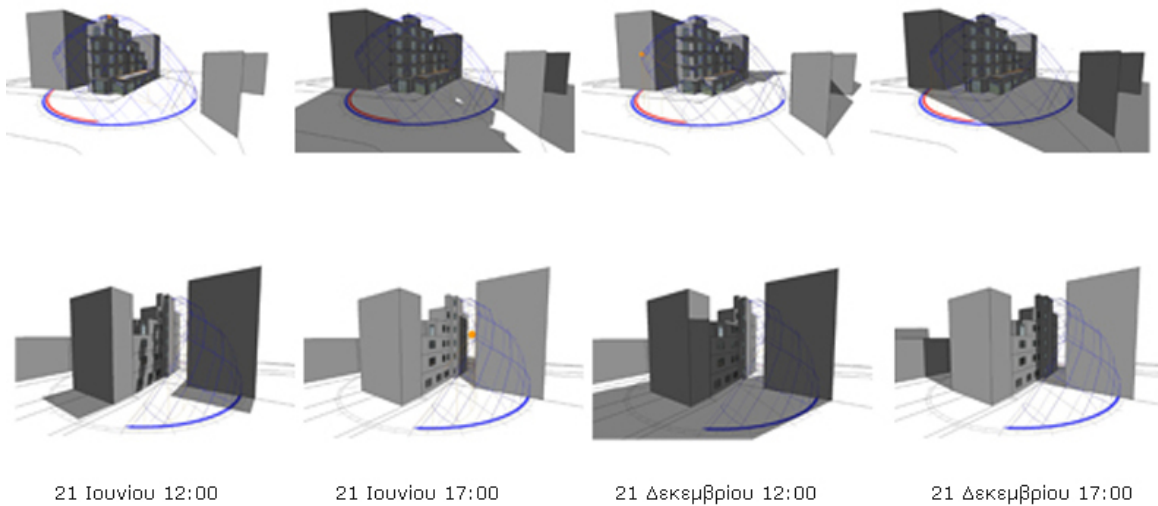
MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 0.0 C - No Heating.
Max Cooling: 27186 W at 11:00 on 22nd July

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 |
| Mar | 0 | 0 |
| Apr | 0 | 72092 |
| May | 0 | 783968 |
| Jun | 0 | 1901117 |
| Jul | 0 | 2398146 |
| Aug | 0 | 2588241 |
| Sep | 0 | 1282351 |
| Oct | 0 | 204005 |
| Nov | 0 | 11148 |
| Dec | 0 | 0 |
| TOTAL | 0 | 9241067 |
| PER M² | 0 | 11846 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

108. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου με μετατροπή του κλιμακοστασίου σε ηλιακή καμινάδα



21 Ιουνίου 12:00

21 Ιουνίου 17:00

21 Δεκεμβρίου 12:00

21 Δεκεμβρίου 17:00

109. Διερεύνηση συνθηκών ηλιασμού-σκιασμού κατά το θερινό και χειμερινό ηλιοστάσιο

11.6. Ζ' ΣΕΝΑΡΙΟ

Τέλος, σχετικά με τον αερισμό του κτιρίου, αλλάζοντας τις εσωτερικές συνθήκες του κτιρίου αλλάζει και η κατανάλωση ενέργειας. Στην υφιστάμενη κατάσταση οι αλλαγές του εσωτερικού αέρα είναι μία αλλαγή την ώρα και στο Βασικό Σενάριο οι αλλαγές του εσωτερικού αέρα είναι 0,7 αλλαγές την ώρα, με βάση τις προδιαγραφές του ΚΕΝΑΚ. Αντικαθιστώντας τις 0,7 αλλαγές αέρα την ώρα σε μία, δύο και τρεις το καλοκαίρι, η κατανάλωση για ψύξη αυξάνεται από 8.933 kWh σε 9.232 kWh, 10.454 kWh και 12.398 kWh αντίστοιχα. Δηλαδή η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη μειώνεται κατά 40,16%, 32,24% και 19,64% αντίστοιχα με βάση την υφιστάμενη κατάσταση. Συγκριτικά με το Βασικό Σενάριο υπάρχει αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου κατά 3,35%, 17,03% και 38,79% αντίστοιχα.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 0.0 C - No Heating.
Max Cooling: 27547 W at 11:00 on 22nd July

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|---------------|-----------------|-----------------|
| Jan | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 |
| Mar | 0 | 0 |
| Apr | 0 | 48186 |
| May | 0 | 729828 |
| Jun | 0 | 1897666 |
| Jul | 0 | 2461975 |
| Aug | 0 | 2679740 |
| Sep | 0 | 1251831 |
| Oct | 0 | 163293 |
| Nov | 0 | 0 |
| Dec | 0 | 0 |
| TOTAL | 0 | 9232518 |
| PER M² | 0 | 11835 |
| Floor Area: | 780.100 m2 | |

110. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου με μία αλλαγή αέρα την ώρα

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 0.0 C - No Heating.
Max Cooling: 33332 W at 11:00 on 29th July

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 |
| Mar | 0 | 0 |
| Apr | 0 | 34652 |
| May | 0 | 713826 |
| Jun | 0 | 2104729 |
| Jul | 0 | 2910658 |
| Aug | 0 | 3238077 |
| Sep | 0 | 1335131 |
| Oct | 0 | 117626 |
| Nov | 0 | 0 |
| Dec | 0 | 0 |
| TOTAL | 0 | 10454699 |
| PER M² | 0 | 13402 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

111. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου με δύο αλλαγές αέρα την ώρα

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones
Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 0.0 C - No Heating.
Max Cooling: 42322 W at 11:00 on 29th July

| MONTH | HEATING (Wh) | COOLING (Wh) |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Jan | 0 | 0 |
| Feb | 0 | 0 |
| Mar | 0 | 0 |
| Apr | 0 | 32532 |
| May | 0 | 761984 |
| Jun | 0 | 2431878 |
| Jul | 0 | 3529512 |
| Aug | 0 | 3997346 |
| Sep | 0 | 1537066 |
| Oct | 0 | 107551 |
| Nov | 0 | 0 |
| Dec | 0 | 0 |
| TOTAL | 0 | 12397867 |
| PER M² | 0 | 15893 |
| Floor Area: | 780.100 m ² | |

112. Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου με τρεις αλλαγές αέρα την ώρα

12 | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα όλων των σεναρίων παρατηρείται ότι το σενάριο που επιτυγχάνει τη μεγαλύτερη μείωση κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου για θέρμανση είναι το Β' Σενάριο, κατά το οποίο τοποθετούνται συνθετικά κουφώματα με ενεργειακούς υαλοπίνακες low-e. Το ποσοστό μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας ανέρχεται στα 63,70%. Ακολουθεί το Δ' Σενάριο στο οποίο τοποθετούνται ξύλινα κουφώματα με ενεργειακούς υαλοπίνακες low-e και η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μειώνεται κατά 59,10% από την υφιστάμενη κατάσταση. Στη συνέχεια έχουμε το Α' Σενάριο με μείωση κατά 59,06%, το Ε' Σενάριο με μείωση 58,27%, το Βασικό Σενάριο με μείωση 58,00% και τέλος το Γ' Σενάριο με μείωση 56,64%.

Το σενάριο που επιτυγχάνει τη μεγαλύτερη μείωση κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη είναι και πάλι το Β' Σενάριο, κατά το οποίο τοποθετούνται συνθετικά κουφώματα με ενεργειακούς υαλοπίνακες low-e. Το ποσοστό μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας ανέρχεται στα 43,99%. Ακολουθεί το Βασικό Σενάριο όπου η μείωση της κατανάλωσης για ψύξη είναι 42,10%. Με αμελητέα διαφορά έπεται το Δ' Σενάριο όπου τοποθετούνται ξύλινα κουφώματα με ενεργειακούς υαλοπίνακες low-e και η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη μειώνεται κατά 42,06%. Το Α' Σενάριο επιτυγχάνει μείωση της κατανάλωσης κατά 41,44%, το Γ' Σενάριο 40,99% και το Ε' Σενάριο 40,10%.

Παρατηρείται ότι με την τοποθέτηση ενεργειακών υαλοπινάκων low-e σε συνθετικά ή ξύλινα κουφώματα η κατανάλωση ενέργειας μειώνεται κατά 3-4% περισσότερο από ότι με διπλούς υαλοπίνακες χωρίς μεμβράνη. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο παίζει η θερμομόνωση του κτιρίου, καθώς όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του θερμομονωτικού υλικού τόσο μεγαλύτερη και η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Με τη μετατροπή του κλιμακοστασίου σε ηλιακή καμινάδα (Ε' Σενάριο) η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου για θέρμανση παραμένει σχεδόν η ίδια συγκριτικά με το Βασικό Σενάριο και η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη μειώνεται λιγότερο από ότι στο Βασικό Σενάριο. Αυτό συμβαίνει διότι μικραίνει η επιφάνεια της τοιχοποιίας και μεγαλώνει η επιφάνεια των υαλοπινάκων με αποτέλεσμα το καλοκαίρι να εισέρχεται περισσότερο ηλιακό φως και άρα περισσότερη θερμότητα. Έτσι χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για να ψυχθεί το κτίριο. Τέλος, όσον αφορά τις αλλαγές του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου το καλοκαίρι, παρατηρείται ότι όσο περισσότερες αλλαγές γίνονται, τόσο περισσότερη ενέργεια καταναλώνεται για την ψύξη του χώρου.

Καταλήγοντας, με τις παρεμβάσεις που εφαρμόστηκαν στο κέλυφος του κτιρίου (θερμομόνωση, αντικατάσταση κουφωμάτων) επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 56-63% για τη θέρμανση και 40-44% για την ψύξη. Είναι ένα σημαντικό ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας, το οποίο θα έπρεπε να επιδιώκουν να πετύχουν όσο το δυνατόν περισσότεροι ιδιοκτήτες παλαιών κατοικιών.

Σύμφωνα με την ανάλυση του κτιριακού αποθέματος της χώρας και της ενεργειακής κατανάλωσης τους που προηγήθηκε στο Μέρος Α', η μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας σε πολυκατοικίες στην κλιματική Ζώνη Β ανέρχεται στις 91,4 kWh/m² και η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στις 46,8 4 kWh/m² (εικόνα 7). Στη μελέτη περίπτωσης η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανέρχεται στις 26,34 kWh/m² ετησίως. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε ποικίλους παράγοντες όπως: το μέγεθος και η κατασκευή της πολυκατοικίας, οι χρήσεις της πολυκατοικίας, το ωράριο λειτουργίας της θέρμανσης και της ψύξης, τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, καθώς και στις αποκλίσεις του προγράμματος.

Μια πολιτική που θα μπορούσε να ακολουθηθεί για την επίτευξη της εξοικονόμησης ενέργειας, είναι η χρηματοδότηση κάποιου ποσοστού του συνολικού κόστους για την προσθήκη θερμομόνωσης και αντικατάσταση κουφωμάτων στα υφιστάμενα κτίρια που δεν υπάγονται στον Κανονισμό Θερμομόνωσης. Όπως είναι γνωστό υπάρχουν ήδη παρόμοιου τύπου χρηματοδοτήσεις για την αξιοποίηση ΑΠΕ (π.χ. τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συλλεκτών). Όμως, κατά τη γνώμη μου, θα πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στην κατάσταση του κτιριακού κελύφους και στη συνέχεια στην περαιτέρω εξοικονόμηση, διότι δεν είναι λογικό να τοποθετούνται φωτοβολταϊκοί συλλέκτες σε ένα κτίριο που δεν πληρεί τις ελάχιστες θερμομονωτικές απαιτήσεις.

Με αυτόν τον τρόπο θα είχαμε σημαντική αναβάθμιση στο κτιριακό απόθεμα της χώρας μας, με ταυτόχρονη σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και επιπλέον θα επιτυγχανόταν αισθητική αναβάθμιση στο παλαιό κτιριακό απόθεμα.

| | ΣΤΟΙΧΕΙΑ | ΘΕΡΜΑΝΣΗ | ΨΥΞΗ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΨΥΞΗΣ |
|--------------------------|---|---|--|---------------------------|-------------------------------------|
| ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | - Uvalue τοίχου 1,91 W/(m ² K) - Αδουμινένια κουφώματα με Uvalue 5,44 W/(m ² K) | 26,304 kWh/m ² 20,519 kWh | 19,778 kWh/m ² 15,428 kWh | | |
| ΒΑΣΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ | -Θερμομόνωση 0,7m με Uvalue 0,38 W/(m ² K) -Συνθετικά κουφώματα με Uvalue 2,4 W/(m ² K) -Δώμα με Uvalue 0,36 W/(m ² K) | 11,046 kWh/m ² 8,617 kWh | 11,451 kWh/m ² 8,933 kWh | 58,00% | 42,10% |
| Α' ΣΕΝΑΡΙΟ | -Θερμομόνωση 0,10m με Uvalue 0,28 W/(m ² K) | 10,768 kWh/m ² 8,400 kWh | 11,582 kWh/m ² 9,035 kWh | 59,06% | 41,44% |
| Β' ΣΕΝΑΡΙΟ | -Συνθετικά κουφώματα με low-e με Uvalue 1,5 W/(m ² K) | 9,550 kWh/m ² 7,450 kWh | 11,079 kWh/m ² 8,642 kWh | 63,70% | 43,99% |
| Γ' ΣΕΝΑΡΙΟ | -Ξύλινα κουφώματα με Uvalue 2,6 W/(m ² K) | 11,406 kWh/m ² 8,898 kWh | 11,672 kWh/m ² 9,105 kWh | 56,64% | 40,99% |
| Δ' ΣΕΝΑΡΙΟ | -Ξύλινα κουφώματα με low-e με Uvalue 2,26 W/(m ² K) | 10,757 kWh/m ² 8,392 kWh | 11,458 kWh/m ² 8,939 kWh | 59,10% | 42,06% |
| Ε' ΣΕΝΑΡΙΟ | -Ηλεκτρική καμινάδα | 10,978 kWh/m ² 8,563 kWh | 11,846 kWh/m ² 9,241 kWh | 58,27% | 40,10% |
| Ζ' ΣΕΝΑΡΙΟ | α) 1 αδρανή αέρα το καλοκαίρι β) 2 αδρανές αέρα το καλοκαίρι γ) 3 αδρανές αέρα το καλοκαίρι | - | α) 11,835 kWh/m ² / 9,232 kWh β) 13,402 kWh/m ² / 10,454 kWh γ) 15,893 kWh/m ² / 12,398 kWh | - | α) 40,16% β) 32,24% γ) 19,64% |

113. Πίνακας Σεναρίων

13 | ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια της χώρας θα παρουσιάσει σημαντική αύξηση τα επόμενα χρόνια, λόγω της αυξημένης χρήσης ηλεκτρικών συσκευών και, κυρίως, κλιματιστικών. Προκύπτει επομένως η ανάγκη να μειωθεί η κατανάλωση στους τομείς όπου είναι δυνατό, όπως στη θέρμανση με την εφαρμογή θερμομόνωσης, στις ηλεκτρικές συσκευές, στο φωτισμό, στον σκιασμό και στο φυσικό δροσισμό. Όλα αυτά φυσικά θα πρέπει να εφαρμοστούν χωρίς να υποβαθμιστούν οι συνθήκες διαβίωσης.

Τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1970 και την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης αποτελούν ένα σημαντικό ενεργειακό πρόβλημα. Η θερμική προστασία του κελύφους τους αποτελεί σαφώς το σημαντικότερο πρόβλημα, καθώς η έλλειψή της συνεπάγεται αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση και μη ικανοποιητικές συνθήκες άνεσης. Επομένως, μια και οι καινούριες οικοδομές είναι ολοένα και λιγότερες και το κτιριακό απόθεμα δε θα ανανεωθεί για αρκετά ακόμα χρόνια πρέπει να στρέψουμε την προσοχή μας στην οικονομική αναβάθμιση της ποιότητας των κτιρίων.

Η πολυκατοικία που μελετήθηκε αποτελεί ένα καλό και αντιπροσωπευτικό δείγμα πολυκατοικίας που κατασκευάστηκε πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης. Οπότε μπορούμε να υποθέσουμε ότι η ενεργειακή απόδοση της πλειοψηφίας των κτιρίων που κατασκευάστηκαν αυτή την περίοδο είναι παρόμοια με αυτή της συγκεκριμένης πολυκατοικίας. Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης του κτιριακού αποθέματος της χώρας μας. Με παρεμβάσεις που είναι σχετικά απλές και οικονομικές και δεν απαιτούν εξειδικευμένη τεχνογνωσία, συγκριτικά με άλλες (π.χ. φωτοβολταϊκά, γεωθερμία κ.ά.), επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 50%.

Εφόσον το 70% του κτιριακού αποθέματος της Ελλάδας είναι κατασκευασμένο πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης, ένα παρόμοιο ποσοστό μπορεί να εξοικονομηθεί σε κάθε κτίριο με κάποιες απλές παρεμβάσεις και χωρίς ιδιαίτερως μεγάλη οικονομική επιβάρυνση.

Αντίστοιχα, σε μία νέα κατασκευή όπου θα ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα στο στάδιο του σχεδιασμού, η κατανάλωση ενέργειας θα είναι πολύ μικρότερη. Αρχίζοντας από τον προσανατολισμό, την τοποθέτηση του κτίσματος στο οικόπεδο, την σχέση του με τα γειτονικά κτίρια και τη μορφή του κτιρίου, τα οποία μπορούν να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, η διαφορά με ένα υφιστάμενο κτίριο είναι ήδη πολύ σημαντική. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες τεχνικές, εκτός από αυτές που αναφέρθηκαν, για την επίτευξη της μείωσης της κατανάλωσης, όπως η αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης, η χρήση φωτοβολταϊκών ηλιακών συλλεκτών, ηλιακών θερμοκηπίων, η εκμετάλλευση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας όπου είναι δυνατό, η δημιουργία φυτεμένων δωμάτων κ.ά.

Βέβαια, πρέπει να τονιστεί ότι πολύ σημαντικό παράγοντα σε κάθε προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο, αποτελούν οι χρήστες κάθε κατοικίας. Αναλόγως του κατά πόσο είναι διατεθειμένοι να επιβαρυνθούν οικονομικά, αλλά και να αλλάξουν τον τρόπο ζωής τους, θα είναι και η συμβολή τους στη βελτίωση του οικολογικού αποτυπώματος στην πόλη τους.

Η συγκεκριμένη έρευνα μπορεί να επεκταθεί σε διαφορετικά κτίρια, με περισσότερους ορόφους, μεγαλύτερο όγκο, σε διαφορετικές πόλεις και με αρκετές άλλες μεταβλητές. Επίσης να μελετηθούν και άλλες παράμετροι, όπως είναι: γεωγραφική περιοχή, κλίμα, παρέμβαση σε οικοδομικά τετράγωνα και γειτονικούς δημόσιους χώρους. Αλλά και να χρησιμοποιηθούν νεότερα υλικά που συνεχώς προκύπτουν από την εργαστηριακή έρευνα και την εξέλιξη της τεχνολογίας.

14 | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Συντελεστές θερμοπερατότητας διπλών και τριπλών υαλοστασίων με διαφορετικούς τύπους αερίων στο διάκενο

| Υαλοστάσια | | | Συντελεστής Θερμοπερατότητας για διαφορετικούς τύπους αερίων στο διάκενο ^a U_g | | | | | |
|-------------------|--|--|--|-------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Τύπος | Υαλοπίνακας | Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας(ϵ) | Διαστάσεις mm | Αέρας (Air) | Άργο (Argon) | Κρυπτόν (Krypton) | SF ₆ b | Ξένον (Xenon) |
| Διπλά Υαλοστάσια | Χωρίς προστασία (συνήθεις υαλοπίνακες) | 0.89 | 4-6-4 | 3.3 | 3.0 | 2.8 | 3.0 | 2.6 |
| | | | 4-8-4 | 3.1 | 2.9 | 2.7 | 3.1 | 2.6 |
| | | | 4-12-4 | 2.8 | 2.7 | 2.6 | 3.1 | 2.6 |
| | | | 4-16-4 | 2.7 | 2.6 | 2.6 | 3.1 | 2.6 |
| | | | 4-20-4 | 2.7 | 2.6 | 2.6 | 3.1 | 2.6 |
| | Με προστασία στη μία πλευρά | ≤0.2 | 4-6-4 | 2.7 | 2.3 | 1.9 | 2.3 | 1.6 |
| | | | 4-8-4 | 2.4 | 2.1 | 1.7 | 2.4 | 1.6 |
| | | | 4-12-4 | 2.0 | 1.8 | 1.6 | 2.4 | 1.6 |
| | | | 4-16-4 | 1.8 | 1.6 | 1.6 | 2.5 | 1.6 |
| | | | 4-20-4 | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 2.5 | 1.7 |
| | Με προστασία στη μια πλευρά | ≤0.15 | 4-6-4 | 2.6 | 2.3 | 1.8 | 2.2 | 1.5 |
| | | | 4-8-4 | 2.3 | 2.0 | 1.6 | 2.3 | 1.4 |
| | | | 4-12-4 | 1.9 | 1.6 | 1.5 | 2.3 | 1.5 |
| | | | 4-16-4 | 1.7 | 1.5 | 1.5 | 2.4 | 1.5 |
| | | | 4-20-4 | 1.7 | 1.5 | 1.5 | 2.4 | 1.5 |
| | Με προστασία στη μια πλευρά | ≤0.1 | 4-6-4 | 2.6 | 2.2 | 1.7 | 2.1 | 1.4 |
| | | | 4-8-4 | 2.2 | 1.9 | 1.4 | 2.2 | 1.3 |
| | | | 4-12-4 | 1.8 | 1.5 | 1.3 | 2.3 | 1.3 |
| | | | 4-16-4 | 1.6 | 1.4 | 1.3 | 2.3 | 1.4 |
| | | | 4-20-4 | 1.6 | 1.4 | 1.4 | 2.3 | 1.4 |
| | Με προστασία στη μια πλευρά | ≤0.05 | 4-6-4 | 2.5 | 2.1 | 1.5 | 2.0 | 1.2 |
| | | | 4-8-4 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 2.1 | 1.1 |
| | | | 4-12-4 | 1.7 | 1.3 | 1.1 | 2.1 | 1.2 |
| | | | 4-16-4 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 2.2 | 1.2 |
| 4-20-4 | | | 1.5 | 1.2 | 1.2 | 2.2 | 1.2 | |
| Τριπλά Υαλοστάσια | Χωρίς προστασία (συνήθεις υαλοπίνακες) | 0.89 | 4-6-4-6-4 | 2.3 | 2.1 | 1.8 | 1.9 | 1.7 |
| | | | 4-8-4-8-4 | 2.1 | 1.9 | 1.7 | 1.9 | 1.6 |
| | | | 4-12-4-12-4 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 2.0 | 1.6 |
| | Με προστασία σε δύο πλευρές | ≤0.2 | 4-6-4-6-4 | 1.8 | 1.5 | 1.1 | 1.3 | 0.9 |
| | | | 4-8-4-8-4 | 1.5 | 1.3 | 1.0 | 1.3 | 0.8 |
| | | | 4-12-4-12-4 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 1.3 | 0.8 |
| | Με προστασία σε δύο πλευρές | ≤0.15 | 4-6-4-6-4 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 1.2 | 0.9 |
| | | | 4-8-4-8-4 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 1.2 | 0.8 |
| | | | 4-12-4-12-4 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 1.3 | 0.7 |
| | Με προστασία σε δύο πλευρές | ≤0.1 | 4-6-4-6-4 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | 1.1 | 0.8 |
| | | | 4-8-4-8-4 | 1.4 | 1.1 | 0.8 | 1.1 | 0.7 |
| | | | 4-12-4-12-4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 1.2 | 0.6 |
| | Με προστασία σε δύο πλευρές | ≤0.05 | 4-6-4-6-4 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 1.1 | 0.7 |
| | | | 4-8-4-8-4 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | 1.1 | 0.5 |
| | | | 4-12-4-12-4 | 1.0 | 0.8 | 0.5 | 1.1 | 0.5 |

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας δομικών υλικών/προϊόντων

| A/A | Ομάδα Υλικού ή Εφαρμογή | Πυκνότητα ρ [kg/m ³] | Θερμική Αγωγιμότητα Σχεδιασμού - λ [W/(mK)] | Ειδική Θερμότητα C_p [kJ/(kgK)] |
|-----------|--|--|--|--|
| 1. | ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ | | | |
| 1.1 | Λίθοι | | | |
| 1.1.1 | Φυσικοί λίθοι: | | | |
| 1.1.1.1 | Κρυσταλλικός βράχος | 2800 | 3.50 | 1.00 |
| 1.1.1.2 | Ιζηματογενής βράχος | 2600 | 2.30 | |
| 1.1.1.3 | Ιζηματογενής βράχος ελαφρύς | 1500 | 0.85 | |
| 1.1.1.4 | Πορώδης π.χ. λάβα | 1600 | 0.55 | |
| 1.1.2 | Βασάλτης | 2700-3000 | 3.50 | |
| 1.1.3 | Γέσιος | 2400-2700 | 3.50 | |
| 1.1.4 | Γρανίτης | 2500-2700 | 2.80 | |
| 1.1.5 | Μάρμαρο | 2800 | 3.50 | |
| 1.1.6 | Σχιστόλιθος | 2000-2800 | 2.20 | |
| 1.1.7 | Ασβεστόλιθος: | | | |
| | Πολύ μαλακός | 1600 | 0.85 | |
| | Μαλακός | 1800 | 1.10 | |
| | Ημίσκληρος | 2000 | 1.40 | |
| | Σκληρός | 2200 | 1.70 | |
| | Πολύ σκληρός | 2600 | 2.30 | |
| 1.1.8 | Ψαμίτης (πυρίτιο) | 2600 | 2.30 | |
| 1.1.9 | Φυσική κίσηρις | 400 | 0.12 | |
| 1.1.10 | Τεχνητή λίθος | 1750 | 1.30 | |
| 1.2 | Άργιλος | | | |
| 1.2.1 | Πλίνθοι συμπαγείς ωμοί | | 0.93 | |
| 1.2.2 | Πλίνθοι μετ' άχυρου ωμοί | 1300 | 0.70 | |
| 1.3 | Τούβλα (αργιλικά) | | | |
| 1.3.1 | 200x300x100 | 1000 | 0.40 | 1.00 |
| 1.3.2 | Συμπαγή | 1600 | 0.70 | 1.00 |
| 1.4 | Ξηρά υλικά πληρώσεως τοποθετούμενα χύδην εις διάκενα οροφών, τοίχων κ.λπ. | | | |
| 1.4.1 | Άμμος διαμέτρου κόκκου ≤ 5 mm | | 0.58 | |
| 1.4.2 | Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 5-10 mm συλλέκτες και θραύστες | | 0.81 | |
| 1.4.3 | Χονδρόκοκκος κίσηρις | | 0.19 | |
| 1.4.4 | Θραύσματα οπτόπλινθων και κεράμων | | 0.41 | |
| 1.4.5 | Περλίτης διογκωμένος | | 0.064 | |

| A/A | Ομάδα Υλικού ή Εφαρμογή | Πυκνότητα ρ [kg/m ³] | Θερμική Αγωγιμότητα Σχεδιασμού - λ [W/(mK)] | Ειδική Θερμότητα C_p [kJ/(kgK)] |
|-----------|---|--|--|--|
| 1.5 | Επιχρίσματα και κονιάματα | | | |
| 1.5.1 | Επίχρισμα από γύψο: | | | |
| 1.5.1.1 | Μονωτικό | 600 | 0.18 | 1.00 |
| 1.5.1.2 | Πυκνότητας: | | | |
| 1.5.1.2.1 | | 1000 | 0.40 | 1.00 |
| 1.5.1.2.2 | | 1300 | 0.57 | 1.00 |
| 1.5.2 | Άμμος και: | | | |
| 1.5.2.1 | Γύψος | 1600 | 0.80 | 1.00 |
| 1.5.2.2 | Ασβέστης | 1600 | 0.80 | 1.00 |
| 1.5.2.3 | Τσιμέντο | 1800 | 1.00 | 1.00 |
| 1.6 | Τύποι Σκυροδεμάτων | | | |
| 1.6.1 | Σκυρόδεμα: | | | |
| 1.6.1.1 | Μέσης πυκνότητας | | | |
| | | 1800 | 1.15 | 1.00 |
| | | 2000 | 1.35 | |
| | | 2200 | 1.65 | |
| 1.6.1.2 | Υψηλής πυκνότητας | 2400 | 2.00 | |
| 1.6.1.3 | Οπλισμένο με 1% χάλυβα | 2300 | 2.30 | |
| 1.6.1.4 | Οπλισμένο με 2% χάλυβα | 2400 | 2.50 | |
| 1.6.2 | Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε μεγάλου μεγέθους πλάκες | | | |
| 1.6.2.1 | Σκυρόδεμα δια συλλεκτών ή θραυστών αδρανών κλειστής δομής: | | | |
| 1.6.2.1.1 | Κατηγορία σκυροδέματος \leq B120 | 1.51 | | |
| 1.6.2.1.2 | Κατηγορία σκυροδέματος \geq B160 | 2.03 | | |
| 1.6.2.1.3 | Ελαφροσκυρόδεμα | 500 | 0.18 | |
| | | 600 | 0.20 | |
| | | 700 | 0.23 | |
| 1.6.2.1.4 | Αφροσκυρόδεμα | 500 | 0.18 | |
| | | 600 | 0.20 | |
| 1.6.2.2 | Γαμπιλοσκυρόδεμα: | | | |
| 1.6.2.2.1 | | 1500 | 0.64 | |
| 1.6.2.2.2 | | 1700 | 0.81 | |
| 1.6.2.2.3 | | 1900 | 1.10 | |
| 1.6.2.4 | Κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυνθέν δι' ατμού: | | | |
| 1.6.2.4.1 | | 400 | 0.14 | |
| 1.6.2.4.2 | | 500 | 0.19 | |
| 1.6.2.4.3 | | 600 | 0.23 | |
| 1.6.2.4.4 | | 800 | 0.29 | |
| 1.6.2.4.5 | | 1000 | 0.35 | |

| A/A | Ομάδα Υλικού ή Εφαρμογή | Πυκνότητα ρ [kg/m ³] | Θερμική Αγωγιμότητα Σχεδιασμού - λ [W/(mK)] | Ειδική Θερμότητα C_p [kJ/(kgK)] |
|-----------|--|--|--|--|
| 1.6.2.5 | Περλιτόδεμα [τσιμέντο/περλίτης(κατά όγκο)]: | | | |
| 1.6.2.5.1 | 1:4 | | 0.198 | |
| 1.6.2.5.2 | 1:5 | | 0.163 | |
| 1.6.2.5.3 | 1:6 | | 0.145 | |
| 1.6.2.5.4 | 1:7 | | 0.134 | |
| 1.6.2.5.5 | 1:8 | | 0.128 | |
| 1.6.2.5.6 | 1:20 | | 0.081 | |
| 1.6.2.6 | Πλάκες εκ σκυροδέματος, γύψου και αμιαντοτσιμέντου: | | | |
| 1.6.2.6.1 | Πλάκες εκ κισσηροδέματος | 800 | 0.29 | |
| 1.6.2.6.2 | Πλάκες εξ ελαφρού σκυροδέματος με ανάμικτα αδρανή | 1400 | 0.58 | |
| 1.6.2.6.3 | Πλάκες εξ αμιαντοτσιμέντου | 1800 | 0.35 | |
| 1.6.2.7 | Τοιχοποιία εκ τσιμεντόπλινθων συμπεριλαμβανομένου και του κονιάματος των αρμών | | | |
| 1.6.2.7.1 | Τσιμεντόλιθοι πλήρεις με ασβεστολιθικά αδρανή: | 1600 | 0.79 | |
| | | 1800 | 0.99 | |
| | | 2000 | 1.10 | |
| 1.6.2.7.2 | Τσιμεντόλιθοι διάτρητοι με ασβεστολιθικά αδρανή | 1200 | 0.56 | |
| | | 1400 | 0.70 | |
| | | 1600 | 0.79 | |
| 1.6.2.7.3 | Τσιμεντόλιθοι με διάκενα, με ασβεστολιθικά αδρανή | | | |
| | | 1000 | 0.50 | |
| | | 1200 | 0.56 | |
| 1.6.2.7.4 | Κισσηρόλιθοι πλήρεις | 800 | 0.41 | |
| | | 1000 | 0.46 | |
| | | 1200 | 0.52 | |
| | | 1400 | 0.64 | |
| | | 1600 | 0.79 | |
| 1.6.2.7.5 | Κισσηρόλιθοι με διάκενα 2 διάκενων | 1000 | 0.44 | |
| | | 1200 | 0.49 | |
| | | 1400 | 0.56 | |
| 1.6.2.7.6 | Κισσηρόλιθοι με διάκενα 3 διάκενων | 1400 | 0.49 | |
| | | 1600 | 0.56 | |
| 1.6.2.7.7 | Πλίνθοι εκ κυψελωτού σκυροδέματος εσκληρωμένοι δι' ατμού | 600 | 0.35 | |
| | | 800 | 0.41 | |
| | | 1000 | 0.46 | |
| 1.6.2.7.8 | Πλίνθοι εκ σκυροδέματος εσκληρωμένοι στον αέρα | | | |
| | | 800 | 0.44 | |
| | | 1000 | 0.56 | |
| | | 1200 | 0.70 | |

| A/A | Ομάδα Υλικού ή Εφαρμογή | Πυκνότητα ρ [kg/m ³] | Θερμική Αγωγιμότητα Σχεδιασμού - λ [W/(mK)] | Ειδική Θερμότητα C_p [kJ/(kgK)] |
|-----------|--|--|--|--|
| 1.6.2.7.8 | Πλίνθοι εκ σκυροδέματος εσκληρυμένοι στον Αέρα | 800 | 0.44 | |
| | | 1000 | 0.56 | |
| | | 1200 | 0.70 | |
| 1.6.2.8 | Τοιχοποιία εξ οπτόπλινθων συμπεριλαμβανομένου και του κονιάματος των αρμών | | | |
| 1.6.2.8.1 | Οπτόπλινθοι πλήρεις | 1000 | 0.46 | |
| | | 1200 | 0.52 | |
| | | 1400 | 0.60 | |
| | | 1800 | 0.79 | |
| 1.6.2.8.2 | Οπτόπλινθοι διάτρητοι | 1000 | 0.46 | |
| | | 1200 | 0.52 | |
| | | 1400 | 0.60 | |
| 1.6.2.8.3 | Πλακίδια επιστρώσεως | 2000 | 1.05 | |
| 1.7 | Γύψος | | | |
| 1.7.1 | Γύψος πυκνότητας: | | | |
| 1.7.1.1 | | 600 | 0.18 | 1.00 |
| 1.7.1.2 | | 860 | 0.20 | |
| 1.7.1.3 | | 900 | 0.30 | |
| 1.7.1.4 | | 1200 | 0.43 | |
| 1.7.1.5 | | 1500 | 0.56 | |
| 1.7.2 | Γυψοσανίδα από γύψο β πυκνότητας: | 700 | 0.21 | 1.00 |
| | | 900 | 0.25 | |
| 2. | ΕΔΑΦΙΚΑ ΥΛΙΚΑ | | | |
| 2.1 | Άργιλος ή ιλύς | 1200-1800 | 1.50 | 1.67-2.5 |
| 2.2 | Άμμος και χαλίκια | 1700-2200 | 2.0 | 910-1180 |
| 3. | ΞΥΛΙΑ | | | |
| 3.1 | Ξυλεία πυκνότητας: | | | |
| 3.1.1 | | 450 | 0.12 | 1.6 |
| 3.1.2 | | 500 | 0.13 | |
| 3.1.3 | | 700 | 0.17 | |
| 3.2 | Δρυς | | 0.21 | |
| 3.3 | Οξιά | | 0.17 | |
| 3.4 | Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο, κ.λπ.) | | 0.14 | |
| 3.5 | Κόντρα πλακέ, πλακάτζ, κ.λπ. | 300 | 0.09 | 1.6 |
| 3.5.1 | | 500 | 0.13 | 1.6 |
| 3.5.2 | | 700 | 0.17 | 1.6 |
| 3.5.3 | | 1000 | 0.24 | 1.6 |

| A/A | Ομάδα Υλικού ή Εφαρμογή | Πυκνότητα ρ [kg/m ³] | Θερμική Αγωγιμότητα Σχεδιασμού - λ [W/(mK)] | Ειδική Θερμότητα C_p [kJ/(kgK)] |
|-----------|--|--|--|--|
| 3.6 | Μοριοσανίδες | 300 | 0.10 | 1.7 |
| 3.6.1 | | 600 | 0.14 | 1.7 |
| 3.6.2 | | 900 | 0.18 | 1.7 |
| 3.7 | Μαλακό Ξύλο με: | | | |
| 3.7.1 | Παράλληλες ίνες | 650 | 0.13 | 1.7 |
| 3.7.2 | Εγκάρσιες ίνες | 500 | 0.24 | |
| 3.8 | Σκληρό Ξύλο με: | | | |
| 3.8.1 | Παράλληλες ίνες | 700 | 0.15 | |
| 3.8.2 | Εγκάρσιες ίνες | 700 | 0.29 | |
| 4. | ΜΕΤΑΛΛΑ | | | |
| 4.1 | Χυτοσίδηρος | 7500 | 50 | 0.45 |
| 4.2 | Χαλκός | | | |
| 4.2.1 | Χαλκός | 8900 | 380 | 0.38 |
| 4.3 | Ορείχαλκος | 8400 | 120 | 0.38 |
| 4.4 | Αλουμίνιο | | | |
| 4.4.1 | Αλουμίνιο | | 200 | |
| 4.4.2 | Κράματα αλουμινίου | 2800 | 160 | 0.88 |
| 4.5 | Μπρούντζος | 8700 | 65 | 0.38 |
| 4.6 | Μόλυβδος | 11300 | 35 | 0.13 |
| 4.7 | Χάλυβας | 7800 | 50 | 0.45 |
| 4.7.1 | Χάλυβας ωστενικός ή ωστ/φερριτικός | 7900 | 17 | 0.50 |
| 4.7.2 | Χάλυβας μαρτενσιτικός | 7900 | 30 | 0.46 |
| 4.8 | Ψευδάργυρος | 7200 | 110 | 0.38 |
| 5. | ΥΑΛΟΣ | | | |
| 5.1 | Υαλος: | | | |
| 5.1.1 | Κοινός | 2500 | 1.00 | 0.75 |
| 5.1.2 | Από χαλαζία | 2200 | 1.40 | 0.75 |
| 5.1.3 | Μωσαϊκό | 2000 | 1.20 | 0.75 |
| 6. | ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΣΤΡΟΣΕΩΣ | | | |
| 6.1 | Λινόλεουμ | 1200 | 0.17 | 1.40 |
| 6.2 | Ασφαλτικό σκυρόδεμα | 2100 | 0.70 | 1.00 |
| 6.3 | Άσφαλτος | 1050 | 0.17 | |
| 6.4 | Ασφαλτόπανο | 1100 | 0.23 | |

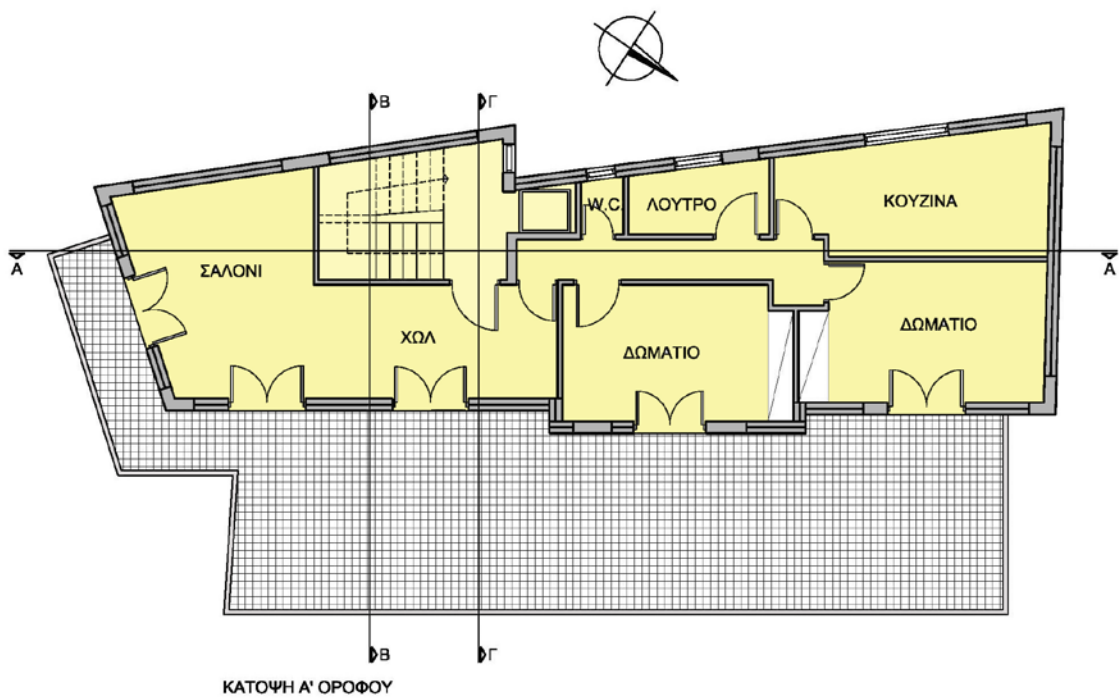
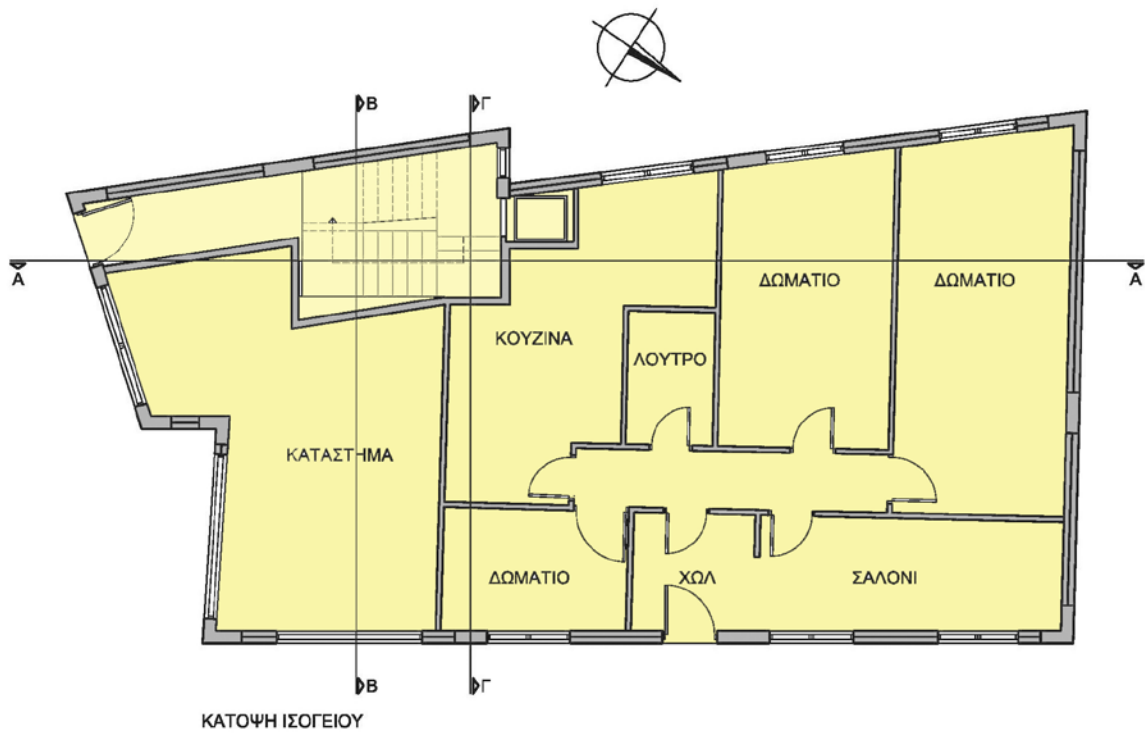
| A/A | Ομάδα Υλικού ή Εφαρμογή | Πυκνότητα ρ [kg/m ³] | Θερμική Αγωγιμότητα Σχεδιασμού - λ [W/(mK)] | Ειδική Θερμότητα C_p [kJ/(kgK)] |
|-----------|---|--|--|--|
| 7. | ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ | | | |
| 7.1.1 | Πλάκες υαλοβάμβακα βακελιτούχες και εκ λιθοβάμβακος(ορυκτοβάμβακος) | | 0.041 | |
| 7.1.2 | Υαλοβάμβακας/Ορυκτοβάμβακας | 40 | 0.041 | |
| 7.2 | Υαλοβάμβακας μη μορφοποιημένος | 50 | 0.041 | |
| 7.3 | Πλάκες ελαφρών κατασκευών εκ Ξυλόμαλλου μετά ανόργανου συνδετικής κονίας πάχους | 15mm | 570 | 0.14 |
| | | 25 –35mm | 460-415 | 0.093 |
| | | ≥50 mm | <390 | 0.081 |
| 7.4 | Πλάκες εκ διογκωμένου φελού | 120 | 0.041 | |
| | | 160 | 0.044 | |
| | | 200 | 0.046 | |
| 7.5 | Πλακίδια εκ φελού | 450 | 0.064 | |
| 7.6 | Διογκωμένα συνθετικά υλικά | | 0.041 | |
| 7.7 | Σκληροί αφροί εκ συνθετικών υλικών | | 0.041 | |
| 7.8 | Διογκωμένη πολυστερίνη | min 20 | 0.041 | |
| 7.9 | Εξηλασμένη πολυστερίνη | >20 | 0.030 | |
| 7.10 | Πολυουρεθάνη αφρός | 70 | 0.05 | 2.3 |
| 8. | ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΔΑΠΕΔΩΝ | | | |
| 8.1 | Ελαστικό | 1200 | 0.17 | 1.40 |
| 8.2 | Πλαστικό | 1700 | 0.25 | 1.40 |
| 8.3 | Υπόστρωμα: | | | |
| 8.3.1 | Κυψελοειδές ελαστικό ή πλαστικό | 270 | 0.10 | 1.40 |
| 8.3.2 | Πίλημα (τσόχα) | 120 | 0.05 | 1.30 |
| 8.3.3 | Βάμβακας | 200 | 0.06 | 1.30 |
| 8.3.4 | Φελλός | <200 | 0.05 | 1.50 |
| 8.4 | Πλακίδια φελλός | >400 | 0.065 | 1.50 |
| 8.5 | Χαλί/ ύφασμα πατώματος | 200 | 0.06 | 1.30 |
| 8.6 | Λινόλεουμ | 1200 | 0.17 | 1.40 |
| 9. | ΑΕΡΙΑ | | | |
| 9.1 | Αέρας | 1.23 | 0.025 | 1.008 |
| 9.2 | Διοξείδιο άνθρακα | 1.95 | 0.014 | 0.82 |
| 9.3 | Αργό | 1.70 | 0.017 | 0.519 |
| 9.4 | Εξαφθοριούχο θείο | 6.36 | 0.013 | 0.614 |
| 9.5 | Κρυπτόν | 3.56 | 0.0090 | 0.245 |
| 9.6 | Ξένον | 5.58 | 0.0054 | 0.16 |

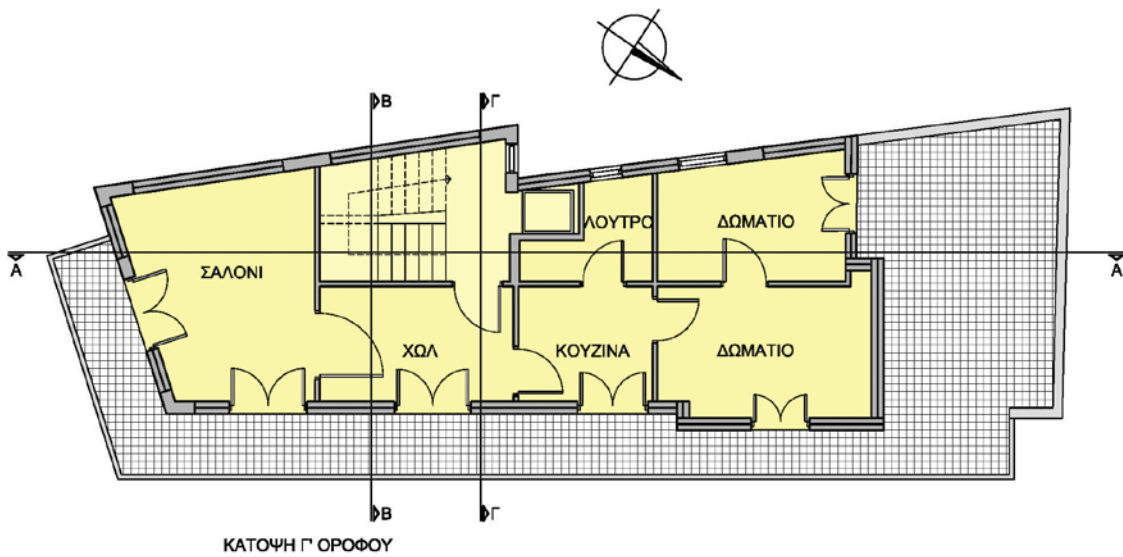
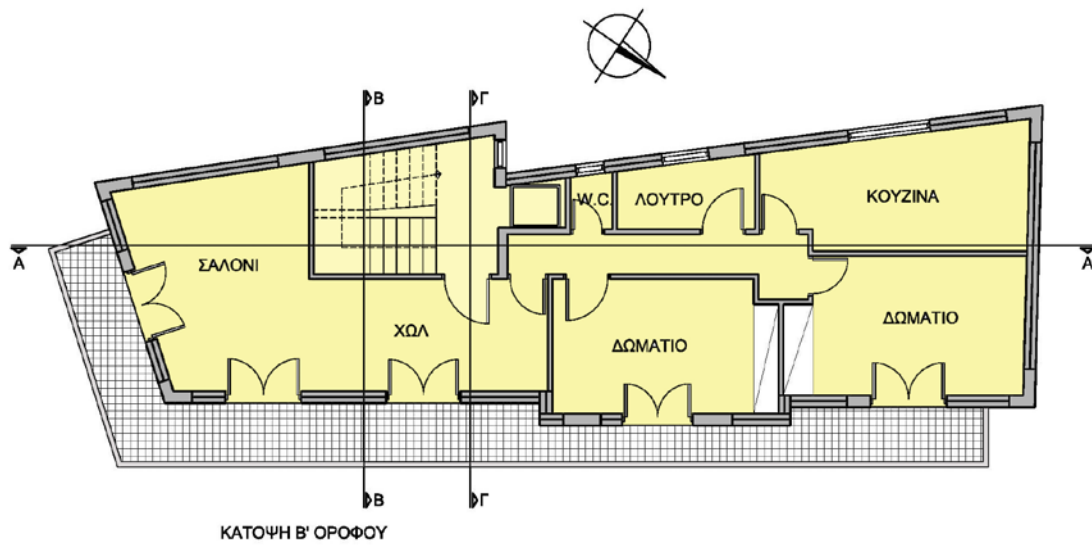
| A/A | Ομάδα Υλικού ή Εφαρμογή | Πυκνότητα ρ [kg/m ³] | Θερμική Αγωγιμότητα Σχεδιασμού - λ [W/(mK)] | Ειδική Θερμότητα C_p [kJ/(kgK)] |
|------------|---|--|--|--|
| 10. | ΥΔΩΡ | | | |
| 10.1 | Πάγος: | | | |
| 10.1.1 | στους -10°C | 920 | 2.30 | 2.00 |
| 10.1.2 | στους 0°C | 900 | 2.20 | 2.00 |
| 10.2 | Χιόνι: | | | |
| 10.2.1 | φρέσκο (<30mm) | 100 | 0.05 | 2.00 |
| 10.2.2 | μαλακό (30mm έως 70mm) | 200 | 0.12 | |
| 10.2.3 | ελαφρώς συμπυκνωμένο (70mm έως 100mm) | 300 | 0.23 | |
| 10.2.4 | συμπυκνωμένο (> 200mm) | 500 | 0.60 | |
| 10.3 | Υδωρ: | | | |
| 10.3.1 | στους 10°C | 1000 | 0.60 | 4.19 |
| 10.3.2 | στους 40°C | 990 | 0.63 | |
| 10.3.3 | στους 80°C | 970 | 0.67 | |
| 11. | ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΣΕ ΣΤΕΡΕΑ ΜΟΡΦΗ | | | |
| 11.1 | Ακρυλικό | 1050 | 0.20 | 1.50 |
| 11.2 | Πολυανθρακικά | 1200 | 0.20 | 1.20 |
| 11.3 | Πολυτετραφθοροαιθυλαίνιο (PTFE)- τεφλόν | 2200 | 0.25 | 1.00 |
| 11.4 | Πολυβινυλοχλωρίδιο(PVC) | 1390 | 0.17 | 0.90 |
| 11.5 | Πολυμεθυλομεθακρίλιο (PMMA) | 1180 | 0.18 | 1.50 |
| 11.6 | Πολυοξέικο | 1410 | 0.30 | 1.40 |
| 11.7 | Πολυαμίδιο (nylon) | 1150 | 0.25 | 1.60 |
| 11.8 | Πολυαμίδιο 6.6 με 25% ίνες ύαλου | 1450 | 0.30 | 1.60 |
| 11.9 | Πολυαιθυλένιο/ πολυθύνιο: | | | |
| 11.9.1 | Υψηλής πυκνότητας | 980 | 0.50 | 1.80 |
| 11.9.2 | Χαμηλής πυκνότητας | 920 | 0.33 | 2.20 |
| 11.10 | Πολυστυρένιο - πολυστερίνη | 1050 | 0.16 | 1.30 |
| 11.11 | Πολυπροπυλένιο | 910 | 0.22 | 1.80 |
| 11.12 | Πολυπροπυλένιο με 25% ίνες ύαλου | 1200 | 0.25 | 1.80 |
| 11.13 | Πολυουρεθάνη (PU) | 1200 | 0.25 | 1.80 |
| 11.14 | Ρητίνη: | | | |
| 11.14.1 | Εποξειδική | 1200 | 0.20 | 0.20 |
| 11.14.2 | Φαινολική | 1300 | 0.30 | 0.30 |
| 11.14.3 | Πολυεστέρα | 1400 | 0.19 | 0.19 |
| 12. | ΕΛΑΣΤΙΚΟ | | | |
| 12.1 | Φυσικό | 910 | 0.13 | 1.10 |
| 12.2 | Νεοπρένιο(πολυχλωροπρένιο) | 1240 | 0.23 | 2.14 |

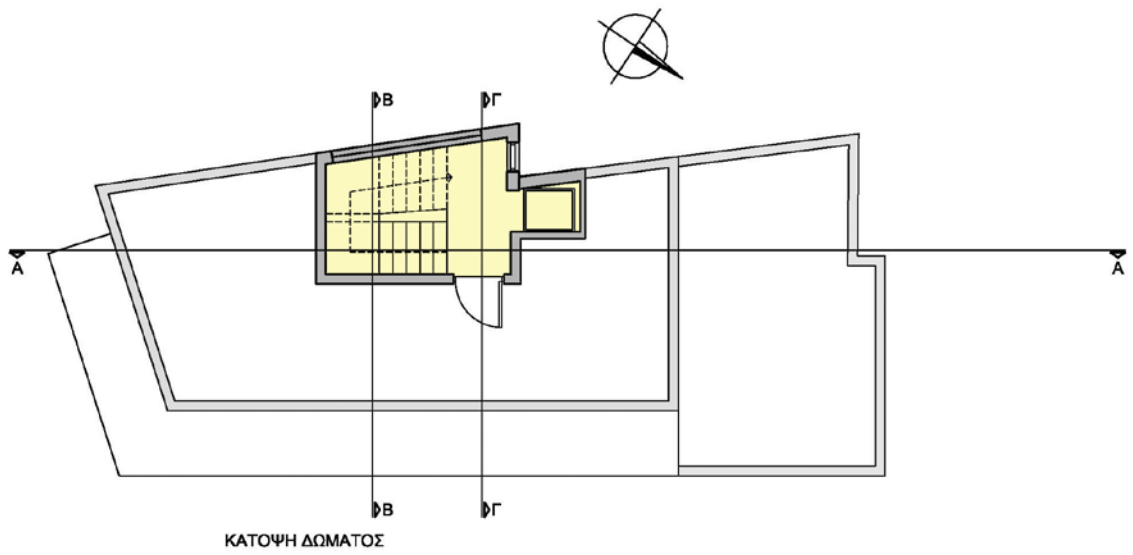
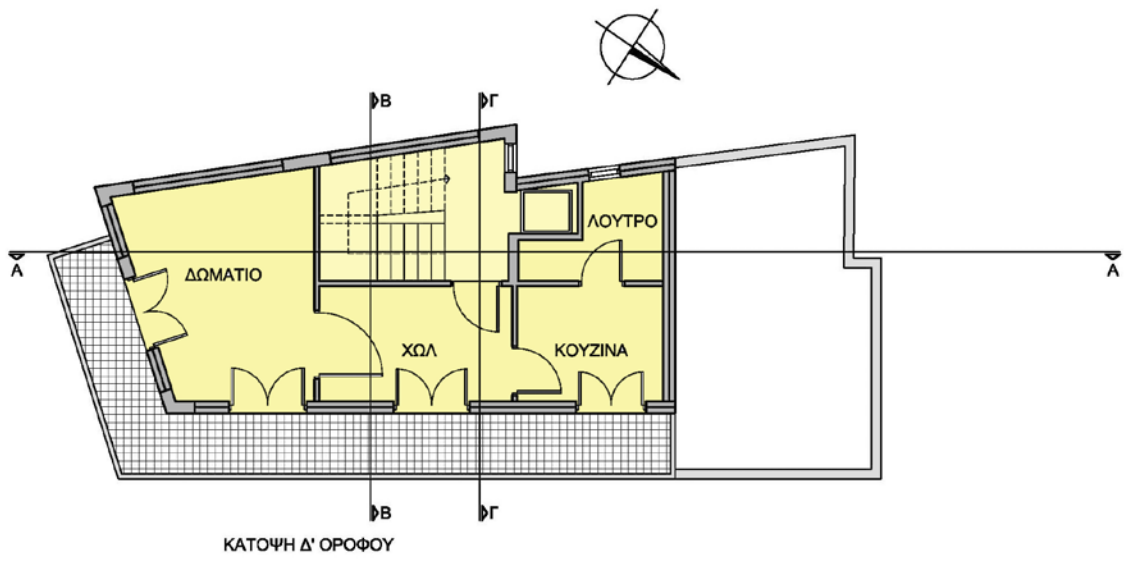
| A/A | Ομάδα Υλικού ή Εφαρμογή | Πυκνότητα ρ [kg/m ³] | Θερμική Αγωγιμότητα Σχεδιασμού - λ [W/(mK)] | Ειδική Θερμότητα C_p [kJ/(kgK)] |
|------------|---|--|--|--|
| 12.3 | Βουτύλιο (ισοβουτένιο). στερεό/ θερμοπλαστικό | 1200 | 0.24 | 1.40 |
| 12.4 | Αφρό - ελαστικό | 60-80 | 0.06 | 1.50 |
| 12.5 | Σκληρό ελαστικό (εβονίτης) στερεό | 1200 | 0.17 | 1.40 |
| 12.6 | Μονομερές Αιθυλενίου προπυλενίου διενίου (EPMD) | 1150 | 0.25 | 1.00 |
| 12.7 | Πολυισοβουτυλένιο | 930 | 0.20 | 1.10 |
| 12.8 | Πολυσουλφίδιο | 1700 | 0.40 | 1.00 |
| 12.9 | Βουταδιένιο | 980 | 0.25 | 1.00 |
| 13. | ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ. ΤΑΙΝΙΕΣ ΑΠΟΦΡΑΞΗΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ ΚΑΙ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | | | |
| 13.1 | Κόκκοι οξειδίου του πυριτίου | 720 | 0.13 | 1.00 |
| 13.2 | Σιλικόνη καθαρή | 1200 | 0.35 | 1.00 |
| 13.3 | Πλήρωση με σιλικόνη | 1450 | 0.50 | 1.00 |
| 13.4 | Αφρός σιλικόνης | 750 | 0.12 | 1.00 |
| 13.5 | Ουρεθάνη/ πολουρεθάνη (θερμικό φράγμα) | 1300 | 0.21 | 1.80 |
| 13.6 | Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) εύκαμπτο με 40% μαλακτικό | 1200 | 0.14 | 1.00 |
| 13.7 | Ελαστομερές αφρός εύκαμπτος | 60-80 | 0.05 | 1.50 |
| 13.8 | Αφρός πολουρεθάνης (PU) | 70 | 0.05 | 1.50 |
| 13.9 | Αφρός πολυαιθυλενίου | 70 | 0.05 | 2.30 |
| 14. | ΠΛΑΚΕΣ | | | |
| 14.1 | Οροφής: | | | |
| 14.1.1 | Αργιλικές | 2000 | 1.00 | 0.80 |
| 14.1.2 | Σκυροδέματος | 2100 | 1.50 | 1.00 |
| 14.1.3 | Κισηροδέματος | 800 | 0.29 | |
| 14.1.4 | Ελαφρύ σκυρόδεμα με ανάμικτα αδρανή | 1400 | 0.58 | |
| 14.1.5 | Αμίαντο τοιμέντου | 1800 | 0.35 | |
| 14.2 | Άλλες: | | | |
| 14.2.1 | Κεραμικές/ Πορσελάνινες | 2300 | 1.30 | 0.84 |
| 14.2.2 | Πλαστικές | 1000 | 0.20 | 1.00 |
| 14.2.3 | Υαλοβάμβακος βακελιτούχες και ορκοβάμβακα | | 0.041 | |

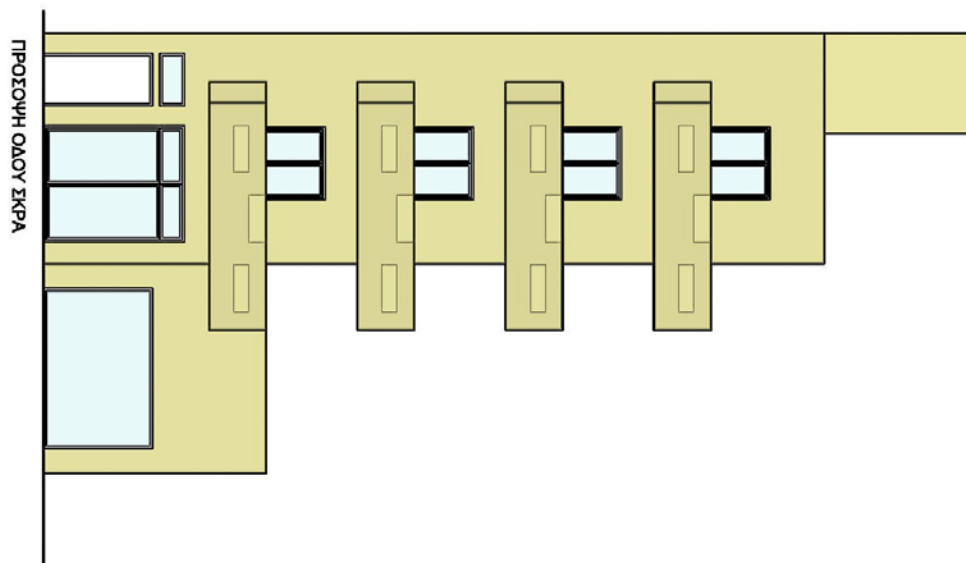
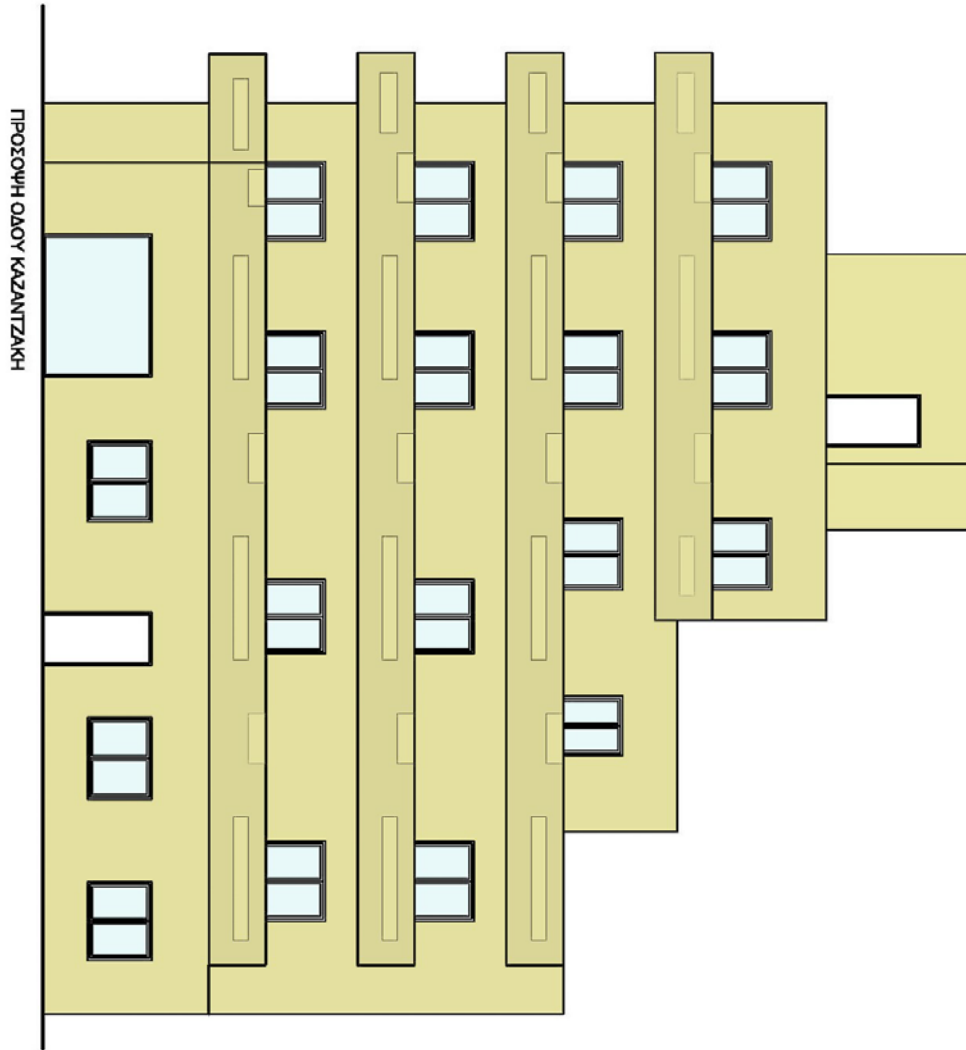
| A/A | Ομάδα Υλικού ή Εφαρμογή | Πυκνότητα ρ [kg/m ³] | Θερμική Αγωγιμότητα Σχεδιασμού - λ [W/(mK)] | Ειδική Θερμότητα C_p [kJ/(kgK)] |
|------------|--|--|--|--|
| 15. | ΠΛΑΙΣΙΑ ΜΕ ΞΥΛΙΝΗ ΒΑΣΗ | | | |
| 15.1 | Κοντραπλακέ πυκνότητας: | | | |
| 15.1.1 | | 300 | 0.09 | 1.60 |
| 15.1.2 | | 500 | 0.13 | |
| 15.1.3 | | 700 | 0.17 | |
| 15.1.4 | | 1000 | 0.24 | |
| 15.2 | Ταιμενοδεμένη Μοριοσανίδα | 1200 | 0.23 | 1.50 |
| 15.3 | Μοριοσανίδα πυκνότητας: | | | |
| 15.3.1 | | 300 | 0.10 | 1.70 |
| 15.3.2 | | 600 | 0.14 | |
| 15.3.3 | | 800 | 0.18 | |
| 15.3.4 | | 900 | 0.18 | |
| 15.4 | Σανίδα προσανατολισμένης λωρίδας (OSD) | 650 | 0.13 | 1.70 |
| 15.5 | Ινοσανίδα συμπεριλαμβανομένου MDF ε πυκνότητας: | | | |
| 15.5.1 | | 250 | 0.07 | 1.70 |
| 15.5.2 | | 400 | 0.10 | |
| 15.5.3 | | 600 | 0.14 | |
| 15.5.4 | | 800 | 0.18 | |
| ΣΗΜ. 1 | Για σκοπούς υπολογισμού η τιμή ∞ μπορεί να αντικατασταθεί μια τυχαία μεγάλη τιμή π.χ. 10 ⁶ | | | |
| ΣΗΜ. 2 | Οι συντελεστές αντίστασης των υδρατμών δίνονται ως τιμές ξηρού κύπελλου και υγρού κύπελλου βλ. 8.3. | | | |
| α | Η πυκνότητα του σκυροδέματος είναι η ξηρή πυκνότητα. | | | |
| β | Η θερμική αγωγιμότητα περιλαμβάνει την επίδραση των paper liners. | | | |
| γ | Η πυκνότητα της ξυλείας και των προϊόντων από ξυλεία είναι η πυκνότητα σε ισορροπία με 20°C και 65% σχετική υγρασία. | | | |
| δ | Είναι ένα αντισταθμιστικό μέτρο και έως ότου υπάρξουν διαθέσιμα ικανοποιητικά σημαίνοντα στοιχεία για συμπαγή ξύλινα πλαίσια (SWP) και laminated veneer lumber (LVL) μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές που δίνονται για κοντραπλακέ. | | | |
| ϵ | MDF: Medium Density Fibreboard (ινοσανίδα μέσης πυκνότητας) ξηρής επεξεργασίας. | | | |

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ
Σχέδια κτιρίου μελέτης

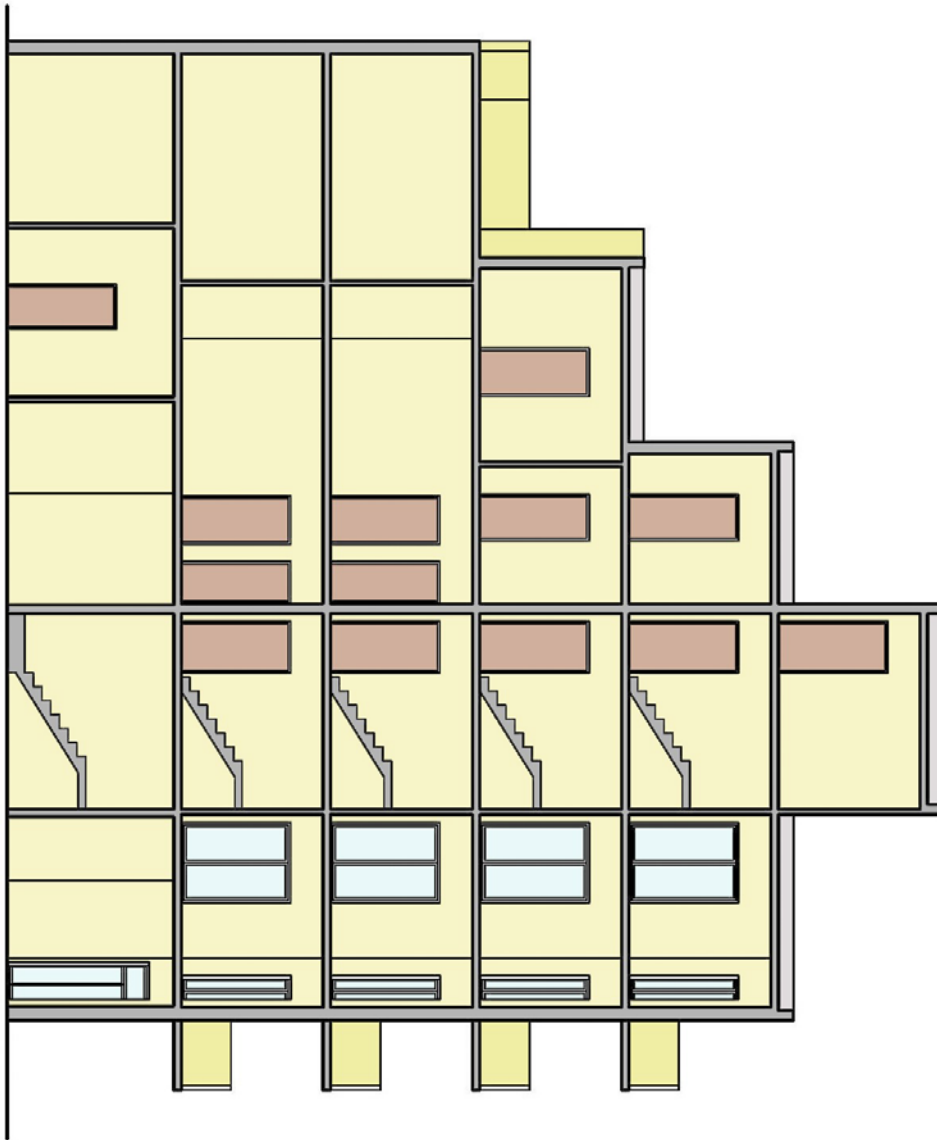


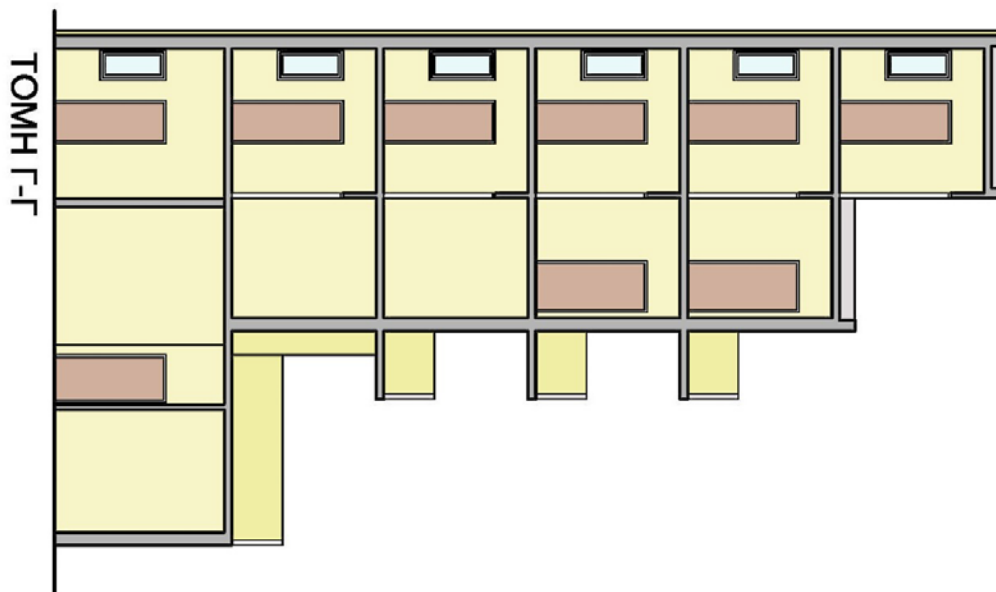
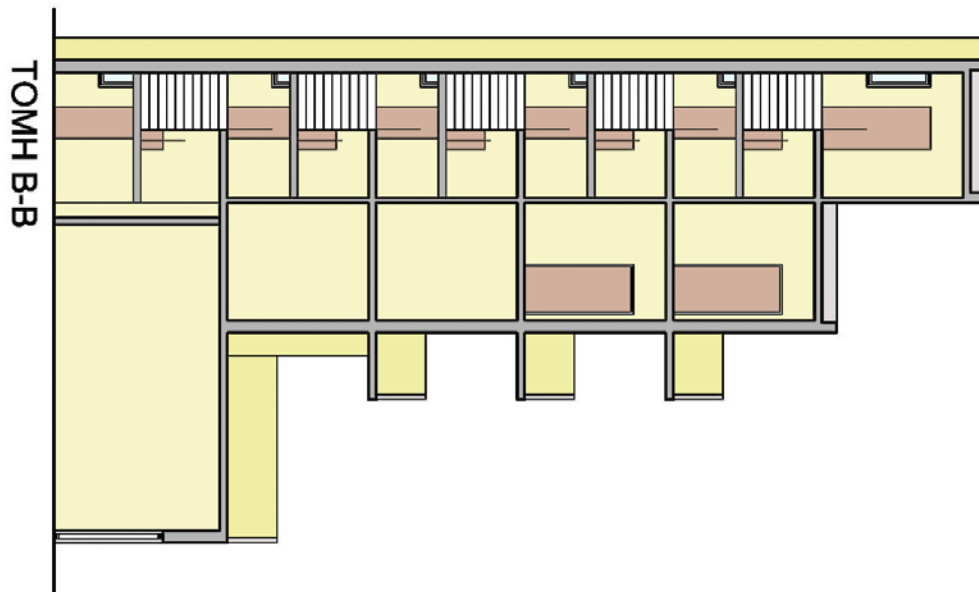






TOMH A-A





15 | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αραβαντινός Δημήτρης (επιμ.), *Εφαρμογές Τεχνικές Οδηγίες Κατασκευών*, Αθήνα 2011, Εκδόσεις Κτίριο.
2. Αραβαντινός Δημήτρης, *Οδηγός Θερμομόνωσης & Στεγανοποίησης. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ.*, Θεσσαλονίκη 2011, Κτίριο Εκδόσεις Ε.Π.Ε.
3. Αργυροπούλου Ανδρονίκη, *Κτήριο, Ενέργεια, Θερμομόνωση, Περιβάλλον & η αλληλοεξάρτησή τους*, (Διπλωματική Εργασία), Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2009.
4. Γιακουμή Αργυρώ, Ιατρίδης Μηνάς, *Παρούσα κατάσταση της αγοράς Θέρμανσης και Ψύξης στην Ελλάδα*, ΚΑΠΕ, Αθήνα 2009. Και [http://www.res-h-policy.eu/RES-H_Policy_Market-Report-GR_\(D3\)_greek.pdf](http://www.res-h-policy.eu/RES-H_Policy_Market-Report-GR_(D3)_greek.pdf) (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
5. Δασκαλάκη Έλενα, Δρούτσα Καλλιόπη, Σ. Κοντογιαννίδης κ.ά., *Τυπολογία Ελληνικών Κτιρίων Κατοικίας. Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας*, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Αθήνα 2011. Και http://www.building-typology.eu/downloads/public/docs/brochure/GR_TABULA_TypologyBrochure_NOA.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
6. Δελτίο Τύπου, *Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά 2011-2012*, Ελληνική Στατιστική Αρχή, Πειραιάς 29.10.2013. Και http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/BUCKET/A0805/PressReleases/A0805_SFA40_DT_5Y_00_2012_01_F_GR.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
7. Δελτίο Τύπου, *Έρευνα Οικοδομικής Δραστηριότητας: Σεπτέμβριος 2013*, Ελληνική Στατιστική Αρχή, Πειραιάς 10.12.2013. Και http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/BUCKET/A1302/PressReleases/A1302_SOP03_DT_MM_09_2013_01_P_GR.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
8. Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Οδηγία 2002/91/ΕΚ Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, 4.1.2003.
9. Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, αρ. φύλλου 407, 9.4.2010.
10. Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Νόμος Υπ' Αριθμό 3661, Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις, αρ. φύλλου 89, 19.5.2008.
11. Ζαχαρίας Δημήτριος, Καράγιωργας Μιχαήλ, Κύρκου Αφροδίτη, *Οδηγός για το περιβάλλον. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Αθήνα 2010, WWF Ελλάς. Και <http://www.wwf.gr/images/pdfs/WWF-Odigos-gia-to-perivallon-APE.pdf> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
12. Καραμπέλας Χάρης, *Διερεύνηση της Δυνατότητας Σχεδιασμού Παθητικών Συστημάτων Θέρμανσης Δροσισμού σε Πολυκατοικίες*, (Ερευνητικό Θέμα), Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος 2006.
13. Κοσμόπουλος Πάνος (επιμ.), *Κτίρια, Ενέργεια και Περιβάλλον*, Θεσσαλονίκη 2008, University Studio Press.
14. Μαλεφάκης Νικόλας, *Συμπεριφορά και ιδιότητες του γυαλιού και ο ρόλος του στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτηρίων*, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα 2008. Και http://portal.tee.gr/portal/page/portal/INTER_RELATIONS/INT_REL_P/SYNEDRIA_EKDLWSEIS/2008/syn-domikwn-ylikwn/theme/%CD.%20%CC%E1%EB%E5%F6%DC%EA%E7%F2.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
15. Μαυρίδης Κωνσταντίνος, *Διερεύνηση της δυνατότητας ενσωμάτωσης τεχνολογιών υδρογόνου σε αυτόνομα υβριδικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Μελέτη εφαρμογής σε μονοκατοικία*, (Διπλωματική Εργασία), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα 2011.

16. Μητούλα Ρόϊδω, Οικονόμου Αησιλάος, *Οικολογική διαχείριση κτηρίων, οικισμών και πόλεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων*, Αθήνα 2010, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης.
17. Μινερβίνο Ορλάντο, Μελέτη ενεργειακής συμπεριφοράς τυπικών πολυκατοικιών με χρήση δυναμικού και στατικού υπολογιστικού μοντέλου, (Διπλωματική Εργασία), Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 2012.
18. Παπαδόπουλος Άγης, *Θερμική Άνεση στα Κτίρια. Νέα Πρότυπα και Βελτίωση Θερμικής Άνεσης στα Κτίρια*, Ιωάννινα 2006, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Και http://repository.edulll.gr/edulll/bitstream/10795/1497/11/1497_01.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
19. Παπαδόπουλος Άγης, *Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων*, (Σημειώσεις παραδόσεως στο μάθημα) Θεσσαλονίκη 2002. Και <http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/ΕΑοΕΣ.pdf> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
20. Παπαδοπουλος Μιχάλης, *Θερμομόνωση κτιρίων*, Θεσσαλονίκη 1994, Αδελφοί Κυριακίδη.
21. Παπαθωμάς Κωνσταντίνος, Εφαρμογή των αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού με κατάλληλες επεμβάσεις σε υφιστάμενα δημόσια κτίρια γραφείων. Μελέτη περίπτωσης: δημόσιο κτίριο στη Λάρισα, (Διπλωματική Εργασία), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα 2013.
22. Περγίος Σταμάτης, *Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων και ενεργειακή πολιτική*, (Εισήγηση στην ημερίδα της ΕΛΕΜ στο ΤΕΕ στις 18/4/2007), 2007. Και http://www.adamsnet.gr/html/news/parousiasi_ELEM.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
23. Συλλογικό, *Ετήσια Έκθεση 2009*, Αττική 2009, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής. Και http://www.cres.gr/kape/CRES_annual_report_2009.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
24. Συλλογικό, *Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας Μέσω Θερμομόνωσης*, Αθήνα 1999, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Και http://www.cres.gr/kape/education/OGHGOS_THERMOMONOSIS.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
25. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, Αθήνα 2012.
26. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, Αθήνα 2012.
27. Τσίππρας Κώστας, Τσίππρας Θέμης, *Οικολογική Αρχιτεκτονική. Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα 2005, Κέδρος.
28. Τσιχριτζής Λεωνίδας, *Towards Zero Carbon Urban Environment*, (Ερευνητικό Θέμα), Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος 2012.
29. Υπηρεσία Ενέργειας, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, *Οδηγός Θερμομόνωσης κτιρίων*, Αθήνα 2010 (2^η Έκδοση). Και [http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/E074577C58AD9EFCC22575B60047BEA8/\\$file/ODIGOS%20THERMOMONOSIS%20KTIRIWN%20H%20EKDOSI_%20PINAKAS%20DIORTHOSEWN.pdf](http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/E074577C58AD9EFCC22575B60047BEA8/$file/ODIGOS%20THERMOMONOSIS%20KTIRIWN%20H%20EKDOSI_%20PINAKAS%20DIORTHOSEWN.pdf) (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
30. Φουντούλη Ειρήνη-Αδαμαντία, Η μετάλλαξη στον χρόνο του διαχρονικού θέματος των εργατικών κατοικιών, (Διπλωματική Εργασία), Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος 2013.
31. Χονδρού Καραβασίλη Μαργαρίτα, *Η εφαρμογή του Νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Βιοκλιματικός-Ενεργειακός σχεδιασμός*, (Επιστημονική – επιμορφωτική εκδήλωση του ΤΕΕ, Περιφερειακό Τμήμα Θράκης), Κομοτηνή 9/5/2009. Και <http://www.teethrakis.gr/drastiriotes/imerides/karavasili.pdf> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).

Ξενόγλωσση

32. G. Z. Brown, Mark DeKay, *Sun, Wind & Light: Architectural Design Strategies*, Canada, 2000, John Wiley & Sons, (ISBN: 978-0-471-34877-1).
33. Kevin A. Baumert, Timothy Herzog, Jonathan Pershing, *Navigating the Numbers. Greenhouse Gas Data and International Climate Policy*, USA 2005, World Resources Institute.
34. Papamanolis Nikos, *The main constructional characteristics of contemporary urban residential buildings in Greece*, Building and environment, 2004.
35. Roaf Sue, Fuentes Manuel, Thomas Stephanie, *εκοδομείν – βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων & εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας*, Αθήνα 2009, Ψύχαλου.
36. *Συλλογικό, Sustainable Building Technical Manual. Green Building Design, Construction, and Operations*, USA 1996, Public Technology Inc.

Διαδίκτυο

37. http://el.wikipedia.org/wiki/Ανανεώσιμες_πηγές_ενέργειας (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
38. <http://koufomata-expert.blogspot.gr/2011/09/thermal-conductivity.html> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
39. http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m1442/kma_m1442_theodosiou.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
40. http://library.tee.gr/digital/m2414/m2414_balaras.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014).
41. http://library.tee.gr/digital/m2480/m2480_karavasili.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
42. <http://www.alunet.gr/Default.aspx?tabid=82> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
43. http://www.alvek.gr/old_files/yalo.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
44. [http://www.buildupskills.eu/sites/default/files/BUILD%20UP%20skills-Greece_Status%20quo%20\(EL\)_0.pdf](http://www.buildupskills.eu/sites/default/files/BUILD%20UP%20skills-Greece_Status%20quo%20(EL)_0.pdf) (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
45. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
46. <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=24761&locale=el> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
47. <http://www.elke.teicrete.gr/LinkClick.aspx?fileticket=prKexYfnp3I%3D&tabid=1034> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
48. <http://www.elke.teicrete.gr/LinkClick.aspx?fileticket=prKexYfnp3I%3D&tabid=1034> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
49. http://www.fibran.gr/sappek/docs/deliverables/deliverable_4.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
50. http://www.fibran.gr/sappek/docs/publications/article_2.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
51. http://www.knauf.gr/www/el/tools_and_downloads/downloads_1/technical_brochures/plasters_facades_1/plasters_facades_2.php#open (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
52. http://www.knaufinsulation.gr/files/ki_gr/upload/D-S_Exoteriki_thermoprosopsi_me_petrovamvaka.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)

53. <http://www.koufomata-myconstructor.gr/koufomata-pvc> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
54. http://www.ktirio.gr/innet/UsersFiles/sa/documents/instructions/2009_60.pdf (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
55. <http://www.ktizontastomellon.gr> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
56. <http://www.ktizontastomellon.gr/index.php/katoikies/koufwmata> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
57. <http://www.pomida.gr/loipa/energy-saving/karababa.pdf> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
58. <http://www.praktikal.gr/products/yalopinakes/energiakoiyalopinakes.html> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
59. <http://www.sfh.gr/odigies-topothetisis-sunthetikon-koufomaton> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
60. http://www.wwf.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=887:2012-05-15-08-26-10&catid=70:2008-09-16-12-10-46&Itemid=90 (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
61. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=285&language=el-GR> (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)
62. http://www.zeroenergybuildings.org/2011/10/blog-post_19.html (τελευταία πρόσβαση 1/2/2014)

