

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΟΙΚΙΑ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΟ ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΔΥΝΑΤΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ**



**ΒΑΜΒΑΚΙΝΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΑΡΑΚΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2010**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην υλοποίηση καινοτόμων μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας σε οικία, με σκοπό το βέλτιστο δυνατό περιβαλλοντικό και ενεργειακό αποτέλεσμα. Όλοι μας βιώνουμε την ολοένα και μεγαλύτερη υποβάθμιση της ποιότητας ζωής μας. Άρα γίνεται κατανοητό ότι αντιμετωπίζονται προβλήματα ως προς τον τρόπο διαχείρισης της ενέργειας. Καινοτόμες εφαρμογές που δεν έχουν εξολοκλήρου ως στόχο το οικονομικό όφελος ίσως αποτελούν μια διέξοδο στα ενεργειακά και περιβαλλοντικά ζητήματα των ημερών μας.

Αρχικά πραγματοποιούνται δύο μελέτες για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών και θερμικών κερδών αντίστοιχα. Στην συνέχεια αναπτύσσονται καινοτόμοι μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας με παραδείγματα τα οποία εφαρμόζονται στην οικία, στην οποία αναλύθηκαν τα θερμικά και ψυκτικά φορτία. Τα παραδείγματα αυτών των εφαρμογών έχουν ως τελικό σκοπό την παρουσίαση και ανάδειξη των οικονομικών, ενεργειακών, αλλά πολύ περισσότερο των περιβαλλοντικών ευεργετικών αποτελεσμάτων τους. Επίσης αντλώντας πληροφορίες από συναφές μελέτες, γίνεται προσπάθεια προσδιορισμού της επέκτασης των πλεονεκτημάτων αυτών των μεθόδων πέρα από τα στενά όρια μιας οικίας. Με άλλα λόγια μελετάται το κτίριο ως μέρος ενός ευρύτερου συστήματος και ο τρόπος που αυτό επηρεάζει το περιβάλλον του.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αλέξανδρο Καλαράκη, Επιστημονικό Συνεργάτη του Τμήματος Μηχανολογίας, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Βαμβακινός Βασίλειος  
Σεπτέμβριος 2010

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην υλοποίηση καινοτόμων μεθόδων εξοικονόμησης σε οικία. Έχει ως σκοπό το βέλτιστο δυνατό περιβαλλοντικό και ενεργειακό αποτέλεσμα.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε έξι Κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες της οικίας. Δίνεται έμφαση στην σπουδαιότητα της θερμομόνωσης, στα υλικά της θερμομόνωσης και στις απαιτήσεις της ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Επίσης γίνεται υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης οικίας καθώς και η συμπλήρωση του εντύπου των θερμικών απωλειών.

Στο δεύτερο Κεφάλαιο υπολογίζονται τα ψυκτικά φορτία της οικίας. Συγκεκριμένα υπολογίζονται κάθε ένας από τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το θερμικό κέρδος και έπειτα προσδιορίζεται το ψυκτικό φορτίο.

Στο τρίτο Κεφάλαιο μελετάται η καινοτόμος εφαρμογή της πράσινης οροφής. Αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή και αναλύονται οι τύποι της πράσινης οροφής. Εν συνεχεία επιλέγονται τα υλικά, γίνεται υπολογισμός των θερμικών απωλειών και κερδών αντίστοιχα με την παρέμβαση της πράσινης οροφής. Ακολουθεί οικονομική αξιολόγηση της επέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας. Τέλος μελετάται η πράσινη οροφή ως μέσον αντιπλημμυρικής προστασίας των αστικών περιοχών.

Το τέταρτο Κεφάλαιο αναφέρεται στα θερμοχρωμικά χρώματα. Αρχικά τονίζεται η σοφία του παραδοσιακού τρόπου κτισίματος των σπιτιών. Αναλύονται οι λόγοι όπου οι μεγαλουπόλεις παρουσιάζουν ιδιαίτερα σημαντικές διαφορές στην αστική περιβαλλοντική ποιότητα. Προτείνεται ως μια λύση για την αναβάθμιση της περιβαλλοντικής ποιότητας η καινοτόμος μέθοδος των θερμοχρωμικών χρωμάτων. Συγκεκριμένα αναφέρεται το τωρινό στάδιο εξέλιξης των θερμοχρωμικών υλικών στο δομικό τομέα αλλά και το ορατό μέλλον. Τέλος γίνεται σύγκριση της πράσινης έναντι της χρωμοθερικής οροφής.

Το πέμπτο Κεφάλαιο αναφέρεται στην αυτονόμηση των κλασικών συστημάτων θέρμανσης. Συγκεκριμένα αναπτύσσονται τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα μη αυτόνομα συστήματα θέρμανσης. Προτείνεται ως βέλτιστη καινοτόμος μέθοδος η χρήση κατανεμητών δαπανών κόστους θερμομαντικών σωμάτων (Heat cost allocators). Αναλύεται ο τρόπος λειτουργίας, μέτρησης και τιμολόγησης. Επίσης γίνεται τεχνική αξιολόγηση του συστήματος. Τέλος πραγματοποιείται οικονομική αξιολόγηση της επέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας.

Στο έκτο κεφάλαιο δίνονται τα συμπεράσματα της εργασίας. Αναδεικνύονται οι λόγοι για τους οποίους οι καινοτόμες μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας, με σκοπό το βέλτιστο περιβαλλοντικό και ενεργειακό αποτέλεσμα κρίνονται αναγκαίες. Δίνονται προτάσεις για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να προσεγγιστεί η λύση για την αναβάθμιση του περιβάλλοντος και η θέση των καινοτόμων μεθόδων σε αυτήν την προσέγγιση.

Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα Εργασία είναι (α) με βάση υπολογισμούς η εφαρμογή της πράσινης οροφής συμπεραίνεται ότι εκτός από τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη είναι και οικονομικά συμφέρουσα (β) αναδεικνύεται το όφελος της πράσινης οροφής προς το περιβάλλον και τα αστικά προβλήματα, μελετώντας την πράσινη οροφή ως μέσον

αντιπλημμυρικής προστασίας των αστικών περιοχών (γ) προβάλλεται η χρήση των χρωμοθερικών χρωμάτων στο δομικό τομέα η οποία αποτελεί μια Ελληνική πρωτοτυπία, συνδυάζοντας σημαντικά ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη με μικρό κόστος (value for money) (δ) λόγω της παρουσίας των θερμοχρωμικών χρωμάτων γίνονται προτάσεις για περεταίρω μελέτη της παραμέτρου των χρωμάτων στους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων (ε) με την αυτονόμηση των κλασσικών συστημάτων, με την μέθοδο *adapterm* της *techem*, επιτυγχάνεται εκτός από αυτονόμηση άρα και χρησιμοποίηση του συστήματος όποτε και σε όποιο χώρο κρίνεται αναγκαίο, μείωση από 30%-35% κατά μέσο όρο της κατανάλωσης λόγω των συνεχών αυτόματων ελέγχων της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας και διορθώσεων της έτσι ώστε να εισάγεται αυτόματα στο εσωτερικό χώρο η κατάλληλη κάθε φορά θερμοκρασία. Τέλος αποτελεί μια οικονομική και αξιόπιστη λύση για τη μέτρηση και δίκαιη κατανομή των δαπανών θερμότητας σύμφωνα με την πραγματική κατανάλωση.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

**ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

<b>1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ .....	1
1.3 ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ «ΠΕΡΙ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΝΟΜΟΣ 2006» .....	2
1.4 ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ.....	3
1.4.1 Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών (σύμφωνα με τον οδηγό θερμομόνωσης κτιρίων 2007) .....	4
1.4.2 Συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά .....	5
1.5 ΤΥΠΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	5
1.6 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ- ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ (Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας) .....	5
1.6.1 Πρόνοιες διατάγματος .....	6
1.7 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ .....	6
1.7.1 Ορισμοί.....	6
1.7.2 Μεθοδολογία υπολογισμού συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.....	7
1.7.2.1 Γενικά .....	7
1.7.2.2 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικών τοίχων και στοιχείων της φέρουσας κατασκευής (κολόνες, δοκοί και τοιχία) που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου .....	10

1.7.2.3 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικών οριζόντιων δομικών στοιχείων (δώματα, στέγες, εκτεθειμένα δάπεδα) και οροφών που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου .....	13
1.7.3 Μεθοδολογία υπολογισμού συντελεστών θερμοπερατότητας εξωτερικών κουφωμάτων που συνιστούν μέρος του κελύφους .....	17
1.7.3.1 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας παραθύρων .....	24
1.7.3.2 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας θυρών .....	25
<b>1.8 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΠΟΙΟ ΘΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΟΥΝ ΟΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ .....</b>	<b>26</b>
1.9 ΟΔΗΓΙΕΣ & ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΕΝΤΥΠΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ .....	27
1.10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	32
<b>2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ.....</b>	<b>33</b>
2.1 ΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ .....	33
2.2 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	33
2.3 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΧΩΡΩΝ .....	34
2.4 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΜΕΣΩ ΣΥΝΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ.....	35
2.4.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών συναγωγής μέσω της εξωτερικής δομής ...	36
2.4.1.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών συναγωγής μέσω της οροφής .....	36
2.4.1.2 Υπολογισμός θερμικών κερδών συναγωγής μέσω των τοίχων .....	37
2.4.1.3 Υπολογισμός θερμικών κερδών συναγωγής μέσω των παραθύρων .....	40
2.5 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΣΥΝΑΓΩΓΗΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΘΥΡΑΣ.....	41
2.5.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών συναγωγής μέσω θυρών .....	41
2.6 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΜΕΣΟ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ.....	41
2.6.1 Υπολογισμός θερμικού κέρδους μέσω ηλιακής ακτινοβολίας των παραθύρων .....	43
2.7 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΜΕΣΩ ΦΩΤΙΣΜΟΥ .....	45
2.7.1 Υπολογισμός θερμικού κέρδους μέσω φωτισμού.....	45
2.8 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΜΕΣΩ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ .....	46
2.8.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών μέσω εξοπλισμού .....	46
2.9 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΑΝΘΡΩΠΩΝ .....	47
2.9.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών για ανθρώπους.....	47
2.10 ΔΙΑΦΥΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	47

2.10.1 Υπολογισμός θερμικής διαφυγής στο περιβάλλον.....	48
2.11 ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ .....	48
2.12 ΜΕΓΙΣΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΩΝ .....	49
2.12.1 Υπολογισμός μεγίστων ψυκτικών φορτίων χώρου .....	49
2.13 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	51
<b>3. ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ.....</b>	<b>52</b>
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	52
3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	52
3.3 ΤΥΠΟΙ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ .....	53
3.3.1 Εκτατικός τύπος .....	53
3.3.2 Εντατικός τύπος .....	56
3.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΤΑΤΙΚΗΣ & ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ .....	60
3.5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ.....	62
3.5.1 Υλικά πράσινης οροφής & τρόπος επιλογής τους .....	64
3.5.2 Συνοπτική τεχνική περιγραφή φυτεμένου δώματος εντατικού τύπου με κλασσική θερμομόνωση .....	78
3.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ .....	83
3.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ.....	88
3.7.1 Υπολογισμός θερμικής διαφυγής στο περιβάλλον με την πρόσθεση της πράσινης οροφής .....	88
3.8 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΟΡΟΦΗΣ.....	89
3.9 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	89
3.9.1 Οικονομική αξιολόγηση πράσινου δώματος .....	90
3.9.1.1 Οικονομική αξιολόγηση χειμερινής περιόδου .....	90
3.9.1.2 Οικονομική αξιολόγηση θερινής περιόδου .....	91
3.9.1.3 Συμπεράσματα οικονομικής επένδυσης.....	92
3.10 Ο ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΟΣ ΩΣ ΜΕΣΟΝ ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ .....	94
3.10.1 Μείωση των όμβριων υδάτων και ανάσχεση της πλημμυρικής αιχμής στον ποταμό Κηφισό .....	95

3.11 ΓΙΑΤΙ ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ.....	97
3.12 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	100
<b>4. ΘΕΡΜΟΧΡΩΜΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ .....</b>	<b>101</b>
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	101
4.2 Η ΘΕΡΜΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ & ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ .....	102
4.2.1 Τρόποι αντιμετώπισης της θερμοκρασιακής αύξησης και της θερμικής νησίδας.....	103
4.3 ΤΩΡΙΝΟ ΣΤΑΔΙΟ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΘΕΡΜΟΧΡΩΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ ΔΟΜΙΚΟ ΤΟΜΕΑ.....	103
4.4 ΟΡΑΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΘΕΡΜΟΧΡΩΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ ΔΟΜΙΚΟ ΤΟΜΕΑ.....	107
4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	107
4.5.1 Πράσινη έναντι χρωμοθερμικής οροφής.....	108
<b>5. ΑΥΤΟΝΟΜΗΣΗ ΚΛΑΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....</b>	<b>110</b>
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	110
5.2 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	111
5.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ .....	112
5.4 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	113
5.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	113
5.5.1 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα .....	113
5.6 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ & ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.....	114
5.7 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	115
5.7.1 Συμπεράσματα επένδυσης.....	117
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>119</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>122</b>



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εποχή μας οι μεγαλουπόλεις παρουσιάζουν σημαντικό πρόβλημα θερμικής υποβάθμισης. Η σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας θίγει κυρίως τους πολίτες χαμηλού εισοδήματος και θέτει σε κίνδυνο την ζωή τους ενώ αυξάνει δραματικά το ενεργειακό κόστος την θερινή περίοδο για μεγάλο τμήμα της πόλης.

Ταυτόχρονα, η εξαιρετικά ανεπαρκής ποιότητα των κτιρίων στην πόλη υποχρεώνει τους πολίτες να καταναλώνουν εξαιρετικά σημαντικά ενεργειακά ποσά, με αποτέλεσμα την δραματική επιβάρυνση των χαμηλών εισοδημάτων και την αύξηση της ενεργειακής ένδειας.

Η Οικονομία, το Περιβάλλον και η Ενέργεια δεν αποτελούν ανεξάρτητες παραμέτρους, αντίθετα σχετίζονται άμεσα και η μια παράμετρος επηρεάζει την άλλη. Υποβάθμιση ή αναβάθμιση καθεμίας από τις τρεις παραμέτρους σε μια πόλη παρασύρει άμεσα και τις άλλες δυο.

Η χώρα είναι εγκλωβισμένη σε μια πραγματικότητα που χαρακτηρίζεται από την υπαρκτή και σημαντική κλιματική μεταβολή. Το γεγονός αυτό αυξάνει δραματικά το ποσοστό του πληθυσμού που είναι πλέον σε κίνδυνο εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας. Δυστυχώς, ο πληθυσμός αυτός δεν δύναται να χρησιμοποιήσει προηγμένη τεχνολογία και να χρηματοδοτήσει δράσεις ώστε να βελτιώσει την ποιότητα του κτιριακού του περιβάλλοντος.

Στην παρούσα εργασία μελετώνται τα θερμικά και τα ψυκτικά φορτία οικίας. Αναπτύσσοντας και μελετώντας καινοτόμες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας όπως αυτής του πράσινου δώματος, των χρωμοθερμικών χρωμάτων και της αυτονόμησης της κλασσικής θέρμανσης παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα τους. Τα οποία συνδυάζουν και τις τρεις αλληλοεξαρτώμενες παραμέτρους, αυτής της οικονομίας, του περιβάλλοντος και της ενέργειας. Μέσω αυτών των καινοτόμων μεθόδων εξοικονόμησης γίνεται προσπάθεια να επιτευχθεί η βέλτιστη απόδοση του κτιρίου. Πέρα από το κτίριο ως μονάδα θα μελετηθούν και τα ευρύτερα ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη της χρήσης αυτών των καινοτόμων μεθόδων.

# ΚΥΡΙΩΣ ΚΕΙΜΕΝΟ

## 1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μία από τις σημαντικότερες μεταβλητές του σύγχρονου αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι και η θερμομόνωση.

Με την πρόνοια για θερμική μόνωση επιτυγχάνουμε το αίσθημα θερμικής άνεσης για τους χρήστες των κτιριακών κατασκευών στην διάρκεια του έτους, λαμβάνοντας τα κατάλληλα μέτρα ώστε να εμποδίζεται κατά τον δυνατόν η διαφυγή της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς το περιβάλλον ή προς ένα άλλο ποιο ψυχρό γειτονικό χώρο ή αντίστροφα.

Σε περασμένες εποχές, η ανάγκη για μια τέτοια πρόβλεψη δεν ήταν αναγκαία, αφού οι κατασκευές αποστελλόντουσαν από μεγάλα πάχη καθέτων και οριζοντίων επιφανειών, καθώς και η σύνθεση των χαμηλών όγκων των παλαιότερων κτισμάτων, ήταν οι παράγοντες ρύθμισης της θερμομονωτικής ικανότητας, αλλά και της ροής της θερμότητας αυτών των κατασκευών.

Με το πέρασ του χρόνου και της εξέλιξης της τεχνολογίας διαμορφώθηκαν ενεργοβόρες κατασκευές με αποκορύφωμα τους ουρανοξύστες όπου υστερούν κατά πολύ ως προς την θερμομονωτική ικανότητα των παλαιότερων κατασκευών. Με την βοήθεια της τεχνολογίας η προστασία από τις θερμικές μεταβολές μεταβιβάστηκε στα διάφορα τεχνητά συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Στην συνέχεια με την όλο μεγαλύτερη χρήση των συμβατικών καυσίμων είχε ως εύλογη συνέπεια την μείωση της ποσότητας τους και την αύξηση της αξίας τους. Άρα η ολοένα αύξηση κατανάλωσης ενέργειας για την λειτουργία των συστημάτων αυτών οδήγησε σε ενεργειακό πρόβλημα. Ένας σημαντικός λόγος για την μείωση της κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων είναι και η μόλυνση του περιβάλλοντος κυρίως από το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και ποικίλες άλλες επιβλαβείς χημικές ενώσεις.

### 1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Η θερμομόνωση σ' ένα κτίριο, παρέχει σ' αυτό ένα «προστατευτικό περίβλημα» το οποίο μειώνει τη μετάδοση θερμότητας από και προς το εσωτερικό του. Την χειμερινή περίοδο μειώνει το ρυθμό που η θερμότητα χάνεται από το κτίριο και την καλοκαιρινή περίοδο μειώνει το ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα εισάγεται σε αυτό.

Η μείωση των θερμικών διαφυγών από και προς τους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου, έχει ως συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας με την οποία τα διάφορα τεχνητά συστήματα θέρμανσης – ψύξης τροφοδοτούνται. Η μείωση αυτή μπορεί να είναι σημαντική, αρκεί η θερμομόνωση να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχετικού διατάγματος που καθορίζει τους μέγιστους συντελεστές θερμοπερατότητας των επιμέρους δομικών στοιχείων του κελύφους.

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

- Την υγιεινή, άνετη κι ευχάριστη διαβίωση, χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος. Η θερμική ισορροπία είναι αυτή που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης του ανθρώπινου οργανισμού.
- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας, με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτιρίου.
- Την μείωση του αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού.
- Την προστασία από τους θορύβους, αφού σχεδόν η πλειοψηφία των θερμομονωτικών υλικών είναι και ηχομονωτικά.
- Τη βελτιστοποίηση της προστασίας του περιβαλλοντικού συστήματος, αφού μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας ελαττώνεται αντίστοιχα και η ποσότητα των εκλυόμενων καυσαερίων προς το περιβάλλον.

### **1.3 ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ «ΠΕΡΙ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΝΟΜΟΣ 2006»**

Το Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού υπενθυμίζει ότι από την 21η Δεκεμβρίου 2007 τίθεται εν μέρει σε ισχύ ο «περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων Νόμος του 2006» - Ν.142(Ι)/2006. Την ίδια ημερομηνία τίθενται επίσης σε ισχύ οι «περί Οδών και Οικοδομών (Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων) Κανονισμοί του 2006» - Κ.Δ.Π. 429/2006.

Με την έναρξη ισχύος του Νόμου και των Κανονισμών όλα τα νέα κτίρια καθώς και αυτά με συνολική ωφέλιμη επιφάνεια άνω των χιλίων τετραγωνικών μέτρων που υφίστανται ριζική ανακαίνιση θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις για θερμομόνωση των δομικών στοιχείων του κελύφους τους, ικανοποιώντας τους μέγιστους επιτρεπόμενους συντελεστές θερμοπερατότητας που καθορίζονται στο σχετικό Διάταγμα του Υπουργού. Για σκοπούς εφαρμογής της νομοθεσίας θα πρέπει ο μελετητής του έργου, στο στάδιο κατάθεσης της αίτησης για εξασφάλιση άδειας οικοδομής, να υποβάλλει στην αρμόδια αρχή τα ακόλουθα πρόσθετα στοιχεία:

(1) Υπεύθυνη δήλωση ότι το κτίριο πληροί τις απαιτήσεις θερμομόνωσης του κελύφους.

(2) Υπολογισμούς που να επιβεβαιώνουν ότι οι συντελεστές θερμοπερατότητας των διαφόρων δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου δεν ξεπερνούν τους μέγιστους επιτρεπόμενους, όπως αυτοί καθορίζονται στο σχετικό Διάταγμα του Υπουργού.

Στις περιπτώσεις νέων κτιρίων συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας άνω των χιλίων τετραγωνικών μέτρων θα πρέπει, στο στάδιο σχεδιασμού, να διερευνάται η τεχνική,

περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών ενεργειακών συστημάτων όπως:

(α) Αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

(β) Συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

(γ) Συστήματα αντλίας θερμότητας, εφόσον υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες.

Το αποτέλεσμα της διερεύνησης θα πρέπει να αναφέρεται στην υπεύθυνη δήλωση.

Από την εφαρμογή της νομοθεσίας εξαιρούνται τα κτίρια για τα οποία η αίτηση για έκδοση άδειας οικοδομής ή πολεοδομικής άδειας έχει κατατεθεί στην αρμόδια αρχή πριν από την 21ην Δεκεμβρίου 2007.

Για ενημέρωση τόσο του κοινού όσο και των εμπλεκομένων με το θέμα μηχανικών και μελετητών, η Υπηρεσία Ενέργειας του Υπουργείου Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού ετοίμασε τον «Οδηγό Θερμομόνωσης Κτιρίων» ο οποίος διατίθεται δωρεάν. Ο Οδηγός βρίσκεται καταχωρημένος στις ιστοσελίδες του Υπουργείου Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού ([www.mcit.gov.cy](http://www.mcit.gov.cy)) και του Ιδρύματος Ενέργειας Κύπρου ([www.cie.org.cy](http://www.cie.org.cy)), απ' όπου οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να εξασφαλίσουν αντίγραφο.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΜΠΟΡΙΟΥ, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ

ΥΕΒ&Τ.4.2.15.20.14 και ΥΕΒ&Τ.12.3.66

11/12/2006

#### **1.4 ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ**

Σύμφωνα με την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ για τα Προϊόντα Δομικών Κατασκευών, καθώς και σύμφωνα με τους Περί των Βασικών Απαιτήσεων, που πρέπει να πληρούν καθορισμένες κατηγορίες προϊόντων, τα προϊόντα δομικών κατασκευών για τα οποία υπάρχει εναρμονισμένο πρότυπο και η περίοδος συνύπαρξης τους με αντίστοιχο εθνικό πρότυπο έχει λήξει, μπορούν να διατίθενται στην αγορά μόνο εάν φέρουν τη Σήμανση Συμμόρφωσης CE. Επομένως, για σκοπούς υπολογισμών, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι δηλωμένες τιμές που αναγράφονται στη Σήμανση Συμμόρφωσης CE.

Η επιλογή των θερμομονωτικών υλικών θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις διάφορες καταπονήσεις που υφίστανται τα υλικά στο συγκεκριμένο έργο, δεδομένου ότι οι συγκεκριμένες καταπονήσεις επηρεάζουν άμεσα τη θερμική απόδοσή τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση του βέλτιστου συνδυασμού των κριτηρίων επιλογής θερμομονωτικών υλικών.

### 1.4.1 Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών (σύμφωνα με τον οδηγό θερμομόνωσης κτιρίων 2007)

Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή θερμομονωτικών υλικών είναι:

#### α. Θερμοτεχνικά Χαρακτηριστικά

- Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$ .
- Η εξάρτηση του  $\lambda$  από τη θερμοκρασία.
- Η εξάρτηση του  $\lambda$  από την υγρασία. Η τιμή του  $\lambda$  αυξάνει σημαντικά με τη συμπύκνωση υδρατμών μέσα στη μάζα του και αν διαβρεχτεί όλη η μάζα του τότε παύει να υπάρχει.
- Θερμομονωτική ικανότητα.
- Η ειδική θερμοχωρητικότητα.
- Ο συντελεστής θερμικής διαστολής. Όσο χαμηλότερος είναι, τόσο απομακρύνεται ο κίνδυνος οικοδομικών μικροζημιών ή καταστροφής των στεγανοποιήσεων.

#### β. Τρόπος Εφαρμογής

- Προκατασκευασμένα προϊόντα ή κατασκευή επί τόπου.
- Απαιτούμενα προστατευτικά μέτρα (για προστασία από μηχανικές βλάβες ή δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις).
- Δυνατότητα ελέγχου κατά την κατασκευή.

#### γ. Μηχανικές Ιδιότητες

- Αντοχή σε θλίψη, κάμψη και δονήσεις.
- Αλλοιώσεις με το χρόνο (γήρανση).
- Πυκνότητα.
- Ελαστικότητα, ευθραυστότητα.

#### δ. Χημική συμπεριφορά-ανθεκτικότητα

- Αντίσταση στη διάβρωση, στους μικροοργανισμούς, έντομα, κ.λπ.
- Συμπεριφορά στην υγρασία (τυχόν μεταβολή των διαστάσεων, διαπερατότητα στους υδρατμούς, απορροφητικότητα νερού).
- Συμπεριφορά στη φωτιά και μέγιστες επιτρεπόμενες θερμοκρασίες λειτουργίας.
- Βαθμός ευαισθησίας σε υπεριώδη ακτινοβολία, σε διάφορα αέρια και σε διάφορους διαλύτες ή το θαλασσινό νερό, κ.λπ.

#### ε. Οικονομικά Στοιχεία

- Επιπρόσθετο κόστος προμήθειας και εγκατάστασης.
- Χρόνος απόσβεσης δαπάνης.
- Ποσοστό προστιθέμενης αξίας στην όλη κατασκευή.

#### 1.4.2 Συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά

Σήμερα στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμομονωτικών υλικών, όπως:

- Εξηλασμένη πολυστερίνη.
- Διογκωμένη πολυστερίνη.
- Υαλοβάμβακας.
- Πολυουρεθάνη.
- Αφρώδες Γυαλί.
- Περλιτοειδή.
- Πετροβάμβακας.
- Φελλός.
- PVC.
- Κυψελωτό σκυρόδεμα.
- Θερμομονωτικά τούβλα.
- Πλάκες περλιτοϋαλου.

#### 1.5 ΤΥΠΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Ένα κτίριο πρέπει να θερμομονώνεται σε όλες τις εξωτερικές επιφάνειές του, κατακόρυφες και οριζόντιες που περικλείουν κλιματιζόμενους χώρους από τους οποίους είναι δυνατόν να διαφύγει θερμική ενέργεια (επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με ατμοσφαιρικό αέρα ή μη κλιματιζόμενους χώρους).

Ως εκ τούτου, τα πιο βασικά μέρη ενός κτιρίου τα οποία πρέπει να θερμομονώνονται είναι:

- Εξωτερική τοιχοποιία-δοκοί-υποστυλώματα.
- Εξωτερικά κουφώματα.
- Οροφές και στέγες.
- Δάπεδα εκτεθειμένα στο εξωτερικό περιβάλλον.
- Δομικά στοιχεία σε επαφή με μη κλιματιζόμενους χώρους.

#### 1.6 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ- ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ (Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας)

Οι απαιτήσεις για θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου καθορίζονται στο περί Απαιτήσεων Ελάχιστης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου Διάταγμα, που εκδίδεται από τον Υπουργό Εμπορίου δυνάμει του άρθρου 15(1) του περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων Νόμου του 2006 και δημοσιεύεται στην Επίσημη Εφημερίδα της Δημοκρατίας .

### 1.6.1 Πρόνοιες διατάγματος

Οι πρόνοιες του Διατάγματος θα πρέπει να εφαρμόζονται, για κάθε νέο κτίριο, καθώς και για κάθε κτίριο συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας άνω των χιλίων τετραγωνικών μέτρων που υφίσταται ριζική ανακαίνιση.

Το διάταγμα καθορίζει μέγιστους συντελεστές θερμοπερατότητας U για:

- τους εξωτερικούς τοίχους και στοιχεία της φέρουσας κατασκευής του κτιρίου (κολόνες, δοκοί και τοιχία) που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου. [**U<0,85 W/m<sup>2</sup>K**]
- τα εξωτερικά οριζόντια δομικά στοιχεία (δώματα, στέγες, εκτεθειμένα δάπεδα) και οροφές που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου. [**U<0,75 W/m<sup>2</sup>K**]
- δάπεδα υπερκείμενα κλειστού μη θερμαινόμενου υπόγειου ή ημιυπόγειου χώρου. [**U<2,00 W/m<sup>2</sup>K**]
- τα εξωτερικά κουφώματα (πόρτες, παράθυρα) που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου. [**U<3,8 W/m<sup>2</sup>K**]

## 1.7 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

### 1.7.1 Ορισμοί

#### Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ )

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι η ποσότητα θερμότητας που ρέει σε ένα δευτερόλεπτο, μια ώρα μέσα από τη στρώση ομοιογενούς υλικού επιφάνειας  $1\text{m}^2$ , όταν η θερμοκρασιακή πτώση κατά τη διεύθυνση ροής της θερμότητας είναι  $1^\circ\text{C}/\text{m}$ .

#### Θερμική αντίσταση ( $R$ )

Θερμική αντίσταση είναι η αντίσταση των στοιχείων στην ροή θερμότητας σε Watt διαμέσου ομοιογενούς υλικού για διαφορά θερμοκρασίας στις δυο πλευρές του στοιχείου  $1^\circ\text{C}$  και η μονάδα μέτρησης είναι  $(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$ .

#### Συντελεστής θερμοπερατότητας ( $U$ )

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του στοιχείου κατασκευής και δίδει την ποσότητα της θερμότητας σε Wh η οποία μεταδίδεται, σε σταθερή θερμική κατάσταση, ωριαία, από επιφάνεια  $1\text{m}^2$  του στοιχείου κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα που βρίσκεται σε επαφή με τις δυο πλευρές του στοιχείου είναι 1 βαθμός Κέλβιν. Ο συντελεστής αυτός

εξαρτάται από την επιφάνεια της κατασκευής, το πάχος και το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  των οικοδομικών υλικών και η μονάδα μέτρησης είναι  $W/(m^2K)$ .

## Κέλυφος κτιρίου

Κέλυφος κτιρίου είναι το σύνολο των επιφανειών των δομικών στοιχείων που περιβάλλουν τον θερμαινόμενο χώρο του κτιρίου.

## Θερμαινόμενος χώρος

Θερμαινόμενος χώρος είναι η κλειστή περιοχή για την οποία απαιτείται ενέργεια για επίτευξη και διατήρηση συνθηκών θερμικής άνεσης (θέρμανση, ψύξη).

### 1.7.2 Μεθοδολογία υπολογισμού συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον

#### 1.7.2.1 Γενικά

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου γίνεται για κάθε ένα δομικό στοιχείο ξεχωριστά (τοιχοί, πατώματα, οροφές και στέγες), σύμφωνα με το πρότυπο CYS EN ISO 6946: 1996.

Για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου που αποτελούνται από ομοιογενείς στρώσεις υλικών και διαχωρίζουν το εσωτερικό από το εξωτερικό περιβάλλον, ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_i$  δίνεται από τη εξίσωση :

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \quad [W / m^2K] \quad (1.1)$$

$R_{si}$ : η εσωτερική επιφανειακή αντίσταση (ανάμεσα στο εσωτερικό περιβάλλον και στην εσωτερική επίπεδη επιφάνεια του στοιχείου) (Πίν. 1.1) [m<sup>2</sup>K / W]

$R_{se}$ : η εξωτερική επιφανειακή αντίσταση (ανάμεσα στο εξωτερικό περιβάλλον και στην εξωτερική επίπεδη επιφάνεια του στοιχείου) (Πίν. 1.1) [m<sup>2</sup>K / W]

$d_i$ : πάχος υλικού [m]

$\lambda_i$ : θερμική αγωγιμότητα υλικού [W / m K]

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  ενός δομικού στοιχείου, τα υλικά που λαμβάνονται υπόψη είναι μόνο αυτά που συμβάλλουν ουσιαστικά στη διαμόρφωση της θερμικής αντίστασης του δομικού στοιχείου.

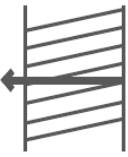

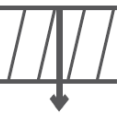
Υλικά με αμελητέα θερμική αντίσταση όπως π.χ. μπογιές, γόμες κ.λπ. μπορούν να αγνοηθούν κατά τον υπολογισμό της τελικής θερμικής αντίστασης του στοιχείου.



Οι επιφανειακές αντιστάσεις  $R_{si}$  και  $R_{se}$  επιλέγονται από τον Πίν. 1.1, ενώ η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα  $R_a$  επιλέγεται από τον Πίν. 1.2.1 ή τον Πίν. 1.2.2, ανάλογα με την περίπτωση.

### Επιφανειακές αντιστάσεις ( $R_{si}$ , $R_{se}$ )

**Πίνακας 1.1:** Τιμές αναφοράς επιφανειακών αντιστάσεων αδιαφανών δομικών στοιχείων (για συνθήκες η ανακλαστικές επιφάνειες, με συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας  $\epsilon > 0,8$ ).<sup>(\*)</sup>

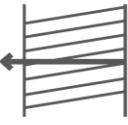

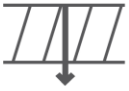
$R_{si}$ ( $m^2 K / W$ )			$R_{se}$ ( $m^2 K / W$ )
Διεύθυνση ροής θερμότητας			
			
0,13	0,10	0,17	0,04
ΣΗΜ. 1	Οριζόντια επίπεδη επιφάνεια ορίζεται η επιφάνεια με κλίση μέχρι και $\pm 30^\circ$ από το οριζόντιο επίπεδο.		
ΣΗΜ. 2	Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας για επίπεδα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου, όπου δεν ορίζεται η ροή θερμότητας, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι τιμές για οριζόντια ροή θερμότητας.		
ΣΗΜ. 3	Για συνθήκες που δεν ανταποκρίνονται στις πιο πάνω απαιτήσεις (π.χ. μη επίπεδες επιφάνειες), θα πρέπει οι συντελεστές $R_{si}$ και $R_{se}$ να υπολογίζονται με τη μέθοδο που περιγράφεται στο Πρότυπο CYS EN ISO 6946:1996.		

<sup>(\*)</sup>Ο πίνακας προέρχεται από τον οδηγό θερμομονώσεως κτιρίων 2007.

## Θερμική αντίσταση στρώματος αέρα ( $R_a$ )

$R_a$ : η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα που βρίσκεται εγκλωβισμένος στο στοιχείο (Πίν. 1.2.1 και Πίν. 1.2.2) [ $m^2 K / W$ ].

**Πίνακας 1.2.1:** Τιμές αναφοράς θερμικής αντίστασης στρώματος αέρα που βρίσκεται εγκλωβισμένος ενδιάμεσα σε αδιαφανή δομικά στοιχεία που έχουν επίπεδες μη ανακλαστικές επιφάνειες (μη αεριζόμενα στρώματα αέρα).<sup>(\*)</sup>

$R_a$ για ΜΗ ανακλαστική επιφάνεια και στις δύο πλευρές ( $\epsilon \geq 0,8$ ) ( $m^2 K / W$ )			
Πάχος στρώματος αέρα (mm)	Διεύθυνση ροής θερμότητας		
			
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,17	0,16	0,17
25	0,18	0,16	0,19
50	0,18	0,16	0,21
100	0,18	0,16	0,22
300	0,18	0,16	0,23

Ενδιάμεσες τιμές μπορούν να υπολογιστούν με τη μέθοδο της γραμμικής παρεμβολής

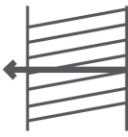

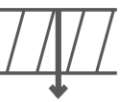
ΣΗΜ. 1

Οι πιο πάνω τιμές ισχύουν για στρώματα αέρα που:

- περιβάλλονται από δύο παράλληλες επιφάνειες που είναι κάθετες προς τη ροή θερμότητας για συνήθεις μη ανακλαστικές επιφάνειες, με συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας  $\epsilon \geq 0,8$  (για ανακλαστικές στην μία πλευρά επιφάνειες με συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας  $\epsilon < 0,2$ , βλ. Πίνακα 6.2.2)
- έχουν πάχος (παράλληλα με τη ροή θερμότητας) λιγότερο από 0,1 φορές το πάχος έκαστου των άλλων δύο διαστάσεων και όχι μεγαλύτερο από 0,3 m (για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας για επίπεδα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου με στρώματα αέρα πάχους μεγαλύτερο από 0,3 m θα πρέπει να ακολουθείται η μέθοδος που περιγράφεται στο Πρότυπο ISO/DIS 13789: 2005)
- δεν θα πρέπει να υπάρχει εναλλαγή αέρα με το εσωτερικό περιβάλλον

<sup>(\*)</sup> Ο πίνακας προέρχεται από τον οδηγό θερμομονώσεως κτιρίων 2007.

**Πίνακας 1.2.2:** Τιμές αναφοράς θερμικής αντίστασης στρώματος αέρα, που βρίσκεται εγκλωβισμένος στα αδιαφανή δομικά στοιχεία που έχουν επίπεδη επιφάνεια, εκ των οποίων η μία ανακλαστική επιφάνεια (μη αεριζόμενα στρώματα αέρα).<sup>(\*)</sup>

$R_a$ για ανακλαστική επιφάνεια στη μία πλευρά ( $\epsilon < 0,2$ ) ( $m^2 K / W$ )			
Πάχος στρώματος αέρα (mm)	Διεύθυνση ροής θερμότητας		
			
5	0,17	0,17	0,17
10	0,29	0,29	0,29
20	0,37	0,37	0,43
50-100	0,34	0,34	0,61
ΣΗΜ. 1	Για συνθήκες που δεν ανταποκρίνονται στις πιο πάνω απαιτήσεις θα πρέπει ο συντελεστής $R_a$ να υπολογίζεται με τη μέθοδο που περιγράφεται στο Πρότυπο EN ISO 6946:1996.		
ΣΗΜ. 2	Οριζόντια επίπεδη επιφάνεια ορίζεται η επιφάνεια με κλίση μέχρι και $\pm 30^\circ$ από το οριζόντιο επίπεδο.		

**1.7.2.2 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικών τοίχων και στοιχείων της φέρουσας κατασκευής (κολόνες, δοκοί και τοιχία) που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου**

Το κτίριο όπου θα πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας βρίσκεται στην περιοχή της Λευκάδας και περιγραφή του ακολουθεί σε επόμενο κεφάλαιο (1.8).

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας της εξωτερικής τοιχοποιίας καθώς επίσης και των εξωτερικών κολόνων, δοκών και τοιχίων σε ένα κτίριο, θα πρέπει να γίνεται με βάση τη μαθηματική Εξ. 1.1 που δίνεται πιο πάνω. Για τον υπολογισμό αυτό, ο μελετητής θα πρέπει να γνωρίζει τα ακόλουθα:

- (α) Το πάχος ( $d$ ) των υλικών που αποτελούν το δομικό στοιχείο και
- (β) Το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  των υλικών.

<sup>(\*)</sup>Ο πίνακας προέρχεται από τον οδηγό θερμομονώσεως κτιρίων 2007.

Εάν τα υλικά κατασκευής δεν συνοδεύονται από κατάλληλο πιστοποιητικό από διαπιστευμένο εργαστήριο στο οποίο να αναγράφεται η θερμική αγωγιμότητά τους, τότε χρησιμοποιούνται οι τιμές του Πίνακα στο Παράρτημα Α του οδηγού θερμομονώσεως 2007. Στο παρόν κεφάλαιο θα επιλεγούν τιμές συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  των υλικών από το Παράρτημα Α του οδηγού θερμομονώσεως 2007.

Οι θερμικές επιφανειακές αντιστάσεις  $R_{si}$  και  $R_{se}$ , λαμβάνονται από τον Πίν. 1.1 και για συνηθισμένες περιπτώσεις το  $R_{si}=0,13$  και το  $R_{se}=0,04$ . Στον Πίν. 1.3 βρίσκονται συγκεντρωμένα τα χαρακτηριστικά των υλικών όπου χρησιμεύουν για την εύρεση του συντελεστή θερμοπερατότητας. Σύμφωνα με τις τιμές του Πίν. 1.3 και την Εξ. 1.1 προκύπτει με τις παρακάτω πράξεις ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  ( $W/m^2K$ ) ως εξής:

Υπολογισμοί :

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} = \frac{1}{0,13 + \frac{0,02}{1,39} + \frac{0,1}{0,4} + \frac{0,06}{0,04} + \frac{0,02}{1,39} + 0,04} = 0,513 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

Άρα ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικών τοίχων της φέρουσας κατασκευής του κτιρίου προκύπτει  $U=0,513$  ( $W/m^2K$ ). Επομένως ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U < 0,85$  ( $W/m^2K$ ).

**Πίνακας 1.3:** Εξωτερικός τοίχος από τρυπητό τούβλο, με θερμομόνωση εξωτερικά (διογκωμένη πολυστερίνη), σοβατισμένος εσωτερικά και εξωτερικά.

Τύπος κατασκευής		Τοίχος, θερμομονωμένος εξωτερικά			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/m K)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R (m <sup>2</sup> K/W)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
1	Επίχρισμα (τσιμεντοκονίαμα)	0,020	1,39	0,014	
2	Τούβλο	0,100	0,40	0,250	
3	Θερμονωτικό υλικό	0,060	0,04	1,500	
4	Επίχρισμα (τσιμεντοκονίαμα)	0,020	1,39	0,014	
5	(*)				
Ροή Θερμότητας		R <sub>si</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> K)	
Οριζόντια		0,13	0,04	0,513	
Σημείωση		Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι <b>U ≤ 0,85 (W/m<sup>2</sup>K)</b> .			

(\*) Υλικά με αμελητέα θερμική αντίσταση όπως π.χ. μιογιές, γόμες κ.λπ. δεν έχουν ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό της τελικής θερμικής αντίστασης του στοιχείου.

### 1.7.2.3 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικών οριζόντιων δομικών στοιχείων (δώματα, στέγες, εκτεθειμένα δάπεδα) και οροφών που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας των εξωτερικών οριζόντιων δομικών στοιχείων ενός κτιρίου (δώματα, στέγες, δάπεδα και οροφές), θα πρέπει να ακολουθείται η ίδια μέθοδος που περιγράφεται στο κεφαλαίο 1.7.2 (Εξ. 1.1).

Οι θερμικές επιφανειακές αντιστάσεις  $R_{si}$  και  $R_{se}$ , λαμβάνονται από τον Πίν. 1.1. Για συνηθισμένες περιπτώσεις οροφών το  $R_{si}=0,10$  και το  $R_{se}=0,04$ , ενώ για συνηθισμένες περιπτώσεις δαπέδων είναι το  $R_{si}=0,17$  και το  $R_{se}=0,04$ .

Όταν κεκλιμένη οροφή έχει κλίση μέχρι και  $30^\circ$  από το οριζόντιο επίπεδο, τότε αυτή θεωρείται οριζόντια και η διεύθυνση της ροής θερμότητας λαμβάνεται από τον Πίν. 1.1 ως κατακόρυφη προς τα πάνω, οπότε το  $R_{si}=0,10$  και το  $R_{se}=0,04$ .

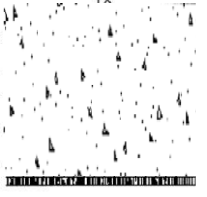
Όταν κεκλιμένη οροφή έχει κλίση μεγαλύτερη από  $30^\circ$  από το οριζόντιο επίπεδο, τότε αυτή θεωρείται κάθετη και η διεύθυνση της ροής θερμότητας λαμβάνεται από τον Πίν. 1.1 ως οριζόντια, οπότε  $R_{si}=0,13$  και το  $R_{se}=0,04$ . Στον Πίν. 1.4 βρίσκονται συγκεντρωμένα τα χαρακτηριστικά των υλικών όπου χρησιμεύουν για την εύρεση του συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής. Σύμφωνα με τις τιμές του Πίν.1.4 και την Εξ.1.1 προκύπτει με τις παρακάτω πράξεις ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  ( $W/m^2K$ ) ως εξής:

Υπολογισμοί :

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} = \frac{1}{0,10 + \frac{0,125}{2,50} + \frac{0,025}{1,39} + 0,04} = 4,810 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

Άρα ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής του κτιρίου προκύπτει  $U=4,810$  ( $W/m^2K$ ). Επομένως δεν ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,75$  ( $W/m^2K$ ).

**Πίνακας 1.4:** Οριζόντια πλάκα (Οροφή), σοβαντισμένη εσωτερικά.

Τύπος κατασκευής		Οριζόντια πλάκα			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού $d$ (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού $\lambda$ (W/m K)	Θερμική Αντίσταση Υλικού $R$ ( $m^2 K/W$ )	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	0,125	2,50	0,050	
2	Επίχρισμα (τσιμεντοκονίαμα)	0,025	1,39	0,018	
3	(*)				
Ροή Θερμότητας		$R_{si}$ ( $m^2K/W$ )	$R_{se}$ ( $m^2K/W$ )	Συντελεστής Θερμοπερατότητας $U$ ( $W/m^2K$ )	
Οριζόντια		0,10	0,04	4,810	
Σημείωση		<b>Δεν ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι <math>U \leq 0,75</math> (<math>W/m^2K</math>).</b>			

(\*) Υλικά με αμελητέα θερμική αντίσταση όπως π.χ. μπογιές, γόμες κ.λπ. δεν έχουν ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό της τελικής θερμικής αντίστασης του στοιχείου.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας των δαπέδων υπερκείμενων κλειστού μη θερμαινόμενου υπόγειου ή ημιυπόγειου χώρου, θα πρέπει να ακολουθείται η ίδια μέθοδος που περιγράφεται στο κεφαλαίο 1.7.2 (Εξ. 1.1).

Στον Πίν.1.5 βρίσκονται συγκεντρωμένα τα χαρακτηριστικά των υλικών όπου χρησιμεύουν για την εύρεση του συντελεστή θερμοπερατότητας του δαπέδου. Σύμφωνα με τις τιμές του Πίν.1.5 και την Εξ. 1.1 προκύπτει με τις παρακάτω πράξεις ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  ( $W/m^2K$ ) ως εξής:

Υπολογισμοί :

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,02}{2,70} + \frac{0,03}{0,2} + \frac{0,04}{0,04} + \frac{0,02}{1,39} + \frac{0,14}{2,5} + 0,17}$$

$$= 0,632 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

Άρα ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής προκύπτει  $U=0,632$  ( $W/m^2K$ ). Επομένως ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,75$  ( $W/m^2K$ ).



**Πίνακας 1.5:** Δάπεδο από οπλισμένο σκυρόδεμα με θερμομόνωση (διογκωμένη πολυστερίνη), υπερκείμενο κλειστού υπόγειου χώρου.

Τύπος κατασκευής		Δάπεδο			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού $d$ (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού $\lambda$ (W/m K)	Θερμική Αντίσταση Υλικού $R$ ( $m^2 K/W$ )	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
1	Μάρμαρο Γρανίτης	0,020	2,70	0,007	
2	Ελαφρομπετόν	0,030	0,20	0,150	
3	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	0,140	2,50	0,060	
4	Θερμομονωτικό υλικό	0,040	0,04	1,000	
5	Επίχρισμα (τσιμεντοκονίαμα)	0,020	1,39	0,014	
6	(1)				
Ροή Θερμότητας		$R_{si}$ ( $m^2K/W$ )	$R_{se}$ ( $m^2K/W$ )	Συντελεστής Θερμοπερατότητας $U$ ( $W/m^2K$ )	
Κάθετη		0,17	0,17 <sup>(2)</sup>	0,632	
Σημείωση		<b>Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι <math>U \leq 2,00</math>.</b>			

<sup>(1)</sup> Υλικά με αμελητέα θερμική αντίσταση όπως π.χ. μπουγιές, γόμες κ.λπ. δεν έχουν ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό της τελικής θερμικής αντίστασης του στοιχείου.

<sup>(2)</sup> Το στοιχείο δεν βρίσκεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον αλλά με γειτονικό κλειστό χώρο, συνεπώς η τιμή του δίνεται στο  $R_{se}$  αντιστοιχεί στην εσωτερική θερμική επιφανειακή αντίσταση.

### **1.7.3 Μεθοδολογία υπολογισμού συντελεστών θερμοπερατότητας εξωτερικών κουφωμάτων που συνιστούν μέρος του κελύφους**

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων, (ανοιγόμενων, συρόμενων ή σταθερών) υπολογίζεται αριθμητικά με τη μέθοδο που περιγράφεται στο πρότυπο EN ISO 10077.

Εναλλακτική μέθοδος στην αριθμητική είναι η πειραματική μέθοδος μέτρησης ολόκληρου του κουφώματος (παραθύρου ή θύρας) με βάση το πρότυπο ISO 12567-1 ή για παράθυρο οροφής με βάση το πρότυπο ISO 12567-2.

Η αριθμητική μέθοδος υπολογισμού βασίζεται στα πιο κάτω τέσσερα συστατικά μέρη του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας:

#### **1. Υαλοστάσια**

Για στοιχεία που περιλαμβάνουν υαλοστάσια, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοστασίου υπολογίζεται αριθμητικά με βάση το πρότυπο EN 673 ή πειραματικά με βάση τα πρότυπα EN 674 ή EN 675.

#### **2. Αδιαφανείς επιφάνειες**

Για στοιχεία που περιλαμβάνουν αδιαφανείς επιφάνειες, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των επιφανειών υπολογίζεται αριθμητικά με βάση τα πρότυπα ISO 6946 ή/ και ISO 10211 ή πειραματικά με βάση τα πρότυπα ISO 8301 ή/ και ISO 8202.

#### **3. Πλαίσια**

Για τα πλαίσια ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται αριθμητικά με βάση το πρότυπο ISO 10077-2 ή πειραματικά με βάση το πρότυπο EN 12412-2 ή εξασφαλίζεται από το παράρτημα D του προτύπου ISO 10077-1.

#### **4. Γραμμικός συντελεστής θερμοπερατότητας**

Για το σημείο επαφής πλαισίου / υαλοστασίου, ο γραμμικός συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται αριθμητικά με βάση το πρότυπο ISO 10077-2 ή εξασφαλίζεται από το παράρτημα E του προτύπου ISO 10077-1.

Πιο αναλυτικές εξισώσεις για τον υπολογισμό της ροής θερμότητας διαμέσου των παραθύρων δίδονται στο πρότυπο ISO 15099.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του Curtain Walling δύναται να υπολογιστεί αριθμητικά με βάση το πρότυπο pr EN 13947.

Στο πρότυπο EN 13241-1 δίδονται οι διαδικασίες που εφαρμόζονται σε θύρες οι οποίες έχουν σκοπό να προσφέρουν πρόσβαση σε χώρους όπως αποθήκες ή χώρους στάθμευσης.

Σημειώνεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις οι πιο πάνω μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν εάν οι κατασκευαστές των μερών που αποτελούν τα κουφώματα (παράθυρα-θύρες) δεν είναι σε θέση να προσκομίσουν κατάλληλα πιστοποιητικά με τα θερμικά χαρακτηριστικά τους.

Στις περιπτώσεις όπου είναι διαθέσιμα τα κατάλληλα πιστοποιητικά, τότε αυτά θα πρέπει να βασίζονται στα πιο πάνω πρότυπα και να έχουν εκδοθεί από διαπιστευμένα για το σκοπό αυτό εργαστήρια.

## Σύντομος τρόπος υπολογισμού

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων μπορεί να υπολογιστεί γρήγορα και απλά χρησιμοποιώντας τους Πίν. 6.6.1 / 6.6.2 – για συνηθισμένους τύπους εξαρτημάτων διαχωρισμού υαλοπινάκων (common types of glazing space bars) ή τους Πίν. 6.6.3 / 6.6.4 – για τύπους εξαρτημάτων διαχωρισμού υαλοπινάκων βελτιωμένης θερμικής απόδοσης (glazing space bars with improved thermal performance), όπως αυτοί παρουσιάζονται στο πρότυπο CYS EN ISO 10077-1:2006.

Οι Πίν. 6.6.1, 6.6.2, 6.6.3 και 6.6.4 ισχύουν για κουφώματα τα οποία:

1. Είναι εγκατεστημένα κάθετα ή οριζόντια.
2. Έχουν εμβαδόν πλαισίου 20% ή 30% σε σχέση με το ολικό εμβαδόν του κουφώματος.<sup>(\*)</sup>

Για να καταστεί δυνατός ο υπολογισμός του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος με βάση τους Πίν. 6.6.1, 6.6.2, 6.6.3 και 6.6.4, θα πρέπει ο μελετητής να έχει στη διάθεσή του, τουλάχιστον τα ακόλουθα δεδομένα:

### (α) Την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοστασίου του κουφώματος, $U_g$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοστασίου μπορεί να βρεθεί από τον Πίν. 6.4, εφόσον υπάρχουν διαθέσιμες οι ακόλουθες πληροφορίες:

- Κατά πόσον το υαλοστάσιο είναι μονό, διπλό ή τριπλό.
- Κατά πόσον υπάρχει ή όχι στρώση χαμηλής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (low-emissivity layer) στους υαλοπίνακες και σε πόσες επιφάνειες.
- Ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας «ε» του υαλοστασίου.
- Το πάχος των υαλοπινάκων και το διάκενο μεταξύ τους.
- Το είδος του αερίου που υπάρχει στο διάκενο.

### (β) Την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος, $U_f$ .

Σε περίπτωση που το υλικό κατασκευής του πλαισίου είναι από μέταλλο (π.χ. αλουμίνιο) χωρίς φράγμα ροής θερμότητας (thermal break), τότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου ισούται με:

$$U_f = 7,0 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Σε περίπτωση που το υλικό κατασκευής του πλαισίου είναι από πλαστικό (π.χ. PVC), τότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου δίδεται στον Πίν. 6.5. Σε περίπτωση που το υλικό κατασκευής του πλαισίου είναι είτε από ξύλο, είτε υπάρχει

---

(\*)

• Εάν το εμβαδόν πλαισίου είναι < 25% σε σχέση με το ολικό εμβαδόν του κουφώματος, τότε να επιλέγεται ο πίνακας για ποσοστό 20%.

• Εάν το εμβαδόν πλαισίου είναι > 25% σε σχέση με το ολικό εμβαδόν του κουφώματος, τότε να επιλέγεται ο πίνακας για ποσοστό 30%.

φράγμα ροής θερμότητας (thermal break), τότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου υπολογίζεται με βάση τους πίνακες και τη μέθοδο υπολογισμού που περιγράφεται στο πρότυπο CYS EN ISO 10077-1:2006.

**(γ) Τον τύπο του εξαρτήματος διαχωρισμού υαλοπινάκων,** (αν δηλαδή είναι συνηθισμένου τύπου ή βελτιωμένης θερμικής απόδοσης).

**(δ) Το ποσοστό του εμβαδού του πλαισίου σε σχέση με το συνολικό εμβαδόν του κουφώματος,** (αν δηλαδή είναι 20% ή 30%). S EN ISO 10077-1:2006.

**Πίνακας 1.6:** Συντελεστές θερμοπερατότητας διπλών και τριπλών υαλοστασίων με διαφορετικούς τύπους αερίων στο διάκενο.

Υαλοστάσια				Συντελεστής Θερμοπερατότητας για διαφορετικούς τύπους αερίων στο διάκενο <sup>a</sup> $U_g$				
Τύπος	Υαλοπίνακας	Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας(ε)	Διαστάσεις mm	Αέρας (Air)	Αργό (Argon)	Κρυπτόν (Krypton)	SF <sub>6</sub> 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 μία 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 μία 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

Υαλοστάσια				Συντελεστής Θερμοπερατότητας για διαφορετικούς τύπους αερίων στο διάκενο <sup>a</sup> U <sub>g</sub>				
Τύπος	Υαλοπίνακας	Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας(ε)	Διαστάσεις mm	Αέρας (Air)	Αργό (Argon)	Κρυπτόν (Krypton)	SF <sub>6</sub> <sup>b</sup>	Ξέον (Xenon)
Τριπλή Υαλοστάσια	Με προστασία σε δύο πλευρές	≤0,89	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	≤0,2	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	≤0,2	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
<p>ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας στον πίνακα έχουν υπολογιστεί με βάση το πρότυπο EN673. Ισχύουν για τους συντελεστές εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας και συγκέντρωσης αερίων που αναφέρονται. Ο συντελεστής θερμικής ακτινοβολίας και οι συγκεντρώσεις αερίων δύναται να διαφοροποιηθούν με την πάροδο του χρόνου. Διαδικασίες για την εκτίμηση του φαινομένου της γήρανσης των θερμικών χαρακτηριστικών των μονάδων υαλοστασίων δίδονται στο πρότυπο EN 1279-1<sup>[12]</sup> και EN 1279-3<sup>[13]</sup>.</p> <p><sup>a</sup> Συγκέντρωση αερίου  <sup>b</sup> Η χρήση SF<sub>6</sub> απαγορεύεται σε κάποιες περιπτώσεις</p>								

(\*)

(\*) Ο πίνακας προέρχεται από τον οδηγό θερμομονώσεως κτιρίων 2007.

**Πίνακας 1.7.1:** Συντελεστές θερμοπερατότητας για κουφώματα με ποσοστό εμβαδού πλαισίου ως προς το συνολικό εμβαδόν του κουφώματος 20% για συνηθισμένου τύπου εξαρτημάτων διαχωρισμού υαλοπινάκων.<sup>(\*)</sup>

Τύπος Υαλοστασίου	U <sub>g</sub> W/(m <sup>2</sup> .K)	Συντελεστές θερμοπερατότητας για συνηθισμένου τύπου εξαρτημάτων διαχωρισμού υαλοπινάκων (spacer bars) U <sub>f</sub> W/(m <sup>2</sup> .K)													
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Μονό	5,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0	
Διπλό ή Τριπλό	3,3	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,1	
	3,2	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	4,0	
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9	
	3,0	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9	
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,8	
	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,7	
	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,6	
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,1	3,5	
	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,5	2,8	2,9	3,0	3,5	
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,4	2,7	2,8	2,9	3,4	
	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,4	2,7	2,7	2,8	3,3	
	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,6	2,7	2,7	3,2	
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,7	3,1	
	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1	
	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1	
	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	3,0	
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9	
	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,8	
	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7	
	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7	
1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6		
1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5		
1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,4		
1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3		
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3		
0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2		
0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1		
0,6	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,0		
0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9		

**Σημείωση:** Ορισμός για κάθετα παράθυρα  $90^\circ \geq \alpha \geq 60^\circ$  όπου  $\alpha$  η γωνία εγκατάστασης του παραθύρου. Στις περιπτώσεις όπου τα παράθυρα δεν είναι κάθετα δηλ.  $60^\circ \geq \alpha \geq 0^\circ$  και οι κατασκευαστές δεν είναι σε θέση να προσκομίσουν κατάλληλα πιστοποιητικά με τα θερμικά τους χαρακτηριστικά (U<sub>g</sub> και U<sub>f</sub>), για σκοπούς υπολογισμού του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας να χρησιμοποιούνται οι πιο πάνω τιμές.

<sup>(\*)</sup>Ο πίνακας προέρχεται από τον οδηγό θερμομονώσεως κτιρίων 2007.

**Πίνακας 1.7.2:** Συντελεστές θερμοπερατότητας για κουφώματα με ποσοστό εμβαδού πλαισίου ως προς το συνολικό εμβαδόν του κουφώματος 30% για τύπους εξαρτημάτων διαχωρισμού υαλοπινάκων βελτιωμένης θερμικής απόδοσης.<sup>(\*)</sup>

Τύπος Υαλοστασίου	U <sub>g</sub> W/(m <sup>2</sup> .K)	Συντελεστές θερμοπερατότητας για συνηθισμένου τύπου εξαρτημάτων διαχωρισμού υαλοπινάκων (spacer bars) U <sub>f</sub> W/(m <sup>2</sup> .K)													
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Μονό	5,7	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1	
Διπλό ή Τριπλό	3,3	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4	
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	4,4	
	3,1	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3	
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	4,2	
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,2	
	2,8	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	4,1	
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0	
	2,6	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,9	3,0	3,1	3,9	
	2,5	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	2,9	3,0	3,9	
	2,4	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,0	3,8	
	2,3	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,7	2,8	2,9	3,7	
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,7	
	2,1	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,8	3,6	
	2,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,6	
	1,9	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5	
	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,5	
	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,4	
	1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	
	1,5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2	
	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,2	
1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1		
1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0		
1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	3,0		
1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9		
0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8		
0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,8		
0,7	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7		
0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6		
0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5		

**Σημείωση:** Ορισμός για κάθετα παράθυρα  $90^\circ \geq \alpha \geq 60^\circ$  όπου  $\alpha$  η γωνία εγκατάστασης του παραθύρου. Στις περιπτώσεις όπου τα παράθυρα δεν είναι κάθετα δηλ.  $60^\circ \geq \alpha \geq 0^\circ$  και οι κατασκευαστές δεν είναι σε θέση να προσκομίσουν κατάλληλα πιστοποιητικά με τα θερμικά τους χαρακτηριστικά (U<sub>g</sub> και U<sub>f</sub>), για σκοπούς υπολογισμού του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας να χρησιμοποιούνται οι πιο πάνω τιμές.

<sup>(\*)</sup> Ο πίνακας προέρχεται από τον οδηγό θερμομονώσεως κτιρίων 2007.



### 1.7.3.1 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας παραθύρων

Δεδομένα:

#### 1. Συντελεστής Θερμοπερατότητας Υαλοστασίου $U_g$

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Διπλό.
- Πάχος Υαλοπινάκων - 4mm.
- Διάκενο - 12 mm.
- Είδος αερίου στο διάκενο – Αέρας.
- Συνήθης υαλοπίνακας (χωρίς προστασία) με συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ( $\epsilon$ ) = 0,89.

Με βάση τα πιο πάνω δεδομένα η τιμή για το συντελεστή θερμοπερατότητας υαλοστασίου  $U_g$  επιλέγεται από τον Πίν. 1.6 και είναι  $U_g = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### 2. Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου $U_f$

- Υλικό κατασκευής πλαισίου - Αλουμίνιο χωρίς φράγμα ροής θερμότητας

Με βάση το πρότυπο EN ISO 10077-1 στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν δεδομένα από τον κατασκευαστή και το υλικό κατασκευής του πλαισίου είναι μέταλλο χωρίς φράγμα ροής θερμότητας τότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι  $U_f = 7,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### 3. Εξαρτήματα συνένωσης υαλοστασίων

- Κοινού τύπου (δεν πληρούν το κριτήριο ώστε να θεωρούνται θερμικά βελτιωμένα).

#### 4. Ποσοστό πλαισίου ως προς το συνολικό εμβαδόν του κουφώματος

- 20%<sup>(\*)</sup>

Με βάση τα πιο πάνω δεδομένα, ο κατάλληλος Πίνακας για την επιλογή του συνολικού συντελεστή θερμοπερατότητας είναι ο Πίν. 1.7.1. Με δεδομένο το  $U_g = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  στον κάθετο άξονα και  $U_f = 7,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  στον οριζόντιο άξονα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος είναι ίσος με  $3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ικανοποιείται η απαίτηση που είναι  $U < 3,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

(\*)

• Εάν το εμβαδόν πλαισίου είναι < 25% σε σχέση με το ολικό εμβαδόν του κουφώματος, τότε να επιλέγεται ο πίνακας για ποσοστό 20%.

• Εάν το εμβαδόν πλαισίου είναι > 25% σε σχέση με το ολικό εμβαδόν του κουφώματος, τότε να επιλέγεται ο πίνακας για ποσοστό 30%.

### 1.7.3.2 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας θυρών

Δεδομένα:

#### 1. Συντελεστής Θερμοπερατότητας Υαλοστασίου $U_g$

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Διπλό
- Πάχος Υαλοπινάκων - 4mm
- Διάκενο - 12 mm
- Είδος αερίου στο διάκενο - Αέρας
- Υαλοπίνακας με προστασία στην μια πλευρά με συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ( $\epsilon$ )  $\leq 0,05$ .

Με βάση τα πιο πάνω δεδομένα η τιμή για το συντελεστή θερμοπερατότητας υαλοστασίου  $U_g$  επιλέγεται από τον Πίν. 1.6 και είναι  $U_g = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### 2. Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου $U_f$

- Υλικό κατασκευής πλαισίου - Αλουμίνιο χωρίς φράγμα ροής θερμότητας

Με βάση το πρότυπο EN ISO 10077-1 στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν δεδομένα από τον κατασκευαστή και το υλικό κατασκευής του πλαισίου είναι μέταλλο χωρίς φράγμα ροής θερμότητας τότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι  $U_f = 7,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### 3. Εξαρτήματα συνένωσης υαλοστασίων

- Κοινού τύπου (Δεν πληρούν το κριτήριο ώστε να θεωρούνται θερμικά βελτιωμένα).

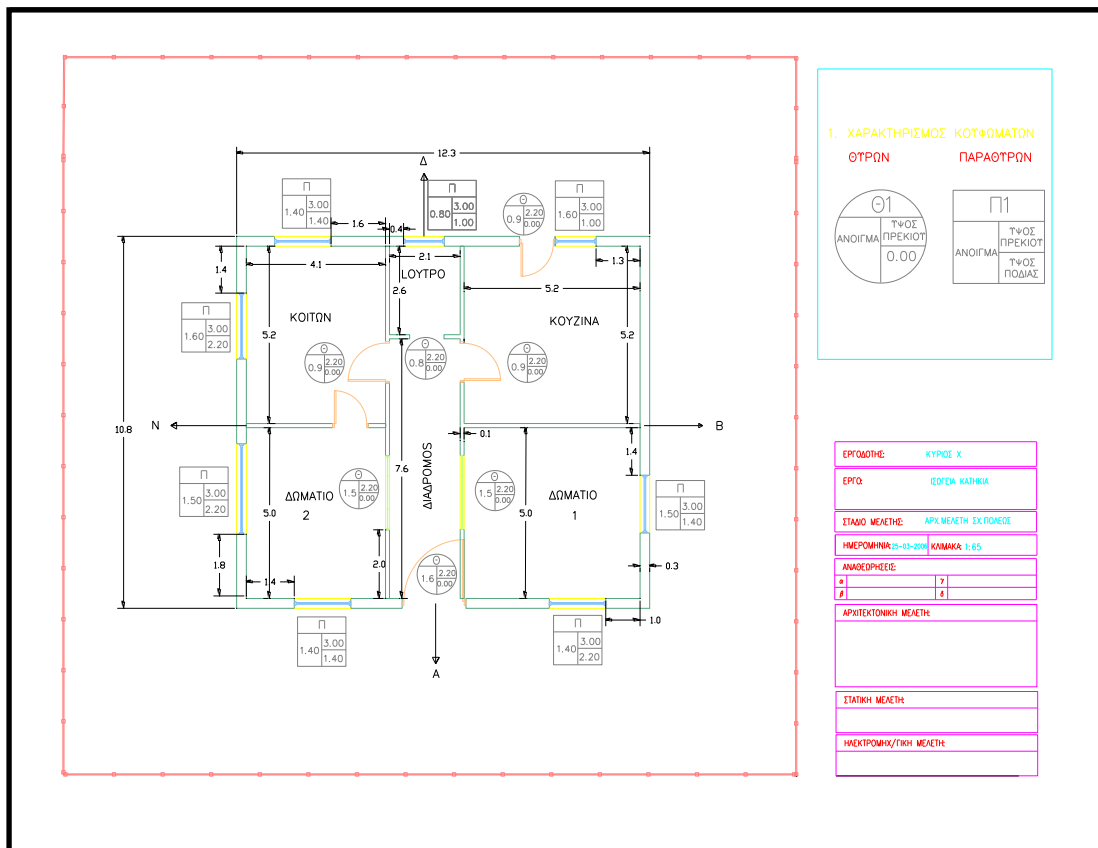
#### 4. Ποσοστό πλαισίου ως προς το συνολικό εμβαδόν του κουφώματος

- 30%

Με βάση τα πιο πάνω δεδομένα, ο κατάλληλος Πίνακας για την επιλογή του συνολικού συντελεστή θερμοπερατότητας είναι ο Πίν. 1.7.2. Με δεδομένο το  $U_g = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  στον κάθετο άξονα και  $U_f = 7,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  στον οριζόντιο άξονα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος είναι ίσος με  $3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ικανοποιείται η απαίτηση που είναι  $U < 3,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## 1.8 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΠΟΙΟ ΘΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΟΥΝ ΟΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

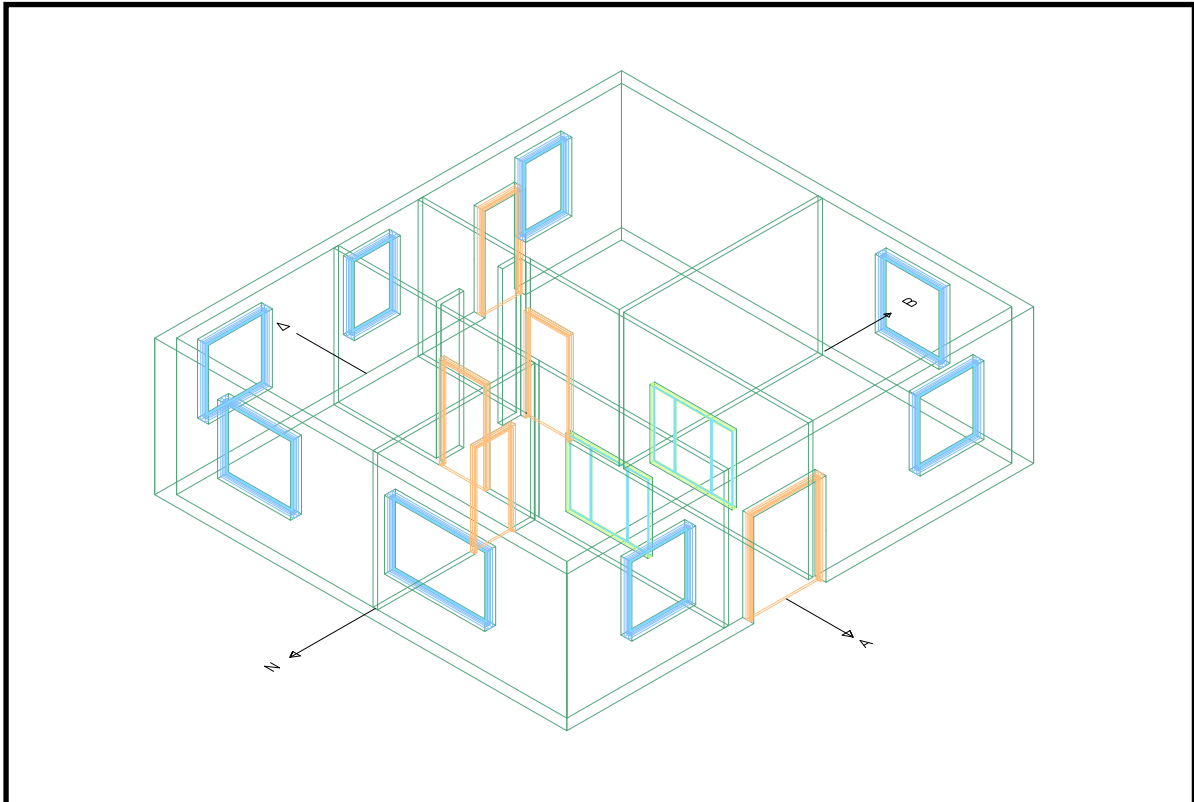
Το κτίριο στο οποίο θα υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες βρίσκεται στην Νότιο Λευκάδα. Επρόκειτο για ισόγεια κατασκευή με διαστάσεις  $10,8 \cdot 12,3 \cdot 3,5$  (m), πλήρως εκτεθειμένη σε όλους του προσανατολισμούς όπως παρατηρούμε στις Εικ. 1.1 και 1.2. Τα υλικά του κελύφους του κτιρίου και τα χαρακτηριστικά τους είναι αυτά των Πιν. 1.3, 1.4, 1.5 και υποκεφαλαίων 1.7.3.1 & 1.7.3.2.



Εικόνα 1.1: Κάτοψη κτιρίου. <sup>(1), (2)</sup>

<sup>(1)</sup> Στο σχέδιο δεν έχει τηρηθεί κλίμακα.

<sup>(2)</sup> Το σχέδιο έγινε στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD Architecture.



**Εικόνα 1.2:** Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου.<sup>(1)</sup>

## 1.9 ΟΔΗΓΙΕΣ & ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΕΝΤΥΠΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Στο άνω αριστερό του εντύπου του Σχήματος 1.1, σελ. 31, τίθεται η σφραγίδα του μελετητή ή του τεχνικού γραφείου το οποίο φέρει την ευθύνη της μελέτης. Παράλληλα της λέξεως «Μελέτη» αναφέρεται το είδος της οικοδομής (οικία, ξενοδοχείο, νοσοκομείο κ.λπ.), ο ιδιοκτήτης και η περιοχή (ολοκληρωμένη διεύθυνση).

Παραπλεύρως της λέξεως «Φύλλο» τοποθετείτε ο αύξων αριθμός των φύλλων υπολογισμού, για την ευχερή ταξινόμηση τους κατά την εξέλιξη της μελέτης. Η λέξη Όροφος συμπληρώνεται με τις λέξεις Υπόγειο, Ισόγειο, κ.λπ.

Η συμπλήρωση αυτών των στοιχείων είναι απαραίτητη, για να εξασφαλισθεί η ομαλή πρόοδος της μελέτης και να μειωθεί η πιθανότητα σφάλματος.

Οι δύο κύριες κατηγορίες που χωρίζεται ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών είναι:

Ο πρώτος λόγο αγωγιμότητας  $Q_T$  (στήλες 1 έως 16) και την εκ των υστέρων (από κάτω) προσθήκη των απωλειών αερισμού  $Q_L$ . Για τη συμπλήρωση των στηλών 1 έως 16 ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

1. Σε αυτή την στήλη (1) τίθεται συντομογραφικά το «είδος επιφάνειας» για όσες επιφάνειες πρέπει να υπολογιστούν οι απώλειες θερμότητας. (Τεξ, Π, Θ, Ορ, Δ).<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Το σχέδιο έγινε στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD Architecture.

<sup>(2)</sup> Τεξ = εξωτερικός τοίχος, Π = παράθυρο, Θ = θύρα, Ορ = οροφή, Δ = δάπεδο

2. Στη στήλη (2) τίθεται συντομογραφικά ο προσανατολισμός του χώρου (B, N, A, Δ).<sup>(1)</sup>

3. Σε αυτή την στήλη (3) τίθεται το πάχος της “επιφάνειας” (σε cm) εάν αυτή είναι τοίχωμα.

4. Στις στήλες (4) μέχρι και (8) υπολογίζεται το εμβαδόν της “επιφάνειας” της στήλης (1). Στη στήλη (4) γράφεται το μήκος της (σε m).

5. Γράφεται σε αυτή την στήλη (5) το ύψος ή το πλάτος (σε m).

6. Σε αυτή την στήλη (6) γράφεται το γινόμενο των στηλών (4) και (5) το οποίο, προκειμένου περί συνεχούς επιφάνειας αντιπροσωπεύει το εμβαδόν (σε m<sup>2</sup>).

7. Η στήλη (7) συμπληρώνεται όταν ο χώρος διαθέτει όμοιες επιφάνειες, γράφεται εδώ ο αριθμός των ομοίων αυτών επιφανειών. Στις περιπτώσεις που υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες για δύο όμοια ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες), η στήλη (8) παραμένει κενή και το γινόμενο των στηλών (6) και (7) γράφεται στην (9) ως τελική επιφάνεια.

8. Εάν μελετάται η επιφάνεια ενός τοιχώματος το οποίο εμπεριέχει κουφώματα, το εμβαδόν των κουφωμάτων του αθροίζεται και γράφεται στην στήλη (8). Το εμβαδόν αυτό ονομάζεται ως «αφαιρούμενη επιφάνεια», διότι πρέπει να αφαιρεθεί από «μεικτό» εμβαδόν του τοιχώματος που γράφηκε στη στήλη (6). Το μετά την αφαίρεση προκύπτον εμβαδόν, γράφεται στην στήλη (9).

9. Στην στήλη αυτή (9) γράφονται τα τελικά εμβαδά, τα οποία αντιστοιχούν σε καθορισμένο είδος επιφάνειας για την οποία οι Πίνακες δίδουν τον συντελεστή θερμοπερατότητας, ο οποίος γράφεται στη στήλη (10).

10. Εδώ γράφονται οι κατάλληλοι συντελεστές θερμοπερατότητας όπως προκύπτουν από τους Πίν. 1.3, 1.4, 1.5 & τα αποτελέσματα των υπολογισμών των υποκεφαλαίων 1.7.3.1, 1.7.3.2.

11. Η διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta t$  (σε °C) μεταξύ των δύο χώρων τους οποίους χωρίζει το εξεταζόμενο τοίχωμα, προσδιορίζεται με την βοήθεια των Πίν. 1.3.4 (σελ.1.12), 1.3.5 (σελ.1.12), 1.4.1 (σελ. 1.43)<sup>(2)</sup>. Ο Πίν. 1.3.4 δίδει την επιθυμητή θερμοκρασία των χώρων (σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ.), ο Πίν. 1.3.5 συνιστώμενες θερμοκρασίες σχεδιασμού για εγκαταστάσεις θερμάνσεως (σύμφωνα με την Τ.Ο.ΤΕΕ 2425) και ο Πίν. 1.4.1 την πιθανή χαμηλότερη χειμερινή θερμοκρασία για τις διάφορες πόλεις της Ελλάδος. Στην παρούσα εργασία θεωρήθηκε ότι η εσωτερική θερμοκρασία όλων των εσωτερικών χώρων είναι 20 °C από τον Πίν.1.3.4 (σελ. 1.12) και ότι η συνιστώμενη θερμοκρασία υπολογισμού για την εξωτερική θερμοκρασία της περιοχής όπου βρίσκεται η οικία (ΛΕΥΚΑΔΑ) είναι 0 °C που βρίσκεται από τον Πίν. 4.5.1 σελ. 4.43. Άρα η διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta t$  (σε °C) μεταξύ των δύο χώρων τους οποίους χωρίζει το εξεταζόμενο τοίχωμα προκύπτει 20 °C.

<sup>(1)</sup> B = Βοράς, N = Νότος, A = Ανατολή, Δ = Δύση

<sup>(2)</sup> Όλοι οι Πίνακες που αναφέρθηκαν στο βήμα 11 βρίσκονται στο βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός», Σελλούντος.

**12.** Στην στήλη αυτή (12) (Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις), γράφονται τα γινόμενα των τριών προηγούμενων στηλών (9,10 και 11).

Το γινόμενο αυτό αντιπροσωπεύει τις θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας μιας επιφάνειας του χώρου.

Η εργασία στις στήλες (1) έως (12) επαναλαμβάνεται κατά ακριβώς όμοιο τρόπο, για κάθε επιφάνεια του χώρου και οι τιμές που προκύπτουν συγκεντρώνονται στην στήλη (12). Το άθροισμα των απωλειών του συνόλου των επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο, είναι προφανώς το σύνολο των απωλειών του χώρου (χωρίς να ληφθούν υπ' όψη οι αναγκαίες προσαυξήσεις).

**13.** Εδώ αναγράφονται οι προσαυξήσεις προσανατολισμού  $Z_H$  (σελ. 4.31, Πίν. 4.3.11 από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός», Σελλούντος.), σε τιμή %. Στους υπολογισμούς της παρούσας πτυχιακής εργασίας όπως αναφέραμε στο βήμα 11, θεωρήσαμε την εσωτερική θερμοκρασία όλων των εσωτερικών χώρων ίση με 20 °C. Κατά αυτόν τον τρόπο εξετάζουμε το κτίριο ως σύνολο και όχι ως ξεχωριστούς χώρους διότι η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου είναι μία. Σύμφωνα με τις υποδείξεις του βιβλίου του κ. Σελλούντου, ο προσανατολισμός είναι αντίστοιχος στον πλέον εκτεθειμένο εξωτερικό τοίχο. Όπως παρατηρούμε στο Σχήμα 1.1, σελ. 31, οι μεγαλύτερες επιφάνειες είναι αυτού του ανατολικού και του δυτικού τοίχου, οι οποίες έχουν ίδια εμβαδά. Από τον Πίν. 4.3.11, σελ. 4.31, από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός», Σελλούντος, διαπιστώνουμε ότι για τους προσανατολισμούς ανατολής και δύσης η τιμή % είναι η ίδια και ισούται με το  $Z_H = 0$ .

**14.** Στην στήλη αυτή (14) αναγράφονται οι προσαυξήσεις  $Z_D$ , διακοπτόμενης λειτουργίας και εξίσωσης θερμοκρασιών (από τον Πίν. 4.3.12, σελ. 4.32, από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός», Σελλούντος) σε τιμή %. Για την παρούσα πτυχιακή εργασία προκύπτει  $Z_D = 15$ .

**15.** Ο ολικός συντελεστής προσαυξήσεων  $Z$  προκύπτει από την εξίσωση.

$$Z = 1 + \frac{Z_D(\%) + Z_H(\%)}{100}$$

Υπολογισμοί:

$$Z = 1 + \frac{Z_D(\%) + Z_H(\%)}{100} = 1 + \frac{15\% + 0\%}{100} = 1,15$$

Όπου:

$Z_D(\%) = 0\%$  από βήμα 14.

$Z_H(\%) = 15\%$  από βήμα 13.

Και αναγράφεται στη στήλη (15).

**16.** Στην τελευταία αυτή στήλη του εντύπου (16), αναγράφεται το γινόμενο των στηλών (12) και (15), δηλαδή η τιμή  $Q_T$ :

$$Q_T = Q_O \cdot Z$$

### Υπολογισμοί:

$$Q_T = Q_0 \cdot Z = 17.800 \text{ (W/h)} \cdot 1,15 \approx 20.500 \text{ (W)}$$

Όπου:

$Q_0$ : Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις (αποτέλεσμα στήλης 12, Σχήμα 1.1, σελ. 31).

$Z$ : Τελικός συντελεστής με προσαυξήσεις (αποτέλεσμα στήλης 15, Σχήμα 1.1).

Με τη συμπλήρωση της στήλης (16) του εντύπου του Σχήμα 1.1 φαινομενικά το έντυπο έχει εξαντληθεί. Στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει αυτό. Αφήνοντας μια ή περισσότερες οριζόντιες γραμμές κενές και γίνεται τώρα ο υπολογισμός των απωλειών αερισμού, με εφαρμογή της εξίσωσης:

$$Q_L = (10 \text{ έως } 30) I_{oL}$$

Αυτή η εξίσωση χρησιμοποιείτε σε συνήθεις πρακτικές εφαρμογές όπου το  $I_{oL}$  είναι το συνολικό μήκος των χαραμάδων, των *εξωτερικών* ανοιγμάτων του υπό εξέταση χώρου, με βασική παραδοχή διαφορά θερμοκρασίας περίπου 20 °C.

Για πολυκατοικίες συνήθους κατασκευής, μπορούν να θεωρηθούν ικανοποιητικές οι τιμές του Πίν. 4.3.16, σελ. 4.36, από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός», Σελλούντος.

### Υπολογισμοί:

$$Q_L = (10 \text{ έως } 30) I_{oL} = 15 \cdot 29,3 \text{ m} \approx 500 \text{ (W)}$$

Όπου:

(10 έως 30): οι ενδεικτικές τιμές αυτές για συνήθης κατασκευής οικήματα υιοθετούνται βάση του Πίν. 4.3.16, σελ. 4.36, από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός», Σελλούντος.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ & ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ																	
ΟΙΚΙΑ																	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ																	
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ												Φύλλο		1			
ΘΕΣΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ												ΑΓΙΟΣ ΠΕΤΡΟΣ ΛΕΥΚΑΔΟΣ		Όροφος		Ισόγειο	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ			ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΩΡΟΥ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜ. ΟΜΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜ. ΑΠΩΛΕΙΩΝ (U)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ	ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ		
		cm	m	m	m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup> K	K	W	(%)	(%)	(1 + %)	W		
ΟΙΚΙΑ																	
Τεξ	N	20	10,8	3,5	38		2,5	36	0,5	20	3 6 0						
Τεξ	A	20	12,3	3,5	43		7	36	0,5	20	3 6 0						
Τεξ	B	20	10,8	3,5	38		2,4	36	0,5	20	3 6 0						
Τεξ	Δ	20	12,3	3,5	43		9	34	0,5	20	3 4 0						
Π	N		0,8	1,6	1,3			1,3	3,7	20	9 6						
Π	N		0,8	1,5	1,2			1,2	3,7	20	9 0						
Π	A		1,6	1,4	2,2			2,2	3,7	20	1 6 3						
Π	A		0,8	1,4	1,1			1,1	3,7	20	8 1						
Π	B		1,6	1,5	2,4			2,4	3,7	20	1 7 8						
Π	Δ		2	1,6	3,2			3,2	3,7	20	2 3 7						
Π	Δ		2	0,8	1,6			1,6	3,7	20	1 1 8						
Π	Δ		1,6	1,4	2,2			2,2	3,7	20	1 6 3						
Θ	A		1,6	2,2	3,5			3,5	3,4	20	2 3 8						
Θ	Δ		0,9	2,2	2			2	3,4	20	1 3 6						
Ορ		15	10,8	12,3	133			133	4,8	20	1 2 8 0 0						
Δ		25	10,8	12,3	133			133	0,6	20	1 6 0 0						
											Σ ≈ 1 7 8 0 0	0	15	1,15	≈ 2 0 5 0 0		
											QL = ( 15 ) * 29,3				5 0 0		
														Qοικίας ≈	2 1 0 0 0		

Σχήμα 1.1: Συμπληρωμένο έντυπο θερμικών απωλειών για την οικία των Εικ. 1.1-1.2.



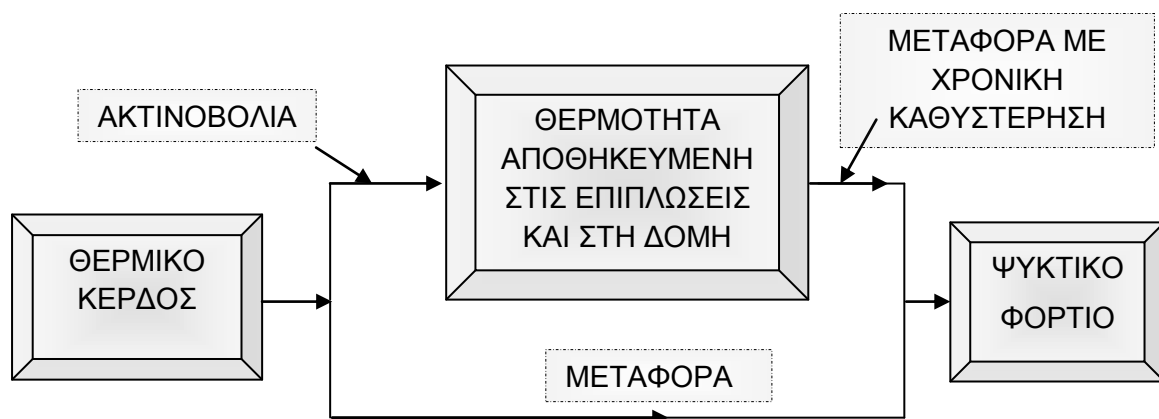
## 1.10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρατηρούμε ότι οι συνολικές θερμικές απώλειες έχουν προκληθεί κατά το μεγαλύτερο ποσοστό τους ( $\approx 70\%$ ) λόγω των θερμικών απωλειών της οροφής όπου οι απώλειες είναι ιδιαίτερες μεγάλες και αυτό οφείλεται στο ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής ( $U = 4,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση από την απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Σε επόμενα κεφάλαια θα αναλυθούν καινοτόμοι τρόποι μείωσης των απωλειών της οροφής αλλά και του κτιρίου ως σύνολο οι οποίοι έχουν πρωτίστως ως σκοπό την βέλτιστη περιβαλλοντική αλλά και οικονομική απόδοση.

## 2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

### 2.1 ΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Το εσωτερικό ενός κτιρίου κερδίζει θερμότητα από διάφορες πηγές. Η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα στα δωμάτια πρέπει να διατηρηθούν σε επίπεδα συνθηκών άνεσης. Η θερμότητα η οποία προστίθεται στο κτίριο λέγεται θερμικό κέρδος και το καθαρό ποσό θερμότητας που αφαιρείται για να διατηρηθούν οι συνθήκες άνεσης ονομάζεται ψυκτικό φορτίο. Θα εξετάσουμε κάθε ένα από τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το θερμικό κέρδος και το πώς υπολογίζονται και έπειτα θα προσδιοριστεί το ψυκτικό φορτίο. Το ψυκτικό φορτίο είναι η βάση για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους εξοπλισμού ψύξης, των σωληνώσεων, και των αγωγών.



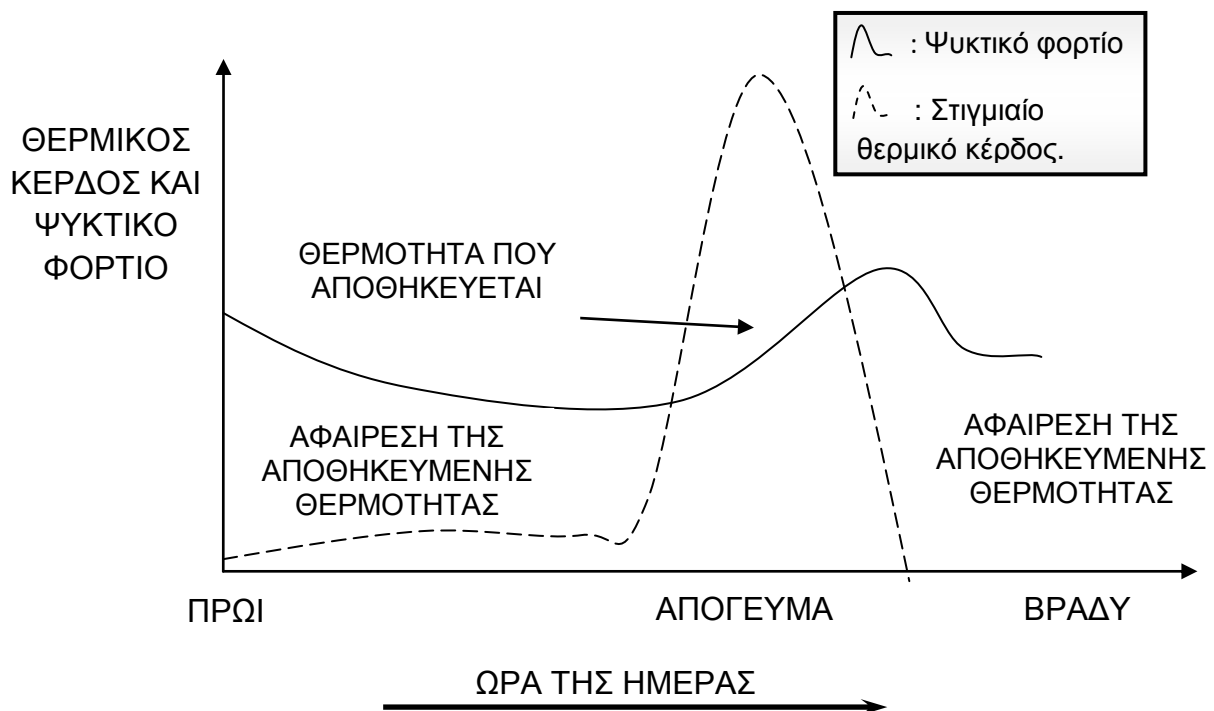
**Σχήμα 2.1:** Διάγραμμα ροής θερμότητας που παρουσιάζει τα κέρδη θερμότητας, αποθήκευση θερμότητας και ψυκτικό φορτίο κτιρίων.

### 2.2 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Το μικτό θερμικό κέρδος εσωτερικών χώρων είναι η θερμότητα που παραλαμβάνει ο χώρος από το περιβάλλον οποιαδήποτε στιγμή. Αυτό το θερμικό κέρδος συνίσταται από πολλές πηγές (ηλιακή ακτινοβολία, φωτισμό, αγωγή και μεταφορά θερμότητας, ανθρώπους, εξοπλισμό, διείσδυση εξωτερικού αέρα). Όλη η θερμότητα που παραλαμβάνεται από αυτές τις πηγές συνήθως δεν προκαλεί αμέσως θέρμανση του εσωτερικού αέρα. Κάποιες από αυτές, ειδικά η ακτινοβολούμενη ενέργεια (από τον ήλιο, τα φώτα, τους ανθρώπους) απορροφώνται από τα υλικά των δωματίων, δηλαδή, τη δομή και την επίπλωση. Το γεγονός αυτό ονομάζεται αποθήκευση θερμότητας. Κατά συνέπεια το καθαρό θερμικό κέρδος του εσωτερικού αέρα είναι συχνά μικρότερο από τα μικτά κέρδη θερμότητας. Το ψυκτικό φορτίο, το

ποσό θερμότητας που πρέπει να αφαιρεθεί από το χώρο για να διατηρηθούν οι συνθήκες σχεδιασμού, είναι το άθροισμα αυτών των καθαρών κερδών θερμότητας.

Είναι πολύ σημαντικό να συνεκτιμηθεί η αποθήκευση θερμότητας λόγω του ότι μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά μειωμένα πραγματικά φορτία. Η επίδραση της αποθήκευσης μπορεί να θεωρηθεί ως χρονική καθυστέρηση στη ροή θερμότητας προς το εσωτερικό. Αυτό σημαίνει ότι κάποια από τη θερμότητα που παραλαμβάνεται από το δωμάτιο έχει χρονική καθυστέρηση στο να φτάσει στον αέρα του δωματίου και να τον θερμάνει.



**Σχήμα 2.2:** Διαφορά μεταξύ στιγμιαίου θερμικού κέρδους και ψυκτικού φορτίου ως αποτέλεσμα της αποθήκευσης θερμότητας.

### 2.3 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΧΩΡΩΝ

Οι επιμέρους θερμικές ροές που συμβάλλουν στο θερμικό κέρδος χώρων είναι οι εξής:

1. Συναγωγή, μέσω των εξωτερικών τοίχων, της οροφής, και των γυάλινων επιφανειών.
2. Συναγωγή μέσω εσωτερικών χωρισμάτων, οροφών και πατωμάτων.
3. Ηλιακή ακτινοβολία μέσω γυάλινων επιφανειών.
4. Φωτισμός.
5. Άνθρωποι.
6. Εξοπλισμός.
7. Θερμότητα από τη διείσδυση του εξωτερικού αέρα μέσω ανοιγμάτων.

## 2.4 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΜΕΣΩ ΣΥΝΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ

Τα κέρδη θερμότητας μέσω της οροφής, των τοίχων και των παραθύρων βρίσκονται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$Q = U \cdot A \cdot CLTD_c \quad (2.1)$$

όπου,

Q: καθαρό θερμικό κέρδος λόγω συναγωγής μέσω της οροφής, των τοίχων και των παραθύρων, W,

U: συντελεστής θερμοπερατότητας για την οροφή, των τοίχων και των παραθύρων, από Πίν. 1.3, 1.4, σελ. 12 & σελ.14, και μέσω του αποτελέσματος του υποκεφαλαίου 1.7.3.1, σελ. 24,  $W / m^2 \cdot K$ ,

A: εμβαδόν της οροφής, των τοίχων και των παραθύρων, από Σχήμα 1.1, σελ. 31,  $m^2$ ,

CLTD<sub>c</sub>: (διορθωμένη) διαφορά θερμοκρασίας, K.

Η CLTD είναι μια διαφορά θερμοκρασίας που προσμετρά την αποθήκευση θερμότητας. Ο Πίν. 4.5.34, σελ. 4.71 από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός Β.Η. Σελλούντος», περιέχει τις τιμές του CLTD για διαφορετικές κατασκευές οροφών και τοίχων. Οι τιμές της CLTD που διαβάζονται από τον προαναφερθέντα πίνακα πρέπει να διορθωθούν ως εξής:

$$CLTD_c = [(CLTD + LM) \cdot K + (26 \text{ }^\circ\text{C} - t_R) + (t_0 - 30 \text{ }^\circ\text{C})] \cdot f \quad (2.2)$$

όπου,

CLTD<sub>c</sub>: διορθωμένη τιμή του CLTD, K,

LM: διόρθωση για το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα από τον Πίν. 4.5.39, σελ. 4.74, από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός Β.Η. Σελλούντος»,  $^\circ\text{C}$ ,

K: διόρθωση για το χρώμα της επιφάνειας,

K = 1,0 για σκοτεινά χρώματα ή βιομηχανικές περιοχές,

K = 0,5 για ανοικτό χρώμα στέγης,

K = 0,65 για ανοικτό χρώμα τοίχου,

t<sub>R</sub>: θερμοκρασία δωματίου,  $^\circ\text{C}$ ,

t<sub>0</sub>: μέση εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (περιβάλλοντος),  $^\circ\text{C}$ ,

f: διόρθωση για τον εξαερισμό οροφής (για τη στέγη μόνο),

f = 0,75 για ανεμιστήρα σε σοφίτα ή ψευδοροφή, διαφορετικά f = 1,0.

Για παράθυρα χρησιμοποιούνται τιμές της CLTD από τον Πίν. 2.1, σελ. 36, η Εξ. (2.2) γίνεται:

$$CLTD_c = CLTD + (26 \text{ }^\circ\text{C} - t_R) + (t_0 - 30 \text{ }^\circ\text{C}) \quad (2.3)$$

Η εσωτερική θερμοκρασία για επίτευξη συνθηκών άνεσης το καλοκαίρι είναι συνήθως 25-27  $^\circ\text{C}$  DB (ξηρού θερμομέτρου) και η σχετική υγρασία (RH) 50%. Η εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες. Ο τρόπος προσδιορισμού και τιμές αυτής για διάφορες ελληνικές πόλεις δίνονται στον Πίν. 4.5.3, σελ. 4.50, από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός Β.Η. Σελλούντος».

**Πίνακας 2.1:** Διαφορές θερμοκρασίας ψυκτικών φορτίων για συναγωγή μέσω του γυαλιού F.<sup>(1)</sup>

Ωρα	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD.F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

#### 2.4.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών συναγωγής μέσω της εξωτερικής δομής

Το κτίριο όπου θα υπολογιστούν τα θερμικά κέρδη και έπειτα το ψυκτικό φορτίο είναι το ίδιο με αυτό που είχε περιγραφή στο κεφάλαιο 1.8, σελ. 26.

Όταν αναφερόμαστε σε θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω εξωτερικής δομής συμπεριλαμβάνουμε τα καθαρά θερμικά κέρδη (Q) λόγω συναγωγής μέσω της οροφής, των τοίχων και των παραθύρων. Στα επόμενα υποκεφάλαια του 2.4.1 θα υπολογίσουμε αναλυτικά τα θερμικά κέρδη ξεχωριστά για κάθε τμήμα της εξωτερικής δομής του κτιρίου.

##### 2.4.1.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών συναγωγής μέσω της οροφής

Μέσω της Εξ. (2.2), (2.1) θα υπολογίσουμε τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω της οροφής.

Υπολογισμοί:

1) Από την Εξ. (2.2) προκύπτει ότι για,<sup>(2)</sup>

CLTD: παρουσιάζει μέγιστο 21 °C στις 18 και 19 ώρα αντίστοιχα για μάζα τοίχου 400 kg / m<sup>2</sup>,<sup>(3)</sup>

LM: 1,1 °C για τον μήνα Ιούνιο,<sup>(4)</sup>

K: 1,

t<sub>R</sub>: 26 °C,

t<sub>0</sub>: 32,5 °C για συνθήκες σχεδιασμού με προσέγγιση 5%, ξηρού θερμομέτρου (DB) για την περιοχή της Λευκάδος,

f: 1.

Οπότε:

$$CLTD_c = [(21^\circ\text{C} + 1,1^\circ\text{C}) \cdot 1 + (26^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}) + (32,5^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})] \cdot 1 \Rightarrow$$

<sup>(1)</sup> Ο πίνακας προέρχεται από τις σημειώσεις του μαθήματος Θ.Ψ.Κ ΙΙ του κ. Καλογήρου Ιωάννη, καθηγητή του Τ.Ε.Ι Πάτρας.

<sup>(2)</sup> Όλα τα αποτελέσματα των πράξεων θα μετατρέπονται στο διεθνές σύστημα S.I..

<sup>(3)</sup> Η μάζα τοίχου προέκυψε 400 kg / m<sup>2</sup>, γνωρίζοντας ότι το ειδικό βάρος του σκυροδέματος κυμαίνεται στα 2.800 kg / m<sup>3</sup> + 250 kg / m<sup>3</sup> του οπλισμού και έχοντας 0,125 m πάχος οπλισμένου σκυροδέματος της οροφής προκύπτει, 3.050 kg / m<sup>3</sup> · 0,125 m = 381 kg / m<sup>2</sup>.

<sup>(4)</sup> Ο Πίν. 4.5.39 σελ. 4.74, από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός Β.Η. Σελλούντος», δίνει τιμές σε Farenait για την τιμή της διορθωτικής διαφοράς για τον μήνα και το γεωγραφικό πλάτος. Για να μετατραπεί η θερμοκρασιακή διαφορά από Farenait σε Celsius ισχύει ότι Δt<sub>c</sub> = 5/9 ( t<sub>F</sub><sup>T</sup> - 32 ) - 5/9 ( t<sub>F</sub><sup>A</sup> - 32 ) = 0,55 · Δt<sub>F</sub>, όπου Δt<sub>c</sub> η θερμοκρασιακή διαφορά σε Celsius, t<sub>F</sub><sup>T</sup> η τελική τιμή της θερμοκρασίας σε Farenait και t<sub>F</sub><sup>A</sup> η αρχική τιμή της θερμοκρασίας σε Farenait.

$$\text{CLTDc} = 24,6 \text{ }^\circ\text{C} \text{ ή Kelvin}$$

2) Από την Εξ. (2.1) προκύπτει ότι για,

$$U: 4,8 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K} ,$$

$$A: 133 \text{ m}^2,$$

$$\text{CLTDc}: 24,6 \text{ K}.$$

Οπότε:

$$Q = 4,8 \text{ (W} / \text{m}^2 \cdot \text{K)} \cdot 133 \text{ (m}^2) \cdot 24,6 \text{ (K)} \approx 15.700 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω της οροφής είναι  $Q \approx 15.700 \text{ W}$ . Παρατηρούμε ότι τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω της οροφής είναι ιδιαίτερα μεγάλα και αυτό οφείλεται κυρίως στον συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής ( $U = 4,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ο οποίος παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση από την απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,75 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ . Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να επισημανθεί πρέπει να γίνουν κατάλληλες επεμβάσεις στην οροφή έτσι ώστε να μειωθούν σημαντικά τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω αυτής.

#### 2.4.1.2 Υπολογισμός θερμικών κερδών συναγωγής μέσω των τοίχων

1) Για τον Ανατολικό τοίχο:

Υπολογισμοί

i) Από την Εξ. (2.2) προκύπτει ότι για,

CLTD: παρουσιάζει μέγιστο  $17 \text{ }^\circ\text{C}$  στις 11 και 12 ώρα αντίστοιχα για μάζα τοίχου  $300 \text{ kg} / \text{m}^2$ ,<sup>(\*)</sup>

LM:  $0,55 \text{ }^\circ\text{C}$  για τον μήνα Ιούνιο,

K: 1,

$t_R$ :  $26 \text{ }^\circ\text{C}$ ,

$t_0$ :  $32,5 \text{ }^\circ\text{C}$  για συνθήκες σχεδιασμού με προσέγγιση 5% ξηρού θερμομέτρου (DB) για την περιοχή της Λευκάδος,

f: 1.

Οπότε:

$$\text{CLTDc} = [(17^\circ\text{C} + 0,55 \text{ }^\circ\text{C}) \cdot 1 + (26 \text{ }^\circ\text{C} - 26 \text{ }^\circ\text{C}) + (32,5 \text{ }^\circ\text{C} - 30 \text{ }^\circ\text{C})] \cdot 1 \Rightarrow \\ \text{CLTDc} \approx 20 \text{ }^\circ\text{C} \text{ ή Kelvin}$$

ii) Από την Εξ. (2.1) προκύπτει ότι για,

$$U: 0,5 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K},$$

$$A: 36 \text{ m}^2,$$

---

<sup>(\*)</sup> Η μάζα τοίχου προέκυψε  $300 \text{ kg} / \text{m}^2$  γνωρίζοντας ότι το ειδικό βάρος του τούβλου κυμαίνεται στα  $2.000 \text{ kg} / \text{m}^3 + 20 \text{ kg} / \text{m}^3$  της διογκωμένης πολυστερίνης (μονωτικό υλικό) και έχοντας  $0,16 \text{ m}$  πάχος τοίχου (χωρίς επιχρίσματα) προκύπτει  $2.020 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot 0,16 \text{ m} = 323 \text{ kg} / \text{m}^2$ .

CLTDc: 20 K.

Οπότε:

$$Q = 0,5 \text{ (W / m}^2 \cdot \text{K)} \cdot 36 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 20 \text{ (K)} = 360 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω του ανατολικού τοίχου είναι **Q = 360 W**.

Παρατηρούμε ότι τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω του ανατολικού τοίχου δεν είναι ιδιαίτερος μεγάλα και αυτό οφείλεται κυρίως στον συντελεστή θερμοπερατότητας του ο οποίος ικανοποιεί την απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,85 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ .

2) Για τον Δυτικό τοίχο:

*Υπολογισμοί*

i) Από την Εξ. (2.2) προκύπτει ότι για,

CLTD: παρουσιάζει μέγιστο 22 °C στις 18 και 19 ώρα αντίστοιχα για μάζα τοίχου 300 kg / m<sup>2</sup>,

LM: 0,55 °C για τον μήνα Ιούνιο,

K: 1,

t<sub>R</sub>: 26 °C,

t<sub>0</sub>: 32,5 °C για συνθήκες σχεδιασμού με προσέγγιση 5% ξηρού θερμομέτρου (DB) για την περιοχή Λευκάδος,

f: 1.

Οπότε:

$$\text{CLTDc} = [(22 \text{ }^\circ\text{C} + 0,55 \text{ }^\circ\text{C}) \cdot 1 + (26 \text{ }^\circ\text{C} - 26 \text{ }^\circ\text{C}) + (32,5 \text{ }^\circ\text{C} - 30 \text{ }^\circ\text{C})] \cdot 1 \Rightarrow \\ \text{CLTDc} \approx 25 \text{ }^\circ\text{C} \text{ ή Kelvin}$$

ii) Από την Εξ. (2.1) προκύπτει ότι για,

U: 0,5 W / m<sup>2</sup> · K ,

A: 34 m<sup>2</sup>,

CLTDc: 25 K

Οπότε:

$$Q = 0,5 \text{ (W / m}^2 \cdot \text{K)} \cdot 34 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 25 \text{ (K)} = 425 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω του δυτικού τοίχου είναι **Q = 425 W**. Παρατηρούμε ότι τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω του δυτικού τοίχου δεν είναι ιδιαίτερος μεγάλα και αυτό οφείλεται κυρίως στον συντελεστή θερμοπερατότητας του ο οποίος ικανοποιεί την απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,85 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ .

3) Για τον Νότιο τοίχο:

### Υπολογισμοί

i) Από την Εξ. (2.2) προκύπτει ότι για,

CLTD: παρουσιάζει μέγιστο 14 °C στις 16 ώρα για μάζα τοίχου 300 kg / m<sup>2</sup>,  
LM: 1,65 για τον μήνα Αύγουστο,  
K: 1,  
t<sub>R</sub>: 26 °C,  
t<sub>0</sub>: 32,5 °C για συνθήκες σχεδιασμού με προσέγγιση 5%, ξηρού θερμομέτρου (DB)  
για την περιοχή Λευκάδος,  
f: 1.

Οπότε:

$$\text{CLTDc} = [(14^\circ\text{C} + 1,65^\circ\text{C}) \cdot 1 + (26^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}) + (32,5^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})] \cdot 1 \Rightarrow \\ \text{CLTDc} \approx 18^\circ\text{C} \text{ ή Kelvin}$$

ii) Από την Εξ. (2.1) προκύπτει ότι για,

U: 0,5 W / m<sup>2</sup> · K ,  
A: 36 m<sup>2</sup>,  
CLTDc: 18 K

Οπότε:

$$Q = 0,5 \text{ (W / m}^2 \cdot \text{K)} \cdot 36 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 18 \text{ (K)} = 324 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω του νότιου τοίχου είναι **Q = 324 W**. Παρατηρούμε ότι τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω του νότιου τοίχου δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλα και αυτό οφείλεται κυρίως στον συντελεστή θερμοπερατότητας του ο οποίος ικανοποιεί την απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,85 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ .

4) Για τον Βόρειο τοίχο:

### Υπολογισμοί

i) Από την Εξ. (2.2) προκύπτει ότι για,

CLTD: παρουσιάζει μέγιστο 6,5 °C στις 18 ώρα για μάζα τοίχου 300 kg / m<sup>2</sup>,  
LM: 0,55 °C για τον μήνα Ιούνιο,  
K: 1,  
t<sub>R</sub>: 26 °C,  
t<sub>0</sub>: 32,5 °C για συνθήκες σχεδιασμού με προσέγγιση 5%, ξηρού θερμομέτρου (DB)  
για την περιοχή Λευκάδος,  
f: 1.

Οπότε:

$$\text{CLTDc} = [(6,5^\circ\text{C} + 0,55^\circ\text{C}) \cdot 1 + (26^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}) + (32,5^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})] \cdot 1 \Rightarrow \\ \text{CLTDc} \approx 10^\circ\text{C} \text{ ή Kelvin}$$



ii) Από την Εξ. (2.1) προκύπτει ότι για,

$U: 0,5 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ,  
 $A: 36 \text{ m}^2$ ,  
 $CLTD_c: 10 \text{ K}$

Οπότε:

$$Q = 0,5 (\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot 36 (\text{m}^2) \cdot 10 (\text{K}) = 180 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω του βόρειου τοίχου είναι  **$Q = 180 \text{ W}$** . Παρατηρούμε ότι τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω του βόρειου τοίχου δεν είναι ιδιαίτερος μεγάλα και αυτό οφείλεται κυρίως στον συντελεστή θερμοπερατότητας του ο οποίος ικανοποιεί την απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,85 (\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ .

#### 2.4.1.3 Υπολογισμός θερμικών κερδών συναγωγής μέσω των παραθύρων

Υπολογισμοί

1) Από την Εξ. (2.3) προκύπτει ότι για,

$CLTD_c$ : παρουσιάζει μέγιστο  $7,7 \text{ }^\circ\text{C}$  στις 16 ώρα,  
 $t_R: 26 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  
 $t_o: 32,5 \text{ }^\circ\text{C}$  για συνθήκες σχεδιασμού με προσέγγιση 5%, ξηρού θερμομέτρου (DB) για την περιοχή της Λευκάδος.

Οπότε:

$$CLTD_c = 7,7 \text{ }^\circ\text{C} + (26 \text{ }^\circ\text{C} - 26 \text{ }^\circ\text{C}) + (32,5 \text{ }^\circ\text{C} - 30 \text{ }^\circ\text{C}) \approx 10 \text{ }^\circ\text{C} \text{ ή Kelvin}$$

2) Από την Εξ. (2.1) προκύπτει ότι για,

$U: 3,7 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ,  
 $A: 15 \text{ m}^2$ ,  
 $CLTD_c: 10 \text{ K}$ .

Οπότε:

$$Q = 3,7 (\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot 15 (\text{m}^2) \cdot 10 (\text{K}) = 555 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω των παραθύρων είναι  **$Q = 555 \text{ W}$** . Παρατηρούμε ότι τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω των παραθύρων δεν είναι ιδιαίτερος μεγάλα και αυτό οφείλεται κυρίως στον συντελεστή θερμοπερατότητας του ο οποίος ικανοποιεί του απαίτηση του διατάγματος ο οποίος είναι  $U \leq 3,8 (\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ .

## 2.5 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΣΥΝΑΓΩΓΗΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΘΥΡΑΣ

Τα κέρδη θερμότητας μέσω της θύρας βρίσκονται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$Q = U \cdot A \cdot TD \quad (2.4)$$

όπου,

Q: καθαρό θερμικό κέρδος λόγω συναγωγής μέσω της θύρας, W,

U: συντελεστής θερμοπερατότητας της θύρας μέσω των αποτελεσμάτων του υποκεφαλαίου 1.7.3.2, σελ. 25,  $W / m^2 \cdot K$ ,

A: εμβαδόν της θύρας, από Σχήμα 1.1, σελ. 31,  $m^2$ ,

TD: διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και κλιματιζόμενου χώρου, K.

Η εσωτερική θερμοκρασία για επίτευξη συνθηκών άνεσης το καλοκαίρι είναι 25-27 °C DB και η σχετική υγρασία (RH) 50%, συνήθως. Η εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες. Ο τρόπος προσδιορισμού και τιμές αυτής για διάφορες ελληνικές πόλεις δίνονται στον Πίν. 4.5.3., σελ. 4.50, από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός Β.Η. Σελλούντος».

### 2.5.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών συναγωγής μέσω θυρών

Από την Εξ. (2.4) προκύπτει ότι για,

U: 3,4,  $W / m^2 \cdot K$ ,

A: 5,5,  $m^2$ ,

TD: 6,5 °C ή K, για συνθήκες σχεδιασμού με προσέγγιση 5%, ξηρού θερμομέτρου (DB) για την περιοχή της Λευκάδος 32,5°C και εσωτερική θερμοκρασία 26 °C.

Οπότε:

$$Q = 3,4 (W / m^2 \cdot K) \cdot 5,5 (m^2) \cdot 6,5 (K) \approx 122 W$$

Άρα τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω των θυρών είναι **Q ≈ 122 W**.

Παρατηρούμε ότι τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω της θύρας δεν είναι ιδιαίτερος μεγάλα και αυτό οφείλεται κυρίως στον συντελεστή θερμοπερατότητας της θύρας ο οποίος ικανοποιεί την απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 3,8 (W/m^2K)$ .

## 2.6 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΜΕΣΟ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ

Η ακτινοβολούμενη ενέργεια από τον ήλιο περνά μέσω των διαφανών υλικών όπως το γυαλί και γίνεται θερμικό κέρδος για το δωμάτιο. Η τιμή της μεταβάλλεται με το χρόνο, τον προσανατολισμό, τη σκίαση, και την επίδραση αποθήκευσης. Το καθαρό θερμικό κέρδος μπορεί να βρεθεί από την ακόλουθη εξίσωση:

$$Q = SHGF \cdot A \cdot SC \cdot CLF \quad (2.5)$$

όπου,

Q: καθαρό ηλιακό θερμικό κέρδος ακτινοβολίας μέσω του παραθύρου, W,

SHGF: μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους, W / m<sup>2</sup>,

A: εμβαδόν του τζαμιού, από Σχήμα 1.1, σελ. 31, m<sup>2</sup>,

SC: συντελεστής σκίασης,

CLF: παράγοντας ψυκτικού φορτίου για το τζάμι.

Ο μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους (SHGF) είναι το μέγιστο ηλιακό θερμικό κέρδος μέσω μονού καθαρού τζαμιού πάχους 1/8 in (0,32 cm) σε ένα δεδομένο μήνα, προσανατολισμό, και γεωγραφικό πλάτος. Οι τιμές παρουσιάζονται στον Πίν. 2.2, σελ. 43, για την εικοστή πρώτη ημέρα κάθε μήνα. Για διαφορετικούς τύπους τζαμιών από το προαναφερθέν (1/8") καθώς και χρήση μηχανισμών σκίασης χρησιμοποιείται ο συντελεστής SC, τιμές του οποίου δίνονται από το Σχήμα 4.6.3<sup>α</sup>, σελ. 4.89. Ο παράγοντας CLF περιέχει την αποθήκευση μέρους του ηλιακού θερμικού κέρδους. Τιμές του δίνονται στο σχήμα 4.6.5.δ. σελ. 4.94.<sup>(\*)</sup>

---

<sup>(\*)</sup> Οι πίνακες που αναφέρθηκαν (εκτός του 2.2) σε αυτήν την παράγραφο αναφέρονται στο βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός Β.Η. Σελλούντος».

**Πίνακας 2.2:** Μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους του γυαλιού για βόρειο πλάτος 40°, BTU/ HR·FT<sup>2</sup>.<sup>(1)</sup>

40 ΜΟΙΡΕΣ										
	BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA			
	B	BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA	N	ΟΡΙΖ.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
ΜΑΡΤΙΟΣ	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
ΜΑΙΟΣ	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
ΙΟΥΝΙΟΣ	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
ΙΟΥΛΙΟΣ	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

### 2.6.1 Υπολογισμός θερμικού κέρδους μέσω ηλιακής ακτινοβολίας των παραθύρων

1) Για τον Βορρά:

Υπολογισμοί

Από την Εξ. (2.5) προκύπτει ότι για,<sup>(2)</sup>

SHGF: 150 W / m<sup>2</sup> για τον μήνα Ιούνιο,

A: 2,4 m<sup>2</sup>,

SC: 0,35 για τζάμια καθαρά μέσα έξω, με σκιερά ρολά αδιαφανή λευκού χρώματος,

CLF: παρουσιάζει μέγιστο 0,91 στις 18 ώρα.

Οπότε:

$$Q = 150 \text{ (W / m}^2\text{)} \cdot 2,4 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 0,35 \cdot 0,91 \Rightarrow$$

$$Q = 115 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη ηλιακής ακτινοβολίας του γυαλιού είναι **Q = 115 W**.

<sup>(1)</sup> Ο πίνακας προέρχεται από τις σημειώσεις του μαθήματος Θ.Ψ.Κ ΙΙ του κ. Καλογήρου Ιωάννη, καθηγητή του Τ.Ε.Ι Πάτρας.

<sup>(2)</sup> Έχει γίνει μετατροπή των μονάδων του Πίν. 2.2 από BTU / HR · FT<sup>2</sup> σε W / m<sup>2</sup>, ξέροντας ότι 1 W / m<sup>2</sup> = 0,32 BTU / HR · FT<sup>2</sup> ή 1 BTU / HR · FT<sup>2</sup> = 3,12 W / m<sup>2</sup>.

2) Για τον Νότο:

*Υπολογισμοί*

Από την Εξ. (2.5) προκύπτει ότι για,

SHGF:  $465 \text{ W / m}^2$  για τον μήνα Αύγουστο,<sup>(\*)</sup>

A:  $2,5 \text{ m}^2$ ,

SC: 0,35 για τζάμια καθαρά μέσα έξω με σκιερά ρολά αδιαφανή λευκού χρώματος,

CLF: παρουσιάζει μέγιστο 0,83 στις 12 ώρα.

Οπότε:

$$Q = 465 (\text{W / m}^2) \cdot 2,5 (\text{m}^2) \cdot 0,35 \cdot 0,83 \Rightarrow \\ Q \approx 338 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη ηλιακής ακτινοβολίας του γυαλιού είναι  **$Q \approx 338 \text{ W}$** .

3) Για την Δύση:

*Υπολογισμοί*

Από την Εξ. (2.5) προκύπτει ότι για,

SHGF:  $674 \text{ W / m}^2$  για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο,

A:  $7 \text{ m}^2$ ,

SC: 0,35 για τζάμια καθαρά μέσα έξω με σκιερά ρολά αδιαφανή λευκού χρώματος,

CLF: παρουσιάζει μέγιστο 0,82 στις 16 ώρα.

Οπότε:

$$Q = 674 (\text{W / m}^2) \cdot 7 (\text{m}^2) \cdot 0,35 \cdot 0,82 \Rightarrow \\ Q = 1.354 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη ηλιακής ακτινοβολίας του γυαλιού είναι  **$Q = 1.354 \text{ W}$** .

4) Για την Ανατολή:

*Υπολογισμοί*

Από την Εξ. (2.5) προκύπτει ότι για,

SHGF:  $674 \text{ W / m}^2$  για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο,

A:  $3,3 \text{ m}^2$ ,

SC: 0,35 για τζάμια καθαρά μέσα έξω με σκιερά ρολά αδιαφανή λευκού χρώματος,

---

<sup>(\*)</sup> Παρατηρώντας τον Πίν. 2.2 διακρίνουμε ότι ο μέγιστος συντελεστής κέρδους ηλιακής θερμότητας του γυαλιού για τον νότο παρουσιάζεται για τον μήνα Ιανουάριο. Αλλά λόγω του ότι στην Ελλάδα οι μήνες που μας ενδιαφέρουν τα θερμικά κέρδη είναι ο Ιούνιος, Ιούλιος και ο Αύγουστος. Οπότε θα παίρνουμε τους μέγιστους συντελεστές μόνο από αυτούς τους μήνες.

CLF: παρουσιάζει μέγιστο 0,80 στις 8 ώρα.

Οπότε:

$$Q = 674 \text{ (W / m}^2\text{)} \cdot 3,3 \text{ (m}^2\text{)} \cdot 0,35 \cdot 0,80 \Rightarrow \\ Q \approx 623 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη ηλιακής ακτινοβολίας του γυαλιού είναι  **$Q \approx 623 \text{ W}$** . Παρατηρούμε ότι τα θερμικά κέρδη ακτινοβολίας μέσω των παραθύρων δεν είναι ιδιαίτερος μεγάλα και αυτό οφείλετε κυρίως στον συντελεστή σκίασης του τζαμιού ο οποίος κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα.

## 2.7 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΜΕΣΩ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η εξίσωση για τον καθορισμό του κέρδους θερμότητας από το φωτισμό είναι:

$$Q = W \cdot BF \tag{2.6}$$

όπου,

Q: καθαρό θερμικό κέρδος από το φωτισμό, W,

W: ισχύς φωτισμού, W,

BF: παράγοντας τύπου φωτισμού,

Ο παράγοντας BF είναι 1,25 για φωτισμό φθορισμού. Για τους λαμπτήρες πυρακτώσεως  $BF = 1,0$ .

### 2.7.1 Υπολογισμός θερμικού κέρδους μέσω φωτισμού

Υπολογισμοί:

Από την Εξ. (2.6) προκύπτει ότι για,

W: 160 W, λάμπες οικονομικές (π.χ. 16 λαμπτήρες · 10 W),

BF: 1,25

Οπότε:

$$Q = 160 \cdot 1,25 = 200 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη μέσω του φωτισμού είναι  **$Q = 200 \text{ W}$** .

Παρατηρούμε ότι τα θερμικά κέρδη φωτισμού είναι μικρά και ο κύριος παράγοντας είναι χρησιμοποιήθηκαν οικονομικοί λαμπτήρες.

## 2.8 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΜΕΣΩ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Το θερμικό κέρδος από τον εξοπλισμό μπορεί μερικές φορές να βρεθεί άμεσα από στοιχεία που ενδεχομένως παρέχει ο κατασκευαστής του. Κάποιες συσκευές παράγουν και αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα. Σχετικές τιμές για διάφορες συσκευές παρουσιάζονται στους Πίν. 4.5.61, 4.5.63 & 4.5.64, σελ. 4.82 & 4.83 από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός Β.Η. Σελλούντος».

### 2.8.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών μέσω εξοπλισμού

Με την βοήθεια των πινάκων που αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 2.8 δημιουργήθηκε ο Πίν. 2.3 στον οποίο αθροίζονται όλα τα θερμικά φορτία από ηλεκτρικές συσκευές και από συσκευές καύσεως αερίων σε κλιματιζόμενους χώρους, W.

**Πίνακας 2.3:** Θερμικά φορτία από ηλεκτρικές συσκευές και από συσκευές καύσεως αερίων σε κλιματιζόμενους χώρους, W.<sup>(\*)</sup>

ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (W)	
	ΑΙΣΘΗΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ (W)	ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ (W)
Βραστήρας καφέ	261	64
Τηγάνι	460	700
Εσχάρα	900	500
Ψηστιέρα toast	700	130
Στεγνωτήρας μαλλιών 15 A, 115V	667	116
Χώρος διατήρησης θερμών φαγητών ανά ft <sup>2</sup> επιφάνειας	250	130
Κατσαρόλα	1.200	800
<b>Σύνολο</b>	<b>4.438</b>	<b>2.440</b>

Άρα τα θερμικά κέρδη μέσω εξοπλισμού είναι λόγο αισθητής θερμότητας 4.438 W και λόγο λανθάνουσας θερμότητας 2.440 W. Επομένως τα συνολικά θερμικά κέρδη μέσω εξοπλισμού είναι **6.878 W**.

<sup>(\*)</sup> Περισσότερες αναλυτικές λεπτομέρειες για τα χαρακτηριστικά αυτών συσκευών αλλά και κάτω από ποιες συνθήκες παράγονται αυτά τα φορτία βρίσκονται στους Πίν. 4.5.61, 4.5.63 & 4.5.64 σελ. 4.82 & 4.83 από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός Β.Η. Σελλούντος».

## 2.9 ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΑΝΘΡΩΠΩΝ

Το θερμικό κέρδος από τους ανθρώπους αποτελείται από δύο μέρη, την αισθητή θερμότητα και τη λανθάνουσα, ως αποτέλεσμα κυρίως της εφίδρωσης. Οι εξισώσεις για τα αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη είναι:

$$Q_s = q_s \cdot n \quad (2.7)$$

&

$$Q_l = q_l \cdot n \quad (2.8)$$

όπου,

$Q_s, Q_l$ : αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη, W,

$q_s, q_l$ : αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη ανά άτομο, W,

$n$ : αριθμός ανθρώπων.

Το θερμικό κέρδος από τους ανθρώπους εξαρτάται από τη σωματική τους δραστηριότητα. Ο Πίν. 4.5.56, σελ. 4.80, από το βιβλίο «θέρμανση και κλιματισμός Β.Η. Σελλούντος» απεικονίζει τιμές για ορισμένες χαρακτηριστικές δραστηριότητες για διάφορες θερμοκρασίες δωματίου σε °C.

### 2.9.1 Υπολογισμός θερμικών κερδών για ανθρώπους

Από την Εξ. (2.7) & (2.8) προκύπτει.

$q_s$ : άτομα τα οποία καταβάλουν μικρή προσπάθεια σε θερμοκρασία χώρου 26 °C, έχουν κέρδος αισθητής θερμότητας 64,5 W και κέρδος λανθάνουσας θερμότητας 97 W,

$n$ : 4 άτομα.

Οπότε:

$$Q_s = 64,5 \text{ W} \cdot 4 \text{ άτομα} = 258 \text{ W}$$

&

$$Q_l = 97 \text{ W} \cdot 4 \text{ άτομα} = 388 \text{ W}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη μέσω των ανθρώπων είναι λόγο αισθητής θερμότητας **258 W** και λόγο λανθάνουσας **388 W**. Επομένως τα συνολικά θερμικά κέρδη μέσω των ανθρώπων είναι **646 W**.

## 2.10 ΔΙΑΦΥΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Μέρος του αισθητού θερμικού κέρδους των χώρων μεταδίδεται μέσω της εξωτερικής δομής στο περιβάλλον και δεν αποτελεί τμήμα του φορτίου του δωματίου. Αυτή η απώλεια θερμότητας πρέπει να υπολογιστεί και να γίνει μια διόρθωση στο κέρδος της αισθητής θερμότητας του χώρου από συναγωγή, ηλιακή ακτινοβολία,



φώτα, ανθρώπους και κέρδη εξοπλισμού. Οι ακόλουθες εξισώσεις χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τη διόρθωση για τη μετάδοση θερμότητας στο περιβάλλον.

$$F_c = 1 - 0,02 \cdot K \quad (2.9)$$

$$K = (U_w \cdot A_w + U_g \cdot A_g) / L \quad (2.10)$$

όπου,

$F_c$ : πολλαπλασιαστής διόρθωσης του κέρδους της αισθητής θερμότητας κάθε δωματίου,

$K$ : συντελεστής μετάδοσης ανά μονάδα μήκους,  $W / m \cdot K$ ,

$L$ : μήκος του εξωτερικού τοίχου, Σχήμα 1.1, σελ. 31, m,

$U_w, U_g$ : συντελεστές θερμοπερατότητας,  $w =$  τοίχου ή οροφής,  $g =$  παραθύρων, Σχήμα 1.1, σελ. 31,  $W / m^2 \cdot K$ ,

$A_w, A_g$ : επιφάνεια τοίχου ή οροφής και παραθύρων, Σχήμα 1.1, σελ. 31,  $m^2$ .

### 2.10.1 Υπολογισμός θερμικής διαφυγής στο περιβάλλον

Από τις εξισώσεις (2.9) & (2.10) προκύπτει:

$$K = (0,5 W / m^2 K \cdot 142 m^2 + 4,8 W / m^2 K \cdot 133 m^2 + 3,7 W / m^2 K \cdot 15 m^2) / 58,5 m \approx 13$$

&

$$F_c = 1 - 0,02 \cdot K = 1 - 0,02 \cdot 13 \approx 0,74$$

Τα αισθητά θερμικά κέρδη από συναγωγή, ηλιακή ακτινοβολία, φώτα, ανθρώπους και εξοπλισμό θα πολλαπλασιαστούν το καθένα με 0,74. Αυτά τα φορτία θα μειωθούν κατά 26%.

### 2.11 ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ

Η διείσδυση αέρα μέσω χαραμάδων στην περίμετρο παραθύρων ή θυρών προκαλεί και αισθητό και λανθάνον θερμικό κέρδος στους εσωτερικούς χώρους. Τα κέρδη αυτά υπολογίζονται ως εξής:

$$Q_s = 1,1 \cdot CFM \cdot TC \quad (2.11)$$

$$Q_l = 0,68 \cdot CFM \cdot (W_o - W_i) \quad (2.12)$$

όπου,

$Q_s, Q_l$ : αισθητά και λανθάνοντα ψυκτικά φορτία από τον αέρα διείσδυσης,  $Btu / h$ ,

$CFM$ : ρυθμός διείσδυσης αέρα,  $ft^3 / min$ ,

$TC$ : διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αέρα περιβάλλοντος και εσωτερικού,  $F$ ,

$W_o, W_i$ : ειδική υγρασία εξωτερικού και εσωτερικού αέρα,  $gr w. / lb d.a.$

Τα περισσότερα συστήματα θερινού κλιματισμού παρέχουν μηχανικό εξαερισμό με εξωτερικό αέρα, γεγονός που μειώνει ή εξαλείφει τη διείσδυση επειδή

δημιουργείται έτσι υψηλότερη πίεση στο εσωτερικό του κτιρίου σε σχέση με το περιβάλλον. Στην περίπτωση αυτή ο αέρας εξαερισμού δεν αποτελεί φορτίο του εσωτερικού χώρου, αλλά φορτίο του κεντρικού συστήματος κλιματισμού. Πολλά μοντέρνα κτίρια έχουν σφραγισμένα παράθυρα και ως εκ τούτου μηδενικό κέρδος διείσδυσης, εκτός από τις εισόδους. Στην εργασία θεωρήθηκε ότι τα παράθυρα είναι σφραγισμένα. Παρόλα αυτά θα συμπεριλήφθη προσαύξηση της τάξεως του 10% στο τελικό αποτέλεσμα λόγω του ότι η ανανέωση αέρα στηρίζεται στην διείσδυση διότι θεωρήθηκε ότι το κλιματιστικό χρησιμοποιεί 100% ανακυκλούμενο εσωτερικό αέρα.

## 2.12 ΜΕΓΙΣΤΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΩΝ

Ο υπολογισμός ψυκτικών φορτίων δόθηκε ανωτέρω αλλά όχι ο τρόπος καθορισμού των μέγιστων τιμών τους. Διαπιστώθηκε ότι αυτά μεταβάλλονται με το χρόνο (μήνα, ώρα της ημέρας), πέρα από άλλες μεταβολές που έχουν να κάνουν με τον τόπο (γεωγραφικό πλάτος, κλιματολογικές συνθήκες), προσανατολισμό και είδος εξωτερικού δομικού στοιχείου. Επειδή το σύστημα κλιματισμού πρέπει να αντισταθμίζει τα μέγιστα φορτία τα οποία εμφανίζονται σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, πρέπει να γνωρίζουμε τον τρόπο εύρεσής τους. Η εξέταση των πινάκων που παρατέθηκαν νωρίτερα, δίνει ορισμένες κατευθυντήριες γραμμές:

- Για δυτικά προσανατολισμένα ανοίγματα, μέγιστα συνολικά θερμικά κέρδη εμφανίζονται μέσα καλοκαιριού το απόγευμα.
- Για ανατολικά προσανατολισμένα ανοίγματα, μέγιστα ηλιακά θερμικά κέρδη (από ακτινοβολία) εμφανίζονται αρχές ή μέσα καλοκαιριού νωρίς το πρωί.
- Για νότια προσανατολισμένα ανοίγματα, μέγιστα ηλιακά θερμικά κέρδη εμφανίζονται το φθινόπωρο ή το χειμώνα νωρίς το απόγευμα.
- Για νοτιοδυτικά προσανατολισμένα ανοίγματα, μέγιστα ηλιακά θερμικά κέρδη εμφανίζονται το φθινόπωρο το απόγευμα.
- Για τις οροφές τα μέγιστα θερμικά κέρδη εμφανίζονται το καλοκαίρι το απόγευμα ή το βράδυ.
- Για τους τοίχους τα μέγιστα θερμικά κέρδη εμφανίζονται το καλοκαίρι το απόγευμα ή το βράδυ.

### 2.12.1 Υπολογισμός μεγίστων ψυκτικών φορτίων χώρου

Παρατηρώντας τα ψυκτικά φορτία που πρόεκυψαν από τους υπολογισμούς διακρίνουμε ότι με μεγάλη διαφορά το μεγαλύτερο μέρος ( $\approx 70\%$ ) του ψυκτικού φορτίου από αυτά τα οποία έχουν χρονικό προσδιορισμό προκαλείται από τα θερμικά κέρδη συναγωγής της οροφής με 15.700 W στις 18 και 19 ώρα τον μήνα Ιούνιο.<sup>(\*)</sup> Για αυτόν τον λόγο παρακάτω θα εξετάσουμε το άθροισμα των θερμικών φορτίων στις 18 και 19 ώρα τον μήνα Ιούνιο ως εξής:

---

<sup>(\*)</sup> Εκτός του ότι παρουσιάζεται σε αυτήν την χρονική περίοδο το μεγαλύτερο θερμικό κέρδος που είναι αυτό της οροφής, προκύπτει και ότι η συγκέντρωση των περισσότερων άλλων σημαντικών φορτίων βρίσκεται σε αυτό το χρονικό φάσμα. Τα παραπάνω κριτήρια οδήγησαν στο να μελετήσουμε αυτήν την συγκεκριμένη χρονική περίοδο για τα μέγιστα θερμικά φορτία.

Ο κατωτέρω έλεγχος θα δώσει την ώρα αιχμής:

Για το μήνα Ιούνιο.

Τα φορτία για της 18 μ.μ. είναι τα εξής:

Φορτία συναγωγής & ακτινοβολίας =  $15.700 + 425 + 180 + 115 \approx 16.500 \text{ W}$ .

Τα φορτία για της 19 μ.μ. είναι τα εξής:

Φορτία συναγωγής & ακτινοβολίας =  $15.700 + 425 \approx 16.100 \text{ W}$ .

Το μέγιστο φορτίο παρουσιάζετε τον Ιούνιο στις 18 μ.μ.. Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημάνουμε ότι στις παραπάνω πράξεις δεν συμπεριλάβαμε τα φορτία τα οποία δεν έχουν σαφή χρονικό προσδιορισμό. Τα φορτία αυτά τα οποία προέρχονται από διείσδυση αέρα, διαφυγής θερμότητας στο περιβάλλον, ανθρώπων, εξοπλισμού, φωτισμού, ακτινοβολίας και συναγωγής μέσω όλων των επιφανειών με την βοήθεια των παρακάτω πινάκων και υπολογισμών θα αθροιστούν βάση της ώρα παρουσίασης του μέγιστου θερμικού φορτίου (18 ώρα).

**Πίνακας 2.4:** Θερμικά κέρδη κτιρίου για την ώρα εμφάνισης του μέγιστου θερμικού φορτίου (18 ώρα Ιουνίου) μέσω συναγωγής.

Συναγωγή	Προσ.	U W/m <sup>2</sup> K	A m <sup>2</sup>	CLTD <sub>c</sub> K	Q W
Τοίχοι	A	0,5	36	10	180
	Δ	0,5	34	25	425
	B	0,5	36	10	180
	N	0,5	36	13	234
Παράθυρα		3,7	15	10	555
Οροφή		4,8	133	24,6	15.700
<b>Σύνολο = 17.274</b>					

**Πίνακας 2.5:** Θερμικά κέρδη κτιρίου για την ώρα εμφάνισης του μέγιστου θερμικού φορτίου (18 ώρα Ιουνίου) μέσω ακτινοβολίας.

Ακτινοβολίας	Προσ.	SHGF W/m <sup>2</sup>	A m <sup>2</sup>	SC	CLF	Q W
Ανοιγμάτα	A	674	3,3	0,35	0,11	86
	Δ	674	7	0,35	0,61	1.007
	B	150	2,4	0,35	0,91	115
	N	300	2,5	0,35	0,19	50
<b>Σύνολο = 1.258</b>						

## Λοιπά θερμικά κέρδη

Ανθρωποι Αισθητό: **258 W**

Λανθάνον: **388 W**

Εξοπλισμός Αισθητό: **4.438 W**

Λανθάνον: **2.440 W**

Φωτισμού: **200 W**

Θυρών: **122 W**

Ολικό ψυκτικό φορτίο Αισθητό:  $17.274 + 258 + 4.438 + 200 + 122 + 1.258 \approx \mathbf{23.600 W}$

Λανθάνον:  $388 + 2.440 \approx \mathbf{2.800 W}$

### Προσαυξήσεις:

Οι παραπάνω τιμές του ολικού και λανθάνον φορτίου πρέπει να πολλαπλασιαστούν με τους συντελεστές λόγω διείσδυση αέρα 10%, λόγω διαφυγής προς το περιβάλλον -26% και με 35 % για αστάθμητες μεταβλητές οι οποίες δεν ήταν δυνατό να υπολογιστούν. Άρα πολλαπλασιάζουμε ξεχωριστά το ολικό και λανθάνον φορτίο με 19%. Επομένως προκύπτει:

Ολικό ψυκτικό φορτίο Αισθητό =  $23.600 \cdot 1,19 \approx \mathbf{28.000 W}$

&

Ολικό ψυκτικό φορτίο Λανθάνον =  $2.800 \cdot 1,19 \approx \mathbf{3.300 W}$

Άρα συνολικό ψυκτικό φορτίο προκύπτει, αισθητό + λανθάνον =  $28.000 W + 3.300 W = \mathbf{31.300 W}$ .

## **2.13 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Παρατηρούμε ότι το συνολικό ψυκτικό φορτίο έχει προκληθεί κατά κύριο λόγο των θερμικών κερδών της συναγωγής μέσω της οροφής ( $\approx 60\%$ , με προσαύξηση) όπου τα θερμικά φορτία είναι ιδιαίτερα μεγάλα και αυτό οφείλεται κυρίως στον συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής ( $U=4,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ο οποίος αποκλίνει κατά πολύ από την απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,75 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ . Σε παρακάτω κεφάλαια θα αναλυθούν καινοτόμοι μέθοδοι μείωσης των απωλειών της οροφής με σκοπό το βέλτιστο οικονομικό αλλά ακόμη περισσότερο περιβαλλοντικό όφελος.

## **3. ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ**

### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Ως φυτεμένο δώμα ή κήπος σε δώμα, μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε κήπος, μεταξύ του οποίου και του εδάφους υπάρχει ένα κτίριο ή μια δομική κατασκευή. Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται κήποι σε οποιαδήποτε στάθμη από το φυσικό έδαφος.

Στις περισσότερες σημερινές μεγαλουπόλεις, η αλόγιστη ανάπτυξη του δομημένου περιβάλλοντος, η άναρχη και αυθαίρετη δόμηση, και ο περιορισμός ή η εξαφάνιση σχεδόν όλων των ελεύθερων αστικών δημόσιων χώρων και χώρων πρασίνου, έχουν προκαλέσει υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, μη ανεκτές περιβαλλοντικές συνθήκες και αισθητική υποβάθμιση της εικόνας των πόλεων.

### **3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ**

Η ιδέα για το πρασίνισμα των δωμαίων και των στεγών ξεκίνησε στα ιστορικά χρόνια. Η εμφάνιση των πρώτων φυτεμένων δωμαίων συναντάται ως ένα από τα επτά θαύματα του κόσμου, Κρεμαστούς Κήπους της Βαβυλώνας, γύρω στο 604-652 π.Χ.

Εξίσου σημαντικές πηγές για τους πρώτους τεχνητούς κήπους, αποτελούν τα Ζιγκουράτ, τα οποία συναντώνται και αυτά στην περιοχή της Μεσοποταμίας και αποτελούσαν τις φυτοκαλυμμένες κλιμακωτές εξέδρες πάνω στις οποίες έκτιζαν οι Βαβυλώνιοι τους ναούς και τα ιερά για να λατρέψουν τους θεούς τους.

Στα νεότερα χρόνια, οι κήποι στα δώματα, θεωρούνταν στοιχείο υψηλής ποιότητας, αισθητικής και πολυτέλειας, ενώ στις αρχές του 20ού αιώνα δεν ήταν λίγοι οι κορυφαίοι αρχιτέκτονες της εποχής, οι οποίοι υποστήριζαν θερμά τη δημιουργία τέτοιων κατασκευών.

Με την ανάπτυξη του πράσινου κινήματος στις αρχές της δεκαετίας του 1960, με την ηλιακή και βιοκλιματική αρχιτεκτονική, τον παθητικό, ηλιακό και τον ενεργειακό σχεδιασμό, την οικολογική δόμηση και τις Κοινοτικές Οδηγίες που εφαρμόζονται και θα εφαρμόζονται ακόμα περισσότερο, τα σύγχρονα παραδείγματα φυτεμένων δωμαίων, τόσο στον ευρωπαϊκό χώρο, όσο και στην Αμερική, ολοένα και πληθαίνουν.

### 3.3 ΤΥΠΟΙ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ

Ανάλογα με τη χρήση του κήπου, την ικανότητα της φέρουσας κατασκευής να δεχθεί τα πρόσθετα φορτία του, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, τη θέση του κήπου και τις απαιτήσεις του σε νερό και συντήρηση, διακρίνονται δύο βασικοί τύποι φύτευσης: ο *Εκτατικός* τύπος και ο *Εντατικός* τύπος.

#### 3.3.1 Εκτατικός τύπος

Ο *εκτατικός* τύπος φύτευσης είναι φύτευση ελαχίστων ή μικρών απαιτήσεων. Έχει χαμηλό πάχος υποστρώματος φύτευσης (από 6 cm μέχρι 20 cm), δε δημιουργεί μεγάλα πρόσθετα στατικά φορτία και δεν έχει μεγάλη οικονομική επιβάρυνση.

Τα φυτά που επιλέγονται είναι φυτά εδαφοκάλυψης και ποώδη, έχουν ελάχιστες ή μικρές απαιτήσεις σε νερό, είναι ανθεκτικά στον άνεμο και στο ψύχος, έχουν πολύ μικρό βάρος και χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση.

Το σύστημα αυτό βρίσκει πολλές εφαρμογές σε μη προσβάσιμες στέγες κτιριακών εγκαταστάσεων, σε πρανή ή σε κτίρια τα οποία αδυνατούν να φέρουν μεγάλο πρόσθετο φορτίο.



**Εικόνα 3.1:** Εκτατικό πράσινο δώμα.

Στα παρακάτω σχέδια απεικονίζεται η διαστρωμάτωση υλικών στον εκτατικό τύπο χωρίς θερμομόνωση (1) και με θερμομόνωση (2).

1. Εκτατικό φυτεμένο δώμα χωρίς θερμομόνωση.

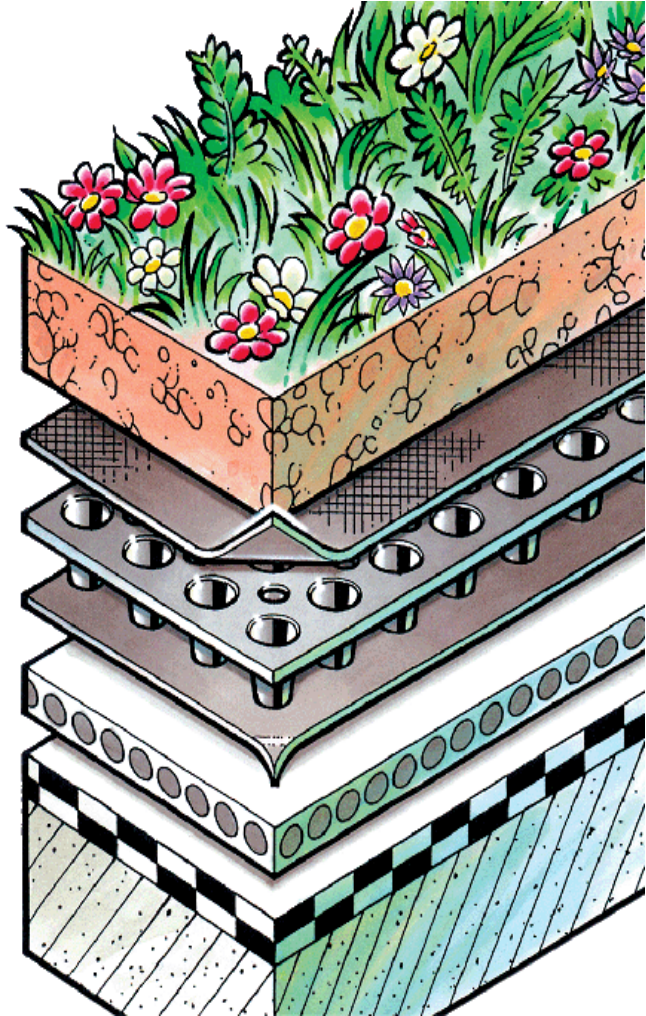
Ποώδη φυτά, εδαφοκάλυψης

Ειδικό υπόστρωμα για εκτατική  
φύτευση

Πολυστρωματική  
αποστραγγιστική μεμβράνη

Προστατευτική μεμβράνη (για  
αποφυγή παραμορφώσεων)

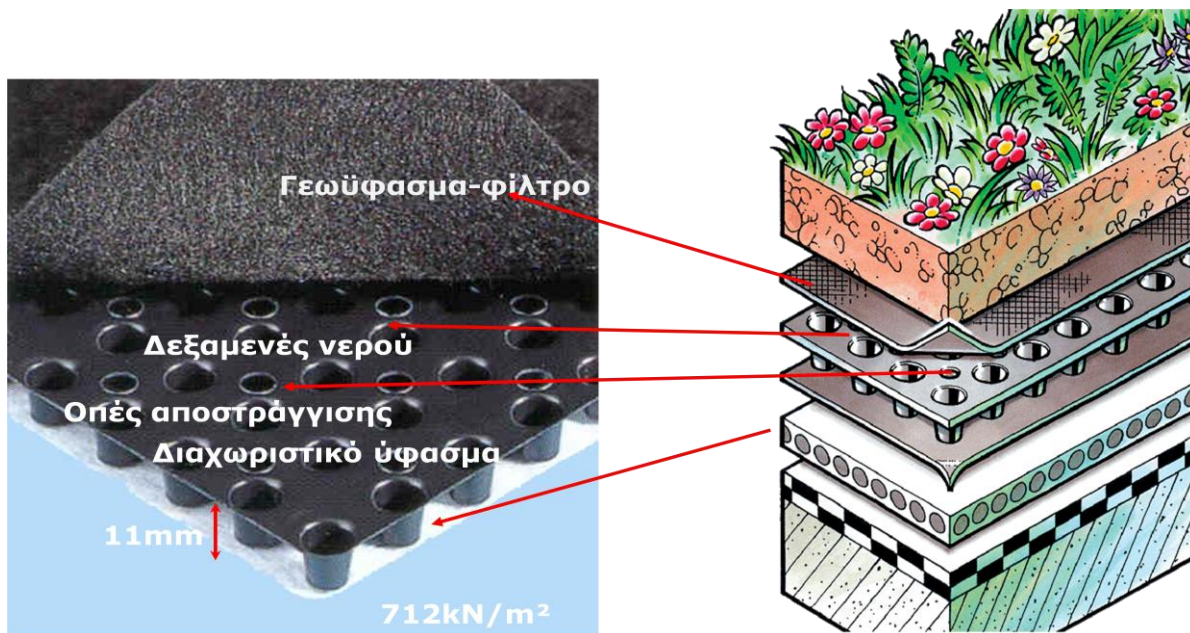
Αντιριζικές στεγανωτικές  
μεμβράνες



**Εικόνα 3.2:** Εκτατικό φυτεμένο δώμα χωρίς θερμομόνωση.<sup>(\*)</sup>

<sup>(\*)</sup> Η εικόνα προέρχεται από δημοσιευμένα ηλεκτρονικά φυλλάδια της εταιρίας Esha.





Εικόνα 3.3: Πολυστρωματική αποστραγγιστική μεμβράνη.<sup>(\*)</sup>

Πίνακας 3.1: Είδος χλωρίδας για εκτατικά φυτεμένα δώματα.

Είδος χλωρίδας	Πάχος υποστρώματος φύτευσης (mm)	Στατική επιβάρυνση
Παχύφυλλα είδη (sedum)	60-80	105-135kg/m <sup>2</sup>
Παχύφυλλα είδη-ποώδη	60-100	105-165kg/m <sup>2</sup>
Ποώδη-Εφαδοκαλυπτικά	100-150	165-240kg/m <sup>2</sup>
Εδαφοκαλυπτικά χλόες	150-200	240-315kg/m <sup>2</sup>



Εικόνα 3.4: Είδος χλωρίδας για εκτατικά φυτεμένα δώματα.

<sup>(\*)</sup> Η εικόνα προέρχεται από δημοσιευμένα ηλεκτρονικά φυλλάδια της εταιρίας Esha.



## 2. Εκτατικό δώμα με θερμομόνωση.

Ποώδη φυτά, εδαφοκάλυψης

Ειδικό υπόστρωμα για εκτατική φύτευση

Πολλυστρωματική αποστραγγιστική μεμβράνη

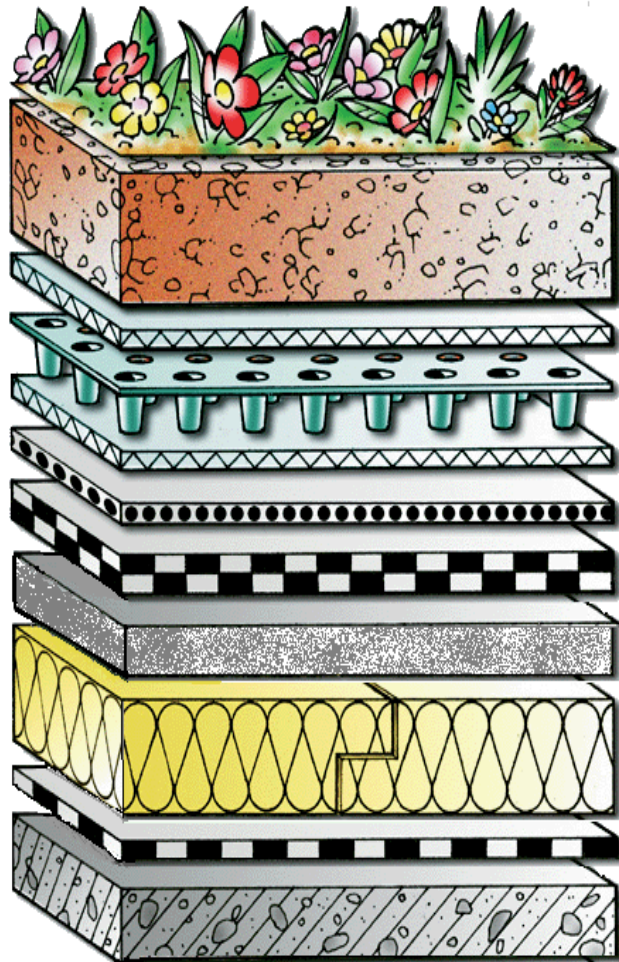
Προστατευτική μεμβράνη (για αποφυγή παραμορφώσεων)

Αντιριζικές στεγανωτικές μεμβράνες

Κλίσεις

Θερμομονωτικές πλάκες

Φράγμα υδρατμών



**Εικόνα 3.5:** Εκτατικό φυτεμένο δώμα με θερμομόνωση.<sup>(\*)</sup>

*Το βάρος του συστήματος εκτατικού τύπου μπορεί να μειωθεί ακόμη περισσότερο αντικαθιστώντας το κηπευτικό χώμα με ειδικά σχεδιασμένες πλάκες πετρομβάμβακα. Το τελευταίο συναντάει εφαρμογή σε φύτευση κεκλιμένων επιφανειών που δέχονται μόνο πολύ ελαφριά φορτία (  $\sim 50 \text{ kg/m}^2$  ).*

### 3.3.2 Εντατικός τύπος

Ο εντατικός τύπος φύτευσης αφορά φύτευση μεσαίων ή αυξημένων απαιτήσεων. Έχει πάχος μεγαλύτερο των 21 cm, δημιουργεί μεγαλύτερα πρόσθετα στατικά φορτία και μεγαλύτερη οικονομική επιβάρυνση από έναν εκτατικό τύπο. Είναι φύτευση μεσαίων έως υψηλών απαιτήσεων σε νερό, θρεπτικά συστατικά και συντήρηση.

<sup>(\*)</sup> Η εικόνα προέρχεται από δημοσιευμένα ηλεκτρονικά φυλλάδια της εταιρίας Esha.

- μεσαίων απαιτήσεων περιλαμβάνει φυτά εδαφοκάλυψης, χαμηλούς θάμνους και χλόες, που στο σύνολο τους δημιουργούν ένα τοπίο, το οποίο έχει χρώμα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους,
- αυξημένων απαιτήσεων περιλαμβάνει ποικιλία φυτών, θάμνων και δέντρων, με τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν κήποι με υψηλή βλάστηση, με στοιχεία νερού και να συνδυαστούν με στοιχεία «σκληρού τοπίου» (hard-landscape), όπως πεζόδρομους ή δρόμους για τροχήλατα οχήματα.

Στα παρακάτω σχέδια απεικονίζεται η διαστρωμάτωση υλικών στον εντατικό τύπο μεσαίων απαιτήσεων (1).

1. Εντατικός τύπος μεσαίων απαιτήσεων χωρίς θερμομόνωση.

Γρασίδι, θάμνοι, δέντρα

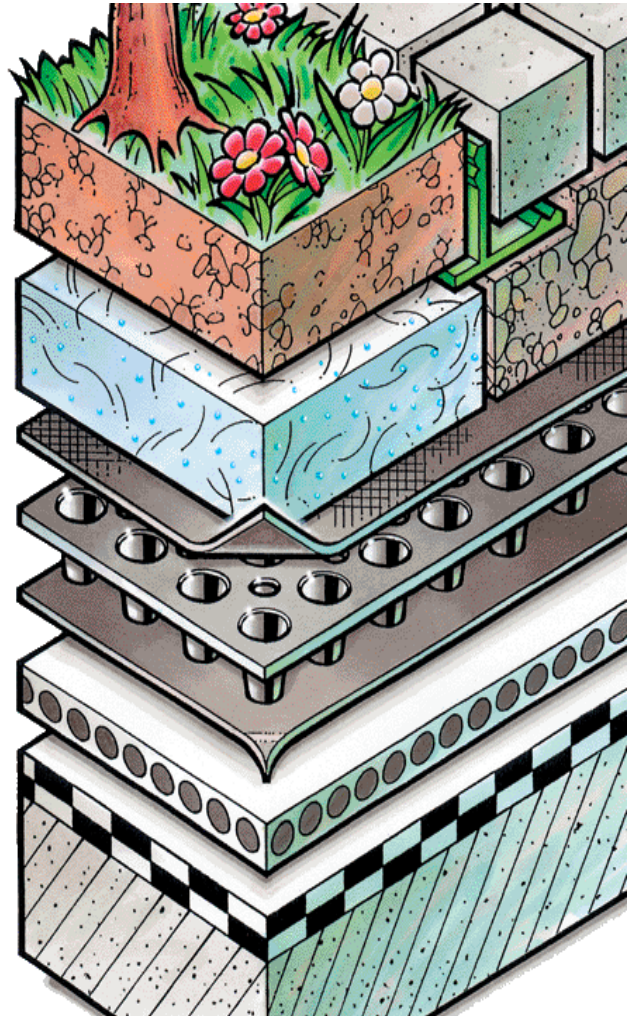
Υπόστρωμα φύτευσης για εντατικό δώμα

Υπόστρωμα-Δεξαμενή νερού

Πολλυστρωματική αποστραγγιστική μεμβράνη

Προστατευτική μεμβράνη  
(αποφυγή παραμορφώσεων)

Αντιριζικές στεγανωτικές μεμβράνες



**Εικόνα 3.6:** Εντατικό φυτεμένο δώμα μεσαίων απαιτήσεων χωρίς θερμομόνωση.<sup>(\*)</sup>

<sup>(\*)</sup> Η εικόνα προέρχεται από δημοσιευμένα ηλεκτρονικά φυλλάδια της εταιρίας Esha.

**Πίνακας 3.2:** Είδος χλωρίδας για εντατικά φυτεμένα δώματα.

Είδος χλωρίδας	Πάχος υποστρώματος φύτευσης	Στατική επιβάρυνση
Γρασίδι	200→350mm	210-410kg/m <sup>2</sup>
Χαμηλοί θάμνοι	200→500mm	210-560kg/m <sup>2</sup>
Μεσαίου μεγέθους θάμνοι <1,5m	250→500mm	260-560kg/m <sup>2</sup>
Μεγάλοι θάμνοι και μικρά δέντρα <6 m	650→1.250mm	660-1,310kg/m <sup>2</sup>

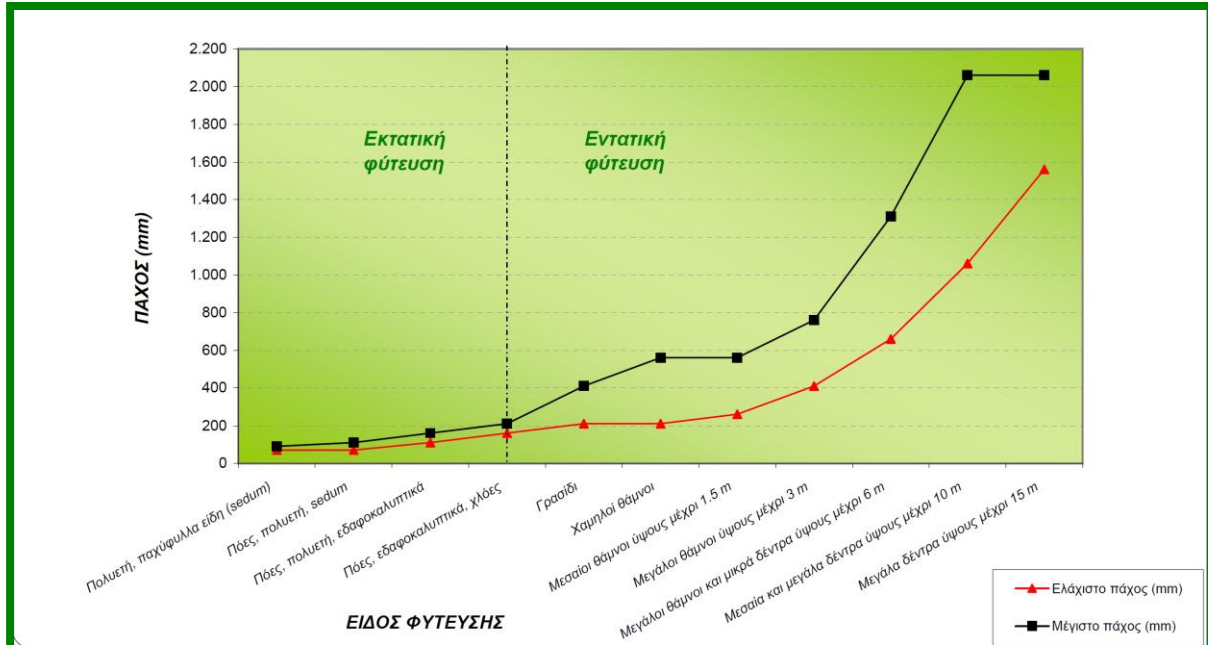


**Εικόνα 3.7:** Είδος χλωρίδας για εκτατικά φυτεμένα δώματα.

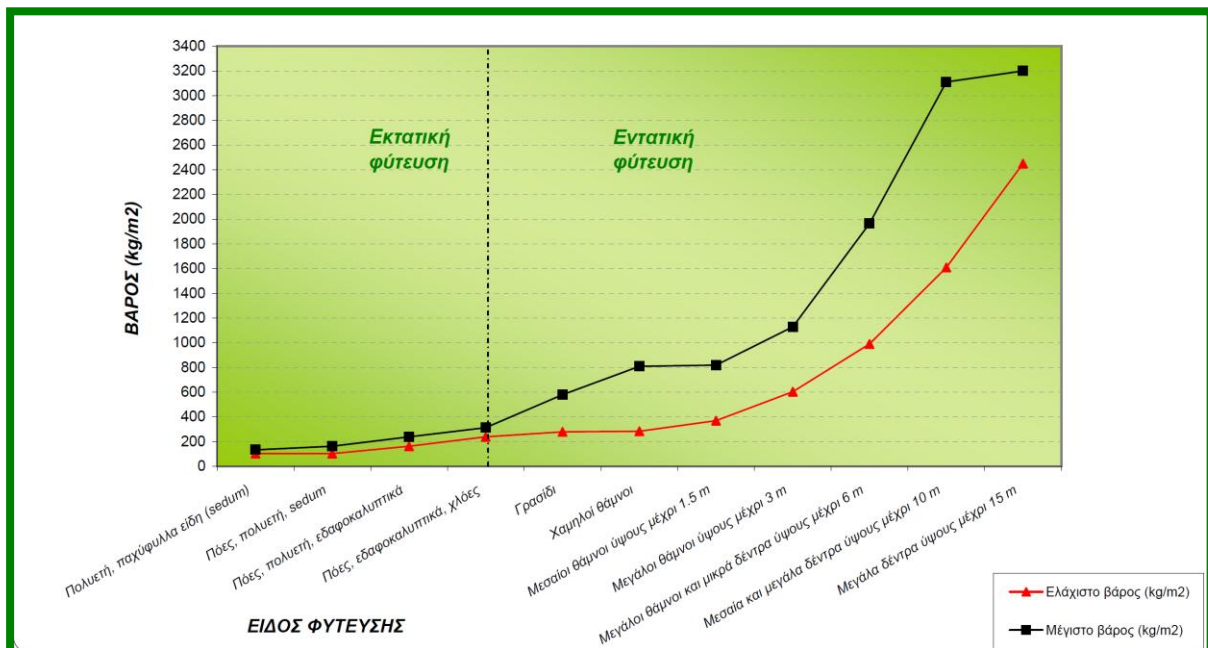


### 3.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΤΑΤΙΚΗΣ & ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Στα ακόλουθα διαγράμματα δίδεται το απαιτούμενο πάχος και πρόσθετο στατικό φορτίο ανάλογα με τον τύπο χλωρίδας που επιλέγεται για έναν κήπο.



**Διάγραμμα 3.1:** Απαιτούμενο πάχος ανάλογα με τον τύπο χλωρίδας που επιλέγεται.<sup>(\*)</sup>



**Διάγραμμα 3.2:** Βάρος ανάλογα με τον τύπο χλωρίδας που επιλέγεται.

<sup>(\*)</sup> Τα διαγράμματα 3.1, 3.2 προέρχονται από δημοσιευμένα ηλεκτρονικά φυλλάδια της εταιρίας Esha.

Στο παρακάτω πίνακα γίνεται σύγκριση εκτατικής & εντατικής φύτευσης.

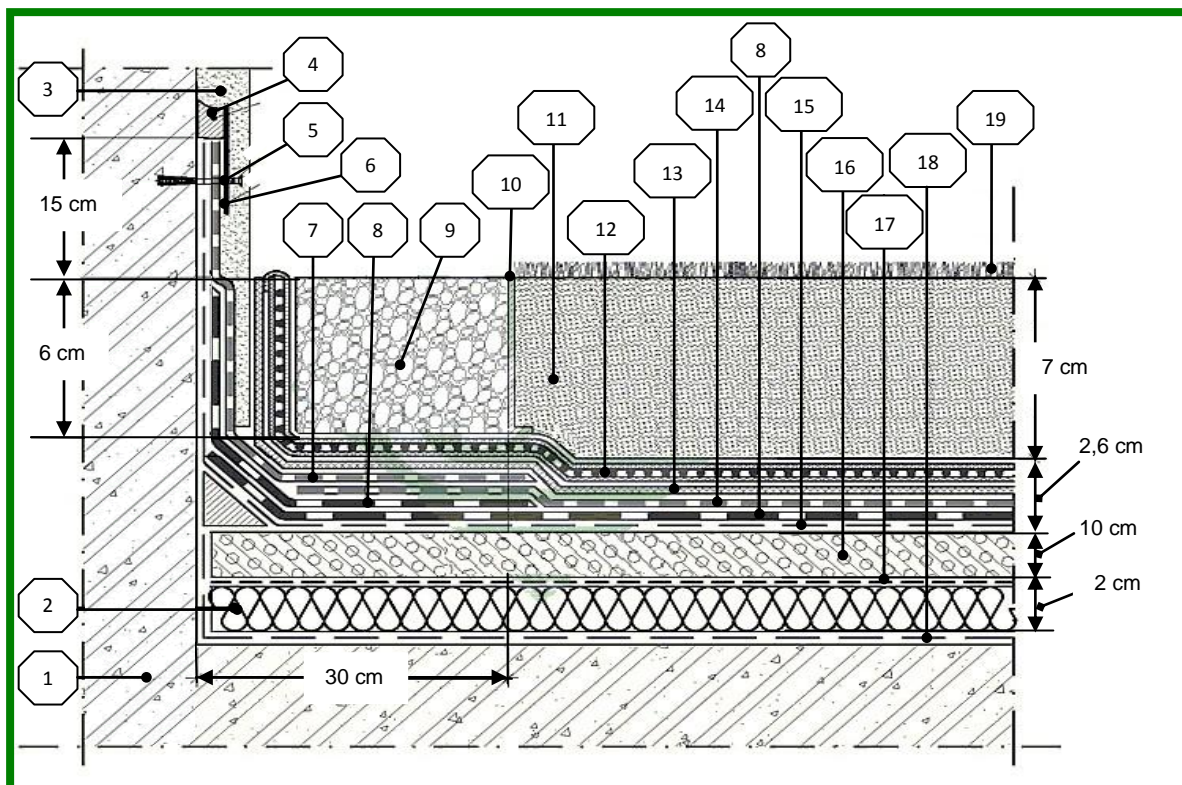
**Πίνακας 3.3:** Σύγκριση εκτατικής & εντατικής φύτευσης.

A/A	Εκτατική φύτευση	Εντατική φύτευση
1	Χαμηλό βάθος > 71mm	Βάθος > 210mm
2	Μικρή πρόσθετη στατική επιβάρυνση > 50 kg / m <sup>2</sup>	Πρόσθετη στατική επιβάρυνση > 280 kg / m <sup>2</sup>
3	Περιορισμένη επιλογή φυτών	Όχι περιορισμούς στην επιλογή φυτών
4	Οικονομική κατασκευή και συντήρηση	Μεγαλύτερο κόστος κατασκευής και συντήρησης
5	Μπορεί να εφαρμοστεί σε κλίσεις μέχρι και 30°	Δεν εφαρμόζεται για κλίσεις > 3-5%
6	Εύκολη εφαρμογή - Μπορεί να γίνει από συνεργείο μόνωσης	Απαιτεί εξειδικευμένο συνεργείο για την κατασκευή
7	Συνήθως δεν συνδυάζεται με υποδομές «σκληρού τοπίου»	Συνδυάζεται με υποδομές «σκληρού τοπίου» - πεζόδρομοι, δρόμοι για τροχήλατα οχήματα

Με τα παραπάνω κριτήρια μπορούμε να επιλέξουμε το είδος φύτευσης ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε περίπτωσης. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία επιλέχτηκε να αναλυθεί ως προς τα περιβαλλοντολογικά, οικονομικά, ενεργειακά οφέλη η μέθοδος της εκτατικής φύτευσης σε οροφή για τους εξής λόγους:

- Συνιστάται να τίθεται όσο το δυνατόν μικρότερο βάρος στην πλάκα της τaráτσας για να μην αυξηθούν οι στατικές καταπονήσεις.
- Οικονομικότερη κατασκευή, εφαρμογή, συντήρηση καθώς και γρηγορότερη απόσβεση χρημάτων σε συνδυασμό με την επιθυμητή ενεργειακή απόδοση.





Εικόνα 3.9: Στηθαίο - γενική διαστρωμάτωση. (\*)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ			
1	Πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα	14	Δεύτερη αντιριζική ασφαλιστική στεγανωτική μεμβράνη
2	Θερμομόνωση	15	Αστάρι
3	Τσιμεντοκονία	16	Ρύσεις
4	Μαστίχη σφράγισης	17	Διαχωριστική στρώση
5	Βίδα στερέωσης	18	Φράγμα υδρατμών
6	Περιμετρική λάμα στερέωσης	19	Φύτευση εκτατικού τύπου
7	Αντιριζική στεγανωτική μεμβράνη με επικάλυψη ψηφίδας	20	Κάλυμμα σωλήνα
8	Πρώτη αντιριζική ασφαλιστική στεγανωτική μεμβράνη	21	Γεώφασμα
9	Θραυστό υλικό 16-32 mm	22	Κεφαλή υδρορροής
10	Διαχωριστικό στοιχείο	23	Υδρορροή
11	Υπόστρωμα για εκτακτική φύτευση	24	Διάτρητος σωλήνας
12	Αποστραγγιστική μεμβράνη	25	Διάτρητο κάλυμμα υδρορροής
13	Προστατευτική στρώση		

(\*) Στο σχέδιο δεν έχει τηρηθεί κλίμακα.



### 3.5.1 Υλικά πράσινης οροφής & τρόπος επιλογής τους

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των πράσινων δωμάτων ποικίλουν ανάλογα με την εφαρμογή και τις απαιτήσεις της. Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή της παρούσας πτυχιακής εργασίας επιλέχθηκαν από μια γκάμα προτεινόμενων υλικών των πιο κάτω εταιριών. Τα χημικά και ασφαλτικά προϊόντα επιλέχθηκαν από την Esha και την Nophadrain, τα υλικά μηχανικής στήριξης είναι της Koelner, τα υλικά εξαεριστήρων & υδρορροών της Italprofil, τα θερμομονωτικά υλικά από την *Vapotherm* και για τον οικοδομικό τομέα χρησιμοποιήθηκαν προϊόντα της Titan και της Περλίτ.

Προτού προχωρήσουμε στην επιλογή των υλικών θα πρέπει να σημειωθεί ότι η παραγωγική διαδικασία έχει γίνει με τις κατάλληλες πιστοποιήσεις, και όλα τα προϊόντα φέρουν την σήμανση CE<sup>(\*)</sup>.

Όπως προαναφέραμε τα υλικά για τέτοιου είδους κατασκευές ποικίλουν. Για αυτό τον λόγο εκτός της άντλησης πληροφοριών για την τελική επιλογή των υλικών από την προαναφερθέντες εταιρίες συλλέχθηκαν πληροφορίες από μηχανολόγους και πολιτικούς μηχανικούς του χώρου της μόνωσης. Με γνώμονα ότι τα προϊόντα που θα επιλεγούν είναι πιστοποιημένα για τέτοιου είδους εφαρμογές αλλά και μέσω της πολύχρονης εμπειρίας ανθρώπων του χώρου των μονώσεων, με τελικό σκοπό την βέλτιστο τεχνοοικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος, επιλέχθηκαν τα πιο κάτω υλικά.

#### ΦΡΑΓΜΑ ΥΔΡΑΤΜΩΝ

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί είναι το *EshaCoat 6 S* της Esha.

#### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του υλικού είναι 60 ευρώ το δοχείο των 18 kg,
- μέση κατανάλωση 0,5 kg/m<sup>2</sup> (ανά στρώση υλικού).

#### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- επιφάνεια κάλυψης δώματος 133 m<sup>2</sup>,
- η επιφάνεια κάλυψης στηθαίου με φράγμα υδρατμών όπως παρατηρούμαι από την Εικ. 3.9, σελ. 63 και το Σχήμα 1.1, σελ. 31, προκύπτει από το ύψος στηθαίου 0,37 m και το μήκος στηθαίου 46,2 m αντίστοιχα. Άρα η επιφάνεια κάλυψης στηθαίου ισούται με 0,37 m · 46,2 m ≈ 17 m<sup>2</sup> και η συνολική επιφάνεια κάλυψης ισούται με 133 m<sup>2</sup> + 17 m<sup>2</sup> = 150 m<sup>2</sup>,
- δύο στρώσεις *EshaCoat 6 S*.

---

(\*) Η σήμανση «CE» (γνωστό και ως σήμα CE) είναι μια υποχρεωτική σήμανση συμμόρφωσης σε πολλά προϊόντα που διατίθενται στην ενιαία αγορά του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου (ΕΟΧ). Η σήμανση CE πιστοποιεί ότι ένα προϊόν έχει επιτύχει την ασφάλεια των καταναλωτών, την υγεία ή περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Με την τοποθέτηση της σήμανσης CE σε ένα προϊόν, ο κατασκευαστής - με αποκλειστική ευθύνη του - δηλώνει ότι πληροί της προϋποθέσεις της ΕΕ σε θέματα ασφάλειας, υγείας και προστασίας του περιβάλλοντος.

## ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

➤ με ένα δοχείο 18 kg και μέση κατανάλωση 1 kg/m<sup>2</sup> θα καλύψουμε,

$$\frac{18 \text{ kg}}{1 \text{ kg/m}^2} = 18 \text{ m}^2,$$

άρα με ένα δοχείο των 18 kg καλύπτουμε 18 m<sup>2</sup>. Επομένως στα 150 m<sup>2</sup> θα καταναλώσουμε,

$$\frac{150 \text{ m}^2}{18 \text{ m}^2} \approx 8,3 \text{ ή } 9 \text{ δοχεία},$$

θα χρησιμοποιηθούν 9 δοχεία των 18 kg. Προκύπτει ότι το φράγμα υδρατμών για επιφάνεια 150 m<sup>2</sup> θα κοστίσει, 9 δοχεία · 60 ευρώ = **540 ευρώ**.

## **ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ**

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί είναι *Πλάκες PU Temptra* της εταιρίας Varotherm, με θερμική αγωγιμότητα  $\lambda = 0,021$  (W/mK) και πάχος 2 cm.

## ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή του υλικού είναι 9,5/m<sup>2</sup>.

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

➤ επιφάνεια κάλυψης 133 m<sup>2</sup>.

## ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

➤ με τιμή υλικού 9,5 ευρώ/m<sup>2</sup> και επιφάνεια 133 m<sup>2</sup> το κόστος προκύπτει,

$$133 \text{ m}^2 \cdot 9,5 \text{ ευρώ/m}^2 \approx 1.264 \text{ ευρώ},$$

άρα η θερμομόνωση για επιφάνεια 133 m<sup>2</sup> θα κοστίσει **1.264 ευρώ**.

## **ΑΣΤΑΡΙ**

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την επιφάνεια δώματος είναι το *EshaRoofcoat 10* και για τα στηθαία το *EshaFast* της Esha.

Για το *EshaRoofcoat 10*,

## ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του υλικού είναι 55 ευρώ το δοχείο των 17 kg,
- μέση κατανάλωση 0,4 kg/m<sup>2</sup>.

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- επιφάνεια κάλυψης 133 m<sup>2</sup>.

## ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

- με ένα δοχείο 17 kg και μέση κατανάλωση 0,4 kg/m<sup>2</sup> θα καλύψουμε,

$$\frac{17 \text{ kg}}{0,4 \text{ kg/m}^2} = 42,5 \text{ m}^2,$$

άρα με ένα δοχείο των 17 kg καλύπτουμε 42,5 m<sup>2</sup>. Προκύπτει ότι στα 133 m<sup>2</sup> θα καταναλώσουμε,

$$\frac{133 \text{ m}^2}{42,5 \text{ m}^2} = 3,13 \text{ ή } 4 \text{ δοχεία},$$

θα χρησιμοποιηθούν 4 δοχεία των 17 kg. Άρα το αστάρι για επιφάνεια δώματος 133 m<sup>2</sup> θα κοστίσει, 4 δοχεία · 55 ευρώ = **220 ευρώ**.

Για το *EshaFast*,

## ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του υλικού είναι 43 ευρώ το δοχείο των 17 kg,
- μέση κατανάλωση 0,3 kg/m<sup>2</sup>.

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- η επιφάνεια κάλυψης στηθαίου με αστάρι όπως παρατηρούμαι από την Εικ. 3.9, σελ. 63 και το Σχήμα 1.1, σελ. 31, προκύπτει από το ύψος στηθαίου 0,25 m και το μήκος στηθαίου 46,2 m αντίστοιχα. Άρα η επιφάνεια κάλυψης στηθαίου ισούται με 0,25 m · 46,2 m ≈ 12 m<sup>2</sup>.

## ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

- με ένα δοχείο 17 kg και μέση κατανάλωση 0,3 kg/m<sup>2</sup> θα καλύψουμε,

$$\frac{17 \text{ kg}}{0,3 \text{ kg/m}^2} \approx 57 \text{ m}^2,$$

άρα με ένα δοχείο των 17 kg καλύπτουμε 57 m<sup>2</sup>. Επομένως στα 12 m<sup>2</sup> θα καταναλώσουμε,

$$\frac{12 \text{ m}^2}{57 \text{ m}^2} = 0,21 \text{ ή } 1 \text{ δοχείο},$$

θα χρησιμοποιηθεί 1 δοχείο των 17 kg. Προκύπτει ότι το αστάρι για επιφάνεια 17 m<sup>2</sup> στηθαίου θα κοστίσει, 1 δοχείο · 43 ευρώ = **43 ευρώ**.

## **ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ**

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την επιφάνεια δώματος και για τα στηθαία είναι το *ESHAGUM ANTIROOT (B2)* με πάχος 3,6 mm της Esha.

*Για την επιφάνεια δώματος,*

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του υλικού είναι 10,06/m<sup>2</sup>,

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- επιφάνεια κάλυψης δώματος 133 m<sup>2</sup>,
- θα χρειαστούν δύο στρώσεις στεγανωτικής αντιριζικής μεμβράνης,
- οι κατά μήκος αλληλοεπικαλύψεις των φύλλων της ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης είναι κατά 8-10 cm. Οπότε προστίθεται κατά μέσο όρο 5% περισσότερη επιφάνεια,
- οι κατά πλάτος αλληλοεπικαλύψεις των φύλλων της ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης είναι κατά 10-15 cm. Οπότε προστίθεται 7% κατά μέσο όρο περισσότερη επιφάνεια.

Άρα η επιφάνεια προκύπτει,  $133 \text{ m}^2 \cdot 1,05 \cdot 1,07 \approx 149 \text{ m}^2$  στεγανωτικής αντιριζικής μεμβράνης.

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

- με τιμή υλικού 10,06 ευρώ/m<sup>2</sup>, επιφάνεια 149 m<sup>2</sup> και δύο στρώσεις, το κόστος προκύπτει,

$$149 \text{ m}^2 \cdot 10,06 \text{ ευρώ/m}^2 \cdot 2 \text{ στρώσεις} \approx 3.000 \text{ ευρώ.}$$

Άρα η στεγανωτική αντιριζική μεμβράνη για επιφάνεια δώματος 149 m<sup>2</sup> θα κοστίσει, **3.000 ευρώ.**

*Για τα στηθαία*

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του υλικού είναι 10,06 ευρώ/m<sup>2</sup>,

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- επί των στηθαίων και γενικά επί των κατακόρυφων επιφανειών απόληξης ανέρχεται ειδική λωρίδα της δεύτερης στεγανωτικής μεμβράνης, ελαχίστου πλάτους 0,5 m, η οποία υπερκαλύπτει τη λωρίδα της πρώτης στεγανωτικής μεμβράνης κατά τουλάχιστον 15 cm,
- πρέπει να δοθεί το κατάλληλο ύψος στο κατακόρυφο τμήμα της δεύτερης αντιριζικής ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης, το οποίο να ανέρχεται τουλάχιστον 15 cm από το τελικό ύψος του υποστρώματος φύτευσης,

- τελικό ύψος υποστρώματος φύτευσης 7cm,
- επί των στηθαίων και γενικά επί των κατακόρυφων επιφανειών τοποθετείται λωρίδα της πρώτης ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης, ελαχίστου πλάτους 0,5 m, η οποία υπερκαλύπτει τη λωρίδα της πρώτης στεγανωτικής μεμβράνης του δώματος κατά τουλάχιστον 15 cm,
- η μεμβράνη πρέπει να τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε το κατακόρυφο τμήμα της να ανέρχεται σε ύψος 15-20 cm από το υψηλότερο σημείο των ρύσεων,
- 46,2 m μήκος στηθαίου (από Σχήμα 1.1, σελ 31)

Άρα με την βοήθεια της Εικ. 3.9, σελ. 63, προκύπτει η τελική επιφάνεια των μεμβρανών,

$$(0,15 \text{ m} + 0,09 \text{ m} + 0,15 \text{ m} + 0,15 \text{ m} + 0,15 \text{ m}) \cdot 46,2 \text{ m} \approx 32 \text{ m}^2$$

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

- με τιμή υλικού 10,06 ευρώ/m<sup>2</sup>, επιφάνεια 32 m<sup>2</sup>, το κόστος προκύπτει,

$$32 \text{ m}^2 \cdot 10,06 \text{ ευρώ/m}^2 \approx 323 \text{ ευρώ},$$

άρα η στεγανωτική αντιριζική μεμβράνη για επιφάνεια στηθαίων 32 m<sup>2</sup> θα κοστίσει **323 ευρώ**.

### **ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ**

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την επιφάνεια δώματος είναι το *ESHADRAIN 400*, πάχους 7,5 mm της Esha.

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του υλικού είναι 1,70 ευρώ/m<sup>2</sup>,

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- επιφάνεια κάλυψης δώματος 133 m<sup>2</sup>,
- επιφάνεια κάλυψης στηθαίου (ως συνέχεια της στρώσης του δώματος), ύψους 0,06 m (Εικ. 3.9, σελ. 63), μήκους 46,2 m (Σχήμα 1.1, σελ. 31), 0,06 m · 46,2 m ≈ 2,8 m<sup>2</sup>.

Άρα προκύπτει συνολική επιφάνεια 133 m<sup>2</sup> + 2,8 m<sup>2</sup> ≈ 136 m<sup>2</sup>.

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

- με τιμή υλικού 1,70 ευρώ/m<sup>2</sup> και επιφάνεια 136 m<sup>2</sup> το κόστος προκύπτει,

$$136 \text{ m}^2 \cdot 1,70 \text{ ευρώ/m}^2 \approx 233 \text{ ευρώ},$$

άρα η προστατευτική στεγανωτική στρώση για επιφάνεια δώματος 133 m<sup>2</sup> θα κοστίσει **233 ευρώ**.

## ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την επιφάνεια δώματος είναι το Nophadrain ND 4+1 LT, πάχους 11 mm της Nophadrain.

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή του υλικού είναι 15,60 ευρώ/m<sup>2</sup>,

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- επιφάνεια κάλυψης δώματος 133 m<sup>2</sup>,
- διαστρώνονται με αλληλοεπικάλυψη τουλάχιστον 10 cm. Οπότε κατά μέσο όρο προστίθεται 10% περισσότερη επιφάνεια,
- επιφάνεια κάλυψης στηθαίου (ως συνέχεια της στρώσης του δώματος), ύψους 0,06 m (Εικ. 3.9, σελ. 63) μήκους 46,2 m (Σχήμα 1.1, σελ. 31), 0,06 m · 46,2 m = 2,8 m<sup>2</sup>.

Άρα η επιφάνεια προκύπτει,  $(133 \text{ m}^2 + 2,8 \text{ m}^2) \cdot 1,10 \approx 150 \text{ m}^2$  πολυστρωματικής μεμβράνης αποστράγγισης.

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

➤ με τιμή υλικού 15,60 ευρώ/m<sup>2</sup> και επιφάνεια 150 m<sup>2</sup> το κόστος προκύπτει,

$$150 \text{ m}^2 \cdot 15,60 \text{ ευρώ/m}^2 \approx 2.340 \text{ ευρώ},$$

άρα η πολυστρωματική προστατευτική μεμβράνη αποστράγγισης για επιφάνεια δώματος 150 m<sup>2</sup> θα κοστίσει **2.340 ευρώ**.

## ΜΑΣΤΙΧΗ ΣΦΡΑΓΙΣΗΣ

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί είναι το *EshaPolyseal (A + B)* με αστάρι *EshaPrimer 21* της Esha.

Για το υλικό *EshaPolyseal (A + B)*,

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του υλικού είναι 162 ευρώ το δοχείο των 13,2 kg,
- ειδικό βάρος 1,35 gr/cm<sup>3</sup>.

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Για αρμό,

- μήκους 4.620 cm,
- πλάτους 2 cm,
- ύψους 1,4 cm,

αντιστοιχεί σε  $4.620 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} \cdot 1,4 \text{ cm} \cdot 1,35 \text{ gr} / \text{cm}^3 \approx 17.841 \text{ gr}$  ή 17,841 kgr υλικού. Προκύπτει ότι χρειαζόμαστε 17,8 kgr υλικού.

## ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

- χρειάζομαστε 17,8 kg υλικού,
- το δοχείο περιέχει 13,2 kg υλικού, άρα θα καταναλωθούν,

$$\frac{17,8 \text{ kg}}{13,2 \text{ kg}} = 1,35 \text{ ή } 2 \text{ δοχεία των } 13,2 \text{ kg.}$$

Προκύπτει ότι η μαστίχη σφράγισης θα κοστίσει, 2 δοχεία · 162 ευρώ = **324 ευρώ**.

Για το υλικό *EshaPrimer 2*,

## ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του υλικού είναι 12,04 ευρώ το δοχείο του 1 kg,
- από την κατασκευάστρια εταιρία γνωρίζουμε ότι για αρμό διαστολής πλάτους 2 cm ενδεικτική κατανάλωση είναι 1 kg ανά 80 τρέχοντα μέτρα αρμού.

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- 46,2 m τρέχοντα μέτρα αρμού,

## ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

- πρέπει να καλύψουμε 46,2 τρέχοντα μέτρα αρμού,
- το δοχείο του 1kg καλύπτει 80 τρέχοντα μέτρα αρμού, άρα θα καταναλωθεί,

$$\frac{46,2 \text{ m}}{80 \text{ m}} \approx 0,58 \text{ ή } 1 \text{ δοχείο του } 1\text{kg.}$$

Προκύπτει ότι το αστάρι της μαστίχη σφράγισης θα κοστίσει 1 δοχείο · 12,04 ευρώ = **12,04 ευρώ**.

## **ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΕΦΑΛΕΣ ΓΙΑ ΣΤΟΜΙΑ ΥΔΡΟΡΡΩΝ**

Θα τοποθετηθούν ειδικές κεφαλές *UNIVERSAL ROOF DRAIN Φ60* της Italtprofil.

## ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του υλικού είναι 10,85 ευρώ το τεμάχιο.

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- θα τοποθετήσουν τέσσερις.

## ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Οι ειδικές κεφαλές για στόμια υδρορροών θα κοστίσουν, 10,85 ευρώ/τεμ, · 4 τεμ. ≈ **44 ευρώ**.

## **ΣΗΤΑ ΥΔΡΟΡΡΟΗΣ**

Θα τοποθετηθούν σήτες *LEAF GRATE 4 POLES Φ60-110*, της Itaiprofil.

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή του υλικού είναι 5,57 ευρώ το τεμάχιο.

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

➤ θα τοποθετήσουν τέσσερις.

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Οι σήτες υδρορροής θα κοστίσουν 4 τεμ. · 5,57 ευρώ/τεμ ≈ **24 ευρώ**.

## **ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ**

Θα τοποθετηθεί γεώφασμα Drenotex της Esha, βότσαλο θαλάσσης κωκομετρίας 15-32 mm, διάτρητος σωλήνας Φ100 mm, μεταλλική θυρίδα επίσκεψης 30 · 30 · 8 cm και σχάρα θυρίδας επίσκεψης 30 · 30 · 1,5 cm της Itaiprofil.

*Για την μεταλλική θυρίδα επίσκεψης,*

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΩΝ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή της μεταλλικής θυρίδας επίσκεψης είναι 131 ευρώ/τεμάχιο.

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

➤ θα χρησιμοποιηθούν τέσσερις θυρίδες επίσκεψης.

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Η μεταλλική θυρίδα επίσκεψης θα κοστίσει 4 τεμάχια · 131 ευρώ/τεμάχιο ≈ **524 ευρώ**.

*Για την σχάρα θυρίδας επίσκεψης*

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΩΝ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή της μεταλλικής θυρίδας επίσκεψης είναι 85 ευρώ/τεμάχιο.

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

➤ θα χρησιμοποιηθούν τέσσερις θυρίδες επίσκεψης.

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Η μεταλλική θυρίδα επίσκεψης θα κοστίσει 4 τεμάχια · 85 ευρώ/τεμάχιο ≈ **340 ευρώ**



Για το γεωύφασμα.

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΩΝ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του γεωυφάσματος είναι 0,80 ευρώ/m<sup>2</sup>.

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- η επιφάνεια που θα καλύψουμε με γεωύφασμα εξαρτάται από την εξωτερική επιφάνεια του διάτρητου σωλήνα. Δηλαδή από το ύψος του διάτρητου σωλήνα 8 cm, και το μήκος της περιμέτρου του σωλήνα που βρίσκεται ως εξής:

Αν L το μήκος ενός κύκλου και δ η διάμετρος του τότε ο σταθερός λόγος L/δ ονομάζεται π και ισχύει π = 3,14. Οπότε έχοντας διάτρητο σωλήνα με Φ100mm το μήκος προκύπτει,

$$L/\delta = 3,14 \Rightarrow L = 3,14 \cdot 0,1 \text{ m} \approx 0,314 \text{ m},$$

η επιφάνεια θα προκύψει,  $0,314 \text{ m} \cdot 0,08 \text{ m} \approx 0,025 \text{ m}^2$

- τέσσερις όμοιες επιφάνειες να καλύψουμε.

Άρα η επιφάνεια γεωυφάσματος που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι  $4 \cdot 0,025 \text{ m}^2 = 0,1$  ή  $1 \text{ m}^2$ .<sup>(\*)</sup>

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Το γεωύφασμα θα κοστίσει  $1 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ ευρώ/m}^2 \approx \mathbf{0,8 \text{ ευρώ}}$ .

Για βότσαλο θαλάσσης,

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΩΝ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- η τιμή του είναι 0,2 ευρώ/kg,
- ειδικό βάρος, 2000 kg/m<sup>3</sup>.

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- περιμετρική τοποθέτηση βότσαλου στο δώμα, ύψους 0,06 m, μήκους 12,3 m, πλάτους 0,3 m για τις δύο πλευρές του δώματος και για τις άλλες δύο έχουμε ίδιο μήκος και ύψος αλλά με μήκος 10,8 m (Σχήμα 1.1, σελ. 31 & Εικ. 3.8, σελ. 62). Άρα προκύπτει συνολικός όγκος:

$$(2 \cdot 0,06 \text{ m} \cdot 12,3 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m}) + (2 \cdot 0,06 \text{ m} \cdot 10,8 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m}) = 0,832 \text{ m}^3$$

- η περιφέρεια του σωλήνα πληρούται με βότσαλο θαλάσσης κοκομετρίας 16-32 mm, περιμετρικά σε πλάτος τουλάχιστον 30 cm. Άρα ο όγκος για την τοποθέτηση γύρω από τον διάτρητο σωλήνα προστασίας της υδρορροής προκύπτει ως εξής:

---

<sup>(\*)</sup> Η ελάχιστη αποδεκτή παραγγελία είναι ένα τετραγωνικό μέτρο.

Γνωρίζοντας ότι  $r = 35 \text{ cm}$  η ακτίνα κύκλου (5 cm ακτίνα του διάτρητου σωλήνα & 30 cm πάχος θραυστού υλικού από Εικ. 3.8, σελ. 62) και σταθερά  $\pi = 3,14$ . Προκύπτει επιφάνεια κύκλου  $a = \pi \cdot r^2 = 0,38 \text{ m}^2$  και έχοντας ύψος κυλίνδρου 8 cm, καταλήγουμε σε όγκο  $0,08 \text{ m} \cdot 0,38 \text{ m}^2 = 0,031 \text{ m}^3$ . Αφαιρώντας τον όγκο του διάτρητου σωλήνα προκύπτει τελικός όγκος θραυστού υλικού περιμετρικά του διάτρητου σωλήνα που έχει επιφάνεια,  $a = \pi \cdot r^2 \approx 0,008 \text{ m}^2$  και έχοντας ύψος κυλίνδρου 8 cm, καταλήγουμε σε όγκο  $0,08 \text{ m} \cdot 0,008 \text{ m}^2 \approx 0,0006 \text{ m}^3$ . Επομένως ο όγκος του θραυστού υλικού προκύπτει,  $0,031 \text{ m}^3 - 0,0006 \text{ m}^3 = 0,0304 \text{ m}^3$ .

➤ τέσσερα λούκια.

Άρα τα  $\text{m}^3$  υλικού που πρέπει να συμπληρώσουμε γύρω από τον διάτρητο σωλήνα προστασίας της υδρορροής είναι:

$$0,0304 \text{ m}^3 \cdot 4 \text{ λούκια} \approx 0,122 \text{ m}^3,$$

ο τελικός όγκος είναι  $0,122 \text{ m}^3 + 0,832 \text{ m}^3 \approx 1 \text{ m}^3$ .

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Το βότσαλο θαλάσσης με πυκνότητα  $2.000 \text{ kg/m}^3$ , στα ένα 1 kg έχει όγκο:  $1/2000 \text{ m}^3/\text{kg} \cdot 1 \text{ kg} = 0,0005 \text{ m}^3$ , τα 1 kg βότσαλου έχουν όγκο  $0,0005 \text{ m}^3$  άρα στα  $1 \text{ m}^3$  χρειαζόμαστε,

$$\frac{1 \text{ m}^3}{0,0005 \text{ m}^3} \approx 2.000 \text{ kg βότσαλου,}^{(*)}$$

άρα το βότσαλο θαλάσσης θα κοστίσει  $2.000 \text{ kg} \cdot 0,2 \text{ ευρώ/kg} \approx \mathbf{400 \text{ ευρώ}}$ .

### **ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΓΙΑ ΕΚΤΑΤΙΚΗ ΦΥΤΕΥΣΗ**

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την επιφάνεια δώματος είναι το *Esha Oxygen GM Intensive*.

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΩΝ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή του είναι  $204 \text{ ευρώ/m}^3$ ,

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- επιφάνεια κάλυψης δώματος  $133 \text{ m}^2$ ,
- πάχος 7 cm.

Άρα ο όγκος που πρέπει να καλύψουμε με υλικό είναι,  $133 \text{ m}^2 \cdot 0,07 \text{ m} = 9,31 \text{ m}^3$  ή  $10 \text{ m}^3$ .

---

(\*) Οι υπολογισμοί για τα κυλά του βότσαλου είναι προσεγγιστική. Το υλικό δεν πληροί όλο τον όγκο λόγω της ιδιομορφίας της γεωμετρίας του.

## ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

➤ με τιμή υλικού 204 ευρώ/m<sup>3</sup> και όγκο κάλυψης 10 m<sup>3</sup>, το κόστος προκύπτει,

$$204 \text{ ευρώ/m}^3 \cdot 10 \text{ m}^3 = 2.040 \text{ ευρώ,}$$

άρα το υπόστρωμα για εκτατική φύτευση θα κοστίσει **2.040 ευρώ**.

## **ΠΕΡΛΙΤΟΔΕΜΑ**

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία του περλιτοδέματος είναι το προϊόν περλίτη ονομαζόμενο *Perlomin A* της Περλίτ, τσιμέντο TITAN και νερό.

## ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή του *perlomin A*, είναι 52 ευρώ/m<sup>3</sup>, με ειδικό βάρος 80 kg/m<sup>3</sup>, άρα η τιμή του ενός kg είναι:

$$52 \left( \frac{\text{ευρώ}}{\text{m}^3} \right) \cdot \frac{1}{80} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) = 0,65 \text{ ευρώ/kg}$$

- η τιμή του τσιμέντου είναι, 0,14 ευρώ/kg,
- στο 1m<sup>3</sup> *perlomin A*, αναμιγνύονται 180 kg/m<sup>3</sup> τσιμέντου και 180 lt νερού,
- με την ανάμειξη των παραπάνω υλικών σύμφωνα με την κατασκευάστρια εταιρία («ΠΕΡΛΙΤ ΕΛΛΑΣ Α.Ε.») θα προκύψει φαινόμενο βάρος ξηρού περλιτοδέματος 355 kg/m<sup>3</sup>,
- τιμή νερού 0,7 ευρώ/m<sup>3</sup> (για κατανάλωση έως 50 m<sup>3</sup>).

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- επιφάνεια κάλυψης 133 m<sup>2</sup>,
- πάχος 0,1 m.

Άρα, ο όγκος υλικού που θα χρειαστεί είναι, 133 m<sup>2</sup> · 0,1 m = 13,3 m<sup>3</sup> ή 14 m<sup>3</sup>.

## ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

➤ τα 14 m<sup>3</sup> υλικού αποτελούνται από:

i) 14 m<sup>3</sup> · 180 kg/m<sup>3</sup> = 2.520 kg τσιμέντου,

ii) 14 m<sup>3</sup> · 80 kg/m<sup>3</sup> = 1.120 kg περλίτη,

iii) 14 m<sup>3</sup> · 180 lt = 2.520 lt νερού,

θα χρησιμοποιηθούν 2.520 kg τσιμέντου, 1.120 kg περλίτη και 2.520 lt ή 2,5 m<sup>3</sup> νερού.

Το κόστος προκύπτει:

$$( 2.520 \text{ kg} \cdot 0,14 \text{ ευρώ/kg} ) + ( 1.120 \text{ kg} \cdot 0,65 \text{ ευρώ/kg} ) + ( 2,5 \text{ m}^3 \cdot 0,7 \text{ ευρώ/m}^3 ) = 353 \text{ ευρώ} + 728 \text{ ευρώ} + 2 \approx 1.100 \text{ ευρώ,}$$

άρα το περλιτόδεμα θα κοστίσει **1.100 ευρώ**.

### **ΕΞΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ ΔΩΜΑΤΟΣ**

Θα τοποθετηθεί εξαεριστήρας δώματος AIR VENT (L), ύψους 27 cm της Italprofili.

#### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή του υλικού είναι 17,05 ευρώ το τεμάχιο.

#### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

➤ θα τοποθετήσουν τέσσερις.

#### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Ο εξαεριστήρας θα κοστίσει 4 τεμ. · 17,05 ευρώ/τεμ ≈ **68 ευρώ**.

### **ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΦΥΤΕΥΣΗΣ**

Θα τοποθετηθεί μεταλλικό διαχωριστικό μεταξύ φύτευσης & αποστραγγιστικής ζώνης διαστάσεων 100 cm · 0,4 cm · 10 cm, αγκύριο διαστάσεων 20 cm · 0,3 · 18 cm και συνδετήρας της Italprofili.

*Για το διαχωριστικό,*

#### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή του υλικού είναι 14 ευρώ/m.

#### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

➤ το μήκος του στηθαίου είναι 46,2 m (από Σχήμα 1.1, σελ. 31).

#### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Το διαχωριστικό θα κοστίσει 46,2 m · 14 ευρώ/m ≈ **647 ευρώ**.

*Για το αγκύριο,*

#### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή του υλικού είναι 11 ευρώ/m.

#### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- το μήκος του στηθαίου είναι 46,2 m (από Σχήμα 1.1, σελ. 31),
- πρέπει να τοποθετείται ένα κάθε ένα μέτρο.

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Ο αποστραγγιστείς ζώνης θα κοστίσει  $46,2 \text{ m} \cdot 11 \text{ ευρώ/m} \approx \mathbf{508 \text{ ευρώ}}$ .

*Για τον σύνδεσμο,*

### ΤΙΜΗ ΥΛΙΚΟΥ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

➤ η τιμή του υλικού είναι 12 ευρώ/m.

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- το μήκος του στηθαίου είναι 46,2 m (από Σχήμα 1.1, σελ. 31),
- πρέπει να τοποθετείται ένα κάθε 2 μέτρα.

Άρα στα 46,2 m θα τοποθετηθούν 24 σύνδεσμοι.

### ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Οι σύνδεσμοι θα κοστίσουν  $24 \text{ σύνδεσμοι} \cdot 12 \text{ ευρώ/m} \approx \mathbf{288 \text{ ευρώ}}$ .

**Πίνακας 3.4:** Συνολικό κόστος εφαρμογής.

α/α	ΥΛΙΚΑ	Ποσότητες	Τιμή	ΚΟΣΤΟΣ (€)
1	Περλιτόδεμα	14 m <sup>3</sup>	78€/m <sup>3</sup>	1.100
2	Υπόστρωμα φύτευσης	10 m <sup>3</sup>	204€/m <sup>3</sup>	2.040
3	Φρεάτιο	4 τεμάχια	316€/τεμ.	1.264
4	Σήτες υδρορροής	4 τεμάχια	6€/τεμ.	24
5	Ειδικές κεφαλές για στόμια υδρορροών	4 τεμάχια	11€/τεμ.	44
6	Αστάρι (1)	4 δοχεία των 17 kg	55€/δοχ.	220
7	Αστάρι (2)	1 δοχείο των 17 kg	43€/δοχ.	43
8	Μαστίχη	2 δοχεία των 13,2 kg	162€/δοχ.	324
9	Αστάρι Μαστίχης	1 δοχείο των 1 kg	12€/δοχ.	12
10	Πολύ. προστατ. μεμβράνες αποστράγγισης	για 150 m <sup>2</sup>	15,6€/m <sup>2</sup>	2.340
11	Προστατευτική στεγανωτική στρώση	για 136 m <sup>2</sup>	1,7€/m <sup>2</sup>	233
12	Στεγανωτικές αντιριζικές μεμβράνες	για 330 m <sup>2</sup>	10€/m <sup>2</sup>	3.300
13	Θερμομόνωση	για 133 m <sup>2</sup>	9,5€/m <sup>2</sup>	1.264
14	Φράγμα υδρατμών	9 δοχεία των 18 kg	60€/δοχ.	540
15	Εξαεριστήρας δώματος	4 τεμάχια	17€/τεμ.	68
16	Μεταλικό διαχωριστικό φύτευσης	για 46 m	32€/m	1.470
17	Σύνολο Κόστος Υλικών			14.300
18	Μεταφορικά	+5% μέχρι το βήμα 17		715
19	Εργατικά	4 μέρες · 3 εργάτες	40€/εργ.	480
20	Σύνολο Κόστος Δίχως Προσαυξήσεις			15.500
21	Προσαυξήσεις για αστάθμητες μεταβλητές <sup>(*)</sup>	+10% του συνόλου (έως β.20)		1.600
<b>Συνολικό κόστος</b>				<b>17.000</b>

<sup>(\*)</sup> Προσαυξήσεις από μεταβλητές δύσκολα προσδιορίσιμες όπως γέμιση φωλεών της επιφάνειας του δώματος, άμβλυση της γωνίας ανόδου της στεγανωτικής στρώσης στα στηθαία όπου προτείνεται η κατασκευή περιμετρικού περιθωρίου (λούκι), το ποσοστό φυτοκάλυψης και από αναλώσιμα.

### 3.5.2 Συνοπτική τεχνική περιγραφή φυτεμένου δώματος εντατικού τύπου με κλασσική θερμομόνωση

#### ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

Η επιφάνεια του δώματος θα καθαριστεί καλά (θα απαλλαγεί από υπολείμματα προϊόντων καθαίρεσης, εάν υπάρχουν, σκόνες, σαθρά και γενικά ξένα με το υπόστρωμα υλικά). Τυχόν φθορές της επιφανείας (γέμιση φωλεών κλπ.) θα επισκευαστούν με ισχυρό τσιμεντοκονίαμα των 600kg τσιμέντου με ακρυλικής βάσεως οικοδομική ρητίνη EshaBond κατανάλωσης 10% επί βάρους τσιμέντου. Μετά την επισκευή και τον πλήρη και επιμελή καθαρισμό της επιφάνειας του δώματος θα αρχίσει η εργασία κατασκευής της υγραμόνωσής του.

#### ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΥΔΡΑΤΜΩΝ

Επάλειψη της επιφάνειας σε δύο στρώσεις, κατ' ελάχιστον, με ελαστομερές ασφαλικό γαλάκτωμα υψηλών προδιαγραφών, EshaCoat 6S για δημιουργία φράγματος υδρατμών. Συνολική κατανάλωση 1 kg/m<sup>2</sup>. Το γαλάκτωμα αραιώνεται 30% στην πρώτη στρώση και 10% στη δεύτερη.

#### ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ

Εν συνεχεία γίνεται η τοποθέτηση των θερμομονωτικών πλακών πολυουρεθάνης Temptra, με πάχος τόσο όσο προκύπτει από τη μελέτη θερμομόνωσης. Οι πλάκες Temptra, έχουν βάσει πιστοποιητικών αναγνωρισμένων εργαστηρίων, συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda=0,021$  (W/m·h·K) κατά prEN 12667.

#### Κατασκευή ρύσεων

- Δημιουργία στρώσης ρύσεων με χρήση κατάλληλου υλικού (ελαφροσκυρόδεμα, περλομπετόν, γαρμπιλοσκυρόδεμα κτλ.).
- Επιθυμητό είναι επί των θερμομονωτικών πλακών να διαστρώνεται λεπτό φύλλο πολυαιθυλενίου έτσι ώστε να αποφευχθεί τυχόν άνοδος των πλακών κατά την επερχόμενη διάστρωση του υλικού των ρύσεων.
- Ειδικά στην περίπτωση που επιλεγεί ελαφροσκυρόδεμα, τότε αυτό πρέπει να παράγεται από ειδικές πρέσες και αντλίες, οι οποίες διαθέτουν την αντίστοιχη αφρογεννήτρια. Η σύνθεσή του αποτελείται από νερό, τσιμέντο και ειδικό χημικό παράγοντα για την δημιουργία αφρού (Foaming Agent). Η διάστρωση του ελαφροσκυροδέματος γίνεται επάνω στο πολυαιθυλένιο σε δύο ή και περισσότερες στρώσεις.
- Οι κυρίως στρώσεις (γέμισμα) του ελαφροσκυροδέματος πρέπει να είναι βάρους 350 kg τσιμέντου/m<sup>3</sup>, ενώ η τελική στρώση (πυχάρισμα) να είναι των 450 kg τσιμέντου/m<sup>3</sup>, για επίτευξη στιβαρής τελικής επιφάνειας.
- Το ελάχιστο επιτρεπόμενο πάχος πρέπει να είναι 5 cm ενώ οι τελικές κλίσεις 1,5 % κατ' ελάχιστον.
- Το ελαφροσκυρόδεμα στις διάφορες φάσεις ωρίμανσής του είναι καλό να διαβρέχεται όπως τα συνήθη σκυροδέματα.

- Μετά την ξήρανση της τελικής στρώσης αυτό θα πρέπει να παρουσιάζει βαθή και λεία επιφάνεια. Σημεία ατελειών του ελαφροσκυροδέματος επισκευάζονται τοπικά με τσιμεντοκονίαμα.
- Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί περλομπετόν για τη δημιουργία στρώσης ρύσεων προτείνεται τελική διάστρωση με τσιμεντοκονία ελάχιστου πάχους 2 cm για τη δημιουργία λείας και στιβαρής τελικής επιφάνειας.

### ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟΥ

Για την άμβλυση της γωνίας ανόδου της στεγανωτικής στρώσης στα στηθαία προτείνεται η κατασκευή περιμετρικού περιθωρίου (λούκι) διαστάσεων 5cm · 5cm. Το λούκι κατασκευάζεται από τσιμεντοκονίαμα σε δύο στρώσεις. Στην πρώτη στρώση χρησιμοποιείται άμμος μπετού ενώ στην δεύτερη άμμος θαλάσσης. Και στις δύο όμως περιπτώσεις εντός του τσιμεντοκονιάματος προστίθεται ειδική συγκολλητική, αντιρηγματώδης ρητίνη EshaBond σε αναλογία 10% επί βάρους χρησιμοποιηθέντος τσιμέντου.

Μετά τον πλήρη και επιμελή καθαρισμό της επιφάνειας του δώματος αρχίζει η εργασία κατασκευής της υγρομόνωσης.

### ΑΣΤΑΡΩΜΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΡΙΝ ΤΗ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗ

Επάλειψη της επιφάνειας του ελαφροσκυροδέματος με υγρή ελαστομερή ασφαλική κόλλα, ψυχρής εφαρμογής EshaRoofcoat No10 με μέση κατανάλωση 0,400kg/m<sup>2</sup>, η οποία παρουσιάζει ελάχιστη ελαστικότητα > 1000%. Τα στηθαία και γενικά οι κατακόρυφες επιφάνειες διαστρώνονται με ασφαλικό βερνίκι EshaFast προδιαγραφής ASTM D-41.

### ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΕΣ-ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ

Για την προστασία των υποκείμενων δομικών στοιχείων από την ‘επιθετική’ συμπεριφορά των ριζών των φυτών είναι απαραίτητη η στεγάνωση του δώματος με διπλή στρώση αντιριζικών ασφαλικών μεμβρανών, οι οποίες θα είναι πλήρως επικολλημένες στην υποκείμενη- επιφάνεια.

#### *Τοποθέτηση Πρώτης Αντιριζικής Στεγανωτικής Στρώσης*

Διάστρωση και επικόλληση της αντιριζικής πλαστομερούς ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης EshaGum Antiroot B2 .

Οι αντιριζικές ασφαλικές μεμβράνες EshaGum Antiroot B2, αποτελούνται από ειδικά τροποποιημένη άσφαλτο, φέρουν ως εσωτερικό οπλισμό Sprunbond πολυεστερικό ύφασμα υψηλών μηχανικών αντοχών και έχουν άνω και κάτω επικάλυψη φιλμ πολυαιθυλενίου. Εμπεριέχουν δε στην μάζα τους ειδικό αντιριζικό πρόσθετο - Preventol B2 του οίκου Bayer - για προστασία από την διάτρηση των ριζικών συστημάτων.

Η επικόλληση των στεγανωτικών φύλλων της μεμβράνης επιτυγχάνεται πάντοτε με χρήση φλόγιστρου προπανίου.

Η διάστρωση των φύλλων της μεμβράνης πραγματοποιείται πάντοτε από το κατώτερο σημείο των ρύσεων με την κατά μήκος διάσταση κάθετη προς τις ρύσεις.

Οι κατά μήκος αλληλοεπικαλύψεις των φύλλων της ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης είναι κατά 8-10 cm και η επικόλληση επιτυγχάνεται στο σημείο αυτό με



θερμοκόλληση-σύντηξη του ίδιου υλικού, αφού έχει προηγηθεί η συγκόλληση του υπολοίπου σώματος της μεμβράνης με το υπόστρωμα. Η θερμοκρασία συγκόλλησης είναι τέτοια, ώστε στο άκρο της αλληλοεπικάλυψης της μεμβράνης να εμφανίζεται πάντοτε συντηγμένο υλικό.

Οι κατά πλάτος του ρολού επικαλύψεις (περίπου 15 cm), δεν πρέπει να συμπίπτουν έτσι ώστε να εμφανίζονται τέσσερις γωνίες στο ίδιο σημείο. Για τον λόγο αυτό η κάθε σειρά ξεκινά με εναλλαγή διαφορετικού μήκους μεμβράνης (π.χ. μισό, ολόκληρο, μισό κλπ). Η θερμοκρασία συγκόλλησης είναι τέτοια, ώστε στο άκρο της αλληλοεπικάλυψης της μεμβράνης να εμφανίζεται πάντοτε συντηγμένο υλικό.

### *Στηθαία*

Επί των στηθαίων και γενικά επί των κατακόρυφων επιφανειών τοποθετείται λωρίδα της πρώτης ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης, ελάχιστου πλάτους 50 cm, και κολλάτε με φλόγιστρο πάνω στην κατακόρυφη επιφάνεια που έχει ασταρωθεί προηγουμένως με ασφαλικό βερνίκι EshaFast . Η μεμβράνη πρέπει να τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε το κατακόρυφο τμήμα της να ανέρχεται σε ύψος 15-20 cm από το υψηλότερο σημείο των ρύσεων.

### *Τοποθέτηση Δεύτερης Στεγανωτικής Αντιριζικής Στρώσης*

Ακολουθεί διάστρωση και επικόλληση της δεύτερης αντιριζικής πλαστομερούς ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης EshaGum Antiroot B2.

Η επικόλληση των στεγανωτικών φύλλων της δεύτερης ασφαλικής μεμβράνης επιτυγχάνεται ομοίως με την πρώτη, με χρήση φλόγιστρου προπανίου. Η διάστρωση των φύλλων της μεμβράνης πραγματοποιείται πάντοτε από το κατώτερο σημείο των ρύσεων, με την κατά μήκος διάσταση κάθετη προς τις ρύσεις.

### *Στηθαία*

Επί των στηθαίων και γενικά επί των κατακόρυφων επιφανειών απόληξης ανέρχεται ειδική λωρίδα της δεύτερης στεγανωτικής μεμβράνης, ελάχιστου πλάτους 50 cm, η οποία υπερκαλύπτει τη λωρίδα της πρώτης στεγανωτικής μεμβράνης κατά τουλάχιστον 15 cm, και στερεώνεται μηχανικά με λάμα γαλβανισμένης λαμαρίνας ανοικτού Γ πλάτους 3 cm (1,25 mm πάχους), βίδες και βύσματα.

Προσοχή το κατακόρυφο τμήμα της αντιριζικής ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης πρέπει να ανέρχεται τουλάχιστον 15 cm από το τελικό ύψος του υποστρώματος φύτευσης.

*Το τμήμα της μεμβράνης που ανέρχεται στο στηθαίο πρέπει να φέρει επικάλυψη προστασίας (ψηφίδα), είτε είναι εκτεθειμένο είτε καλυφθεί με τσιμεντοκονία για αισθητικούς λόγους. Η τσιμεντοκονία πρέπει να είναι ισχυρή (να μην περιέχει δηλαδή ασβέστη) για να μην απορροφήσει υγρασία από τον κήπο.*

Η λάμα σφραγίζεται με ελαστομερή μαστίχη πολυουρεθανικής βάσεως EshaPolyseal, δύο συστατικών η οποία πληροί την προδιαγραφή SS-S-200D, αφού προηγουμένως η επιφάνεια της έχει ασταρωθεί με κατάλληλο πολυουρεθανικό βερνίκι EshaPrimer 21. Εδώ θα πρέπει να δοθεί προσοχή έτσι ώστε η λάμα να μην έχει λερωθεί προηγουμένως με ασφαλικό υλικό.

## ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ

Ακολουθεί προστατευτική στρώση από υψηλής πυκνότητας φύλλο πολυαιθυλενίου (HDPE), ελαχίστου πάχους 7,5 mm, επάνω από τη στεγανωτική στρώση. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί πιθανός «τραυματισμός» της στεγανωτικής μεμβράνης κατά τις εργασίες που ακολουθούν.

## ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ

Στο παρελθόν ήταν συνήθης η χρήση θραυστού υλικού (χαλίκι) ως αποστραγγιστική στρώση, το οποίο όμως σήμερα δε συνίσταται, και αντικαθίσταται από πολυστρωματικές μεμβράνες αποστράγγισης.

Οι πολυστρωματικές μεμβράνες αποστράγγισης της Ολλανδικής εταιρίας Nophadrain, που αντιπροσωπεύονται από την Esha στην Ελλάδα, είναι κατάλληλες για φυτεμένα δώματα και παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Είναι πολύ ελαφριές,
- Δεν «μπουκώνουν» όπως τα χαλίκια, στα οποία πραγματοποιείται σταδιακή φραγή των μεταξύ τους διακένων από ύλη και τυχόν άλλα αντικείμενα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αποστραγγιστική τους ικανότητα σε βάθος χρόνου,
- Λόγω της ειδικής τους κατασκευής έχουν τη δυνατότητα αποθήκευσης μόνιμης ποσότητας υγρασίας στη μάζα τους, την οποία και αποδίδουν σταδιακά στον κήπο.

Για Εντατικό φυτεμένο δώμα με κλίση  $\geq 1.5\%$  προτείνεται ο τύπος ND 4+1/LT της NophaDrain.

Η αποστραγγιστική μεμβράνη ND 4+1/LT αποτελείται από διάτρητο φύλλο πολυστερίνης (P.S.) με κωνοειδείς προεξοχές πάχους 11 mm και επικολλημένων αμφίπλευρα, με επανασυγκολλούμενη κόλλα διάρκειας, δύο μη υφαντών γεωφασμάτων από ίνες πολυπροπυλενίου, των 125 gr/m<sup>2</sup> έκαστο. Ο κωνοειδής πυρήνας της ND 4+1/LT είναι διάτρητος έτσι ώστε, αφ' ενός μεν να αποστραγγίζει τα πλεονάζοντα νερά του ποτίσματος του κήπου, αφ' ετέρου να συγκρατεί εντός των κώνων σημαντική ποσότητα νερού για την απαιτούμενη υγρασία του κηπευτικού χώματος, εξασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο οικονομία ποτίσματος και άριστη λειτουργία του κήπου.

Η ND 4+1/LT συνδυάζει τις στρώσεις διήθησης, αποστράγγισης και διαχωρισμού-προστασίας σε ένα ενοποιημένο προϊόν. Γι' αυτό και καλείται «πολυστρωματική αποστραγγιστική μεμβράνη». Η αντοχή σε θλίψη της μεμβράνης είναι  $> 300 \text{ kN/m}^2$ .

Οι αποστραγγιστικές μεμβράνες ND 4+1/LT διαστρώνονται με αλληλοεπικάλυψη τουλάχιστον 10 cm. Για τον λόγο αυτό τα γεωφάσματα της επάνω όψης δύο διπλανών φύλλων αποκολλώνται προσωρινά από τον κωνοειδή πυρήνα. Οι δύο πυρήνες ενώνονται και τα δύο γεωφάσματα επανασυγκολλώνται έτσι ώστε να δημιουργείται ενιαία αποστραγγιστική επιφάνεια.

Σε όλες τις κατακόρυφες επιφάνειες η αποστραγγιστική μεμβράνη απολήγει έτσι ώστε το γεωφάσμα της επάνω πλευράς να αναστραφεί προς το γεωφάσμα της πίσω πλευράς και να το επικαλύψει κατά 10cm.

## ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Στη συνέχεια διαστρώνεται το υπόστρωμα φύτευσης. Η Esha εμπορεύεται ειδικά υποστρώματα φύτευσης της εταιρίας Nophadrain, που είναι μείγματα ανόργανων και οργανικών ουσιών και έχουν διάφορες ποιότητες ανάλογα με τον τύπο φύτευσης για τον οποίο προορίζονται (εκτατικός ή εντατικός).

Τα υλικά αυτά είναι ελαφρύτερα από το παραδοσιακό «κηπόχωμα», σε μορφή συμπυκνωμένη και κορεσμένη από υγρασία, και δίνουν λύσεις στο θέμα της στατικής επιβάρυνσης του δώματος.

Για την περίπτωση εντατικού δώματος προτείνεται ο τύπος ND DGS-I Growing Medium Intensive.

### *Στηθαία*

Επάνω από την αποστραγγιστική στρώση, μια ελάχιστη απόσταση 30 cm μεταξύ στηθαίου και υποστρώματος φύτευσης πληρώνεται με θραυστό υλικό (κατά προτίμηση βότσαλο θαλάσσης), κοκκομετρίας 16-32 mm.

Για να αποφευχθεί η ανάμειξη του υποστρώματος φύτευσης με το θραυστό υλικό τοποθετείται κατακόρυφα μεταξύ τους πλαστικό ή μεταλλικό διαχωριστικό στοιχείο (ND GreenLiner Separation Profile). Εναλλακτικά μπορεί να τοποθετηθεί γεωύφασμα Geodren PEIT ως στοιχείο διαχωρισμού.

## ΦΥΤΕΥΣΗ

Ο εντατικός τύπος μεσαίων απαιτήσεων περιλαμβάνει φυτά εδαφοκάλυψης, χαμηλούς θάμνους και χλόες, που στο σύνολο τους δημιουργούν ένα τοπίο, το οποίο έχει χρώμα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Ο εντατικός τύπος αυξημένων απαιτήσεων περιλαμβάνει ποικιλία φυτών, θάμνων και δέντρων, με τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν κήποι με υψηλή βλάστηση, με στοιχεία νερού και να συνδυαστούν με στοιχεία «σκληρού τοπίου» (hard-landscape), όπως πεζόδρομους ή δρόμους για τροχήλατα οχήματα.

## ΥΔΡΟΡΡΟΕΣ

Στα στόμια των υδρορροών, θα τοποθετηθούν ειδικές κεφαλές τύπου Itaiprofilii εσωτερικά και σε επαφή με τις υπάρχουσες σωλήνες υδρορροών. Η στερέωση των ειδικών κεφαλών επί των υδρορροών θα γίνει με τον καταλληλότερο τρόπο (με μηχανική στήριξη, βίδες, βύσματα ή με θερμή ασφαλτο ASTM D-312). Οι ειδικές αυτές κεφαλές είναι κατασκευασμένες εξ' ολοκλήρου από υλικό συμβατό για επαφή με τις αντιριζικές ασφαλικές μεμβράνες.

Μετά την πλήρη σύνδεση των κεφαλών υδρορροών με τις αντιριζικές ασφαλικές μεμβράνες, τοποθετούνται σήτες υδρορροών (Itaiprofilii) για την μελλοντική αποφυγή φραγής τους από φερτά υλικά, φύλλα, κλπ.

Όταν η υδρορροή είναι τοποθετημένη μέσα στη φυτεμένη έκταση, τότε είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός φρεατίου επίσκεψης, περιοχής προσβάσεις και καθαρής από φύτευση, περιμετρικά της υδρορροής.

*Το φρεάτιο επίσκεψης δημιουργείται ως εξής:*

Επάνω από την υδρορροή τοποθετείται διάτρητος πλαστικός σωλήνας διαμέτρου μεγαλύτερης του πέλματος της υδρορροής και βάθους λίγο μεγαλύτερου του

βάθους του υποστρώματος φύτευσης. Η περιφέρεια του σωλήνα πληρούται με θραυστό υλικό (ή ακόμη καλύτερα βότσαλο θαλάσσης) κοκομετρίας 16-32 mm, περιμετρικά σε πλάτος τουλάχιστον 30 cm. Ο σωλήνας τυλίγεται με γεωύφασμα, πριν την τοποθέτηση του θραυστού υλικού, για να αποφευχθεί η φραγή της υδρορροής από φερτά υλικά. Επιπλέον, στο άνω μέρος του, ο σωλήνας πρέπει να φέρει κάλυμμα για να προστατεύει την υδρορροή από την τοπική ανάπτυξη φυτών και τη συγκέντρωση μη επιθυμητών υλικών.

Για να αποφευχθεί η ανάμειξη του υποστρώματος φύτευσης με το θραυστό υλικό τοποθετείται κατακόρυφα μεταξύ τους πλαστικό ή μεταλλικό διαχωριστικό στοιχείο (ND GreenLiner Separation Profile). Εναλλακτικά μπορεί να τοποθετηθεί γεωύφασμα Geodren PEIT ως στοιχείο διαχωρισμού.

### 3.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Όπως προαναφέραμε στο κεφάλαιο 1 το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμικών απωλειών έχει προκληθεί λόγω των απωλειών της οροφής. Στην συνέχεια αυτού του κεφαλαίου θα υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες της οικίας με την πρόσθεση του συστήματος του πράσινου δώματος.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας των εξωτερικών οριζόντιων δομικών στοιχείων ενός κτιρίου (δώματα, στέγες, δάπεδα και οροφές), θα πρέπει να ακολουθείται η ίδια μέθοδος που περιγράφεται στο κεφάλαιο 1.7.2, σελ. 7, (Εξ. 1.1).

Οι θερμικές επιφανειακές αντιστάσεις  $R_{si}$  και  $R_{se}$ , λαμβάνονται από τον Πίν. 1.1, σελ. 8. Για συνηθισμένες περιπτώσεις οροφών το  $R_{si}=0,10$  και το  $R_{se}=0,04$ .

Για τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας των φύλλων δεν υπήρχε κάτι αντίστοιχο στην κείμενη νομοθεσία και για αυτό τον λόγο χρησιμοποιήθηκε η πρωτότυπη εργασία «Η θερμική αγωγιμότητα των φύλλων» (The Thermal Conductivity of Leaves) του Robert L.Hays, του τμήματος Βιολογίας, του Πανεπιστημίου του San Diego στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ. Για τους συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας, του επιχρίσματος, του οπλισμένου σκυροδέματος, των ασφαλοπινών (αντιριζικών στεγανωτικών μεμβρανών) και του νερού<sup>(\*)</sup> χρησιμοποιήθηκε ο οδηγός θερμομόνωσης κτιρίων 2007, ενώ για τα υπόλοιπα υλικά χρησιμοποιήθηκαν οι πίνακες των κατασκευαστών τους.

Σύμφωνα με τις τιμές του ακόλουθου Πίν. 3.5 όπου βρίσκονται συγκεντρωμένα τα χαρακτηριστικά των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την εύρεση του συντελεστή θερμοπερατότητας και την Εξ. 1.1, σελ. 7, προκύπτει με τους παρακάτω υπολογισμούς ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  ( $W/m^2K$ ) ως εξής:

---

<sup>(\*)</sup> Θεωρήθηκε ότι υπάρχει μόνιμο σύστημα ποτισμού και λόγω της πολυστρωματικής αποστραγγιστικής μεμβράνης και του υποστρώματος φύτευσης συγκρατείται ένα ποσό νερού πάχους 1 cm.

## Υπολογισμοί

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \Rightarrow$$

$$U = \frac{1}{0,1 + \frac{0,025}{1,39} + \frac{0,125}{2,5} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,004}{0,19} + \frac{0,004}{0,19} + \frac{0,07}{0,5} + \frac{0,01}{0,5} + \frac{0,01}{0,6} + \frac{0,02}{0,021} + 0,04} \Rightarrow$$

$$U = 0,40 \text{ (W/m}^2\text{K)}.$$

Άρα ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής του κτιρίου προκύπτει  $U=0,40 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ . Επομένως ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,75$ .<sup>(\*)</sup>

---

<sup>(\*)</sup> Θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν και άλλοι παράγοντες οι οποίοι προσφέρουν επιπλέον θερμομόνωση όπως είναι το στρώμα ακίνητου αέρα ανάμεσα στον ατμοσφαιρικό αέρα και της ανώτατης επιφάνειας της διατομής των φυτεμένων δωματίων (χώματος) αλλά λόγω της δυσκολίας του προσδιορισμού τους δεν συμπεριλήφθηκαν στους υπολογισμούς.

**Πίνακας 3.5:** Πράσινο δώμα με θερμομόνωση.

Τύπος κατασκευής		ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ ΜΕ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ		
Υπό-μνημα	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού $d$ (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού $\lambda$ (W/m K)	Θερμική Αντίσταση Υλικού $R$ ( $m^2 K/W$ )
-	Επίχρισμα (τσιμεντοκονίαμα)	0,025	1,390	0,018
1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	0,125	2,500	0,050
6	Περλιτόδεμα	0,100	0,090	1,111
7	Ασφαλτόπανο	0,004	0,190	0,021
8	Ασφαλτόπανο	0,004	0,190	0,021
11	Υπόστρωμα φύτευσης	0,070	0,500	0,140
19	Φύτευση	0,010	0,500	0,020
-	Νερό (20 °C)	0,010	0,600	0,017
2	Θερμομόνωση	0,020	0,021	0,95
Ροή Θερμότητας		$R_{si}$ ( $m^2K/W$ )	$R_{se}$ ( $m^2K/W$ )	Συντελεστής Θερμοπερατότητας $U$ ( $W/m^2K$ )
Οριζόντια		0,10	0,04	0,40
Σημείωση		Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0,75$ .		

Στο πρώτο κεφάλαιο παρατηρείτε ότι οι συνολικές θερμικές απώλειες έχουν προκληθεί κατά το μεγαλύτερο ποσοστό τους ( $\approx 70\%$ ) λόγω των θερμικών απωλειών της οροφής όπου οι απώλειες είναι ιδιαίτερες μεγάλες και αυτό οφείλεται κυρίως στον συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής ο οποίος δεν ικανοποιεί την απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,75$  ( $W/m^2K$ ). Βελτιώνοντας τον συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής από 4,8 σε 0,40 ( $W/m^2K$ ) με την εφαρμογή του πράσινου δώματος, καταλήγουμε με του παρακάτω σχήματος στις εξής συνολικές χειμερινές θερμικές απώλειες.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ & ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ																	
ΟΙΚΙΑ																	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ																	
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ											Φύλλο		1				
ΘΕΣΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ											ΑΓΙΟΣ ΠΕΤΡΟΣ ΛΕΥΚΑΔΟΣ			Όροφος		Ισόγειο	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ			ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΩΡΟΥ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜ. ΟΜΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜ. ΑΠΩΛΕΙΩΝ (U)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ	ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ		
		cm	m	m	m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W / m <sup>2</sup> K	K	W	(%)	(%)	(1 + %)	W		
ΟΙΚΙΑ																	
Τεξ	N	20	10,8	3,5	38		2,5	36	0,5	20	3 6 0						
Τεξ	A	20	12,3	3,5	43		7	36	0,5	20	3 6 0						
Τεξ	B	20	10,8	3,5	38		2,4	36	0,5	20	3 6 0						
Τεξ	Δ	20	12,3	3,5	43		9	34	0,5	20	3 4 0						
Π	N		0,8	1,6	1,3			1,3	3,7	20	9 6						
Π	N		0,8	1,5	1,2			1,2	3,7	20	9 0						
Π	A		1,6	1,4	2,2			2,2	3,7	20	1 6 3						
Π	A		0,8	1,4	1,1			1,1	3,7	20	8 1						
Π	B		1,6	1,5	2,4			2,4	3,7	20	1 7 8						
Π	Δ		2	1,6	3,2			3,2	3,7	20	2 3 7						
Π	Δ		2	0,8	1,6			1,6	3,7	20	1 1 8						
Π	Δ		1,6	1,4	2,2			2,2	3,7	20	1 6 3						
Θ	A		1,6	2,2	3,5			3,5	3,4	20	2 3 8						
Θ	Δ		0,9	2,2	2			2	3,4	20	1 3 6						
Ορ		15	10,8	12,3	133			133	0,4	20	1 0 6 4						
Δ		25	10,8	12,3	133			133	0,6	20	1 6 0 0						
											Σ ≈ 5 6 0 0	0	15	1,15	≈ 6 5 0 0		
											QL = ( 15 ) * 29,3				5 0 0		
											Qοικίας ≈				7 0 0 0		

Οι χειμερινές θερμικές απώλειες οροφής αποτελούμενη μόνο από σκυρόδεμα και τσιμεντοκονία ήταν 12.800 W, ενώ με την παρέμβαση του πράσινου δώματος με θερμομόνωση προκύπτουν θερμικές απώλειες 1.064 W.

Οι συνολικές θερμικές απώλειες οροφής αποτελούμενη μόνο από σκυρόδεμα και τσιμεντοκονία ήταν 21.000 W, ενώ με την παρέμβαση του πράσινου δώματος παρατηρούμε σημαντική μείωση των απωλειών οι οποίες προκύπτουν 7.000 W.

Σχήμα 3.1: Συμπληρωμένο έντυπο θερμικών απωλειών.



### 3.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρατηρήθηκε ότι το συνολικό ψυκτικό φορτίο έχει προκληθεί κατά κύριο λόγο των θερμικών κερδών της συναγωγής μέσω της οροφής ( $\approx 60\%$ ) όπου τα θερμικά φορτία είναι ιδιαίτερος μεγάλα και αυτό οφείλεται κυρίως στον συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής ο οποίος δεν ικανοποιεί την απαίτηση του διατάγματος που είναι  $U \leq 0,75$  ( $W/m^2K$ ). Βελτιώνοντας τον συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής από 4,8 σε 0,40 ( $W/m^2K$ ) με την εφαρμογή του πράσινου δώματος καταλήγουμε στους παρακάτω υπολογισμούς με τα συνολικά θερινά θερμικά κέρδη.

Μέσω της Εξ. (2.2) και (2.1), σελ. 35, θα υπολογίσουμε τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω της οροφής.

Υπολογισμοί

1) Από την Εξ. (2.2) προκύπτει.

CLTD: παρουσιάζει μέγιστο  $21^\circ C$  στις 18 και 19 ώρα αντίστοιχα για μάζα τοίχου  $400 \text{ kg} / \text{m}^2$ ,

LM:  $1,1^\circ C$  για τον μήνα Ιούνιο,

K: 1,

$t_R$ :  $26^\circ C$ ,

$t_o$ :  $32,5^\circ C$  για συνθήκες σχεδιασμού με προσέγγιση 5%, ξυρού θερμομέτρου (DB) για την περιοχή της Λευκάδος,

f: 1.

Οπότε:

$$CLTD_c = [(21^\circ C + 1,1^\circ C) \cdot 1 + (26^\circ C - 26^\circ C) + (32,5^\circ C - 30^\circ C)] \cdot 1 \Rightarrow$$

$$CLTD_c = 24,6^\circ C \text{ ή Kelvin}$$

2) Από την Εξ. (2.1) προκύπτει.

U:  $0,40 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ,

A:  $133 \text{ m}^2$ ,

CLTD<sub>c</sub>:  $24,6 \text{ K}$ .

Οπότε:

$$Q = 0,40 \text{ (W} / \text{m}^2 \cdot \text{K)} \cdot 133 \text{ (m}^2) \cdot 24,6 \text{ (K)} \approx 1.309 \text{ W.}$$

Άρα τα θερμικά κέρδη συναγωγής μέσω της οροφής είναι  **$Q \approx 1.309 \text{ W}$** .

#### 3.7.1 Υπολογισμός θερμικής διαφυγής στο περιβάλλον με την πρόσθεση της πράσινης οροφής

Από τις Εξ. (2.9) & (2.10), σελ. 48, προκύπτει:

$$K = (0,5 \text{ W / m}^2 \text{ K} \cdot 142 \text{ m}^2) + (0,40 \text{ W / m}^2 \text{ K} \cdot 133 \text{ m}^2) + (3,7 \text{ W / m}^2 \text{ K} \cdot 15 \text{ m}^2) / 58,5 \text{ m} \approx 3,07$$

&

$$F_c = 1 - 0,0614 \approx 0,94$$

Τα αισθητά θερμικά κέρδη από συναγωγή, ηλιακή ακτινοβολία, φώτα, ανθρώπους και εξοπλισμό θα πολλαπλασιαστούν το καθένα με 0,94. Έτσι αυτά τα φορτία θα μειωθούν κατά 6%.

### 3.8 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΟΡΟΦΗΣ

Το ολικό ψυκτικό φορτίο στο κεφάλαιο 2 (χωρίς προσαυξήσεις) είχε προκύψει 26.400 W (με προσαυξήσεις είχαν προκύψει απώλειες της τάξεως των 31.100 W). Αποτελούμενο από θερμικά κέρδη λόγω άνευ μόνωσης οροφής 15.700 W. Με το πράσινο δώμα προέκυψαν θερμικά κέρδη για την επιφάνεια της οροφής, 1.309 W. Επομένως προκύπτει συνολικό θερμικό κέρδος, για οροφή με πράσινο δώμα, 26.400 W - 15.700 W + 1.309 W  $\approx$  12.000 W.

#### Προσαυξήσεις:

Το ολικό και λανθάνον φορτίο πρέπει να πολλαπλασιαστούν με τους συντελεστές λόγω διείσδυση αέρα 10%, λόγω διαφυγής προς το περιβάλλον -6% και με 35 % για αστάθμητες μεταβλητές οι οποίες δεν είναι δυνατόν να υπολογιστούν. Άρα πολλαπλασιάζουμε το ολικό φορτίο με 39%. Επομένως προκύπτει:

$$\text{Ολικό ψυκτικό φορτίο} = 12.000 \cdot 1,39 \approx 16.831 \text{ W.}$$

Άρα συνολικό ψυκτικό φορτίο για πράσινο δώμα προκύπτει, **16.831 W**.

#### Παρατήρηση:

Τα συνολικά θερμικά κέρδη οροφής αποτελούμενη μόνο από σκυρόδεμα και τσιμεντοκονία ήταν 30.100 W, ενώ με την παρέμβαση του πράσινου δώματος παρατηρούμε σημαντική μείωση των απωλειών οι οποίες προκύπτουν 16.831 W.

### 3.9 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στα επόμενα υποκεφάλαια του 3.9 θα αξιολογηθεί η οικονομική επέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας σε οικία με την μέθοδο του πράσινου δώματος.

### 3.9.1 Οικονομική αξιολόγηση πράσινου δώματος

#### 3.9.1.1 Οικονομική αξιολόγηση χειμερινής περιόδου

Για την οικονομική αξιολόγηση των διαφόρων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εξής απλή μεθοδολογία εκτίμησης:

1. Υπολογισμός του κόστους της επένδυσης ( $\alpha$  = ευρώ). Όπως αναφέρθηκε στο Πιν.3.4, σελ. 77, το κόστος ανέρχεται στα 17.000 ευρώ. Άρα  $\alpha$  = **17.000 ευρώ**.

2. Υπολογισμός της διάρκειας της επένδυσης ( $\delta$  = έτη). Ο χρόνος της επένδυσης κρίνεται βάση του χρόνου ζωής και αξιολογείται από το προσδόκιμο των υλικών το οποίο δίνεται από τις κατασκευάστριες εταιρίες για χρήση των υλικών σε εφαρμογές όπως του πράσινου δώματος αλλά και πορισμάτων που προκύπτουν μέσα από την πολύχρονη παρουσία τέτοιων μεθόδων σε χώρες του εξωτερικού. Βάση των παραπάνω ένας μέσος όρος ζωής για τέτοιες εφαρμογές αξιολογείτε στα 25 έτη. Άρα  $\delta$  = **25 έτη**.

3. Υπολογισμός του ετήσιου οφέλους από την αλλαγή του καυσίμου ( $\beta$  = €/έτος) ο οποίος δίνεται από τον τύπο:

$$\beta_1 = (x \cdot y) - (z \cdot y) \quad (3.1)$$

όπου,

x = ετήσια ποσότητα καυσίμου πριν την επένδυση,

y = τιμή καυσίμου,

z = ετήσια ποσότητα καυσίμου μετά την επένδυση.

Παρακάτω θα αναλυθεί ο τρόπος εύρεσης της ετήσιας ποσότητας καυσίμου πριν και μετά την επένδυση ως εξής:

Πριν την επένδυση,

i) οι θερμικές απώλειες του χώρου είναι 21.000 W ή 18.060 kcal/h,

ii) η θερμική ισχύς του πετρελαίου κυμαίνεται στα 10.250 kcal/kg,

iii) η πυκνότητα του πετρελαίου είναι 0,83 kg/lit,

iv) 8 h λειτουργίας/μέρα για 90 μέρες,

v) απόδοση λέβητα 90%, άρα προσαύξηση 10%.

Άρα χρειαζόμαστε,

$$18.060 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right) \cdot \frac{1}{10.250} \left( \frac{\text{kg}}{\text{kcal}} \right) \cdot \frac{1}{0,83} \left( \frac{\text{lit}}{\text{kg}} \right) \cdot 8 \text{ h} \cdot 90 \text{ μέρες} \cdot 1,10 \approx 1.681 \text{ lit/χρόνο ή } 1,7 \text{ m}^3/\text{χρόνο}.$$

Αφού γίνει η επένδυση,

i) οι θερμικές απώλειες του χώρου είναι 7.000 W ή 6.020 kcal/h,

- ii) η θερμική ισχύς του πετρελαίου κυμαίνεται στα 10.250 kcal/kg,
- iii) η πυκνότητα του πετρελαίου είναι 0,83 kgr/lit,
- iv) 8 h λειτουργίας/μέρα για 90 μέρες,
- v) απόδοση λέβητα 90%, άρα προσαύξηση 10% .

Άρα χρειαζόμαστε,

$$6.364 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right) \cdot \frac{1}{10.250} \left( \frac{\text{kg}}{\text{kcal}} \right) \cdot \frac{1}{0,83} \left( \frac{\text{lt}}{\text{kg}} \right) \cdot 8 \text{ h} \cdot 90 \text{ μέρες} \cdot 1,10 \approx 592 \text{ lt/χρόνο ή } 0,6 \text{ m}^3/\text{χρόνο}.$$

Επομένως εάν η τιμή του πετρελαίου θέρμανσης είναι 0,8 ευρώ/lt τότε το ετήσιο όφελος από την αλλαγή του καυσίμου προκύπτει από την Εξ. (3.1), ως εξής:

$$\beta_1 = (1.681 \text{ lt/χρόνο} \cdot 0,8 \text{ ευρώ/ lt}) - (592 \text{ lt/χρόνο} \cdot 0,8 \text{ ευρώ/ lt}) \approx 871 \text{ ευρώ/χρόνο}.$$

Άρα το ετήσιο όφελος από την αλλαγή του καυσίμου είναι **871 ευρώ/χρόνο**.

### 3.9.1.2 Οικονομική αξιολόγηση θερινής περιόδου

Τα συνολικά θερμικά κέρδη οροφής αποτελούμενη μόνο από σκυρόδεμα και τσιμεντοκονία ήταν 30.100 W, ενώ με την παρέμβαση του πράσινου δώματος παρατηρούμε σημαντική μείωση των απωλειών οι οποίες προκύπτουν 16.831 W.

Για την οικονομική αξιολόγηση των διαφόρων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια χρησιμοποιήθηκε παρόμοια μεθοδολογία με αυτή του κεφαλαίου 3.9.1.1 ως εξής:

1. Υπολογισμός του κόστους της επένδυσης ( $\alpha = \text{ευρώ}$ ). Όπως αναφέρθηκε στο Πίν.(3.4), σελ. 77, το κόστος ανέρχεται στα 17.000 ευρώ. Άρα  $\alpha = 17.000 \text{ ευρώ}$ ,
2. Υπολογισμός της διάρκειας της επένδυσης ( $\delta = \text{έτη}$ ). Ισχύει ότι και στο κεφαλαίου 3.9.1.1. Άρα  $\delta = 25 \text{ έτη}$ ,
3. Υπολογισμός του ετήσιου οφέλους από την μείωση του καυσίμου ( $\beta' = \text{€/έτος}$ ) όπου δίνεται από τον τύπο:

$$\beta_2 = (x \cdot y) - (z \cdot y) \tag{3.2}$$

όπου,

x = ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικού,

y = τιμή ηλεκτρικού,

z = ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικού μετά την επένδυση.

Παρακάτω θα αναλυθεί ο τρόπος εύρεσης της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικού πριν και μετά την επένδυση ως εξής:

Πριν την επένδυση,

- i) τα θερμικά κέρδη του χώρου είναι 30.200 W,
- ii) 6 h λειτουργίας/μέρα για 90 μέρες,
- iii) για να κλιματιστεί πλήρως ένας τέτοιος χώρος χρειάζεται κλιματιστικό σύστημα των 103.046 BTU/h, <sup>(1)</sup>στο οποίο η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος κυμαίνεται στα 9.730 W ή 10 kW.

Άρα χρειαζόμαστε,

$$10 \text{ kW} \cdot 6 \text{ h} \cdot 90 \text{ μέρες} \approx 5.400 \text{ kWh/χρόνο},$$

Αφού γίνει η επένδυση,

- i) τα θερμικά κέρδη του χώρου είναι 16.226 W,
- ii) 6 h λειτουργίας/μέρα για 90 μέρες,
- iii) για κλιματιστεί πλήρως ένας τέτοιος χρειάζεται κλιματιστικό σύστημα των 55.365 BTU/h, στο οποία η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος κυμαίνεται στα 5.072 W ή 5,1 kW.

Άρα χρειαζόμαστε,

$$5,1 \text{ kW} \cdot 6 \text{ h} \cdot 90 \text{ μέρες} \approx 2.754 \text{ kWh/χρόνο},$$

Επομένως εάν η τιμή του ηλεκτρικού είναι <sup>(2)</sup>0,125 €/kWh το ετήσιο όφελος από την μείωση της κατανάλωσης του ηλεκτρικού προκύπτει από την Εξ. (3.2), ως εξής:

$$\beta_2 = (5.400 \text{ kWh/χρόνο} \cdot 0,125 \text{ €/kWh}) - (2.754 \text{ kWh/χρόνο} \cdot 0,125 \text{ €/kWh}) \approx 331 \text{ ευρώ/χρόνο}.$$

Άρα το ετήσιο όφελος από την μείωση του ηλεκτρικού είναι **331 ευρώ/χρόνο**.

### 3.9.1.3 Συμπεράσματα οικονομικής επένδυσης

Τα συμπεράσματα της οικονομικής επένδυσης του πράσινου δώματος εξαρτώνται από τους επόμενους παράγοντες.

#### Χρόνος αποπληρωμής:

Ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης σε έτη δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

---

<sup>(1)</sup> Η αναγωγή έγινε από W σε Btu/h διότι στα χαρακτηριστικά των κλιματιστικών η απόδοση δίνεται σε Btu/h. Η μετατροπή από W σε Btu/h είναι,  $1 \text{ W} = 3,412 \text{ Btu/h}$ .

<sup>(2)</sup> <sup>A</sup> η κατανάλωση είναι 2001 έως 3000 kWh ανά τετράμηνο.

$$E = \alpha / (\beta_1 + \beta_2) \quad (3.3)$$

Επομένως έχοντας την Εξ. (3.3), προκύπτει ότι ο χρόνος αποπληρωμής είναι,

$$E = 17.000 \text{ ευρώ} / (871 \text{ ευρώ} + 331 \text{ ευρώ}) \approx 14 \text{ χρόνια και } 2 \text{ μήνες.}$$

Άρα μετά το πέρας των 14 χρόνια και 2 μηνών η επένδυση θα αρχίσει να αποδίδει χρηματικά κέρδη.

Το μακροπρόθεσμο όφελος της επένδυσης:

Πραγματοποιώντας μια τέτοιου είδους επένδυση όπως προαναφέραμε παρουσιάζοντας οικονομικά οφέλη λόγω του περιορισμού της κατανάλωσης του ηλεκτρικού καθώς και του πετρελαίου. Με την παρακάτω εξίσωση προκύπτει το όφελος της επένδυση σε ευρώ, ήτοι:

$$K = [(\beta_1 + \beta_2) \cdot \delta] - \alpha \quad (3.4)$$

$$K = 30.050 \text{ ευρώ} - 17.000 \text{ ευρώ} = 13.050 \text{ ευρώ.}^{(1)}$$

Επομένως μετά το πέρας του χρόνου ζωής της επένδυσης το χρηματικά κέρδος θα ανέρχεται στα 13.050 ευρώ.

Εναλλακτικές διαχείρισης του κεφαλαίου της επένδυσης:

Θα εξεταστούν δύο εναλλακτική τρόποι διαχείρισης του κεφαλαίου:

1) Να αφεθούν τα 17.000 ευρώ εκτός τραπεζής και έχοντας πληθωρισμό 2%, προκύπτει ότι η αγοραστική αξία αυτών των χρημάτων μετά από 25 χρόνια θα έχει μειωθεί βάση της παρακάτω εξίσωση:

$$S_n = P (1 - i)^n \quad (3.5)$$

όπου,

P: το κεφάλαιο το οποίο υπόκειται στον πληθωρισμό, ένα κεφάλαιο με παρούσα αξία,

i: ο πληθωρισμός κάθε περιόδου,

n: το πλήθος των περιόδων σταθερού πληθωρισμού<sup>(2)</sup> όπου θεωρούμε ότι ο κεφάλαιο επηρεάζεται από αυτόν,

S<sub>n</sub>: το τελικό ποσό μετά από n περιόδους.

Εφαρμόζοντας την Εξ. (3.5) προκύπτει:

$$S_n = 17.000 \text{ ευρώ} (1-0,02)^{25} = 10.259 \text{ ευρώ,}$$

<sup>(1)</sup> Χωρίς να έχει συμπεριληφθεί ο πληθωρισμός.

<sup>(2)</sup> Θέτουμε ότι ο πληθωρισμός είναι σταθερός.

Άρα με το πέρας των 25 χρόνων ένα το κεφάλαιο των 17.000 ευρώ το οποίο δεν έχει επενδυθεί, η αγοραστική τους αξία υπόκεινται σε μείωση της τάξεως των 6.741 ευρώ (μείωση ~40%).

2) Να τοποθετηθούν τα 17.000 ευρώ εντός τραπέζης με επιτόκιο 2% και με πληθωρισμό 2%. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η αγοραστική αξία αυτών των χρημάτων μετά από 25 χρόνια θα παραμείνει ως έχει.

Έχοντας αναλύσει τους παραπάνω παράγοντες προκύπτει ότι η επένδυση στην εφαρμογή του πράσινου δώματος από οικονομική απόψεως με μια πρώτη παρατήρηση δεν μπορεί να ονομαστεί κερδοφόρα αλλά βιώσιμη. Στα επόμενα κεφάλαια θα κατανοήσουμε ότι σε μακροσκοπική κλίμακα η εφαρμογή του πράσινου δώματος δεν έχει μόνο μοναδικά περιβαλλοντολογικά οφέλη αλλά είναι άκρως οικονομικά ανταγωνιστική ως προς οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή.

### **3.10 Ο ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΟΣ ΩΣ ΜΕΣΟΝ ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ**

Η ύπαρξή τους σε ευρεία κλίμακα είναι δυνατόν να επιλύσει σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι αστικές περιοχές. Ένα από αυτά είναι ότι μπορούν να επηρεάσουν ευεργετικά το υδρογράφημα μιας αστικής περιοχής αναχαιτίζοντας τη βροχή κατά τα πρώτα στάδια της καταιγίδας, περιορίζοντας τη μέγιστη μεταγραφόμενη παροχή απορροής όμβριων λειτουργώντας ως διάταξη ανάσχεσης της πλημμύρας.

Η Αθήνα παρά το ετήσιο χαμηλό ύψος βροχής ( ~200 mm O<sub>2</sub>H ) παρουσιάζει το φαινόμενο της ραγδαιότητας των βροχοπτώσεων και της συχνής εμφάνισης πλημμύρων. Σκοπός τους υποκεφαλαίου αυτού είναι να διερευνηθούν οι επιδράσεις των ταρατσόκηπων, οι οποίοι αναπτύσσονται σε υποστρώματα μικρού πάχους και περιέχουν κομποστοποιημένα απορρίμματα - απόβλητα, στη συγκράτηση και επιβράδυνση της εκροής των όμβριων, προκειμένου να λειτουργήσουν ως μέσον αντιπλημμυρικής προστασίας. Η χρησιμοποίηση κομποστοποιημένων απορριμμάτων και στερεών αποβλήτων αστικών περιοχών δίνει επίσης μια διέξοδο στα περιβαλλοντικά προβλήματα αποθήκευσης των προϊόντων αυτών που έχουν δημιουργηθεί στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής.

Η εργασία των Δ. Ι. Μπαμπίλης & Π. Λόντρα «Ο ταρατσόκηπος ως μέσον αντιπλημμυρικής προστασίας των αστικών περιοχών» του τμήματος φυσικών πόρων και μηχανολογικής γεωλογίας, του Πανεπιστημίου Αθηνών έχει ως σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης των ταρατσόκηπων στη συγκράτηση της βροχής και την επιβράδυνση της εκροής των όμβριων στους κύριους αποχετευτικούς αγωγούς, εγκαταστάθηκε πειραματικός ταρατσόκηπος σε κτίριο του Δήμου Αθηναίων στο Γουδί στον οποίο χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά υποστρώματα (παρόμοια διάταξης με της παρούσας πτυχιακής εργασίας) ανάπτυξης των φυτών και εφαρμόστηκαν εντάσεις βροχής  $5,5 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$  και  $16,6 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ .

Τα πειραματικά αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε συγκράτηση των όμβριων από τον ταρατσόκηπο από 30,28% έως 55,10%, όταν οι ταχύτητες των εκροών εξισώθηκαν με τις εντάσεις των βροχών. Έτσι, οι ταρατσόκηποι σε ευρεία κλίμακα είναι δυνατόν να επηρεάσουν το υδρογράφημα μιας περιοχής αναχαιτίζοντας τη

βροχή κατά τα πρώτα στάδια μιας καταιγίδας και περιορίζοντας το μέγιστο καταγραμμένο ρυθμό απορροής.

### 3.10.1 Μείωση των όμβριων υδάτων και ανάσχεση της πλημμυρικής αιχμής στον ποταμό Κηφισό

Τα αποτελέσματα της εργασίας Δ. Ι. Μπαμπίλης & Π. Λόντρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της ανάσχεσης της πλημμυρικής αιχμής μιας αστικής περιοχής όπως είναι η Αθήνα αλλά και για την μείωση του όγκου των όμβριων υδάτων. Ο Κηφισός είναι ένα ποτάμι με σοβαρή πιθανότητα εκδήλωσης πλημμυρικών φαινομένων. Δέχεται απορροές όμβριων από μια επιφάνεια 417 Km<sup>2</sup> (συμπεριλαμβανομένου του ποταμού Ιλισού). Η μεγαλύτερη από την αστική περιοχή της ευρύτερης Αθήνας (240 από 330Km<sup>2</sup>) καταλήγει σε αυτόν τον συλλέκτη. Οι δείκτες αυτοί δείχνουν ότι το 58% (=240/417) των φορτίων του ποταμού προέρχονται από τον αστικό χώρο, και έτσι εξηγείται το γιατί η τάση εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων στην Αθήνα συνδέεται κύριος με την εμφάνιση βροχής πάνω από την πόλη.

Σύμφωνα με πηγές της μετεωρολογικής υπηρεσίας Ελλάδος το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης για την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας κυμαίνεται στα 200 mmH<sub>2</sub>O ή 0,2 mH<sub>2</sub>O. Η αστική περιοχή της Αθήνας έχει επιφάνεια 240 Km<sup>2</sup> και δέχεται κάθε χρόνο όγκο όμβριων υδάτων, 0,2 mH<sub>2</sub>O · 240 · 10<sup>6</sup> m<sup>2</sup> = 48 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

Μέσο προσεγγιστικών υπολογισμών θα προσδιορίσουμε τον όγκο νερού που δέχονται κάθε χρόνο οι επιφάνειες των ταρατσών της Αθήνας ως εξής:

- θεωρούμε ότι ο μέσος όρος των ορόφων των πολυκατοικιών είναι τέσσερις,
- ανά όροφο κατοικούν 8 άτομα,
- ο πληθυσμός της Αθήνας που εναποθέτει τα όμβρια ύδατα του στον Κηφισό κυμαίνεται στα 4.500.000 άτομα (~75% του συνολικού πληθυσμού της Αθήνας),
- ο μέσος όρος επιφανείας των ταρατσών είναι 145 m<sup>2</sup>.

Η επιφάνεια των ταρατσών,

$$4.500.000 \text{ άτομα} / (4 \text{ όροφοι} \cdot 8 \text{ άτομα}) = 140.625 \text{ πολυκατοικίες,}$$

&

140.625 πολυκατοικίες · 145 m<sup>2</sup> = 20.390.625 m<sup>2</sup> ή 20 Km<sup>2</sup> επιφάνεια ταρατσών.

Άρα ο όγκος νερού προκύπτει,

$$20.390.625 \text{ m}^2 \cdot 0,2 \text{ mH}_2\text{O} = 4.078.125 \text{ m}^3.$$

Εάν αφαιρέσουμε την επιφάνεια των ταρατσών από την συνολική επιφάνεια της αστικής Αθήνας η οποία εναποθέτει τα νερά της στο Κηφισό θα προκύψει επιφάνεια ακάλυπτης από κτίρια η οποία είναι:

$$240.000.000 \text{ m}^2 - 20.390.625 \text{ m}^2 = 219.609.375 \text{ m}^2$$



Επομένως η επιφάνεια της Αθήνας που εναποθέτει τα όμβρια ύδατα της στον Κηφισό αποτελείται από μια περιοχή καλυμμένη με κτίρια της τάξεως των  $20\text{Km}^2$  και από μια περιοχή ακάλυπτη από κτίρια της τάξεως των  $220\text{Km}^2$ . Επομένως ο όγκος βροχόπτωσης ο οποίος προσπίπτει ανά χρόνο στην ελεύθερη από κτίρια επιφάνεια είναι:

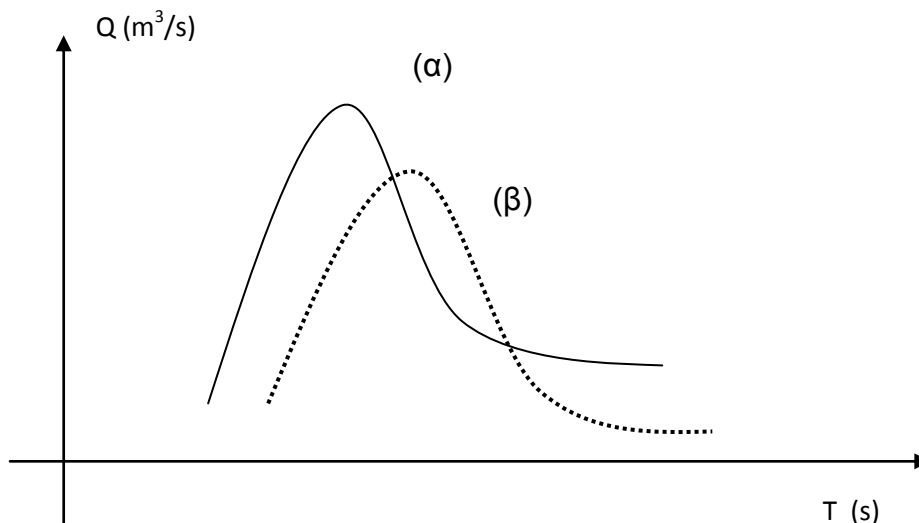
$$219.609.375 \text{ m}^2 \cdot 0,2 \text{ mHO}_2 = 43.921.875 \text{ m}^3$$

Καταλήγουμε ότι στις ταρατσες των Αθηνών εναποθέτονται κάθε χρόνο  $4.078.125 \text{ m}^3$  νερού λόγω βροχόπτωσης ενώ στον υπόλοιπο χώρο ο οποίος είναι ακάλυπτος από κτίρια εναποθέτονται κάθε χρόνο  $43.921.875 \text{ m}^3$  νερού λόγω βροχόπτωσης με τελικό αποδέκτη και των δύο τον Κηφισό ποταμό.

Σχεδόν το 10% των όμβριων υδάτων αστικής προελεύσεως που καταλήγει στον Κηφισό προέρχεται από τις επιφάνειες των ταρατσών και το άλλο 90% από επιφάνειες ελεύθερες από κτίρια. Οι όγκοι νερού που προσπίπτουν στις επιφάνειες των ταρατσών δεν απορροφούνται αλλά ούτε και επιβραδύνονται σε σημαντικό βαθμό έτσι ώστε να υπάρχει μείωση αλλά και αισθητή χρονική μετατόπιση (υστέρηση) του σημείου αιχμής της παροχής εκροής των όμβριων στους κύριους αποχετευτικούς αγωγούς.

Από την εργασία των Δ. Ι. Μπαμπίλης & Π. Λόντρα που προαναφέραμε για επεισόδιο βροχής το οποίο επαναλαμβάνεται ανά 20ετία η εκροή άρχισε μετά την παρέλευση  $5,28 \cdot 10^3 \text{ s}$  (88 λεπτά) από την έναρξη της βροχόπτωσης και όταν η ταχύτητα της εκροής εξισώθηκε με την ένταση της βροχής μετά από  $12 \cdot 10^3 \text{ s}$  (200 λεπτά) το υπόστρωμα συγκράτησε  $29,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  (55,11%) από το σύνολο των  $66,59 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  βροχόπτωσης.

Καταλήγουμε στο ότι εάν όλα τα κτίρια της αστικής περιοχής των Αθηνών εφαρμόσουν την μέθοδο του ταρατσόκηπου τότε θα έχουμε μετατόπιση του σημείου αιχμής της παροχής εκροής των όμβριων στους κύριους αποχετευτικούς αγωγούς τουλάχιστον 88 λεπτά. Ακόμη προαναφέραμε ότι τουλάχιστον το 50% των όμβριων υδάτων συγκρατείτε από το ταρατσόκηπο. Οπότε θα συγκρατηθούν  $4.078.125 \text{ m}^3 \cdot 0,5 = 2.039.062 \text{ m}^3$  όμβριων υδάτων το οποίο αντιστοιχεί στο 5% του συνολικού όγκου όμβριων υδάτων που προέρχεται από την αστική περιοχή των Αθηνών και καταλήγει στο ποταμό Κηφισό κάθε χρόνο.



**Σχήμα 3.2:** Τυπικό υδρογράφημα πλημμύρας στο φυσικό αποδέκτη χωρίς ταρατσόκηπους (α), με ταρατσόκηπους (β).

Από τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής προκύπτει ότι η ύπαρξη σημαντικής έκτασης ταρατσόκηπων μπορεί να έχει ευνοϊκά υδρολογικές και αντιπλημμυρικές επιπτώσεις. Τούτο φαίνεται σαφέστερο από το Σχήμα 3.2 στο οποίο φαίνεται η ποιοτική επίδραση των ταρατσόκηπων στην πλημμυρική απορροή. Εάν η καμπύλη (α) στο Σχήμα 3.2 αποτελεί το μοναδιαίο υδρογράφημα του Κηφισού ποταμού, η ύπαρξη σημαντικής έκτασης ταρατσόκηπων στην περιοχή θα αποκτήσει τη μορφή της καμπύλης (β). Η αιχμή της καμπύλης (α) όχι μόνο θα μειωθεί αλλά και θα υποστεί μια χρονική υστέρηση με ευνοϊκά σε όλες τις περιπτώσεις αποτελέσματα.

Η δημιουργία σημαντικής επιφάνειας ταρατσόκηπων σε στρατηγικής σημασίας σημεία της πόλης, είναι δυνατό να οδηγήσει τόσο στην αύξηση της αντιπλημμυρικής προστασίας όσο και στη μείωση της έντασης του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας (όπως θα αναφερθεί και στο επόμενο υποκεφάλαιο).

### 3.11 ΓΙΑΤΙ ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ

Η κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος μπορεί να συμβάλλει και να προσφέρει πολλά στο δομημένο περιβάλλον των μεγαλουπόλεων.

#### 1. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

##### ➤ Αύξηση θερμομόνωσης

Η θερμοχωρητικότητα του φυτεμένου δώματος είναι ιδιαίτερα αυξημένη σε σχέση με αυτήν ενός συμβατικού δώματος, εξαιτίας της μεγάλης θερμικής μάζας των κηπευτικών στρώσεων και του γεγονότος ότι μεταξύ του ατμοσφαιρικού αέρα και της ανώτατης επιφάνειας της διατομής των φυτεμένων δωματίων (χώματος), παρατηρείται ένα στρώμα ακίνητου αέρα. Το φυτεμένο δώμα λειτουργεί λοιπόν ως

μια επιπλέον θερμομονωτική στρώση, ελαττώνοντας τα απαιτούμενα ψυκτικά ή θερμικά φορτία το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα.

- Σκιασμός από το φύλλωμα

Τα φυτά παρέχουν σκιασμό της επιφανείας του δώματος και εξασφαλίζουν με τον τρόπο αυτό σχετικά σταθερή τη θερμοκρασία της επιφανείας του δώματος κατά την διάρκεια του έτους.

- Εξατμισοδιαπνοή

Επιπρόσθετα, στο φυτεμένο δώμα αξιοποιείται και το φαινόμενο της εξάτμισης για την παραγωγή ψύξης καθώς και της συμπύκνωσης υδρατμών με παραγωγή θερμότητας. Με την διαδικασία αυτή, τα φυτά προσφέρουν ψυκτικά ή θερμικά φορτία, τα οποία με τη σειρά τους παρέχουν δροσισμό ή θέρμανση το καλοκαίρι και το χειμώνα.

## 2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

- Μείωση φόρτισης αστικού δικτύου με την κατακράτηση νερού από το φυτεμένο δώμα

Το φυτεμένο δώμα κατακρατεί το βρόχινο νερό στη στρώση αποστράγγισης, το υπόστρωμα φύτευσης και τη φύτευση και αυξάνει τα ποσοστά εξάτμισης με αποτέλεσμα την αποφόρτιση του αστικού δικτύου απορροής υδάτων, ειδικά σε ραγδαίες καταιγίδες.

Επιπλέον τα βαριά μέταλλα και στοιχεία που μεταφέρονται από τη βροχή απορροφούνται από τους ταρατσόκηπους και δεν αποδεσμεύονται, με αποτέλεσμα το νερό που απορρέει να είναι πιο καθαρό από το βρόχινο.

- Μείωση ηχορύπανσης

Στα φυτεμένα δώματα, ο συνδυασμός του χώματος, των φυτών και των παγιδευμένων στρωμάτων του αέρα μπορεί να λειτουργήσει ως φίλτρο απομόνωσης του ήχου.

- Δέσμευση σκόνης και ρύπων

Ένα μεγάλο ποσοστό των σωματιδίων της ατμόσφαιρας δεσμεύεται από το φύλλωμα των φυτών, τα οποία λειτουργούν με τον τρόπο αυτό ως φίλτρο συγκράτησης πολλών επιβλαβών συστατικών του αέρα.

- Βελτίωση μικροκλίματος περιοχής

Τα φυτά εμπλουτίζουν την ατμόσφαιρα με οξυγόνο και την αποδεσμεύουν από το διοξείδιο του άνθρακα μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

- Φυσικό καταφύγιο για την τοπική πανίδα και χλωρίδα

Με την κατασκευή κήπων στα δώματα και την επαναφορά της «χαμένης» φύσης μέσα στο πυκνοδομημένο περιβάλλον των αστικών κέντρων, είναι δυνατόν να πολλαπλασιαστούν πολλά είδη χλωρίδας, τα οποία στη στάθμη του εδάφους δεν μπορούσαν να αναπτυχθούν.

- Επανάκτηση περιοχών πρασίνου

Τα φυτεμένα δώματα αποτελούν έναν από τους λιγιστούς εναπομείναντες τρόπους επαναφοράς της βλάστησης στον αστικό χώρο.

- Μείωση του φαινομένου θερμικής αστικής νησίδας.

Αν κάτι έχει αλλάξει σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες στην ατμόσφαιρα αυτό είναι το μικροκλίμα των αστικών κέντρων, όπου και παρατηρούνται συνεχώς ολοένα πιο υψηλές θερμοκρασίες.

Τα τελευταία 50 χρόνια η όποια αύξηση θερμοκρασίας παρατηρείται στα μεγάλα αστικά κέντρα δεν οφείλεται μόνο στο γεγονός ότι έχουμε υψηλές μέγιστες θερμοκρασίες αλλά, κυρίως, στο ότι έχουμε άνοδο στις ελάχιστες θερμοκρασίες δηλαδή κατά την διάρκεια της νύχτας δεν μειώνεται η ελάχιστη θερμοκρασία λόγω των κτιρίων που εκπέμπουν τεράστια ποσά θερμότητας, το γνωστό φαινόμενο της «θερμικής νησίδας» που ανεβάζει διαχρονικά τη μέση τιμή της θερμοκρασίας.

Τα φυτά με την ανακλαστική τους ικανότητα και με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης, της εξάτμισης και της διαπνοής, μπορούν να απορροφήσουν μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, αποτρέποντας την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών στο αστικό περιβάλλον και συμβάλλοντας σημαντικά στη μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας.

### 3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

- Αξιοποίηση χώρου

Με τη δημιουργία βατών φυτεμένων δωματίων μπορούν να αξιοποιηθούν πολλοί ανεκμετάλλετοι χώροι, οι οποίοι στις μέρες μας μόνο αισθητική υποβάθμιση «προσφέρουν» στο δομημένο περιβάλλον.

- Αισθητική αναβάθμιση αστικού τοπίου

Με την κατασκευή πράσινων στεγών, εκτός από τη δυνατότητα δημιουργίας λειτουργικών χώρων πρασίνου και αναψυχής, επιτυγχάνεται και η αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος του αστικού χώρου, του οποίου η εικόνα τα τελευταία χρόνια, είναι ιδιαίτερα απογοητευτική.

### 4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

- Αύξηση διάρκειας ζωής των υλικών διατομής

Τα φυτεμένα δώματα προστατεύουν τις υποκείμενες στρώσεις δομικών υλικών ενός δώματος (π.χ. στοιχεία υγρομονωτικά, θερμομονωτικά υλικά) από τη θερμική επιβάρυνση της ηλιακής ακτινοβολίας, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής τους.

## 5. ΑΜΕΣΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

- Αύξηση στην αξία μιας ιδιοκτησίας

Μια πράσινη στέγη δίνει τη στιγμιαία αύξηση στην αξία μιας ιδιοκτησίας χωρίς αύξηση του μεγέθους της. Η προσθήκη μιας πράσινης περιοχής βελτιώνει τα ζωντανά και λειτουργώντας περίχωρα.

- Το χαμηλότερο ενεργειακό κόστος

Το χαμηλότερο ενεργειακό κόστος λόγω μείωσης των καυσίμων θέρμανσης το χειμώνα αλλά και του ηλεκτρικού το καλοκαίρι προσφέρει άμεσα οικονομικά οφέλη.

### 3.12 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι λόγοι για τους οποίους οι ταρασόκηποι αποτελούν μια από τις σημαντικότερες επεμβάσεις όπως αναλύθηκαν εκτενέστερα ποικίλουν διότι πλεονεκτούν σε καίριους τομείς που δύσκολα μπορείς να προσδιορίσεις το μέγεθος της προσφοράς μιας τέτοιας επεμβάσεις. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στο ότι μέσω των ταρασόκηπων αναδεικνύονται οφέλη τα οποία στην σημερινή κοινωνία είναι απαραίτητα για ένα βιώσιμο και υγιές περιβάλλον.

## 4. ΘΕΡΜΟΧΡΩΜΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ

### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

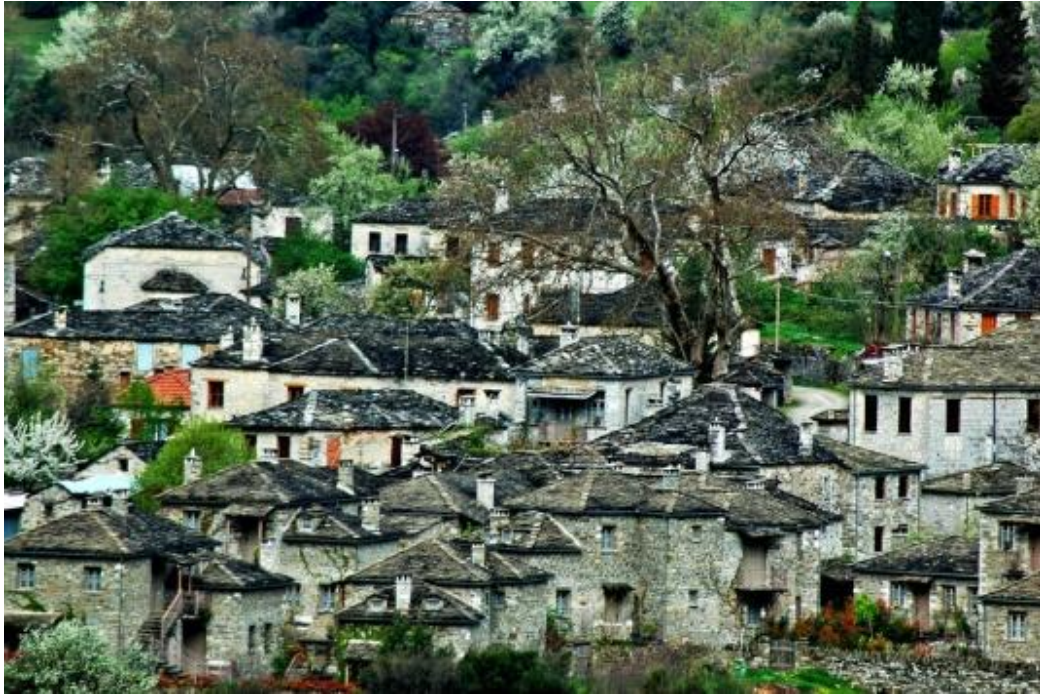
Η κλασική εικόνα του ελληνικού καλοκαιριού, που σχεδόν αυτόματα έρχεται στο μυαλό, είναι βέβαια, τα κατάσπρα σπίτια των Κυκλάδων, σπαρμένα εδώ κι εκεί με «πινελιές» ζυγρών χρωμάτων.



**Εικόνα 4.1:** Χαρακτηριστική εικόνα σπιτιών στις Κυκλάδες.

Αντίθετα, η κλασική εικόνα του χειμωνιάτικου χωριού έχει σαν ταυτότητα τα σκούρα χρώματα, το ξύλο και την πέτρα.

Τα σπίτια αυτά δεν είναι μόνο όμορφα - είναι κτισμένα με τη σοφία και την πείρα αιώνων που κουβαλάει μέσα της η παράδοση, ώστε να προσφέρουν σ' όσους τα κατοικούν την απαραίτητη προφύλαξη από τη ζέστη και το κρύο, μαζί με την απαραίτητη άνεση για να ζουν εντός τους, που τόσο ζηλεύουνε οι άνθρωποι των πόλεων.



**Εικόνα 4.2:** Χαρακτηριστική εικόνα σπιτιών στην ηπειρωτικές περιοχές της Ελλάδος.

Την ίδια ώρα, οι άνθρωποι των πηγμένων στο τσιμέντο και την ασφαλτο πόλεων «βράζουν» κάθε καλοκαίρι και κρυώνουν όλο και περισσότερο τον χειμώνα, αποζητώντας ανακούφιση στα καλοριφέρ και τα κλιματιστικά που όμως επιβαρύνουν το περιβάλλον και συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

#### **4.2 Η ΘΕΡΜΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ & ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ**

Στην πλειοψηφία τους οι μεγαλουπόλεις παρουσιάζουν ιδιαίτερα σημαντικές διαφορές τόσο στην αστική πυκνότητα όσο και στην αστική περιβαλλοντική ποιότητα.

Το γεγονός αυτό δημιουργεί σημαντική διαφοροποίηση της θερμοκρασίας στην πόλη.

Η συχνότητα των καυσώνων σε περιοχές όπως το κέντρο των μεγαλουπόλεων έχουν αυξηθεί, τα διαστήματα με υψηλές θερμοκρασίες έχουν αυξηθεί, η ένταση του φαινομένου της θερμικής νησίδας αυξάνεται συνεχώς.

Ο «ένοχος» λοιπόν για πολλά από τα δεινά που υπομένουμε στις πόλεις μας είναι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, δηλαδή της σχεδόν μόνιμης αύξησης της θερμοκρασίας στις πόλεις λόγω των μεγάλων ποσοτήτων τσιμέντου και ασφάλτου, υλικών τα οποία δρουν ως θερμοσυσσωρευτές οι οποίοι απορροφούν την ηλιακή ενέργεια στη διάρκεια της ημέρας και την αποβάλλουν ως θερμότητα, τόσο στο εξωτερικό περιβάλλον, όσο και στο εσωτερικό του σπιτιού, μέρα και νύχτα.

Οι επιπτώσεις είναι γνωστές και τις βιώνουμε όλοι μας, ειδικά το καλοκαίρι όπως προαναφέραμε είναι η θερμική δυσφορία, αύξηση της ρύπανσης, αλλά και αύξηση του απαιτούμενου φορτίου για δροσισμό στα κτίρια μ' άλλα λόγια, ο κλιματισμός «δίνει και παίρνει», η ενεργειακή ζήτηση πολύ συχνά «χτυπάει κόκκινο», στις ώρες αιχμής τα «μπλακάουτ» δεν είναι καθόλου άγνωστη λέξη.

Στην Αθήνα το φαινόμενο είναι στατιστικά σημαντικό. Για τον Ιούλιο και Αύγουστο για την περιοχή της Αθήνας ο αριθμός των ωρών άνω των 30 °C, έχει αυξηθεί 30-40 % κατά την περίοδο 1990-2004, συγκριτικά με την περίοδο 1977-1989.

Εξαιτίας της σημαντικής αύξησης της θερμοκρασίας απαιτείται ιδιαίτερα σημαντική αύξηση της ενεργείας για κλιματισμό ανά τις διαφορές περιοχές της Αθήνας. Συγκεκριμένα στο κέντρο της πόλης απαιτείται σχεδόν διπλάσια κατανάλωση από ότι στα βόρεια προάστια.

Με τις μετρημένες θερμοκρασίες στην Αθήνα διαπιστώθηκε ότι μόνο στον Δήμο Αιγάλεω το πρόσθετο κόστος λόγω αύξησης των αναγκών κλιματισμού από την θερμική νησίδα είναι περί τα 15 εκ. ευρώ ετήσια η περίπτωση 430 ευρώ ανά οικογένεια.

Το πρόσθετο φορτίο αιχμής που δημιουργείται είναι 83 MW και απαιτούνται επενδύσεις περί τα 65 εκατομμύρια ευρώ για την δημιουργία νέων σταθμών ηλεκτρικής ενεργείας.<sup>(\*)</sup>

#### **4.2.1 Τρόποι αντιμετώπισης της θερμοκρασιακής αύξησης και της θερμικής νησίδας**

Η γενικότερη αντιμετώπιση του φαινομένου της θερμοκρασιακής αύξησης αποτελεί επιτακτική ανάγκη - πολύ περισσότερο καθώς το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας έχει άμεσο αντίκτυπο στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια.

Το θέμα έχει μελετηθεί και αναλυθεί δεόντως, με τα συμπεράσματα να κατευθύνουν προς καινοτόμες τεχνικές ώστε να βελτιωθεί το αστικό μικρόκλιμα:

- Η αύξηση του αστικού πρασίνου,
- Η χρήση ψυχρών υλικών,
- Η χρήση θερμοχρωμικών υλικών,
- Η μείωση της ανθρωπογενούς θερμότητας,
- Την χρήση ψυχρών πηγών για την απόρριψη της πλεονάζουσας θερμότητας,
- Κατάλληλη διάταξη και χρήση των ελεύθερων χώρων με σκίαση και αερισμό.

Στο παρόν κεφάλαιο επιλέχτηκε να αναλυθεί η χρήση θερμοχρωμικών υλικών, για την απόρριψη της πλεονάζουσας θερμότητας.

#### **4.3 ΤΩΡΙΝΟ ΣΤΑΔΙΟ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΘΕΡΜΟΧΡΩΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ ΔΟΜΙΚΟ ΤΟΜΕΑ**

Καθώς είναι πρακτικά ανέφικτο να βάφουμε τα σπίτια μας δυο φορές το χρόνο, μια πολύ καλή ιδέα είναι η ανάπτυξη υλικών που αξιοποιώντας τις δυνατότητες της νανοτεχνολογίας, μπορούν να μεταβάλλουν την απόχρωσή τους ανάλογα με τη θερμοκρασία. Έτσι οι θερμοχρωμικές όπως ονομάζονται, επικαλύψεις είναι πιο ανοιχτόχρωμες, άρα πιο ανακλαστικές, σε υψηλότερες θερμοκρασίες, ενώ σκουραίνουν και γίνονται πιο απορροφητικές όταν πέφτει ο υδράργυρος.

---

<sup>(\*)</sup>Οι πληροφορίες του υποκεφαλαίου 4.2 αντλήθηκαν από τα πρακτικά 19<sup>ου</sup> συνεδρίου ΠΑΝΔΟΙΚΟ, από την διάλεξη του Καθηγητή Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Μάνθο Σανταμούρη, με θέμα «Ολοκληρωμένα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στο κτιριακό τομέα»



Θερμοχρωμικά χρώματα υπάρχουν από χρόνια και είχαν εφαρμογή σε πολλούς τομείς διεθνώς, αλλά όχι στα δομικά υλικά. Αυτή η καινοτόμος προσέγγιση έχει ελληνικό χρώμα. Η ομάδα μελετών κτιριακού περιβάλλοντος στο τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου της Αθήνας, με επικεφαλής τον καθηγητή Ματθαίο Σανταμούρη, ξεκίνησε την προσπάθειά της πριν από περίπου δυο χρόνια με ίδιους πόρους και τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα μάλλον την έχουν δικαιώσει.

Στα χρώματα-χαμαιλέοντες που δοκιμάζει η ομάδα, χρησιμοποιούνται οργανικές θερμοχρωμικές χρωστικές ουσίες, οι οποίες αποτελούνται από τρία βασικά συστατικά:

- i) μια οργανική ένωση, συνήθως κυκλικό εστέρα, η οποία καθορίζει το χρώμα του τελικού προϊόντος στην έγχρωμη φάση,
- ii) ένα ασθενές οξύ, το οποίο είναι υπεύθυνο για την ένταση του χρώματος,
- iii) ένα διαλύτη, του οποίου το σημείο τήξης καθορίζει τη θερμοκρασία αλλαγής του χρώματος.

Επομένως επιλέγοντας το διαλύτη, επιλέγεται ταυτόχρονα και η θερμοκρασία αλλαγής χρώματος στην πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε από την ομάδα, η θερμοκρασία αυτή ήταν οι 27 Κελσίου.

Τα αποτελέσματα των συγκριτικών μετρήσεων έδειξαν ότι η θερμική απόδοση και οι οπτικές ιδιότητες των νέων επικαλύψεων είναι καλύτερες όχι μόνο από εκείνες των συμβατικών επικαλύψεων αλλά και των απλών ανακλαστικών (ψυχρών), οι οποίες αποτελούν μια ολοένα δημοφιλέστερη για τους ιδιοκτήτες ακινήτων λύση, καθώς συνδυάζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα στη θερμομόνωση των κτιρίων και ιδιαίτερα προσιτό κόστος.

Η ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας προχωρεί με ικανοποιητικό ρυθμό, διαβεβαιώνεται από την ομάδα μελέτης, και το μόνο που μένει είναι η αντιμετώπιση της υπεριώδους ακτινοβολίας, η οποία επιδρά αρνητικά στο φαινόμενο του θερμοχρωμισμού, μειώνοντας την απόδοση των υλικών.

Έτσι συνεχίζονται τα πειράματα με στόχο να επιτευχθεί η αναγκαία φωτο-σταθεροποίηση των θερμοχρωμικών υλικών για περιόδους της τάξεως των πέντε ή και δέκα χρόνων, όσος δηλαδή είναι και τώρα ο χρόνος που μεσολαβεί συνήθως, μεταξύ διαδοχικών βαψιμάτων σ' ένα κτίριο.

Όπως προαναφέραμε τα θερμοχρωμικά υλικά αλλάζουν χρώμα ανάλογα με την θερμοκρασία. Στόχος είναι τον χειμώνα να είναι έγχρωμα ενώ το καλοκαίρι λευκά. Έτσι παρουσιάζουν μεγάλη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία τον χειμώνα και μεγάλη ανακλαστικότητα το καλοκαίρι.

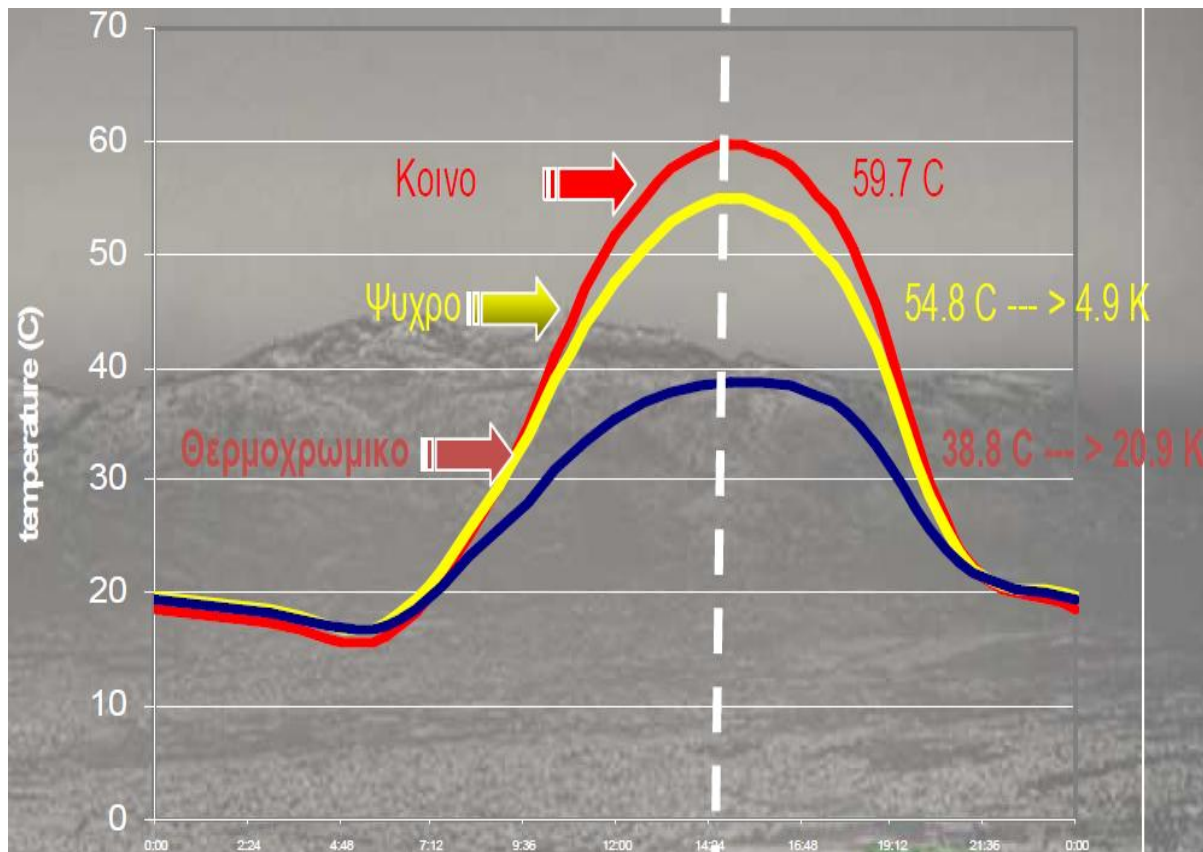


**Εικόνα 4.3:** Θερμική συμπεριφορά θερμοχρωμικών, ψυχρών και κοινών χρωμάτων σε υψηλές θερμοκρασίες.



**Εικόνα 4.4:** Θερμική συμπεριφορά θερμοχρωμικών, ψυχρών και κοινών χρωμάτων σε χαμηλές θερμοκρασίες.<sup>(\*)</sup>

<sup>(\*)</sup>Οι Εικ. 4.3 και 4.4 προέρχονται από την παρουσίαση του 19<sup>ου</sup> συνεδρίου ΠΑΝΔΟΙΚΟ με θέμα «Ολοκληρωμένα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στο κτιριακό τομέα», από την διάλεξη του Καθηγητή Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Μάνθο Σανταμούρη,



**Διάγραμμα 4.1:** Μεταβολή της θερμοκρασίας του μπλε.<sup>(\*)</sup>

Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά, από τις μετρήσεις που έγιναν ένα ζεστό, αυγουσιάτικο μεσημέρι πάνω σε τρεις πλάκες, βαμμένες με κοινά, ψυχρά και θερμοχρωμικά χρώματα, αντίστοιχα, διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Η θερμοκρασία στην πλάκα που ήταν βαμμένη με το κοινό χρώμα άγγιξε τους 55°C.
- Η πλάκα που είχε βαφεί με ψυχρό χρώμα έφτανε τους 48°C.
- Η πλάκα που ήταν βαμμένη με το θερμοχρωμικό υλικό αντέδρασε, άλλαξε χρώμα προς το λευκό και η θερμοκρασία περιορίστηκε στους 39°C, με διαφορά 16°C από το κοινό χρώμα και 9°C από το ψυχρό.

Η έρευνα πάνω στη δημιουργία χρωμάτων με θερμοχρωμικές ιδιότητες ξεκίνησε πριν από ένα χρόνο, οι πειραματικές εφαρμογές τους έχουν γίνει μέχρι στιγμής σε πλάκες πεζοδρομίου.

<sup>(\*)</sup> Το διάγραμμα 4.1 προέρχεται από την παρουσίαση του 19<sup>ου</sup> συνεδρίου ΠΑΝΔΟΙΚΟ με θέμα «Ολοκληρωμένα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στο κτιριακό τομέα», από την διάλεξη του Καθηγητή Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Μάνθο Σανταμούρη,

#### 4.4 ΟΡΑΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΘΕΡΜΟΧΡΩΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ ΔΟΜΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

Στους επόμενους μήνες,<sup>(\*)</sup> οι εφαρμογές θα επεκταθούν και θα δοκιμαστούν σε άλλες επιφάνειες, όπως τοίχους και τζάμια. Άμεσο αντίκτυπο φυσικά περιμένουμε και στις ενεργειακές αποδόσεις των κτιρίων. Ενδιαφέρον για την απόκτηση της μαγικής «φόρμουλας» έχει εκδηλωθεί από ελληνικές βιομηχανίες χρωμάτων, οι επιστήμονες ωστόσο δεν προτίθενται να δώσουν τη «φόρμουλα» εάν αυτή δεν τελειοποιηθεί. Ωστόσο ο χρόνος που θα χρειαστεί για να προωθηθεί αυτή η μέθοδος στις βιομηχανίες χρωμάτων είναι τουλάχιστον 15 χρόνια, λόγω του ότι:

1) Πρέπει πρώτα να βρεθεί εργαστηριακά η μέθοδος η οποία θα αντιμετωπίσει την υπεριώδη ακτινοβολία, που επιδρά αρνητικά στο φαινόμενο του θερμοχρωμισμού, μειώνοντας την απόδοση των υλικών. Αυτός ο χρόνος εάν και υπάρχει αισιοδοξία για την πορεία του εγχειρήματος δεν μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια. Για την επίλυση αυτής της δυσκολίας εφαρμόζονται, το τελευταίο διάστημα, καινοτόμοι μέθοδοι που βασίζονται στη νανοτεχνολογία, προκειμένου να επιτευχθεί η φωτοσταθεροποίηση των υλικών.

2) Σε δεύτερη φάση θα πρέπει να εφαρμοσθή σε δοκιμαστικές δομικές επιφάνειες οι οποίες θα βρίσκονται εκτεθειμένες σε περιβαλλοντικές συνθήκες, έτσι ώστε να επιβεβαιωθούν τα εργαστηριακά αποτελέσματα. Ο χρόνος ο οποίος έχει οριστεί ότι είναι επιθυμητός για την διάρκεια ζωής αυτών των υλικών είναι τα 10 χρόνια, όσο δηλαδή χρόνος όσος δηλαδή είναι και τώρα ο χρόνος που μεσολαβεί συνήθως, μεταξύ διαδοχικών βαψιμάτων σ' ένα κτίριο.

3) Σημαντικό βέβαια είναι να βρεθεί ένας τρόπος μείωσης τους κόστους των χρωμοχρωμικών υλικών διότι στην παρούσα φάση το κόστος παραγωγής του είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Η πτώση των τιμών θα αρχίσει όταν θα γίνει ευρεία χρήση των υλικών αυτών από την κατασκευαστική βιομηχανία. Η αύξηση της παραγωγής θα επιφέρει σημαντική μείωση του κόστους, αλλά χρειάζεται να περιμένουμε λίγο καιρό ακόμα.

#### 4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην βιβλιογραφία γίνεται αντιληπτό ότι δεν συμπεριλαμβάνεται στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών η μεταβλητή του κοινού χρώματος της επιφανείας και πόσο μάλλον του θερμοχρωμικού χρώματος. Αυτό γίνεται διότι την χειμερινή περίοδο το κοινό χρώμα δεν επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών. Με την παρέμβαση των θερμοχρωμικών υλικών θα χρειαστεί ένας τρόπος να συμπεριλαμβάνεται στους υπολογισμούς η μεταβλητή του θερμοχρωμικού χρώματος των επιφανειών για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών.

Στην βιβλιογραφία συμπεριλαμβάνεται στους υπολογισμούς των θερμικών κερδών η μεταβλητή του κοινού χρώματος της επιφανείας (Εξ. 2.2, σελ. 35, ο

---

<sup>(\*)</sup> Τα πειράματα στις πλάκες πραγματοποιηθήκαν το καλοκαίρι του 2009.

συντελεστής κ). Με την παρουσία των θερμοχρωμικών υλικών θα χρειαστεί περαιτέρω παρέμβαση στο τρόπο υπολογισμού έτσι ώστε το αποτέλεσμα να εξομοιώνεται όσο το δυνατόν στην πραγματική θερμοκρασία του χώρου.

Όπως προαναφέραμε δεν γνωρίζουμε σε ποιο ποσοστό θα συμβάλουν τα θερμοχρωμικά υλικά στην μείωση των θερμικών απωλειών και θερμικών κερδών. Οπότε δεν μπορούμε να υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες και τα θερμικά κέρδη του χώρου. Μερικές συγκρατημένες προβλέψεις έχουν δοθεί από την κ. Καρλέση Διδάκτωρ Φυσικός του Πανεπιστημίου Αθηνών (μέλος της ομάδας έρευνας) και αυτές αφορούν το εσωτερικό του κτιρίου, όπου η θερμοκρασία μπορεί να ανέβει κατά 2°C στη διάρκεια του χειμώνα και να κατέβει κατά 4°C κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, γεγονός που μεταφράζεται σε μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

Οι λόγοι για τους οποίους τα χρωμοθερμικά υλικά θα αποτελούν μια από τις σημαντικότερες επεμβάσεις στο δομικό τομέα διότι θα μπορούν να συνδυάσουν οικονομικά αλλά και περιβαλλοντικά οφέλη σε σύντομο χρονικό διάστημα (value for money). Αυτό θα συμβεί υπό της εξής προϋποθέσεις:

- ✓ Η τιμή να είναι συγκρίσιμη με αυτή των κοινών & ψυχρών χρωμάτων.
- ✓ Η αντοχή στο χρόνο να είναι συγκρίσιμη με αυτή των κοινών & ψυχρών χρωμάτων.

Με αυτό τον τρόπο ο καταναλωτής θα μπορεί να εμπιστευτεί τα χρωμοθερμικά υλικά ξερώντας ότι με μικρό πρόσθετο κόστος άρα και ρίσκο η επένδυση του θα του απόδοση σε εύλογο χρονικό διάστημα οικονομικά αλλά και θα βελτιώσει την διαβίωση του μέσα από τα περιβαλλοντικά οφέλη που προσφέρει η τεχνολογία των χρωμοθερμικών υλικών.

Τέλος ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στο ότι έρευνες οι οποίες έχουν ως προτεραιότητα τους τα περιβαλλοντικά οφέλη αναδεικνύονται ιδιαίτερα χρήσιμες για την σημερινή κοινωνία η οποία αναζητά ένα βιώσιμο και υγιές μέλλον.

#### **4.5.1 Πράσινη έναντι χρωμοθερμικής οροφής**

Η πράσινη οροφή και η ψυχρή οροφή είναι δυο τελείως διαφορετικές εφαρμογές, η πρώτη είναι φυτεμένη και η δεύτερη βαμμένη.

Η πράσινη οροφή είναι μια τεχνολογία η οποία προσθέτει μεγάλο βάρος στο κτίριο κι έχει ένα σημαντικότατο κόστος, της τάξεως των 120-500 € ανά m<sup>2</sup>, ανάλογα με την τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί, ενώ η χρωμοθερμική οροφή δεν προσθέτει κανένα βάρος στο κτήριο.

Το κόστος εφαρμογής της προβλέπεται να είναι της τάξεως του 1 € ανά m<sup>2</sup>, άρα λοιπόν πρόκειται για μια τεχνολογία η οποία προβλέπεται να έχει παρόμοια ωφέλει με πολύ μικρότερο κόστος.

Το μεγάλο πλεονέκτημα των φυτεμένων δωματίων, είναι ότι μπορούν ουσιαστικά να μειώσουν πάρα πολύ τη θερμοκρασία του αέρα πάνω από την πόλη, με αποτέλεσμα αυτός να γίνει βαρύτερος, να κατέβει στην πόλη και να μειώσει τη θερμοκρασία σ' αυτήν, ανανεώνοντας τον υπάρχοντα αέρα και μειώνοντας τη ρύπανση.

Οι πράσινες οροφές λοιπόν είναι εξαιρετικά χρήσιμες, βοηθούν πάρα πολύ, όμως σε αντιδιαστολή με τις ψυχρές είναι πολύ πιο ακριβές. Προσφέρουν παρόμοια ενεργειακά αποτελέσματα, αλλά πολύ περισσότερα περιβαλλοντικά.

Οι λευκές και οι ψυχρές<sup>(\*)</sup> δομικές επιφάνειες ίσως αποδειχθούν τελικά το πρώτο βήμα, μια ενδιάμεση κατάσταση προς τη σωστή κατεύθυνση, πριν περάσουμε στα χρώματα «χαμαιλέοντες» και στα πράσινα δώματα. Ιδανικό θα ήταν στο μέλλον να υπάρξουν κάθετες επιφάνειες με χρώματα «χαμαιλέοντες» και οροφές με πράσινες στέγες έτσι ώστε να συνεισφέρει η κάθε μια με το δικό της τρόπο. Κι όσο κι αν φαίνεται παράξενο, σ' αυτόν τον τομέα η ελληνική συνεισφορά και θέση είναι ιδιαίτερα σημαντική.

---

<sup>(\*)</sup> Επιφάνειες που έχουν επικαλυφθεί με χρώμα το οποίο παρουσιάζει υψηλή αντανakλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Τα ψυχρά χρώματα υπάρχουν ίδει στην παραγωγή.

## 5. ΑΥΤΟΝΟΜΗΣΗ ΚΛΑΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Καθώς το κόστος λειτουργίας για θέρμανση αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του οικογενειακού προϋπολογισμού είναι λογικό ο τελικός καταναλωτής να έχει απαίτηση, αφενός για ικανοποιητική θέρμανση (σε διάρκεια και ποσότητα) και αφετέρου οικονομική λειτουργία. Το πρόβλημα λοιπόν που πρέπει να αντιμετωπιστεί στη λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης, αφορά την αυτονομία στη χρήση της, ώστε ο καταναλωτής να έχει θέρμανση τις ώρες που θέλει και να μη γίνεται αλόγιστη χρήση σε ώρες που το διαμέρισμα είναι κλειστό. Το επόμενο ζήτημα που προκύπτει είναι η δίκαιη κατανομή των δαπανών θέρμανσης, ώστε ο καταναλωτής να εμπιστεύεται τη σωστή λειτουργία της και να τη χρησιμοποιεί χωρίς ενδοιασμούς. Ας δούμε όμως την κατάσταση που επικρατεί σήμερα στην Ελληνική πραγματικότητα.

Η κατανομή των δαπανών θέρμανσης σε κτίρια με περισσότερες από μια ιδιοκτησίες και κεντρική θέρμανση, με τον τρόπο που εφαρμόζεται στη χώρα μας, παρουσιάζει αρκετές ιδιομορφίες και γίνεται σε πολλές περιπτώσεις αντικείμενο διενέξεων και τριβών μεταξύ των ενοίκων. Γεγονός είναι ότι στα Ελληνικά κτίρια, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων, δεν γίνεται μέτρηση της κατανάλωσης θερμότητας σε κάθε ιδιοκτησία, ώστε η δαπάνη θέρμανσης να συνδέεται με την πραγματική κατανάλωση. Ακόμα και στις σύγχρονες κατασκευές αυτόνομης θέρμανσης με χρήση ωρομετρητών, η κατανάλωση θερμότητας εκτιμάται, διότι μετριέται ο χρόνος χρήσης της θέρμανσης από το διαμέρισμα και όχι το πραγματικό ποσό θερμότητας που αποδίδεται σε αυτό. Έτσι το σύστημα αυτονομίας δημιουργεί μεν μια αίσθηση δίκαιης κατανομής των δαπανών θέρμανσης αλλά έχει αρκετές πρωτογενείς αδυναμίες, αφού προϋποθέτει ακριβή ρύθμιση των παροχών, ενώ δεν υπολογίζει την μειωμένη απόδοση θερμότητας στις ιδιοκτησίες όταν γίνεται μερική χρήση των θερμαντικών σωμάτων (π.χ. κλειστά σώματα σε μη χρησιμοποιούμενους χώρους).

Η κατάσταση είναι βέβαια ακόμα χειρότερη σε συστήματα θέρμανσης "κλασσικού τύπου" (δισωλήνιο, χωρίς αυτονομία). Στην περίπτωση αυτή δεν τίθεται μόνο θέμα δίκαιης ή μη κατανομής των δαπανών θέρμανσης, αλλά ακόμα και ζήτημα αποδεκτής χρήσης του συστήματος σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες των καταναλωτών, αφού δεν είναι στην διάθεση τους όταν πραγματικά το χρειάζονται, ενώ η συμμετοχή της κάθε ιδιοκτησίας στις δαπάνες του είναι ανεξάρτητη της χρήσης ή όχι του συστήματος.

Πέραν των άλλων, ο τρόπος κατανομής των δαπανών θέρμανσης όπως γίνεται στην Ελλάδα, αποτελεί ουσιαστικό αντικίνητρο για την εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες, αφού δεν συνδέει την πραγματική κατανάλωση θερμότητας της κάθε ιδιοκτησίας με την δαπάνη θέρμανσης. Εάν μπορεί για παράδειγμα το κόστος θέρμανσης να συνδεθεί με την πραγματική κατανάλωση, ο καταναλωτής θα μπορεί να χρησιμοποιεί τα θερμαντικά σώματα στο χρόνο και στους χώρους που αυτός επιλέγει. Το γεγονός αυτό αποτελεί και φιλοσοφία της Κοινοτικής Οδηγίας 93/76/EWG, γνωστής και ως δράση εξοικονόμησης για τον περιορισμό της κατανάλωσης καυσίμων και εκπομπών καυσαερίων μέσω της ορθολογικής χρήσης

της ενέργειας, η οποία συνιστά στα κράτη-μέλη να προχωρήσουν στην ανάπτυξη των προϋποθέσεων ώστε να συνδέεται το κόστος θέρμανσης και κλιματισμού με την πραγματική κατανάλωση.

Η λύση στο πρόβλημα της κατανομής δαπανών θέρμανσης, σε κτίρια χωρίς αυτονομία, αποτελεί η χρήση *Κατανομητών Δαπανών Κόστους Θερμαντικών Σωμάτων* (Heat cost allocators). Οι κατανομητές δαπανών θέρμανσης αποτελούν την ιδανική λύση αυτονόμησης κτιρίων με δισωλήνιο σύστημα χωρίς αυτονομία.

Προσοχή πρέπει να δοθεί στο ότι οι ηλεκτροβάνες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα οργάνωσης θέρμανσης δεν πραγματοποιούν την ίδια εργασία. Οι έλεγχοί τους κατευθύνονται πάντα στο μέγιστο της απαιτήσεως θερμότητας που αναμένονται στο χώρο. Αυτό προκαλεί σε ορισμένες περιπτώσεις την ανεπιθύμητη θερμότητα που παραμένει αχρησιμοποίητη, προκαλώντας δυσφορία. Εκτός τον άλλον αποδεικνύετε και ενεργοβόρα διότι καταναλώνεται ενέργεια που δεν είναι επιθυμητή.

Το σύστημα *adapterm* της *techem* που θα αναλύσουμε στα επόμενα υποκεφάλαια εξασφαλίζει ότι το σύστημα θέρμανσής θα παράγει πάντα μόνο τη θερμότητα που απαιτείται πραγματικά.

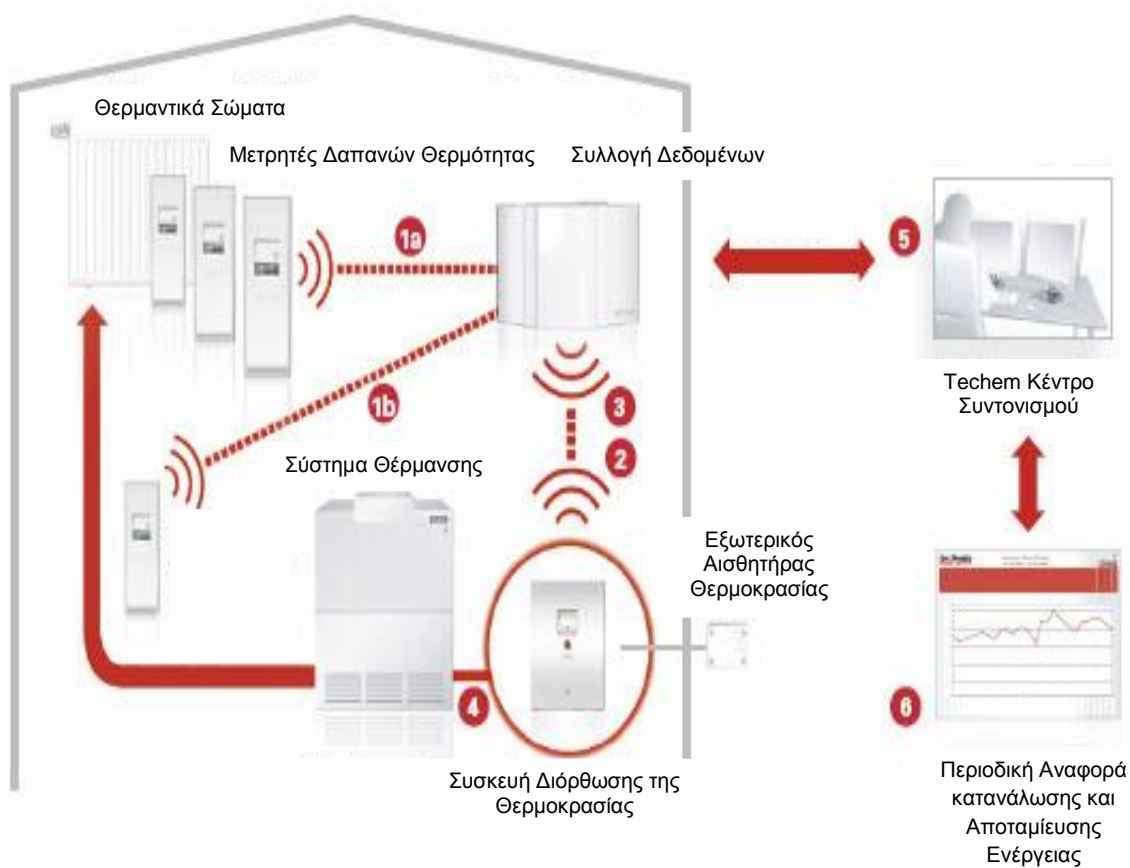
Ανεξάρτητος εάν η θέρμανση προέρχεται από χρησιμοποίηση πετρελαίου ή αερίου το *adapterm* προσαρμόζει την απόδοση θέρμανσης συνεχώς στις παρούσες απαιτήσεις της οικίας.

## 5.2 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Ο τρόπος λειτουργίας αναλύεται ως εξής, (Εικ. 5.1):

- Ο συλλέκτης δεδομένων συγκεντρώνει τα στοιχεία θερμοκρασίας ασύρματα από τους μετρητές δαπανών θερμότητας **(1a)** και τα στοιχεία θερμοκρασίας ροής του συστήματος θέρμανσης **(1b)** και καθορίζει έπειτα τη συνολική απαίτηση θερμότητας στο κτίριο βασισμένο σε αυτές τις πληροφορίες.
- Η συσκευή διορθώσεως της θερμοκρασίας καθορίζει την υπαίθρια θερμοκρασία (μέσω του αισθητήρα) και την μεταφέρει στο συλλέκτη στοιχείων.
- Με βάση όλες τις λαμβανόμενες πληροφορίες, ο συλλέκτης στοιχείων υπολογίζει εάν υπάρχει μια υπερβολική παροχή της θερμότητας στο κτίριο. Σε αυτή την περίπτωση, στέλνει τις κατάλληλες διορθώσεις για τη μείωση της θερμοκρασίας στην συσκευή διορθώσεως της θερμοκρασίας.
- Η συσκευή διορθώσεως της θερμοκρασίας διορθώνει τη θερμοκρασία ροής στο βέλτιστο επίπεδο της.
- Μέσω της ασύρματης πρόσβασης, το κέντρο ελέγχου λειτουργίας της *Techem* εξασφαλίζει ότι το σύστημα *adapterm* λειτουργεί κατάλληλα και αποτελεσματικά.
- Οι μηνιαίες συγκεντρώσεις στοιχείων μέσω του συστήματος *adapterm* ενημερώνουν τους πελάτες για την ενεργειακή κατανάλωση-αποταμίευση που επιτυγχάνεται στα κτήρια τους.





**Εικόνα 5.1:** Τρόπος λειτουργίας συστήματος adapterm της Techem.<sup>(\*)</sup>

### 5.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ

Οι ασύρματες συσκευές και οι υπηρεσίες αυτόματου ελέγχου της κατανάλωσης καθιστούν την όλη διεργασία πολύ ευκολότερη καθώς κερδίζονται χρόνος και χρήματα.

Κάθε περίοδο που έχει συμφωνηθεί με τον διαχειριστή ειδική τεχνική συλλέγουν ασύρματα τα δεδομένα έτσι ώστε να τα επεξεργαστούν και να καταλήξουν στην ακριβή κατανάλωση κάθε ιδιοκτησίας.

Πρόσβαση στο σπίτι δεν απαιτείται διότι όλα τα στοιχεία κατανάλωσης καταγράφονται από έναν κινητό δέκτη έξω από το σπίτι.

<sup>(\*)</sup> Η εικόνα προέρχεται από το επίσημο διαδικτυακό τόπο της εταιρίας Techem ( [www.techem.com](http://www.techem.com) ).

## 5.4 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στους ηλεκτρονικούς κατανεμητές δαπανών θέρμανσης η ένδειξη της κατανάλωσης είναι ευκρινής, αφού είναι ψηφιακή. Δεν υπάρχει έτσι περίπτωση λάθους ή αμφίβολης ανάγνωσης. Οι συσκευές επαναλαμβάνουν συνεχώς λειτουργία αυτοδιάγνωσης (self testing) και σε περίπτωση εντοπισμού σφάλματος καταγράφουν το είδος του σφάλματος και τη χρονική στιγμή που αυτό εμφανίστηκε. Είναι έτσι γνωστή η χρονική στιγμή μέχρι την οποία ο μετρητής κατέγραφε σωστά τη θερμική κατανάλωση του σώματος.

Για να μην υπάρχει καμιά περίπτωση εσφαλμένης καταγραφής, οι κατανεμητές δαπανών καταγράφουν μόνο θετικές τιμές της διαφοράς θερμοκρασίας σώματος και περιβάλλοντος χώρου. Έτσι δεν υπάρχει περίπτωση εσφαλμένης καταγραφής όταν το σώμα δέχεται π.χ. απευθείας ηλιακή ακτινοβολία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι κατανεμητές καταγράφουν από θερμοκρασία σώματος  $>23^{\circ}\text{C}$  και εφόσον η διαφορά θερμοκρασίας σώματος-χώρου είναι τουλάχιστον  $4^{\circ}\text{C}$ . Όταν η θερμοκρασία σώματος είναι  $>31^{\circ}\text{C}$ , οι ηλεκτρονικοί κατανεμητές καταγράφουν ανεξαρτήτως διαφοράς, εφόσον η θερμοκρασία χώρου είναι λογική.

Οι κατανεμητές αναγνωρίζουν οποιαδήποτε "ασυνήθιστα" υψηλή θερμοκρασία χώρου (όπως π.χ. συμβαίνει όταν θελήσουμε να επηρεάσουμε τη θερμοκρασιακή διαφορά σώματος - χώρου που καταγράφει ο κατανεμητής πλησιάζοντας κοντά στο μετρητή μια θερμική πηγή). Στην περίπτωση αυτή ο κατανεμητής "αγνοεί" τη μετρούμενη θερμοκρασία του χώρου και στη χρονική ολοκλήρωση λαμβάνει υπόψη του μια σταθερή τιμή θερμοκρασίας.

Όπως διαπιστώνει κανείς από τα παραπάνω, η ηλεκτρονική λειτουργία του μετρητή παρέχει δυνατότητες αξιόπιστης και ασφαλούς λειτουργίας του.

## 5.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα των ηλεκτρονικών κατανεμητών δαπανών θερμαντικών σωμάτων αποτελεί μια οικονομική και αξιόπιστη λύση για τη μέτρηση και κατανομή των δαπανών θέρμανσης σύμφωνα με την πραγματική κατανάλωση με δύο ουσιαστικά πλεονεκτήματα έναντι των άλλων συστημάτων, εφαρμόζεται σε κάθε είδους συστήματα θέρμανσης με θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας και δεν απαιτεί καμιά παρέμβαση ή τροποποίηση στις σωληνώσεις ή τα σώματα. Είναι δε ιδιαίτερα κατάλληλο για 'κλασικά' συστήματα θέρμανσης (χωρίς αυτόνομη – ανεξάρτητη παροχή ζεστού νερού θέρμανσης ανά ιδιοκτησία) αφού πέρα από τη μέτρηση και δίκαιη κατανομή των δαπανών θέρμανσης παρέχει τη δυνατότητα της αυτονομίας στη χρήση του συστήματος.

### 5.5.1 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα

Όπως προαναφέραμε υπάρχουν και άλλοι τρόποι μετατροπής ενός κλασικού συστήματος σε αυτόνομο αλλά ο συγκεκριμένος προσφέρει την βέλτιστη εξοικονόμηση ενέργειας καθώς το σύστημα αναπροσαρμόζεται βάση τις θερμοκρασιακών διαφορών εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτού του συστήματος παρουσιάζονται ως εξής:

### *Πλεονεκτήματα*

- 1) Μείωση δαπανών καύσιμης ύλης κατά 30-35 %.<sup>(\*)</sup>
- 2) Οι κάτοικοι θερμαίνουν τα δωμάτιά τους για όσο χρόνο χρειάζονται και απολαμβάνουν θερμοκρασίες άνεσης χώρου.
- 3) Δίκαιη κατανομή των δαπανών θέρμανσης.
- 4) Μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος.
- 5) Αύξηση του χρόνου ζωής της εγκατάστασης θέρμανσης.
- 6) Κέρδος χρόνου, διότι οι υπολογισμοί για την κατανάλωση του κάθε χώρου δεν επιβαρύνει τον διαχειριστή αλλά την εταιρία που έχει αναλάβει την συλλογή των δεδομένων και τον υπολογισμό της κατανάλωσης.

### *Μειονεκτήματα*

- 1) Καταβολή ενδεικτικού ποσού για την συλλογή των δεδομένων από τους τεχνικούς και τον υπολογισμό της κατανάλωσης κάθε χώρου.

## **5.6 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ & ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ**

Η διαστασιολόγηση της εφαρμογής δεν επηρεάζεται άμεσα από το μέγεθος της εγκατάστασης θέρμανσης. Αυτό γίνεται διότι το σύστημα ασχολείται με την διαχείριση της ενέργειας και μέσω συνεχών και πολλαπλών ελέγχων βελτιστοποιεί την απόδοση της εγκατάστασης. Ένα παράδειγμα της εφαρμογής θα γίνει για την οικία στην οποία αναλύθηκαν οι θερμικές απώλειες στο κεφάλαιο 1.9, σελ. 27. Πρέπει να επισημάνουμε ότι αναφερόμαστε σε δισωλήνιο μη αυτόνομο σύστημα θέρμανσης. Συνοψίζοντας καταλήγουμε στα εξής:

- 1) Θα χρειαστούν 2 ασύρματοι ηλεκτρονικές μετρητές της για κάθε χώρο εκτός του λουτρού και του διαδρόμου. Λόγω του ότι όλοι οι χώροι εκτός από τους δύο προαναφερθέντες έχουν δύο θερμαντικά σώματα. Άρα θα χρησιμοποιηθούν 10 ασύρματοι ηλεκτρονικές μετρητές.
- 2) Θα χρειαστεί μία συσκευή συλλογής δεδομένων.
- 3) Θα χρειαστεί μία συσκευή διόρθωσης της θερμοκρασίας.
- 4) Θα χρειαστεί ένας εξωτερικός αισθητήρας της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται συγκεντρωτικά το κόστος της επένδυσης χωρίς να υπολογιστεί το κόστος συντήρησης και συλλογής-επεξεργασίας δεδομένων για την εύρεση της κατανάλωσης τα οποία θα συνυπολογιστούν σε επόμενο κεφάλαιο όπου θα πραγματοποιηθεί οικονομική αξιολόγηση της συγκεκριμένης επέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας.

---

<sup>(\*)</sup> Η κατασκευάστρια εταιρία Techem υποστηρίζει μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων κατά μέσο όρο 30 - 35 % για δισωλήνια μη αυτόνομα συστήματα θέρμανσης.

**Πίνακας 5.1:** Κόστος επένδυσης.

α/α	Εξοπλισμός	Τεμάχια	Τιμή Τεμαχίου €	ΚΟΣΤΟΣ €
1	Ηλεκτρονικοί μετρητές	10	50	500
2	Συσκευή συλλογής δεδομένων	1	100	100
3	Συσκευή διόρθ. της θερμοκρασίας	1	400	400
4	Εξωτερικός αισθητήρας	1	30	30
5	Τοποθέτηση (κατά μέσο όρο)			190
<b>Συνολικό Κόστος Εξοπλισμού</b>				<b>1.220<sup>(1)</sup></b>

## 5.7 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στα επόμενα υποκεφάλαια του 5.7 θα αξιολογηθεί η οικονομική επέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας σε οικία με την μέθοδο της αυτονόμησης κλασικών συστημάτων θέρμανσης.

Όπως προαναφέρθηκε θα πραγματοποιηθεί παράδειγμα της εφαρμογής για την οικία στην οποία υπολογίστηκαν οι θερμικές απώλειες στο υποκεφάλαιο 1.9. Επίσης στο υποκεφάλαιο 3.9.1.1, σελ. 91, υπολογίστηκαν οι απαιτήσεις της οικείας σε κατανάλωση καυσίμων.

Για την οικονομική αξιολόγηση των διαφόρων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εξής απλή μεθοδολογία εκτίμησης:

1. Υπολογισμός του κόστους της επένδυσης ( **$\alpha$  = ευρώ**). Όπως αναφέρθηκε στο Πίν. 5.1 το κόστος ανέρχεται στα 1.220 ευρώ. Άρα  **$\alpha$  = 1.220 ευρώ**.

2. Υπολογισμός της διάρκειας της επένδυσης ( **$\delta$  = έτη**). Ο χρόνος της επένδυσης κρίνεται βάση του χρόνου ζωής του εξοπλισμού του συστήματος. Ύστερα από επικοινωνία με τον αποκλειστικό αντιπρόσωπο της εταιρία Techem στην Ελλάδα την εταιρία Dach υποστηρίζεται ότι μια ενδεικτική<sup>(2)</sup> ελάχιστη διάρκεια ζωής αυτών των συστημάτων είναι τα 25 έτη. Άρα  **$\delta$  = 25 έτη**.

3. Υπολογισμός του κόστους της ετήσιας συντήρησης ( **$\gamma$  = ευρώ**). Εάν εξαιρεθεί η αλλαγή των μπαταριών των ηλεκτρονικών μετρητών κάθε δέκα χρόνια (κόστος αμελητέο) θεωρητικά δεν απαιτείται κάποιου είδους συντήρησης. Για προληπτικούς λόγους καλής λειτουργίας του συστήματος προστέθηκαν ως κόστος της ετήσιας συντήρησης το ποσό των 100 ευρώ. Άρα  **$\gamma$  = 100 ευρώ**.

<sup>(1)</sup> Η τιμές των προϊόντων πάρθηκαν από την εταιρία Dach τον αποκλειστικό διανομέα της Techem στην Ελλάδα.

<sup>(2)</sup> Στην πραγματικότητα δεν υπάρχει όριο ζωής για τέτοιους είδους συστήματα. Η τιμή των 25 ετών είναι μια συγκρατημένη τιμή η οποία πάρθηκε για υπολογιστικούς και μόνο λόγους.

4. Υπολογισμός του κόστους της συλλογής δεδομένων για την κατανάλωση (**s = ευρώ**). Κάθε περίοδο που έχει συμφωνηθεί με τον διαχειριστή ειδικοί τεχνικοί συλλέγουν ασύρματα τα δεδομένα έτσι ώστε να τα επεξεργαστούν και να καταλήξουν στην ακριβή κατανάλωση κάθε ιδιοκτησίας. Αυτή χρονική περίοδος μπορεί να είναι ανά ένα ή δύο μήνες. Ας θεωρήσουμε ότι ο έλεγχος γίνεται ανά δύο μήνες και ότι ο συνολικός χρόνος χρησιμοποίησης της θέρμανσης είναι τέσσερις μήνες, τότε θα χρειαστούν δύο περιοδικοί έλεγχοι ανά χρόνο. Από έρευνα αγοράς προκύπτει ότι μια ενδεικτική τιμή του κάθε έλεγχου είναι 5 ευρώ ανά διαμέρισμα. Στην παρούσα εργασία εξετάζουμε μια μονοκατοικία. Άρα για κάθε χρόνο το κόστος της συλλογής δεδομένων για την κατανάλωση είναι 10 ευρώ. Άρα **s = 10 ευρώ**.

5. Υπολογισμός της συνολικής επένδυσης που ισούται με το κόστος της αρχικής επένδυσης συν το ετήσιο κόστος συντήρησης πολλαπλασιασμένο επί το χρόνο ζωής (**Σ = Ευρώ**).

$$\Sigma = \alpha + [\delta \cdot (\gamma + s)] \quad (5.1)$$

Επομένως το συνολικό κόστος της επένδυσης από την Εξ. (5.1) προκύπτει:

$$\Sigma = 1.220 + [25 \cdot (100 + 10)] \approx 4.000 \text{ ευρώ.}$$

3. Υπολογισμός του ετήσιου οφέλους από την εξοικονόμησης του καυσίμου (**β = €/έτος**) ο οποίος δίνεται από τον τύπο:

$$\beta = (x \cdot z) \cdot y \quad (5.2)$$

όπου,

x = ετήσια ποσότητα καυσίμου πριν την επένδυση,

y = τιμή καυσίμου,

z = ποσοστό % μείωσης της κατανάλωσης.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με την κατασκευάστρια εταιρία Techem η οποία υποστηρίζει ότι μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων ανέρχεται κατά μέσο όρο στο ποσοστό του 30 - 35 % για δισωλήνια μη αυτόνομα συστήματα. Αυτό το ποσοστό εξοικονόμησης καυσίμου στηρίζεται στο ότι η θέρμανση των χώρων κατά πλειοψηφία στις περισσότερες περιοχές της Ελλάδος γίνεται θέτοντας μια σταθερή διαφορά θερμοκρασίας. Κάτι τέτοιο στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει. Στις περισσότερες περιπτώσεις στο ήπιο χειμώνα της Ελλάδας η διαφορά θερμοκρασίας είναι χαμηλότερη από αυτή που υπολογίζετε από τους μηχανικούς με αποτέλεσμα την δαπάνη χρημάτων δίχως όφελος και την επικράτηση δυσφορίας στους θερμαινόμενους χώρους από την ύπαρξη την πλεονάζουσας θερμοκρασίας. Ένας ακόμη λόγος είναι ότι η θέρμανση αυτονομείται και χρησιμοποιείται πλέον στους χώρους και στις ώρες που χρειάζεται. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θεωρήθηκε ένα συγκρατημένο ποσοστό μείωσης της κατανάλωσης των καυσίμων και αυτό είναι το 25 % της συνολικής κατανάλωσης.

Από το κεφάλαιο 3.9.1.1 έχει υπολογιστεί ότι η ποσότητα του καυσίμου που θα χρειαστεί ανά χρόνο για την κάλυψη των αναγκών της θέρμανσης της οικίας είναι 1.681 lt/χρόνο ή 1,7 m<sup>3</sup>/χρόνο (δίχως την παρέμβαση του πράσινου δώματος).

Άρα το ετήσιο όφελος από την εξοικονόμηση του καυσίμου εάν το πετρέλαιο καύσης κοστίζει 0,8 ευρώ/lt προκύπτει από την Εξ. (5.2) ως εξής:

$$\beta = (1.681 \text{ lt/χρόνο} \cdot 0,75) \cdot 0,8 \text{ ευρώ/lt} \approx 1.000 \text{ ευρώ/χρόνο}$$

### 5.7.1 Συμπεράσματα επένδυσης

Τα συμπεράσματα της οικονομικής επένδυσης του πράσινου δώματος εξαρτώνται από τους επόμενους παράγοντες.

#### Χρόνος αποπληρωμής

Ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης σε έτη δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$E = \Sigma / \beta \tag{5.3}$$

Επομένως έχοντας την Εξ. (5.3) προκύπτει ότι ο χρόνος αποπληρωμής είναι,

$$E = 4.000 \text{ ευρώ} / 1.000 \text{ ευρώ} = 4 \text{ χρόνια.}$$

Άρα μετά το πέρας των 4 χρόνων η επένδυση θα αρχίσει να αποδίδει χρηματικά κέρδη.

#### Το μακροπρόθεσμο όφελος της επένδυσης

Πραγματοποιώντας μια τέτοιου είδους επένδυση όπως προαναφέραμε παρουσιάζοντας οικονομικά οφέλη λόγω του περιορισμού της κατανάλωσης της καύσιμης ύλης (στην προκειμένη πετρέλαιο θέρμανσης). Με την παρακάτω εξίσωση προκύπτει το όφελος της επένδυση σε ευρώ, ήτοι:

$$K = (\beta \cdot \delta) - \Sigma \tag{5.4}$$

$$K = 25.000 \text{ ευρώ} - 4.000 \text{ ευρώ} = 21.000 \text{ ευρώ.}$$

Επομένως μετά το πέρας του χρόνου ζωής της επένδυσης το χρηματικά όφελος θα ανέρχεται στα 21.000 ευρώ.<sup>(\*)</sup>

---

<sup>(\*)</sup> Χωρίς να έχει συμπεριληφθεί ο πληθωρισμός.

### Εναλλακτικές διαχείρισης του κεφαλαίου της επένδυσης

Θα εξεταστούν δύο εναλλακτική τρόποι διαχείρισης του κεφαλαίου:

1) Να αφεθούν τα 4.000 ευρώ εκτός τραπεζής και έχοντας πληθωρισμό 2%, προκύπτει ότι η αγοραστική αξία αυτών των χρημάτων μετά από 25 χρόνια θα έχει μειωθεί βάση της παρακάτω εξίσωσης:

$$S_n = P (1 - i)^n \quad (5.5)$$

όπου,

P: το κεφάλαιο το οποίο υπόκειται στον πληθωρισμό, ένα κεφάλαιο με παρούσα αξία,

i: ο πληθωρισμός κάθε περιόδου,

$S_n$ : το τελικό ποσό μετά από n περιόδους,

n: το πλήθος των περιόδων σταθερού πληθωρισμού<sup>(\*)</sup> όπου θεωρούμε ότι ο κεφάλαιο επηρεάζεται από αυτόν.

Εφαρμόζοντας την Εξ. (5.5) προκύπτει:

$$S_n = 4.000 \text{ ευρώ } (1-0,02)^{25} = 2.400 \text{ ευρώ,}$$

Άρα με το πέρας των 25 χρόνων ένα το κεφάλαιο των 4.000 ευρώ το οποίο δεν έχει επενδυθεί, η αγοραστική τους αξία υπόκεινται σε μείωση της τάξεως των 2.600 ευρώ (μείωση ~60%).

2) Να τοποθετηθούν τα 4.000 ευρώ εντός τραπεζής με επιτόκιο 2% και με πληθωρισμό 2%. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η αγοραστική αξία αυτών των χρημάτων μετά από 25 χρόνια θα παραμείνει ως έχει.

Έχοντας αναλύσει τους παραπάνω παράγοντες προκύπτει ότι η επένδυση στην συγκεκριμένη εφαρμογή από οικονομική απόψεως μπορεί να χαρακτηριστεί ως ενδιαφέρουσα μιας και το κόστος είναι προσιτό. Επίσης στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν επιβαρύνει μόνο ένα ιδιοκτήτη αλλά το σύνολο των ιδιοκτητών άρα το κόστος υποδιπλασιάζεται. Εάν συμπεριφερθούν τα οφέλη όπως την θερμοκρασιακή άνεση του κάθε χώρου, την δίκαιη κατανομή των δαπανών θέρμανσης, την αύξηση του χρόνου ζωής της εγκατάστασης θέρμανσης την μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος το οποίο είναι μείζων ζήτημα στις μέρες μας και ίσως το μεγαλύτερο κίνητρο για οποιαδήποτε μελλοντική επένδυση, τότε τέτοιου είδους εφαρμογές μάλλον κρίνονται αναγκαίες.

---

<sup>(\*)</sup> Θέτουμε ότι ο πληθωρισμός είναι σταθερός.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καινοτόμοι μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας που δεν έχουν ως σκοπό το άμεσο χρηματικό κέρδος αλλά αποβλέπουν σε ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη θα καταστούν στο άμεσο μέλλον αναγκαίες για τους εξής λόγους:

- Η θερμική υποβάθμιση όπως δείχνουν μελέτες καθιστά την περιβαλλοντική θερμοκρασία τόσο μεγάλη έτσι ώστε ο ανθρώπινος οργανισμός να αδυνατεί να ισορροπήσει την θερμοκρασία του σώματος του. Τα αποτελέσματα αυτού μπορεί να είναι η θερμοπληξία μέχρι και ο θάνατος όπως και συμβαίνει σε μεγαλουπόλεις σήμερα. Πρέπει να τονιστεί ότι δεν γίνεται λόγος για το τι θα συμβεί αλλά για το τι συμβαίνει τώρα.
- Η σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας θίγει κυρίως τους πολίτες χαμηλού εισοδήματος ενώ αυξάνει δραματικά το ενεργειακό κόστος την θερινή περίοδο για μεγάλο τμήμα της πόλης. Αυτό συμβαίνει διότι η εξαιρετικά ανεπαρκής ποιότητα των κτιρίων στην πόλη υποχρεώνει τους πολίτες να καταναλώνουν εξαιρετικά σημαντικά ενεργειακά ποσά, με αποτέλεσμα την δραματική επιβάρυνση των χαμηλών εισοδημάτων και την αύξηση της ενεργειακής ένδειας. Δυστυχώς, ο πληθυσμός αυτός δεν δύναται να χρησιμοποιήσει προηγμένη τεχνολογία και να χρηματοδοτήσει δράσεις ώστε να βελτιώσει την ποιότητα του κτιριακού του περιβάλλοντος.
- Η Οικονομία, το Περιβάλλον και η Ενέργεια δεν αποτελούν ανεξάρτητες παραμέτρους, αντίθετα σχετίζονται άμεσα και η μια παράμετρος επηρεάζει την άλλη. Υποβάθμιση ή αναβάθμιση καθμίας από τις τρεις παραμέτρους σε μια πόλη θα παρασύρει άμεσα και τις άλλες δυο. Κατά αυτόν τον τρόπο γίνεται κατανοητό ότι μέθοδοι που δεν τηρούν την κατάλληλη ισορροπία ανάμεσα στις τρεις αυτές παραμέτρους, θα αποτελέσουν ζημιογόνους παράγοντες για το γενικό όφελος.

Βάση αυτών των ζητημάτων στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναλύθηκαν καινοτόμες εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας με σκοπό την βέλτιστο οικονομικό και περιβαλλοντικό αποτέλεσμα.

Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα Εργασία είναι:

- ❖ με βάση υπολογισμούς η εφαρμογή της πράσινης οροφής συμπεραίνεται ότι εκτός από τα σημαντικότερα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη είναι και οικονομικά συμφέρουσα,
- ❖ αναδεικνύεται το όφελος της πράσινης οροφής προς το περιβάλλον και τα αστικά προβλήματα, μελετώντας την πράσινη οροφή ως μέσον αντιπλημμυρικής προστασίας των αστικών περιοχών,



- ❖ προβάλλεται η χρήση των χρωμοθερμικών χρωμάτων στο δομικό τομέα η οποία αποτελεί μια Ελληνική πρωτοτυπία, συνδυάζοντας σημαντικά ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη με μικρό κόστος (value for money),
- ❖ λόγω της παρουσίας των θερμοχρωμικών χρωμάτων γίνονται προτάσεις για περαιτέρω μελέτη της παραμέτρου των χρωμάτων στους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων,
- ❖ με την αυτονόμηση των κλασικών συστημάτων, με την μέθοδο adapterm της techem, επιτυγχάνεται εκτός από αυτονόμηση άρα και χρησιμοποίηση του συστήματος όποτε και σε όποιο χώρο κρίνεται αναγκαίο, μείωση από 30%-35% κατά μέσο όρο της κατανάλωσης λόγω των συνεχών αυτόματων ελέγχων της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας και διορθώσεων της έτσι ώστε να εισάγεται στο εσωτερικό χώρο η κατάλληλη κάθε φορά θερμοκρασία. Τέλος αποτελεί μια οικονομική και αξιόπιστη λύση για τη μέτρηση και δίκαιη κατανομή των δαπανών θερμότητας σύμφωνα με την πραγματική κατανάλωση.

Το πέρασμα στην εποχή των καινοτόμων μεθόδων και σε μια εποχή με ένα καλύτερο περιβάλλον κατά την άποψη μου δεν μπορεί να γίνει άμεσα. Θα πρέπει να συντρέχουν ποικίλες προϋποθέσεις. Για αυτό τον λόγο γίνονται οι παρακάτω προτάσεις ώστε οι συνθήκες να επιτρέπουν τέτοιες επεμβάσεις δίχως να προκαλέσουν ανισορροπία και περαιτέρω προβλήματα.

#### *Προτάσεις.*

- ✓ Θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα δυναμικό νομοθετικό πλαίσιο το οποίο θα κατανέμει την ευθύνη εξοικονόμησης ενέργειας ανάλογα με την οικονομική δυνατότητα των διαφόρων κοινωνικών ομάδων. Έτσι, δεν θα ισχύουν οι ίδιες υποχρεώσεις για μια κατοικία μικρής επιφάνειας με αυτές μεγάλης επιφάνειας και προϋπολογισμού. Στην πραγματικότητα, οι προδιαγραφές θα πρέπει να μπου στην κατανάλωση ανά άτομο και όχι ανά κατοικία. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να προστατευτεί ο πολίτης.
- ✓ Θα πρέπει να σχεδιαστεί άμεσα πρόγραμμα ενεργειακής αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος της χώρας καθώς και των δημοσίων χώρων ώστε να αποφευχθεί το κλιματικό αδιέξοδο. Οι δράσεις αυτές θα πρέπει να δώσουν άμεσα προτεραιότητα στο «νοικοκύρεμα» και στην συνέχεια στον εκσυγχρονισμό των χώρων και των κτιρίων (με την παρέμβαση των καινοτόμων μεθόδων).
- ✓ Ένα τέτοιο πρόγραμμα θα πρέπει να αποτελεί εθνική συμφωνία ανάμεσα στο κράτος, την τοπική αυτοδιοίκηση, τους πολίτες, την βιομηχανία, τους εγκαταστάτες και τα πιστωτικά ιδρύματα. Με τον τρόπο αυτό θα αναζωογονηθεί η αγορά, θα ανακουφιστούν οι πολίτες και η χώρα θα βελτιώσει σημαντικά το ενεργειακό της ισοζύγιο.

Το τελικό συμπέρασμα όσων παραπάνω αναφέρθηκαν είναι ότι οποιαδήποτε αλλαγή η οποία αποσκοπεί στην ενεργειακή και περιβαλλοντική βελτίωση θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή έτσι ώστε να αποφευχθούν οποιεσδήποτε ζημιογόνες συνέπειες. Πρόσφατο παράδειγμα στην ανθρώπινη ιστορία αποτελούν τα ορυκτά καύσιμα, των οποίων η αλόγιστη χρήση τους οδήγησε στις σημερινές συνέπειες. Ας

μην υποπέσουμε σε παρόμοια σφάλματα τα οποία αποτελούν ένα φαύλο κύκλο. Οι καινοτόμοι μέθοδοι μπορούν να αποτελέσουν λύση για πολλά από τα σημερινά ενεργειακά και περιβαλλοντικά ζητήματα αρκεί να μην τις προσεγγίσουμε από την γωνία του χρηματικού οφέλους διότι σε σύντομο χρονικό διάστημα θα βρεθούμε ένα σκαλοπάτι χαμηλότερο από εκεί που ξεκινήσαμε.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βουρδούπας Γ., *Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας και Εφαρμογών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στα Κτίρια*, Μέρος του Οικονομικού Προγράμματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σελ. 15-17, 2006.
2. Καλογήρου Ι., *Υπολογισμοί Ψυκτικών Φορτίων*, Σημειώσεις Θέρμανσης-Ψύξης-Κλιματισμού II, Τμήμα Μηχανολογίας, ΤΕΙ Πατρών.
3. Μπαμπίλης Ι. και Λόντρα Π., *Ο Ταρατσόκηπος ως Μέσον Αντιπλημμυρικής Προστασίας των Αστικών Περιοχών*, του Τμήματος Διαχείρισης Φυσικών Πόρων και Μηχανολογικής Γεωλογίας, Εργαστήριο Γεωλογικής Υδραυλικής, Γεωλογικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 118555.
4. *Οδηγός θερμομόνωσης κτιρίων*, Υπηρεσία Ενέργειας, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, 12-2007.
5. Σανταμούρης Μ., *Ολοκληρωμένα Συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα*, Βιώσιμη Πόλη, 2007.
6. Σελλούντος Β.Η, *Θέρμανση – Κλιματισμός*, Τόμος Α, Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ - 4Μ, Αθήνα, 1995.
7. Σελλούντος Β.Η, *Θέρμανση – Κλιματισμός*, Τόμος Β, Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ - 4Μ, Αθήνα, 2002.
8. Robert L.Hays, *Thermal Conductivity of Leaves*, San Diego University, San Diego, California 92182, USA, 1975.
9. [www.perlite-hellas.gr](http://www.perlite-hellas.gr)

10. [www.esha.gr](http://www.esha.gr)

11. [www.kappashop.gr](http://www.kappashop.gr)

12. [www.techem.com](http://www.techem.com)

13. [www.ecopowermarket.gr](http://www.ecopowermarket.gr)

14. [www.qualitynet.lighthouse.gr/homepage.asp?ITMID=10&LANG=GR](http://www.qualitynet.lighthouse.gr/homepage.asp?ITMID=10&LANG=GR)