

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

«ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗΣ ΟΙΚΙΑΣ ΜΕ
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΧΡΟΝΙΚΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ»



ΕΠΩΝΥΜΟ : ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ
ΌΝΟΜΑ : ΙΩΑΝΝΗΣ
Α.Μ : 38289

ΕΠΩΝΥΜΟ : ΓΚΙΩΚΑΣ
ΌΝΟΜΑ : ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
Α.Μ : 41312

*ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΜΙΧΑΗΛ ΣΠΑΝΟΠΟΥΛΟΣ*

ΑΘΗΝΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	σελ. 6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	σελ. 7
1.1 Βασικές αρχές Βιοκλιματισμού	σελ. 7
1.2 Γενική ανασκόπηση	σελ. 9
1.3 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ευρώπη	σελ. 14
1.4 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ελλάδα	σελ. 17
1.5 Βασικές βιοκλιματικές αρχές που εφαρμόστηκαν στην παρούσα μελέτη για την κατασκευή του κτιρίου	σελ. 19
1.6 Η έννοια της Προκατασκευής	σελ. 23
1.6.1 Ιστορική εξέλιξη	σελ. 23
1.1.1. Εξέλιξη της προκατασκευής έως τη νεότερη ιστορία	σελ. 23
1.6.2 Νεότερη ιστορία της προκατασκευής	σελ. 25
1.7 Χαρακτηριστικά προκατασκευής	σελ. 28
1.7.1 Ορισμός	σελ. 28
1.7.2 Μέρη πραγματοποίησης προκατασκευής	σελ. 29
1.7.3 Διαχωρισμός προκατασκευής	σελ. 29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	σελ. 30
2.1 Είδος ποιότητας και τρόπος εκτέλεσης των εργασιών για την κατασκευή προκάτ διώροφης κατοικίας	σελ. 30
2.1.1. Χωματουργικές Εργασίες	σελ. 30
2.2 Δάπεδα Υπόβαση - Υγρομόνωση - θερμομόνωση πατώματος, ισογείων και υπογείων	σελ. 33
2.3 Βιομηχανικά προκατασκευασμένα κράσπεδα που προβλέπονται σύμφωνα με την μελέτη	σελ. 35
2.4 Ξυλότυποι ανεπίχριστων επιφανειών σκυροδέματος	σελ. 37
2.5. Υγρομόνωση τοιχωμάτων και υποστρωμάτων υπογείων	σελ. 39
2.6 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ	σελ. 46
2.7 ΔΙΑΤΑΞΗ ΥΛΙΚΩΝ – ΜΟΝΩΣΕΙΣ	σελ. 49
2.8 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ	σελ. 53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	σελ. 56
3.1 Χαρακτηριστικά, συστήματα και συμπεριφορά του κτιρίου	σελ. 56
3.1.1 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικοπέδο – προσανατολισμός	σελ. 56
3.1.2 Μορφή του κτιρίου - Το σχήμα και η θέση των κτιρίων	σελ. 58
3.1.3 Το κέλυφος	σελ. 60
3.1.4 Οι εξωτερικοί τοίχοι	σελ. 61
3.1.5 Τα εξωτερικά κουφώματα - Αρμοί – Τζάμια	σελ. 62
3.1.6 Τα ανοίγματα του κτιρίου	σελ. 63
3.1.7 Τα παθητικά ηλιακά συστήματα - Π.Η.Σ.	σελ. 63
3.1.7.1 Θερμοκήπιο	σελ. 64
3.1.7.2 Τοίχος μάζας - Τοίχος Trombe	σελ. 65
3.1.7.3 Τοίχος νερού	σελ. 65
3.1.7.4 Αεροσυλλέκτης	σελ. 66
3.1.7.5 Rock Bed	σελ. 66
3.2 Θερμομόνωση	σελ. 66
3.2.1 Πως δημιουργούνται οι απώλειες θερμότητας μιας κατοικίας	σελ. 66
3.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα διάφορων τεχνικών θερμομόνωσης	σελ. 67

3.2.3 Ιδιότητες των μονωτικών υλικών	σελ. 70
3.2.4 Θερμομονωτικά υλικά που μπορεί κανείς να βρει στην ελληνική αγορά	σελ. 72
3.2.5 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά, τα οποία μπορεί κανείς να βρει εύκολα σε όλες τις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες	σελ. 77
3.3 Φυσικός αερισμός	σελ. 78
3.4 Φυσικός φωτισμός	σελ. 80
3.4.1 Ειδικά συστήματα φωτισμού	σελ. 82
3.5 Χρήση βελτιωμένων υαλοπινάκων	σελ. 83
3.6 Πράσινες στέγες	σελ. 85
3.6.1 Είδη πράσινων στεγών	σελ. 88
3.6.2 Κατακόρυφη φύτευση	σελ. 90
3.7 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο	σελ. 91
3.7.1 Χαρακτηριστικά Ημιαγωγών	σελ. 92
3.7.2 Φωτοβολταϊκά	σελ. 94
3.7.2 Μελέτη και Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων	σελ. 98
3.8 Ενεργειακά τζάκια, διαφορά απλού τζακιού με ενεργειακό	σελ. 110
3.9 Αποθήκευση και εκμετάλλευση βρόχινου νερού	σελ. 113
3.10 Ηλιακός Θερμοσίφοντας	σελ. 117
3.11 Νομοθεσία-KENAK	σελ. 121
3.11.1 Μελέτη ενεργειακής απόδοσης Κτιρίων	σελ. 122
3.12 Ενεργειακή επιθεώρηση	σελ. 122
3.13 Κοστολόγηση κιλοβατώρας	σελ. 123
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	σελ. 125
4.1 Πολεοδομικά δεδομένα τεμαχίου μελέτης	σελ. 125
4.2 Βιοκλιματικοί Χάρτες	σελ. 127
4.3 Μεθοδολογία	σελ. 128
4.3.1 Ανάλυση βιοκλιματικών χαρτών	σελ. 129
4.4 Εργαλεία Ηλιασμού	σελ. 136
4.4.1 Ηλιακός Χάρτης	σελ. 136
4.4.2 Μεθοδολογία	σελ. 136
4.4.3 Ανάλυση	σελ. 137
4.5 Βιοκλιματική ανακαίνιση κατοικίας	σελ. 139
4.5.1 Εξωτερικές αλλαγές – Μικρόκλιμα	σελ. 139
4.5.2 Σχήμα, όγκος, προσανατολισμός της κατοικίας	σελ. 140
4.5.3 Αλλαγές κελύφους	σελ. 141
4.6 Δομικά υλικά	σελ. 142
4.7 Θερμομόνωση κατοικίας	σελ. 142
4.7.1 Θερμοκήπιο	σελ. 143
4.7.2 Γυάλινες επιφάνειες και αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για το χειμώνα	σελ. 144
4.7.3 Ηλιοπροστασία	σελ. 145
4.7.4 Φυσικός αερισμός και εξατμιστικός δροσισμός	σελ. 148
4.5 Αποπεράτωση δαπέδων	σελ. 148
4.6 Αλλαγές εσωτερικής διάρθρωσης	σελ. 150
4.7 Σύγκριση στοιχείων από σκυρόδεμα με συμβατικά δομικά στοιχεία	σελ. 151
4.7.1. Θερμοπερατότητα	σελ. 157
4.8 Θερμοχωρητικότητα	σελ. 157
4.8.1. Ο ρόλος της θερμοχωρητικότητας	σελ. 157
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	σελ. 159
5.1 Συμβατική μέθοδος κατασκευής κτιρίων	σελ. 159

5.1.2 Ανάλυση μεθόδου	σελ. 159
5.1.3 Χρόνος κατασκευής	σελ. 164
5.1.3.1 Η ιστορία διαχείρισης του έργου	σελ. 165
5.1.3.2 Διάγραμμα Gantt	σελ. 166
5.1.3.3 Διαχείριση έργου με δίκτυα. Οι τεχνικές PERT/CPM5	σελ. 167
5.1.4 Ποιότητα – Άνεση	σελ. 168
5.2 Μέθοδος προκατασκευής από μπετό	σελ. 169
5.2.1 Ανάλυση μεθόδου	σελ. 170
5.2.2 Χρόνος κατασκευής	σελ. 171
5.2.3 Κόστος κατασκευής	σελ. 172
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ. 173
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 174

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Βιοκλιματική διώροφη κατοικία στο Βέλγιο	σελ. 15
Εικόνα 2: Διώροφη βιοκλιματική κατοικία με πισίνα	σελ. 21
Εικόνα 3: Τομή τοιχοποιίας	σελ. 34
Εικόνα 4: Διατομή	σελ. 38
Εικόνα 5: Τομή οροφής	σελ. 39
Εικόνα 6: Βιοκλιματική προκατ κατοικία με διπλά τζάμια	σελ. 62
Εικόνα 7: Διώροφη βιοκλιματική κατοικία	σελ. 127
Εικόνα 8: Δάπεδο εσωτερικού χώρου με κεραμικό	σελ. 149
Εικόνα 9: Συγκριση τοιχοποιϊών ως προς τα U-values	σελ. 155
Εικόνα 10: Συγκριση δώματος ως προς τα U-values	σελ. 156

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Υπολογισμός U – value για το δομικό στοιχείο 3	σελ. 74
Πίνακας 2: Υπολογισμός U – value για το δομικό στοιχείο 4	σελ. 75
Πίνακας 3: Υπολογισμός U – value για το δομικό στοιχείο 5	σελ. 76
Πίνακας 4: Υπολογισμός U – value	σελ. 152
Πίνακας 5: Υπολογισμός U – value	σελ. 153
Πίνακας 6: Υπολογισμός U – value	σελ. 154

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Χρονοδιάγραμμα Εργασιών Κατασκευής Κτιρίου	σελ. 161
Διάγραμμα 2: Χρόνος Κατασκευής Συμβατικής Μεθόδου Κατασκευής	σελ. 162
Διάγραμμα 3: Κόστος Κατασκευής Συμβατικής Μεθόδου Κατασκευής	σελ. 163
Διάγραμμα 4: Χρόνος Κατασκευής Μεθόδου προκατασκευής από μπετό	σελ. 168
Διάγραμμα 5: Κόστος Κατασκευής Μεθόδου προκατασκευής από μπετό	σελ. 170

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η συγκριτική μελέτη του κόστους και του χρόνου για την κατασκευή δώροφης προκατασκευασμένης κατοικίας με αντίστοιχη συμβατική. Πρόκειται για μια νεωτεριστική μέθοδο προκατασκευής η οποία συνδυάζει τα βασικά πλεονεκτήματα της προκατασκευής, που είναι η μείωση του κόστους και του χρόνου δόμησης, με τις απαιτήσεις της αντισεισμικότητας και του ενεργειακού σχεδιασμού.

Κατασκευές με χρήση βιοκλιματικής τεχνικής έχουν εφαρμοστεί μέχρι σήμερα σε μεγάλα έργα όπως είναι το κτίριο του Υπουργείου Περιβάλλοντος στη Βιέννη, το δημοτικό σχολείο στο Τουρναι Βελγίου, το συγκρότημα έξι κατοικιών, La Salut, στη Βαρκελώνη της Ισπανίας, το νοσοκομείο, Hospital Vielha Catalogne, στα Πυρηναία Όρη στην Ισπανία και το κτίριο που στεγάζει την Ανώτατη Εθνική Σχολή Εμπορικών σπουδών, στην Ιταλία. Επειδή οι κατασκευές που είναι βασισμένες σε βιοκλιματικές αρχές μέχρι πρότινος χρησιμοποιούνταν σε περιπτώσεις που επιθυμούμε μεγάλα στατικά ανοίγματα, μεγάλες αντοχές διατομών, μικρό βάρος κατασκευής και αυξημένη αντισεισμικότητα, είχαν εφαρμογή μόνο σε μεγάλα έργα. Υπήρχε η πεποίθηση πως μια τέτοια εφαρμογή σε κατοικία θα ήταν πολύ δαπανηρή και κατ' επέκταση ασύμφορη. Τα τελευταία όμως χρόνια όλο και περισσότερες κατασκευαστικές εταιρείες ασχολούνται με το συγκεκριμένο είδος κατασκευής, επιδιώκοντας να την κάνουν όλο και περισσότερο προσιτή σε μία ευρύτερη κοινωνική ομάδα ανθρώπων που θέλουν μία αντισεισμική, οικονομική και γρήγορη κατασκευή.

Κατασκευές και ο άνω περιγραφόμενος τρόπος δόμησης των διαφόρων κατασκευαστικών εταιρειών έχουν παρουσιαστεί στο διεθνές συνέδριο στο Ινσμπουγκ Αυστρίας 3-5 Φεβρουαρίου 2011 και στο εθνικό συνέδριο 29/9-1/10 2011 στο Βόλο μέσω του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, με τις καλύτερες κριτικές - σχόλια από διακεκριμένους επιστήμονες (Ερμόπουλος, Μυστακίδης, Καραμάνος, Μπανιωτόπουλος, Ευθυμίου, Ζυγομαλάς, Braganca, Blok, Gervacio, Velikovic, Borg κ.α). Επίσης έχει εκδοθεί Ειδική Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο Πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται οι βασικές αρχές που διέπουν την έννοια του Βιοκλιματισμού ώστε να αποσαφηνιστεί ο όρος αλλά και να τονιστεί η σημασία της χρήσης βιοκλιματικών τεχνικών στην δόμηση των κατοικιών. Επιπλέον στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται παραδείγματα βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής κτιρίων τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη. Παρουσιάζονται ακόμα η έννοια και τα βασικά χαρακτηριστικά των προκατασκευασμένων κατοικιών. Έπειτα γίνεται αναφορά στις βασικές βιοκλιματικές αρχές που εφαρμόστηκαν στην παρούσα μελέτη για την κατασκευή της διώροφης κατοικίας που μελετάται.

Στο Δεύτερο κεφάλαιο της μελέτης αναλύονται το είδος, η ποιότητα και ο τρόπος εκτέλεσης των εργασιών για την κατασκευή μιας προκάτ κατοικίας. Περιγράφονται οι χωματουργικές εργασίες για την στήλωση της κατοικίας, η δημιουργία υπόβασης και θερμομόνωσης των ορόφων και τα βιομηχανικά προκατασκευασμένα κράσπεδα που προβλέπονται σύμφωνα με τη μελέτη. Επιπλέον γίνεται αναφορά στη διάταξη των υλικών αλλά και στις τεχνικές προδιαγραφές στις οποίες υπόκεινται.

Στο Τρίτο κεφάλαιο αναλύονται τα χαρακτηριστικά, τα συστήματα και η συμπεριφορά ενός βιοκλιματικά προκατασκευασμένου κτιρίου στο χώρο. Τονίζονται η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικοπέδο, ο προσανατολισμός του, τα εξωτερικά κουφώματα (αρμοί – τζάμια) που χρησιμοποιούνται, τα παθητικά ηλιακά συστήματα - Π.Η.Σ., τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα διάφορων τεχνικών θερμομόνωσης καθώς και διάφορες τεχνικές για την επίτευξη κέρδους της θερμοενέργειας (π.χ ενεργειακά τζάκια και φωτοβολταϊκά συστήματα).

Στο Τέταρτο Κεφάλαιο προβάλλονται τα πολεοδομικά δεδομένα του τεμαχίου μελέτης, οι Βιοκλιματικοί Χάρτες που είναι απαραίτητοι για την δημιουργία μίας σύγχρονης βιοκλιματικής κατοικίας, τα εργαλεία ηλιασμού που χρησιμοποιούνται, το κέλυφος, τα θερμομονωτικά υλικά και τα συστήματα των εσωτερικών και των εξωτερικών χώρων. Επιπροσθέτως γίνεται διαγραμματική ανάλυση του κόστους και του χρόνου κατασκευής ενός διώροφου βιοκλιματικού κτιρίου (από οπλισμένο σκυρόδεμα) έναντι του κόστους και του χρόνου που απαιτούνται για τη δημιουργία μιας συμβατικής κατασκευής. Τέλος εξάγονται τα απαραίτητα συμπεράσματα της συγκριτικής μελέτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Βασικές αρχές Βιοκλιματισμού

Βιοκλιματική είναι η αρχιτεκτονική η οποία οδηγεί στην κατασκευή κτιρίων που εξοικονομούν ενέργεια για θέρμανση, δροσισμό και φωτισμό. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά το σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) με βάση το τοπικό κλίμα το οποίο συνήθως αναφέρεται ως μικρόκλιμα. Σκοπό έχει την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. «Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων¹» .

Με τον όρο «βιοκλιματικός σχεδιασμός» εννοείται ο σχεδιασμός ο οποίος αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Το ζητούμενο είναι η ανέγερση κτιρίων, όπως για παράδειγμα βιομηχανικών μονάδων, κτιρίων γραφείων, κτιρίων κατοικίας, σχεδιασμένων έτσι ώστε αφενός να καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές τους ανάγκες και αφετέρου στο ετήσιο ισοζύγιο να είναι μηδενική η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με εκπομπές βλαβερών για το περιβάλλον αερίων.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει τις τελευταίες δεκαετίες βασική προσέγγιση στην κατασκευή κτιρίων παγκοσμίως, ενώ στα περισσότερα κράτη πλέον αποτελεί βασικό κριτήριο σχεδιασμού μικρών και μεγάλων κτιρίων το οποίο λαμβάνεται υπόψη από όλους τους μελετητές, αρχιτέκτονες και μηχανικούς. Αυτό συμβαίνει λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση, τον δροσισμό και το φωτισμό των κτιρίων που προκύπτουν από την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και

¹ ΠΗΓΗ : Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση » Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

των πολλαπλών οφελών που τη συνεπάγονται: ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά».

Αναλυτικότερα, το ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποδίδεται με τους ακόλουθους τρόπους. Εξοικονόμηση ενέργειας από τη σημαντική μείωση θερμικών απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων. Παραγωγή θερμικής ενέργειας μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου. Δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι). Επίσης, διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά τη χρήση του κτιρίου².

Η θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες (την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, τη βλάστηση, το σκιασμό από την βλάστηση και άλλα κτίρια), αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου (κατοικία, γραφεία, νοσοκομεία κλπ). Βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων και κατ' επέκταση των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων, αλλά και το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από τη λειτουργία του κτιρίου. Η απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Οπότε τα βασικά κριτήρια για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να είναι: η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και η αποφυγή πολύπλοκων παθητικών συστημάτων και τεχνικών, η μικρή συμβολή του χρήστη του κτιρίου στη λειτουργία των συστημάτων, η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων, η χρήση τεχνικοοικονομικά αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών.

Ο βαθμός στον οποίον ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σήμερα αξιοποιεί το τοπικό κλίμα

² ΠΗΓΗ : Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση » Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

ποικίλει, γεγονός που παρέχει μία ευελιξία ως προς τους τρόπους αρχιτεκτονικής έκφρασης και δυνατοτήτων εφαρμογής μέσα από πολύ απλές τεχνικές και επεμβάσεις έως και πολύπλοκα παθητικά ηλιακά συστήματα. Είναι δε ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική των περισσότερων διακεκριμένων αρχιτεκτόνων και μελετητών διεθνώς με έργα παραδείγματα (ή και πειραματισμούς) που αποτελούν πρότυπες εφαρμογές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής από τις οποίες όχι μόνον μαθαίνουμε σήμερα, αλλά και αποδεικνύουν τα πολλαπλά οφέλη που προκύπτουν από τη συμβίωση με το περιβάλλον και το κλίμα.

1.2 Γενική ανασκόπηση

Γύρω στο 1976 ξεκίνησαν να δημοσιεύονται έρευνες σχετικά με το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων και τις βιοκλιματικές αρχές που ενσωματώνονται σε αυτά. Μέχρι σήμερα έχουν δημοσιευτεί αρκετά άρθρα. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται σε βιοκλιματικές προτάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας, σε διάφορες υπολογιστικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται σε βιοκλιματικά κτίρια και σύγκριση αυτών, όπως και σε μοντέλα για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των βιοκλιματικών κτιρίων³.

Πρώτος ο Haggard, το 1976, πρότεινε την εφαρμογή των παθητικών συστημάτων για τη θέρμανση και τη ψύξη των κτιρίων και την ενσωμάτωσή τους στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Με τον όρο παθητικά συστήματα περιγράφει τις μεθόδους με τις οποίες επιτυγχάνεται η θερμική άνεση, χρησιμοποιώντας φυσικές ενεργειακές πηγές και όχι πολύπλοκο εξοπλισμό.

Το 1982, οι Warshaw και Parisel μελέτησαν τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική μέσω υπολογιστικών και αριθμητικών προγραμμάτων προσομοίωσης, για την απόδοση της ηλιακής ενέργειας στα κτίρια, και πρότειναν διάφορους τρόπους βιοκλιματικού

³ ΠΗΓΗ : Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση » Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

σχεδιασμού.

Το 1990-1991, οι Evans και de Schiller προσπάθησαν να γεφυρώσουν το κενό μεταξύ του κλίματος και του κτιριακού σχεδιασμού. Έτσι, μελετήθηκαν οι τεχνικές και οι παράμετροι που εμπλέκονται στο σχεδιασμό των κτιρίων, από ομάδα Αργεντινών φοιτητών ως πρακτική εργασία, οι κυριότερες είναι οι εκάστοτε κλιματικές συνθήκες⁴.

⁴ ΠΗΓΗ : Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση » Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

Το 1994, η Gallo δημοσίευσε τις απόψεις της σχετικά με τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Αναφέρεται και σχολιάζει κτίρια στην Ινδία και την Ιταλία, συμπεραίνοντας ότι ένα βιοκλιματικό σπίτι σχετίζεται άμεσα με το περιβάλλον, δηλαδή τον άνεμο, την ηλιακή ακτινοβολία, τη σχετική υγρασία και τους κλιματικούς παράγοντες. Κάνει αναφορά στα παθητικά συστήματα σχολιάζοντας την απόδοσή τους. Συγκεκριμένα, αναφέρει για τον τοίχο Trombe ότι αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970⁵.

Το 1998, ο Nicoletti μελέτησε τη συσχέτιση της παθητικής αρχιτεκτονικής και της εξοικονόμησης ενέργειας. Έτσι, προτείνει πέντε παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην κατασκευή κτιρίων, για εξοικονόμηση ενέργειας: διατήρηση ψυχρού αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου, ψηλά κτίρια, διπλές προσόψεις, χρήση γυάλινων επιφανειών στο εξωτερικό του κτιρίου, χρήση περγόλων, και εφαρμογή τεχνικών για επίτευξη φυσικού φωτισμού. Επίσης, το 1998, ο Marco Sala μελέτησε τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής στα κτίρια. Η έρευνα αυτή αποσκοπεί στη μελέτη της αστικής περιοχής γύρω από το σιδηροδρομικό σταθμό της Φλωρεντίας. Ο σχεδιασμός που τελικά προτείνεται, περιλαμβάνει συστήματα και τεχνικές όπως φυσικό φωτισμό, πράσινες στέγες, τεχνικές σκιασμού, φυσικού αερισμού αλλά και υπόγειες σχεδιαστικές προτάσεις, εφόσον πρόκειται για τη περιοχή γύρω από το σιδηροδρομικό σταθμό.

Το 2000, οι Cardinale και Ruggiero παρουσίασαν τις ενεργειακές πτυχές των βιοκλιματικών κτιρίων στην περιοχή της Μεσογείου. Έγινε χρήση δυο διαφορετικών υπολογιστικών μεθόδων, Method 5000 και Method Law 10/91, τα αποτελέσματα των οποίων συγκρίθηκαν. Τα αποτελέσματα από τις δυο μεθόδους δεν είχαν μεγάλες αποκλίσεις, έδειξαν ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις των μεσογειακών κτιρίων μπορούν να μειωθούν στο μισό χρησιμοποιώντας παθητικά ηλιακά συστήματα, των οποίων η απόδοση ευνοείται από τις κλιματικές συνθήκες της Μεσογείου. Το ίδιο έτος, 2000, οι

⁵ ΠΗΓΗ : Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση » Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

Mazouz και Zezouala μελέτησαν την ενσωμάτωση των μεταβλητών του φυσικού περιβάλλοντος στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Αυτό επιτεύχθηκε με τη χρήση ειδικών υπολογιστικών συστημάτων σε συνδυασμό με τα θεωρητικά παραδείγματα. Η σωστή

αιτιολόγηση των φαινομένων μέσω των δεδομένων συμβάλλει στην ενσωμάτωση των φυσικών μεταβλητών στη διαδικασία του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού.

Το 2001, οι Tombazis και Preuss μελέτησαν το σχεδιασμό παθητικών ηλιακών κτιρίων σε αστικές περιοχές. Στον βιοκλιματικό σχεδιασμό, σε αστικές περιοχές, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι αρνητικές επιδράσεις που μπορεί να δέχεται το κτίριο από το γύρω περιβάλλον του. Όπως και να έχει πρόσβαση σε φυσικούς πόρους, ώστε να εφαρμόζονται βιοκλιματικές αρχές, όπως ο φυσικός δροσισμός.

Το 2002, οι Prianto και Derecker παρουσίασαν την έρευνά τους σχετικά με τη βελτιστοποίηση των στοιχείων του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στις τροπικές υγρές περιοχές. Έτσι ώστε να επιτευχθεί θερμική άνεση, η οποία συσχετίζεται με τον αερισμό και συνεπώς με τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του κτιρίου. Κάποια από τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά εκτιμούνται σε αυτή την έρευνα με αριθμητική προσομοίωση.

Το 2004, ο Chen χρησιμοποίησε υπολογιστικά εργαλεία για να ενσωματώσει τον παράγοντα του ανέμου στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Αναφέρεται στην επίδραση του ανέμου στο σχεδιασμό των κτιρίων και κατ' επέκταση στην υγεία των ενοίκων, και στη σημασία που έχει. Γίνεται σύγκριση μεταξύ των τεχνικών για τη μελέτη της επίδρασης του ανέμου στο σχεδιασμό των κτιρίων και παρουσιάζονται σχέδια εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, στα οποία εφαρμόστηκε η μέθοδος της υπολογιστικής ρευστοδυναμικής, CFD, η οποία είναι προσιτή αλλά και ακριβής στον τομέα. Επίσης, το 2004, οι Tzikopoulos et al ανέπτυξαν ένα μοντέλο για την ενεργειακή απόδοση των βιοκλιματικών κτιρίων σαν συνάρτηση των περιβαλλοντικών συνθηκών, των χαρακτηριστικών των κτιρίων και των εφαρμοζόμενων παθητικών ηλιακών συστημάτων. Ως δείγμα επιλέχθηκαν 77 βιοκλιματικά κτίρια, 45 από τα οποία ήταν κατοικίες, στην Ελλάδα, σε άλλες περιοχές της Μεσογείου και την υπόλοιπη Ευρώπη⁶. Το μοντέλο

⁶ ΠΗΓΗ : Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση » Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

έδωσε μια μέση ενεργειακή απόδοση που κυμαίνεται από 19.6% έως 100%, με μέσο όρο 68%. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες που συμπεριλήφθησαν ήταν το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, ο βαθμός της ηλιακής ακτινοβολίας, τα δομικά χαρακτηριστικά και τα παθητικά ηλιακά συστήματα⁷.

⁷ ΠΗΓΗ : Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση » Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

Το 2005, οι Gaitani, Mihalakakou και Santamouris⁸, μέσα από την έρευνα τους, επισήμαναν ότι με την εφαρμογή βιοκλιματικών αρχών βελτιώνονται οι συνθήκες θερμικής άνεσης στους υπαίθριους χώρους. Η Αθήνα επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης. Οι μετρήσεις των συνθηκών θερμικής άνεσης έγιναν σε δώδεκα διαφορετικά σημεία, με τη χρήση δύο διαφορετικών βιοκλιματικών δεικτών, Comfa και Thermal sensation. Οι υπολογισμοί έγιναν τη θερινή περίοδο σε δύο σενάρια. Στο πρώτο σενάριο έγινε διερεύνηση της περιοχής όπως είναι, ενώ στο δεύτερο οι υπολογισμοί έγιναν αφότου στην περιοχή έγιναν αρχιτεκτονικές βελτιώσεις, βάσει των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Και οι δύο βιοκλιματικοί δείκτες έδειξαν ότι οι συνθήκες θερμικής άνεσης βελτιώθηκαν σημαντικά με τη χρήση του δεύτερου σεναρίου, λόγω της βλάστησης και των χώρων νερού καθώς και λόγω της χρήσης δομικών υλικών με υψηλό συντελεστή εκπομπής και ανακλαστικότητα. Την ίδια χρονιά (2005), ο Xavier Garcia Casals, θίγει το θέμα σχετικά με τις προϋποθέσεις των κτιρίων ώστε να πιστοποιούνται ως βιοκλιματικά στην Ευρώπη. Αναλύει την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, αναφέρεται σε λανθασμένη επιλογή συστημάτων πιστοποίησης, με παράδειγμα την Ισπανία, και τονίζει τη σημαντικότητα επιλογής των ορθών δεικτών για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Αναφέρει ότι υπάρχουν διαθέσιμα εργαλεία με δυνατότητες αποτελεσματικής μοντελοποίησης των επιπτώσεων του σχεδιασμού των κτιρίων και της εξοικονόμησης/κατανάλωσης ενέργειας.

Το 2008, η Vissilia στην έρευνα της συσχετίζει τη λαϊκή αρχιτεκτονική στην Ελλάδα με την βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Αναφέρεται στον οικισμό Σερνικάκι, όπου και μελέτησε τις κατοικίες του. Εκεί, αναφέρει, μια λαϊκή αποικία εκμεταλλεύεται το κλίμα, μέσω της κατάλληλης εφαρμογής των δομικών στοιχείων αλλά και της τεχνολογίας, για την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης. Αυτή η μελέτη των παραδοσιακών κατοικιών βοηθά στην καλύτερη κατανόηση της αειφόρου παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, και οδηγεί στη βελτιστοποίηση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Το 2011, οι Lagoudaki, A., Vassilakopoulou, K., Synnefa, A., Saliari, M., Spanou, A., Santamouris, M., παρουσίασαν την έρευνα τους με θέμα τη βελτίωση του μικροκλίματος

⁸ ΠΗΓΗ Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός: περιβάλλον και βιωσιμότητα, 2006, σελ. 189

στις αστικές περιοχές, με περιοχή μελέτης το κέντρο της Αθήνας.

Στόχος η βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης σε ανοιχτό χώρο, για να επιτευχθεί αυτό μελετήθηκαν τα θερμικά χαρακτηριστικά και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων, η οποία έγινε μέσω της χρήσης εργαλείων προσομοίωσης (CFD), έδειξε ότι η περιοχή πλήττεται από υψηλές θερμοκρασίες, δεν επικρατούν συνθήκες θερμικής άνεσης, επικρατεί πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή ταχύτητα του ανέμου σε διάφορες ζώνες της πλατείας και τα επίπεδα ρύπανσης είναι αρκετά αυξημένα. Με την εφαρμογή των μέτρων: χρήση αποτελεσματικών τεχνικών φυσικού δροσισμού (ψυχρά υλικά, πράσινοι χώροι, έλεγχος της ηλιακής ακτινοβολίας), χρήση προηγμένων εργαλείων προσομοίωσης για την αξιολόγηση και βελτιστοποίηση των συνθηκών μικροκλίματος, οι τοπικές θερμοκρασίες μπορούν να μειωθούν έως 2°C για τη θερινή περίοδο.

Όπως θα αναλυθεί και στα επόμενα κεφάλαια, πρωτεργάτες των βιοκλιματικών χαρτών ήταν οι V. και A. Olgay⁹, πρώτοι πρότειναν μια συστηματική διαδικασία προσαρμογής του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στις θερμικές ανάγκες του ανθρώπου και στις τοπικές κλιματικές συνθήκες. Το 1953, η μελέτη τους χρηματοδοτήθηκε από την Στεγαστική Υπηρεσία των ΗΠΑ, όπου οι Olgay, ανέλυσαν λεπτομερώς την επίδραση της κάθε παραμέτρου στις συνθήκες θερμικής άνεσης. Τα τελικά τους συμπεράσματα τα διατύπωσαν στον «βιοκλιματικό χάρτη». Συνέχισαν την έρευνα τους και το 1963 στο βιβλίο τους «*Design with climate*» αναλύουν πλήρως τις τεχνικές που αφορούν το βιοκλιματικό χάρτη. Συνοπτικά, η ζώνη άνεσης ορίζεται ανάμεσα στους 21-28°C και διαχωρίζει το βιοκλιματικό χάρη σε δύο περιοχές, την υπερθερμαινόμενη περίοδο και την υποθερμαινόμενη περίοδο.

Το 1969 η μέθοδος των Olgay αμφισβητήθηκε από τον B. Givoni, κυρίως ως προς τις απαιτήσεις της ηλιοπροστασίας εφόσον, σύμφωνα με τον τελευταίο, ο καθορισμός των ορίων ηλιοπροστασίας εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως η θερμική αδράνεια του κτιρίου, οπότε δεν μπορεί να χαράσσεται μία γραμμή σε μία μόνο θερμοκρασία. Ο Givoni ορίζει τη «ζώνη άνεσης» ως το εύρος των κλιματικών συνθηκών

⁹ ΠΗΓΗ Αξαρχή Κλειώ, Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, 2009 Θεσσαλονίκη, σελ. 32

υπό τις οποίες η πλειοψηφία των ανθρώπων δεν θα αισθάνεται θερμική δυσφορία, είτε θερμότητα είτε κρύο. Οπότε, η μέθοδος Givoni χρησιμοποιεί το «δείκτη θερμικής δυσφορίας» για να προσδιορίσει τα χαρακτηριστικά του κελύφους, ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής άνεσης στο κτίριο. Ο Givoni δημιούργησε τον «βιοκλιματικό χάρτη του κτιρίου», χρησιμοποιώντας σαν βάση το ψυχομετρικό χάρτη και προσδιόρισε τη ζώνη άνεσης¹⁰.

Το 1983 οι Watson και Labs έκαναν κάποιες μικρές τροποποιήσεις στο *βιοκλιματικό χάρτη του κτιρίου*, του Givoni, ο οποίος χρησιμοποιείται πλέον διεθνώς για τη διάγνωση του αναμενόμενου εσωκλίματος, με βάση τα τοπικά κλιματικά δεδομένα. Με τη χρήση του χάρτη επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός των στρατηγικών για το σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου, ώστε να διασφαλίζεται στο κτίριο εσώκλιμα ενταγμένο στην περιοχή της θερμικής άνεσης.

1.3 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ευρώπη

Εδώ και πολλά χρόνια στις Ευρωπαϊκές χώρες η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του σχεδιασμού των κτιρίων. Στις περισσότερες από αυτές οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού βρίσκουν πρόσφορο έδαφος λόγω των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν. Ακολουθούν παραδείγματα βιοκλιματικών κτιρίων σε διάφορες χώρες της Ευρώπης.

Στο βόρειο Τιρόλο της Αυστρίας λειτουργεί βιοκλιματικό νοσοκομείο, το οποίο εξοικονομεί 60% ενέργεια και είναι φτιαγμένο εξολοκλήρου από οικολογικά υλικά (για παράδειγμα οι τοίχοι αποτελούνται από πλινθία).

Ο αρχιτέκτονας και δάσκαλος αρχιτεκτονικής *Friedensreich Hundertwasser*, έχει σχεδιάσει το κτίριο του Υπουργείου Περιβάλλοντος στη Βιέννη εφαρμόζοντας τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

¹⁰ ΠΗΓΗ Αξαρχλή Κλειώ, Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, 2009 Θεσσαλονίκη, σελ. 32

Στο στεγαστικό πρόγραμμα, *Giffard Park Milton Keynes 1991*, στην Αγγλία, τριάντα έξι διαμερισμάτων, με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων και υψηλό επίπεδο θερμομόνωσης επιτεύχθηκε μείωση των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων κατά 61%.

Στο Βέλγιο ιδιωτική κατοικία του 1978, με την άριστη προσαρμογή στην τοπογραφία της περιοχής, τον κατάλληλο προσανατολισμό, και τη χρήση ενός ενσωματωμένου θερμοκηπίου επιτεύχθηκε μείωση των αναγκών θέρμανσης κατά 33%.



Εικόνα 1: Βιοκλιματική διώροφη κατοικία στο Βέλγιο¹¹

Ακόμη, το δημοτικό σχολείο στο Tournai Βελγίου αποτελεί βιοκλιματική κατασκευή. Το κεντρικό θερμοκήπιο και τα υπόλοιπα παθητικά ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν καλύπτουν το 30% των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.

Στο συγκρότημα έξι κατοικιών, *La Salut*, στη Βαρκελώνη της Ισπανίας, τα παθητικά

¹¹ ΠΗΓΗ http://www.zeroenergybuildings.org/2012/03/blog-post_16.html

ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν αποδίδουν το 67% των ετήσιων αναγκών θέρμανσης.

Το νοσοκομείο, *Hospital Vielha Catalogne*, στα Πυρηναία Όρη στην Ισπανία θεωρείται βιοκλιματικό κτίριο μετά τις διορθώσεις που του έγιναν, κατά το *Συνέδριο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων του 1991 με θέμα Ηλιακή Αρχιτεκτονική στην Ευρώπη*. Η νότια όψη σχεδιάστηκε με μεγάλα ανοίγματα και κατάλληλα σκίαστρα, τα οποία επιτρέπουν την απολαβή ηλιακών κερδών το χειμώνα και την προστασία από τη υπερθέρμανση το καλοκαίρι. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα συνεισφέρουν στο 33% των συνολικών αναγκών θέρμανσης, έχει υψηλό επίπεδο θερμομόνωσης και επιτρέπει μέγιστο φυσικό αερισμό και φωτισμό. Έτσι, οι ενεργειακές ανάγκες του νοσοκομείου μειώθηκαν συνολικά κατά 62%.

Η πενταόροφη παλιά πολυκατοικία *Baggesensgade*, στην Κοπεγχάγη της Δανίας, ανακαινίστηκε το 1984 με την προσθήκη ενός δεύτερου γυάλινου κελύφους στη νότια όψη, έτσι απέδωσε ένα θερμοκήπιο δέκα τετραγωνικών μέτρων για κάθε διαμέρισμα και 27% μείωση των συνολικών αναγκών θέρμανσης του κτιρίου. Η πολυκατοικία πήρε το πρώτο βραβείο ποιότητας στην αρχιτεκτονική, το 1985 από το Δήμο.

Το κτίριο που στεγάζει την Ανώτατη Εθνική Σχολή Εμπορικών σπουδών, στην Ιταλία βραβεύτηκε το 1979 σε εθνικό διαγωνισμό και ολοκληρώθηκε το 1982. Χρησιμοποιήθηκαν παθητικά ηλιακά συστήματα (ανοίγματα, θερμοκήπιο) τα οποία καλύπτουν το 22% των αναγκών θέρμανσης. Το θερμοκήπιο είναι εντυπωσιακό και χρησιμοποιείται ως είσοδος¹²

Όσον αφορά τη Γερμανία, θα γίνει αναφορά σε ιδιωτική βιοκλιματική κατοικία με ενσωματωμένο θερμοκήπιο, το οποίο αποδίδει το 36% της αναγκαίας θέρμανσης. Τα φυλλοβόλα δέντρα που περιβάλλουν την κατοικία δεν περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι σκιάζουν κατάλληλα την κατοικία. Ακόμη, τα συρόμενα σκίαστρα επιτρέπουν τη νυχτερινή μόνωση και σε συνεργασία με τα οριζόντια σκίαστρα αποτρέπουν την υπερθέρμανση το καλοκαίρι.

¹² ΠΗΓΗ Asam Claus. Untersuchung der Wiederverwendungsmöglichkeiten von demontierten Fertigteile lementen aus Wohnungsbautypen der ehemaligen DDR für den Einsatz imWohnungsbau. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU-Berlin, Frauenhofer IRB Verlag, 2005, Γερμανία

1.4 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ελλάδα

Οι πρώτες εφαρμογές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής στην Ελλάδα έκαναν την εμφάνιση τους στα μέσα της δεκαετίας του '70. Ένα από τα πρώτα βιοκλιματικά κτίρια ήταν η κατοικία Βασιλειάδου στο Μαραθώνα Αττικής, σχεδιάστηκε από τον αρχιτέκτονα Β. Μπουριώτη το 1977. Οι Γ. Καρβούνη και R. VabreImann ήταν οι ιδιοκτήτες του πρώτου βιοκλιματικού κτιρίου στη Θεσσαλονίκη, το οποίο σχεδίασαν και κατασκεύασαν το 1982. Στα χρόνια που ακολούθησαν εμφανίστηκαν αρκετές δεκάδες βιοκλιματικών κτιρίων κυρίως στην περιοχή της Αθήνας, της Θεσσαλονίκης και της Κρήτης. Οι πρώτες αυτές εφαρμογές ήταν αποτέλεσμα της επαγγελματικής πρωτοβουλίας αρχιτεκτόνων, οι οποίοι αναζητούσαν την αειφορία στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό έτσι εφάρμοσαν στις μελέτες τους την βιοκλιματική λογική. Επίσης ήταν αποτέλεσμα της πρωτοβουλίας ερευνητικών και κυβερνητικών κέντρων της χώρας, που για την περίοδο αυτή έπαιξαν σημαντικότατο ρόλο στη διάδοση, στην ερευνητική και τη χρηματοδοτική υποστήριξη αυτής της προσπάθειας. Για αρκετά χρόνια, οι προσπάθειες διάδοσης της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής συνάντησαν δυσκολίες, τόσο από τους σχεδιαστές, κατασκευαστές, και χρήστες των κτιρίων, όσο και από την πλευρά των δημόσιων αρχών με τη μη κατανόηση, την αδιαφορία ή την υποτίμηση της σημασίας τους. Σήμερα δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αποτελεί έναν από τους κύριους στόχους των μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος και για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Έτσι, τα βιοκλιματικά κτίρια της πρώτης εικοσαετίας φαίνονται ως «προάγγελοι» που προετοίμασαν και άνοιξαν αυτόν τον δρόμο¹³.

¹³ ΠΗΓΗ Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός: περιβάλλον και βιωσιμότητα, 2006, σελ. 189

Το 1987 πραγματοποιήθηκε αρχιτεκτονική μελέτη, από τους Κ. Αντωνίου, Κ. Αξαρή, Ε. Κωνσταντίνου, για την κατασκευή βιοκλιματικής κατοικίας στη Θέρμη Θεσσαλονίκης¹⁴. Η κατοικία κατασκευάστηκε την περίοδο 1989-1992, και χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης: σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους, με μεγάλα ανοίγματα στο νότο (39% της νότιας όψης της κατοικίας), έξι τοίχοι τύπου Trombe (δύο στον όροφο και τέσσερις στο ισόγειο) και διώροφο θερμοκήπιο (αποτελείται από κατακόρυφα υαλοστάσια, συνολικού εμβαδού είκοσι έξι τετραγωνικά μέτρα). Οι υπολογισμοί για τη συμβολή της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση της κατοικίας έγιναν με τη μέθοδο 5000 και υπολογίστηκε κάλυψη ενεργειακών αναγκών του κτιρίου περίπου 60%. Ο φυσικός αερισμός της κατοικίας επιτυγχάνεται μέσω των ανοιγμάτων καθώς και από τους νότιους φεγγίτες.

Το αρχιτεκτονικό γραφείο «*Κώστας και Θέμης Στεφ. Τσίππρας και Συνεργάτες*», ασχολείται εδώ και δεκαετίες με την βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Πιο κάτω θα αναφερθούν ορισμένα βιοκλιματικά κτίρια, των οποίων η αρχιτεκτονική μελέτη έγινε από τους προαναφερόμενους. Μία διώροφη κατοικία στο Γύθειο, σχεδιάστηκε από το συγκεκριμένο γραφείο και κατασκευάστηκε το 1999. Στην κατοικία χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα παθητικά ηλιακά συστήματα και τεχνικές: άμεσου κέρδους, θερμοκήπιο με μονούς υαλοπίνακες, τοίχοι Trombe, σκίαση των ανοιγμάτων (οριζόντια σκίαστρα), νυχτερινός αερισμός, αιολική καμινάδα, αερισμός και σκίαση θερμοκηπίου. Η εξωτερική τοιχοποιία είναι διαφοροποιημένη ανάλογα με τον προσανατολισμό και η στέγη έχει κατασκευαστεί ξύλινη με μόνωση.

Επίσης, με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού έχουν σχεδιάσει τη μονώροφη κατοικία στη Φάρκαινα της Χίου, το 1995. Η κατοικία έχει σχεδιαστεί σε σχήμα Π, με νότιο προσανατολισμό. Στο νοτιοδυτικό σκέλος έχουν τοποθετηθεί η κουζίνα με την τραπεζαρία και το καθιστικό, στο νοτιοανατολικό σκέλος τα τρία υπνοδωμάτια, στο βόρειο τμήμα το λουτρό και αποθήκη και στο νότιο τμήμα της κατοικίας, που κλείνει το Π, ένα ενσωματωμένο στην κάτοψη θερμοκήπιο. Το ενσωματωμένο θερμοκήπιο παγιδεύει την ηλιακή ακτινοβολία και μέσω ενός συστήματος αεραγωγών μεταφέρει την θερμότητα σε όλους τους εσωτερικούς χώρους της κατοικίας.

¹⁴ ΠΗΓΗ Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διώροφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση» Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

Υπάρχει σύστημα τοίχων Trombe, που αυξάνουν τις θερμικές απολαβές, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, και δύο αιολικές καμινάδες που προσφέρουν φυσικό δροσισμό το

καλοκαίρι. Ακόμη, έχει τοποθετηθεί υδατοδεξαμενή για την επίτευξη εξατμιστικού δροσισμού στην κατοικία. Στο συγκεκριμένο αυτό κτίριο εγκατέστησε μετρητές το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΚΑΠΕ, και μετά το τέλος της μελέτης απεδείχθη ότι εξοικονομεί περίπου 64% ενέργεια σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο.

Οι προαναφερόμενοι αρχιτέκτονες αναφέρουν ότι: «ακόμα και σε πυκνοκατοικημένες περιοχές μπορούν να χτιστούν βιοκλιματικά κτίρια, εξοικονομώντας έστω και 50% ενέργεια σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο και όντας φτιαγμένα με οικολογικά υλικά». Έτσι, έχει σχεδιαστεί βιοκλιματική πολυκατοικία στο Περιστέρι, της οποίας οι βαθιές ημισεωτερικές βεράντες προσφέρουν αποτελεσματική σκίαση, το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα επιτρέπουν τη διείσδυση των ακτινών του ήλιου. Η στέγη της αποτελείται από φυτεμένο χώμα.

1.5 Βασικές βιοκλιματικές αρχές που εφαρμόστηκαν στην παρούσα μελέτη για την κατασκευή του κτιρίου

Γίνεται αντιληπτό ότι εφόσον οι αλλαγές γίνονται σε υφιστάμενη κατοικία είναι αρκετά περιορισμένες, δεν είναι εφικτό να γίνουν όλες οι «ιδανικές» αλλαγές βάσει των βιοκλιματικών αρχών. Οπότε, για την καλύτερη δυνατή επίτευξη θερμικής άνεσης ακολουθήθηκαν οι βιοκλιματικές αρχές οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν στη συγκεκριμένη κατοικία, κάνοντας διάφορες αλλαγές στην υπάρχουσα κατασκευή αλλά και στο περιβάλλοντα χώρο.

Η χωροθέτηση της κατοικίας στο οικοπέδο οφείλει να διασφαλίζει νότιο προσανατολισμό της μεγαλύτερης όψης της, ώστε να δέχεται τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και να περιορίζεται ο ανεπιθύμητος σκιασμός. Η κατοικία έχει χωροθετηθεί βάσει αυτής της αρχής, εφόσον είναι τοποθετημένη στο βόρειο τμήμα του οικοπέδου. Επιπλέον, η κατοικία έχει σχήμα Γ κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης το οποίο μπορεί να ενεργήσει αποδοτικά στην Κύπρο, εφόσον δέχεται τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και τις δροσερές καλοκαιρινές αύρες.

Για τη διαμόρφωση του μικροκλίματος της κατοικίας, προτείνεται στη βόρεια όψη της να φυτευτούν αειθαλή δέντρα και να τοποθετηθεί χώρος στάθμευσης των αυτοκινήτων, που θα την προστατεύουν από τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα. Στην νότια όψη θα τοποθετηθούν επιπλέον φυλλοβόλα δέντρα, που θα παρέχουν ηλιοπροστασία το καλοκαίρι ενώ το χειμώνα θα επιτρέπουν τις ηλιακές απολαβές. Ενώ στην ανατολική και δυτική όψη της κατοικίας θα φυτευτούν αειθαλή δέντρα και θάμνοι, που θα παρέχουν σκιασμό και ταυτόχρονα θα ενεργούν και σαν ανεμοθραύστες. Επίσης, τα φυλλοβόλα δέντρα που ήδη υπάρχουν στο οικόπεδο, συγκεκριμένα αμυγδαλιές, θα παρέχουν την κατάλληλη ηλιοπροστασία στην κατοικία.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο περίβλημα του κτιρίου, που επιλέγοντας τα κατάλληλα υλικά επιτυγχάνεται ο έλεγχος των θερμικών απωλειών ή απολαβών μέσα από αυτό. Θα χρησιμοποιηθεί πέτρα στην εξωτερική τοιχοποιία η οποία συμβάλει τόσο στη θέρμανση των εσωτερικών χώρων όσο και στο δροσισμό τους. Όσον αφορά τη θερμομόνωση της προτεινόμενης κατοικίας, η οποία είναι απαραίτητη για την εξοικονόμηση ενέργειας, θα γίνει εξωτερική θερμομόνωση η οποία δεν προκαλεί προβλήματα (όπως γέφυρες διαφυγής θερμότητας) σε σχέση με την εσωτερική και προστατεύει το κέλυφος από φθορές. Θα γίνει θερμομόνωση στους δυτικούς τοίχους, οι οποίοι έχουν τις περισσότερες θερμικές απώλειες, και για τη θερμομόνωση της οροφής θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της «*Αντεστραμμένης Οροφής*¹⁵». Επιπρόσθετα, θα προσαρμοστεί θερμοκήπιο, για την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και συνεπώς τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων, το οποίο δεν προσδίδει επιπλέον κόστος στην κατασκευή της κατοικίας, αλλά εξοικονομεί τεράστια ποσοστά κόστους για τη θέρμανση της με μηχανικά μέσα.

Τα ανοίγματα της κατοικίας παρατηρείται ότι είναι τοποθετημένα με ορθό προσανατολισμό, οπότε δεν έγιναν αλλαγές. Στη νότια όψη βρίσκονται τα περισσότερα

¹⁵ ΠΗΓΗ Κορωνάιος Αιμ. Γ., Σαργέντης Φοίβος, Δομικά Υλικά και Οικολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιανουάριος 2005, Αθήνα, σελ. 78

και τα μεγαλύτερα ανοίγματα ώστε να αξιοποιείται η ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανση των χώρων και να επιτυγχάνεται ο φυσικός φωτισμός. Στη βορεινή πλευρά αν και υπάρχουν αρκετά ανοίγματα είναι μικρού μεγέθους οπότε περιορίζονται οι θερμικές απώλειες, και ταυτόχρονα επιτυγχάνεται ο φυσικός φωτισμός και ο διαμπερής αερισμός της κατοικίας. Στην κατοικία θα γίνει χρήση υαλοπινάκων προηγμένης τεχνολογίας με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας, ούτως ώστε να μειωθούν οι θερμικές απώλειες.

Όσον αφορά την ηλιοπροστασία της κατοικίας θα χρησιμοποιηθούν κινητά σκίαστρα. Συγκεκριμένα, θα εγκατασταθούν παντζούρια αλουμινίου εξωτερικά των ανοιγμάτων για αποφυγή της υπερθέρμανσης, σε συνδυασμό με εσωτερικές χειροκίνητες περσίδες, για να αποφεύγεται το φαινόμενο της θάμβωσης. Στην προτεινόμενη κατοικία έχει χρησιμοποιηθεί σοβάς ως επίχρισμα ο οποίος συμβάλει στη μείωση της θερμικής επιβάρυνσης της. Επιπλέον, η νότια βεράντα, με την πισίνα, θα στεγαστεί, θα χρησιμοποιηθεί πέργολα με κληματαριά, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση των εξωτερικών θερμοκρασιών και της μεταφοράς θερμότητας στο εσωτερικό.



Εικόνα 2: Διώροφη βιοκλιματική κατοικία με πισίνα¹⁶

¹⁶ ΠΗΓΗ 6 http://www.zeroenergybuildings.org/2012/03/blog-post_16.html

Επιπρόσθετα, ο φυσικός αερισμός της κατοικίας θα επιτευχθεί με διαμπερή αερισμό, μέσω των ανοιγμάτων στο κέλυφος της κατοικίας και στις εσωτερικές τοιχοποιίες, για το λόγο αυτό θα υπάρχουν θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων που θα επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Ακόμη στην κατοικία θα εγκατασταθούν ανεμιστήρες οροφής οι οποίοι ενισχύουν το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, η θερμότητα μεταφέρεται από τα κατώτερα στρώματα αέρα στα ανώτερα, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Για την επίτευξη του εξατμιστικού δροσισμού υπάρχει πισίνα στην κατοικία και θα γίνει εγκατάσταση μικρών σιντριβανιών, ώστε ο αέρας να εισέρχεται δροσερότερος στο κτίριο.

Όσον αφορά τα δάπεδα της κατοικίας, πριν τη βιοκλιματική ανακαίνιση υπήρχε σε όλα τα δάπεδα των εσωτερικών χώρων κεραμικό. Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί μάρμαρο το οποίο έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα στο χώρο του καθιστικού, τραπεζαρίας και θερμοκηπίου, που απαιτούν μεγάλες θερμικές απολαβές, ώστε να αποθηκεύεται η ηλιακή ακτινοβολία στο δάπεδο και στη συνέχεια να θερμαίνει το χώρο. Ενώ στα δάπεδα των υπνοδωματίων, της κουζίνας και των μπάνιων να παραμείνει το κεραμικό το οποίο έχει μικρότερη θερμοχωρητικότητα, εφόσον οι χώροι αυτοί απαιτούν λιγότερες ηλιακές απολαβές.

Η αναδιάρθρωση των εσωτερικών χώρων αποτελεί σημαντικό μέρος του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Όσον αφορά τους εσωτερικούς χώρους της προτεινόμενης κατοικίας, σύμφωνα με το αρχιτεκτονικό σχέδιο της, έχουν χωροθετηθεί με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, οπότε δεν προτείνονται αλλαγές. Συνοπτικά, η κουζίνα έχει χωροθετηθεί με βορειοανατολικό προσανατολισμό, εφόσον ο χώρος αυτός δεν απαιτεί ιδιαίτερες ηλιακές απολαβές. Η τραπεζαρία έχει τοποθετηθεί με νοτιοανατολικό προσανατολισμό, εφόσον απαιτούνται μεγάλα ηλιακά κέρδη για την θέρμανση του. Ακόμη, το καθιστικό έχει τοποθετηθεί στη νότια πλευρά, εφόσον χρησιμοποιείται τις περισσότερες ώρες της ημέρας και τα ηλιακά κέρδη είναι απαραίτητα για τη θέρμανση του το χειμώνα. Όσον αφορά τον πρώτο όροφο, τα υπνοδωμάτια έχουν

τοποθετηθεί με νότιο προσανατολισμό, οπότε θα επιτυγχάνεται φυσικός φωτισμός σε αυτά και θα θερμαίνονται εξοικονομώντας ενέργεια.

Εφαρμόζοντας τις πιο πάνω αλλαγές και ακολουθώντας τα μέτρα που προτάθηκαν, για τη θερμομόνωση της κατοικίας, την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, μέσω των ανοιγμάτων και δαπέδων και την προσάρτηση του θερμοκηπίου, για την ηλιοπροστασία της κατοικίας, με την κατάλληλη δένδρο-φύτευση και τα σκίαστρα που προτείνονται, αλλά και τις τεχνικές για επίτευξη φυσικού αερισμού και εξατμιστικού δροσισμού, αναμένεται να επιτευχθεί εσωτερική θερμική άνεση στη συγκεκριμένη κατοικία και εξοικονόμηση ενέργειας τόσο για τη θέρμανση της το χειμώνα αλλά και για το δροσισμό το καλοκαίρι.

1.6 Η έννοια της Προκατασκευής

1.6.1 Ιστορική εξέλιξη

1.1.1. Εξέλιξη της προκατασκευής έως τη νεότερη ιστορία

Ο συγκεκριμένος τρόπος εκτέλεσης έργου δεν είναι καινούριος, μπορεί να πει κανείς πως είναι τόσο παλιός όσο και τα έργα του ανθρώπινου πολιτισμού αφού η προκατασκευή χρησιμοποιείται από τους αρχαίους χρόνους. Μάλιστα υποστηρίζεται ότι στον παγκόσμια παλαιότερο γνωστό κατασκευασμένο δρόμο Sweet Track στην Αγγλία το 3800 π.Χ., χρησιμοποιήθηκαν προκατασκευασμένα ξύλινα στοιχεία¹⁷.

Η πρώτη εφαρμογή της προκατασκευής στον Ελλαδικό χώρο, εμφανίσθηκε το 3.000 π.Χ. στα υδρευτικά και αποχετευτικά συστήματα της αρχαίας Αθήνας με τη χρήση

¹⁷ ΠΗΓΗ Γαλεράκη Μαρία πτυχιακή εργασία «Θερμομόνωση σε βιοκλιματικά κτίρια με τοιχοποιία από μεταλλικό χωροδικτύωμα» ΑΤΕΙ Κρήτης. 2013 σελ. 35-85

προκατασκευασμένων πυλοσωλήνων. Η προκατασκευή φορέων και τμημάτων κτιρίων εμφανίστηκε στη Κλασική Αρχιτεκτονική όπου κάθε έργο ανήκε σε ένα ρυθμό. Στο δωρικό ναό όλα τα μέλη ήταν τυποποιημένα και ο ναός υπάκουε σε ένα κανόνα αναλογιών με μέτρο τον εμβάτη. Οι δωρικοί ναοί μοιάζουν ίδιοι μεταξύ τους, αλλά ο καθένας διαφέρει στις λεπτομέρειες και είναι πρωτότυπος. Χαρακτηριστική είναι η διαφορά που υπάρχει μεταξύ μηχανικής επανάληψης και τυποποίησης. Ενώ η τυποποίηση και η επανάληψη εμφανίζεται σε κάθε έργο, γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα αποτελέσματα να διαφέρει από έργο σε έργο¹⁸.

Μεγάλα και θαυμαστά έργα των αρχαίων λαών, όπως οι πυραμίδες της Αιγύπτου, ο Παρθενώνας και τα περισσότερα μνημεία του αρχαίου κόσμου κατασκευάστηκαν με την συναρμολόγηση μεγάλων δομικών στοιχείων που προκατασκευάστηκαν σε άλλη θέση. Αυτά τα δομικά στοιχεία ήταν ογκόλιθοι ή μαρμάρινα τεμάχια που επεξεργάστηκαν κοντά στα λατομεία εξόρυξής τους, και στην συνέχεια μεταφέρθηκαν και συναρμολογήθηκαν στον τόπο του έργου.

Μεταγενέστερα, την εποχή της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, οι Ρωμαίοι μιμήθηκαν τα μορφολογικά στοιχεία της Ελληνικής Αρχιτεκτονικής ορθολογικά, αλλοιώνοντας έτσι το νόημα του ρυθμού τους. Η τυποποίηση πλέον γινόταν με γνώμονα την επανάληψη και όχι τη διαφοροποίηση. Τότε ήρθε ως αντίδραση η θεωρία του Πλωτίνου, που επηρέασε όλη τη μετέπειτα τέχνη, μέχρι τη Βυζαντινή, σύμφωνα με την οποία η ομοιομορφία του έργου δεν εξαρτάται από την ευμετρία αλλά από την κεντρική ιδέα του έργου, διότι αυτή ενοποιεί τα μέλη του. Το βάρος από τη μορφή μετατέθηκε στο περιεχόμενο του έργου. Μοιραία από τότε η προκατασκευή άρχισε να ατονεί, διότι με τον ορθολογισμό της αρνείται στο τεχνίτη κάθε πρωτοβουλία και ελευθερία στην εκτέλεση.

Στοιχεία προκατασκευής γίνονται αντιληπτά και στις κοινότητες των νομάδων. Αυτή τη φορά γνώμονας είναι αποκλειστικά η ευκολία μεταφοράς και συναρμολόγησης των δομικών στοιχείων και όχι η αισθητική ή διαφοροποίηση των κατασκευών. Ο ξύλινος σκελετός των κατοικιών αυτού του είδους αποτελείται από 3 τμήματα:

¹⁸ ΠΗΓΗ Γαλεράκη Μαρία πτυχιακή εργασία «Θερμομόνωση σε βιοκλιματικά κτίρια με τοιχοποιία από μεταλλικό χωροδικτύωμα» ΑΤΕΙ Κρήτης. 2013 σελ. 35-85

- α) Ένα κυκλικό τοίχο στο ύψος ενός μέσου ανθρώπου,
- β) Ένα κορυφαίο κυκλικό στοιχείο που παίρνει τη μορφή κόλουρης πυραμίδας
- γ) Έναν αριθμό ακτινοειδώς τοποθετούμενων γραμμικών στοιχείων.

1.6.2 Νεότερη ιστορία της προκατασκευής

Η σύγχρονη ιστορία των προκατασκευασμένων κτιρίων ξεκινάει από την Αγγλία, όταν το 1624 άγγλοι ψαράδες μετέφεραν στο Cape Ann (Μασαχουσέτη) ένα ξύλινο σπίτι που αποτελείτο από ξύλινα πετάσματα και το οποίο αποσυναρμολογήθηκε και ξανασυναρμολογήθηκε αρκετές φορές σε διαφορετικά σημεία. Η πρώτη προκατασκευασμένη οικία αποτελούμενη από ξύλινα φατνώματα, μεταφέρθηκε ακτοπλοϊκά το 1642 από την Βρετανία στη Μασαχουσέτη για να καλύψει τις προσωρινές στεγαστικές ανάγκες του αλιευτικού στόλου της εποχής. Αργότερα το 1727 δύο κατοικίες έτοιμες προς συναρμολόγηση μεταφέρθηκαν από τη Νέα Ορλεάνη στις δυτικές Ινδίες.

Στον σύγχρονο κόσμο, η βιομηχανική επανάσταση υπήρξε η αφετηρία για μια σειρά αλλαγών και επηρέασε βαθιά ολόκληρη τη δομή της κοινωνίας. Από την εποχή του άνθρακα και του σιδήρου και την πρώτη φάση της βιομηχανικής επανάστασης (1750-1870) που σημαδεύεται από τη χρήση του σιδηροδρόμου και του ατμόπλοιου στις μεταφορές η βιομηχανική επανάσταση παίρνει άλλη μορφή με την χρήση νέων μορφών ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο) και την εφαρμογή επιστημονικής γνώσης¹⁹.

Η μεγάλη σημασία της βιομηχανίας είναι προφανής και η εκβιομηχάνιση γίνεται διεθνώς ο πρωτεύων σκοπός της οικονομικής πολιτικής και αναγνωρίζεται ότι συμβάλλει ουσιαδώς στην οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας²⁰. Μέσα σε αυτό το κύμα εκβιομηχάνισης ήταν αναμενόμενο η «σύγχρονη» προκατασκευή να εμφανιστεί στην χώρα που ήταν καρδιά της βιομηχανικής επανάστασης δηλαδή στην Μ. Βρετανία. Το

¹⁹ ΠΗΓΗ Βάγιας Ι., Σύμμικτες κατασκευές από γάλυβα και οπλισμένο σκυρόδεμα, Κλειδάριθμος, 2001, Αθήνα, σελ. 392

²⁰ ΠΗΓΗ Γαλεράκη Μαρία πτυχιακή εργασία «Θερμομόνωση σε βιοκλιματικά κτίρια με τοιχοποιία από μεταλλικό χωροδικτύωμα» ΑΤΕΙ Κρήτης. 2013 σελ. 35-85

Crystal Palace του Joseph Paxton υλοποιήθηκε το 1851, αξιοποιώντας σε μέγιστο βαθμό τις πρώιμες ακόμα

τεχνικές. Στις ΗΠΑ η μέθοδος συναρμολόγησης προκατα-σκευασμένων μεταλλικών τμημάτων οδήγησε από το 1870 στην ανέγερση κτηρίων πολύ μεγάλου ύψους - ουρανοξύστες – όπως το Empire State Building σε εξαιρετικά σύντομο χρονικό διάστημα για την εποχή.

Το πρώτο μεταλλικό προκατασκευασμένο κτίριο κατασκευάστηκε λίγο πριν το 1830 στο Tipton Green, Staffordshire στην Αγγλία. Η πραγματική ώθηση στη παραγωγή των προκατασκευασμένων κατοικιών ήρθε το 1848 κατά τη περίοδο που ονομάζεται “Gold rush”.

Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα ξεκίνησαν οι πρώτοι πειραματισμοί με το σκυρόδεμα ως πρώτη ύλη. Ο Grosvenor Atterbury το 1902 πειραματίστηκε με το υλικό αυτό σε νέες τεχνικές κατασκευής κατοικιών. Γύρω στο 1907 παρουσίασε ένα σύστημα προκατασκευασμένων πετασμάτων για τοίχους, πατώματα και οροφές. Μεταξύ του 1910 και 1918 εκατοντάδες σπίτια κατασκευάστηκαν με αυτό τον τρόπο από τη Russell Sage Foundation στο Forest Hills του Long Island²¹.

Μετά το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, η συντονισμένη προσπάθεια βιομηχανοποίησης της δόμησης είχε ως αφετηρία την επιτακτική ανάγκη μιας εκτεταμένης και ταχείας δόμησης, με την απασχόληση όσο το δυνατόν λιγότερων εργατικών χεριών. Η καταστροφή μεγάλων αστικών τμημάτων Ευρώπης και Ιαπωνίας, σε συνδυασμό με την πληθυσμιακή έκρηξη που σημειώθηκε τη μεταπολεμική εποχή, δημιούργησαν την ανάγκη για στέγαση εκατομμυρίων ανθρώπων άμεσα και με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.

Η ύπαρξη ενός αποκλειστικού πελάτη, του κράτους, και η απαίτηση για γρήγορη και αποτελεσματική αντιμετώπιση του προβλήματος, αποτέλεσαν γόνιμο έδαφος για την ανάπτυξη και την εφαρμογή βιομηχανικών κατασκευαστικών μεθόδων. Πρωτεργάτες στον τομέα υπήρξαν κατασκευαστικές εταιρίες από την Ευρώπη και την Ιαπωνία οι οποίες εισήγαγαν τις νέες μεθόδους στην τεχνολογία τις βιομηχανοποιημένης ή συστηματοποιημένης δόμησης. Ενδεικτικά, 125.000 κτήρια κατασκευάστηκαν στη

²¹ ΠΗΓΗ Γαλεράκη Μαρία πτυχιακή εργασία «Θερμομόνωση σε βιοκλιματικά κτίρια με τοιχοποιία από μεταλλικό χωροδικτύωμα» ΑΤΕΙ Κρήτης. 2013 σελ. 35-85

Μ.Βρετανία ακολουθώντας τρεις βασικές προκατα-σκευαστικές μεθόδους (Uni-Seco, Arcon και Airoh), ενώ μέχρι το 1948 είχαν φτάσει τις 160.000 με κόστος κοντά στις 216 εκατομμύρια λίρες.

Στις Δυτικές χώρες όμως αυτό το είδος των κατασκευών γρήγορα θεωρήθηκε ως κατώτερης κατηγορίας διότι παρουσίαζε ομοιόμορφες όψεις και επαναλαμ-βανόμενους όγκους. Με το σύστημα IMS, που σχεδιάστηκε στη Γιουγκοσλαβία, έγινε παραγωγή 10.000 οικιστικών μονάδων το χρόνο στις χώρες τις Σοβιετικής κυριαρχίας. Το IMS διέθετε υπομονάδες για κουζίνες, λουτρά, ανελκυστήρες κ.λπ. οι οποίες με την συναρμολόγηση τους πραγματοποιούσαν κτήρια μέχρι 26 ορόφων. Οι προκατασκευασμένες κατοικίες της εποχής αυτής σχεδιάστηκαν με μια διάρκεια ζωής λίγο πάνω από 10 έτη, πολλές όμως από αυτές τα ξεπέρασαν κατά πολύ με κάποιες να υπάρχουν και μέχρι σήμερα.

Στη δεκαετία του '70 η προκατασκευή βρήκε πεδίο εφαρμογής σε κτήρια του δημόσιου τομέα όπως πανεπιστήμια, σχολικά κτήρια, νοσοκομεία, κτήρια γραφείων στρέφοντας τη βιομηχανοποιημένη δόμηση προς τη βαριά προκατασκευή. Ωστόσο η πορεία της βιομηχανοποιημένης δόμησης εμφάνισε προβλήματα κυρίως όσο αφορά την ποιότητα και την ασφάλεια καθώς πολλά ήταν τα συστήματα προκατασκευής που απέτυχαν. Συγκεκριμένα, το 1968 στην Αγγλία στη προκατασκευασμένη πολύ-κατοικία 22 ορόφων Ronan Point, σε γωνιακό σημείο του 18ου ορόφου, σημειώθηκε έκρηξη λόγω διαρροής αερίου η οποία οδήγησε στην κατάρρευση του γωνιακού τμήματος σε όλο το ύψος της πολυκατοικίας. Η λανθασμένη σύνδεση των κατακόρυφων τοιχίων με την πλάκα ήταν η αιτία της κατάρρευσης ολόκληρου του τμήματος της κατασκευής και παρά το γεγονός ότι για το μέγεθος της καταστροφής οι 4 νεκροί και 17 τραυματίες είναι σχετικά μικρός αριθμός, η εικόνα της προκατασκευής υπέστη σοβαρό πλήγμα.

Με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στην κατασκευή και το σχεδιασμό, η προκατασκευή εδραιώνεται ως μια ασφαλής μέθοδος που δεν υπολείπεται σε ποιότητα και αισθητική των συμβατικών μεθόδων κατασκευής. Σήμερα η προκατασκευή βρίσκεται

σε μια σταθερά ανοδική πορεία. Εκτιμάται πως το 24% των κατοικιών που κατασκευάζονται στη Γερμανία ανήκουν στην κατηγορία των προκατασκευασμένων με το ποσοστό αυτό να ανέρχεται στο 30% και 42% για τις ΗΠΑ και τη Σκανδιναβία αντίστοιχα.

1.7 Χαρακτηριστικά προκατασκευής

1.7.1 Ορισμός

Προκατασκευή είναι ο βιομηχανικός τρόπος παραγωγής κτισμένου χώρου. Ένα κτήριο θεωρείται προκατασκευασμένο όταν αποτελείται από προκατασκευασμένα εντός ή εκτός του εργοταξίου τεμάχια του φέροντος οργανισμού ή/και του οργανισμού πληρώσεως τους.

Μία από τις βασικές προϋποθέσεις για την άσκηση της προκατασκευής είναι η ένταξη ολόκληρου του έργου σε μία ή περισσότερες ομοιότυπες μονάδες. Στη προκατασκευή πραγματοποιείται ο σχεδιασμός του συνολικού προϊόντος, το οποίο διασπάται σε επιμέρους στοιχεία ή τμήματα και στη συνέχεια υπολογίζεται και σχεδιάζεται η σύνθεση των στοιχείων αυτών²².

Η προκατασκευή βασίζεται στους εξής παράγοντες:

- στη τυποποίηση των πρώτων υλών και των μεθόδων παραγωγής,
- στη μηχανοποίηση των διαδικασιών παραγωγής, μεταφοράς και εκτέλεσης του έργου,

²² ΠΗΓΗ Γαλεράκη Μαρία πτυχιακή εργασία «Θερμομόνωση σε βιοκλιματικά κτίρια με τοιχοποιία από μεταλλικό χωροδικτύωμα» ΑΤΕΙ Κρήτης. 2013 σελ. 35-85

- στη συστηματοποίηση του συνόλου των εργασιών, από το στάδιο της μελέτης-σχεδιασμού και τον προϋπολογισμό της κατασκευής, ως τη μεταφορά, τοποθέτηση και συναρμολόγηση των δομικών στοιχείων αυτής²³.

1.7.2 Μέρη πραγματοποίησης προκατασκευής

- Σε μονάδα παραγωγής

Σε αυτή τη περίπτωση το στοιχείο παράγεται στο εργοστάσιο μεταφέρεται στη τελική τοποθεσία και συνδέεται στη τελική του θέση.

- Στο εργοτάξιο

Κατασκευάζεται στη τελική τοποθεσία, αλλά τοποθετείται στη τελική του θέση αργότερα.

1.7.3 Διαχωρισμός προκατασκευής

Οι δύο βασικές κατευθύνσεις σύμφωνα με τις οποίες γίνεται ο διαχωρισμός της μελέτης της προκατασκευής είναι:

Η ελαφριά προκατασκευή όπου βασίζεται στη παραγωγή στοιχείων τα οποία συνδέονται μεταξύ τους χωρίς χρήση τσιμέντου. Τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου κατασκευασμένου με αυτό τον τρόπο μπορεί να είναι:

1. *Μεταλλικά*: Οι συνδέσεις μπορεί να είναι αρθρωτές ή συγκολλητές
2. *Ξύλινα*
3. *Αλουμινένια*

²³ ΠΗΓΗ Γαλεράκη Μαρία πτυχιακή εργασία «Θερμομόνωση σε βιοκλιματικά κτίρια με τοιχοποιία από μεταλλικό χωροδικτύωμα» ΑΤΕΙ Κρήτης. 2013 σελ. 35-85

Η βαριά προκατασκευή όπου εννοούμε τη κατασκευή σε μονάδα παραγωγής στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα, όπου γίνεται χρήση τσιμέντου για τη σύνδεση των μεμονωμένων στοιχείων. Κυριαρχούν δύο διαφορετικές τάσεις. Η προκατασκευή στην τοποθεσία του έργου και αυτή στο εργοστάσιο.

Μία κατασκευή επίσης μπορεί να είναι και σύμμεικτη, δηλαδή ο συνδυασμός προκατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα και μεταλλικής κατασκευής, π.χ. κολόνες και τοιχία προκατασκευασμένα από μπετόν, σε συνδυασμό με μεταλλική στέγη, ή μεταλλικές κολόνες και δοκάρια και πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Είδος ποιότητας και τρόπος εκτέλεσης των εργασιών για την κατασκευή προκάτ διώροφης κατοικίας

2.1.1. Χωματουργικές Εργασίες

Γενικές εκσκαφές σε πάσης φύσεως έδαφος με οποιοδήποτε μέσο και σε οποιοδήποτε βάθος για την μόνωση των επιπέδων εφαρμογής των κτιρίων και των αύλειων χώρων και για την μόρφωση υπογείων χώρων. Τυχόν επιφανειακές φυτικές γαίες θα αφαιρούνται σε βάθος μέχρι 30 εκ. και θα απομακρύνονται από το εργοτάξιο²⁴.

Στη συνέχεια θα διενεργηθούν εκσκαφές τάφρων και θεμελίων σε πάσης φύσεως έδαφος με οποιοδήποτε μέσο και σε οποιοδήποτε βάθος για την κατασκευή των ορυγμάτων των θεμελίων καθώς θα ακολουθήσουν και οι παρακάτω διεργασίες:

- ✓ Φορτοεκφορτώσεις και μεταφορές οπουδήποτε και με οποιαδήποτε μέσα, καταλλήλων και υγείων προϊόντων εκσκαφών, κατεδαφίσεων και καθαιρέσεων που απαιτούνται για την κατασκευή επιχωμάτων, από τις θέσεις εξαγωγής τους σε θέσεις εντός του οικοπέδου όπου α.) θα διαστρωθούν για την δημιουργία επιχωμάτων αυλείου χώρου. β) θα εναποτεθούν προσωρινά και σε εύθετο χρόνο (μετά την κατασκευή των θεμελίων) και θα επαναφερθούν με την ίδια διαδικασία στις θέσεις επιχώσεων.
- ✓ Φορτοεκφορτώσεις και μεταφορές οπουδήποτε και με οποιοδήποτε μέσο και σε οποιαδήποτε απόσταση πλεοναζόντων προϊόντων εκσκαφών, κατεδαφίσεων και καθαιρέσεων από τις θέσεις εξαγωγής τους σε θέσεις εκτός του οικοπέδου όπου επιτρέπεται η απόρριψη τους από τις αρμόδιες αρχές, όπου και θα διαστρωθούν.
- ✓ Συμπύκνωση με οποιαδήποτε μέσα (οδοστρωτήρας, δονητικές πλάκες κλπ.) ήδη διαστρωμένων καταλλήλων και υγείων προϊόντων σε θέσεις επιχωμάτων αυλείου

²⁴ ΠΗΓΗ Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων, (Τ.Ο. ΤΕΕ 20702- 5/2010) Α' έκδοση, Αθήνα 2011

χώρου με την βέλτιστη υγρασία σε ποσοστό τουλάχιστον ίσο με το 95% της
μεγίστης ξηρής πυκνότητας που λαμβάνεται εργαστηριακά με την πρότυπη

μέθοδο προσδιορισμού της σχετικής υγρασίας-πυκνότητας, AASHO: T180/D (τροποποιημένη μέθοδο AASHO), αφού η εργαστηριακή μέγιστη πυκνότητα διορθωθεί για το επί τοις εκατό ποσοστό χονδρόκοκκου υλικού που συγκρατείται από κόσκινο 3/4 (19,1 MM) με βάση τον τύπο της Πρότυπης Τεχνικής Προδιαγραφής XI του Υ.Δ.Ε.

- ✓ Επιχώσεις (περιλαμβάνουν την εναπόθεση, διάστρωση κατά στρώσεις 30 CM., κατάβρεγμα και συμπύκνωση) με οποιαδήποτε μέσα και με κατάλληλα και υγιή προϊόντα με στόχο την επίχωση των διαμορφωμένων χώρων μέσα στην περίμετρο των κτιρίων και στεγασμένων χώρων, για την διαμόρφωση της στάθμης εφαρμογής της υπόβασης των δαπέδων Ισογείου και Υπογείου και την επίχωση των κενών των ορυγμάτων μετά την κατασκευή των θεμελίων και λοιπών οικοδομικών στοιχείων που κατασκευάζονται μέσα στα ορύγματα. Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις οι επιχώσεις θα συμπυκνωθούν με την βέλτιστη υγρασία, σε ποσοστό τουλάχιστον ίσο με το 95% της μέγιστης ξερής πυκνότητας που λαμβάνεται εργαστηριακά με την πρότυπη μέθοδο προσδιορισμού της σχετικής υγρασίας-πυκνότητας AASHO; T180/D (τροποποιημένη μέθοδο AASHO), αφού η εργαστηριακή μέγιστη πυκνότητα διορθωθεί για το επί τοις εκατό ποσοστό του χονδρόκοκκου υλικού που συγκρατείται από κόσκινο 3/4 (19,1 MM) με βάση τον τύπο της Πρότυπης Τεχνικής Προδιαγραφής XI του Υ.Δ.Ε.
- ✓ Διαμόρφωση με μικροεσκαφές ή μικροεπιχώσεις της επιφανείας των σκαφών του αυλείου χώρου που έχουν ήδη σκαφτεί ή επιχωματωθεί για την απόκτηση του επιθυμητού γεωμετρικού σχήματος και των απαιτούμενων κλίσεων και συμπύκνωση με οποιαδήποτε κατάλληλα μέσα, με την βέλτιστη υγρασία, σε ποσοστό τουλάχιστον ίσο με το 95% της μέγιστης ξερής πυκνότητας που λαμβάνεται εργαστηριακά με την πρότυπη μέθοδο προσδιορισμού της σχετικής υγρασίας-πυκνότητας AASHO: T-180/D (τροποποιημένη μέθοδο AASHO) αφού η εργαστηριακή μέγιστη πυκνότητα διορθωθεί για το επί τοις εκατό ποσοστό του χονδρόκοκκου υλικού, που συγκρατείται με κόσκινο 3/4 (19,1 MM) με βάση και πάλι τον τύπο της Πρότυπης Τεχνικής Προδιαγραφής XI του Υ.Δ.Ε.²⁵
- ✓ Προμήθεια με οποιαδήποτε μέσα από δανειοθαλάμους που βρίσκονται εκτός του

²⁵ ΠΗΓΗ Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων, (Τ.Ο. ΤΕΕ 20702- 5/2010) Α' έκδοση, Αθήνα 2011

οικοπέδου και σε οποιεσδήποτε αποστάσεις από αυτό (το οικόπεδο) και φορτοεκφορτώσεις και μεταφορές με οποιαδήποτε μέσα, δανείων χωμάτων καταλλήλων για επιχώσεις, κατά την κρίση της Υπηρεσίας, σε θέσεις επιχωμάτων αυλείου χώρου όπου θα διαστρωθούν ή σε θέσεις επιχώσεων και θα εναποτεθούν καταλλήλως.

- ✓ Προμήθεια κηποχώματος, μεταφορά επί τόπου και διάστρωση του, σε θέσεις παρτεριών και ζαρντινιέρων αυλείου χώρου.
- ✓ Προμήθεια θαλάσσιας άμμου καθαρής, μεταφορά επί τόπου και διάστρωση σε θέσεις σκαμμάτων, αθλητικών αγωνισμάτων.
- ✓ Κατεδαφίσεις πάσης φύσεως υφισταμένων κτισμάτων (κτιρίων, υπόστεγων, μανδροτοιχών, δαπέδων κ.λ.π.) και καθαιρέσεις θεμελίων, σε όποιες θέσεις και σε όποιο βάθος απαιτείται για την απρόσκοπτη εκτέλεση των εργασιών του έργου, σύμφωνα με την μελέτη εφαρμογής του (κατασκευή κτιρίων, στεγασμένων χώρων, περίφραξη οικοπέδου, κατασκευές για την διαμόρφωση του αύλειου χώρου κλπ.)²⁶

2.2 Δάπεδα Υπόβαση - Υγρομόνωση - Θερμομόνωση πατώματος, ισογείων και υπογείων

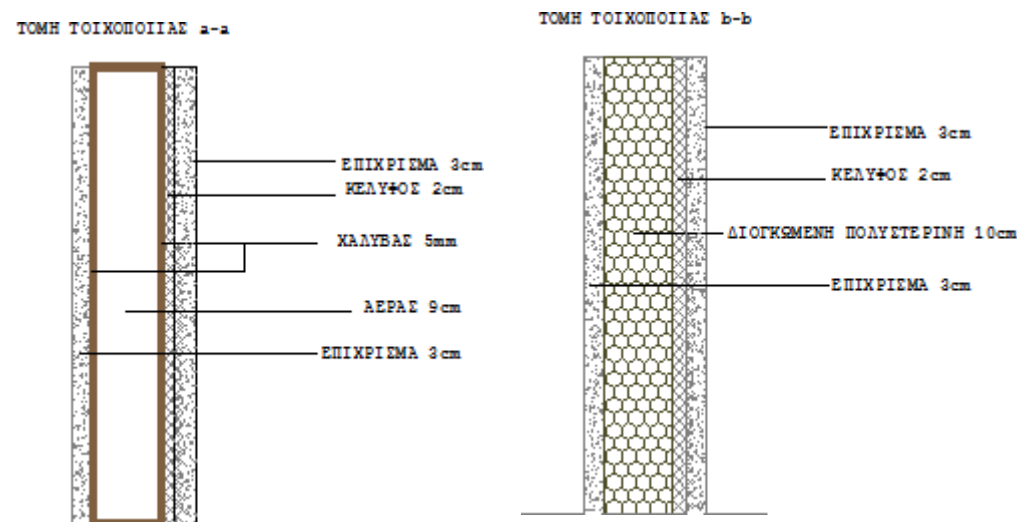
Οι στάθμες του εδάφους είτε με εκσκαφή, είτε με επίχωση, είτε και με συνδυασμό τους μέσα στην περίμετρο των κτιρίων θα διαμορφωθούν 40 CM - 42 CM (ανάλογα με το πάχος των θερμομονωτικών πλακών) χαμηλότερα από την αντίστοιχη στάθμη της επάνω επιφανείας του από σκυρόδεμα C12/15 πατώματος, στην περίπτωση θερμαινόμενων χώρων ή 37 CM στην περίπτωση μη θερμαινόμενων χώρων καθώς και μέσα στην περίμετρο στεγασμένων χώρων, ακαλύπτων εξωστών ή βεραντών ισογείων, πλατύσκαλων ακαλύπτων κλιμάκων εισόδων κτιρίων και πατωμάτων COURS ANGLAISES. Η επιφάνεια του εδάφους που θα προκύψει, είτε από επίχωση, είτε από εκσκαφή, είτε από συνδυασμό τους, θα κυλινδρωθεί καταλλήλως, ούτως ώστε να επιτευχθεί η συμπίκνωση της. Το κενό ύψος 40 CM - 42 CM θα πληρωθεί από κάτω

²⁶ ΠΗΓΗ Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων, (Τ.Ο. ΤΕΕ 20702- 5/2010) Α' έκδοση, Αθήνα 2011

προς τα πάνω με:

- ✓ Στρώση σκύρων σκυροδέματος, πάχους 20 CM καλώς κυλινδρωμένη.

- ✓ Ισοπεδωτική στρώση άμμου λατομείου, λεπτόκοκκη καλώς κυλινδρωμένη για την εξομάλυνση της επιφάνειας του σκυροστρώστου που θα υπερκαλύπτει κατά 2 CM.
- ✓ Διάστρωση τεντωμένων φύλλων πλαστικού (πολυαιθυλενίου), πλάτους 5 M, βάρους 200 χγρ/μ² - νάυλον θερμοκηπίων 20 γραμμών). Τα φύλλα θα αλληλοεπικαλύπτονται κατά 10 CM τουλάχιστον και συγκολλούνται σ' όλο το μήκος τους με ειδική αυτοκόλλητη ταινία συσκευασίας, πλάτους 5 CM τουλάχιστον. Τα περιμετρικά άκρα του πλαστικού σε κάθε φάτνωμα των συνδετήριων δοκών εξέχουν 30 CM έως 40 CM του αντιστοίχου ανοίγματος του φανώματος. Τα εξέχοντα άκρα θα αναδιπλωθούν τελικά σύμφωνα με τα παρακάτω.
- ✓ Στρώση νταμωτών πλακών θερμομονωτικού υλικού από σκληρές πλάκες υαλοβάμβακα, μεγάλων φορτίων, ελάχιστου πάχους 3 CM, βάρους 110 ΚΛΓ/Μ³ ή από πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης, βάρους τουλάχιστον 20 ΧΛΓ./Μ³, ελάχιστου πάχους 3 CM. Το πάχος και το είδος των μονωτικών πλακών καθορίζεται επακριβώς στην μελέτη θερμομόνωσης.



Εικόνα 3: Τομή τοιχοποιίας²⁷

²⁷ ΠΗΓΗ <http://www.anelixi.org/ereuna-efarmoges/bioklimatikos-sxediasmos->

- ✓ Διάστρωση τεντωμένων φύλλων πλαστικού (πολυαιθυλενίου), κατά τα λοιπά όπως στο χωρίς όμως προεξέχοντα άκρα. Το πλαστικό αυτό επικαλύπτεται από τα εξέχοντα άκρα της προηγούμενης στρώσης πλαστικού που αναδιπλώνονται και συγκολλούνται με αυτοκόλλητη ταινία συσκευασίας, πλάτους τουλάχιστον 5 CM. σ' όλη την περίμετρο κάθε φατνώματος.
- ✓ Στρώση σκυροδέματος κατηγορίας C12/15, πάχους 15 CM ελαφρά οπλισμένου με δομικό πλέγμα T 131 Τα πλέγματα θα αλληλοεπικαλύπτονται σε πλάτος μιας βροχίδας και θα εδράζονται στα συνδετήρια δοκάρια και τα τοιχεία απ' ευθείας ή με μουστάκια, όπου τούτο επιβάλλεται. Η στρώση του σκυροδέματος δαπέδου δεν θα διακόπτει σε καμιά περίπτωση τη συνέχεια (από την άποψη κατηγορίας σκυροδέματος) κατακόρυφων στοιχείων του φέροντος οργανισμού που κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα, κατηγορίας C16/20 ή C20/25, ανάλογα με την μελέτη. Στη συνέχεια στο σκυρόδεμα δαπέδων υπογείων θα προστεθεί στεγανωτικό υλικό μάζης, της έγκρισης της Υπηρεσίας, στην αναλογία που προβλέπουν οι προδιαγραφές του υλικού. Η προσθήκη του στεγανωτικού, σε περίπτωση έτοιμου σκυροδέματος θα γίνεται στο εργοτάξιο, παρουσία οποιουδήποτε αρμόδιου υπαλλήλου της Υπηρεσίας Επίβλεψης. Σε όλα τα περιμετρικά και ενδιάμεσα συνδετήρια δοκάρια και τοιχεία που δημιουργούν τα φατνώματα, θα τοποθετηθούν στο μέσον του μήκους τους και στην κάτω στάθμη του σκυροστρώτου, τεμάχια σωλήνων πλαστικών ή αμιαντοτσιμέντου Φ5 CM-Φ 7 CM που το μήκος τους θα είναι ίσο με το πάχος των παραπάνω δοκαριών και τοιχείων. Οι σωλήνες αυτοί θα τοποθετηθούν στους ξυλότυπους, πριν την διάστρωση του σκυροδέματος. Σε περίπτωση που η ελεύθερη έξοδος των σωλήνων των περιμετρικών δοκαριών ή τοιχείων παρεμποδίζεται, μπορεί οι σωλήνες να ανυψωθούν από το κάτω μέρος του με την σκυρόστρωση του, με την προϋπόθεση να μη το υπερβαίνουν. Εάν και σ' αυτή την θέση πάλι παρεμποδίζεται η έξοδος τους, τότε αντί του μέσου μήκους του δοκαριού ή του τοιχείου, τοποθετούνται σε άλλη πιο πρόσφορη θέση. Αν παρ' όλα τα παραπάνω δεν επιτυγχάνεται ελεύθερη έξοδος, οι σωλήνες σ' αυτές τις θέσεις καταργούνται²⁸. Τοκενό ύψος 32 CM θα πληρωθεί με σκύρα, με άμμο λατομείου, με φύλλα πολυαιθυλενίου, και ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα C12/15¹⁰.

²⁸ ΠΗΓΗ Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων, (Τ.Ο. ΤΕΕ 20702- 5/2010) Α' έκδοση,

2.3 Βιομηχανικά προκατασκευασμένα κράσπεδα που προβλέπονται σύμφωνα με την μελέτη

Για την κατασκευή των πεζουλιών χρησιμοποιούνται οπλισμένα προκατασκευασμένα κράσπεδα σκυροδέματος, κατηγορίας C16/20, διαστάσεων 100x15x30 CM και για την κατασκευή κρασπεδορείθρων χρησιμοποιούνται οπλισμένα προκατασκευασμένα κράσπεδα σκυροδέματος, κατηγορίας C16/20 και διαστάσεων 100x15x30 CM. Με προκατασκευασμένα κράσπεδα κατασκευάζονται κατά κανόνα τα πεζούλια και τα κρασπεδορείθρα, διαχωριστικά επιφανειών αυλείου χώρου με διαφορά στάθμης έως 20 CM. Στην κατασκευή του συνόλου του φέροντος οργανισμού (περιλαμβάνονται στηθαία, πέργκολες, στέγαστρα, σκίαστρα κ.λ.π.) και των κτιρίων και των στεγασμένων χώρων (θεμελίωση και ανωδομή) χρησιμοποιείται σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20 ή C20/25. Η σκυροδέτηση των αντεστραμμένων δοκών και στηθαίων θα γίνεται ταυτόχρονα με την διάστρωση της πλάκας. Το στεγανοποιητικό υλικό μάζας σκυροδεμάτων, της εγκρίσεως της Υπηρεσίας και σε αναλογία που προβλέπουν οι προδιαγραφές του υλικού προβλέπεται οπωσδήποτε α) στα περιμετρικά τοιχώματα και στις κολώνες των υπογείων β) στην κατασκευή ζαρντινιέρων δια λευκού ή κοινού τσιμέντου γ) στην κατασκευή πάγκων καθιστικών δια λευκού ή κοινού τσιμέντου δ) στην κατασκευή πρεκιών, σενάζ, ποδιών, στέψεων πλινθοδομών, λεπτών κολώνων μη φερουσών που η επιφάνεια τους ή και τμήμα τους παραμένει ανεπίχριστ ε) τέλος στην κατασκευή όλων των παραπάνω, έστω και αν επιχρίονται σ' όλη την επιφάνεια τους, στην περίπτωση που η μελέτη προβλέπει την κατασκευή τους από C16/20 στ) στην κατασκευή των κλιμάκων²⁹, πλατύσκαλων και ραμπών ανόδου ή καθόδου, από αύλειο χώρο σε οποιαδήποτε στάθμη κτιρίου ή στεγασμένου χώρου που η μελέτη προβλέπει την κατασκευή τους από σκυρόδεμα C16/20 (περιλαμβανομένων θεμελίων, τοιχωμάτων, τυχόν στηθαίων κ.λ.π. στ) στην κατασκευή των θεμελίων, τοιχωμάτων, τυχόν στηθαίων κ.λ.π. COURS

²⁹ ΠΗΓΗ Athina G. Gaglia , Constantinos A. Balaras, Sevastianos Mirasgedis Elena Georgopoulou , Yiannis Sarafidis , Dimitris P. Lalas, Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings, 2006

ANGLAISES, που η κατασκευή τους προβλέπεται από την μελέτη να γίνει από σκυρόδεμα C16/20 ή C20/2 ζ) στην κατασκευή κλιμάκων επικοινωνίας τμημάτων αυλείου χώρου με διαφορετική στάθμη και τη θεμελίωση τους, που η μελέτη προβλέπει να κατασκευασθούν από σκυρόδεμα C16/20 η) στην κατασκευή των κερκίδων του αυλείου χώρου που η μελέτη προβλέπει να κατασκευασθούν από σκυρόδεμα C16/20 ή C20/25 θ) στην κατασκευή της βάσεως κ.λ.π. στοιχείων της περίφραξης (τοιχεία, κολώνες, σαμάρια κ.λ.π.) που η μελέτη προβλέπει την κατασκευή τους από σκυρόδεμα ι) στην κατασκευή των τοίχων αντιστηρίξεως που η μελέτη προβλέπει την κατασκευή τους από σκυρόδεμα C16/20 ή C20/25 και οποιαδήποτε άλλη κατασκευή ή τμήμα της που η μελέτη προβλέπει να γίνει με σκυρόδεμα C16/20 ή C20/25.

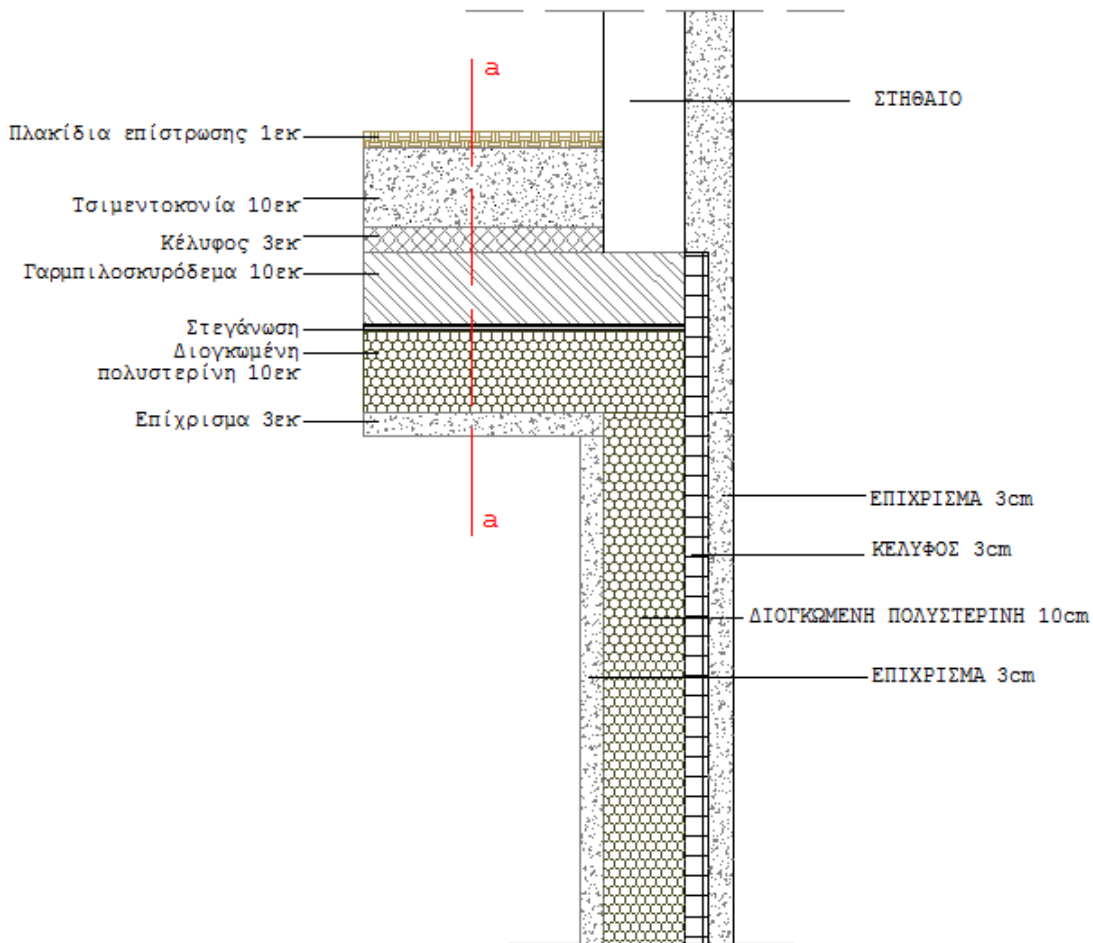
2.4 Ξυλότυποι ανεπίχριστων επιφανειών σκυροδέματος

Οι ξυλότυποι ανεπίχριστων επιφανειών σκυροδέματος προβλέπονται στις θέσεις που οι αντίστοιχες επιφάνειες σκυροδέματος θα παραμείνουν ανεπίχριστες, σύμφωνα με την μελέτη. Θα κατασκευαστούν με όλως ιδιαίτερη επιμέλεια είτε από ξυλόπλακες άριστης κατάστασης, τύπου BETOFORM, πάχους 19 MM τουλάχιστον, είτε από ισοπαχείς πλανισμένες σανίδες, άριστης κατάστασης (το πολύ δύο χρήσεων), πάχους 2,5 εκ. και πλάτους συνήθους 10-12 CM, αναλόγως με το τι προβλέπει η μελέτη. Ακόμη θα γίνει χρήση μη πλανισμένων ισοπαχών σανίδων, μόνον εφ'όσον και όπου ορίζεται σαφώς από την μελέτη. Οι επιφάνειες των παραπάνω ξυλοτύπων θα επαλειφθούν με κατάλληλο αποκολλητικό υλικό, μέχρι κορεσμού. Τώρα, προβλέπεται τοποθέτηση επί των ξυλοτύπων ξύλινων πηχίσκων, τριγωνικής (ορθογωνίου τριγώνου) ή τραπεζοειδούς διατομής ή ειδικών πλαστικών -μεταλλικών σκότιων σχήματος Π, για την κατασκευή των διαφόρων σκοτιών και ποταμών που προβλέπονται από τη μελέτη³⁰. Η κατασκευή

³⁰ ΠΗΓΗ Athina G. Gaglia , Constantinos A. Balaras, Sevastianos Mirasgedis Elena Georgopoulou , Yiannis Sarafidis , Dimitris P. Lalas, Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings, 2006

σκοτιών μη προβλεπομένων από την μελέτη, αλλά απαιτητών για ειδικούς κατασκευαστικούς λόγους, είναι υποχρεωτική για τον εργολάβο (π.χ. μη δυνατότης από αντικειμενικούς λόγους κατασκευής στηθαίων μαζί με πλάκα, οπότε στην θέση επαφής δημιουργείται σκοτία). Στους ξυλοτύπους των τοιχείων δεν θα τοποθετηθούν τρυπόξυλα αλλά σίδηροι σύνδεσμοι χωρίς παρεμβολή σωλήνων καθώς οι επιφάνειες των σκυροδεμάτων μετά την αφαίρεση των ξυλοτύπων πρέπει να είναι εμφανισιακά άψογες. Σε περίπτωση που κατά την απόλυτη κρίση της Υπηρεσίας οι ανεπίχρηστες εμφανείς επιφάνειες σκυροδεμάτων δεν είναι εμφανισιακά άψογες, ο ανάδοχος υποχρεούται στην επίχριση τους με τσιμεντοκονίαμα 450 KG τσιμέντου με προσθήκη οποιωνδήποτε ειδικών συγκολλητικών ρητινών τύπου π.χ. REVINEX και σε όποια έκταση απαιτεί η αισθητική, κατά την απόλυτη κρίση της Υπηρεσίας, εμφάνιση των κτισμάτων.

ΕΝΩΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΜΕ ΔΑΠΕΔΟ

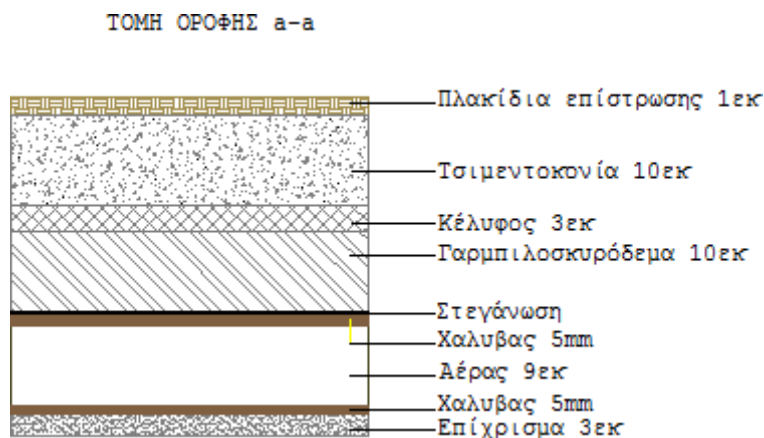


Εικόνα 4: Διατομή³¹

Στην συνέχεια σιδηροπλισμοί S 220 προβλέπονται σύμφωνα με την μελέτη για την κατασκευή οπλισμένων σκυροδεμάτων, κατηγορίας C12/15. Επίσης για την κατασκευή των συνδετήρων δοκών και υποστυλωμάτων που κατασκευάζονται, χρησιμοποιείται σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20 ή C20/25. Σιδηροπλισμοί S 400 προβλέπονται στην κατασκευή των οπλισμένων σκυροδεμάτων, κατηγορίας C16/20 ή C20/25, σιδηροπλισμοί S 500 (δομικό πλέγμα) προβλέπονται σε όλα τα δάπεδα, από σκυρόδεμα C12/15, των ισογείων και υπογείων κτιρίων, στεγασμένων χώρων, εξωστών και

³¹ ΠΗΓΗ 11 <http://www.anelixi.org/ereuna-efarmoges/bioklimatikos-sxediasmos->

βεραντών κατ' επέκταση των ισογείων. Σε δάπεδα αυλείου χώρου χρησιμοποιείται C12/15, μόνον εφ' όσον το προβλέπει η μελέτη ή το κρίνει απαραίτητο η Υπηρεσία κατά την κατασκευή. Όλοι οι σιδηροπλισμοί θα καλύπτονται με σκυρόδεμα, πάχους 2-2,5 CM και οι προς το ύπαιθρο 3,5 CM τουλάχιστον. 3.10. Σκυρόδεμα κατηγορίας C 20/25 υψηλής αντοχής προβλέπεται στην κατασκευή όλων των προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων του κτιρίου, τα οποία περιγράφονται στην Τεχνική Περιγραφή του τεύχους της στατικής μελέτης για το νέο σύστημα μόνιμης και μεταφερόμενης βαριάς προκατασκευής.



Εικόνα 5: Τομή οροφής³²

2.5. Υγρομόνωση τοιχωμάτων και υποστυλωμάτων υπογείων

Εκτός από την προσθήκη στεγανωτικού υλικού μάζας, στο σκυρόδεμα προβλέπονται

³² ΠΗΓΗ 11 <http://www.anelixi.org/ereuna-efarmoges/bioklimatikos-sxediasmos->

και οι παρακάτω εργασίες, για την προστασία από υγρασία των τοιχωμάτων και κολώνων υπογείων.

Πολύ επιμελημένο μερεμέτισμα των εξωτερικών επιφανειών των περιμετρικών τοιχωμάτων και κολωνών υπογείων με ισχυρή τσιμεντοκονία 450 ΚΛΠ τσιμέντου. Στην κονία έχει προστεθεί ειδικό βελτιωτικό κονιών της έγκρισης της Υπηρεσίας, στην αναλογία που προβλέπουν οι προδιαγραφές του υλικού (πλήρωση τυχόν μικροσπών, μικρορωγμών, κάλυψη τυχόν εκτεθειμένου σιδηροπλισμού κ.λ.π.).

Επάλειψη των παραπάνω επιφανειών με τέσσερις διασταυρούμενες στρώσεις ασφαλτικού γαλακτώματος, της εγκρίσεως της Υπηρεσίας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του υλικού. Κάθε επόμενη διάστρωση θα γίνεται αφού στεγνώσει τελείως η προηγούμενη.

Το κενό, του έξω από την περίμετρο του υπογείου ορύγματος που προέκυψε από τις εκσκαφές για την κατασκευή της θεμελίωσης, γεμίζει με σκύρα σκυροδέματος έως την στάθμη εφαρμογής των αντιστοιχών σε κάθε θέση κατασκευών του αύλειου χώρου. Η πλήρωση γίνεται σε στρώσεις το πολύ 30 CM αρίστης συμπίκνωσης.

Η επάνω επιφάνεια του σκυρόστρωτου θα μορφωθεί επίπεδη με ελάχιστο πλάτος σκυροστρώτου 50 CM κάτω και 70 CM άνω.

Σε περίπτωση που το προβλέπει η μελέτη ή το κρίνει απαραίτητο η Υπηρεσία επίβλεψης, 10 CM τουλάχιστον πάνω από τον πυθμένα του ορύγματος, τοποθετούνται εν ξηρώ μέσα 25 στην μάζα των σκύρων, στη σειρά, ειδικοί τσιμεντοσωλήνες διάτρητοι στο άνω ήμισυ της περιμέτρου (στραγγιστήρες), Φ16 CM - Φ20 CM, με κλίση τουλάχιστον 0,5% προς την πιο πρόσφορη θέση για την κατασκευή φρεατίου αποδοχής των υδάτων ή και ενδιάμεσου φρεατίου αποδοχής των υδάτων ή και ενδιάμεσου φρεατίου αλλαγής διεύθυνσης. Τα φρεάτια αυτά θα είναι επισκέψιμα και θα κατασκευασθούν σύμφωνα με την μελέτη. Αν οι κλίσεις του οικοπέδου το επιτρέπουν, τα ύδατα αυτά απάγονται σε κατάλληλο γενικό αποδέκτη. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, η εκκένωση του φρεατίου περισυλλογής θα γίνεται με κατάλληλο αντλητικό συγκρότημα.

Ελαφρείς διαχωριστικοί τοίχου αιθουσών που θα χουν συνολικό πάχος 12,5 εκ. κατασκευάζονται ως εξής : Κατά μήκος του ανοίγματος και επί του τελικού δαπέδου τοποθετείται στρωτήρας από διατομή γαλβανισμένης λαμαρίνας σχήματος I διαστάσεων 50/40/06. Όμοιας διατομής στρωτήρας τοποθετείται κατά μήκος της οροφής ή του πέλματος της δοκού. Στην περίμετρο του τοιχώματος το διάκενο μεταξύ των μεταλλικών διατομών και των παρειών των δομικών στοιχείων σφραγίζεται με αφρώδη, αυτοκόλλητη ηχομονωτική ταινία πολυαιθυλενίου. Εντός των δύο οριζοντίων στρωτήρων τοποθετούνται ορθοστάτες από διατομή γαλβανισμένης λαμαρίνας διαστ. 50/50/06 σε αξονικές αποστάσεις όχι μεγαλύτερες των 60 εκ. Ορθοστάτες τοποθετούνται και στις δύο κατακόρυφες παρειές του ανοίγματος. Εάν στο τοίχωμα προβλέπεται άνοιγμα θύρας, στο πλαίσιο του ανοίγματος τοποθετούνται απαραίτητως κατακόρυφοι ορθοστάτες και οριζόντιοι στρωτήρες. Επάνω στον μεταλλικό σκελετό του τοιχώματος βιδώνονται δύο στρώσεις γυψοσανίδων σε κάθε παρειά. Χρησιμοποιούνται πυρίμαχες γυψοσανίδες πάχους 12,5 χιλ., πλάτους 1,20 μ. και ύψους ίσου με το ελεύθερο ύψος του ανοίγματος. Οι κατακόρυφοι αρμοί της δεύτερης στρώσης δεν θα συμπίπτουν με τους αρμούς των γυψοσανίδων της πρώτης στρώσης, αλλά με τους κατακόρυφους άξονες. Οι αρμοί των γυψοσανίδων καλύπτονται πρώτα με αυτοκόλλητη, δικτυωτή υαλοταινία αρμού, μετά στοκάρονται δύο φορές (το πρώτο «χέρι χονδρό» και το δεύτερο «χέρι ψιλό»). Ομοίως καλύπτονται οι κεφαλές των βιδών και λοιπές μικροατέλειες της επιφάνειας. Το διάκενο μεταξύ των δύο παρειών του τοιχώματος γεμίζει με ηχομονωτικό υλικό (ορυκτοβάμβακα) πάχους 40χιλ. πυκνότητας 30 χιλ/μ³, ώστε να εξασφαλίζεται ηχομονωτική ικανότητα τουλάχιστον 46 DB. Όλα τα υλικά και μικρουλικά που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή (βίδες, βύσματα στερεώσεως κλπ.) θα είναι ανοξειδώτα. Η τελική επιφάνεια του διαχωριστικού τοίχου βάφεται με πλαστικό χρώμα σε δύοτουλάχιστον στρώσεις. Εάν στο τοίχωμα προβλέπεται θύρα, η στραντζαριστή κάσα της θύρας συγκοιείται με τζινέτια επάνω στους ορθοστάτες του ανοίγματος. Το κενό της κάσας γεμίζει ολόκληρο με τσιμεντοκονίαμα άμμου χονδρόκοκκου ή γαρμπιλομετόν που γεμίζει το κενό της κάσας και του τοίχου. Στην περίπτωση κατά την οποία στον ελαφρύ διαχωριστικό τοίχο πρόκειται να στερεωθεί πίνακας διδασκαλίας, ερμάρια, κρεμάστρες, η κατασκευή του τοίχου ενισχύεται με ξύλινες ταύλες μεταξύ των ορθοστατών σε πλάτος μεγαλύτερο του

αναγκαίου για την στήριξη των ανωτέρω³³. Στις περιπτώσεις που στον ελαφρύ τοίχο προβλέπεται άνοιγμα θύρας, γίνεται επίσης εσωτερική ενίσχυση των ορθοστατών και του

³³ ΠΗΓΗ Μανωλάτος Γρ., Γιαννόπουλος Π, Ο. Κούρτα, Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Νέο σύστημα προκατασκευής του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυρόδεμα, σελ.12

στρωτήρα που μορφώνουν τους λαμπάδες και το πρέκι του ανοίγματος με καδρόνια ανάλογης διατομής.

Οι διάτρητοι διακοσμητικοί τοίχοι (CLAUSTRA) κατασκευάζονται από:

- Βιομηχανοποιημένους τσιμεντόλιθους πρέσσας, διάκενους που δομούνται με τσιμεντοκονίαμα λευκού τσιμέντου 450 ΚΛΠ και 1:3 άμμου λατομείου λεπτόκοκκης ή θαλάσσης.
- Οπλισμένο σκυρόδεμα, επί τόπου, δια λευκού τσιμέντου και λευκών μαρμαροψηφίδων.
- Βιομηχανοποιημένα, έτοιμα τεμάχια οπλισμένου σκυροδέματος, δια λευκού τσιμέντου που συναρμολογούνται επί τόπου.

Οι επενδύσεις των τοίχων γίνονται με:

Α) κεραμικά πλακίδια πορσελάνης Προβλέπεται δηλαδή να επενδυθούν κατά κανόνα οι τοίχοι των χώρων υγιεινής μέχρι την επάνω επιφάνεια των πρεκιών, ή των διαχωριστικών τοίχων W.C. ή όπου αλλού καθορίζεται από την μελέτη με κεραμικά πλακίδια πορσελάνης πρώτης ποιότητας, και πιστοποιημένα με το σύστημα διασφάλισης ISO.9002 με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Διαστάσεις πλευρών: $\pm 0,5\%$
- Ευθύτητα πλευρών: $\pm 0,5\%$
- Επιπεδότητα: $\pm 0,50\%$ 4.
- Ορθογωνιότητα: $\pm 0,6\%$ 5.
- Υδατοαπορροφητικότητα: 0-3% 6. Αντοχή στην απότριψη 205mm³
- Μηχανική αντοχή 27N/mm²
- Επίσης απαιτείται αντοχή σε χημικά, οξέα, βάσεις, αλκαλικά (πλην HF), ανθεκτικότητα στις χαράξεις στην απότριψη και γενικά στις υψηλές κυκλοφοριακές καταπονήσεις. Ο ανάδοχος υποχρεούται να προσκομίσει ικανό αριθμό δειγμάτων διαφορετικών διαστάσεων και χρωμάτων ώστε η Υπηρεσία να επιλέξει το πλέον κατάλληλο

Αρμοί απολύτως κατακόρυφοι και οριζόντιοι, πλάτους 1mm τουλάχιστον, αρμολόγημα με πολύ λευκό τσιμέντο και τσίγκου σε αναλογία 1:1 και νερού τοποθετούνται σε επιφάνειες επιχρισμένες με μαρμαροκονίαμα, λίαν επιμελημένο, με ειδική σφιχτή κόλλα της έγκρισης της Υπηρεσίας, που απλώνεται σε επιφάνεια το πολύ 0.50 m² με ειδική οδοντωτή σπάτουλα, με ταυτόχρονη διύγρυνση με νερό, πλακιδίου και αντίστοιχης επιφάνειας επιχρίσματος.

Ιδιαίτερη επιμέλεια στο αρμολόγημα του αρμού μεταξύ δαπέδου- τοίχου στην πίσω πλευρά των λεκανών W.C..Σμαλτωμένες επιφάνειες τελείως κατακόρυφες. Η επάνω ακμή της πρώτης σε επαφή με το δάπεδο σειράς είναι τελείως οριζόντια. Η κάτω ακμή διαμορφώνεται κατάλληλα με κόφτη και τρόχισμα, εφάπτεται του δαπέδου και ακολουθεί φυσικά την κλίση του. Στις κυρτές γωνίες τα πλακίδια εφάπτονται σε φαλτσογωνιά που γίνεται με κατάλληλο τρόχισμα και κολλούνται μεταξύ τους με κόλλα μαρμάρου (στα σόκορα της φαλτσογωνιάς). Σε περίπτωση μήκους μεγαλύτερου των 4,5 M διαμορφώνεται αρμός διαστολής, πλάτους 1 cm που πληρούται με ειδική σύριγγα με λευκό στόκο σιλικόνης. Στους διαχωριστικούς τοίχους που δεν φθάνουν ως την οροφή, επενδύεται με πλακίδια (ή και λωρίδες μαρμάρου) η άνω οριζόντια επιφάνεια τους που εγκιβωτίζεται μεταξύ των εκατέρωθεν πλακιδίων της ανώτατης σειράς.

B) Διακοσμητικά τσιμεντοπλακίδια πάχους 1,5-2 cm έγχρωμα με πατούρα στην περίμετρο, προβλέπονται για επενδύσεις τοίχων, σύμφωνα με την μελέτη. Τοποθετούνται είτε σε επιφάνεια σκυροδέματος, κολυμπητά με τσιμεντοκονίαμα 450 kg τσιμέντου (1:3), είτε σε επιφάνεια μαρμαροκονιάματος κολλητά όπως τα πλακίδια πορσελάνης. Οι κατακόρυφοι αρμοί είναι διασταυρούμενοι.

Γ) Διακοσμητικά έγχρωμα συμπαγή τούβλα πρέσσας προβλέπονται για επενδύσεις τοίχων από πλινθοδομή ή από σκυρόδεμα, σύμφωνα με την μελέτη. Η απόχρωση των τούβλων θα είναι εκλογής της Υπηρεσίας. Πάχος επένδυσης 5-7 cm. Για την προστασία των τούβλων αυτών θα γίνει διπλή επάλειψη δια ειδικού βερνικο-χρώματος για εμφανή τούβλα, αφού προηγουμένως γίνει καθαρισμός της επιφανείας τους. Η δόμηση με τσιμεντοκονία 450 KG κοινού ή λευκού τσιμέντου και άμμου θαλάσσης (1:3). Στο κονίαμα αντί νερού, χρησιμοποιείται γαλάκτωμα πρώτης ύλης πλαστικού σε αναλογία 1:5. Το είδος του τσιμέντου και η τυχόν προσθήκη μεταλλικού χρώματος θα καθορίζεται από την επίβλεψη. Ακόμη απαιτούνται αρμοί πλάτους και βάθους 1 cm από την επιφάνεια της επένδυσης. Η διαμόρφωση των αρμών γίνεται με ξύλινα πηχάκια 1 X 1 CM και μπαίνει κονίαμα μεταξύ τοίχου και επένδυση πάχους 2-3 CM. Για ύψος

μεγαλύτερο από 2,00 M η όλη επένδυση αγκυρώνεται με γαλβανισμένα τζινέτια 25/3 MM ανά 1,00 M μήκους και 0,70 M ύψους. Σε περίπτωση σκυροδέματος έχουν σχήμα Γ και το κοντό σκέλος καρφώνεται με καρφιά τύπου HILTI στο τοιχείο, ενώ το άλλο σκέλος που έχει διχαλωτό άκρο πακτώνεται στο κονίαμα των αρμών της επένδυσης. Σε περίπτωση πλίνθοδομής τα τζινέτια είναι ευθύγραμμα διχαλωτά στις άκρες τους και πακτώνονται στο κονίαμα των αρμών, τόσο της επενδύμενης όσο και της επενδυθείσας πλινθοδομής.

Δ) Τεχνητή πέτρα τύπου "master stone" 8.4.1 Προβλέπονται για επενδύσεις τοίχων από πλινθοδομή ή από σκυρόδεμα, σύμφωνα με την μελέτη. Το μέγεθος και ο χρωματισμός της πέτρας θα είναι κατ' επιλογή του μελετητή. Πάχος επένδυσης 5-7εκ., φαινόμενη πυκνότητα της τάξεως 1.37 gr/cm³, υδατοαπορροφητικότητα 13.67% και αντοχή σε θλίψη 25.2N/mm². 10. ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ Κατασκευάζονται πάντα σύμφωνα με την μελέτη του έργου. 10.1. Επιστρώσεις πατωμάτων με μάρμαρο . Η στάθμη των καλυμμάτων και εσχαρών φρεατίων και σιφωνιών δαπέδου θα είναι κατά Μ.Μ. χαμηλότερη από την στάθμη του γύρω δαπέδου και ποτέ ίση ή μεγαλύτερη. Στην τελευταία περίπτωση ο ανάδοχος υποχρεούται αδαπάνως για τον εργοδότη να καθαρίσει και επανακατασκευάσει το μωσαϊκό δάπεδο στην επιβαλλόμενη στάθμη.

Δάπεδα γενικά που δεν έχουν την κατάλληλη κλίση, για την απρόσκοπτη ρύση των νερών προς εσχάρες σιφωνιών, φρεατίων, καναλιών κλπ. είναι και αυτά απαράδεκτα, καθαιρούνται και επανακατασκευάζονται αδαπάνως για τον εργοδότη.

Τα πλαστικά δάπεδα προβλέπονται για ορισμένους χώρους που καθορίζονται σαφώς στη μελέτη και κατασκευάζονται κατά κανόνα με ρολλούς από LINOLEUM πάχους 2.0 mm, σε απόχρωση εκλογής της Υπηρεσίας. Σαν υπόστρωμα κατασκευάζεται γαρμπιλομωσαϊκό καλώς λειασμένο, επίπεδο, πάχους περίπου 5 εκ. με κοινό τσιμέντο³⁴.

Η επιφάνεια του γαρμπιλομωσαϊκού σπατουλάρεται με ειδικούς στόκους δαπέδου για την εξομάλυνση της και ακολουθεί το κόλλημα των πλαστικών ρολλών με ειδική κατάλληλη κόλλα (όχι ασφαλτική), της έγκρισης της Υπηρεσίας, από τοίχο σε τοίχο. Σε περίπτωση τυχόν μαρμάρινων σοβατεπιών τα πλαστικά ρολλά εφάπτονται σ' αυτά. Στους χώρους που επιστρώνονται με πλαστικά ρολλά προβλέπονται κατά κανόνα σοβατεπιά ξύλινα λουστραρισμένα

³⁴ ΠΗΓΗ Μανωλάτος Γρ., Γιαννόπουλος Π, Ο. Κούρτα, Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Νέο σύστημα προκατασκευής του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυρόδεμα, σελ.12

από Σουηδική ξυλεία. Τοποθετούνται με φρεζάτες ορειχάλκινες ξυλόβιδες 20/30 που βιδώνονται ανά 50 εκ. σε πλαστικά βύσματα. Στους χώρους που επιστρώνονται με πλαστικά ρολλά

τοποθετούνται μαρμάρινες μπορντούρες (περιθώρια), συνεπίπεδες με το γαρμπιλομοσαϊκό, από ρετάλια μαρμάρων, οποιουδήποτε μήκους και είδους, πλάτους όμως τουλάχιστον 10 εκ. 10.3.6. Αρμοί στο γαρμπιλομοσαϊκό σε κάρναβο 4Χ4 περίπου, διπλής κοψιάς, πλάτους 3-10 Μ.Μ. και βάθους 2,5 εκ. Η τελική στάθμη δαπέδου πρέπει να είναι η ίδια με την στάθμη παρακειμένων χώρων.

Τα μωσαϊκά πλακάκια προβλέπονται για επίστρωση δαπέδων και χώρων που καθορίζονται σαφώς στην μελέτη. Είναι έγχρωμα, λευκού τσιμέντου, διαστάσεων 40/40/3 εκ. Τοποθετούνται νταμωτά με τσιμεντοκονίαμα 450 ΚΛΠ τσιμέντου, πάχους 2 εκ. τουλάχιστον. Αρμοί μεταξύ πλακών 3 Μ.Μ. το πολύ. Μετά την τοποθέτηση των πλακών καθαρίζονται οι αρμοί σ' όλο το βάθος των 3 εκ. (πεπιεσμένος αέρας, πλύσιμο με νερό κ.λ.π.) και αρμολογούνται με υδαρές τσιμεντοκονίαμα 600 ΚG λευκού τσιμέντου με άμμο θαλάσσης, με ή χωρίς μεταλλικό χρώμα. Η λείανση αρμών γίνεται ένα για πενήνθμερο με μηχανή λειάνσεως μαρμάρων για πλήρη ισοπέδωση. Στους χώρους με μωσαϊκά πλακάκια προβλέπονται σοβατεπιά μαρμάρινα. Αρμοί πλην των μεταξύ πλακιδίων δεν προβλέπονται, εκτός από τις θέσεις επαφής με άλλες επιστρώσεις, όπου τοποθετούνται λάμα αλουμινίου 30/3 Μ.Μ. Επίσης δεν προβλέπονται σ' αυτούς τους χώρους μπορντούρες (περιθώρια) μαρμάρινες. Ειδικά σκληρά δάπεδα προβλέπονται για ορισμένους ειδικούς χώρους που καθορίζονται στην μελέτη. Κατασκευάζονται από στρώμα γαρμπιλομπετόν των 300 ΚG τσιμέντου πάχους ελαχίστου 5 εκ. που στη νωπή του επιφάνεια γίνεται από ειδικευμένα συνεργεία, επίταση ειδικού εγχρώμου αντιολισθητικού σκληρού υλικού (π.χ. COLORCRON), σύμφωνα με τις προδιαγραφές του υλικού και τις οδηγίες του εργοστασίου παραγωγής του. Η ενσωμάτωση του υλικού στο γαρμπιλομπετόν επιτυγχάνεται με λειαντικές μηχανές τύπου ελικοπτέρου τελική επιφάνεια δαπέδου λεία και επίπεδη³⁵

Οι επιστρώσεις δαπέδων με κεραμικά πλακίδια προβλέπονται σε χώρους που σαφώς καθορίζονται από την μελέτη. Η υπόβαση και η μόνωση δαπέδου πρέπει να μελετηθεί και κατασκευασθεί σύμφωνα με τους ισχύοντες Κανονισμούς ώστε να εξασφαλίζεται η απαραίτητη υγρομόνωση και θερμομόνωση. Οι επιφάνειες των δαπέδων πρέπει να είναι απολύτως επίπεδες και οριζόντιες. Τα κατω-κάσια προβλέπονται από μάρμαρο. Τα πλακίδια θα είναι διαστάσεων > ή ίσο 0,20 μ. χ 0,20 μ., ποιότητας Α' και πιστοποιημέ να με το σύστημα διασφάλισης ISO.9002 με τα παρακάτω χαρακτηριστικά: 1. Διαστάσεις πλευρών: ± 0,5% 2. Ευθύτητα πλευρών: ± 0,5% 3. Επιπεδότητα: ± 0,50% 4. Ορθογωνιότητα: ± 0,6% 5. Υδατοαπορροφητικότητα: 0-3% 6. Αντοχή στην απότριψη 205mm³ 7. Μηχανική αντοχή 27N/mm² Επίσης απαιτείται αντοχή σε χημικά, οξέα, βάσεις, αλκαλικά (πλην HF), ανθεκτικότητα στις χαράξεις στην απότριψη και

³⁵ ΠΗΓΗ Μανωλάτος Γρ., Γιαννόπουλος Π, Ο. Κούρτα, Σ.Γ. Τσουκαντάς, Γ.Δ. Τοπιντζής, Νέο σύστημα προκατασκευής του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυρόδεμα, σελ.12

γενικά στις υψηλές κυκλοφοριακές καταπονήσεις. Ο ανάδοχος υποχρεούται να προσκομίσει στην Υπηρεσία ικανό αριθμό δειγμάτων διαφόρων διαστάσεων και χρωμάτων, ώστε να επιλέξει το

πλέον κατάλληλο. Η τοποθέτηση θα γίνεται επί τόπου του έργου μετά την τοποθέτηση των αιθουσών με τσιμεντοκονίαμα 450 kg τσιμέντου, (1:3) και στην περίπτωση των χώρων υγιεινής, με κλίση προς τα σιφόνια δαπέδου ή τις Τούρκικες λεκάνες. Επίσης μπορούν να τοποθετηθούν με κόλλα πλακιδίων επί διαμορφωμένης τσιμεντοκονίας ρύσεων. Και η παραμικρή στασιμότητα νερών θεωρείται κακοτεχνία και επιβάλλεται ανακατασκευή της κακότεχνης περιοχής. Οι αρμοί μεταξύ των πλακιδίων θα έχουν πλάτος 5 mm, θα είναι δε συνεχείς και στις δύο κατευθύνσεις. Δεν είναι αποδεκτή η τοποθέτηση των πλακιδίων με αντιμετάθεση αρμών. Η αρμολόγηση των αρμών θα γίνει με τσιμεντοκονίαμα 600 kg λευκού τσιμέντου και μεταλλικού χρώματος. Σε όλους τους χώρους με δάπεδο από κεραμικά πλακίδια προβλέπεται η τοποθέτηση σοβατεπιών από το ίδιο υλικό. Μεγάλες επιφάνειες χωρίζονται σε μικρότερες των 25 M2 περίπου με αρμό 10 MM. Πλήρωση αρμού σ' όλο το βάθος, με ειδικό στόκο δαπέδων, δύο συστατικών, της εγκρίσεως της Υπηρεσίας. Επιστρώσεις δαπέδων με γρανίτη προβλέπονται σε χώρους που σαφώς καθορίζονται από την μελέτη. Η υπόβαση και η μόνωση δαπέδου πρέπει να μελετηθεί και κατασκευασθεί σύμφωνα με τους ισχύοντες Κανονισμούς ώστε να εξασφαλίζεται η απαραίτητη υγρομόνωση και θερμομόνωση. Οι αρμοί διαστολής κτιρίων, στις θέσεις πατωμάτων-δαπέδων επικαλύπτονται αποκλειστικά με ειδικές βιομηχανοποιημένες λυόμενες αρθρωτές κατασκευές, της εγκρίσεως της Υπηρεσίας. Προηγείται στεγάνωση του αρμού που γυρίζει και στους κατακόρυφους τοίχους στα άκρα του αρμού, σε ύψος 7 εκ. 11.7.Οι εσωτερικοί αρμοί διαστολής κτιρίων στις θέσεις τοίχων και οροφών, επικαλύπτονται ανάλογα με ειδικές βιομηχανοποιημένες κουμπωτές κατασκευές, διατομής T, πλάτους τουλάχιστον 7 εκ. από ανοδειωμένο αλουμίνιο της εγκρίσεως της Υπηρεσίας³⁶.

2.6 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

Όλα τα κουφώματα του οικήματος, τα οποία προβλέπεται σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης να κατασκευασθούν από αλουμίνιο θα είναι βαμμένα ηλεκτροστατικά με βαφή πούδρας, πάχους 60 μικρών και θα είναι χρώματος της επιλογής της Υπηρεσίας. Τα παράθυρα είναι κατά κανόνα δίφυλλα ή τρίφυλλα ή τετράφυλλα, συρόμενα, επάλληλα. Οι φεγγίτες θα είναι σταθεροί ή κινητοί. Μεταξύ φεγγιτών και παραθύρων υπάρχει μεσοκάσσι. Τα εξωτερικά κουφώματα υπόγειων χώρων είναι σιδηρά (όχι αλουμινίου).

³⁶ΠΗΓΗ Μανωλάτος Γρ., Γιαννόπουλος Π, Ο. Κούρτα, Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Νέο σύστημα προκατασκευής του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυρόδεμα, σελ.12

Οι κάσσες θυρών από ειδικές στραντζαριστές διατομές από λαμαρίνα DKP, πάχους 2 χιλ., σύμφωνα με τα σχέδια λεπτομερειών. Πριν τοποθετηθούν αποσκωριώνονται και χρωματίζονται με μίνιο. Στερεώνονται με τζινέτια και τσιμεντοκονίαμα άμμου χονδρόκοκκου ή γαρμπιλομεπτόν που γεμίζει το κενό της κάσσας και τοίχου. Οι κάσσες θυρών παραθύρων ή φεγγιτών που προβλέπονται σε προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία του κτιρίου ενσωματώνονται κατά την παραγωγή των στοιχείων. Οι μεντεσέδες των θυρών που ανοίγουν προς τα έξω και αναδιπλώνονται στον παράπλευρο τοίχο, προεξέχουν ελαφρά (σαν μάσκουλα) για να επιτρέπουν την αναδίπλωση του θυρόφυλλου. Σταθεροποίηση των θυροφύλλων στους τοίχους με ειδικά στοπ τοίχου. Μεντεσέδες καταλλήλου μεγέθους ανάλογα με το βάρος του θυροφύλλου, τύπου SIMONS WERK ή QUIK κλπ., πάντα της εγκρίσεως της Υπηρεσίας με διάμετρο άξονα ανάλογα με τα φορτία και τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Για κάθε θυρόφυλλο χρειάζονται 3 μεντεσέδες τύπου SIMONS WERK ή 3 τύπου QUIK. Ειδικά για τα φύλλα εξωθύρων χρειάζονται 3 μεντεσέδες βαρέως τύπου SIMONS WERK ή τύπου QUIK. Τα ανοίγματα των θυρών είναι τα κάτωθι: α) Θύρες διοίκησης και γραφείων 100 εκ., β) Θύρες αιθουσών διδασκαλίας 110 εκ. γ) Θύρες χώρων υγιεινής 100 εκ. δ) Θύρες W.C. 80 εκ. ε) Θύρες βοηθητικών χώρων 100 εκ. στ) Θύρες λεβητοστασιών μονόφυλλες 110 εκ., δίφυλλες 160 εκ. ζ) Εξώθυρες κτιρίων δίφυλλες 2,05 μ. μονόφυλλες 1,05 μ. Ειδικό τεμάχιο νεροχύτου από αλουμίνιο τοποθετείται στο πρέκι των κασσών όλων των εξωθύρων Γενικά διατομές αλουμινίου βαρέως τύπου, εκτός των περιπτώσεων φεγγιτών επί τοίχου, μέχρι ύψους (90 εκ.) όπου είναι δυνατόν να τοποθετηθούν ελαφρότερου τύπου. Οι διατομές των σχεδίων λεπτομερειών είναι ενδεικτικές και δεν αποκλείουν την χρήση άλλων αντίστοιχου βάρους ανά Μ και ανάλογου λειτουργικής μορφής. Τα βουρτσάκια αεροστεγανότητας στο κάτω τρέσσο του κινητού φύλλου(ων) πρέπει να είναι στερεωμένα στο φύλλο και όχι στην κάσσα. Προβλέπονται οριζόντιες σχισμές κατά μήκος του κατακασιού για, την απορροή των νερών της βροχής, χωρίς να διακόπτεται η τροχιά κύλισης του φύλλου.

Στην συνέχεια προβλέπονται 1) ράουλα κύλισης με ρουλεμάν και δυνατότητα ρύθμισης τους, χωρίς την αφαίρεση του φύλλου, 2) τοποθέτηση εξαρτήματος που να μη επιτρέπει το τυχαίο ή σκόπιμο ανασήκωμα των συρομένων υαλοστασίων από την έξω ή την εσωτερική πλευρά. 3) δυνατότητα εύκολης αντικατάστασης βουρτσακίων και λάστιχων αεροστεγανότητας κ.λ.π. 4) συστήματα ασφάλισης εύχρηστα και ανθεκτικά στις κακώσεις. Γενικά οι διαστάσεις και ο αριθμός κουφωμάτων στους αντίστοιχους πίνακες είναι ενδεικτικά και ο ανάδοχος υποχρεούται στην επιβεβαίωση τους επί τόπου του έργου. Από τα προτεινόμενα ενδεικτικά σχέδια κουφωμάτων στην Τεχνική Περιγραφή, επιλέγονται αυτά που καθορίζουν τα σχέδια της μελέτης, επίσης ο χρωματισμός των αλουμινίων σύμφωνα με τις υποδείξεις της υπηρεσίας και τα βάρη

αυτά που προβλέπονται στον πίνακα κουφωμάτων και τα σχέδια λεπτομερειών³⁷.

Τα παράθυρα-υαλοστάσια-φεγγίτες αλουμινίου πρέπει να πληρούν τους όρους των άρθρων 6006 και 6007 του ΑΤΟΕ. Ο ανάδοχος πριν την κατασκευή τους υποχρεούται να υποβάλλει σε κλίμακα 1/1 για έγκριση από την Υπηρεσία, πλήρη κατασκευαστικά σχέδια, σε συνδυασμό με τα περιβάλλοντα το κούφωμα οικοδομικά στοιχεία (πρέκι, λαμπάδες, ποδιά κλπ) και για συγκεκριμένες θέσεις εφαρμογής. Μετά την έγκριση των σχεδίων αυτών θα κατασκευασθεί και θα τοποθετηθεί στο έργο δείγμα του κουφώματος και στην συνέχεια, μετά την έγκριση του θα κατασκευασθούν και θα τοποθετηθούν τα υπόλοιπα κουφώματα. Υποχρεωτική είναι και η υποβολή δείγματος για έγκριση από την Υπηρεσία οποιουδήποτε λειτουργικού εξαρτήματος του κουφώματος καθώς και του πλαστικού στόκου ή αφρώδους πλαστικού για την σφράγιση κάθε είδους αρμών. Ο ανάδοχος υποχρεούται να εκδώσει και υποβάλλει στην Υπηρεσία και για κάθε είδος εγκεκριμένου κουφώματος, πιστοποιητικά του Κ.Ε.Δ.Ε. που να βεβαιώνουν την σύμφωνα με το άρθρο 6006 του ΑΤΟΕ ποιότητα του κράματος και την επάρκεια για αντοχή σε ανεμοπίεση 100 ΚΛΓ./Μ2 και το βέλος κάμψης το πολύ 20/οο, λόγω των στατικών φορτίσεων και κρούσεων κατά την λειτουργία, την στεγανότητα του άρθρου 6006 του ΑΤΟΕ, την ανοδική οξειδωση του άρθρου 6006 του ΑΤΟΕ ή (20 μικρά) ή το βάψιμο με ηλεκτροστατική βαφή πούδρας (40 μικρά) και απόχρωσης της επιλογής του μελετητή, καθώς και σύμφωνα με τις αναγραφόμενες λεπτομέρειες των σχεδίων, να εγγυάται επίσης ότι δεν θα παρουσιαστεί η παραμικρή μόνιμη παραμόρφωση για δέκα απότομες αυξομειώσεις πίεσης μεταξύ 10 ΚΓ/Μ2 και 100 ΚΓ/Μ2 και ότι τα κουφώματα αλουμινίου δεν θα παρουσιάζουν κραδασμούς κατά την κυκλοφορία αυτοκινήτων και στις ανεμοπιέσεις και ότι κανένα στοιχείο του κουφώματος δεν θα παρουσιάσει αποσύνδεση ή και απλή χαλάρωση μετά από 7.000 ανοιγοκλεισίματα. Γενικά τα πλαίσια (κάσσες) των κουφωμάτων από αλουμίνιο στερεώνονται στα δομικά στοιχεία με παρεμβολή ψευτόκασσας, η δε στερέωση τους γίνεται με λαμαρινόβιδες ανοξειδωτές ή επικαδμιωμένες. Οι τυχόν αρμοί καλύπτονται με κατάλληλα αρμοκάλυπτρα αλουμινίου. Ειδικότερα τα κουφώματα αλουμινίου που τοποθετούνται στα προκατασκευασμένα στοιχεία των όψεων (ΙΑ1, ΙΑ2, ΟΑ1, ΟΑ2, ΔΙΑ1, ΔΙΑ2, ΔΟΑ1, ΔΟΑ2), στερεώνονται επί κάσσας ειδικής ανοιχτής στραντζαριστής διατομής από λαμαρίνα DKP πάχους 2,00 ΜΜ. Η κάσσα φέρει τζινέτια σε κατάλληλες θέσεις και τοποθετείται στη μήτρα, πριν από τη σκυροδέτηση του προκατασκευασμένου στοιχείου ώστε να αποτελέσει με αυτό ενιαίο σώμα. Η στερέωση των αλουμινένιων πλαισίων των κουφωμάτων γίνεται απ' ευθείας στο σκυρόδεμα με ανοξειδωτά στριφόνια (ΛΤ. 9.3.7.4.). Οι ψευτόκασσες είναι διατομής σωληνωτής 15/30 ή 15/35, πάχους τουλάχιστον 1,25 ΜΜ. Ανάλογα με το πλάτος της διατομής

³⁷ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

της κάσας του κουφώματος τοποθετούνται απλές ή ηλεκτροσυγκολλημένες ζευγαρωτά. Ψευτόκασσα τοποθετείται μόνο στους λαμπάδες και στο πρέκι του ανοίγματος. Τα στηρίγματα των ψευτοκασσών σε περίπτωση που η επιφάνεια αγκύρωσης επιχρίεται, είναι τζινέτια από λάμες 20/3, που αποσκωριώνονται με ειδικά υγρά και μετά χρωματίζονται με δύο τουλάχιστον στρώσεις ψυχρού γαλβανίσματος. Η απόχρωση δεύτερης στρώσης διαφορετική από την πρώτη, απαραίτητα. Μπορεί αντί των παραπάνω οι ψευτόκασσες να μινιαρισθούν στην αρχή με δύο

στρώσεις μινίου διαφορετικής απόχρωσης πριν την τοποθέτησή τους, εκτός από τις ορατές επιφάνειες τους που θα χρωματισθούν είτε με ψυχρό γαλβάνιζε είτε με ασφαλικό βερνίκι. Εφ' όσον υπάρχει μαρμαροποδιά, το κατωκάσι των υαλοστασίων βιδώνεται απ' ευθείας επ' αυτής. Η εξωτερική πλευρά του κατωκασιού πατάει σε στρώση πλαστικού στόκου. Στα συρόμενα κουφώματα, θα υπάρχουν κλειδαριές χωνευτές (χωρίς κλειδί), με ελατήριο που ασφαλίζει αυτόματα το φύλλο όταν κλείσει στη σωστή θέση και σταθεροποιείται με συρόμενο μοχλό, απασφαλίζει δε με επαναφορά του μοχλού, μόνο από το εσωτερικό του χώρου. Ακόμη θα υπάρχει κλειδαριά βαρέως τύπου, τύπου YALE ή CISA ή WELKA, εγκρίσεως της Υπηρεσίας με συρτάκια ή αεροπλανάκια περιστρεφόμενων φεγγιτών από ανοδειωμένο ή βαμμένο με ηλεκτροστατική βαφή πούδρας αλουμίνιο ή ορειχάλκινα χρωμέ που θα διαθέτουν δακτυλίδι έλξης και άγκιστρο ασφάλισης, και αυτά αρίστης ποιότητας της εγκρίσεως της Υπηρεσίας³⁸.

2.7 ΔΙΑΤΑΞΗ ΥΛΙΚΩΝ – ΜΟΝΩΣΕΙΣ

Η διάταξη των υλικών θα είναι όπως αναφέρεται παρακάτω:

A) σκελετός – πλαίσιο (αμοιβοντες – ελκυστήρες)

B) εγκάρσια τοποθέτηση τεγίδων

Γ) πέτσωμα

Δ) μεμβράνη στεγάνωσης

E) παράλληλη (ως προς τους αμοιβοντες) τοποθέτηση τεγίδων

Στ) τοποθέτηση υλικού θερμομόνωσης Ζ) εγκάρσια τοποθέτηση πηχών Η) κεραμίδι ρωμαϊκού η γαλλικού τύπου Η στεγανοποίηση της οροφής θα γίνει με λαστομερές ενισχυμένο ασφαλτόπανο βάρους τέσσερα κιλά ανά τετραγωνικό 4kg/m² και πάχους τεσσάρων χιλιοστών 4 mm. Η θερμομόνωση της οροφής θα γίνει σύμφωνα με τη σχετική μελέτη με πλάκες εξηλασμένης πολυστερόλης (τύπου ROOFMATE).

Η επικάλυψη των κεραμιδιών θα γίνει με πήλινα μηχανοποίητα κεραμίδια ρωμαϊκού η

³⁸ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

γαλλικού τύπου κόκκινου χρώματος με τις πιο κάτω ιδιότητες: α) υδατοαπορρόφηση > 15 % β)
αντοχή σε κάμψη : ελάχιστο συγκεντρωμένο φορτίο στον μέσον να είναι κατά μέσο όρο >130 klg

γ) υδατοπερατότητα : μετά δυο ώρες ελαφρά διύγρυνση. μετά εικοσιτέσσερις ώρες εφίδρωση χωρίς πτώση σταγόνας. Στερέωση των κεραμιδιών πάνω στις τεγίδες θα γίνει για τις πρώτες δυο σειρές με κάρφωμα όλων των κεραμιδιών ενώ στις υπόλοιπες σειρές με κάρφωμα του 1,2 των κεραμιδιών. Προβλέπονται και ντέρες για την απορροή των ομβρίων περιμετρικά του κτιρίου.

Για την θερμομόνωση και υγρασιμόνωση των δωματίων αυτών, εφαρμόζεται γενικά η ανεστραμμένη θερμοϋγρασιμόνωση, όπου το θερμομονωτικό υλικό τοποθετείται επάνω από την μεμβράνη στεγανότητας (ΜΣ). Η κατασκευή αυτή απαιτεί την εκτέλεση των παρακάτω εργασιών:

- Τον καθαρισμός της επιφανείας πλάκας του δώματος και εξομάλυνση της (απόξεση προεξεχόντων σκύρων, γέμισμα με τσιμεντοκονίαμα μικροκοιλοτήτων κλπ).

- Την επάλειψη με δύο στρώσεις ελαστομερούς γαλακτώματος, τύπου π.χ. ΕΣΧΑΚΟΤ Νο 6-S ή BITUPLAST ή παρομοίου τύπου. Η πρώτη στρώση αραιωμένη 3/1 (αστάρωμα). Η δεύτερη στρώση σε αναλογία 10/1 μέρη νερού, μετά παρέλευση 24 ωρών. Η τελική ποσότητα KG/M²³⁹.

- Την τοποθέτηση ταρατσομόλυβων 40/40 εκ. κολυμβητών σε αριάνι, στις θέσεις που έχουν ειδικά διαμορφωθεί με στάθμη επιφάνειας χαμηλότερη κατά 2 εκ. από την υπόλοιπη του δώματος, στις ίδιες οριζόντιες διαστάσεις (40X40 εκ.) ελάχιστο πάχος μολυβδόφυλλου τρία (30 χιλ.). Το ταρατσομόλυβο καρφώνεται στο σθηθαίο ψηλά και στα πλάγια με μία σειρά από 4 έως 5 μπετόκαρφα, αφού προηγουμένως η εσωτερική (πίσω) προς το σθηθαίο κατακόρυφη επιφάνεια έχει επαλειφθεί με ασφαλικό στόκο. 17.4.Διάστρωση στρώματος ρύσεων (Σ.Ρ.), ελάχιστου πάχους μεγαλύτερου ή ίσου με πέντε (5) εκ. από κυψελωτό κονιόδεμα περλιτομπετόν ή αφρομπετόν σε δύο (2) στρώσεις. Η πρώτη στρώση των 350 KG τσιμέντου ανά Μ3 μίγματος διαστρώνεται στα δύο τρίτα (2/3) του συνολικού ύψους με κλίση 2%-1,5% Η δεύτερη στρώση του κυψελωτού κονιόδέματος ρύσεων των 500 ΚΛΓ./Μ3, διαστρώνεται στο υπόλοιπο 1/3 του συνολικού ύψους του στρώματος ρύσεων. Το στρώμα αυτό εισχωρεί στη λεκάνη των ταρατσομόλυβων από τις ελεύθερες πλευρές τους, κατά 2-3 εκ. (σ' αυτή τη θέση έχει πάχος τουλάχιστον 5 εκ.). Τα υψόμετρα που αναγράφουν τα σχέδια αναφέρονται στο πάχος μόνο του στρώματος 5 εκ. Τα υψόμετρα που αναγράφουν τα σχέδια αναφέρονται στο πάχος μόνο του στρώματος ρύσεων (Σ.Ρ.) Η δεύτερη στρώση του περλιτομπετόν ή αφρομπετόν ρύσεων διαστρώνεται μετά παρέλευση τουλάχιστον 48 ωρών από την πρώτη στρώση και αφού διαβραχεί κανονικά η επιφάνεια του, αφήνεται να στεγνώσει καλά. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μόνο όταν η επιβλέπουσα αρχή κρίνει ότι είναι απαραίτητο, λόγω μεγάλων θερμοκρασιακών

³⁹ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

μεταβολών, στο στρώμα του περλιτομετόν ή αφρομπετόν ρύσεων, διαμορφώνονται αρμοί διαστολής, πλάτους 2 εκ. σ' όλο το βάθος στρώματος, περιμετρικά (σε απόσταση 40 εκ.) των κάθε

είδους κατακόρυφων στοιχείων (τοίχων, στηθαίων, ανεστραμμένων δοκών κλπ), καθώς και ενδιάμεσοι σε κάρναβο 16 X 16M και οπωσδήποτε στις κορυφογραμμές του στρώματος. Οι αρμοί διαστολής πληρούνται με πλάκες διογκωμένες πολυστερίνης φαινομένου βάρους (8-10) KG/M³ ή και με ειδικές πλάκες πλήρωσης αρμών διαστολής. Όπου, κατά την κρίση της Υπηρεσίας υπάρχει πρόβλημα χρησιμοποίησης του αφορομητόν και χρησιμοποιηθεί κισσηρομητόν ή περιλιτομητόν, οι παραπάνω αρμοί είναι υποχρεωτικοί σε όλες τις κλιματολογικές συνθήκες⁴⁰.

- Την κατασκευή λουκιών τσιμεντοκονίας των 450 KG τσιμέντου ανά M³ μίγματος, με χονδρόκοκη άμμο στην αρχή και άμμο θαλάσσης τελικά και προσθήκη στεγανοποιητικού μάζας 1/10, επί του αφορομητόν. Τα λούκια κατασκευάζονται περιμετρικά και κατά μήκος όλων των κατακόρυφων στοιχείων του δώματος. Πλάτος και ύψος λουκιών τουλάχιστον 10 εκ. και ακτίνα καμπυλότητας, περίπου 5 εκ. Τα λούκια διακόπτονται κατά το μήκος τους, ανά 8 M. με αρμούς, πλάτους 2 εκ. σ' όλο το πάχος τους. Οι αρμοί σφραγίζονται με ειδική ασφαλική μαστίχη της έγκρισης της Υπηρεσίας, αφού προηγουμένως έχουν καθαριστεί πολύ επιμελημένα. Επάλειψη του αφορομητόν γίνεται με ασφαλικό βερνίκι, προδιαγραφών ASTM D-41, τύπου ESXALAC 50-S ή ΣΤΕΓΑΝΟΛ ή παρομοίου τύπου, σαν αστάρωμα της ασφαλτόκολλας. Διάστρωση ασφαλτόκολλας από θερμή οξειδωμένη άσφαλο, προδιαγραφών ASTM D-312 τύπου 85/25.

- Την διάστρωση διάτρητου ασφαλομένου χάρτη (PAPIER PERFORE) επί της ασφαλτόκολλας. Η διπλή λειτουργία του διάτρητου ασφαλομένου χάρτη, έγκειται στο ότι παραλαμβάνει την εξάτμιση από τυχόν εγκλωβισμένη υγρασία στη μάζα του στρώματος ρύσεων και άρα αποτρέπει τον κίνδυνο τοπικών ή γενικών διογκώσεων της υπερκείμενης μεμβράνης στεγανότητας, ενώ ταυτόχρονα συγκολλεί την μεμβράνη στεγανότητας στα σημεία των οπών του χάρτη. Γίνεται έτσι επικάλυψη λωρίδων χάρτη κατά 5-10 εκ. με οπές διαμέτρου 18-20 χιλ., σε κάρναβο ανά 12 εκ. (ενδεικτικές διαστάσεις).

- Την κατασκευή μεμβράνης στεγανότητας (Μ.Σ.) που αποτελείται από ειδικό ελαστομερές ενισχυμένο ασφαλόπανο των 4.00 KG/M², πάχους MIN. 3 χιλ. οπλισμένο με σταυρωτό πολυεστερικό ύφασμα π.χ. TREVIRA, τύπου π.χ. ΕΣΧΑΝΤΙΕΝ-TREVIRA ή HERMES-DIENE TREVIRA ή παρόμοιου τύπου. Το ασφαλόπανο κολλιέται στα σημεία των οπών του PAPIER-PERFORE. Στις στροφές των στηθαίων κολλιέται εν θερμώ με ασφαλτόκολλα. Το ίδιο και στις αλληλοκαλύψεις του ασφαλόπανου, σε πλάτος 10 εκ., ενώ στις ούγιες λεπταίνεται σε 0,00 εκ. με φλόγιστρο και σπάτουλα. Οι ιδιότητες (οπλισμός, πάχος, βάρος) να αναγράφονται επί του

⁴⁰ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάληση και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΠΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

προϊόντος και να συνοδεύεται από προδιαγραφές, ASTM D-5.

- Την διάστρωση της τελικής επιφάνειας από πλάκες θερμομονωτικού υλικού, αδιαπέραστου από την υγρασία (π.χ. εξηλ. πολυστερόλης ή παρομοίου), πάχους ανάλογα της μελέτης θερμομόνωσης, με ελάχιστο πάχος 5 εκ. και επικάλυψη ειδική βιομηχανική τσιμεντοκονία, πάχους 2 εκ. πρεσσαρισμένη στην θερμομονωτική πλάκα ή τσιμεντόπλακα βιομηχανικής παραγωγής, πάχους 2 εκ., συγκολλημένη με την θερμομονωτική πλάκα με κόλλα ασφαλτικής βάσεως χωρίς διαλυτικά ή χημικά πρόσμικτα (τύπου π.χ. ROOFMATE IT H ISO+PLAGUE ή STYROBETON ή παρομοίου τύπου). Οι πλάκες τελικής επιφάνειας έχουν πατούρα περιμετρικά που επιτρέπει στην σύνδεση τους, αφήνοντας παράλληλα αρμούς για την ελεύθερη διακίνηση υδρατμών και νερών της βροχής, ενώ δυσκολεύει την ανάρπαση από τον αέρα. 39 Το βάρος τους είναι περίπου 40 έως 45 KG/M² και οι διαστάσεις τους 30X30 ή 30X60. Οι πλάκες συνοδεύονται από πιστοποιητικό ποιοτικού ελέγχου και εγγύηση της εταιρείας⁴¹.

- Την διάστρωση πλυμένου χαλικιού ασβεστολιθικής πέτρας, διαμέτρου 2,5 έως 3,00 εκ. μόνον στα περιμετρικά λούκια μεταξύ στηθαίων ή άλλων κοτακορύφων οικοδομικών στοιχείων και πρώτης αντίστοιχα πλάκας τελικής επιφάνειας. Το χαλίκι διαστρώνεται επί της λουρίδας του ασφαλτόπανου, τύπου VERAL ή παρομοίου. Όταν κατά την επιβλέπουσα αρχή υπάρχει μεγάλο πρόβλημα ανεμοπίεσης και ανεμοαναρρόφησης των πλακών, αντί χαλικιού, θα κατασκευάζεται περιμετρικό λούκι τσιμεντοκονίας, διαστάσεων 15X15 περίπου, μεταξύ των στηθαίων και της πρώτης θερμομονωτικής πλάκας, μόνο εκατέρωθεν των γωνιών του δώματος και σε απόσταση ενός καννάβου (3,60). Το λούκι τσιμεντοκονίας είναι των 400 ΚΛΠ τσιμέντου με προσθήκη ρυζάκι και επαλείφεται με ελαστική ακρυλική μεμβράνη, τύπου π.χ. SILATEX ή PROTECTOL ή παρομοίου τύπου σε ποσότητα 1 KG/M² αφού 24 ώρες πριν έχει εφαρμοστεί αστάρι PRIMER. 17.7.β.β. Όλων των παραπάνω εργασιών έχει προηγηθεί κατά την διάρκεια της σκυρόδετησης των κατακόρυφων στοιχείων του δώματος (στηθαία), ή κατασκευή εγκοπής πλάτους 2 εκ. ή 3 εκ. παράλληλης της στέψης, σε ύψος 50 εκ. από την πλάκα μπετόν και σε όλο το μήκος του κατακόρυφου στοιχείου. Όταν η εγκοπή δημιουργείται με προσθήκη σκουρέτου ή μπετοφόρμ στον ξυλότυπο, έχει πλάτος 2 εκ., ενώ όταν προστεθεί διογκωμένη πολυστερίνη, πλάτους 3 εκ. με πατούρα στον ξυλότυπο, τότε η εγκοπή έχει πλάτος 3 εκ. Έχει υπολογισθεί ότι στα σημεία της μέγιστης στάθμης ρύσεων, η περιοχή ασφαλτο-κόλλησης της μεμβράνης στεγανότητας επί του στηθαίου, να τελειώνει στο εσωτερικό σημείο της εγκοπής, για προστασία από την βροχή.

- Ο ανάδοχος μπορεί να επιλέξει κατασκευή της μεμβράνης στεγανότητας (ΜΣ) με φύλλο ειδικού ενισχυμένου ασφαλτόπανου, βάρους 4 KG/M² τουλάχιστον τύπου π.χ. ΕΣΧΑΝΤΙΕΝ-

⁴¹ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΠΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

ΠΛΑΣΤ που τοποθετείται ελεύθερα επάνω στην τσιμεντοκονία και κολλιέται περιμετρικά σε πλάτος 15 εκ.-20 εκ. και στη θέση αλληλοκάλυψης, πλάτους 10 εκ., με ψυχρή ασφαλτόκολλα. Το πάχος στην ούγια λεπταίνεται ως τα 0 εκ. με φλόγιστρο και σπάτουλα . Με την επιλογή της

συγκεκριμένης τελικής επιφάνειας επιτυγχάνεται η καλή επισκευσιμότητα του δώματος, ενώ παράλληλα είναι δυνατός ο έλεγχος ή η επέμβαση στη μεμβράνη στεγανότητας. Επίσης υπάρχει ταχύτητα εργασιών και ελαχιστοποίηση εργατικού κόστους. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εφικτή απαίτηση από την Υπηρεσία εγγυήσεων υλικού και εργασίας για την μεμβράνη στεγανότητας και την τελική επιφάνεια. Ο διάτρητος ασφαλτικός χάρτης και η μεμβράνη στεγανότητας που καταλήγουν στο επάνω μέρος του στηθαίου καλύπτονται με γαλβανισμένο προφίλ, πάχους 3 χιλ. Η στερέωση του γίνεται με γαλβανισμένες βίδες σε πλαστικά βύσματα 50/4 χιλ. σε απόσταση 40 εκ. Το κενό μεταξύ προφίλ ,στηθαίου και ασφαλτόπανου θα πληρωθεί με ειδική ελαστική μαστίχη (σιλικόνη)

2.8 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

Τα ελαστομερή ασφαλτόπανα κατασκευάζονται από ειδικό ελαστομερές ασφαλτικό **μίγμα τροποποιημένο με** συμπολυμερές υλικό SBS (STIRENIO-BUTADIENIO-STIRENIO). Το ειδικό ελαστομερές ασφαλτικό μίγμα θα πρέπει βάσει σχετικών πιστοποιητικών ανεγνωρισμένου κρατικού εργαστηρίου (Κ.Ε.Δ.Ε.), να παρουσιάζει τα παρακάτω φυσικά χαρακτηριστικά, κατά ASTM D-5⁴²

1. Σημείο Μάλθωσης (AASHTO T-53)/130ο C και άνω 2. Διείσδυση σε 25ο C (AASHTO T-49) τουλάχιστον 35 DMM και άνω 40 Η ασφαλτική μεμβράνη (ασφαλτικό μίγμα + οπλισμός + χαλαζιακή άμμος) θα πρέπει να παρουσιάζει τα παρακάτω φυσικά και τεχνικά χαρακτηριστικά βάσει ΚΕΔΕ. 2
2. Βάρος ασφαλτόπανου 4.00 KG/M². 2. Πάχος ασφαλτόπανου MIN. 3 MM - MAX 3,5 MM.
3. Τύπος και βάρος οπλισμού. Υαλοπίλημα (για σταθεροποίηση και αδρανοποίηση του οπλισμού) βάρους 50 KG/M² τουλάχιστον και συνθετικό πολυεστερικό ύφασμα, τύπου TREVIRA, τουλάχιστον 100 KG/M² έως 150 KG/M². 4. Η μεμβράνη, σύμφωνα με τεστ ΚΕΔΕ δεν πρέπει να παρουσιάζει ροή υλικού ή πτώση σταγόνων όταν αναρτάται σε κλίβανο θερμοκρασίας 75° C για 6 ώρες, ενώ πρέπει να μην

⁴² ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΠΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

παρουσιάζει ρωγμή σε κανένα δοκίμιο που εκτίθεται σε θερμοκρασία - 20° C, για περιέλιξη 180ο γύρω από κύλινδρο Φ 10 MM και για χρονικό διάστημα 5 SEC (αντοχή σε χαμηλή θερμοκρασία).

4. Αντοχή σε εφελκυσμό κατά ASTM-D-146 5α. Φορτίο θραύσης και αντίστοιχη επιμήκυνση θραύσης κατά μήκος του φύλλου. MIN 80, MAX 100 N/CM πλάτους, τουλάχιστον 50%
5. Φορτίο θραύσης και αντίστοιχη ανοιγμένη επιμήκυνση θραύσης κατά πλάτος του φύλλου. 65 MIN, 70N/CM MAX, πλάτους τουλάχιστον 50 %.
6. Υδατοπερατότητα. Η μεμβράνη δεν πρέπει να παρουσιάζει ουδεμία ροή νερού με εφαρμογή στήλης νερού, ύψους 2 M. για 24 ώρες. 7. Η ασφαλτική μεμβράνη, μετά την εργαστηριακή γήρανση 6 μηνών στην μηχανή τεχνητής γήρανσης του ΚΕΔΕ ATLAS WHETHER -O-METER (επί 24ώρου βάσεως έκθεσης σε ακτινοβολία βολταϊκού τόξου επί 100 τουλάχιστον MIN., ακολουθούμενη από έκθεση τουλάχιστον επί 15 MIN. σε βολταϊκό τόξο και τεχνητή βροχή κατά ASTM Γ-23), να μην παρουσιάζει μεταβολή στην ελαστικότητα της. Η Ο.Σ.Κ. Α.Ε. απαιτεί την συνοδεία γραπτής εγγύησης υλικού, αφού η εταιρεία λάβει υπ' όψιν της ότι στις περιπτώσεις επισκέψιμων δωματίων υπάρχει άμεση προσέγγιση της ασφαλτικής μεμβράνης, λόγω της τελικής στρώσης της μόνωσης (θερμομονωτικές πλάκες με επικάλυψη υλικό βατότητας και δυνατότητα αφαίρεσης τους). Στην περίπτωση αυτή η Ο.Σ.Κ.Α.Ε. απαιτεί και εγγύηση εργασίας.

Το ελαστομερές γαλάκτωμα θα πρέπει βάσει σχετικών πιστοποιητικών ανεγνωρισμένου κρατικού εργαστηρίου (ΚΕΔΕ) να παρουσιάζει τα παρακάτω φυσικά χαρακτηριστικά.

- 1) Ειδικό βάρος 0,8 GR/CM³ 2) Δομική τεχνητής γήρανσεως (ASTM- Γ-23-ATLAS WHETHER -OMETER) μεταβολή επιμήκυνσης δοκιμίων, όχι μεγαλύτερη του 20%.
- 2) Αντοχή σε υψηλή θερμοκρασία (ASTM D-2939) Ουδεμία ροή.
- 3) Υδατοπερατότητα. Δεν παρατηρείται διαρροή δι' εφαρμογής επί δοκιμίου υδατοπερατού πλακιδίου από σκυρόδεμα, επαλειμμένου με δύο στρώσεις υλικού, στήλης νερού, ύψους 2M επί 8 ώρες. Προδιαγραφή οξειδωμένης ασφάλτου - ASTM D-312 Η οξειδωμένη άσφαλτος θα πρέπει βάσει σχετικών πιστοποιητικών

ανεγνωρισμένου κρατικού εργαστηρίου (ΚΕΔΕ) να παρουσιάζει τα παρακάτω φυσικά χαρακτηριστικά, εξεταζόμενη σύμφωνα με την δοκιμή ASTM D-312. 1. Σημείο μαλθώσεως σε 25 C 85-96 2. Διαλυτότητα σε τετραχλωράνθρακα % κατά βάρος ελαχ. 90% 3. Διείσδυση σε 25 C 15-35

- 4) Διείσδυση σε 46 C MAX 90 5. Ολκιμότητα σε 25 C σε CM MIN. 2,5
- 5) Σημείο φλέξεως σε O C MIN. 225 41 20.

Όλα τα υλικά των κάθε είδους κατασκευών προβλέπονται αρίστης ποιότητας και διαλογής⁴³, αναγνωρισμένων και καθιερωμένων ελληνικών, κατά κανόνα εργοστασίων ή άλλων παραγωγής ή και ευρωπαϊκών, στις περιπτώσεις που το καθορίζει η μελέτη ή το απαιτεί η ακριβής και έντεχνη εφαρμογή της. Η Υπηρεσία με τα αρμόδια όργανα της δικαιούται να απορρίψει ασυζητητί κάθε υλικό που η ποιότητα του δεν ανταποκρίνεται στο πνεύμα της παρούσας και γενικότερα της μελέτης. Κάθε εργασία θα εκτελείται από έμπειρους και ειδικευμένους εργατοτεχνίτες, σύμφωνα με τους κανόνες της τέχνης και της τεχνικής ούτως ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι δομικά, λειτουργικά και αισθητικά άρτιο. Όλα τα υψόμετρα που σημειώνονται στα σχέδια κατόψεων και τομών κτιρίων αφορούν στάθμες σκυροδέματος. Τα υψόμετρα που σημειώνονται στα σχέδια όψεων κτιρίων, δείχνουν τελικές (τελειωμένες) στάθμες, ποδιών παραθύρων ή φεγγιτών. Όπου στα σχέδια λεπτομερειών υπάρχουν συμβολισμοί σκυροδεμάτων και σιδηρών οπλισμών διαφορετικοί αυτών που αναφέρονται στην Τεχνική Περιγραφή τότε υπερισχύουν αυτοί της Τεχνικής Περιγραφής. Όπου προβλέπεται στην τεχνική περιγραφή περισσότερες κατασκευαστικές επιλογές της μιας, τότε ακολουθούνται αυτές που είναι σύμφωνες με τα σχέδια της μελέτης. Τέλος όπου στην μελέτη προβλέπεται σκυρόδεμα και οπλισμός ανώτερης κατηγορίας, από τα αναφερόμενα στην Τεχνική περιγραφή, ισχύουν τα προβλεπόμενα από την μελέτη.

⁴³ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Χαρακτηριστικά, συστήματα και συμπεριφορά του κτιρίου

3.1.1 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμός

Ο σωστός προσανατολισμός των κτιρίων είναι προϋπόθεση για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανσή τους. Ο νότιος προσανατολισμός προσφέρει τις καλύτερες δυνατότητες. Εξασφαλίζει τις περισσότερες ώρες αποτελεσματικού ηλιασμού των κτιρίων το χειμώνα και ταυτόχρονα τη δυνατότητα σκιασμού τους το καλοκαίρι⁴⁴.

Το χειμώνα ο ήλιος ανατέλλει και δύει νοτιότερα της Ανατολής και της Δύσης. Διαγράφει μικρή τροχιά. Κινείται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα και προς την πλευρά του Νότου. Τα κτίρια πρέπει να είναι στραμμένα προς Νότο, ώστε να δέχονται τη μέγιστη δυνατή ηλιακή ακτινοβολία βαθιά στο εσωτερικό τους. Το καλοκαίρι ο ήλιος ανατέλλει και δύει βορειότερα της Ανατολής και της Δύσης. Διαγράφει μεγάλη τροχιά. Κινείται πάλι προς την πλευρά του Νότου, αλλά ψηλά στο στερέωμα. Έτσι, οι νότιες όψεις μπορούν να σκιαστούν τελείως με μικρές οριζόντιες προεξοχές.

Στοιχεία για τις θέσεις του ήλιου, για την κάθε ώρα και την κάθε μέρα του έτους, βρίσκονται είτε από σχετικούς πίνακες είτε από τους ηλιακούς χάρτες. Το μεγαλύτερο ίσως πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο μελετητής αφορά στα μεγάλα αστικά κέντρα, ή γενικότερα σε πυκνοδομημένες περιοχές, σε σχέση με τη χωροθέτηση των κτιρίων στο οικόπεδο, τον προσανατολισμό και το σκιασμό τους από τα απέναντι αντικείμενα. Η

⁴⁴ ΠΗΓΗ Η εφαρμογή του νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων «Ο ρόλος του βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού», Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Περιφερειακό Τμήμα Θεσσαλίας, Εισηγήτρια Μαργαρίτα Χόνδρου- Καραβασίλη, Ημερίδα, Λαρισα 2 Ιουνίου 2009

χάραξη των μεγάλων δρόμων κυκλοφορίας κατά τον άξονα Ανατολής - Δύσης ή Βορά - Νότου προδιαγράφει και τον κύριο προσανατολισμό των όψεων και το κυριότερο περιορίζει το πλεονέκτημα του νότιου προσανατολισμού, στην καλύτερη των περιπτώσεων, στο 25% των κτιρίων. Το τελευταίο έχει ως συνέπεια τη δυσκολία εκμετάλλευσης των θερμικών ηλιακών κερδών στην πλειοψηφία των κτιρίων, την υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων, κυρίως στα δυτικά, αλλά και ανατολικά προσανατολισμένα κτίρια τη θερινή περίοδο, αλλά βέβαια και την αναγκαστική απομόνωση των βόρεια προσανατολισμένων κτιρίων από τον ήλιο. Πολλές φορές πάλι ακόμη και όταν διασφαλίζεται ο Νότος, το πλεονέκτημα αυτό στην πράξη καταργείται, λόγω σκιασμού των όψεων από τα απέναντι κτίρια (σχέση ύψους κτιρίων - πλάτους δρόμων).

Σε όλες λοιπόν τις περιπτώσεις που δεν διασφαλίζεται ο νότιος προσανατολισμός με αποδεκτή μέγιστη απόκλιση $\pm 25^\circ$ ανατολικά ή δυτικά, ο μελετητής θα μπορούσε, αντί να επιλέξει τις συμβατικές λύσεις του σχήματος 1α, να προτείνει κατ' αντιστοιχία αυτές του σχήματος 1β, έτσι ώστε όλα τα κτίρια να ηλιάζονται και να φωτίζονται ικανοποιητικά με φυσικό τρόπο, χωρίς παράλληλα να δημιουργούν δευτερογενή προβλήματα, όπως για παράδειγμα μείωση θερμικής ή οπτικής άνεσης.

Γενικά θα πρέπει να προταθεί χωροθέτηση του κτιρίου στην πίσω βορινή πλευρά του οικοπέδου, ώστε να αυξηθεί η απόσταση από τα απέναντι κτίρια και να αποφευχθεί κατά το δυνατόν περισσότερο το ρίσκο του σκιασμού, το οποίο και καταργεί τα πιθανά ηλιακά οφέλη⁴⁵.

Εφόσον είναι δυνατό προβλέπεται στη νότια πλευρά η ύπαρξη υδάτινων επιφανειών ή η ανάπτυξη χαμηλού και υψηλού πράσινου (φυλλοβόλα δέντρα) κάτω από τις βέλτιστες μικροκλιματικές συνθήκες, ώστε να παρέχεται ο επιθυμητός σκιασμός και εξατμιστικός δροσισμός τη θερινή περίοδο. Σκόπιμη θεωρείται η φύτευση αιθάλων δέντρων στη βορινή πλευρά, η οποία και επηρεάζεται κατά κανόνα από τους ψυχρούς ανέμους τη χειμερινή περίοδο, για την ανάσχεση των δυσμενών επιδράσεων. Αν το οικόπεδο είναι

⁴⁵ ΠΗΓΗ Η εφαρμογή του νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων «Ο ρόλος του βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού», Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Περιφερειακό Τμήμα Θεσσαλίας, Εισηγήτρια Μαργαρίτα Χόνδρου- Καραβασίλη, Ημερίδα, Λαρισα 2 Ιουνίου 2009

νότιο και επιπλέον ελεγχθεί ότι δεν υπάρχει πρόβλημα σκιασμού από διπλανά κτίρια, τότε κρίνεται σκόπιμο να αναπτυχθεί το κτίριο κατά τον άξονα Ανατολή - Δύση, ώστε να μεγιστοποιηθεί όσο είναι δυνατό η νότια όψη του. Μία απόκλιση της τάξης των $\pm 25^\circ$ θεωρείται ενεργειακά, οριακά αποδεκτή. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να εξεταστεί σοβαρά και η δυνατότητα εφαρμογής παθητικών ηλιακών συστημάτων, έτσι ώστε να επιτευχθεί η μεγιστοποίηση των θερμικών ηλιακών κερδών. Παραδείγματα που εφάρμοσαν τη λογική που παραπάνω αναφέρθηκε, υπάρχουν πολλά τόσο στον ελλαδικό χώρο, όσο και στο διεθνή. Είναι προτιμητέο, προκειμένου να εφαρμοστεί το παθητικό ηλιακό σύστημα του θερμοκηπίου, να στρέψουμε τον μεγάλο άξονα του κτιρίου προς το Νότο, ενώ η εσωτερική αυλή είναι σκόπιμο να προβλεφθεί σε τέτοιο σημείο, ώστε να δημιουργηθεί η κατάλληλη νότια επιφάνεια για την κατασκευή και άλλου παθητικού ηλιακού συστήματος (τοίχοι trombe) για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων με φυσικό τρόπο.

Σε οικόπεδα εκτός των μεγάλων αστικών κέντρων, θεωρητικά ο μελετητής έχει μεγαλύτερη ελευθερία στη χωροθέτηση του κτιρίου, εκτός και αν συντρέχουν λόγοι, όπως αξιόλογη θέα, κλίση εδάφους, προσπέλαση κ.λπ. παράγοντες που μπορεί να αποτρέψουν την επιλογή του νότιου προσανατολισμού⁴⁶.

3.1.2 Μορφή του κτιρίου - Το σχήμα και η θέση των κτιρίων

Τα κτίρια πρέπει να εκθέτουν τις μεγάλες τους επιφάνειες στο Νότο. Οι βορινές τους επιφάνειες πρέπει να είναι μικρότερες ή καλά προστατευμένες από έδαφος, στέγες, ανεμοφράχτες ή από γειτονικά κτίρια. Ειδικά προς την πλευρά απ' όπου πνέουν χειμερινοί άνεμοι, τα κτίρια πρέπει να έχουν τη μικρότερη δυνατή έκθεση. Το καλοκαίρι τα κτίρια πρέπει να δέχονται τους δροσερούς ανέμους και τις αύρες της περιοχής τους, να διαθέτουν εισόδους δροσερού αέρα από βορινές σκιασμένες αυλές και να σκιάζονται πολύ προσεκτικά στην ανατολική και δυτική τους πλευρά και στο δώμα.

⁴⁶ ΠΗΓΗ Η εφαρμογή του νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων «Ο ρόλος του βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού», Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Περιφερειακό Τμήμα Θεσσαλίας, Εισηγήτρια Μαργαρίτα Χόνδρου- Καραβασίλη, Ημερίδα, Λαρισα 2 Ιουνίου 2009

Από άποψη ενεργειακή η "μορφή του κτιρίου" παίζει αποδεδειγμένα καθοριστικό ρόλο στη θερμική του συμπεριφορά, καθώς προδιαγράφει μέσω του κελύφους που λειτουργεί ως φίλτρο, την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον.

Μία απόφαση του μελετητή για τη δημιουργία "ανοικτής" ή "κλειστής" μορφής κτιρίου, επιθετικής ή αμυντικής, με την έννοια του ανοικτού με μεγάλα ανοίγματα κτιρίου ή αντίστοιχα κλειστού με μικρά ανοίγματα, θα ήταν ενεργειακά σκόπιμο να παρθεί κάτω από ορισμένα κριτήρια, όπως ο προσανατολισμός των όψεων, οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, η χρήση του κτιρίου (γραφεία, κατοικία, εμπορικά καταστήματα, σχολεία κ.λπ.) και άλλα κριτήρια σχεδιασμού, όπως θέα, ασφάλεια, θόρυβος, κόστος κατασκευής κ.ά. Ενεργειακά και οι δύο γενικές περιπτώσεις "μορφής" θα μπορούσαν να οδηγήσουν στα ίδια αποτελέσματα, κάτω φυσικά από ορισμένες προϋποθέσεις. Συγκεκριμένα, μία ανοικτή μορφή θα μπορούσε να επιλεγεί μόνο στις περιπτώσεις που είναι διασφαλισμένος ο νότιος προσανατολισμός και επιπλέον δεν παρουσιάζεται σκίαση των όψεων από παρακείμενα κτίρια ή άλλα εμπόδια. Στην περίπτωση αυτή, αυξάνει το όφελος από τη θερμική ηλιακή ενέργεια, είτε μέσω των ανοιγμάτων (άμεσο ηλιακό κέρδος), είτε μέσω της εφαρμογής ειδικών τεχνικών (παθητικά ηλιακά συστήματα). Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις προσανατολισμού, σκόπιμη θεωρείται η επιλογή κλειστής μορφής κτιρίου με μικρά ανοίγματα, σωστή ηλιοπροστασία και αυξημένη μόνωση των δομικών στοιχείων για την περιστολή των θερμικών απωλειών⁴⁷.

Εκτός από την παραπάνω επιλογή, στη γενικότερη έννοια της "μορφής" θα μπορούσε κανείς να εντάξει και τη σύνθεση των όγκων ενός κτιρίου ή ενός συγκροτήματος. Γενικά είναι γνωστό ότι για ένα δεδομένο όγκο κτιρίου και επιφάνεια σε κάτοψη, μπορεί να προταθούν μία σειρά εναλλακτικές λύσεις, οι οποίες και εξαρτώνται από τον ή τους μελετητές και τις αρχιτεκτονικές τους ιδέες. Ενεργειακά, θα μπορούσε όμως να ισχυριστεί κανείς με βεβαιότητα ότι κάθε συνθετική λύση παρουσιάζει και διαφορετική θερμική συμπεριφορά για τον απλό λόγο ότι διαφοροποιούνται οι εξωτερικές επιφάνειες με σταθερή επιφάνεια σε κάτοψη και θερμαινόμενο όγκο.

⁴⁷ ΠΗΓΗ Η εφαρμογή του νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων «Ο ρόλος του βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού», Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Περιφερειακό Τμήμα Θεσσαλίας, Εισηγήτρια Μαργαρίτα Χόνδρου- Καραβασίλη, Ημερίδα, Λαρίσα 2 Ιουνίου 2009

Διαπιστώνει κανείς πολύ εύκολα ότι ενώ η κατανάλωση ενέργειας σε ένα μονώροφο διαμέρισμα με πυλωτή σκαρφαλώνει στις 486 KWh/m² ετησίως, το αντίστοιχο ποσό σε τρεις τριώροφες πολυκατοικίες στη σειρά μειώνεται δραστικά στις 238 KWh/m² ετησίως (θερμαντική περίοδος). Σημειώνεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις των τύπων κτιρίων, θεωρήθηκε ότι το κέλυφος είναι χωρίς μονώσεις, και βέβαια ότι επιτυγχάνεται μία θερμοκρασία άνεσης στους εσωτερικούς χώρους της τάξης των 21°C⁴⁸.

⁴⁸ ΠΗΓΗ Η εφαρμογή του νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων «Ο ρόλος του βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού», Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Περιφερειακό Τμήμα Θεσσαλίας, Εισηγήτρια Μαργαρίτα Χόνδρου- Καραβασίλη , Ημερίδα, Λαρισα 2 Ιουνίου 2009

Με την εφαρμογή θερμικών μονώσεων σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του ισχύοντα "Κανονισμού" για κάθε τύπο κτιρίου, θα μπορούσε κανείς να περιορίσει τις καταναλώσεις στις 126 και 80 kWh/m² ετ. αντίστοιχα. Αν επιπλέον των παραπάνω έπαιρνε κανείς την απόφαση να εφαρμόσει ισχυρότερη θερμική προστασία και γενικά τις αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και ειδικότερα τεχνικές παθητικής θέρμανσης, τότε και η θερμική συμπεριφορά των κτιρίων θα παρουσίαζε βελτίωση και οι καταναλώσεις θα συρρικνώνονταν ακόμη περισσότερο. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε πιο ψυχρά κλίματα όπως αυτό της Ελβετίας ή της Αυστρίας έχουν καταγραφεί καταναλώσεις σε ίδιες κατηγορίες κτιρίων που φθάνουν τις 17 ή τις 20 kWh/m² ετ. αντίστοιχα.

3.1.3 Το κέλυφος

Η ισχυροποίηση της θερμικής προστασίας των συμπαγών δομικών στοιχείων του κελύφους πέραν της συμβατικής, αποτελεί ένα από τα πλέον σημαντικά μέτρα για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών τη χειμερινή περίοδο και την διατήρηση των πιθανών θερμικών ηλιακών κερδών για μεγάλο διάστημα στους εσωτερικούς χώρους. Η επίδραση του πάχους μόνωσης των εξωτερικών τοιχοποιιών και του δώματος στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι σημαντική.

Έρευνες του ΑΠΘ έχουν καταδείξει ότι με τα πρώτα 5 εκ. μόνωσης των εξωτερικών δομικών στοιχείων επιτυγχάνεται πολλαπλάσια εξοικονόμηση ενέργειας, συγκριτικά με τα επόμενα 5 εκ.⁴⁹.

Γενικά ως κανόνας θα μπορούσε να αναφερθεί ότι όσο πιο ελεύθερη είναι η αρχιτεκτονική μορφή του κτιρίου από άποψη σχήματος ή σύνθεσης όγκων, τόσο πιο ισχυρές θα έπρεπε να είναι και οι μονώσεις του περιβλήματός του, έτσι ώστε να αντισταθμιστούν και οι αυξημένες θερμικές απώλειες συγκριτικά με άλλα κτίρια

⁴⁹ ΠΗΓΗ Η εφαρμογή του νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων «Ο ρόλος του βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού», Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Περιφερειακό Τμήμα Θεσσαλίας, Εισηγήτρια Μαργαρίτα Χόνδρου- Καραβασίλη, Ημερίδα, Λαρίσα 2 Ιουνίου 2009

συμπαγούς μορφής και να επιτευχθεί ένα άνετο εσωκλίμα με περιορισμένες καταναλώσεις.

Σε ότι αφορά στα ανοίγματα, συνιστάται η ελαχιστοποίησή τους στις ανατολικές και δυτικές όψεις για την αποφυγή υπερθερμάνσεων τη θερινή περίοδο, όπως επίσης και στη βορινή για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών. Στις τελευταίες περιπτώσεις οι διαστάσεις των ανοιγμάτων θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις των χώρων σε φυσικό φωτισμό και αερισμό.

Σημειώνεται ιδιαίτερα ότι τα βορινά ανοίγματα βοηθούν σε μία καλή ποιότητα φωτισμού των χώρων, διότι δέχονται διάχυτο φως και όχι άμεσο, συνιστώνται για χώρους που χρησιμοποιούνται κυρίως τη θερινή περίοδο, (ξενοδοχεία, παραθεριστικές κατοικίες), ενώ μία υπερδιαστασιολόγησή τους σε κτίρια και χώρους που λειτουργούν και τη χειμερινή περίοδο θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του θερμικού τους φορτίου. Στις νότιες όψεις μία κάλυψη της επιφάνειας με 60% ανοίγματα αποτελεί μία ενεργειακά αποτελεσματική πρόταση για τη θέρμανση των χώρων με φυσικό τρόπο από την ηλιακή ακτινοβολία.

Σε κάθε περίπτωση όμως η χρήση θερμομονωτικών υαλοπινάκων με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας "κ", ή ακόμη καλύτερα η χρήση υαλοπινάκων προηγμένης τεχνολογίας (χαμηλής εκπομπής "Low-E") θεωρείται ένα από τα πλέον αποδοτικά μέτρα. Βασικό κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου ποιοτικά ανοίγματος, αποτελεί εκτός από το συντελεστή θερμοπερατότητας "κ" και ο συντελεστής μετάδοσης της θερμικής ηλιακής ενέργειας "g".

Άστοχη επιλογή της ποιότητας των υαλοπινάκων, σε σχέση με τον προσανατολισμό και τις απαιτήσεις των χώρων, ενδέχεται να οδηγήσει σε αρνητικά αποτελέσματα (μπλοκάρισμα εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους την χειμερινή περίοδο, αύξηση απωλειών, μείωση φυσικού φωτισμού, οπτικής άνεσης κ.λπ). Είναι προφανές ότι όσο πιο μικρός είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας "κ" και όσο πιο μεγάλος ο συντελεστής διείσδυσης της συνολικής θερμικής ενέργειας "g", τόσο πιο αποτελεσματικό αποδεικνύεται το άνοιγμα σε νότιο προσανατολισμό. Σε ανατολικά και δυτικά ανοίγματα θα ενδιέφερε φυσικά μικρή τιμή και του συντελεστή "κ", αλλά και

του "g"⁵⁰.

⁵⁰ ΠΗΓΗ Η εφαρμογή του νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων «Ο ρόλος του βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού», Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Περιφερειακό Τμήμα Θεσσαλίας, Εισηγήτρια Μαργαρίτα Χόνδρου- Καραβασίλη , Ημερίδα, Λαρισα 2 Ιουνίου 2009

3.1.4 Οι εξωτερικοί τοίχοι

Το κέλυφος του κτιρίου διαχωρίζει τον εσωτερικό χώρο από τον εξωτερικό κι επιτρέπει τη δημιουργία ενός άνετου εσωτερικού κλίματος για τους ενοίκους, τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι. Για να ανταποκριθεί σ' αυτό το ρόλο πρέπει να κατασκευάζεται έτσι ώστε να αναστέλλει τη μετάδοση θερμότητας από τον εσωτερικό στον εξωτερικό χώρο και αντίστροφα.

Η αύξηση του πάχους των εξωτερικών τοίχων καθυστερεί σοβαρά τη μετάδοση θερμότητας. Η καλή εξωτερική μόνωση εμποδίζει τη γρήγορη ψύξη ή υπερθέρμανση του κελύφους. Τα μονωτικά υλικά πρέπει να είναι τέτοια που να επιτρέπουν οπωσδήποτε την άδηλη αναπνοή του κελύφους, πράγμα πολύ σημαντικό για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, για την υγιεινή των χώρων και για την αίσθηση ευεξίας των ενοίκων.

3.1.5 Τα εξωτερικά κουφώματα - Αρμοί – Τζάμια

Μεγάλο μέρος των απωλειών θερμότητας οφείλεται στη διείσδυση ψυχρού εξωτερικού αέρα ή τη διαφυγή θερμού εσωτερικού αέρα μέσω των αρμών των κουφωμάτων και της στέγης. Οι σταθεροί αρμοί είναι συνήθως οι πιο επικίνδυνοι. Πρέπει να αποφράσσονται με επιμέλεια, κατά προτίμηση με υλικά φυτικών ινών (γούτα, σιζάλ). Μεγάλο μέρος της θερμότητας μεταδίδεται στο περιβάλλον μέσω των τζαμιών. Τα διπλά τζάμια με διάκενο αέρα μειώνουν σημαντικά αυτές τις απώλειες⁵¹.

⁵¹ ΠΗΓΗ Η εφαρμογή του νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων «Ο ρόλος του βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού», Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Περιφερειακό Τμήμα Θεσσαλίας, Εισηγήτρια Μαργαρίτα Χόνδρου- Καραβασίλη, Ημερίδα, Λαρισα 2 Ιουνίου 2009



Εικόνα 6: Βιοκλιματική προκατ κατοικία με διπλά τζάμια⁵²

3.1.6 Τα ανοίγματα του κτιρίου

Τα νότια ανοίγματα:

Τα νότια ανοίγματα του κτιρίου αποτελούν το χειμώνα την κύρια είσοδο της ηλιακής ενέργειας στον εσωτερικό του χώρο. Πρέπει να είναι μεγάλα και να μη σκιάζονται κατά τη χειμερινή περίοδο. Στη βόρεια Ελλάδα (Γ.Π. 40^ο), 10m² νότιου ανοίγματος αρκούν για να θερμάνουν πλήρως, σε μία ηλιόλουστη μέρα, 20m² εσωτερικού χώρου.

Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα:

Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα δέχονται το χειμώνα μικρές ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας. Αντίθετα, το καλοκαίρι επιτρέπουν την είσοδο επιβαρυντικής ακτινοβολίας. Οι διαστάσεις τους πρέπει να είναι περιορισμένες και επίσης να σκιάζονται είτε από φυλλοβόλα δέντρα, είτε από κατακόρυφες τέντες ή παντζούρια.

⁵² ΠΗΓΗ [http://www.kallergis.gr/index.php?option=com_osproperty&view=Itype&catIds\[0\]=12&Itemid=578&lang=el](http://www.kallergis.gr/index.php?option=com_osproperty&view=Itype&catIds[0]=12&Itemid=578&lang=el)

Τα βορινά ανοίγματα:

Τα βορινά ανοίγματα πρέπει να είναι λίγα και μικρά, να κλείνουν καλά και να είναι προστατευμένα (παντζούρια).

3.1.7 Τα παθητικά ηλιακά συστήματα - Π.Η.Σ.

Με την προϋπόθεση ότι έχουν διασφαλιστεί όλα τα μέτρα για την περιστολή των θερμικών απωλειών στα κτίρια που περιληπτικά αναφέρθηκαν και κυρίως ο νότιος προσανατολισμός και οι ισχυρές μονώσεις στο κέλυφος του κτιρίου, ο μελετητής θα μπορούσε να προχωρήσει και να προτείνει την κατασκευή ειδικών συστημάτων για την εκμετάλλευση των ηλιακών κερδών⁵³. Τα συστήματα που εύκολα, με συμβατικά υλικά και χωρίς υψηλό κόστος, μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη είναι τα πλέον γνωστά, όπως:

1. το άμεσο ηλιακό κέρδος από νότια προσανατολισμένα ανοίγματα
2. το προσαρτημένο θερμοκήπιο
3. ο τοίχος μάζας ή θερμικής αποθήκευσης
4. ο αεριζόμενος τοίχος Trombe
5. το ηλιακό αίθριο
6. το θερμοσιφωνικό πανέλο

Συνθετότερα συστήματα, όπως οι αεροσυλλέκτες που απαιτούν δίκτυο σωληνώσεων ειδικά μελετημένων και διαστασιολογημένων, που ενσωματώνονται στα δάπεδα ή τις οροφές για τη μεταφορά της συλλεχθείσης θερμότητας σε απομακρυσμένους χώρους, οι οροφές θερμικής αποθήκευσης, ή ακόμη ο συνδυασμός συστημάτων (παθητικά συστήματα, φωτοβολταϊκά, ζεστού νερού χρήσης) κ.ά., αποτελούν αναμφισβήτητα δοκιμασμένες και αποτελεσματικές εναλλακτικές λύσεις, η εφαρμογή των οποίων απαιτεί ειδικές γνώσεις, σωστή εκτίμηση των απαιτούμενων φορτίων και βέβαια προσεγμένη κατασκευή.

⁵³ Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

Τα Π.Η.Σ. είναι ορισμένες απλές αλλά ειδικά μελετημένες διατάξεις και συνδυασμοί υλικών και χώρων στη νότια περιοχή του κελύφους των κτιρίων που σκοπό έχουν να αυξήσουν τα θερμικά κέρδη, αξιοποιώντας στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό την ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται ένα κτίριο.

3.1.7.1 Θερμοκήπιο

Το θερμοκήπιο είναι ένας υαλόφρακτος χώρος, προσαρμοσμένος στη νότια πλευρά του κτιρίου. Σε ένα σωστά σχεδιασμένο και κατασκευασμένο θερμοκήπιο μπορεί η θερμοκρασία να φτάνει, τους κρύους μήνες του χειμώνα, τους 35°C ή 40°C. Ο θερμός αέρας του θερμοκηπίου μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω των ανοιγμάτων του κτιρίου ή μέσω ειδικών θυρίδων. Το καλοκαίρι πρέπει να απομακρύνεται ένα μεγάλο μέρος των ανοιγμάτων του υαλοστασίου και το θερμοκήπιο να σκιάζεται.

Το θερμοκήπιο αποτελεί έναν εξαιρετικά ευχάριστο ενδιάμεσο χώρο μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου κατά τους χειμερινούς μήνες. Διαφοροποιεί τη συνηθισμένη εσωστρεφή χειμερινή λειτουργία και προσθέτει μία νέα ποιότητα ζωής στα κτίρια⁵⁴.

3.1.7.2 Τοίχος μάζας - Τοίχος Trombe

Ο τοίχος μάζας είναι ένας νότιος τοίχος του κτιρίου, πάχους περίπου 40 εκατοστών, σκούρου χρώματος, καλυμμένος από υαλοστάσιο τοποθετημένο σε απόσταση 10 εκ. περίπου από τον τοίχο. Ο ήλιος θερμαίνει τον τοίχο που μεταφέρει τη θερμότητά του στον εσωτερικό χώρο. Πιο συγκεκριμένα γνωρίζουμε ότι ο θερμός αέρας είναι ελαφρύτερος από τον ψυχρό, άρα κινείται ψηλότερα και ο ψυχρός χαμηλότερα. Ο τοίχος Trombe (που πήρε το όνομά του από τον πρώτο κατασκευαστή του), εκμεταλλεύεται τη φυσική αυτή ιδιότητα του αέρα και μέσω δύο ανοιγμάτων επιτρέπει σε αυτόν να κινηθεί με τον τρόπο

⁵⁴ Nick Baker, Koen Steemers Energy and Environment in Architecture, E&FN SPON, 2000, London, σελ. 224

που φαίνεται στην φωτογραφία.⁵⁵

Δημιουργώντας επομένως έναν φυσικό κύκλο ροής του αέρα θερμαίνοντας το εσωτερικό της οικίας. Κατά τη διάρκεια της χειμωνιάτικης μέρας, ανοίγοντας τις θυρίδες στο πίσω μέρος του τοίχου μάζας επιτρέπουμε στον αέρα που βρίσκεται στο κενό να εισέρχεται στο σπίτι και να ζεσταίνεται το χώρο. Το καλοκαίρι, τον σκιάζουμε συνεχώς και έχουμε ανοικτές μόνο τις θυρίδες της γυάλινης επιφάνειας.

3.1.7.3 Τοίχος νερού

Ο τοίχος νερού είναι ένας τοίχος κατασκευασμένος από ένα πλαστικό ή μεταλλικό στεγανό δοχείο, σκούρου χρώματος, που περιέχει νερό. Τοποθετείται στη θέση του τοίχου μάζας ή του τοίχου Trombe και λειτουργεί κατά τον ίδιο τρόπο.

3.1.7.4 Αεροσυλλέκτης

Ο αεροσυλλέκτης είναι μία θερμοαπορροφητική επιφάνεια (π.χ. λαμαρίνα), σκούρου χρώματος, τοποθετημένη στη νότια πλευρά του κτιρίου και καλυμμένη με υαλοστάσιο. Ο θερμός αέρας που παράγεται, διοχετεύεται στο κτίριο με τον ίδιο τρόπο όπως στο θερμοκήπιο και στον τοίχο Trombe. Επειδή η λειτουργία του αεροσυλλέκτη δεν προϋποθέτει θερμική μάζα, μπορεί να τοποθετηθεί σε χώρο ανεξάρτητο από το κτίριο. Στην περίπτωση αυτή ο θερμός αέρας που παράγουν οι αεροσυλλέκτες μεταφέρεται στο κτίριο μέσω καλά μονωμένων αγωγών.

3.1.7.5 Rock Bed

Ο θερμός αέρας των Π.Η.Σ. μπορεί να διοχετευτεί με τη βοήθεια μικρών ανεμιστήρων

⁵⁵ ΠΗΓΗ Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

σ' ένα στρώμα σκύρων κάτω από το δάπεδο του ισογείου. Το στρώμα αυτό ονομάζεται Rock Bed και εξασφαλίζει υποδαπέδια θέρμανση των υπερκείμενων χώρων.

3.2 Θερμομόνωση

3.2.1 Πως δημιουργούνται οι απώλειες θερμότητας μιας κατοικίας

Ένας κλειστός χώρος που θερμαίνεται ακτινοβολεί θερμότητα στο ψυχρότερο περιβάλλον που είναι γύρω του. Ταυτόχρονα η θερμότητα διαφεύγει από τις ατέλειες του περιβλήματος. Οι απώλειες αυτές πρέπει να αντιμετωπίζονται με τους διάφορους τρόπους μόνωσης. Πρέπει να τονιστεί ότι με το φράξιμο των χαραμάδων και τον περιορισμό της αθέλητης διείσδυσης αέρα δεν πρέπει να εμποδίζεται ο απαραίτητος αερισμός της κατοικίας. Για την υγεία των χρηστών, είναι απαραίτητο να ανανεώνεται ο αέρας που βρίσκεται στο εσωτερικό μιας κατοικίας. Ο αερισμός των κατοικιών πρέπει να είναι γενικός και μόνιμος ακόμη και στην περίοδο που η εξωτερική θερμοκρασία υποχρεώνει να διατηρούνται κλειστά τα παράθυρα. Η κυκλοφορία του αέρα πρέπει να γίνεται ανεμπόδιστα, σε όλους τους χώρους διαβίωσης. Όλοι οι κύριοι χώροι πρέπει να έχουν ανοίγματα για την είσοδο του αέρα και όλοι οι χώροι υπηρεσίας εξαερισμούς.

Μεταξύ των κυρίων χώρων υπηρεσίας πρέπει να υπάρχουν ελεύθερα περάσματα για κυκλοφορεί ο αέρας μεταξύ τους. Τόσο η εισαγωγή όσο και η απαγωγή του αέρα από το εσωτερικό των κατοικιών, μπορεί να γίνεται με τρόπο φυσικό ή μηχανικό ή με συνδυασμό των δύο μεθόδων. Τα ανοίγματα όμως που υπαγορεύει ο φυσικός αερισμός (παράθυρα, φεγγίτες, χαραμάδες κάτω από πόρτες), όσο και ο μηχανικός εξαερισμός (στόμια και συναρμογές σωληνώσεων, καμινάδες κλπ) πρέπει να προστατεύονται σωστά για να μη διαφεύγει άσκοπα θερμική ενέργεια από το κτήριο.

Ανάλογα προβλήματα δημιουργεί ο αερισμός και στον τομέα της ακουστικής άνεσης. Η σωστή θερμομόνωση σε συνδυασμό με ένα ικανοποιητικό σύστημα κλιματισμού, εξασφαλίζει την άνετη διαμονή μέσα στην κατοικία. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα προστατεύει τον εσωτερικό χώρο από το κρύο και κατά το καλοκαίρι από την υπερβολική ζέστη. Εξασφαλίζει οικονομία στην αρχική δαπάνη εγκατάστασης και στις δαπάνες

λειτουργίας της θέρμανσης⁵⁶,
μειώνοντας τις ανταλλαγές θερμοκρασίας με το εξωτερικό περιβάλλον ή με χώρους που
έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες. Εξοικονομεί χρήματα από τα έξοδα συντήρησης και

⁵⁶ ΠΗΓΗΟικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

αυξάνει το χρόνο ζωής της κατοικίας, συμβάλλοντας στην προστασία της από φθορές και βλάβες.

Οι κατά καιρούς έρευνες απέδειξαν ότι μια σωστή θερμομόνωση, που απαιτεί περίπου το 2 - 5% του αρχικού κόστους κατασκευής του κτιρίου, μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι και 50% του κόστους λειτουργίας της θέρμανσής.

3.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα διάφορων τεχνικών θερμομόνωσης

Οι τοίχοι μπορούν να μονωθούν με τέσσερις κυρίως τεχνικές⁵⁷:

A) Από το εσωτερικό μέρος τους.

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό υλικό τοποθετείται από την πλευρά του εσωτερικού χώρου και προστατεύεται από κάποιο στερεό δομικό υλικό που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα.

Ο τρόπος αυτής της θερμομόνωσης έχει τα εξής αποτελέσματα:

1. έχει περιορισμένο χρόνο κατασκευής.
2. Αποτελεί φθηνότερη λύση σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση.
3. Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προστασία των μονωτικών από τις εξωτερικές επιδράσεις.
4. Έχει απλή κατασκευή.
5. Θερμαίνεται πολύ γρηγορότερα ο χώρος.
6. Η κατασκευή μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

Η θερμομόνωση των τοίχων από την εσωτερική πλευρά έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

1. Περιορίζεται ο εσωτερικός χώρος.
2. Ο χώρος ψύχεται πολύ σύντομα. Μένει ανεκμετάλλευτη η θερμοχωρητικότητα του εξωτερικού τοίχου.
3. Δε λύνεται το πρόβλημα των θερμογεφυρών.
4. Τα δομικά στοιχεία κινδυνεύουν από συστολές και διαστολές από τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Κίνδυνος ρηγματώσεων και εισροής βρόχινου νερού.
5. Υπάρχει μικρό πρόβλημα στην τακτοποίηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

⁵⁷ ΠΗΓΗ Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

B) Από το εξωτερικό μέρος τους.

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου. Με την κατασκευή αυτή εμφανίζονται τα εξής πλεονεκτήματα:

1. Ο χώρος διατηρεί τη θερμότητα και μετά τη διακοπή της θέρμανσης από τη θερμοχωρητικότητα των τοίχων.
2. Στους νότιους ειδικά χώρους των κτηρίων διατηρείται η θερμότητα από το ηλιακό θερμικό κέρδος γιατί αποθηκεύεται στους βαρείς εσωτερικούς τοίχους.
3. Δεν εμποδίζεται η ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή της εσωτερικής θερμομόνωσης.
4. Δε μειώνεται ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος.
5. Οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων προστατεύονται από τις συστολές και διαστολές.
6. Εξασφαλίζεται κάλυψη των θερμογεφυρών ιδιαίτερα στις πλάκες σκυροδέματος στα δοκάρια και στις κολώνες.

Τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι:

1. Η κατασκευή της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι ακριβότερη σε σχέση με την θερμομόνωση της εσωτερικής πλευράς.
2. Δεν είναι πολύ εύκολη η εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης στην περίπτωση που οι τοίχοι έχουν πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές.
3. Υπάρχει αδυναμία εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης σε κτήρια με έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων.
4. Απαιτούνται σκαλωσιές για τις εργασίες κατασκευής σε πολυώροφα κτήρια.

Χρειάζεται ειδική προστασία των υλικών διαφόρων στρώσεων για προστασία από τις εξωτερικές καιρικές επιδράσεις.

Γ) Θερμομόνωση με χρήση ειδικών τούβλων.

Στην περίπτωση αυτή ο τοίχος κτίζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα που με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους, τις διαστάσεις τους κλπ. πρέπει να εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας⁵⁸ K που επιβάλλει ο κανονισμός

⁵⁸ ΠΗΓΗ Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

θερμομόνωσης. Αν απαιτείται να αυξηθεί ο συντελεστής αυτός προστίθεται μονωτικό που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι εκ κατασκευής ενσωματωμένο στο θερμομονωτικό τούβλο. Η κατασκευή αυτή εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται με σωστή κατασκευή των επιχρισμάτων η σωστή στεγανότητα ώστε να μην υγραίνεται η μάζα των θερμομονωτικών τούβλων.

Δ) Θερμομόνωση στον πυρήνα μεταξύ δύο τοίχων.

Αποτελεί μέθοδο τοποθέτησης θερμομόνωσης που χρησιμοποιείται πολύ στη χώρα μας. Συνήθως το μονωτικό υλικό τοποθετείται μεταξύ δύο δομικών τοίχων και αυτό ίσως αποτελεί το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου. Εξασφαλίζεται δηλαδή η θερμομόνωση, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαίτερα η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό. Η κατασκευή αυτού του τύπου θερμομόνωσης έχει περιθώρια βελτίωσης έστω και αν δημιουργηθούν στη χειρότερη περίπτωση θερμογέφυρες από την κατασκευή των σενάζ⁵⁹.

3.2.3 Ιδιότητες των μονωτικών υλικών

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας δεν είναι σταθερό μέγεθος αλλά μια γραμμική συνάρτηση που αυξάνεται σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία. Συνήθως, χαρακτηρίζεται από μια μέση τιμή. Η θερμική αγωγιμότητα επηρεάζεται αρνητικά από την υγρασία, γεγονός που εξηγείται εύκολα αν σκεφτούμε ότι η θερμική αγωγιμότητα του νερού είναι 0,57 W/mk, δηλαδή πολύ μεγαλύτερη από αυτή του ακίνητου, ξηρού αέρα. Οι τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας που δίνονται από τις διάφορες εταιρείες ισχύουν συνήθως με μια ανοχή 5 - 10% ανάλογα με το είδος του υλικού. Η προσαύξηση αυτή λαμβάνει υπόψη της λάθη μετρήσεων και την ανομοιομορφία των περισσότερων μονωτικών. Στην πράξη, στις κατασκευές, τα θερμομονωτικά υλικά απορροφούν υγρασία

⁵⁹ ΠΗΓΗ Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

παρά τη χρήση φράγματος υδρατμών. Επίσης λόγω των ιδιοτήτων τους και του τρόπου κατασκευής τους τα περισσότερα μονωτικά υλικά γερνάνε εξαιτίας μηχανικών αλληλεξαρτήσεων και θερμοκρασιακών αλλαγών. Έτσι αλλοιώνεται η αρχική ισορροπία των στερεών και των αέριων συστατικών. Παρά τις έρευνες που γίνονται στον τομέα αυτόν οι μηχανισμοί γήρανσης των θερμομονωτικών υλικών παραμένουν σε μεγάλο βαθμό άγνωστοι. Αυτό που είναι σίγουρο είναι ότι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας πάντοτε αυξάνεται και ποτέ δε μειώνεται¹⁴.

Ο Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών (μ):

Όπως ήδη αναφέρθηκε τα θερμομονωτικά υλικά πρέπει να είναι και να παραμείνουν στεγνά. Αυτό επιτυγχάνεται ευκολότερα όσο μεγαλύτερη αντίσταση παρουσιάζει ένα υλικό στη διάχυση υδρατμών και καθορίζεται από τον αδιάστατο συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών μ . Ο συντελεστής αυτός είναι σχετικό μέγεθος αδιάστατο και δίνει κατά πόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση στη διάχυση υδρατμών ενός στρώματος του υλικού σε σχέση προς το στρώμα αέρα ίσου πάχους. Όσο μικρότερος λοιπόν είναι ο συντελεστής αυτός τόσο πιο ευαίσθητο είναι ένα υλικό στην υγρασία⁶⁰.

Η μηχανική αντοχή:

Η μηχανική αντοχή που απαιτείται για μια κατασκευή προσδιορίζει το σύστημα θερμομόνωσης που θα χρησιμοποιηθεί. Έτσι υλικά με μεγάλη μηχανική αντοχή μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αυτοφερόμενα, αλλά με μικρότερη αντοχή μπορούν να μπου σε ένα φέρον πλέγμα και άλλα με πολύ μικρή ως υλικά πλήρωσης. Η αντοχή σε συμπίεση είναι ένα καθοριστικό μέγεθος στις θερμομονώσεις δαπέδων. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις είναι χρήσιμη και η γνώση των ενδιάμεσων παραμορφώσεων μέχρι τη θραύση από μερικές φορτίσεις, που δεν καταστρέφουν το υλικό αλλά μπορούν να δημιουργήσουν υπερβολικές καταπονήσεις σε φέροντα στοιχεία ή επενδύσεις. Σε πολλές περιπτώσεις χρειάζονται πληροφορίες για την αντοχή των υλικών σε κάμψη ή σε εφελκυσμό. Αυτό απαιτείται ιδιαίτερα σε εσωτερικές θερμομονώσεις ορόφων με μεγάλα ανοίγματα ή σε αυτοφερόμενες κατασκευές που καταπονούνται από τις καιρικές

⁶⁰ ΠΗΓΗ Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

συνθήκες⁶¹.

Η σταθερότητα στις διαστάσεις:

Σε θερμομονωτικές πλάκες που κατασκευάζονται με θερμικές διεργασίες μπορούν να διαφοροποιηθούν οι ονομαστικές διαστάσεις κατά το στάδιο της ψύξης και η κατάσταση να επιδεινωθεί εξαιτίας της γήρανσης. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με τεχνητή γήρανση κατά τη φάση της παραγωγής έτσι ώστε να σταθεροποιηθούν οι διαστάσεις. Μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές έχουν ως αποτέλεσμα μια αξιόλογη γραμμική συρρίκνωση σε όλα τα στερεά μονωτικά υλικά. Τέλος ορισμένα θερμομονωτικά υλικά έχουν μεγάλους συντελεστές διαστολής, τους οποίους πρέπει να λάβει υπόψη του ο κατασκευαστής κατά την τοποθέτηση. Ακόμη πρέπει να ελέγχονται και οι ανοχές που μπορεί να εμφανίζουν οι διαστάσεις ώστε να ελέγχεται η συμπεριφορά τους.

Η Αντίσταση στη φωτιά:

Η συμπεριφορά των θερμομονωτικών υλικών στη φωτιά μπορεί να έχει άμεσες οικονομικές επιπτώσεις. Γενικά παρά το αυξημένο κόστος τους, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο θερμομονωτικά υλικά που δεν αναφλέγονται ή τουλάχιστον δύσκολα ή μέτρια αναφλεγόμενα. Γενικά την καλύτερη συμπεριφορά στη φωτιά έχουν το αφρώδες γυαλί, τα ινώδη υλικά, ο περλίτης κλπ.

Το ειδικό βάρος:

Το ειδικό βάρος αποτελεί μια ακόμη χρήσιμη ιδιότητα διότι ακόμη και στην ίδια κατηγορία υλικών μπορεί ένα ελαφρότερο υλικό να έχει χειρότερες θερμομονωτικές ιδιότητες από βαρύτερο επειδή έχει μεγαλύτερες και πυκνότερες κυψέλες.

Τα οικολογικά θερμομονωτικά υλικά:

Ως οικολογικά θεωρούνται εκείνα τα θερμομονωτικά υλικά, που καλύπτουν τα εξής κριτήρια:

⁶¹ ΠΗΓΗ Ανδρεαδάκης Α., Πανταζίδου Μ., Σταθόπουλος Α., Χατζημπίρος Κ., Περιβαλλοντική Τεχνολογία, ΕΜΠ, Αθήνα 2003, σελ. 388

- α) Δεν απαιτούν μεγάλη ενέργεια για την παραγωγή τους
- β) Είναι ανακυκλώσιμα
- γ) Δεν μολύνουν το περιβάλλον κατά τη διάρκεια παραγωγής τους
- δ) Δεν περιέχουν τοξικούς / καρκινογόνους ρύπους, επικίνδυνους για την υγεία του ανθρώπου και δεν εκλύουν τέτοιους ρύπους κατά τη διάρκεια εφαρμογής τους και μέχρι την καταστροφή τους.

3.2.4 Θερμομονωτικά υλικά που μπορεί κανείς να βρει στην ελληνική αγορά

1) Εξηλασμένη πολυστερίνη

- Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (υδρογονάνθρακες)
- Γκρίζα ενέργεια (ενεργοβόρος η παραγωγή της) 450 KWh/μ³, έως 850 KWh/μ³
- Μόλυνση: Διαφυγή τοξικών πτητικών αερίων στο περιβάλλον, όπως CFC (χλωροφθοράνθρακες) και πεντανίου (καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος και ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου).

- Μη ανακυκλώσιμα

- Επιπτώσεις στην υγεία: Διαφυγή στυρενίου στην ατμόσφαιρα (ουσία νευροτοξική, που ενοχοποιείται για καρκινογενέσεις). Σε περίπτωση φωτιάς, παραγωγή τοξικών βρωμιούχων αερίων, εξ αιτίας των ουσιών που περιέχει για την καθυστέρηση εκδήλωσης πυρκαγιάς⁶².

Ανάπτυξη ισχυρών ηλεκτροστατικών πεδίων. Καμία δυνατότητα διαπνοής του κτηρίου.

2) Πολυουρεθάνη

- Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

- Γκρίζα ενέργεια: 1.000 KWh/μ³ έως και 1.200 KWh/μ³

- Οι HCFC που αντικατέστησαν τα CFC ενοχοποιούνται επίσης για την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος

- Μη ανακυκλώσιμη

- Επιπτώσεις στην υγεία: Οι ισοκυανάτες που προέρχονται από μια σύνθετη διαδικασία παραγωγής με βάση το χλώριο, απελευθερώνουν στο περιβάλλον (εσωτερικό και εξωτερικό του κτηρίου) αμίνες, ουσίες ιδιαίτερα επικίνδυνες για τους ανθρώπους. Σε περίπτωση δε πυρκαγιάς παράγεται κυάνιο, ουσία φοβερά τοξική.

- Καμία δυνατότητα διαπνοής του κτηρίου.

⁶² ΠΗΓΗ Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

3) Υαλοβάμβακας / πετροβάμβακας

- Μη ανανεώσιμα (εκτός της ύαλου) που προέρχονται όμως από υλικά σε αφθονία στη φύση (άμμος, βασάλτης κλπ).

- Γκρίζα ενέργεια: 150 KWh/μ3 έως 250 KWh/μ3.

-Κύρια μόλυνση: Μόνο στις μονάδες παραγωγής (λόγω του διοξειδίου του άνθρακα CO₂) και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους.

- Επιπτώσεις στην υγεία: Το I.A.R.C. (διεθνές κέντρο για την έρευνα του καρκίνου) που υπάγεται στον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, τα κατατάσσει στα εν δυνάμει καρκινογόνα υλικά!! που επιδρούν στον άνθρωπο μέσω της αναπνευστικής οδού. Σε αντίθεση με τις ίνες αμιάντου, οι ίνες των υλικών αυτών δεν διαχωρίζονται κατά το μήκος τους, αλλά σπάνε κάθετα στη μάζα τους και σύμφωνα με το I.A.R.C. η επικινδυνότητά τους έγκειται στις διαστάσεις τους (μήκος ανώτερο των 5 micron και διάμετρος μικρότερη των 3 micron).

Στη Γερμανία απαγορεύτηκε η χρήση τους σε δημόσια κτήρια και στα μικρότερα έργα επιτρέπεται μόνο όταν στεγανοποιηθούν απόλυτα. Το I.A.R.C. επισημαίνει επίσης τον κίνδυνο αναπνευστικών μολύνσεων, λαρυγγίτιδων, φαρυγγίτιδων κλπ σε χώρες όπου εφαρμόζονται αυτά τα υλικά.

Ακόμη, οι συνδετικές ουσίες που χρησιμοποιούνται και που έχουν βάση τη φορμόλη και την ουρία, απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες τοξικής φορμαλδεΐδης⁶³.

⁶³ ΠΗΓΗΟικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

Υλικό		Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/mK)	πάχος d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ
Διατομή a		Ποσοστό fa		0.87
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
κέλυφος	(02)	0.036	0.050	1.389
διογκωμένη πολυστερίνη	(03)	0.036	0.100	2.778
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
			0.21	3.958
Διατομή b		Ποσοστό b		0.13
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
κέλυφος	(02)	0.036	0.050	1.389
χάλυβας	(04)	17	0.005	0.000
διάκενο αέρα	(05)		0.090	-
χάλυβας	(04)	17	0.005	0.000
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
			0.180	1.458
εσωτερική αντίσταση μετάβ.	Ri		0.100	m2K/W
θερμική αντίσταση διάκ.αέρα διατομής b	Rδ1		0.160	m2K/W
θερμική αντίσταση διάκ.αέρα διατομής a	Rδ2		0.000	m2K/W
εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβ.	Ra		0.040	m2K/W
Άνω όριο θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου				3.606
Κάτω όριο θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου				2.519
Συνθήκη $R_{o\max} < 1,50 * R_{o\min}$ (3,817 < 4,041)				OK
θερμική αντίσταση συνθετου δομικού στοιχείου (m2K/W) - Rολ				3.062
συντελεστής θερμοπερατότητας σύνθετης διατομής (W/m2K) U				0.327

Πίνακας 1: Υπολογισμός U – value για το δομικό στοιχείο 3⁶⁴

4) Περλίτης

- Μη ανανεώσιμη πηγή, με μεγάλη όμως διαθεσιμότητα στη φύση.
- Γκρίζα ενέργεια: 230 KWh/μ3
- Μερική ανακύκλωσή του.
- Επιπτώσεις στην υγεία: Ο περλίτης (ηφαιστειακής προέλευσης), δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες, κατά τη χρησιμοποίησή του.
- Προσοχή όμως στη χρησιμοποίησή του σε σύνθετες κατασκευές με σιλικόνες και πολυουρεθάνη .
- Επίσης σε περίπτωση πυρκαγιάς δεν απελευθερώνει τοξικά αέρια.
- Γενικά προτείνεται σαν ένα καλό θερμομονωτικό υλικό.

Υλικό		Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/mK)	πάχος d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ
Διατομή a		Ποσοστό fa		0.87
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
κέλυφος	(02)	0.036	0.030	0.833
διογκωμένη πολυστερίνη	(03)	0.036	0.100	2.778
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
			0.190	3.680
Διατομή b		Ποσοστό b		0.13
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
κέλυφος	(02)	0.036	0.030	0.833
χάλυβας	(04)	17	0.005	0.000
διάκενο αέρα	(05)		0.090	-
χάλυβας	(04)	17	0.005	0.000
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
			0.190	0.903
εσωτερική αντίσταση μετάβ.	Ri		0.100	m2K/W
θερμική αντίσταση διάκ.αέρα διατομής b	Rδ1		0.160	m2K/W
θερμική αντίσταση διάκ.αέρα διατομής a	Rδ2		0.000	m2K/W
εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβ.	Ra		0.040	m2K/W
Άνω όριο θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου				2.881
Κάτω όριο θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου				1.963
Συνθήκη $Ro_{lmax} < 1,50 * Ro_{lmin}$ (3,817 < 4,041)				OK
θερμική αντίσταση συνθετου δομικού στοιχείου (m2K/W) - Roλ				2.422
συντελεστής θερμοπερατότητας σύνθετης διατομής (W/m2K) U				0.413

Πίνακας 2: Υπολογισμός U – value για το δομικό στοιχείο 4¹⁶

5) Το Ερακλίτ (Heraklith)

- Αποδεκτό υλικό
- Ανανεώσιμο όσον αυτό το ξυλόμαλλο, λιγότερο για το μαγνησίτη.
- Γκρίζα ενέργεια: Απαιτεί λιγότερη (αλλά παρόλα αυτά αρκετή) ενέργεια για την παραγωγή του, μικρότερη πάντως, των άλλων υλικών.
- Σημαντικό η Ελλάδα είναι χώρα παραγωγός μαγνησίου !!
- Εύκολα ανακυκλώσιμο.

¹⁶Υ.Π.Ε.Κ.Α(2010): <http://www.ashrae.gr/Karavasili.pdf>

- Επιπτώσεις στην υγεία: Όλα τα υλικά στα οποία ανήκει και το Ερακλίτ δεν παρουσιάζουν προβλήματα για την υγεία των κατοίκων ενός κτηρίου. Καίγονται δύσκολα σε περίπτωση πυρκαγιάς και δεν απελευθερώνουν τοξικές ουσίες. Παρουσιάζουν μικρή, όμως αγωγιμότητα στα ηλεκτρικά πεδία, εξαιτίας του τσιμέντου (γι αυτό και επιμένουμε στις σωστές γειώσεις του οπλισμού του σκυροδέματος).

Υλικό		Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/mK)	πάχος d (m)	Θερμική αντίσταση d/λ
Διατομή a		Ποσοστό fa		0.87
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
κέλυφος	(02)	0.036	0.020	0.556
διογκωμένη πολυστερίνη	(03)	0.036	0.100	2.778
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
			0.180	3.402
Διατομή b		Ποσοστό b		0.13
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
κέλυφος	(02)	0.036	0.020	0.556
χάλυβας	(04)	17	0.005	0.000
διάκενο αέρα	(05)		0.090	-
χάλυβας	(04)	17	0.005	0.000
επίχρισμα	(01)	0.87	0.030	0.034
			0.180	0.625
εσωτερική αντίσταση μετάβ.	Ri		0.100	m2K/W
θερμική αντίσταση διάκ.αέρα διατομής b	Rδ1		0.160	m2K/W
θερμική αντίσταση διάκ.αέρα διατομής a	Rδ2		0.000	m2K/W
εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβ.	Ra		0.040	m2K/W
Άνω όριο θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου				2.457
Κάτω όριο θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου				1.685
Συνθήκη $R_{o\lambda max} < 1,50 * R_{o\lambda min}$ (3,817 < 4,041)				OK
θερμική αντίσταση συνθετου δομικού στοιχείου (m2K/W) - Rολ				2.071
συντελεστής θερμοπερατότητας σύνθετης διατομής (W/m2K) U				0.483

Πίνακας 3: Υπολογισμός U – value για το δομικό στοιχείο 5⁶⁶

Στην Ευρώπη βρίσκουμε 3 υλικά: το Heraklith, το Fibralth, και το Eco-lith. Στην Ελλάδα δυστυχώς έχουμε μόνο το πρώτο.

6) Ο διογκωμένος φελλός

66

¹⁷Υ.Π.Ε.Κ.Α(2010): <http://www.ashrae.gr/Karavasili.pdf>

- Ανανεώσιμη πηγή.
- Γκρίζα ενέργεια: Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή του 80 έως 90 KWh/μ3
- Ανακυκλώσιμο, κατά 100%.
- Επιπτώσεις στην υγεία: Απόλυτα φιλικό και υγιεινό. Προσοχή όμως γιατί κάποιοι κατασκευαστές χρησιμοποιούν κατά την τοποθέτησή του, συνθετικές κόλλες, που περιέχουν φορμαλδεΐδη.

3.2.5 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά, τα οποία μπορεί κανείς, να βρει εύκολα σε όλες τις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες

- 1) Λιναρόμαλλο
- 2) Ρολό από ίνες κοκκοφοίνικα
- 3) Μονωτικό ρολό από υπολείμματα βαμβακιού (τύπου ISO COTTON)
- 4) Τζίβα (σε φύλλα και λωρίδες) και τέλος
- 5) Διογκωμένο (σε κόκκους) άργιλο

Και τα πέντε παραπάνω υλικά, κοστίζουν ελάχιστα, είναι 100% ανακυκλώσιμα, και 100% φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Επίσης η Ελλάδα διαθέτει και λινάρι και βαμβάκι και άργιλο. Δεν διαθέτει όμως ακόμη την κατάλληλη αγορά και ακόμη χειρότερα οι διαμορφωτές της κοινής γνώμης οι έλληνες μηχανικοί αγνοούν, ακόμη τραγικά την διάσταση της οικολογίας στα υλικά που χρησιμοποιούν στις οικοδομές τους. [5]

3.3 Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά μέσα.

Αποτελεί τη σημαντικότερη και συνηθέστερη μέθοδο φυσικού δροσισμού, εφόσον γίνεται με τον κατάλληλο τρόπο.

Με το φυσικό δροσισμό επιτυγχάνονται τρία πράγματα:

1. Απομακρύνεται η θερμότητα από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες το επιτρέπουν

2. Απομακρύνεται η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (όταν αυτά αποτελούνται από επαρκή θερμική μάζα)

3. Απομακρύνεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, με αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, ακόμα και σε σχετικά ψηλές θερμοκρασίες. Εν γένει ο φυσικός αερισμός, ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι:

- Διαμπερής, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων
- Κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού)
- Κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα

Ο φυσικός αερισμός μπορεί να γίνεται και εξωτερικά του κτιρίου ή και διαμέσου του κελύφους του, συμβάλλοντας έτσι στην απομάκρυνση της θερμότητας από το κτιριακό κέλυφος (βλ. αεριζόμενο κέλυφος).

Ο φυσικός αερισμός των κτιρίων μπορεί να εξοικονομήσει μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Από μετρήσεις και ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις σε κατοικίες στην Ελλάδα, προκύπτει μείωση της τάξης του 75 με 100% του ψυκτικού φορτίου λόγω του αερισμού (εφόσον εφαρμόζεται επαρκής ηλιοπροστασία στα κτίρια), γεγονός που σημαίνει ότι μπορεί να υποκαταστήσει ένα κλιματιστικό σύστημα, καθώς δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στους χώρους.

Διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός)

Διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των

διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας.

Ο διαμπερής αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους. Η θέση του κτιρίου σε σχέση με τον πολεοδομικό ιστό, και εν γένει εξωτερικά εμπόδια διευκολύνουν ή ενισχύουν την είσοδο του αέρα μέσα στο κτίριο. Πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα (ανεμοπτερύγια) μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στο κτίριο, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα φυσικού αερισμού.

Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει και στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειες του κτιρίου με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα⁶⁷.

Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός)

Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Η λειτουργία της καμινάδας αερισμού γίνεται σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα του κτιρίου. Όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός), ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα.

Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτιρίων.

Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτιρίου, φέρουν άνοιγμα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να «συλλαμβάνουν» τα

⁶⁷ ΠΗΓΗ Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

ψυχρά ρεύματα αέρα και να τα κατευθύνουν μέσα στο χώρο, υποβοηθούμενοι, σε ορισμένες περιπτώσεις, από ανεμιστήρα.

Ηλιακή καμινάδα

Πρόκειται για κατασκευή καμινάδας, η οποία φέρει στη νότια η νοτιοδυτική επιφάνειά της ($\pm 30^\circ$ ο Ν) υαλοπίνακα αντί τοιχοποιίας (εν γένει έναν μικρό ηλιακό τοίχο) και περσίδες στο άνω τμήμα αυτής της πλευράς.

Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi και συμβάλλει αποτελεσματικά στον αερισμό και στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους, καθώς μέσω της υψηλής θερμοκρασίας του αέρα που προκύπτει μέσα στην καμινάδα, ενισχύεται σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και συνεπώς της ανανέωσης του αέρα μέσα στους χώρους. Καθώς επιτυγχάνει διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα, η ηλιακή καμινάδα συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο⁶⁸.

3.4 Φυσικός φωτισμός

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτήρια και στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας.

Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την επίτευξη οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη

⁶⁸ ΠΗΓΗ Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης».

Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα, υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα, ανακλαστικότητα).

Σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο:

- Υαλοπίνακας ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο
- Πλαίσιο
- Διάταξη σκιασμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο)

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται στις εξής τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία, ανοίγματα οροφής, αίθρια και φωταγωγοί.

Αντίστοιχα, οι διάφορες τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης.

Οι βασικότερες τεχνικές φυσικού φωτισμού είναι:

Κατακόρυφα ανοίγματα (παράθυρα- φεγγίτες) κατάλληλων γεωμετρικών διαστάσεων, **Ανοίγματα οροφής, Αίθρια, Φωταγωγοί** (Εγχρωμοί, απορροφητικοί, ανακλαστικοί, ημιδιαφανείς, επιλεκτικοί, ηλεκτροχρωμικοί κ.ά.), **Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά, Διαφανή μονωτικά υλικά, Ράφια φωτισμού-ανακλαστήρες, περσίδες, Σκίαστρα.**

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός τόσο των χώρων, όσο και των συστημάτων φωτισμού (ανοιγμάτων) θα πρέπει να εξασφαλίζει τις επιθυμητές στάθμες φωτισμού, την απαιτούμενη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον, πάντοτε σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες απαιτήσεις του ενεργειακού σχεδιασμού για θερμική άνεση και ποιότητα αέρα.

3.4.1 Ειδικά συστήματα φωτισμού Πρισματικοί ακριλικοί υαλοπίνακες

Συνιστούν σήμερα συμβατική λύση για τη σκίαση, αφού με κατάλληλο προσανατολισμό μπορούν να αποτρέψουν την είσοδο ηλιακών ακτινών. Για μέγιστη ηλιοπροστασία, θα πρέπει η κλίση τους να ρυθμίζεται ανάλογα με το ύψος του ήλιου. Οι ασύμμετροι υαλοπίνακες (δηλαδή, αυτοί των οποίων τα στοιχειώδη πρίσματα δεν έχουν όμοιες πλευρές) χρησιμοποιούνται και για αλλαγή της διεύθυνσης των ηλιακών ακτινών (συνήθως προς την οροφή), με αποτέλεσμα τη βελτίωση των συνθηκών οπτικής άνεσης⁶⁹.

Σκίαστρα Koester

Αναπτύχθηκαν από τον Helmut Koester σε μια προσπάθεια να επιτύχει με σταθερά σκίαστρα υψηλής ανακλαστικότητας όχι μόνο σκίαση, αλλά και αλλαγή στη διεύθυνση των ηλιακών ακτινών.

Σύστημα Fisch

Αναπτύχθηκε από την εταιρία «Barte-Bach» με στόχο τη μεταφορά φωτός προς την οροφή.

Σύστημα Inglas-Y

Σε διαφανές ακριλικό υλικό δημιουργούνται ανοίγματα με αποτέλεσμα - λόγω ολικής ανάκλασης των ηλιακών ακτινών - να επιτυγχάνεται αλλαγή στη διεύθυνση τους.

Σύστημα Lif

Όμοιο σε αρχή λειτουργίας με το παραπάνω, με διαφορά στο σχήμα των ανοιγμάτων. Αναπτύχθηκε από το δρ. H. Federmann.

⁶⁹ ΠΗΓΗ Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά

Εξωτερικό ή εσωτερικό ράφι φωτισμού

Κατά βάση, η λειτουργία του στηρίζεται στη μείωση των επιπέδων φωτισμού κοντά στο παράθυρο και αύξηση αυτών στο πίσω μέρος του χώρου, προσπάθεια που βοηθά στην αύξηση της ομοιογένειας. Γενικά ισχύει ο πρακτικός κανόνας ότι το μήκος του ραφίου πρέπει να είναι περίπου ίσο με το ύψος του παραθύρου που βρίσκεται πάνω του, ενώ το υλικό του πρέπει να έχει μεγάλο συντελεστή ανάκλασης⁷⁰.

3.5 Χρήση βελτιωμένων υαλοπινάκων

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

Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες.

Κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά είναι:

Ανακλαστικοί υαλοπίνακες: Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτήρια.

Έγχρωμοι υαλοπίνακες: Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.

Απορροφητικοί υαλοπίνακες: Απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (περιορίζουν τη θερμοερατότητα χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη φωτοδιαπερατότητα) και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.

Έχουν το πλεονέκτημα, σε σχέση με τους ανακλαστικούς, γιατί δε δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου.

⁷⁰ ΠΗΓΗ Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός: περιβάλλον και βιωσιμότητα, 2006, σελ. 189

Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού εκμπομπής (Low-e): Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτήριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται).

Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτηρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτηρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.

Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες: Εκτός από τους συνήθεις διπλούς (ή τριπλούς) υαλοπίνακες, αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτήρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.

Ηλεκτροχρωμικοί: Αποτελούνται από υλικά, των οποίων τα οπτικά χαρακτηριστικά, μεταβάλλονται όταν εφαρμοσθεί στα άκρα τους ηλεκτρικό δυναμικό. Τα οξειδία των μετάλλων και ιδιαίτερα αυτά των βολφραμίου (WO_3), μολυβδανίου (MoO_3), νικελίου (NiO) και βαναδίου (V_2O_5), εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή. Η διαδικασία είναι απόλυτα αντιστρεπτή με αλλαγή της πολικότητας.

Φωτοχρωμικοί: Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας⁷¹.

Θερμοχρωμικοί: Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι.

Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων: Με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς.

⁷¹ ΠΗΓΗ Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός: περιβάλλον και βιωσιμότητα, 2006, σελ. 189

Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτηρίου, η συνεισφορά του υαλοπίνακα στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση και η συνεπαγόμενη οικονομικότητα του συστήματος (κόστος-όφελος, χρόνος απόσβεσης). Ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιλογή απαιτείται ώστε τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα, τα οποία θα επιλεγούν με κριτήριο τη συμπεριφορά του στη θέρμανση και στο δροσισμό του κτηρίου, να εξασφαλίζουν, μαζί με το συνολικό σχεδιασμό των ανοιγμάτων και τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό των χώρων.

3.6 Πράσινες στέγες

Οφέλη

Όλα τα είδη φυτεμένης, πράσινης στέγης -είτε την αποκαλούμε πράσινη ταράτσα, φυτεμένο δώμα, ή Οικοστέγη- αναβαθμίζουν σημαντικά την ποιότητα ζωής μας, προσφέροντας πολλαπλά οφέλη τόσο στους ιδιοκτήτες τους, όσο και στην πόλη αλλά και σε ολόκληρο τον πλανήτη.

Η θερμοκρασία στην επιφάνεια μιας ταράτσας μπορεί να φθάσει τους 80°C. Παράλληλα, η θερμοχωρητικότητα των δομικών υλικών αυξάνει την ενέργεια που απαιτείται για την ψύξη του κτιρίου.

Όμως, τα φυτά σε ένα φυτεμένο δώμα απορροφούν τη ζέστη για τις ανάγκες του μεταβολισμού τους. Επίσης, μία Οικοστέγη θερμαίνεται και ψύχεται πολύ πιο αργά σε σχέση με ένα δώμα στο οποίο δεν έχει εφαρμοστεί το σύστημα. Ως συνέπεια, το κτήριο κλιματίζεται πιο αποτελεσματικά, με μηχανήματα ή χωρίς, ενώ το όλο σύστημα προσφέρει άμεσα αλλά μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη⁷².

Άμεσα Οικονομικά οφέλη

Μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας της ταράτσας έως 45° C, σε σχέση με ένα συμβατικό δώμα. Σταθεροποίηση της επιφανειακής θερμοκρασίας κατά τις θερμότερες μέρες και ώρες του χρόνου σε <35° C.

⁷² ΠΗΓΗ Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός: περιβάλλον και βιωσιμότητα, 2006, σελ. 189

Μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτιρίου έως 10°C τους θερινούς μήνες.
Μείωση της απώλειας θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου τους χειμερινούς μήνες.
Μείωση του κόστους θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου έως 50%.

Μακροπρόθεσμα Οικονομικά οφέλη

Οικονομία στο πετρέλαιο θέρμανσης 2 λίτρα/μ²/χρόνο, με αποτέλεσμα την απόσβεση κόστους τοποθέτησης της Οικοστέγης μέσα σε 4 – 5 χρόνια με τις υπάρχουσες τιμές πετρελαίου.

Παράλληλα, το πράσινο προστατεύει την επιφάνεια του δώματος και της στεγανωτικής στρώσης από τις καιρικές συνθήκες (βροχόπτωση, χιόνι, χαλάζι) την ακτινοβολία UV, αλλά και τις μηχανικές καταπονήσεις. Το αποτέλεσμα είναι ο διπλασιασμός του χρόνου ζωής του δώματος και της στεγανωτικής στρώσης από τα 30 έτη, σε περισσότερα από 60 έτη εξοικονομώντας χρήματα για τον ιδιοκτήτη από το κόστος επαναστεγανοποίησης και επισκευής του σκυροδέματος. Άρα έχουμε σημαντική μείωση στο κόστος συντήρησης του κτιρίου.

Επένδυση

Αύξηση της εμπορικής και της αντικειμενικής αξίας των κτιριακών εγκαταστάσεων (εργοστάσια, αποθήκες, γραφεία κ.λπ.) λόγω της υψηλής βαθμολόγησης τους στην ενεργειακή ταυτότητα του κτιρίου.

Μέσω του περιορισμού του εύρους της ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας, από τους 60°C < σε ένα μη φυτεμένο δώμα, σε μόλις 10°C σε ένα δώμα με Οικοστέγη, περιορίζουμε την καταπόνηση του κτηρίου από τις θερμικές συστολές και διαστολές με θετικές συνέπειες για τη ζωή του⁷³.

Πυροπροστασία

Τα πράσινα δώματα προστατεύουν τα κτίρια από τη φωτιά. Έρευνα που διεξήχθη στο Βερολίνο για την αντίσταση ενός πράσινου δώματος στη φωτιά βρέθηκε ότι τα φυτεμένα δώματα εμποδίζουν την εξάπλωση της φωτιάς καλύτερα από τα δώματα με χαλίκι. Αυτό

⁷³ ΠΗΓΗ Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός: περιβάλλον και βιωσιμότητα, 2006, σελ. 189

οφείλεται στην κατακράτηση νερού από τα παχύφυτα που χρησιμοποιούνται για τη φύτευση (Kohler,2004).

Αισθητική αναβάθμιση

Το φυτεμένο δώμα συμβάλει καταλυτικά στη βελτίωση της αισθητικής του κτηρίου, καθώς δημιουργεί έναν όμορφο χώρο αναψυχής στην στέγη. Έτσι προωθεί την αισθητική αναβάθμιση της κάθε γειτονιάς αλλά και ολόκληρης της πόλης.

Ηχομόνωση

Ο αέρας που βρίσκεται παγιδευμένος στο υπόστρωμα και η πολυσχιδής επιφάνεια των φυτών έχουν ηχομονωτική δράση, μειώνοντας τον εξωτερικό θόρυβο τουλάχιστον κατά 10 decibel χαμηλότερα, σε σχέση με μία συμβατική μόνωση.

Ως αποτέλεσμα, η πράσινη στέγη αποτελεί την ιδανική λύση για τα κτίρια που βρίσκονται κοντά σε ισχυρές πηγές θορύβου (λεωφόρους, εργοστάσια, αεροδρόμια κλπ).

Προστασία από την Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία

Έρευνα που έγινε στο Μόναχο και στην πόλη Κάσσελ της Γερμανίας (Herman, 2003) έδειξε ότι η διεύθυνση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και μικροκυμάτων σε κτίριο μετά την εγκατάσταση φυτεμένου δώματος μειώθηκε κατά 99,4%.

Αντιπλημμυρική Προστασία

Πάνω από το 75% των νερών της βροχής μιας πόλης καταλήγει στα φρεάτια αποχέτευσης.

Στις ισχυρές καταιγίδες, η συσσώρευση αυτών των όμβριων υδάτων δημιουργεί κορεσμό στο αποχετευτικό σύστημα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πλημμύρες, με πολύ μεγάλο κόστος για τους Δήμους. Παράλληλα η μόλυνση της ατμόσφαιρας και των επικαθημένων βαρέων σωματιδίων, που παρασύρονται από το νερό της βροχής,

μεταφέρεται στη θάλασσα και περνάει στο πόσιμο νερό⁷⁴. Ένα φυτεμένο δώμα κατακρατά και φιλτράρει το 75% της ποσότητας των νερών της βροχής, παρέχοντας αντιπλημμυρική προστασία στην πόλη αλλά και προστατεύοντας το νερό, από τη μόλυνση.

Λύση στο πρόβλημα των θερμικών νησίδων

⁷⁴ ΠΗΓΗ Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός: περιβάλλον και βιωσιμότητα, 2006, σελ. 189

Το φαινόμενο των θερμικών νησίδων μεταβάλλει δραματικά το μικροκλίμα μιας πόλης. Το δομημένο αστικό τοπίο απορροφά την ηλιακή θερμική ακτινοβολία, λειτουργώντας ουσιαστικά σαν φούρνος.

Συγχρόνως τα οχήματα και τα κλιματιστικά μηχανήματα αυξάνουν με την λειτουργία τους τη θερμοκρασία της πόλης. ̶ς αποτέλεσμα, η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα σε έναν πυκνοδομημένο αστικό χώρο και τα προάστια του να φτάνει στους 6-10°C. Τα πράσινα δώματα θερμομονώνουν και σκιάζουν τα κτίρια βοηθώντας στο δροσισμό τους και κατ' επέκταση τον δροσισμό της πόλης, συμβάλλοντας δραματικά στην επίλυση του φαινομένου των θερμικών νησίδων.

Βελτίωση στην ποιότητα του αέρα

Τα φυτά χρησιμοποιούν το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας και παράγουν οξυγόνο μέσω της φωτοσύνθεσης. Παράλληλα, τα πράσινα δώματα μειώνουν το φαινόμενο των θερμικών νησίδων, που είναι μία από τις πηγές δημιουργίας του όζοντος το οποίο επιβαρύνει την πόλη. Επίσης, τα φυτεμένα δώματα κατακρατούν τα βαρέα μέταλλα της ατμόσφαιρας, καθώς τα φυτά τους τρέφονται από αυτά. Έτσι, οι φυτεμένες στέγες εμπλουτίζουν με οξυγόνο την ατμόσφαιρα, ενώ εμποδίζουν τα βαρέα μέταλλα από το να εισέλθουν στον κύκλο του νερού και τελικά να καταλήξουν στο ποτήρι μας.

3.6.1 Είδη πράσινων στεγών

Οι πράσινες στέγες κατατάσσονται σε τρία διαφορετικά είδη, αναλόγως του είδους της βλάστησης που χρησιμοποιείται, του βάθους του απαραίτητου υποστρώματος και του βαθμού της φροντίδας που χρειάζονται για την συντήρησή τους.

Επιπλέον, η επιλογή του είδους της φυτεμένης στέγης μπορεί να επηρεαστεί από τη χρήση για την οποία προορίζεται, καθώς και από το γεωγραφικό σημείο όπου βρίσκεται. Βέβαια, αυτές οι παράμετροι δεν αποτελούν δεσμευτικό κριτήριο στην κατάταξη, αφού ένα φυτεμένο δώμα με γκαζόν στο Βανκούβερ ανήκει στον εκτατικό τύπο φυτεμένου

δώματος, ενώ ένα φυτεμένο δώμα με γκαζόν στην Αθήνα χαρακτηρίζεται εντατικό, λόγω των αυξημένων αναγκών του σε άρδευση και συντήρηση.

Έτσι, ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να ανήκει στον εκτατικό (extensive), στον ημιεντατικό (semi extensive), ή στον εντατικό (intensive) τύπο, σύμφωνα με τα επιμέρους χαρακτηριστικά του:

Εντατικός τύπος:

Ο εντατικός τύπος, ή ταρατσόκηπος όπως έχει επικρατήσει να ονομάζεται στη χώρα μας, επιλέγεται κυρίως για την ικανοποίηση αισθητικών και ψυχολογικών αναγκών, για την ενίσχυση της σχέσης του κοινού με το φυσικό περιβάλλον. Οι επιλογές των φυτών είναι απεριόριστες και μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με το γούστο του ιδιοκτήτη. Είναι μια καλή επιλογή για υγρά και ήπια κλίματα, που δεν χαρακτηρίζονται από ισχυρούς ανέμους.

Αλλά το συνολικό όφελος από την εφαρμογή αυτού του είδους πράσινης στέγης περιορίζεται από το υψηλό κόστος τοποθέτησης και συντήρησης της, που κάνουν την απόσβεση της επένδυσης ιδιαίτερα αργή. Επιπλέον, στη χώρα μας, οι περίπλοκες και αυξημένες ανάγκες άρδευσης, περιορίζουν και το οικολογικό όφελος του φυτεμένου δώματος, καθώς η οικονομία στην κατανάλωση νερού είναι υπ' αριθμόν ένα προτεραιότητα για την επιβίωση μας στον πλανήτη. Ακόμη, ο εντατικός τύπος επιβαρύνει σημαντικά το στατικό φορτίο του κτηρίου, βάζοντας σε κίνδυνο ιδιαίτερα τις παλιότερες κατασκευές, αλλά και εκείνες που βρίσκονται σε σεισμογενείς περιοχές.

Ο ημιεντατικός τύπος:

Ο ημιεντατικός τύπος χαρακτηρίζεται από τα αντίστοιχα οφέλη και μειονεκτήματα, αναλόγως του βαθμού διεύδυσης του προς τον εντατικό ή τον επεκτατικό τύπο. Γενικότερα, το κριτήριο της αποτελεσματικότητας του πράσινου δώματος σχετίζεται άμεσα με την ποσότητα νερού που καταναλώνει, το κόστος συντήρησης του για κλάδεμα, κούρεμα, λίπανση και ζιζανιοκτόνα, αλλά και από το ύψος των φυτών που όσο υψηλότερο είναι πιθανό να ξεριζωθούν από τους δυνατούς ανέμους, με σημαντικό κίνδυνο για τους διερχόμενους.

Εκτατικός τύπος:

Ο εκτατικός τύπος συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τους άλλους τύπους πράσινης στέγης, καθώς συνδυάζει όλα τα οικολογικά με τα οικονομικά οφέλη. Είναι το φυτεμένο δώμα που επιλέγουν παγκοσμίως οι περισσότερες επιχειρήσεις και οργανισμοί, καθώς αποσβένει άμεσα, εξοικονομώντας χρήματα για τον επενδυτή από την πρώτη μέρα της τοποθέτησης του. Επίσης, οι περιορισμένες έως μηδενικές ανάγκες αυτού του τύπου σε συντήρηση και σε άρδευση τον αναδεικνύουν ως τον πλέον αποδοτικό και από οικολογική άποψη. Ιδιαίτερα στη χώρα μας, που το κλίμα της χαρακτηρίζεται από μεγάλες αυξομειώσεις θερμοκρασίας και ισχυρούς ανέμους και όπου η επάρκεια νερού είναι σημαντικά περιορισμένη, ο εκτατικός τύπος φυτεμένου δώματος είναι ο πλέον ενδεδειγμένος.

3.6.2 Κατακόρυφη φύτευση

Ένας αντίστοιχος τρόπος με τα ίδια χαρακτηριστικά, είναι η κάλυψη του εξωτερικού τμήματος των τοίχων των κτιρίων με φυτά, αναρριχώμενα ή μη(κάθετοι κήποι). Στην ουσία μοιράζεται τα ίδια πλεονεκτήματα με τις πράσινες στέγες και αποτελεί σημαντική οικολογική και αισθητική επένδυση.

Ο πιο απλός τρόπος είναι η επένδυση σε τοίχους με αναρριχώμενα. Προϋπόθεση γι' αυτό είναι να έχει κανείς στη διάθεσή του χώμα, είτε στο έδαφος είτε σε δοχεία. Έπειτα φυτεύονται αναρριχητικά που έχουν τη δυνατότητα να στηρίζονται μόνα τους (όπως ο κισσός ή ο παρθενόκισσος) ή υποβοηθούμενα από στηρίγματα και πλέγματα. Στους σκιερούς τοίχους, όπου μπορεί να παρουσιαστεί πρόβλημα υγρασίας, προτιμάται να φυτεύονται φυλλοβόλα φυτά, που το χειμώνα αφήνουν τον τοίχο γυμνό και εκτεθειμένο στην ακτινοβολία.

Άλλος τρόπος για να «πρασινίσει» κανείς τις κάθετες επιφάνειες είναι να διαμορφώσει υποδοχές στον τοίχο, ώστε να δημιουργηθεί η κατάλληλη υποδομή για τη φύτευση. Η πρακτική αυτή εφαρμόζεται συνήθως σε τοίχους στήριξης.

Σε αυτή την περίπτωση, δημιουργούνται ανοίγματα (ζαρντινιέρες) σε διάφορα σημεία του τοίχου, εγκαθίσταται σύστημα αυτόματου ποτίσματος και στη συνέχεια, τοποθετείται το χώμα και τα φυτά.

Για κάλυψη σε κολόνες ή άλλα κάθετα στοιχεία, μπορούν να εγκατασταθούν ειδικά κασπό, μέσα στα οποία τοποθετούνται ειδικές γλάστρες. Στις γλάστρες αυτές χρησιμοποιείται χώμα συγκεκριμένης σύστασης, για να είναι ελαφρύ, ενώ το πότισμα γίνεται συνήθως αυτόματα. Σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται προσοχή στον τρόπο της στήριξης και στην αντοχή της κατασκευής που θα τοποθετηθεί. Τα τελευταία χρόνια, με αυτή τη μέθοδο έχουν διακοσμηθεί κολόνες φωτισμού σε αρκετούς δήμους της Αττικής.

Μπορούν επίσης να δημιουργηθούν ανθισμένες ανθοστήλες με ειδικές γλάστρες που υπάρχουν στην αγορά. Πρόκειται για γλάστρες που τοποθετούνται η μία πάνω στην άλλη, δημιουργώντας έναν πύργο. Σε αυτό το σύστημα, τοποθετείται χώμα και στη συνέχεια γίνεται η φύτευση. Οι γλάστρες μπορεί να ποτίζονται αυτόματα και προσφέρονται για τη δημιουργία διάφορων φυτικών συνθέσεων, αφού συνήθως έχουν αρκετά επίπεδα. Το σύστημα χρησιμοποιείται συνήθως για τη φύτευση φράουλας, αλλά δίνει τη δυνατότητα και για άλλες διακοσμητικές φυτεύσεις.

Η επιλογή των φυτών στον «κάθετο κήπο» είναι προσαρμοσμένη στις κλιματικές ανάγκες κάθε περιοχής, ενώ το πότισμα γίνεται από την κορυφή του τοίχου. Το σύστημα υποστήριξης των φυτών στον «κάθετο κήπο» είναι αρκετά ελαφρύ και μπορεί να προσαρμοστεί οπουδήποτε, χωρίς να υπάρχει περιορισμός στην επιφάνεια κάλυψης. Βέβαια, η όλη εγκατάσταση πρέπει να γίνει από εξειδικευμένο προσωπικό, ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα και η καλή λειτουργία, αλλά και η ασφάλεια της κατασκευής.

3.7 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και η λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος στηρίζεται στις βασικές ιδιότητες των ημιαγωγών υλικών σε ατομικό επίπεδο. Ας πάρουμε όμως τα πράγματα από την αρχή.

Όταν το φως προσπίπτει σε μια επιφάνεια είτε ανακλάται, είτε την διαπερνά (διαπερατότητα) είτε απορροφάται από το υλικό της επιφάνειας. Η απορρόφηση του φωτός ουσιαστικά σημαίνει την μετατροπή του σε μια άλλη μορφή ενέργειας (σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας) η οποία συνήθως είναι η θερμότητα.

Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν κάποια υλικά τα οποία έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των προσπιπτόντων φωτονίων (πακέτα ενέργειας) σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα υλικά είναι οι ημιαγωγοί και σε αυτά οφείλεται επίσης η τεράστια τεχνολογική πρόοδος που έχει συντελεστεί στον τομέα της ηλεκτρονικής και συνεπακόλουθα στον ευρύτερο χώρο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών.

Γενικότερα τα υλικά στην φύση σε σχέση με τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους εμπίπτουν σε τρεις κατηγορίες, τους αγωγούς του ηλεκτρισμού, τους μονωτές και τους ημιαγωγούς. Ένας ημιαγωγός έχει την ιδιότητα να μπορεί να ελεγχθεί η ηλεκτρική του αγωγιμότητα είτε μόνιμα είτε δυναμικά⁷⁵.

3.7.1 Χαρακτηριστικά Ημιαγωγών

Το χαρακτηριστικό στοιχείο ενός ημιαγωγού που το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα υλικά είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων ενός ατόμου που βρίσκεται στην εξωτερική του στοιβάδα (σθένους). Ο περισσότερο γνωστός ημιαγωγός είναι το πυρίτιο (Si) για αυτό και θα επικεντρωθούμε σε αυτό.

Το πυρίτιο έχει ατομικό αριθμό 14 και έχει στην εξωτερική του στοιβάδα 4 ηλεκτρόνια. Όλα τα άτομα που έχουν λιγότερα η περισσότερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα (είναι "γενικά" συμπληρωμένη με 8 e) ψάχνουν άλλα άτομα με τα οποία μπορούν να ανταλλάξουν ηλεκτρόνια ή να μοιραστούν κάποια με σκοπό τελικά να

⁷⁵ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

αποκτήσουν συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα σθένους.

Σε αυτήν την τάση οφείλεται και η κρυσταλλική δομή του πυριτίου αφού όταν συνυπάρχουν πολλά άτομα μαζί διατάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε να συνεισφέρουν

ηλεκτρόνια με όλα τα γειτονικά τους άτομα και τελικά με αυτόν τον τρόπο να αποκτούν μια συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα και κρυσταλλική δομή. Αυτή είναι και η καθοριστική ιδιότητα που έχουν τα κρυσταλλικά υλικά.

Στην κρυσταλλική του μορφή όμως το πυρίτιο είναι σταθερό. Δεν έχει ανάγκη ούτε να προσθέσει ούτε να διώξει ηλεκτρόνια κάτι που ουσιαστικά του δίνει ηλεκτρικά χαρακτηριστικά πολύ κοντά σε αυτά ενός μονωτή αφού δεν υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια για την δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος στο εσωτερικό του⁷⁶.

Δημιουργία ηλεκτρικά φορισμένων ημιαγωγών

Τις ημιαγωγικές ιδιότητες του το πυρίτιο τις αποκτά με τεχνικό τρόπο. Αυτό πρακτικά γίνεται με την πρόσμειξη με άλλα στοιχεία τα οποία είτε έχουν ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο είτε ένα λιγότερο στην στοιβάδα σθένους τους. Αυτή η πρόσμειξη τελικά κάνει τον κρύσταλλο δεκτικό είτε σε θετικά φορτία (υλικό τύπου p) είτε σε αρνητικά φορτία (υλικό τύπου n)

Για να φτιαχτεί λοιπόν ένας ημιαγωγός τύπου n ή αλλιώς ένας αρνητικά φορισμένος κρύσταλλος πυριτίου θα πρέπει να γίνει πρόσμειξη ενός υλικού με 5e στην εξωτερική του στοιβάδα όπως για παράδειγμα το Αρσένιο (As).

Αντίστοιχα για να δημιουργήσουμε έναν ημιαγωγό τύπου p η αλλιώς θετικά φορισμένος κρύσταλλος πυριτίου χρειάζεται να γίνει πρόσμειξη στον κρύσταλλο κάποιου υλικού όπως το βόριο (B) που έχει 3e στην εξωτερική του στοιβάδα.

Δημιουργία της επαφής (του ηλεκτρικού πεδίου)

Εάν φέρουμε σε επαφή δύο κομμάτια πυριτίου τύπου n και τύπου p το ένα απέναντι από το άλλο δημιουργείται μια δίοδος η αλλιώς ένα ηλεκτρικό πεδίο στην επαφή των δύο υλικών το οποίο επιτρέπει την κίνηση ηλεκτρονίων προς μια κατεύθυνση μόνο.

Τα επιπλέον ηλεκτρόνια της επαφής n έλκονται από τις «οπές» τις επαφής p. Αυτό το ζευγάρι των δύο υλικών είναι το δομικό στοιχείο του φωτοβολταϊκού κελιού και η βάση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Η ηλιακή ακτινοβολία έρχεται με την μορφή πακέτων

⁷⁶ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

ενέργειας ή φωτονίων. Τα φωτόνια όταν προσπίπτουν σε μια διάταξη φβ κελιού περνούν αδιατάραχτα την επαφή τύπου n και χτυπούν τα άτομα της περιοχής τύπου p. Τα ηλεκτρόνια της περιοχής τύπου p αρχίζουν και κινούνται μεταξύ των οπών ώσπου τελικά φτάνουν στην περιοχή της διόδου όπου και έλκονται πλέον από το θετικό πεδίο της εκεί περιοχής. Αφού ξεπεράσουν το ενεργειακό χάσμα αυτής της περιοχής μετά είναι αδύνατον να επιστρέψουν. Στο κομμάτι της επαφής n πλέον έχουμε μια περίσσεια ηλεκτρονίων που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε. Αυτή η περίσσεια των ηλεκτρονίων μπορεί να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα εάν τοποθετήσουμε μια διάταξη όπως ένας μεταλλικός αγωγός στο πάνω μέρος της επαφής n και στο κάτω της επαφής p και ένα φορτίο ενδιάμεσα με τέτοιο τρόπο ώστε να κλείσει ένας αγωγίμος δρόμος για το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται. Αυτή είναι απλοποιημένα η γενική αρχή λειτουργίας του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Περιορισμοί στην απόδοση των φωτοβολταϊκών

Ο λόγος που δεν μπορούμε να εκμεταλλευτούμε όλη την προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια είναι γιατί τό κάθε ημιαγώγιμο υλικό αντιδρά σε διαφορετικά μήκη κύματος της ακτινοβολίας. Κάποια υλικά αντιδρούν σε ευρύτερα φάσματα ακτινοβολίας από κάποια άλλα.

Έτσι ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιούμε μπορούμε να εκμεταλλευτούμε μόνο εκείνο το φάσμα της ακτινοβολίας που αντιδρά με το συγκεκριμένο υλικό. Το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται σε σχέση με την προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια συμβολίζει τον συντελεστή απόδοσης του υλικού. Οι δύο βασικοί παράγοντες για την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού υλικού είναι το ενεργειακό χάσμα του υλικού και ο συντελεστής μετατροπής⁷⁷.

⁷⁷ ΠΗΓΗ Βάγιας, Ερμόπουλος, Ιωαννίδης, Σιδηρές Κατασκευές, τομος Β, Κλειδάριθμος, Αθήνα, σελ. 494

3.7.2 Φωτοβολταϊκά

Υπολογισμός των ανάγκων σε ηλεκτρισμό

Ένας απλός τρόπος υπολογισμού της κατανάλωσης σε ρεύμα και του μεγέθους ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι:

Κάθε συσκευή έχει πάνω της μια μικρή ετικέτα που αναγράφει την ηλεκτρική κατανάλωση της συσκευής. Για παράδειγμα, μια τηλεόραση 21 ιντσών μπορεί να γράφει 220 volt και 0,5 Αμπέρ (A). Αυτό σημαίνει πως μπορεί να καταναλώσει $220 \times 0,5 = 110$ Watt.

Κάποιες συσκευές μπορεί να αναγράφουν μόνο τα 220 volt και όχι Αμπέρ. Σε αυτή την περίπτωση όμως θα αναφέρουν απευθείας τα watt. Στο προηγούμενο παράδειγμα θα βλέπαμε 220 volt και 110 watt.

Αυτό σημαίνει ότι η παραπάνω ηλεκτρική συσκευή θα καταναλώνει σε πλήρη λειτουργία 110 watt για κάθε ώρα που θα λειτουργεί. Στην πράξη μπορεί να καταναλώνει και λιγότερα, αν για παράδειγμα λειτουργεί με χαμηλή φωτεινότητα και σε χαμηλή ένταση ήχου⁷⁸.

1ο βήμα: Εξοικονόμηση ενέργειας

Ένα παράδειγμα είναι οι ηλεκτρικοί λαμπτήρες. Ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως των 60 watt, σαν αυτούς που οι περισσότεροι χρησιμοποιούν για το φωτισμό των χώρων, καταναλώνει 60 watt για κάθε ώρα λειτουργίας του. Αυτό σημαίνει ότι αν έχουμε 5 τέτοιους λαμπτήρες να λειτουργούν κατά μέσο όρο 6 ώρες το 24ωρο ο κάθε ένας, τότε η κατανάλωσή τους θα είναι $5 \times 6 \times 60 = 1.800$ Wh το 24ωρο.

Σε σύγκριση με τους λαμπτήρες οικονομίας των 15 watt (που "αποδίδουν" σαν τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως των 60 watt) έχουμε $5 \times 6 \times 15 = 450$ Wh, δηλαδή μια οικονομία 1.350 watt ανά 24ωρο.

Όταν σχεδιάζουμε ένα σύστημα φωτοβολταϊκών, το βασικότερο και πρώτο πράγμα από το οποίο πρέπει να ξεκινήσουμε, είναι να εξετάσουμε τις δυνατότητες για εξοικονόμηση ενέργειας.

2ο βήμα: Υπολογισμός κατανάλωσης

⁷⁸ ΠΗΓΗ Βάγιας, Ερμόπουλος, Ιωαννίδης, Σιδηρές Κατασκευές, τομος Β, Κλειδάριθμος, Αθήνα, σελ. 494

Πολλαπλασιάζουμε τα Watt κάθε συσκευής επί τον αριθμό των ωρών που θα λειτουργεί.

Το άθροισμα όλων αυτών των γινομένων θα είναι η συνολική μας ημερήσια κατανάλωση σε Wh.

Επειδή υπάρχουν απώλειες στο σύστημά μας αλλά και κρυφές καταναλώσεις από συσκευές που δεν υπολογίσαμε (π.χ. συσκευές που καταναλώνουν ρεύμα ακόμα και κλειστές ή σε αναμονή), πολλαπλασιάζουμε το προηγούμενο άθροισμα επί 1,5.

Έτσι, αν μετά από τα παραπάνω 3 βήματα έχουμε καταλήξει ότι χρειαζόμαστε συνολικά για όλες τις συσκευές μας 600 Wh ανά 24ωρο, τότε πρέπει να εγκαταστήσουμε ένα σύστημα φωτοβολταϊκών (συλλέκτες - πάνελ - ηλιακής ενέργειας) και συσσωρευτών (μπαταρίες) που να μπορεί να μας παρέχει τουλάχιστον 600 Wh κάθε μέρα.

3ο βήμα: Υπολογισμός του μέγεθους των συσσωρευτών

Οι συσσωρευτές (μπαταρίες) αναγράφουν τη χωρητικότητά τους σε Ah (αμπέρ ανά ώρα).

Έτσι, ένας συσσωρευτής των 12 volt και 100 Ah παρέχει $12 \times 100 = 1.200$ watt συνεχούς ρεύματος (DC) για 1 ώρα ή 120 watt για 10 ώρες ή 12 watt για 100 ώρες. Ένας ακόμη σημαντικός δείκτης είναι αυτός που μας παρέχει την πληροφορία σχετικά με τον ρυθμό εκφόρτισης με βάση τον οποίο ο συσσωρευτής μπορεί να δώσει τις αναγραφόμενες Ah. Έτσι, 100 Ah C20 σημαίνει ότι οι 100 Ah επιτυγχάνονται όταν η σταδιακή εκφόρτιση διαρκεί 20 ώρες. Για λιγότερες ώρες (π.χ. C10, 10 ώρες) παίρνουμε λιγότερες Ah, ενώ σε σταδιακή εκφόρτιση περισσότερων ωρών (π.χ. C100, 100 ώρες) παίρνουμε σημαντικά περισσότερες Ah⁷⁹.

Είναι προτιμότερο κατά τη λειτουργία τους να παρέχουν λίγα watt για περισσότερες ώρες παρά πολλά watt για λίγες, επειδή στη δεύτερη περίπτωση μειώνεται δραστικά ο χρόνος ζωής τους.

Ποτέ δεν εκφορτίζουμε τελείως τους συσσωρευτές γιατί αυτό μπορεί να τους καταστρέψει.

Υπάρχουν συσσωρευτές διαφόρων τύπων με διαφορετικό βαθμό επιτρεπόμενης εκφόρτισης.

⁷⁹ ΠΗΓΗ Βάγιας, Ερμόπουλος, Ιωαννίδης, Σιδηρές Κατασκευές, τομος Β, Κλειδάριθμος, Αθήνα, σελ. 494
100

Ο γενικός κανόνας είναι κατά τη συνηθισμένη χρήση να μην επιτρέπουμε εκφόρτιση πάνω από 50% περίπου και μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις ανάγκης να φθάνουμε το 80%⁸⁰.

Άρα, όταν αγοράζουμε συσσωρευτές (μπαταρίες) για το φωτοβολταϊκό σύστημα, επιλέγουμε χωρητικότητα τουλάχιστον διπλάσια από όση υπολογίσαμε ότι θα καλύπτει τις ανάγκες μας. Όσο μεγαλύτερη τόσο καλύτερα για τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας.

Αν υπολογίσαμε λοιπόν ότι χρειαζόμαστε 600 Wh το 24ωρο, επιλέγουμε συσσωρευτές με διπλάσια χωρητικότητα (1.200 Wh), δηλαδή 12 volt και τουλάχιστον 100Ah για να έχουμε αυτονομία μιας ημέρας.

Συνήθως προβλέπουμε όμως και για 5 ημέρες χωρίς καθόλου ηλιοφάνεια, άρα πολλαπλασιάζουμε την προηγούμενη τιμή επί 5: 100Ah X 5 = 500Ah στα 12 volt (ή 24 volt και 250Ah).

Παρατήρηση:

Όταν μια συσκευή απαιτεί 220 volt - 1 A και χρησιμοποιούμε αντιστροφέα 12 volt σε 220 volt (inverter) για να τη λειτουργήσουμε από τη μπαταρία, τότε θα τραβήξει 18,33 A από την μπαταρία και όχι 1 A, επειδή τα 220 watt σε λειτουργία με εναλασσόμενο ρεύμα (220v X 1A = 220 watt) μεταφράζονται σε 12 volt X 18,33 A (=220 watt) όταν λειτουργεί με αντιστροφέα (inverter) και ρεύμα από μπαταρία 12 volt. Ανάλογα ισχύουν και για την περίπτωση που χρησιμοποιούμε μπαταρία 24 volt, όπου θα "τραβήξει" 9,16 A (24v X 9,16 = 220 watt).

Επειδή η χρήση αντιστροφέα τάσης (inverter) συνεπάγεται απώλειες 10% έως 20% η τελική κατανάλωση θα είναι μεγαλύτερη από την αναγραφόμενη σε πλήρη λειτουργία.

4ο βήμα: Υπολογισμός του μεγέθους ηλιακών συλλεκτών.

Εάν λοιπόν έχουμε καταλήξει στο μέγεθος των συσσωρευτών (μπαταριών), τότε μας μένει μόνο να υπολογίσουμε το μέγεθος των ηλιακών συλλεκτών που θα είναι ικανό να φορτίζει τους συσσωρευτές. Ένας ηλιακός συλλέκτης των 50 watt/p ονομαστικά (ανά ώρα ηλιοφάνειας) θα δώσει σε ημέρα με 5 ώρες ηλιοφάνειας (π.χ. τον Απρίλιο) 250 watt/h

⁸⁰ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκανιάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

θεωρητικά (λόγω απωλειών θα είναι 10% έως 20% λιγότερα) ενώ σε ημέρα με 7 ώρες ηλιοφάνειας (π.χ. τον Ιούλιο) 350 watt/h.

Για να φορτίσει εντελώς άδειους συσσωρευτές (θεωρητικά, γιατί ποτέ δεν θα είναι τελείως άδειοι όπως είπαμε παραπάνω) των 12 volt και 100 Ah (1.200 watt/h) θα χρειαστεί 4 ημέρες τον Απρίλιο και 3 ημέρες τον Ιούλιο. Αν εγκαταστήσουμε τρεις τέτοιους ηλιακούς συλλέκτες των 50 watt/p ο κάθε ένας (ή έναν των 150 watt/p), τότε θα χρειαστεί μία ημέρα τον Ιούλιο και σχεδόν δύο μέρες τον Απρίλιο.

Όταν σχεδιάζουμε ένα μεγάλο φωτοβολταϊκό σύστημα για το σπίτι, καλό είναι να έχουμε ως βάση το χειρότερο σενάριο, που είναι οι χειμερινές ώρες ηλιοφάνειας (κατά μέσο όρο), που για την Ελλάδα είναι οι 3 ώρες τη μέρα (το Δεκέμβριο). Αν σχεδιάζουμε για ένα εξοχικό που επισκεπτόμαστε ΜΟΝΟ το καλοκαίρι (Μάιο έως Σεπτέμβριο), οι ώρες ηλιοφάνειας που υπολογίζουμε είναι 6 (Μ.Ο.).

Έτσι, για το προηγούμενο παράδειγμα που υπολογίσαμε ότι θα καταναλώνουμε 600Wh το 24ωρο, χρειαζόμαστε φωτοβολταϊκά πάνελ ισχύος $600/3=200\text{Wp}$ για να μας καλύπτουν χειμώνα-καλοκαίρι.

Αν θέλαμε να μας καλύπτουν ΜΟΝΟ για το καλοκαίρι, θα χρειαζόμασταν φωτοβολταϊκά πάνελ συνολικής ισχύος $600/6=100\text{Wp}$. Σε αυτή την περίπτωση μάλιστα θα χρειαζόμασταν και μικρότερες μπαταρίες, αφού το καλοκαίρι δεν απαιτείται αυτονομία για 5 ημέρες χωρίς ηλιοφάνεια που υπολογίσαμε στο 3ο βήμα⁸¹.

3.7.2 Μελέτη και Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Μια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Πρόκειται για ηλιακά πάνελς τα οποία συλλέγουν την ακτινοβολία του ηλίου και την μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια. Μια συστοιχία φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να τοποθετηθεί σε στέγες, δώματα ακόμα και σε στέγαστρα βεραντών κτιρίου που

⁸¹ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ΑΒΕΕ (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

χρησιμοποιούνται ως κύρια κατοικία ή επιχείρηση.

Η αυξημένη ζήτηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων στη χώρα μας, οφείλεται στην μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας, στην αντιμετώπιση της αυξημένης ζήτησης ενέργειας το καλοκαίρι και στην ενεργή συμμετοχή των πολιτών στην πράσινη ανάπτυξη.

Αν συνυπολογίσουμε και το γεγονός ότι ένα νοικοκυριό μπορεί να έχει καθαρό όφελος από την πώληση της καθαρής ενέργειας στη ΔΕΗ έως 7.150 ευρώ/χρόνο με υποχρεωτική σύνδεση με την ΔΕΗ για 25 χρόνια, τότε είναι εύκολο να καταλάβουμε γιατί τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να αποτελέσουν ακόμα μια λύση στην ενεργειακή κρίση και στην εύρεση εναλλακτικών μορφών ενέργειας που δεν θα επιβαρύνουν αλλά αντίθετα θα βοηθούν έναν οικιακό ή επιχειρηματικό προϋπολογισμό.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να τοποθετηθεί από ιδιώτες και νομικά πρόσωπα χωρίς καμία διαδικασία όσον αφορά ενεργειακές άδειες, άνοιγμα βιβλίων και φορολογικές ή ασφαλιστικές υποχρεώσεις. Για την πώληση της ενέργειας στη ΔΕΗ είναι απαραίτητη μόνο η υπογραφή μιας σύμβασης εφόσον κάθε πολίτης που εγκαθιστά ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι παραγωγός και καταναλωτής.

Επίσης τα ηλιακά πάνελς μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε διάφορα χρώματα, μεγέθη, σχήματα και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα⁸².

Επιδοτήσεις που βοηθούν στην ολοκλήρωση του έργου:

Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.

Ξεκίνησε η διαδικασία που αφορά την εγκατάσταση από ιδιώτες φωτοβολταϊκών συστημάτων στην στέγη των κατοικιών τους προς κάλυψη των ιδίων απαιτήσεων σε κατανάλωση (μεγέθους έως και 10 kW) και πώληση της πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας που θα παράγεται.

⁸² ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκανιάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

Το πρόγραμμα εντάσσεται στο Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Αποδοτικότητας το οποίο έχει υποβληθεί στην Ε.Ε. και αποβλέπει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 4%, στην κάλυψη ποσοστού 18% της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και στη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική χρήση κατά 20%.

Με το περιβαλλοντικό πρόγραμμα «φωτοβολταϊκά στις στέγες» δίνεται η δυνατότητα σε κάθε πολίτη να αξιοποιήσει την πράσινη ενέργεια τοποθετώντας φωτοβολταϊκά στη στέγη του για παραγωγή ηλεκτρισμού.

Κάθε πολίτης μπορεί να εγκαταστήσει φωτοβολταϊκά στη στέγη του χωρίς γραφειοκρατικές διαδικασίες αδειοδότησης από την πολεοδομία και καμία υποχρέωση ανοίγματος βιβλίων στην Εφορία, φορολόγησης ή αδειοδότησης από τη ΡΑΕ και το ΥΠΑΝ.

Παράλληλα, δίνεται μια πολύ καλή τιμή για την αγορά αυτού του ρεύματος από τη ΔΕΗ, η οποία είναι 55 λεπτά την κιλοβατόρα, γεγονός που αποτελεί ένα καλό οικονομικό κίνητρο για τους πολίτες.

Για την ηλεκτρική ενέργεια που θα διοχετεύεται στο Δίκτυο θα γίνεται λογιστικός συμψηφισμός από τη ΔΕΗ με την ενέργεια που καταναλώνει το κάθε σπίτι για τις ανάγκες του.

Τα οφέλη από αυτό το πρόγραμμα είναι ιδιαίτερα μεγάλα για τη χώρα μας. Πρώτα απ' όλα θα υπάρχει ένα αυτονόητο οικονομικό όφελος για τους πολίτες που θα εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά. Θα τονωθεί η αγορά και ειδικά οι τοπικές οικονομίες, καθώς για την υλοποίηση αυτού του έργου θα εργαστεί πληθώρα επαγγελματιών. Επίσης, θα υπάρξει και όφελος για το ηλεκτρικό σύστημα της χώρας, αφού σε δύσκολες καλοκαιρινές μεσημβρινές ώρες με καύσιμα, τα πολλά μικρά φωτοβολταϊκά θα παράγουν σε πλήρη ισχύ, ανακουφίζοντας το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής.

Κυρίως όμως, με το μέτρο αυτό η «πράσινη ενέργεια» γίνεται σε κάθε Έλληνα πολίτη πιο προσιτή. Γίνεται μέρος της καθημερινότητάς μας, εξοικειωνόμαστε με αυτήν και αυτό σταδιακά θα επηρεάσει το σύνολο της ενεργειακής μας συμπεριφοράς⁸³.

⁸³ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

Εγκατάσταση Φ/Β σε εκτός σχεδίου περιοχές

Σήμερα, όμως, υπάρχει λύση και σε ένα άλλο πρόβλημα που αφορούσε τα πολεοδομικά ζητήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων που εγκαθίστανται στο έδαφος, σε χωράφια. Το θέμα ήταν ιδιαίτερα δύσκολο, αφενός μεν επειδή η πολεοδομική νομοθεσία της χώρας μας είναι ιδιαίτερα αυστηρή, αφετέρου δε επειδή τα φωτοβολταϊκά είναι σύγχρονες εγκαταστάσεις χωρίς προηγούμενη εμπειρία λειτουργίας στη χώρα μας.

Σύμφωνα με τη νέα Κοινή Υπουργική Απόφαση, επιτρέπεται η εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών και σε μη-άρτια και μη-οικοδομήσιμα οικόπεδα (δηλαδή μικρότερα των 4 στρεμμάτων) δίνοντας έτσι αξία σε πληθώρα αγροτεμαχίων ανά την Ελλάδα.

Θεσπίζονται ιδιαίτερα ελαστικοί και ευνοϊκοί όροι δόμησης (δηλαδή, μεγάλοι συντελεστές κάλυψης (80%) και μικρές αποστάσεις από τα όρια οικοπέδων). Και πάνω από όλα, η μεγαλύτερη τομή είναι ότι καταργείται η υποχρέωση έγκρισης Επιτροπής Πολεοδομικού & Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (ΕΠΑΕ) καθώς και η υποχρέωση έκδοσης

«οικοδομικής άδειας», τα οποία αντικαθίστανται από απλή «έγκριση εργασιών». Αυτή η τομή θα έχει ως αποτέλεσμα τημείωση κατά πολλούς μήνες στους χρόνους αδειοδότησης των έργων και θα οδηγήσει σε μεγάλη άνθηση του κλάδου".

Στην συνέχεια παραθέτονται σειρά ερωτήσεων και απαντήσεων που αφορούν το συγκεκριμένο πρόγραμμα, με σκοπό να επιλύσουν βασικές απορίες των ενδιαφερομένων.

1. Που μπορεί να εγκατασταθεί ΦΒ σύστημα;

Το Πρόγραμμα αφορά συστήματα μέχρι 10 kWp, στο δώμα ή τη στέγη (συμπεριλαμβανόμενων των στεγάστρων βεραντών) κτιρίου που χρησιμοποιείται για κατοικία ή στέγαση πολύ μικρών επιχειρήσεων. Το Πρόγραμμα καλύπτει όλη την Επικράτεια με εξαίρεση τα μη Διασυνδεδεμένα με το ηπειρωτικό Σύστημα της χώρας νησιά.

2. Ποιος μπορεί να εγκαταστήσει ΦΒ σύστημα; Προϋποθέσεις.

Δικαίωμα ένταξης στο Πρόγραμμα έχουν φυσικά πρόσωπα μη επιτηδευματίες και φυσικά ή νομικά πρόσωπα επιτηδευματίες που κατατάσσονται στις πολύ μικρές επιχειρήσεις, τα οποία έχουν στην κατοχή τους το χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα.

Για την περίπτωση φωτοβολταϊκού συστήματος σε κοινόχρηστο χώρο του κτιρίου, επιτρέπεται η εγκατάσταση ενός και μόνο συστήματος. Δικαίωμα ένταξης στο Πρόγραμμα έχουν οι κύριοι των οριζόντιων ιδιοκτησιών εκπροσωπούμενοι από το διαχειριστή μετά από συμφωνία του συνόλου των ιδιοκτητών ή ένας εκ των κυρίων των οριζόντιων ιδιοκτησιών μετά από παραχώρηση χρήσης του κοινόχρηστου χώρου από τους υπόλοιπους, με ευθύνη των ενδιαφερομένων.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ένταξη ΦΒΣ στο Πρόγραμμα είναι η ύπαρξη σύνδεσης κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος στο ακίνητο στο οποίο το σύστημα εγκαθίσταται.

Επιπλέον, όταν το ακίνητο στο οποίο εγκαθίσταται το ΦΒΣ χρησιμοποιείται για κατοικία, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί μέρος των θερμικών αναγκών του ακινήτου για ζεστό νερό χρήσης να καλύπτεται με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (πχ.

ηλιοθερμικά, ηλιακοί θερμοσίφωνες)⁸⁴. Η ικανοποίηση των θερμικών αναγκών του κτιρίου

⁸⁴ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

(θέρμανση – ψύξη και ζεστό νερό χρήσης) είναι εξίσου σημαντικές και θα πρέπει ο καθένας να τις συνυπολογίσει στο πλαίσιο της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου.

Σε κάθε περίπτωση, το σύστημα του θερμοσίφωνα για μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε χρήσιμη θερμότητα αποτελεί απαραίτητη συνιστώσα στο πλαίσιο της βελτίωσης της ενεργειακής κατάστασης του κτιρίου και για αυτό η ύπαρξή του θα αποτελεί προαπαιτούμενο για την ένταξη της ΦΒ εγκατάστασης στο Πρόγραμμα.

3. Πως υλοποιείται η συμφωνία του συνόλου των συνιδιοκτητών ή η παραχώρηση του χώρου σε ένα συνιδιοκτήτη;

Με πρακτικό ομόφωνης απόφασης της γενικής συνέλευσης ή με έγγραφη συμφωνία όλων των συνιδιοκτητών του κτιρίου.

4. Μπορεί να εγκατασταθεί φωτοβολταϊκό σύστημα σε παλαιά πολυκατοικία;

Και πάλι με πρακτικό ομόφωνης απόφασης της γενικής συνέλευσης ή έγγραφη συμφωνία όλων των συνιδιοκτητών του κτιρίου.

5. Κάποιος έχει το δικαίωμα της αποκλειστικής χρήσης της ταράτσας. Μπορεί να εγκαταστήσει μόνος του το σύστημα;

Ναι, αν δεν απαγορεύεται από ρητή διάταξη του κανονισμού. Στην περίπτωση αυτή το σύστημα θα συνδέεται με τον μετρητή (ρολόι) της ΔΕΗ της κατοικίας του και τα έσοδα θα εισπράττονται από τον ίδιο.

6. Διαδικαστικά θέματα : Συμβάσεις, φορολογικά (εκπτώσεις, δήλωση φόρου εισοδήματος κλπ).

Η όλη διαδικασία είναι πολύ απλή. Δεν απαιτείται καμία ενεργειακή άδεια.

Για τη σύνδεση του ΦΒ και την πώληση της ενέργειας ο παραγωγός απευθύνεται στις τοπικές υπηρεσίες της ΔΕΗ υπογράφοντας 2 αντίστοιχες συμβάσεις μία για την τοποθέτηση ουσιαστικά του μετρητή και μία για την πώληση της ενέργειας.

7. Φορολογικά θέματα

Η μικρή ισχύς των φωτοβολταϊκών συστημάτων εξασφαλίζει ότι η παραγόμενη ενέργεια αντιστοιχεί σε αυτήν που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κυρίου του φωτοβολταϊκού συστήματος. Κατά συνέπεια δεν υφίστανται, για τον κύριο του φωτοβολταϊκού συστήματος, φορολογικές υποχρεώσεις για τη διάθεση της ενέργειας αυτής στο Δίκτυο.

Ο πολίτης παραγωγός – καταναλωτής δεν θα έχει καμία φορολογική ή ασφαλιστική υποχρέωση (άνοιγμα βιβλίων, έκδοση τιμολογίων, ασφάλιση κλπ) είτε είναι επιτηδευματίας, είτε όχι.

8. Πολεοδομικά : τι σημαίνει έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας;

Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος απαιτείται έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας κατά την έννοια του άρθρου 7 παρ. 1 του Ν. 3212/2003 (ΦΕΚ Α' 308) ισχύει και τις κανονιστικές πράξεις που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότησή του. Οι όροι εγκατάστασης θα ορισθούν με εγκύκλιο του Υπουργού Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.

9. Κόστη.

Όλα τα κόστη συμπεριλαμβάνονται στο λεγόμενο κόστος ανά εγκατεστημένο kW που είναι περίπου τα 5.000 € ανά kW (και με καλή έρευνα αγοράς μπορεί να περιοριστεί στα 4.000 € ανά kW). Το μόνο κόστος που δεν περιλαμβάνεται είναι το πιθανό κόστος για την ασφάλιση του εξοπλισμού από δολιοφθορά κλπ. Πρέπει να σημειώσουμε ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων ο εξοπλισμός καλύπτεται με εγγύηση μεγαλύτερη των 10 ετών.

10. Ρολόγια ΔΕΗ : Ποσά, σχέση ΔΕΗ-ΔΕΣΜΗΕ, ποιος πληρώνει το ρολόι;

Θα τοποθετηθεί ένα νέο ρολόι με διπλό μετρητή για μέτρηση της παραγόμενης από τη Φ/Β εγκατάσταση ενέργειας και της μικρής απορροφούμενης ενέργειας από τον inverter τη νύχτα και τυχόν συνοδευτικό εξοπλισμό (π.χ. κάμερα, συναγερμός). Το κόστος για το

ρολόι βαρύνει τον παραγωγό όπως συμβαίνει σε όλες τις περιπτώσεις σύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΗ η οποία να θυμίσουμε ότι είναι μια Α.Ε. Άλλωστε το κόστος σύνδεσης στις περισσότερες περιπτώσεις δεν ξεπερνά τα 500 € και άρα είναι πολύ μικρό σε σχέση με το κόστος εγκατάστασης του Φ/Β⁸⁵.

11. Παραδείγματα εγκαταστάσεων με το κόστος επένδυσης και την απόβλεψη.

Σε περίπτωση που κάποιος εγκαταστήσει 10 KW (περίπου χρειάζονται 100τμ ταράτσας)

A) ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ / ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Το κάθε KW φωτοβολταϊκών στοιχείων κοστίζει (μελέτη, εγκατάσταση, σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ και εγγύηση) €3.650.

Άρα σε περίπτωση 10 KW:

$$10KW \times €3.650 = €36.500$$

*το παραπάνω ποσό κόστους, δανειοδοτείται 100% εύκολα και γρήγορα λόγω της 25ετούς σύμβασης με τη ΔΕΗ από την Τράπεζα Πειραιώς και τη Eurobank.

B) ΚΕΡΔΟΣ

$$10 \text{ Kw} * 1300 \text{ kwh} * 0,55 \text{ €/kwh} = 7.150 \text{ € έσοδα/ετησίως}$$

$$€7.150 / \text{έτος} \times 25 \text{ χρόνια} = €178.750$$

⁸⁵ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

12. Πως θα γίνεται ο λογιστικός συμψηφισμός της αξίας του πωλούμενου ρεύματος με τον λογαριασμό κατανάλωσης της ΔΕΗ;

Το αντίτιμο πώλησης του συνόλου της παραγόμενης ενέργειας στο Δίκτυο, μειούμενο κατά το ποσό του συνολικού λογαριασμού της ΔΕΗ, θα παρουσιάζεται σε πιστωτικό λογαριασμό της ΔΕΗ και θα εισπράττεται από τον κύριο του ΦΒ συστήματος. Αν κύριος του συστήματος είναι η διαχείριση της πολυκατοικίας, τότε το σύστημα θα συνδέεται με τον κοινόχρηστο μετρητή (ρολόι) της ΔΕΗ και τα έσοδα θα εισπράττονται από το διαχειριστή και θα κατανέμονται ανάλογα στους συνιδιοκτήτες⁸⁶.

13. Νησιά.

Βούληση της κυβέρνησης είναι να επεκταθεί το πρόγραμμα και στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.

Αυτό είναι τεχνικά πιο δύσκολο καθώς απαιτεί ειδική προετοιμασία σε κάθε νησί. Επιπλέον το θέμα σχετίζεται και με τη δυνατότητα απορρόφησης της ισχύος από το δίκτυο σύμφωνα με σχετικές αποφάσεις της ΡΑΕ. Σε κάθε περίπτωση, το θέμα θα αντιμετωπιστεί το συντομότερο δυνατό.

14. Εγκαταστάτες Φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Στο Υπουργείο θα υπάρχει βάση με τα στοιχεία του τεχνικού κόσμου που ασχολείται με τα ΦΒ.

Η ένταξη στη βάση θα γίνεται με απλή αίτηση του ενδιαφερομένου, σε κάθε όμως περίπτωση η πιστοποίηση αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα στην ελεύθερη αγορά.

15. Μπορώ να παραγγείλω αύριο και να περιμένω την Κοινή Υπουργική Απόφαση;

Αυτό που μπορούμε να πούμε είναι ότι η Κοινή Υπουργική Απόφαση θα εκδοθεί άμεσα. Είναι θέμα προσωπικής απόφασης η παραγγελία. Σε κάθε περίπτωση πάντως δεν υφίσταται κριτήριο επιλεξιμότητας αφού δεν θα υπάρχει επιδότηση κεφαλαίου από

⁸⁶ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογειο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

κάποιο χρηματοδοτικό πρόγραμμα.

16. Είναι έτοιμη η ΔΕΗ;

Η ΔΕΗ θα αναλάβει όλο το βάρος της υλοποίησης του προγράμματος το μηχανογραφικό της σύστημα προσαρμόζεται στις νέες απαιτήσεις και με την έκδοση της κοινής υπουργικής απόφασης θα είναι καθ' όλα έτοιμη.

17. Υπάρχει περιορισμός ισχύος;

Μιλάμε για μικρές εγκαταστάσεις έως 10 kW και σε πρώτη φάση δεν θα υπάρχει άνω όριο για το σύνολο της ισχύος που θα εγκατασταθεί στη επικράτεια. Είναι πιθανό να υπάρξει μελλοντικά απόφαση για να τεθεί κάποιο άνω όριο συνυπολογίζοντας και η συνολική ισχύ των σταθμών μεγαλύτερου μεγέθους.

18. Υπάρχει επάρκεια ΦΒ στην αγορά;

Δραστηριοποιούνται γύρω στις 200 εταιρείες. Σημαντικό είναι ότι υλοποιούνται και 5 ελληνικές παραγωγικές μονάδες με δυναμικότητα παραγωγής πανέλων 200 MW.

19. Υπάρχει επιχορήγηση;

Όχι. Η τιμή που πωλείται το ηλεκτρικό ρεύμα στο Δίκτυο είναι πολύ ευνοϊκή και δεν απαιτεί επιχορήγηση. Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο ο πολίτης δεν μπαίνει στη διαδικασία προετοιμασία φακέλου, αξιολόγησης, έγκρισης, ελέγχου, κτλ. (Αναλυτικά στο επίσημο έγγραφο της εφημερίδας της Βουλής)

Το πρόγραμμα δανειοδοτείται 100% από τις εξής Ελληνικές τράπεζες: Τράπεζα Πειραιώς και Eurobank.

Πρόγραμμα ενεργειακής αναβάθμισης κατοικιών «Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον» Λίφτινγκ αξίας 1 δισ. ευρώ σε 100.000 παλαιά σπίτια και πολυκατοικίες σε όλη τη χώρα (χτισμένα προ του 1980) έχει ήδη ξεκινήσει.

Σκοπός η ενεργειακή αναβάθμισή τους και η εξοικονόμηση ενέργειας. Οι «πράσινες επισκευές» θα επιδοτούνται από 30% έως 50% της δαπάνης, που σημαίνει πως το ανώτατο ποσό που θα δοθεί δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 120.000 ευρώ ανά κτίριο (μονοκατοικία ή πολυκατοικία). Θα αφορά σε κτίρια πρώτης κατοικίας αλλά και παραθεριστικά.

Σύμφωνα με το πρόγραμμα, θα επιδοτούνται οι εξής επισκευές με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας:

- Θερμομόνωση στο σύνολο του κελύφους του σπιτιού και ψυχρές βαφές.
- Τοποθέτηση θερμομονωτικών πλαισίων κουφωμάτων και διπλών θερμομονωτικών υαλοπινάκων.
- Αντικατάσταση παλαιού συστήματος καυστήρα/λέβητα με νέο υψηλής απόδοσης ή με σύστημα φυσικού αερίου ή με σύστημα που χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Από αυτές τις εργασίες υποχρεωτικές για την ένταξη στο πρόγραμμα είναι οι εργασίες θερμομόνωσης στην ταράτσα του σπιτιού, η αντικατάσταση τζαμιών και κουφωμάτων και η αντικατάσταση του παλαιού καυστήρα, ενώ προαιρετικές είναι οι επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου και η εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα.

Διευκρινίζεται πως η επιδότηση της δαπάνης θα αφορά μόνο τα κτίρια εκείνα η τιμή ζώνης των οποίων θα είναι έως 1.500 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο.

Για κτίρια με υψηλότερη τιμή ζώνης θα δίδονται φορολογικά κίνητρα ισοδύναμου αποτελέσματος.

Τι προβλέπει το πρόγραμμα και ποιοι είναι οι δικαιούχοι:

1. Ποιοι έχουν δικαίωμα συμμετοχής στο πρόγραμμα;

Οι ιδιοκτήτες νομίμως υφισταμένων μονοκατοικιών και οι εκπρόσωποι των ιδιοκτητών νομίμως υφισταμένων κτιρίων με κύρια χρήση κατοικίας.

2. Τι θα πρέπει να έχουν τα κτίρια για να είναι επιλέξιμα προς χρηματοδότηση;

Είτε να φέρουν οικοδομική άδεια που έχει εκδοθεί πριν την 01.01.1980, είτε να έχουν κατασκευασθεί πριν την ανωτέρω ημερομηνία, να έχουν κύρια χρήση κατοικίας, να βρίσκονται σε περιοχές με τιμή ζώνης χαμηλότερη του ποσού των 1.500 /τ.μ.

3. Πού θα απευθύνονται οι ενδιαφερόμενοι για τυχόν ερωτήματα / διευκρινίσεις επί του προγράμματος;

Δημιουργήθηκε και λειτουργεί γραφείο / υπηρεσίας αρωγής χρηστών (Helpdesk), το οποίο απαντάει σε τυχόν ερωτήσεις που προκύπτουν από πλευράς ενδιαφερομένων σε σχέση με το έργο.

4. Ποια είναι η διάρκεια υποβολής προτάσεων;

Η διάρκεια του προγράμματος θα είναι δύο (2) έτη.

Η υλοποίηση των παρεμβάσεων θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί εντός ενός (1) έτους από την έγκριση της εκάστοτε πρότασης.

5. Ποια είναι τα ποσοστά επιδότησης / ενίσχυσης ανά κατηγορία επέμβασης;

Το ποσοστό ενίσχυσης κυμαίνεται από 30 έως 50% του κόστους των επιλέξιμων επεμβάσεων αναλόγως του είδους των κατοικιών και των παρεμβάσεων (βάσει αριθμού παροχών ηλεκτρικού ρεύματος) καθώς και του είδους των επεμβάσεων που θα πραγματοποιηθούν. Συγκεκριμένα για τις μονοκατοικίες το ποσοστό ενίσχυσης ανέρχεται στο 30%. Για τις πολυκατοικίες το ποσοστό ανέρχεται στο 35%. Τα ανωτέρω ποσοστά αυξάνονται σε 40% και 50% αντίστοιχα (μονοκατοικία, πολυκατοικία) για το σύνολο του κόστους των επιλέξιμων επεμβάσεων, σε περίπτωση υλοποίησης της επέμβασης θερμομόνωσης στο λοιπό κέλυφος.

6. Πόσα σε αριθμό και ποια θα είναι τα απαραίτητα δικαιολογητικά για την υποβολή αίτησης ένταξης στο πρόγραμμα;

Η προετοιμασία της πρότασης γίνεται με βάση προτυποποιημένα έντυπα-δικαιολογητικά (απόφαση γενικής συνέλευσης, αίτηση χρηματοδότησης, οικονομική προσφορά κ.λπ.), καθώς και συμπληρωματικό υλικό (πολεοδομική άδεια ακινήτου, υπεύθυνες δηλώσεις ιδιοκτησίας, λογαριασμοί καταναλώσεων, φωτογραφίες όψεων ακινήτου κ.λπ.). Ο αριθμός των δικαιολογητικών ανέρχεται σε περίπου 10.

7. Ποια είναι η διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσει ο κάθε ενδιαφερόμενος πολίτης προκειμένου να συμμετάσχει στο πρόγραμμα;

Οι πολίτες είναι οι εν δυνάμει ωφελούμενοι, οι οποίοι επισκέπτονται τα ΚΕΠ και λαμβάνουν τον Οδηγό Εφαρμογής και το σχετικό έντυπο υλικό (προτυποποιημένα έντυπα). Υφίσταται η δυνατότητα λήψης του υλικού από το Διαδίκτυο.

8. Ποια είναι η διαδικασία υποβολής - έγκρισης των προτάσεων;

Η αίτηση υποβάλλεται στα ΚΕΠ από τον _φελούμενο. Κατά την υποβολή ελέγχεται η πληρότητα του φακέλου της αίτησης (μέσω checklist), το έργο εισάγεται σε ηλεκτρονική εφαρμογή που διενεργεί έλεγχο συμβατότητας των τεχνικών στοιχείων και εκτυπώνεται αυτόματα Προέγκριση (με μοναδικό κωδικό αριθμό έργου), στην οποία εμφανίζεται το επιλέξιμο ποσό για επιχορήγηση. Η Προέγκριση αυτή συνιστά έγκριση εκκίνησης εργασιών.

Κατόπιν ο _φελούμενος δίδει εντολή στον Εργολάβο για την έναρξη των εργασιών, αφού υπογραφεί σχετική Σύμβαση.

9. Ο κάθε _φελούμενος θα χρησιμοποιήσει δικηγόρο για τη σύνταξη κειμένου Σύμβασης;

Δεν θα απαιτείται η αναζήτηση στήριξης από δικηγόρο. Οι _φελούμενοι μπορούν να καθοδηγηθούν για τις απορίες τους από το «γραφείο αρωγής» (HELP DESK) που θα λειτουργεί στο υπουργείο Ανάπτυξης.

10. Πώς θα γίνονται οι πληρωμές προς τους _φελούμενους;

Για λόγους απλοποίησης των διαδικασιών και περιορισμού της ταλαιπωρίας των πολιτών, οι πληρωμές θα γίνονται προς τους Αναδόχους-Εργολάβους. Ο Ωφελούμενος πληρώνει στον Εργολάβο μόνο το ποσό που του αναλογεί.

11. Ποια θα είναι η διαδικασία για τις πληρωμές;

Με την ολοκλήρωση των εργασιών, ο ωφελούμενος, ο Εργολάβος και ο Μηχανικός συνυπογράφουν τη Δήλωση Περαίωσης Εργασιών και ο εργολάβος υπογράφει Βεβαίωση εξόφλησης στον ωφελούμενο για το ποσό που αντιστοιχεί. Ο Εργολάβος για την αποπληρωμή του έργου υποβάλλει στην αρμόδια Υπηρεσία Περιφέρειας: Δήλωση Περαίωσης Εργασιών, βεβαίωση εξόφλησης και παραστατικά πληρωμής του συμβατικού ποσού που αντιστοιχεί στον ωφελούμενο, τιμολόγια, δελτία αποστολής των βασικών υλικών και εξοπλισμού που αντιστοιχούν στις επιμέρους εργασίες, αποδείξεις πληρωμής υπεργολάβων, φωτογραφίες του ακινήτου μετά την παρέμβαση.

Ενεργειακή ανακατασκευή διαμερισμάτων - κτιρίων (Πράσινα - ενεργειακά κτίρια)

Η μεγάλη πρόκληση της εποχής μας, η οποία είναι πλέον και επιτακτική προσαγή, είναι η βιώσιμη ανάπτυξη. Η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια σημαίνει βελτίωση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, βελτίωση των συνθηκών άνεσης στους χώρους κατοικίας και εργασίας, προάγοντας το επίπεδο ζωής και μειώνοντας δραστικά την κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου άρα και τα μηνιαία έξοδα.

Το πρόγραμμα "Εξοικονόμηση κατ' Οίκων" που ίσχυε από 1 Νοεμβρίου 2009 και διήρκησε ένα χρόνο προέβλεπε επιδότηση έως και 50% για πράσινο "lifting" σε κτίρια των οποίων η άδεια εκδόθηκε πριν από την 1η Ιανουαρίου του 1980 και περιελάμβανε τρεις υποχρεωτικές και τρεις προαιρετικές δαπάνες⁸⁷.

Υποχρεωτικά

- θερμομονώσεις στα δώματα του κτιρίου
- πλαίσια κουφωμάτων αλουμινίου με διπλούς θερμομονωτικούς υαλοπίνακες
- αντικατάσταση λέβητα - καυστήρα (παλαιού συστήματος) με νέο υψηλής απόδοσης ή με σύστημα φυσικού αερίου ή με σύστημα χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών ενέργειας.

και προαιρετικά

- Θερμοσίφωνες με ηλιακούς θερμοσίφωνες για παραγωγή ζεστού νερού
- τοποθέτηση θερμομόνωσης στο λοιπό κέλυφος του κτιρίου
- επίστρωση - τοποθέτηση φωτοβολταϊκών τόξων στα δώματα ή στις στέγες του κτιρίου.

Με τις παραπάνω τεχνολογίες και βελτιωμένα δομικά προϊόντα αξιόπιστων επιδόσεων, επιτυγχάνεται η μετατροπή του συμβατικού κτιρίου σε ένα πλήρως

⁸⁷ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογειο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

ενεργειακά αξιοποιήσιμο κτίριο ή διαμέρισμα, το οποίο και σύμφωνα με τη μελέτη του ΥΠΑΝ μπορεί να εξασφαλίσει εξοικονόμηση ενέργειας έως και 70% για μέση κατοικία

3.8 Ενεργειακά τζάκια, διαφορά απλού τζακιού με ενεργειακό

Μια από τις πλέον σημαντικές αν όχι απαραίτητες και σίγουρα αποδοτικές τεχνολογίες είναι τα ενεργειακά τζάκια. Πρόκειται για τζάκι με μεγάλες αποδόσεις και λόγο της κατασκευής του αλλά και του υλικού του, η απόδοσή του φτάνει το 75-85%. Ο τρόπος που παίρνουμε τη θέρμανση από ένα ενεργειακό τζάκι δεν είναι μόνο μέσω της ακτινοβολίας, που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι τεράστια, αλλά και μέσω της αερόθερμης δύναμης του που διοχετεύεται στο χώρο μας με φυσική ή βεβιασμένη κυκλοφορία (κεντρική θέρμανση με ζεστό αέρα)

Σε αντίθεση ένα τζάκι κτιστό (συμβατικό) ή ανοιχτό μαντεμένιο, έχει μικρή απόδοση ίση περίπου με 10-20% της θερμικής ενέργειας που καταναλώνει. Θερμαίνει αποκλειστικά και μόνο με ακτινοβολία τον χώρο μπροστά στο τζάκι και έχει συχνά προβλήματα καπνίσματος. Το ανοιχτό τζάκι παίρνει μεγάλες ποσότητες οξυγόνου από τον χώρο και κυρίως ζεστού αέρα γιατί είναι πιο ελαφρύς πετώντας τον έτσι από την καμινάδα, με αυτό τον τρόπο παγώνει το σπίτι παρά το ζεσταίνει. Οι απώλειες που καταγράφονται από ένα χτιστό τζάκι ανέρχονται στο 70- 80%⁸⁸.

Λόγοι καπνίσματος των χτιστών τζακιών

1. Κακή κατασκευή εστίας
2. Λάθος διαστάσεις εστίας (δε την σηκώνει ο χώρος)
3. Κοντές καμινάδες ή εμποδισμένες από ψηλότερα σημεία γύρω τους
4. Περίεργα ρεύματα μέσα στο σπίτι
5. Ανοιχτές κουζίνες που επικοινωνούν με το σαλόνι και επηρεάζουν τους απορροφητήρες

⁸⁸ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκανιάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

Γιατί τα ενεργειακά τζάκια δεν καπνίζουν

1. Καλές κατασκευές εστιών
2. Σωστές διατομές καμινάδων
3. Προδιαγραφές τοποθέτησης
4. Πόρτα (κλειστή εστία καμία επιρροή από ρεύματα ή απορροφητήρες, ανάλογα και με τη δύναμη του απορροφητήρα)

Καύση ακόμα και των καυσαερίων μέσω της διπλής καύσης (DAFS)

Πλεονεκτήματα πόρτας

Η πόρτα είναι ένα από τα σημαντικά εξαρτήματα των ενεργειακών εστιών οι λόγοι είναι οι εξής:

1. Δεν αφήνει να φύγει ο ζεστός αέρας από το σπίτι σας
2. Δεν επιτρέπει το πάγωμα της εστίας
3. Δεν αφήνει την εστία να επηρεαστεί από ρεύματα και απορροφητήρες. (Ανάλογα πάντα με την δύναμη του απορροφητήρα)
4. Κάνει οικονομία στα ξύλα μας (δεν τα αφήνει να καούν εύκολα).

Προσοχή

Τα ενεργειακά τζάκια λειτουργούν και με ανοιχτή την πόρτα.

Όλα τα παραπάνω ισχύουν αν έχει βέβαια τοποθετηθεί η εστία σωστά

Διπλή καύση DAFS

Ακολουθεί πιστά τους νόμους της φυσικής και προσφέρει κάτι διαφορετικό στα σύγχρονα ενεργειακά τζάκια.

Πως λειτουργεί;

Το τζάκι αυτό έχει διαφορετική πλάτη από τα άλλα με 14 ευδιάκριτες τρύπες.

Από εκεί γίνεται η λεγόμενη διπλή καύση, στο πίσω μέρος του τζακιού υπάρχει μια υποδοχή που φέρνει αέρα από έξω. Όταν λοιπόν καίει το τζάκι τα καυσαέρια που

δημιουργούνται αναφλέγονται μέσα στην εστία αφού συναντήσουν από τις τρύπες το φρέσκο και προθερμασμένο οξυγόνο, έτσι λοιπόν παρατηρούνται δυο εντυπωσιακές φλόγες μέσα στο τζάκι χωρίς να καούν παραπάνω ξύλα⁸⁹.

⁸⁹ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογειο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

Πλεονεκτήματα:

1. Μεγαλύτερη απόδοση έως και 3kw.
2. Τελειότερη καύση έως και 80%.
3. Οικονομία έως και 20% παραπάνω από τις απλές ενεργειακές εστίες.
4. Καθαρό κρύσταλλο.
5. Σεβασμός στο περιβάλλον.

Το τζάκι κάνει για κεντρική θέρμανση

Τα ενεργειακά τζάκια κάνουν για κεντρική θέρμανση, αυτό γίνεται γιατί:

Όταν το προϊόν διαθέτει μεγάλες ψήκτρες περιμετρικά και είναι και μαντεμένιο τότε έχουμε την τέλεια βάση για την κεντρική μας θέρμανση. Μόλις καλύψουμε όλο το τζάκι εξωτερικά με τον αεροθάλαμο τότε περιορίζουμε τον αέρα και τον δυσκολεύουμε να βγει, έτσι μένει περισσότερη ώρα εγκλωβισμένος και βγαίνει με θερμοκρασία άνω των 200 βαθμών με φυσική ροή. Με την προϋπόθεση του μοτέρ και των αεραγωγών πετυχαίνουμε την μεταφορά του ζεστού αέρα στους υπόλοιπους χώρους του σπιτιού. Οι διαδρομές των αεραγωγών μπορούν να απέχουν από την εστία έως και 15 μέτρα δίνοντας την ίδια ροή και θερμοκρασία αέρα στα υπόλοιπα δωμάτια του σπιτιού μας με κατάλληλα μοτέρ και μόνωση.

Προϋποθέσεις

Για να έχουμε μια καλή θερμοκρασία στο σπίτι μας πρέπει

1. Να έχουμε καλή μόνωση τοίχων αλλά και ανοιγμάτων (παράθυρα, πόρτες)
2. Να βάλουμε σε κεντρικό σημείο του σπιτιού το τζάκι και όχι όπου μας χωράει.
3. Να μπει η σωστή εστία στα σωστά τετραγωνικά.
4. Να μπου η σωστές εκτονώσεις στην διακόσμηση.
5. Να είναι σωστά μονωμένη η εστία

Ακολουθώντας τα παραπάνω θα έχουμε μια σωστή κεντρική θέρμανση και υγιεινή.

3.9 Αποθήκευση και εκμετάλλευση βρόχινου νερού

Ένα μεγάλο πρόβλημα που εντείνεται τα τελευταία χρόνια παγκοσμίως, είναι η μείωση των αποθεμάτων του γλυκού νερού, με βασικότερη αιτία του γεγονότος αυτού την αλόγιστη χρήση του από τον ανθρώπινο παράγοντα. Πιο συγκεκριμένα στον οικιακό τομέα παρατηρείται σπατάλη πόσιμου νερού για εφαρμογές όπως εκείνες του πλυντηρίου, της τουαλέτας και του καθαρισμού γενικότερα, κάτι που θα μπορούσε να αποφευχθεί με την αποθήκευση και κατάλληλη εκμετάλλευση του βρόχινου νερού. Πρόκειται για μια πρωτότυπη οικολογική λύση, που βρίσκει εφαρμογή σε βιοκλιματικές κατοικίες, καθώς και σε μέρη ή νησιά που τα αποθέματα πόσιμου νερού είναι περιορισμένα.

Λόγοι για την προώθηση της χρήσης βρόχινου νερού για οικιακή χρήση

Τρεις είναι οι κύριοι λόγοι για την προώθηση της χρήσης βρόχινου νερού στο σπίτι:

1. Εξοικονόμηση πόσιμου νερού

Το καθαρό, πόσιμο νερό γίνεται ολοένα και πιο δυσεύρετο και ακριβό. Υπό την προϋπόθεση ότι η εξοικονόμηση νερού είναι καθημερινή του πρακτική, ένα νοικοκυριό μπορεί να αντικαταστήσει περισσότερο από τη μισή κατανάλωση πόσιμου νερού με νερό της βροχής.

2. Μείωση της επιβάρυνσης του αποχετευτικού συστήματος και των συστημάτων βιολογικού καθαρισμού

Σε περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων τα πλημμυρικά φαινόμενα εμποδίζουν και κάνουν πιο δαπανηρή την απομάκρυνση των λυμάτων.

3. Πρόνοια για το μέλλον

Τα αυξανόμενα προβλήματα στην παροχή πόσιμου νερού, στην απομάκρυνση των λυμάτων καθώς και ζητήματα της προστασίας του περιβάλλοντος απαιτούν νέα μέτρα διαχείρισης των υδάτων. Ο δήμος του Giessen ενθαρρύνει τους δημότες του να κάνουν χρήση των «σύγχρονων στερνών», δεξαμενών δηλαδή συλλογής και χρήσης βρόχινου νερού, μια και προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα:

- εξοικονόμηση κατά το δυνατό μεγαλύτερων ποσοτήτων πόσιμου νερού και συγκράτηση έντονων βροχοπτώσεων με αποδεκτό κόστος κατασκευής και λειτουργίας
- εγγύηση καλής ποιότητας νερού και υψηλής ασφάλειας λειτουργίας με μικρή δαπάνη συντήρησης, ως αποτέλεσμα της προσεκτικής μελέτης εγκατάστασης και της σωστής επιλογής κατασκευαστικών υλικών

- μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιόπιστη λειτουργία σε συνδυασμό με θετικό οικολογικό και οικονομικό απολογισμό
- υλικά που προστατεύουν το περιβάλλον, π.χ. αντλίες εξοικονόμησης ενέργειας και μεγάλης διάρκειας ζωής, χρησιμοποίηση πλήρως ανακυκλώσιμων υλικών, όπως ατσάλι, ψευδάργυρος, πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο
- πλήρης διαχωρισμός των συστημάτων ροής βρόχινου και πόσιμου νερού

Πώς λειτουργεί μια "σύγχρονη στέρνα"

Το νερό της βροχής πέφτει στη στέγη και συλλέγεται στην υδροροή. Μέσω του σωλήνα καθόδου οδηγείται στη στέρνα αποθήκευσης. Πριν την είσοδό του είναι απαραίτητο το πρώτο εντατικό φιλτράρισμα, το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί στο σωλήνα καθόδου ή στο έδαφος⁹⁰.

Αποθηκευτικοί χώροι για το νερό της βροχής

Οι χώροι αποθήκευσης πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες προδιαγραφές:

- θερμοκρασία αποθήκευσης κάτω των 18 °C
- υλικό τοιχώματος στεγανό, μη διαπερατό στο φως και ουδέτερης οσμής και χρώματος
- προστασία από την πιθανή διείσδυση ακαθαρσιών, μικρών ζώων και αερίων
- μέγεθος ανάλογο του μεγέθους της στέγης

Ως αποθηκευτικοί χώροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε στέρνες που εγκαθίστανται μέσα στο έδαφος είτε ντεπόζιτα που τοποθετούνται στο υπόγειο του κτιρίου.

Οι στέρνες υπεδάφους υπερτερούν, διότι το βρόχινο νερό καλό είναι να φυλάσσεται σε δροσερό και σκοτεινό μέρος. Ο απαραίτητος εξοπλισμός περιλαμβάνει:

- τροφοδοτικό σωλήνα που επιτρέπει την ήρεμη είσοδο του βρόχινου νερού, η οποία δεν ταράσσει την απρόσκοπτη καθίζηση του ιζήματος
- σύστημα υπερχειλίσης τύπου "σιφόνι", που επιτρέπει την υπερχειλίση του νερού,

⁹⁰ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπόγειο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο για λόγους καθαρισμού, ενώ εμποδίζει τις οσμές και την είσοδο μικρών ζώων στη στέρνα.

- αναρροφητήρας με φλοτέρ που διασφαλίζει την άντληση του καθαρότερου τμήματος του νερού κοντά στην επιφάνεια μετά την καθίζηση

Τα ντεπόζιτα υπογείου χρησιμοποιούνται στην περίπτωση της εκ των υστέρων εγκατάστασης ή των περιορισμένων αποθηκευτικών χώρων. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται ρεζερβουάρ από μη διαπερατό στο φως πλαστικό. Η εσωτερική λειτουργία αντιστοιχεί σε γενικές γραμμές σε εκείνη της στέρνας υπεδάφους. Συνήθως υπάρχει ένα βασικό ντεπόζιτο και επιπλέον κομμάτια για επέκταση του αποθηκευτικού χώρου. Θα πρέπει να έχει προβλεφθεί η περίπτωση υπερχειλίσης στο χώρο τοποθέτησης (υπόγειο, κελάρι).

Οικιακή υδρονομική εγκατάσταση

Μέσα στη στέρνα είναι προτιμότερη η εγκατάσταση βυθιζόμενων αντλιών εξοικονόμησης ενέργειας και μακράς διάρκειας ζωής. Φυγοκεντρικές αντλίες πολλών βαθμίδων με αναρρόφηση προκαλούν θορύβους μέσα στο σπίτι, ενώ συνδυάζουν μικρότερη διάρκεια ζωής και μεγαλύτερη κατανάλωση ρεύματος. Και οι δύο τύποι αντλιών ρυθμίζονται αυτόματα, συννηθέστερα μέσω συνεχούς ροής ή πίεσης. Ο χώρος τοποθέτησης της υδρονομικής εγκατάστασης στο κτίριο καλό είναι να έχει θερμοκρασία κάτω των 18 °C, και να είναι στεγνός, προστατευμένος από τον παγετό και την πολλή σκόνη και να βρίσκεται όσο γίνεται πλησιέστερα στη δεξαμενή αποθήκευσης του νερού. Κυκλοφορούν στο εμπόριο ολοκληρωμένες εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν όλα τα απαραίτητα κομμάτια για την λειτουργία του συστήματος (αντλία, αυτόματη τροφοδότηση πόσιμου νερού, αυτόματη ρύθμιση της εγκατάστασης, σταθμοδείκτης) και απομένει απλώς να τις συνδέσει κανείς με το ρεύμα.

Πλεονεκτήματα της εγκατάστασης

Χαμηλή κατανάλωση ρεύματος, διακοπή λειτουργίας της αντλίας χωρίς ή με χαμηλή στάθμη νερού, ελάχιστη δυνατή τροφοδότηση πόσιμου νερού σε περίπτωση έλλειψης βρόχινου νερού, συνεχής έλεγχος κατάστασης λειτουργίας, απλός τρόπος εγκατάστασης, χαμηλή δαπάνη συντήρησης.

Απόδοση βρόχινου νερού

Στην πόλη του Giessen βρέχει κατά μέσο όρο 610 mm/χρόνο. Η ετήσια απόδοση βρόχινου νερού υπολογίζεται με βάση την επιφάνεια προβολής της στέγης (ολόκληρη η επιφάνεια που καλύπτεται/σκιάζεται από τη στέγη) x ετήσιες βροχοπτώσεις x συντελεστή απορροής (με βαθμό χρήσης 90%):

Το κόστος μιας ολοκληρωμένης εγκατάστασης και της τοποθέτησής της εκτιμάται σε 4.450- 5.250 €.

Ανά κυβικό μέτρο νερού βροχής που χρησιμοποιήθηκε η εξοικονόμηση δημοτικών τελών ανέρχεται σε (τιμές 2006):

- τέλη ύδρευσης: 2,20 € (συμπ. ΦΠΑ 7%)
- τέλη αποχέτευσης: 1,79 € ανά m³ υγρών αποβλήτων.

Στη βιώσιμη αστική ανάπτυξη, η εξοικονόμηση ενέργειας πρέπει να συμπορεύεται με την εξοικονόμηση νερού. Όπως η καλή μόνωση και η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές βελτιώνει την ενεργειακή αυτονομία ενός κτιρίου και εξοικονομεί ενέργεια, έτσι και η συλλογή και χρησιμοποίηση βρόχινου νερού βελτιώνει την αυτονομία σε νερό και εξοικονομεί πόσιμο νερό. Το σκεπτικό της συλλογής βρόχινου νερού, άλλωστε, δεν είναι καινούριο: χρησιμοποιείται εδώ και αιώνες στα ελληνικά νησιά. Ώρα είναι πλέον να απολαύσουν και οι πόλεις τα οφέλη του, σε μια πιο σύγχρονη μορφή. Ιδανικά θα πρέπει η χρησιμοποίηση του βρόχινου νερού να συμπεριλαμβάνεται στην υδραυλική μελέτη των νέων οικοδομών. Ευκαιρία είναι για την τοπική αυτοδιοίκηση να εφαρμόσει στην πράξη την προστασία των υδάτινων πόρων, όπως άλλωστε είναι και θεσμοθετημένη υποχρέωσή της, σύμφωνα με το νέο Κώδικα Δήμων και Κοινοτήτων. Επιδοτήσεις, φοροαπαλλαγές και εύκολη πρόσβαση των πολιτών στη σχετική οικονομικοτεχνική ενημέρωση θα δώσουν την ώθηση. [18]

3.10 Ηλιακός Θερμοσίφωνας

Είδη

Διακρίνουμε δύο είδη ηλιακών θερμοσίφωνων ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου:

Ανοικτού κυκλώματος: απευθείας θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε).

Κλειστού κυκλώματος: έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε χωρίς να γίνεται ανάμιξή τους, μέσω εναλλακτική θερμότητας)⁹¹.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος είναι απλούστεροι και φθηνότεροι, έχουν όμως προβλήματα σε χαμηλές θερμοκρασίες (παγετούς) γιατί δεν μπορούμε να τους προσθέσουμε αντιψυκτικά μίγματα (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό χρήσης). Στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος μπορεί το θερμαινόμενο μέσο να είναι και άλλο ρευστό (πχ. λάδι). Αν είναι νερό, έχει αντιψυκτικά και αντιδιαβρωτικά πρόσθετα για προστασία της συσκευής.

Επίσης μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους ηλιακούς θερμοσίφωνες ανάλογα με τον αριθμό ενεργειακών πηγών που μπορούν να εκμεταλλευτούν σε:

Διπλής ενέργειας: Ο θερμοσίφοντας λειτουργεί εκμεταλλευόμενος είτε την ηλιακή ενέργεια είτε το ηλεκτρικό ρεύμα (π.χ. κατά την διάρκεια συννεφιάς οπότε η ηλιακή ενέργεια δεν είναι αρκετή για να ζεστάνει το νερό). Για τον σκοπό αυτό, υπάρχει ηλεκτρική αντίσταση τοποθετημένη εντός του τμήματος αποθήκευσης.

Τριπλής ενέργειας: Λειτουργεί όπως ο ηλιακός θερμοσίφοντας διπλής ενέργειας αλλά έχει επιπλέον μια είσοδο για να εκμεταλλευτεί ως θερμαντικό μέσο το ζεστό νερό του καλοριφέρ που παράγεται από τον λέβητα κεντρικής θέρμανσης. Προϋπόθεση για την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα τριπλής ενέργειας είναι να υπάρχει η κατάλληλη υποδομή στο οίκημα υπό την μορφή ξεχωριστών σωληνώσεων (ανά διαμέρισμα εάν πρόκειται για πολυκατοικία) που να συνδέουν το λεβητοστάσιο με τον χώρο εγκατάστασης του ηλιακού θερμοσίφωνα (ταράτσα ή σκεπή).

Μέρη

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ανεξάρτητα από το είδος τους, αποτελούνται από δύο

⁹¹ ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

βασικά μέρη:

1. Το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας)

2. Το τμήμα αποθήκευσης (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού)

Τα δύο αυτά μέρη είναι συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται με σωληνώσεις, αλλά σε μεγαλύτερα συστήματα μπορούν να είναι και χωριστά και να χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου, ειδικά όταν το τμήμα αποθήκευσης δεν βρίσκεται στον ίδιο χώρο με το τμήμα συλλογής. Το τμήμα αποθήκευσης διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με

θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε άσχημες καιρικές συνθήκες. Οι ακριβότεροι ηλιακοί θερμοσίφωνα διαθέτουν και κάποια λίγα εξαρτήματα ελέγχου όπως βαλβίδα υπερπίεσης ή αυτόματα εξαεριστικά.

Ηλιακοί συλλέκτες

Το κυριότερο μέρος ενός ηλιακού θερμοσίφωνα είναι οι ηλιακοί συλλέκτες (ή καθρέπτες), που είναι η επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή αποτελείται από τέσσερα μέρη:

- Την πλάκα συλλογής της ακτινοβολίας
- Τους σωλήνες ροής του νερού
- Την κάλυψη (κρύσταλλο) της πλάκας απορρόφησης και
- Το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα.

Λειτουργία ηλιακών συλλεκτών

Η λειτουργία των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στο χώρο ανάμεσα στην πλάκα απορρόφησης και τη γυάλινη επικάλυψη. Καταρχήν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στην (συνήθως μαύρη) απορροφητική πλάκα, ανεβάζοντας της θερμοκρασία της. Η πλάκα με τη σειρά της εκπέμπει μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία) για την οποία το τζάμι που καλύπτει την πλάκα είναι σχεδόν αδιαφανές. Έτσι η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (η ζέστη) παγιδεύεται ανάμεσα στην πλάκα και το τζάμι, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση όσον αφορά τη θέρμανση του νερού (που κυκλοφορεί σε σωλήνες που είναι σ' επαφή με την πλάκα στο πίσω μέρος της ή ενσωματωμένοι σ' αυτή).

Οι κρίσιμοι παράγοντες για την καλή απόδοση του συστήματος είναι η μεγάλη απορροφητικότητα της πλάκας στην ηλιακή ακτινοβολία, ο μικρός συντελεστής εκπομπής της πλάκας στη μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία και η μεγάλη αδιαφάνεια του κρυστάλλου για τη δεύτερη. Τα υλικά που προσφέρουν την καλύτερη σχέση απόδοσης-τιμής είναι γυαλί και επιφάνεια από αλουμίνιο ή χαλκό χρωματισμένη μαύρη.

Δεξαμενή αποθήκευσης

Η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού χρήσης έχει χωρητικότητα που κυμαίνεται από 100 έως 200 λίτρα για συνήθεις οικιακές εφαρμογές. Η χωρητικότητά της είναι συνάρτηση της συλλεκτικής επιφάνειας που διαθέτει. Είναι συνήθως χαλύβδινη, με εσωτερική επίστρωση για προστασία από την διάβρωση. Η επίστρωση αυτή είναι συνήθως από ειδικά πλαστικά ή εποξειδικά χρώματα ή εμαγιέ (υαλόκραμα). Εναλλακτικά και για ακριβότερα συστήματα η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να είναι χάλκινη ή ανοξείδωτη. Εξωτερικά έχει πολύ καλή μόνωση συνήθως από πολυουρεθάνη ή υαλοβάμβακα. Συνήθως έχει ενσωματωμένη κάποια ηλεκτρική αντίσταση. Στα συστήματα κλειστού κυκλώματος έχει επιπλέον ενσωματωμένο εναλλακτή (σερπαντίνα) για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου ή σε πιο ακριβά συστήματα είναι διπλών τοιχωμάτων (ανάμεσα στα δύο τοιχώματα κυκλοφορεί το θερμαινόμενο μέσο).

Αρχή Λειτουργίας

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας κατά την λειτουργία του εκμεταλλεύεται το φυσικό φαινόμενο της ροής των ρευστών λόγω διαφοράς θερμοκρασίας (διαφοράς πυκνότητας), γνωστό και σαν αρχή του θερμοσίφωνου. Έτσι πετυχαίνεται με φυσικό τρόπο χωρίς κυκλοφορητή (αντλία) συνεχής ροή του θερμαινόμενου μέσου, από το θερμότερο σημείο (ηλιακοί συλλέκτες) προς το ψυχρότερο (δεξαμενή νερού), μέχρις ότου τα δύο σημεία να αποκτήσουν παρόμοιες θερμοκρασίες. Για να είναι αυτό δυνατό πρέπει το ψυχρότερο σημείο να είναι ψηλότερα από το θερμότερο σημείο και για τον λόγο αυτό σε όλους τους ηλιακούς θερμοσίφωνες η δεξαμενή αποθήκευσης είναι πάντα ψηλότερα από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Η συνολική απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα εξαρτάται κι απ' τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τη νεφοκάλυψη και την αποτελεσματικότητα της θερμικής μόνωσης του συστήματος.

Εγκατάσταση:

Ο καλύτερος προσανατολισμός για την τοποθέτηση των ηλιακών θερμοσιφώνων (ακριβέστερα των ηλιακών συλλεκτών) είναι ο νότιος, για να εκμεταλλεύεται ο θερμοσίφοντας όσο περισσότερες ώρες ηλιοφάνειας γίνεται. Απόκλιση μέχρι 15 μοίρες από τον νότο δεν έχει μεγάλη επίπτωση στην απόδοσή του. Σε μεγαλύτερη απόκλιση παρατηρείται μείωση της απόδοσης. Ακόμα η κλίση του ηλιακού συλλέκτη πρέπει να είναι 20-50 μοίρες. Μεγαλύτερη ή μικρότερη κλίση μειώνει την απόδοση.

Οι προβλεπόμενες συνδέσεις για την λειτουργία του είναι δύο υδραυλικές (είσοδος κρύου νερού, έξοδος ζεστού νερού χρήσης) και μία ηλεκτρική (ηλεκτρική αντίσταση). Στην είσοδο του κρύου νερού πρέπει να τοποθετηθεί βάνα για να είναι δυνατή η απομόνωσή του από το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης ή επισκευής. Καλό είναι στις υδραυλικές σωληνώσεις να τοποθετηθεί βαλβίδα ασφαλείας έναντι υπερπίεσης και αυτόματο εξαεριστικό, αν δεν υπάρχουν ήδη ενσωματωμένα από τον κατασκευαστή. Καλό είναι επίσης στην σωλήνωση εξόδου του ζεστού νερού χρήσης να τοποθετηθεί εξωτερικό μονωτικό περίβλημα καλής ποιότητας.

Χρειάζεται στοιχειώδης συντήρηση, κυρίως καθαρισμός των πλακών επιφανειακά, αντικατάσταση της αντιδιαβρωτικής προστασίας όποτε αυτό απαιτείται σύμφωνα με τον κατασκευαστή και συμπλήρωση με αντιψυκτικό υγρό τον χειμώνα (μόνο στους ηλιακούς θερμοσίφονες κλειστού κυκλώματος). Ακόμα σε περιπτώσεις ισχυρού ψύχους (χιόνι, παγετός κλπ) συνιστάται η κάλυψη των κρυστάλλων με πανί ή χαρτόνι για να αποφευχθεί η καταστροφή τους (θραύση). Σημειώνεται ότι η κάλυψη των κρυστάλλων δεν προσφέρει καμία προστασία σε περίπτωση θερμοσιφώνων ανοικτού κυκλώματος. Το μόνο αποτελεσματικό μέτρο σε τέτοιες περιπτώσεις είναι το πλήρες άδειασμα του θερμοσίφωνα από το νερό μέχρι να αυξηθεί η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πάνω από το μηδέν⁹².

⁹² ΠΗΓΗ Σ.Γ. Τσουκανιάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκάτασκευασμένου κτιρίου με υπογείο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνεδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας σαν οικολογική συσκευή:

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι μια απ' τις "καθαρότερες" και πιο αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη διάρκεια ζωής του ο ηλιακός θερμοσίφωνας εξοικονομεί περίπου δυο χιλιάδες ευρώ απ' τους λογαριασμούς ρεύματος σε τιμές 2005, ενώ αποφεύγεται η έκλυση περίπου τριάντα τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Κάθε ντους με νερό από ηλιακό θερμοσίφωνα ισοδυναμεί με τρία κιλά διοξειδίου του άνθρακα λιγότερα στην ατμόσφαιρα.

3.11 Νομοθεσία-KENAK

Η νομοθεσία με τη σειρά της κατέχει σημαντικό ρόλο στα θέματα του περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα στη χώρα μας πρόσφατα έγιναν κάποιες σημαντικές αλλαγές στους κανονισμούς και τους νόμους για τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Σύμφωνα με Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Οικονομικών τέθηκε σε ισχύ ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα ή αλλιώς ΚΕΝΑΚ. Η συγκεκριμένη ΚΥΑ δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 407 Β' 09-04-2010.

Αυτό που καταφέρνει ο ΚΕΝΑΚ¹⁸ επί της ουσίας, είναι να θεσμοθετεί έναν ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτό επιτυγχάνεται με συγκεκριμένες δράσεις. Αρχικά με την Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, στη συνέχεια με την Θέσπιση ελάχιστων ορίων κατανάλωσης ενέργειας, την Ενεργειακή Κατάταξη κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης) και τέλος με τις Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβητών και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

¹⁸Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων, (Τ.Ο. ΤΕΕ 20702-5/2010) Α' έκδοση, Αθήνα 2011

3.11.1 Μελέτη ενεργειακής απόδοσης Κτιρίων

Πιο ειδικά, η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης και θα εκπονείται για κάθε νέο κτίριο, καθώς και για κάθε υφιστάμενο, εφόσον θα ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται: α) στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και β) στη σύγκρισή του με κτίριο αναφοράς. Ως κτίριο αναφοράς θεωρείται ένα κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο που πληροί όμως ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Εν συνεχεία όσον αφορά το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης, αυτό ισχύει για δέκα χρόνια και αφορά σε όλα τα νέα κτίρια, συνολικής επιφάνειας άνω των πενήντα τ.μ., τα υφιστάμενα κτίρια που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, τα υφιστάμενα κτίρια επιφάνειας άνω των πενήντα τ.μ. ή τμήματα αυτών όταν πωλούνται ή εκμισθώνονται, καθώς και σε όλα τα κτίρια του δημόσιου & του ευρύτερου δημόσιου τομέα. Η απαίτηση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης στην περίπτωση αγοροπωλησίας τίθεται σε εφαρμογή έξι μήνες από την έναρξη ισχύος του ΚΕΝΑΚ και στην περίπτωση ενοικίασης εννέα μήνες μετά.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του ενεργειακού επιθεωρητή και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ώστε οι καταναλωτές να είναι σε θέση να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την πραγματική τους κατανάλωση και τις τυχόν δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. **Η έκδοση του πιστοποιητικού είναι υποχρεωτική.**

3.12 Ενεργειακή επιθεώρηση

Όσο για την ενεργειακή επιθεώρηση, αυτή αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κτιρίων και των δυνατοτήτων βελτίωσής της αλλά και της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των

νέων κτιρίων. Ο ιδιώτης Ενεργειακός Επιθεωρητής, που θα ενταχθεί σε Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών του ΥΠΕΚΑ, επιθεωρεί το κτίριο και το κατατάσσει σε ενεργειακή κατηγορία, βάσει του λόγου της κατανάλωσης του κτιρίου προς την κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς. Ο έλεγχος για την ορθή εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου θα γίνεται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας, που συγκροτείται στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης & Ενέργειας του ΥΠΕΚΑ και στελεχώνεται με υπαλλήλους του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα.

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτιρίων και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

3.13 Κοστολόγηση κιλοβατώρας

Σύμφωνα με την νομοθεσία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που ψηφίστηκε στις 6-6- 2006 (Ν. 3468/2006), κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από τον ήλιο και τροφοδοτείται στο δίκτυο της ΔΕΗ, θα ενισχύεται με 0,4-0,5 ευρώ. Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ισχύει για δέκα έτη και μπορεί να παρατείνεται για δέκα επιπλέον έτη, μονομερώς, με έγγραφη δήλωση του παραγωγού. Η τιμή αυτή αναπροσαρμόζεται κάθε έτος με βάση τις μεσοσταθμικές αυξήσεις των τιμολογίων της ΔΕΗ ή το 80% του πληθωρισμού. Αυτό στην πράξη σημαίνει ότι, όχι μόνο θα επιτυγχάνεται απόσβεση του φωτοβολταϊκού συστήματος, αλλά θα υπάρχει και κέρδος, ως επιβράβευση της επιλογής του επενδυτή να αξιοποιήσει μια φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία.

Σύμφωνα με το νέο νόμο που ψηφίστηκε, για φωτοβολταϊκά συστήματα μικρότερα των 20 κιλοβάτ (kWp), δεν απαιτούνται:

- Άδεια παραγωγής.

- Άδεια εγκατάστασης.
- Άδεια λειτουργίας.
- Εξαίρεση της ΡΑΕ από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής, εκτός εάν πρόκειται για σταθμούς που εγκαθίστανται σε Μη διασυνδεδεμένα νησιά όπου υφίσταται κορεσμός του δικτύου, ο οποίος διαπιστώνεται με απόφαση της ΡΑΕ.
- Άδεια δόμησης.
- Έγκριση περιβαλλοντικών όρων εφόσον το σύστημα δεν εγκαθίσταται εντός περιοχών NATURA 2000, Εθνικών Δρυμών, παραδοσιακών οικισμών και περιοχών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος.

Ενώ απαιτούνται:

- Σύμβαση σύνδεσης με τη ΔΕΗ (στην οποία ζητείται και έγγραφο καταλληλότητας από την Πολεοδομία)
- Σύμβαση αγοροπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με ΉΕΣΜΗΕ (ή ΉΕΗ για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Πολεοδομικά δεδομένα τεμαχίου μελέτης

Η περιοχή που επιλέχθηκε για την διαμόρφωση της διώροφης κατοικίας βάσει βιοκλιματικού σχεδιασμού, για εξοικονόμηση ενέργειας και θερμική άνεση, βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων του Δήμου Μεγαρέων στον τομέα της Δυτικής Αττικής και σε απόσταση 42 χιλιομέτρων από την πόλη της Αθήνας. Η κοινότητα λοιπόν της Πάχης βρίσκεται 2,4 χιλιόμετρα σε ευθεία απόσταση, βορειοδυτικά από την πόλη των Μεγάρων σε υψόμετρο 650 μέτρων περίπου.

Το τεμάχιο όπου θα ανεγερθεί η κατοικία βρίσκεται 200 μέτρα περίπου νοτιοδυτικά από τον πυρήνα της κοινότητας της Πάχης και εμπίπτει εντός της τοποθεσίας Αγίου Γεωργίου. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι πίνακες με τα κτηματολογικά και πολεοδομικά δεδομένα του τεμαχίου: Σύμφωνα με την Δήλωση Πολιτικής για την ύπαιθρο και τα χωριά η Η3 καθορίζεται ως ζώνη με επικρατούσα χρήση την κατοικία.

Από τα μετεωρολογικά δεδομένα για την περιοχή της Πάχης δίνονται σημαντικές πληροφορίες για το τοπικό κλίμα, όπου βρίσκεται η προτεινόμενη κατοικία.

Παρατηρείται ότι τους μήνες του χειμώνα παρουσιάζονται χαμηλές θερμοκρασίες. Ο Δεκέμβριος παρουσιάζει μέση ελάχιστη θερμοκρασία 6.2°C, ο Ιανουάριος 4.7°C και ο Φεβρουάριος 5.0°C ενώ η μέση μέγιστη θερμοκρασία για τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο είναι 15.4°C, 12.9°C και 13.3°C αντίστοιχα. Διαφαίνεται ότι ο καιρός κατά τη χειμερινή περίοδο είναι αρκετά ψυχρός και σίγουρα θα απαιτούνται μεγάλα ποσά θερμότητας για τη θέρμανση της κατοικίας. Όσον αφορά τις τιμές της σχετικής υγρασίας, παρατηρείται ότι δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές ανάμεσα στους τρεις μήνες. Η μέση μέγιστη και ελάχιστη σχετική υγρασία για τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο είναι 76%, 78%, 74%, 62%, 64% και 65% αντίστοιχα. Από τις τιμές της υγρασίας επιβεβαιώνονται οι ψυχρές θερμοκρασίες για τους συγκεκριμένους

μήνες⁹³.

⁹³ ΠΗΓΗ Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση» Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

Την Άνοιξη παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση της σχετικής υγρασίας σε σχέση με το χειμώνα. Οι θερμοκρασίες για τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο για τη συγκεκριμένη περιοχή όμως είναι ακόμη σε χαμηλά επίπεδα, οπότε θα απαιτείται θέρμανση της κατοικίας και περιορισμός των θερμικών απωλειών.

Τους θερινούς μήνες, Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, η σχετική υγρασία βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα. Η μέση μέγιστη σχετική υγρασία για τους προαναφερόμενους μήνες είναι 43%, 40% και 46% αντίστοιχα. Ενώ η μέση ελάχιστη σχετική υγρασία για τον Ιούνιο έχει τιμή 41%, για τον Ιούλιο 40% και για τον Αύγουστο 44%. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από χαμηλά ποσοστά σχετικής υγρασίας και συνεπώς αποτελεί ξηρό κλίμα. Οι θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του καλοκαιριού βρίσκονται σε ανεκτά επίπεδα, χωρίς να παρατηρούνται φαινόμενα καύσωνα. Αυτές οι θερμοκρασίες επιτρέπουν συνθήκες άνεσης τουλάχιστον το καλοκαίρι και κάνουν ευκολότερη την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Επίσης, οι μήνες Σεπτέμβριος και Οκτώβριος παρουσιάζουν θερμοκρασίες που επιτρέπουν συνθήκες άνεσης, με προσοχή φυσικά στις θερμικές απώλειες. Όπως και οι τιμές της σχετικής υγρασίας είναι σε επιθυμητά επίπεδα. Ο Σεπτέμβριος παρουσιάζει μέση μέγιστη θερμοκρασία και μέση μέγιστη σχετική υγρασία 29.5°C και 53% αντίστοιχα. Ενώ μέση ελάχιστη θερμοκρασία 16.6°C και μέση ελάχιστη σχετική υγρασία 47%. Ο Οκτώβριος έχει μέση μέγιστη θερμοκρασία 25.8°C και μέση μέγιστη σχετική υγρασία 58%, ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Οκτώβριου είναι 13.3°C και η μέση ελάχιστη σχετική υγρασία του 49%. Ο μήνας Νοέμβριος χαρακτηρίζεται από χαμηλές θερμοκρασίες, με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία να φτάνει τους 9.0°C και συνεπώς υψηλά ποσοστά σχετικής υγρασίας με τη μέση μέγιστη σχετική υγρασία στο 65%, άρα η θέρμανση της κατοικίας τον Νοέμβριο θα είναι απαραίτητη.



Εικόνα 7: Διώροφη βιοκλιματική κατοικία⁹⁴

4.2 Βιοκλιματικοί Χάρτες

Ο βιοκλιματικός χάρτης με βάση τις πληροφορίες, που αφορούν τη γεωγραφική θέση μιας περιοχής, την μορφολογία του εδάφους και τα μετεωρολογικά δεδομένα, είναι σημαντικό βοήθημα για το σχεδιασμό των κτιρίων. Αποτελεί το βασικό εργαλείο για την ερμηνεία, την ανάλυση και την μελέτη των κλιματικών και βιοκλιματικών συνθηκών μιας περιοχής. Στο βιοκλιματικό χάρτη καθορίζονται τα όρια αποδοτικότητας της κάθε στρατηγικής για την επίτευξη της άνεσης στο κτίριο. Ο χάρτης δείχνει ότι όποτε η εξωτερική θερμοκρασία και υγρασία εμπίπτουν στα όρια που προσδιορίζουν μια στρατηγική, το κτίριο εσωτερικά θα μείνει θερμικά άνετο αν υιοθετηθεί αποδοτικά η στρατηγική εκείνη .

Αν και το μικροκλίμα στο εσωτερικό ενός κτιρίου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως για παράδειγμα τη μεταφορά αέρα και τη θερμική αδράνεια των υλικών κατασκευής, ο βιοκλιματικός χάρτης που προκύπτει δείχνει ξεκάθαρα κατά πόσον οι

⁹⁴ ΠΗΓΗ <http://www.anelixi.org/ereuna-efarmoges/bioklimatikos-sxediasmos->

κλιματικές συνθήκες δημιουργούν κλίμα πολύ ζεστό, κρύο ή άνεση. Το σημαντικότερο είναι ότι καθορίζει τις στρατηγικές σχεδιασμού για απόκτηση άνεσης κατά τη διάρκεια διάφορων μηνών. Οι στρατηγικές διαχωρίζονται σε:

- Στρατηγικές που ανταποκρίνονται στις κλιματικές συνθήκες του χειμώνα και στις απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση. Οπότε επιδιώκεται ελαχιστοποίηση στις απώλειες θερμότητας και μεγιστοποίηση στο κέρδος θερμότητας.
- Στρατηγικές του καλοκαιριού όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές και δημιουργούν υπερθέρμανση στο εσωτερικό του κτιρίου και ξεπερνούν τα όρια της θερμικής άνεσης. Οπότε επιδιώκεται μεγιστοποίηση στις απώλειες θερμότητας και ελαχιστοποίηση στα κέρδη θερμότητας.

4.3 Μεθοδολογία

Μέθοδος Olgyay: Οι πρώτοι που πρότειναν μια συστηματική διαδικασία προσαρμογής του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στις θερμικές ανάγκες του ανθρώπου και στις τοπικές κλιματικές συνθήκες ήταν οι V. και A. Olgyay, οι οποίοι ανέλυσαν λεπτομερώς την επίδραση της κάθε παραμέτρου στις συνθήκες θερμικής άνεσης. Τα τελικά τους συμπεράσματα τα διατύπωσαν στον βιοκλιματικό χάρτη. Ο οριζόντιος άξονας στο βιοκλιματικό χάρτη προσδιορίζει τη σχετική υγρασία και ο κάθετος άξονας τη θερμοκρασία. Απαραίτητα δεδομένα για την σχεδίαση στο βιοκλιματικό χάρτη είναι η μέγιστη και ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία, της περιοχής μελέτης, καθώς και οι αντίστοιχες τιμές ελάχιστης και μέγιστης υγρασίας. Η ζώνη άνεσης ορίζεται ανάμεσα στους 21-28°C, μετακινούμενη ελαφρά προς τα κάτω για το χειμώνα και προς τα πάνω για το καλοκαίρι, ενώ η σχετική υγρασία ορίζεται ανάμεσα στο 30-65%, με ανεκτά όρια από 20-78%. Η ζώνη άνεσης διαχωρίζει το χώρο σε δύο περιοχές. Η περιοχή πάνω από την οριακή γραμμή σκιασμού είναι γνωστή ως υπερθερμαινόμενη περίοδος, καλοκαίρι, όπου ο σκιασμός των ανοιγμάτων είναι απαραίτητος, ενώ η κάτω περιοχή είναι γνωστή ως υποθερμαινόμενη περίοδος, χειμώνας, όπου η συμπληρωματική θερμότητα, ηλιακή ή άλλη κρίνεται αναγκαία .

Με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα για την περιοχή των Μεγάρων έχει σχεδιαστεί ο βιοκλιματικός χάρτης, ακολουθώντας τα εξής βήματα:

- Επιλέγεται ο μήνας, που θα σχεδιαστεί στο χάρτη.
- Το ένα σημείο του μήνα προσδιορίζεται στο χάρτη σημειώνοντας τη μηνιαία μέση μέγιστη θερμοκρασία με την μέση ελάχιστη σχετική υγρασία.
 - Το άλλο σημείο του μήνα προσδιορίζεται στο χάρτη σημειώνοντας τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία με την μέση μέγιστη σχετική υγρασία.
- Τα δύο σημεία ενώνονται με ευθεία γραμμή.
- Η ευθεία γραμμή, δηλαδή ο συγκεκριμένος μήνας, θα εμπίπτει τουλάχιστον σε μία ή και περισσότερες από τις ακόλουθες ζώνες:
 1. Ζώνη όπου απαιτούνται μηχανικά μέσα για θέρμανση του κτιρίου.
 2. Ζώνη αποφυγής θερμικών απωλειών και προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης.
 3. Ζώνη όπου απαιτείται σκιασμός.
 4. Ζώνη άνεσης.
 5. Ζώνη εξατμιστικού δροσισμού.
 6. Ζώνη φυσικού αερισμού.
 7. Ζώνη δροσισμού μέσω ακτινοβολίας.
 8. Ζώνη νυχτερινού αερισμού.
 9. Ζώνη χρήσης συμβατικών μέσων για ψύξη/κλιματιστικά.

Με τον ίδιο τρόπο ορίζονται όλα τα σημεία και συνεπώς όλοι οι μήνες στο βιοκλιματικό χάρτη. Έτσι προκύπτουν οι βιοκλιματικές στρατηγικές που θα ακολουθηθούν για το συγκεκριμένο κτίριο.

4.3.1 Ανάλυση βιοκλιματικών χαρτών

Από τη μελέτη του ποσοτικού βιοκλιματικού χάρτη παρατηρείται ότι για το μήνα *Δεκέμβριο* απαιτείται ηλιακή ακτινοβολία, για την κατοικία, από 190 W/M² έως σχεδόν 580 W/M². Ο *Ιανουάριος* έχει απαιτήσεις ηλιακής ακτινοβολίας, για θέρμανση της κατοικίας, από 390 W/M² μέχρι πάνω από 580 W/M². Επίσης, η ηλιακή ακτινοβολία που

απαιτείται για την κατοικία τον *Φεβρουάριο* κυμαίνεται από 245 W/M² έως πάνω από 580 W/M².

Επιπλέον, όσον αφορά τους μήνες της άνοιξης, τον *Μάρτιο* η ηλιακή ακτινοβολία που απαιτείται για την κατοικία κυμαίνεται από 160 W/M² μέχρι σχεδόν 580 W/M², τον *Απρίλιο* έως 420 W/M² και τον *Μάιο* μέχρι 320 W/M².

Για τους μήνες του καλοκαιριού, *Ιούνιο*, *Ιούλιο* και *Αύγουστο*, σύμφωνα με τον ποσοτικό βιοκλιματικό χάρτη απαιτείται φυσικός δροσισμός της κατοικίας, ο οποίος επιτυγχάνεται με τεχνικές και συστήματα που θα αναλυθούν στη συνέχεια, κατά την μελέτη του ποιοτικού βιοκλιματικού χάρτη. Συγκεκριμένα, για τις ανάγκες ψύξης της κατοικίας κατά τον *Ιούνιο* απαιτείται υγρασία έως 1.6 g/Kg και άνεμος έως 0.5 m/s. Τον *Ιούλιο* απαιτείται υγρασία μέχρι 3.3 g/Kg και άνεμος μέχρι 2 m/s και τον *Αύγουστο* υγρασία μέχρι 2.5 g/Kg και άνεμος μέχρι 1 m/s.

Επιπρόσθετα, για τον μήνα *Σεπτέμβριο* απαιτούνται τιμές ανέμου έως 0.6 m/s, υγρασίας έως 1.5 g/Kg και ηλιακής ακτινοβολίας έως 180 W/M². Τον *Οκτώβριο* απαιτείται ηλιακή ακτινοβολία έως 280 W/M² και για τον *Νοέμβριο* ηλιακή ακτινοβολία έως 410 W/M².

Οι πιο πάνω τιμές οι οποίες απαιτούνται ώστε να επιτευχθεί θερμική άνεση στην κατοικία θα επιτευχθούν με τις κατάλληλες στρατηγικές σχεδιασμού οι οποίες θα προκύψουν με βάση τα αποτελέσματα του *ποσοτικού βιοκλιματικού χάρτη*. Έτσι θα επιτευχθεί το κατάλληλο εσώκλιμα και θα μειωθεί η ενέργεια από μηχανικά μέσα, για θέρμανση και δροσισμό της κατοικίας.

Τους χειμερινούς μήνες δηλαδή *Δεκέμβριο*, *Ιανουάριο* και *Φεβρουάριο*, από τη μελέτη του *ποιοτικού βιοκλιματικού χάρτη* προκύπτει ότι στην κατασκευή της κατοικίας πρέπει να γίνει πρόνοια για παθητικές και μηχανικές μορφές πρόληψης και αποφυγής απώλειας θερμικής ενέργειας από το εσωτερικό της κατοικίας στο εξωτερικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, ο *Δεκέμβριος* εμπίπτει στη ζώνη αποφυγής θερμικών απωλειών και προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης. Για τους μήνες *Ιανουάριο* και *Φεβρουάριο*, μικρό τμήμα τους εμπίπτει στη ζώνη αποφυγής θερμικών απωλειών και στη ζώνη όπου απαιτούνται μηχανικά μέσα για θέρμανση του κτιρίου, ενώ το μεγαλύτερο τμήμα τους βρίσκεται στη ζώνη προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης.

Αναλυτικότερα κρίνεται αναγκαίο να ληφθούν οι ακόλουθες πρόνοιες:

Παθητικές μορφές: Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, τα οποία κρίνονται απαραίτητα για την κατοικία σύμφωνα με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη, είναι τα κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, δομικά στοιχεία ενός κτιρίου, που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν το κτίριο. Η υφιστάμενη τεχνολογία παραγωγής και χρήσης δομικών υλικών παρουσιάζει μια αλματώδη τάση στον τομέα παθητικής εξοικονόμησης ενέργειας. Σήμερα όσο ποτέ άλλοτε τα δομικά υλικά που παράγονται έχουν εκτός από τις μηχανικές, ιδιότητες και προδιαγραφές *θερμομόνωσης*. Τα υλικά αυτά συνοπτικά μπορούν να διαχωριστούν σε κυρίως δομικά όπως είναι τα τούβλα και τα επιχρίσματα και σε υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιπρόσθετα τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό του κτιρίου. Τα υλικά αυτά περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τη χρήση πετροβάμβακα ή εξηλασμένης πολυστερίνης εντός της τοιχοποιίας ενός κτιρίου, τη χρήση πέτρας ως επένδυση της εξωτερικής τοιχοποιίας, και τη χρήση ξύλου ή άλλων συνθετικών υλικών ως επένδυση της εσωτερικής τοιχοποιίας. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο είναι η θερμομόνωσή του, έτσι ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού. Συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Το πιο απλό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) που αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για την θέρμανση του κτιρίου επιτυγχάνεται μέσω των νότια προσανατολισμένων ανοιγμάτων. Στην περίπτωση αυτή το κτήριο λειτουργεί ως συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας της θερμότητας.

Μία άλλη κατηγορία παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης είναι τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους τα οποία αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για την θέρμανση του κτιρίου. Αυτά τα συστήματα απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος και ύστερα επιτρέπουν στη θερμότητα να διεισδύσει στους εσωτερικούς χώρους διαβίωσης. Για την προτεινόμενη κατοικία, από αυτήν την κατηγορία συστημάτων, επιλέχθηκαν τα συστήματα τα οποία μπορούν να αποδώσουν για τη συγκεκριμένη περιοχή, με γνώμονα τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, τις

ανάγκες της κατοικίας για θέρμανση, τη λειτουργικότητα της και τα αναμενόμενα ενεργειακά αποτελέσματα σε συνδυασμό πάντα με το κόστος και την απόσβεση της επί πλέον δαπάνης .

Μηχανικές μορφές: Οι χειμερινοί μήνες αν και φαίνεται ότι στο μεγαλύτερο τμήμα τους εμπίπτουν εντός της ζώνης στην οποία επιβάλλεται η προώθηση και χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης εντούτοις συστηματικά παρουσιάζουν εξάρσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Επιπρόσθετα λόγω του υψομέτρου και της εγγύτητας με την οροσειρά του Τροόδους δεν είναι απίθανο να παρατηρηθεί και μεμονωμένη χιονόπτωση, επομένως κρίνεται αναγκαία η εγκατάσταση μηχανικών μέσων για τη θέρμανση της κατοικίας. Στην κατοικία θα εγκατασταθεί λέβητας κεντρικής θέρμανσης. Η σύγχρονη τεχνολογία στην κατασκευή και εγκατάσταση συστημάτων κεντρικής θέρμανσης παρουσιάζει σημαντική πρόοδο στον τομέα της εξοικονόμησης πόρων και διαχείρισης παραγόμενων ρύπων. Συγκριτικά με τους παραδοσιακούς καυστήρες – λέβητες πετρελαίου οι οποίοι παρουσιάζουν αυξημένη κατανάλωση συμβατικών καυσίμων και παραγωγή ρύπων, θα χρησιμοποιηθεί νέου τύπου καυστήρας ο οποίος ως καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιεί υγραέριο ή βιομάζα (pellets). Τα pellets παράγονται από πριονίδια ή ρινίσματα επεξεργασίας ξύλου επομένως δεν απαιτείται να κοπούν δέντρα, είναι σε συμπιεσμένη μορφή μικρών διαστάσεων και έχουν χαμηλό ποσοστό υγρασίας, έτσι αποδίδουν υψηλότερη καύση, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ξύλα. Είναι ένα νέο καύσιμο που δίνει τη δυνατότητα οικονομίας στη θέρμανση της τάξεως του 45% και είναι ασφαλές και υγιές μέσο θέρμανσης. Είναι πιο εύκολο στη χρήση αλλά και στην αποθήκευση του, η θερμότητα που εκπέμπει είναι ίδια με αυτής του ξύλου και η συντήρηση του καυστήρα είναι εύκολη. Ο συγκεκριμένος τύπος καυστήρα δεν παράγει καυσαέρια ούτε αφήνει κατάλοιπα καύσεως τα οποία επιβαρύνουν το περιβάλλον (εκπομπές αερίων άνθρακα και τοξικών ενώσεων). Η τοποθέτηση του καυστήρα κρίνεται απαραίτητη αφού από τη μελέτη του βιοκλιματικού χάρτη παρατηρείται ότι περίοδος από τους μήνες *Ιανουάριο και Φεβρουάριο* εμπίπτει στη ζώνη όπου απαιτούνται μηχανικά μέσα για θέρμανση του κτιρίου.

Επίσης, κατά τους μήνες *Νοέμβριο, Μάρτιο και Απρίλιο*, σύμφωνα με τους βιοκλιματικούς χάρτες, πρέπει να ληφθούν οι προαναφερόμενες στρατηγικές για αποφυγή απώλειας θερμικής ενέργειας από το εσωτερικό της κατοικίας στο εξωτερικό

περιβάλλον, όπως και για την προώθηση των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης. Στην περίπτωση αυτή δεν είναι αναγκαία η χρήση μηχανικών μέσων για θέρμανση λόγω του ότι η χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να παρέχει άνεση γι' αυτούς τους μήνες, με την προϋπόθεση ότι η κατοικία έχει χωροθετηθεί σωστά με βάση το βιοκλιματικό σχεδιασμό και είναι ικανοποιητικά θερμομονωμένη.

Επιπρόσθετα, από τη μελέτη των βιοκλιματικών χαρτών παρατηρούμε ότι οι μήνες *Οκτώβριος και Μάιος* εμπίπτουν σε τρεις ζώνες. Η επικρατέστερη είναι η ζώνη αποφυγής των θερμικών απωλειών και προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης, εντός της οποίας εμπίπτουν και οι μήνες, *Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος, Μάρτιος, Απρίλιος και Νοέμβριος*. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ζώνης αυτής έχουν προαναφερθεί, και συνοπτικά οι απαιτήσεις επιτυγχάνονται με την ικανοποιητική θερμομόνωση του κτιρίου και μέγιστη εκμετάλλευση της υπάρχουσας ηλιοφάνειας.

Περίοδος από τους μήνες *Οκτώβριο και Μάιο* εμπίπτει στην ζώνη άνεσης. Στη ζώνη άνεσης παρατηρούνται κλιματικές συνθήκες που δεν απαιτούν τη χρήση παθητικών ή μηχανικών μέσων θέρμανσης ή ψύξης.

Επιπλέον, οι συγκεκριμένοι μήνες (*Οκτώβριος και Μάιος*) εμπίπτουν στη ζώνη όπου απαιτείται σκιασμός. Ο σκιασμός θεωρείται μια παράμετρος που πρέπει να τύχει της δέουσας προσοχής και πρόβλεψης κατά τη μελέτη και σχεδιασμό της κατοικίας. Η ηλιοπροστασία είναι η βασικότερη τεχνική για τη μείωση των θερμικών φορτίων κατά τη θερινή περίοδο. Επιτυγχάνεται τόσο με τον σχεδιασμό του κτιρίου όσο και με τη χρήση σκιάστρων.

Για τους θερινούς μήνες, δηλαδή *Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο*, από τη μελέτη των βιοκλιματικών χαρτών, παρατηρείται ότι επικρατούν οι ζώνες άνεσης, σκιασμού και δροσισμού (φυσικού αερισμού – ψύξης με εξάτμιση).

Με τις τεχνικές φυσικού δροσισμού επιτυγχάνεται η εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια το καλοκαίρι. Η λειτουργία των τεχνικών φυσικού δροσισμού βασίζεται στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου και στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον. Αναλυτικότερα με το φυσικό δροσισμό επιτυγχάνονται τρία πράγματα:

α) Απομακρύνεται η θερμότητα από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν το επιτρέπουν οι εξωτερικές θερμοκρασίες.

β) Απομακρύνεται η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (όταν αυτά αποτελούνται από επαρκή θερμική μάζα).

γ) Απομακρύνεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα με αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, ακόμα και σε σχετικά ψηλές θερμοκρασίες [35, 38, 43].

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο κατά τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά ή τεχνητά μέσα. Αποτελεί τη σημαντικότερη και συνηθέστερη μέθοδο φυσικού δροσισμού (εφόσον γίνεται με τον κατάλληλο τρόπο). Ο φυσικός αερισμός ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι:

- Διαμπερής, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων
- Υβριδικός (ανεμιστήρες οροφής και άλλοι)
- Κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού)

Διαμπερής αερισμός: επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος της κατοικίας και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας. Ο διαμπερής αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους. Πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα (ανεμοπτερύγια) μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στη κατοικία, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα φυσικού αερισμού. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει και στην αποθήκευση δροσιάς στη θερμική μάζα της κατοικίας, τροφοδοτώντας έτσι τις επιφάνειες της με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη θερμική επιβάρυνση της κατοικίας κατά την επόμενη μέρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι αποτελεσματικότερος κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες που ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός .

Υβριδικός αερισμός: επιτυγχάνεται με τη χρήση ανεμιστήρων. Οι ανεμιστήρες, ιδιαίτερα οι ανεμιστήρες οροφής, ενισχύουν το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με

ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας⁹⁵. Ο υβριδικός αερισμός συνεισφέρει στην

⁹⁵ ΠΗΓΗ Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση» Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

επίτευξη θερμικής άνεσης, σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθειες, καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα. Πρακτικά, η χρήση ανεμιστήρων οροφής μειώνει την αναγκαιότητα χρήσης κλιματιστικών συστημάτων στα κτίρια.

Κατακόρυφος αερισμός: επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας κατακόρυφα ανοίγματα, καμινάδες ή πύργους αερισμού. Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας θερμότητα εκτός της κατοικίας. Όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από τη κατοικία, το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει με τη βοήθεια ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός). Ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα. Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κατοικιών. Οι πύργοι αερισμού προτιμούνται σε περιοχές με έντονο άνεμο, οι πύργοι αυτοί προεξέχουν σημαντικά από την οροφή της κατοικίας, φέρουν ανοίγματα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να συλλαμβάνουν τα ψυχρά ρεύματα αέρα και να τα κατευθύνουν μέσα στο χώρο, σε ορισμένες περιπτώσεις υποβοηθούνται από ανεμιστήρα.

Ο *εξατμιστικός δροσισμός* εφαρμόζεται σε περιοχές με σχετικά χαμηλή υγρασία, όπως η κοινότητα της Πάχης. Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει τη χρήση σωμάτων νερού, όπως λίμνες ή σιντριβάνια, σε εσωτερικές αυλές και αίθρια αλλά και το ψεκασμό των δωματίων με νερό. Ο αέρας, διερχόμενος από κάποιο σώμα νερού και προκαλώντας την εξάτμισή του, ψύχεται, ενώ εμπλουτίζεται με υδρατμούς. Ο αέρας αυτός εισέρχεται στο κτίριο πιο δροσερός, δημιουργώντας συνθήκες δροσιάς.

Όσον αφορά τις ζώνες άνεσης και σκιασμού τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα τους και οι στρατηγικές που πρέπει να εφαρμοστούν στην περίπτωση τους έχουν προαναφερθεί για τους μήνες Μάιο και Οκτώβριο.

Τέλος, κατά τον μήνα *Σεπτέμβριο* πρέπει να εφαρμοστούν οι προαναφερόμενες στρατηγικές για τις τέσσερις ζώνες στις οποίες, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των

βιοκλιματικών χαρτών, εμπίπτει ο συγκεκριμένος μήνας. Αναλυτικότερα, οι αρχικές μέρες του μήνα βρίσκονται στη ζώνη εξατμιστικού δροσισμού, μεγάλο μέρος του εμπίπτει στη ζώνη άνεσης, επίσης εμπίπτει στη ζώνη όπου απαιτείται σκίαση και τα τέλη του μήνα βρίσκονται στη ζώνη αποφυγής θερμικών απωλειών.

4.4 Εργαλεία Ηλιασμού

4.4.1 Ηλιακός Χάρτης

Για να γίνει σωστή χωροθέτηση της κατοικίας στο οικόπεδο, ο ηλιακός χάρτης είναι το απαραίτητο εργαλείο. Ο ηλιακός χάρτης απεικονίζει τις τροχιές του ήλιου και προσδιορίζει τη διάρκεια του ηλιασμού και την ένταση της θερμικής του ακτινοβολίας. Με τη χρήση του χάρτη καθορίζεται το σκιασμένο ανάγλυφο του περιβάλλοντος, για τη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, ο σκιασμός του οικοπέδου από δέντρα, λόφους, κτίσματα, καθώς και ο χώρος όπου ο ηλιασμός είναι ανεμπόδιστος

Ο ηλιακός χάρτης είναι η κατακόρυφη προβολή της τροχιάς του ήλιου, όπως φαίνεται από τη γη στη διάρκεια του χρόνου. Προσδιορίζει τη θέση του ήλιου οποιαδήποτε ώρα της ημέρας, κάθε μήνα (συνήθως την 21η του μήνα), στο συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος. Η κάτω οριζόντια ευθεία (τετμημένη) του ηλιακού χάρτη προσδιορίζει τη γωνία αζιμουθίου ως προς τον ηλιακό νότο, που βρίσκεται στο κέντρο με γωνία 0° . Το αζιμούθιο (σε μοίρες) είναι η γωνία της ορθής προβολής του ήλιου επάνω στο οριζόντιο επίπεδο, σε σχέση με τον τοπικό μεσημβρινό Βορρά-Νότου. Αριστερά του νότου, στη γωνία των 90° βρίσκεται η ανατολή και δεξιά, στη γωνία των 90° , ορίζεται η δύση. Η κάθετη ευθεία (τεταγμένη) προσδιορίζει τη γωνία ύψους του ήλιου, είναι η γωνία η οποία σχηματίζεται μεταξύ της θέσης του ήλιου στον ουρανό και του οριζόντιου επιπέδου, για όλες τις ημέρες και για όλους τους μήνες. Οι διακεκομμένες καμπύλες ορίζουν τις ώρες, που η τροχιά του ήλιου διανύει στον ουράνιο θόλο, από την ανατολή μέχρι τη δύση του ήλιου.

Οπότε, ο ηλιακός χάρτης βοηθά στον καθορισμό της θέσης της κατοικίας μέσα στο οικόπεδο και εφόσον καθοριστεί η ακριβής θέση της κατοικίας τότε ξεκινάει η λεπτομερής μελέτη κατασκευής. Το κτίριο συνήθως τοποθετείται προς τη βορεινή πλευρά

του οικοπέδου, για να εξασφαλίζεται η μεγαλύτερη δυνατή διάρκεια ηλιασμού⁹⁶.

⁹⁶ ΠΗΓΗ Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση» Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

4.4.2 Μεθοδολογία

Για το σχεδιασμό της «Μάσκας Σκιάς» του συγκεκριμένου οικοπέδου, έγινε καταγραφή των τοπογραφικών δεδομένων του και στη συνέχεια ορίστηκαν οι γωνίες αζιμούθιου και ύψους. Οι γωνίες αζιμούθιου μετρήθηκαν με τη βοήθεια μοιρογνομονίου, δεξιά και αριστερά από την προτεινόμενη κατοικία, δηλαδή δυτικά και ανατολικά (για τον ηλιακό χάρτη). Για το προσδιορισμό των γωνιών ύψους χρειάζονται οι αποστάσεις των εμποδίων (δέντρα, κτίρια), από το προτεινόμενο οικόπεδο (κεντρικό νότιο σημείο οικοπέδου), και τα ύψη τους. Με την εφαρμογή του τύπου: $\text{γωνία ύψους} = \arctan(\frac{\text{ύψος}}{\text{απόσταση}})$ υπολογίζονται οι γωνίες ύψους.

Στη συνέχεια σημειώνεται για κάθε εμπόδιο, στον ηλιακό χάρτη:

- η γωνία ύψους στον άξονα των τεταγμένων (δεξιά του ηλιακού χάρτη).
- η γωνία αζιμουθίου στον άξονα των τεταγμένων ως προς τον ηλιακό νότο ανατολικά ή δυτικά.
- από κάθε σημείο, που ορίστηκε από την αντίστοιχη γωνία, χαράζονται παράλληλες γραμμές προς τους αντίστοιχους άξονες.
- το σημείο τομής των δύο ευθειών ορίζει πάνω στον ηλιακό χάρτη τη θέση του εμποδίου (απέναντι από την προτεινόμενη κατοικία).

Με τον ίδιο τρόπο ορίζονται όλα τα σημεία των εμποδίων, πάνω στον ηλιακό χάρτη. Έτσι προκύπτει η «μάσκα σκιάς» του οικοπέδου. Ο ηλιακός χάρτης που χρησιμοποιήθηκε είναι για βόρεια γεωγραφικά πλάτη 36° .

4.4.3 Ανάλυση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ηλιακού χάρτη, τον *Ιανουάριο* η κατοικία θα δέχεται ανεμπόδιστο ηλιασμό από τις 10:00 π.μ μέχρι τις 4:00 μ.μ. (μια με δύο το μεσημέρι σκιάζεται). Ενώ, τον *Φεβρουάριο* υπάρχει ανεμπόδιστος ηλιασμός από τις 8:00 π.μ έως τις 4:00 μ.μ. Κατά το μήνα *Δεκέμβριο*, σύμφωνα με τη μάσκα σκιάς, η κατοικία σκιάζεται από νωρίς το πρωί έως τις 3:00 μ.μ, σχεδόν. Κατά τους χειμερινούς μήνες, ο ηλιασμός του κτιρίου θεωρείται επαρκής όταν διαρκεί από τις 9:00 π.μ μέχρι τις 3:00μ.μ..

Για το μήνα Δεκέμβριο, τα τέσσερα σημεία που εμποδίζουν τον ηλιασμό της κατοικίας στην πραγματικότητα αντιπροσωπεύουν τέσσερα φυλλοβόλα δέντρα, συγκεκριμένα τέσσερις αμυγδαλιές. Οπότε, δεν υπάρχει πρόβλημα εφόσον κατά τον συγκεκριμένο μήνα η κατοικία θα δέχεται τα ηλιακά κέρδη από τις 8:00 π.μ μέχρι τις 4:00μ.μ.

Επίσης, τον *Νοέμβριο* η κατοικία θα δέχεται ανεμπόδιστο ηλιασμό από τις 10:00 π.μ μέχρι τις 4:00 μ.μ. (μια με δύο το μεσημέρι σκιάζεται) και τους μήνες *Μάρτιο και Απρίλιο* θα δέχεται τα ηλιακά κέρδη πριν από τις 7:00 π.μ έως τις 6:00 μ.μ. Το γεγονός αυτό επιδρά θετικά στη θερμική άνεση της κατοικίας, εφόσον σύμφωνα και με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη οι μήνες αυτοί εμπίπτουν στις ζώνες αποφυγής των θερμικών απωλειών και προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης. Οπότε, θα παρέχεται στην κατοικία ο απαραίτητος ηλιασμός ούτως ώστε να επιτευχθούν οι βιοκλιματικές στρατηγικές που κρίθηκαν αναγκαίες για την επίτευξη της κατάλληλης θερμικής άνεσης.

Τους μήνες *Μάιο και Σεπτέμβριο* η κατοικία θα δέχεται ανεμπόδιστο ηλιασμό πριν από τις 7:00 π.μ έως τις 6:00 μ.μ. Είναι γνωστό ότι για τα κλιματικά δεδομένα της Κύπρου ο σκιασμός των κτιρίων για τους μήνες *Σεπτέμβριο και Μάιο*, αλλά και για τον μήνα *Οκτώβριο*, είναι επιθυμητός κατά κανόνα τις μεσημβρινές ώρες. Κατά τον μήνα *Οκτώβριο*, σύμφωνα με τον ηλιακό χάρτη, θα υπάρχει ηλιοφάνεια από τις 8:00 π.μ έως τις 4:00 μ.μ. Οπότε, θα πρέπει για τους μήνες αυτούς, *Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Μάιο*, να υπάρξει σκιασμός της κατοικίας από τις δώδεκα το μεσημέρι (12:00) έως τις τέσσερις το απόγευμα (16:00), περίπου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση κατάλληλων σκιάστρων, τα οποία θα παρέχουν ρυθμιζόμενο σκιασμό στην κατοικία. Έτσι, θα μπορεί να επιτευχθεί σκίαση κατά τις μεσημβρινές ώρες για τους μήνες *Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Μάιο*. Κατά τους μήνες του καλοκαιριού, *Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο*, η κατοικία θα δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία από το πρωί μέχρι τις έξι το απόγευμα, και αυτό αποτελεί πρόβλημα. Ο σκιασμός κατά τους καλοκαιρινούς μήνες κρίνεται απαραίτητος, αυτό φαίνεται και από τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη. Για το λόγο αυτό πρέπει να φυτευτούν επιπλέον φυλλοβόλα δέντρα στην νότια όψη της κατοικίας, για την ανάπτυξη χαμηλού και υψηλού πρασίνου. Επίσης, πρέπει να εγκατασταθούν τα κατάλληλα σκιάστρα ούτως ώστε να εμποδίζεται ο ανεπιθύμητος ηλιασμός της κατοικίας κατά τη

θερινή περίοδο⁹⁷.

⁹⁷ ΠΗΓΗ Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση» Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

4.5 Βιοκλιματική ανακαίνιση κατοικίας

Λαμβάνοντας υπόψη τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, τη βιοκλιματική ανάλυση της περιοχής, τη μελέτη του οικοπέδου και γενικά του περιβάλλοντος χώρου, σε αυτό το κεφάλαιο γίνονται εισηγήσεις για τη βιοκλιματική αναβάθμιση της κατοικίας. Προτείνονται αλλαγές στην κατοικία οι οποίες θα συνεισφέρουν τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και στην επίτευξη θερμικής άνεσης.

4.5.1 Εξωτερικές αλλαγές – Μικρόκλιμα

Το *μικρόκλιμα* του κτιρίου είναι το κλίμα που επικρατεί στο άμεσα κοντινό του περιβάλλον (δηλαδή στο οικόπεδο του, στις αυλές του). Όταν τα στοιχεία του μικροκλίματος, όπως η τοπογραφία, το νερό, η βλάστηση, αξιοποιηθούν σωστά μπορούν να μειωθούν οι ανάγκες για δροσισμό και θέρμανση και να δημιουργηθούν ευχάριστοι εσωτερικοί και εξωτερικοί χώροι .

Έχουν μελετηθεί οι κλιματικές συνθήκες και ο περιβάλλοντας χώρος και από τους βιοκλιματικούς χάρτες και τη μάσκα σκιάς έχει γίνει η διαμόρφωση του μικροκλίματος της κατοικίας. Προτείνεται στη βορεινή πλευρά της κατοικίας να φυτευτούν αειθαλή δέντρα τα οποία θα την προστατεύουν από τους ψυχρούς ανέμους του χειμώνα και ταυτόχρονα δεν θα αποτελούν εμπόδιο στη πρόσβαση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στη νότια πλευρά θα τοποθετηθούν επιπλέον φυλλοβόλα δέντρα, συγκεκριμένα θα είναι ψηλά δέντρα, ώστε να επιτυγχάνεται σκιασμός κατά τους μήνες του καλοκαιριού. Επίσης, στη δυτική όψη θα φυτευτούν αειθαλή δέντρα που θα παρέχουν σκιασμό (αποκόπτουν τον χαμηλό ήλιο του απογεύματος) και ταυτόχρονα θα ενεργούν και σαν ανεμοθραύστες σε δυτικούς και βορειοδυτικούς ανέμους⁹⁸. Ακόμη, θα γίνει χρήση γρασιδιού ή θάμνων,

⁹⁸ ΠΗΓΗ Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση» Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

που συμβάλλουν στον εξατμιστικό δροσισμό και στη μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας. Στην ανατολική όψη, τα αειθαλή δέντρα που θα φυτευτούν θα αποκόπτουν τον χαμηλό

ήλιο το πρωί (λόγω του ότι ο ήλιος το χειμώνα δεν επεκτείνεται γύρω, όπως το καλοκαίρι)

Όσον αφορά την υπάρχουσα βλάστηση, που βρίσκεται ήδη περιμετρικά της κατοικίας, προσφέρει ηλιοπροστασία στην κατοικία. Τα φυλλοβόλα δέντρα που βρίσκονται στο οικόπεδο, συγκεκριμένα αμυγδαλιές, παρέχουν σταδιακή ηλιοπροστασία από την άνοιξη μέχρι και το φθινόπωρο, ενώ κατά τους χειμερινούς μήνες κατά τους οποίους η ηλιακή ακτινοβολία απαιτείται για την θέρμανση του κτιρίου, αφήνουν τις ωφέλιμες ηλιακές ακτίνες να εισχωρούν στο κτίριο.

Για τη θερμική προστασία της κατοικίας το χειμώνα, θα τοποθετηθεί χώρος στάθμευσης των αυτοκινήτων, στη βόρεια πλευρά της κατοικίας, που θα δρα ως ζώνη ανάσχεσης ανάμεσα στους θερμαινόμενους χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται στην πραγματικότητα οι θερμικές απώλειες από τους βασικούς κύριους χώρους της κατοικίας. Ακόμη, η πισίνα που βρίσκεται στη νότια πλευρά της κατοικίας συμβάλει στην επίτευξη εξατμιστικού δροσισμού.

4.5.2 Σχήμα, όγκος, προσανατολισμός της κατοικίας

Όσον αφορά την τοποθέτηση και τον προσανατολισμό του κτιρίου στο οικόπεδο, μία καλή στρατηγική είναι να τοποθετείται στο βόρειο τμήμα του οικοπέδου, ούτως ώστε να εξασφαλίζεται ανεμπόδιστος ηλιασμός το χειμώνα, με την πιθανότητα σκιασμού από μελλοντικά κτίρια να περιορίζεται. Η κατοικία είναι τοποθετημένη στο πίσω βόρειο τμήμα του οικοπέδου, οπότε η στρατηγική για τον προσανατολισμό της έχει εφαρμοστεί και αυτό συμβάλει κατά πολύ στην επίτευξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Εφόσον η κατοικία είναι υφιστάμενη είναι δύσκολο έως αδύνατο να γίνουν αλλαγές σε ότι αφορά το σχήμα της. Το χειμώνα η πορεία του ήλιου είναι μικρότερη και χαμηλότερη παρά το καλοκαίρι, οπότε η ανατολική και δυτική πλευρά δεν δέχονται σημαντική ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι είναι δέκτες ανεπιθύμητης ηλιακής θερμότητας⁹⁹. Για το λόγο αυτό η κατάλληλη στρατηγική για αυξημένη συλλογή ηλιακής θερμότητας το χειμώνα είναι ένα σχήμα επίμηκες κατά τον άξονα Ανατολής- Δύσης, που προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το Νότο, ενώ το

⁹⁹ ΠΗΓΗ Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση» Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75

Καλοκαίρι μειώνεται στο μισό για τη νότια προσανατολισμένη επιφάνεια, παρά για την ανατολική και δυτική

. Για τα δεδομένα της Κύπρου προτείνεται σχήμα Γ, κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης,

το οποίο μπορεί να ενεργήσει αποδοτικά σαν φράγμα αέρα, εφόσον στη Κύπρο υπάρχουν καλοκαιρινές αύρες που επικρατούν με κατευθύνεις που είναι ορισμένες, διοχετεύοντας τη ροή της αύρας μέσα στο εσωτερικό του κτιρίου . Όπως φαίνεται και από το αρχιτεκτονικό σχέδιο της κατοικίας, η κατοικία έχει σχήμα Γ οπότε δέχεται την απαραίτητη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και τις δροσερές αύρες το καλοκαίρι.

4.5.3 Αλλαγές κελύφους

Το κέλυφος του κτιρίου διαχωρίζει τους εσωτερικούς χώρους από το εξωτερικό περιβάλλον κι επιτρέπει τη δημιουργία ενός άνετου εσωτερικού κλίματος για τους ενοίκους, τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι. Για να επιτυγχάνεται αυτό όμως πρέπει να κατασκευάζεται έτσι ώστε να εμποδίζει τη μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό στο εξωτερικό περιβάλλον και αντίστροφα .

Όσον αφορά τις αλλαγές στο κέλυφος, γίνονται προτάσεις που θα εξασφαλίσουν συνθήκες άνεσης στη κατοικία, αυξάνοντας τα επίπεδα δροσισμού το καλοκαίρι και μειώνοντας τις θερμικές απώλειες το χειμώνα. Θα χρησιμοποιηθεί πέτρα στην εξωτερική τοιχοποιία η οποία συνεισφέρει στην επίτευξη δροσισμού εντός της κατοικίας. Προτείνεται να γίνει θερμομόνωση στους δυτικούς τοίχους της κατοικίας και στην οροφή, η οποία θα μειώσει τις θερμικές απώλειες το χειμώνα και θα αποτρέπει την εισροή θερμότητας στη κατοικία το καλοκαίρι. Επίσης, στην κατοικία θα προσαρμοστεί θερμοκήπιο το οποίο θα ζεσταίνει τους εσωτερικούς χώρους, εξοικονομώντας ενέργεια. Όσον αφορά τα ανοίγματα της κατοικίας τα οποία είναι τοποθετημένα σωστά θα γίνει χρήση υαλοπινάκων προηγμένης τεχνολογίας με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας, για αποφυγή θερμικών απωλειών. Για την ηλιοπροστασία της κατοικίας θα χρησιμοποιηθούν παντζούρια αλουμινίου με τα οποία μπορεί να ρυθμιστεί η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κτίριο, οπότε θα παρέχεται ο κατάλληλος σκιασμός της. Σε συνδυασμό με τα παντζούρια θα χρησιμοποιηθούν εσωτερικές χειροκίνητες περσίδες, για να αποφεύγεται το φαινόμενο της θάμβωσης. Επίσης στη νότια βεράντα θα τοποθετηθεί πέργολα με κληματαριά, για το σκιασμό της κατοικίας. Στην κατοικία έχει χρησιμοποιηθεί σοβάς ο οποίος αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία και προστατεύει το κέλυφος από την υπερθέρμανση. Όσον αφορά τα δάπεδα της κατοικίας τα οποία έχουν κεραμικό θα γίνουν αλλαγές για τη σωστή εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

4.6 Δομικά υλικά

Τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή της κατοικίας είναι σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη συνθηκών άνεσης, εξοικονομώντας σημαντικά ποσά ενέργειας. Στην κατοικία έχει χρησιμοποιηθεί σκυρόδεμα το οποίο είναι ένα υλικό με θερμοχωρητικότητα, το οποίο συνεισφέρει στην αποθήκευση θερμότητας στο περίβλημα του κτιρίου, αλλά και στην προστασία του περιβλήματος από το περιβάλλον στο οποίο εκτίθεται. Προτείνεται στην κατοικία να γίνει χρήση πέτρας στην εξωτερική τοιχοποιία. Η πέτρα έχει την ικανότητα να διατηρεί το δροσισμό στο εσωτερικό και να αποτρέπει την είσοδο θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον, το καλοκαίρι. Σε συνδυασμό με το σκυρόδεμα που ήδη υπάρχει στην κατοικία αποτελούν μια αποδοτική πρακτική για την επίτευξη κατάλληλου εσωκλίματος και ενισχύουν το βιοκλιματικό σχεδιασμό.

4.7 Θερμομόνωση κατοικίας

Η θερμομόνωση στο περίβλημα του κτιρίου είναι απαραίτητη ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες ή/και απολαβές μέσα από αυτό. *«Η εφαρμογή της θερμομόνωσης στο περίβλημα του κτιρίου είναι απαραίτητη προϋπόθεση για εξοικονόμηση ενέργειας».* Αξίζει να σημειωθεί ότι για να εξασφαλιστεί η αποδοτικότητα της θερμομόνωσης πρέπει

να γίνει η σωστή μελέτη, ώστε να τοποθετηθεί στην κατάλληλη θέση, αλλά και σωστή εφαρμογή στη διαδικασία εγκατάστασης¹⁰⁰.

Η θερμομόνωση στους τοίχους γίνεται εσωτερικά ή εξωτερικά. Η εσωτερική θερμομόνωση συνήθως δημιουργεί προβλήματα, όπως θερμικές γέφυρες διαφυγής της θερμότητας και δημιουργία υδρατμών. Οπότε, προτιμάται η θερμομόνωση στην εξωτερική πλευρά η οποία προστατεύει το κτίριο και από φθορές λόγω των μεταβαλλόμενων καιρικών συνθηκών. Για να μην υφίσταται φθορές η εξωτερική θερμομόνωση από την υπεριώδη ακτινοβολία, η θερμομονωτική στρώση πρέπει να επικαλύπτεται είτε με επίχρισμα είτε με άλλο προστατευτικό υλικό. Η θερμομόνωση στους δυτικούς τοίχους κρίνεται απαραίτητη για το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας. Όσον αφορά τη θερμομόνωση της προτεινόμενης κατοικίας, θα γίνει θερμομόνωση στους δυτικούς τοίχους εφόσον από αυτούς χάνονται τα μεγαλύτερα ποσά θερμικής ενέργειας. Η θερμομόνωση θα γίνει στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου λόγω των πλεονεκτημάτων της, έναντι της εσωτερικής θερμομόνωσης. Συγκεκριμένα, η κατοικία επενδύεται εξωτερικά με θερμομονωτικό υλικό, συνήθως από διογκωμένη πολυστερίνη στην οποία τοποθετείται πλέγμα για στερέωση της, με ένα ειδικό ελαστικό στεγανό επίχρισμα. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες της κατοικίας από τους εξωτερικούς τοίχους αλλά και η εισροή θερμότητας το καλοκαίρι από το περιβάλλον προς το εσωτερικό της κατοικίας.

Επίσης, στην Ελλάδα η θερμομόνωση της οροφής είναι απαραίτητη, για την αποφυγή θερμικών απωλειών το Χειμώνα και δημιουργία υπερθέρμανσης το Καλοκαίρι. Θα πρέπει να γίνεται επιλογή της κατάλληλης θερμομόνωσης και τοποθέτησης της, για αποφυγή δυσμενών συνθηκών. «Για τα δεδομένα της Ελλάδας, οι καλύτερες θερμομονώσεις είναι αυτές που γίνονται εξωτερικά, είτε τύπου «ζεστής οροφής» (warm roof) είτε «αντιστραμμένης» (inverted roof)». Στην κατοικία, για τη θερμομόνωση της οροφής, θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της «*Αντέστραμμένης Οροφής*». Η μέθοδος αυτή έχει μόνο μία στεγανοποιητική μεμβράνη, η οποία είναι τοποθετημένη απευθείας στην κατασκευή και

είναι θερμικά και μηχανικά προστατευμένη με θερμομονωτικό υλικό από εξηλασμένη

¹⁰⁰ ΠΗΓΗ Μ. Φούντη, Δ. Κολαΐτης, Δ. Κατσουρίνης, Δ. Κοντογεώργος, Εμ. Μαλλιωτάκης, Ι. Μανδηλαράς, Κέρδη από Θερμική Μόνωση σε Υφιστάμενα Κτίρια: Μια Αξιολόγηση για τις Ελληνικές Κλιματικές Συνθήκες, Σχολή Μηχανολόγων, ΕΜΠ, 2011

πολυστερίνη. Η χρήση της εξηλασμένης πολυστερίνης επιτυγχάνει τη διατήρηση της θερμοκρασίας της στεγάνωσης στα επίπεδα αυτής του υποκείμενου χώρου .

4.7.1 Θερμοκήπιο

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη, στην κατοικία πρέπει να γίνεται χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης. Οπότε για αξιοποίηση των ηλιακών απολαβών, στην κατοικία θα προσαρμοστεί θερμοκήπιο – ηλιακός χώρος. Το θερμοκήπιο είναι ο συνδυασμός του παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους και του τοίχου θερμικής αποθήκευσης. Είναι ένας κλειστός χώρος με πολλά τζάμια και νότιο προσανατολισμό, προσαρτημένος σε τμήμα της κατοικίας. Ο χώρος του θερμοκηπίου θερμαίνεται απευθείας από την ηλιακή ακτινοβολία (λειτουργεί όπως το παθητικό σύστημα του «άμεσου κέρδους»). Συγχρόνως η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από τον πίσω τοίχο του θερμοκηπίου, μετατρέπεται σε θερμότητα και ένα ποσοστό μεταφέρεται στη κατοικία είτε μέσω των ανοιγμάτων μεταξύ θερμοκηπίου και εσωτερικού χώρου είτε μέσω θυρίδων που κατασκευάζονται στο τοίχο, που διαχωρίζει το θερμοκήπιο από την κατοικία. Αξίζει να σημειωθεί ότι η απόδοση του βελτιώνεται αν προβλεφθούν θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου για τη κίνηση του αέρα. Ενώ, οι συνθήκες υπερθέρμανσης που δημιουργούνται, λόγω της μεγάλης επιφάνειας με τζάμια, αντιμετωπίζονται με σκίαση του θερμοκηπίου (εξωτερικά) και ανοίγματα στην οροφή για την απομάκρυνση του θερμού αέρα. Προτιμώνται τα ανοίγματα που μπορούν να μετακινηθούν ή να αφαιρεθούν. Οπότε με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται πρόσθετος κατοικήσιμος χώρος με μικρό κόστος και λειτουργεί ως φράγμα θερμικών απωλειών του κτηρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας¹⁰¹. Υπάρχει όμως ο κίνδυνος της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι εάν δε ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα ηλιοπροστασίας και αερισμού και η θερμική απόδοση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό και γι' αυτό είναι δύσκολο να προβλεφθεί. Από μετρήσεις και προσομοιώσεις που έχουν γίνει σε κατοικίες που εφαρμόζουν θερμοκήπια προκύπτει ότι αυτά συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση της τάξης του 13 με 30%

¹⁰¹ ΠΗΓΗ Μ. Φούντη, Δ. Κολαΐτης, Δ. Κατσουρίνης, Δ. Κοντογεώργος, Εμ. Μαλλιωτάκης, Ι. Μανδηλαράς, Κέρδη από Θερμική Μόνωση σε Υφιστάμενα Κτίρια: Μια Αξιολόγηση για τις Ελληνικές Κλιματικές Συνθήκες, Σχολή Μηχανολόγων, ΕΜΠ, 2011

Συγκεκριμένα, το θερμοκήπιο θα τοποθετηθεί στη νότια πλευρά της κατοικίας, στη θέση όπου υπήρχε καλυμμένη βεράντα, σύμφωνα με το αρχιτεκτονικό σχέδιο της κατοικίας πριν γίνουν οι αλλαγές. Με την τοποθέτηση του στη νότια πλευρά θα επιτυγχάνεται μεγάλη απολαβή ηλιακών κερδών ώστε να θερμαίνονται οι εσωτερικοί χώροι της κατοικίας, εξοικονομώντας ενέργεια.

4.7.2 Γυάλινες επιφάνειες και αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για το χειμώνα

Μία καλή στρατηγική για τα ανοίγματα της κατοικίας είναι η 60 % κάλυψη της επιφάνειας στη νότια πλευρά της με μεγάλα ανοίγματα, το ποσοστό αυτό αποτελεί μία ενεργειακά αποτελεσματική πρόταση για θέρμανση των χώρων με φυσικό τρόπο από τον ήλιο. Όσον αφορά τα ανοίγματα στην ανατολική και δυτική όψη, πρέπει να γίνεται τοποθέτηση των απαραίτητων ανοιγμάτων (στόχος η ελαχιστοποίηση τους) ώστε να επιτυγχάνεται η αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά τη θερινή περίοδο και ταυτόχρονα να επιτυγχάνεται ο φυσικός φωτισμός της κατοικίας, προτείνονται ανοίγματα μετρίων διαστάσεων για τους ανατολικούς και δυτικούς τοίχους. Στη βορεινή όψη της κατοικίας, η οποία δέχεται τους ψυχρούς ανέμους τον χειμώνα, πρέπει να τοποθετούνται μικρά ανοίγματα, για έλεγχο των θερμικών απωλειών αλλά και για παροχή φυσικού φωτισμού

Από το αρχιτεκτονικό σχέδιο της κατοικίας πριν την ανακαίνιση παρατηρείται ότι οι πιο πάνω αρχές εφαρμόζονται. Συγκεκριμένα, στη νότια όψη της κατοικίας βρίσκονται τοποθετημένα τα περισσότερα και τα μεγαλύτερα ανοίγματα, και έτσι παρέμειναν, χωρίς οποιαδήποτε αλλαγή. Στη βορεινή πλευρά της κατοικίας υπάρχουν αρκετά ανοίγματα, αλλά μικρού μεγέθους οπότε περιορίζονται οι θερμικές απώλειες, τα οποία είναι απαραίτητα τόσο για την παροχή φυσικού φωτισμού αλλά και για την επίτευξη διαμπερούς αερισμού. Επιπλέον, υπάρχουν μόνο δύο ανοίγματα στην ανατολική όψη, το ένα είναι μετρίων διαστάσεων και το άλλο μικρό και ένα μικρό άνοιγμα στη δυτική όψη, τα οποία συμβάλουν στην επίτευξη φυσικού φωτισμού και κρίνονται απαραίτητα. Συνεπώς, δεν θα γίνουν αλλαγές στον προσανατολισμό των ανοιγμάτων εφόσον είναι τοποθετημένα σωστά, συμβάλλοντας στη δημιουργία συνθηκών άνεσης και

εξοικονομώντας μεγάλα ποσά ενέργειας για φωτισμό της κατοικίας. Στην κατοικία θα χρησιμοποιηθούν υαλοπίνακες προηγμένης τεχνολογίας με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας, για μείωση των θερμικών απωλειών.

4.7.3 Ηλιοπροστασία

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του βιοκλιματικού χάρτη σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα του ηλιακού χάρτη, η σκίαση της κατοικίας κρίνεται απαραίτητη για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Μάιο. Οπότε, θα εφαρμοστούν στρατηγικές ώστε να εμποδίζεται ο ανεπιθύμητος ηλιασμός στην κατοικία.

Για τον έλεγχο των ηλιακών απολαβών της κατοικίας θα χρησιμοποιηθούν σκίαστρα. Τα σκίαστρα εμπίπτουν σε δύο κύριες κατηγορίες τα σταθερά και τα κινητά. Τα σταθερά σκίαστρα σχεδιάζονται από τους σχεδιαστές - αρχιτέκτονες και αποτελούν βασικό μέρος της κατασκευής του κτιρίου. Ο σχεδιασμός επικεντρώνεται κυρίως στην πρόνοια και κατασκευή προβόλου πάνω από τα ανοίγματα (θύρες, παράθυρα), ώστε να παρέχεται ηλιοπροστασία. Τα κινητά σκίαστρα συνήθως είναι κατασκευές που η τοποθέτησή τους γίνεται μετά την αποπεράτωση της κατασκευής του κτιρίου. Αυτά μπορεί να είναι κατακόρυφα πετάσματα, στόρια, τέντες και παντζούρια. Η χρήση τους προτιμάται από τους μελετητές σε σχέση με τα σταθερά, λόγω της σχετικά απλής εγκατάστασής τους και των πλεονεκτημάτων που παρέχει ο ρυθμιζόμενος μηχανισμός τους. Η χρήση τους επιτρέπει τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει εντός του κτιρίου ανάλογα με την κάθε εποχή. Υπάρχουν εξωτερικά και εσωτερικά κινητά σκίαστρα. Τα εξωτερικά σκίαστρα αποτρέπουν την υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων, ενώ τα εσωτερικά μειώνουν μεν τη θάμβωση από το έντονο ηλιακό φως, όμως δεν απαλλάσσουν το χώρο από την υπερθέρμανση. Συνήθως, τα εξωτερικά σκίαστρα χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα εσωτερικά (κουρτίνες και περσίδες). Δεν μπορεί να μην γίνει αναφορά στο κόστος της σκίασης, εφόσον ο οικονομικός παράγοντας είναι σημαντικός για κάθε σύστημα που προτείνεται¹⁰². Η κινητή σκίαση με μηχανισμό ρύθμισης έχει μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης σε σχέση με την σταθερή ή την εσωτερική, έχει

¹⁰² ΠΗΓΗ Μ. Φούντη, Δ. Κολαΐτης, Δ. Κατσουρίνης, Δ. Κοντογεώργος, Εμ. Μαλλιωτάκης, Ι. Μανδηλαράς, Κέρδη από Θερμική Μόνωση σε Υφιστάμενα Κτίρια: Μια Αξιολόγηση για τις Ελληνικές Κλιματικές Συνθήκες, Σχολή Μηχανολόγων, ΕΜΠ, 2011

όμως πιο αποδοτική λειτουργία.

Στις ανατολικά ή δυτικά προσανατολισμένες όψεις τοποθετούνται κατακόρυφα σκίαστρα, εφόσον αυτές οι όψεις του κτιρίου δέχονται τις οριζόντιες ακτίνες του ήλιου. Ενώ στη νότια όψη τοποθετούνται οριζόντια σκίαστρα, διότι η όψη αυτή δέχεται έμμεσα τις ακτίνες του ήλιου. Όσον αφορά τον νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμό η κατάλληλη σκίαση επιτυγχάνεται με συνδυασμό των οριζόντιων και κατακόρυφων σκιάστρων .

Όσον αφορά τα σκίαστρα της κατοικίας, υπάρχει πρόβολος (που αποτελεί σταθερό σκίαστρο) στο δυτικό άνοιγμα, ο οποίος θα συνδυαστεί με τα κινητά σκίαστρα που θα τοποθετηθούν και θα βελτιωθεί η σκίαση του ανοίγματος αυτού. Στην κατοικία θα χρησιμοποιηθούν εξωτερικά σκίαστρα τα οποία αποτρέπουν την υπερθέρμανση του χώρου. Τα σκίαστρα που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι κινητά, εφόσον η χρήση τους επιτρέπει τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει εντός του κτιρίου. Συγκεκριμένα, θα εγκατασταθούν παντζούρια εξωτερικά των ανοιγμάτων με τα οποία μπορεί να ρυθμιστεί η σκίαση και το φως. Επίσης, με τα παντζούρια κλειστά βελτιώνεται η ασφάλεια, η θερμομόνωση και ηχομόνωση της κατοικίας. Θα χρησιμοποιηθούν παντζούρια αλουμινίου τα οποία έστω και αν έχουν υψηλό κόστος εξασφαλίζουν μεγάλη ασφάλεια, αντοχή στο χρόνο και προστασία από τους ψυχρούς ανέμους και τον ανεπιθύμητο ηλιασμό. Επιπλέον, θα χρησιμοποιηθούν εσωτερικές περσίδες, σε συνδυασμό με τα παντζούρια, για να αποφεύγεται το φαινόμενο της θάμβωσης και να επικρατεί οπτική άνεση στο εσωτερικό της κατοικίας. Οι περσίδες αυτές θα είναι χειροκίνητες, λόγω του υψηλού κόστους των αυτοματοποιημένων (με μηχανισμό) περσίδων .

Επίσης, σκιασμός του περιβλήματος μπορεί να επιτευχθεί με αναρριχόμενα φυτά όπως ο κισσός αλλά ως σχεδιαστική λύση τείνει να εκλείψει αφού τα αναρριχόμενα φυτά πέραν των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν προκαλούν προβλήματα σάθρωσης στο εξωτερικό περίβλημα της τοιχοποιίας. Η πυκνή βλάστηση στο περίβλημα του κτιρίου, πέραν των μειονεκτημάτων που παρουσιάζει, λειτουργεί ως ικανοποιητικό φίλτρο στην προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Σε περίπτωση που βρεθεί απάντηση στο πρόβλημα που προκαλείται στην εξωτερική τοιχοποιία από την χρήση αναρριχόμενων φυτών τότε μια ικανοποιητική στρατηγική, για τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας, θα ήταν η χρήση αναρριχόμενων φυτών στην ανατολική, δυτική και νότια τοιχοποιία.

Επιπλέον, προτείνεται η νότια βεράντα, με την πισίνα, να στεγαστεί, εφόσον οι στεγασμένες βεράντες συμβάλουν στη δημιουργία άνεσης του έσω-κλίματος. Συγκεκριμένα, θα χρησιμοποιηθεί πέργολα με κληματαριά. Έτσι, το Καλοκαίρι θα σκιάζονται οι τοίχοι, τα ανοίγματα, οι επιφάνειες των δαπέδων και του εδάφους και θα διατηρούνται χαμηλές οι εξωτερικές θερμοκρασίες, οπότε θα επιτυγχάνεται μείωση της μεταφοράς θερμότητας μέσα από τους τοίχους .

Επιπρόσθετα, τα ανοιχτόχρωμα επιχρίσματα (τα οποία διαθέτουν υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία) όπως ο σοβάς μπορεί να επιτύχουν σημαντική μείωση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας από το κέλυφος της κατοικίας, με αποτέλεσμα την μείωση της θερμικής επιβάρυνσης στο κτίριο. Τοποθετούνται στις εξωτερικές επιφάνειες, οροφές θερμομονωμένες ή μη και τοίχους. Αυτό έχει εφαρμοστεί στην κατοικία εφόσον κατά την κατασκευή της έχει χρησιμοποιηθεί σοβάς ως επίχρισμα, οπότε συνεισφέρει στην αποφυγή της υπερθέρμανσης της¹⁰³.

4.7.4 Φυσικός αερισμός και εξατμιστικός δροσισμός

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο κατά τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά ή τεχνητά μέσα. Αποτελεί τη σημαντικότερη και συνηθέστερη μέθοδο φυσικού δροσισμού. Όσον αφορά το φυσικό αερισμό της κατοικίας θα επιτευχθεί με διαμπερή αερισμό ο οποίος επιτυγχάνεται μέσω των ανοιγμάτων στο κέλυφος της κατοικίας και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Για το λόγο αυτό θα υπάρχουν θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων που θα επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας. Ακόμη στην κατοικία θα εγκατασταθούν ανεμιστήρες οροφής (υβριδικός αερισμός) οι οποίοι ενισχύουν το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται

¹⁰³ ΠΗΓΗ Μ. Φούντη, Δ. Κολαΐτης, Δ. Κατσουρίνης, Δ. Κοντογεώργος, Εμ. Μαλλιωτάκης, Ι. Μανδηλαράς, Κέρδη από Θερμική Μόνωση σε Υφιστάμενα Κτίρια: Μια Αξιολόγηση για τις Ελληνικές Κλιματικές Συνθήκες, Σχολή Μηχανολόγων, ΕΜΠ, 2011

μεταφέρεται η θερμότητα από τα κατώτερα στρώματα αέρα στα ανώτερα, δηλαδή προς την οροφή. Αξίζει να σημειωθεί ότι με τους ανεμιστήρες μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, οπότε προσφέρουν συνθήκες άνεσης στους ενοίκους με υγιές τρόπο .

Για την επίτευξη εξατμιστικού δροσισμού ο οποίος είναι απαραίτητη στρατηγική, βάσει του βιοκλιματικού χάρτη, για την επίτευξη του κατάλληλου εσωκλίματος της συγκεκριμένης κατοικίας, θα γίνει εγκατάσταση σιντριβανιών. Επίσης, με την πισίνα που ήδη υπάρχει στην κατοικία, επιτυγχάνεται ο εξατμιστικός δροσισμός. Ο αέρας, διερχόμενος από κάποιο σώμα νερού και προκαλώντας την εξάτμισή του, ψύχεται και εμπλουτίζεται με υδρατμούς, έτσι εισέρχεται στο κτίριο πιο δροσερός, δημιουργώντας συνθήκες δροσιάς .

4.5 Αποπεράτωση δαπέδων

Η αποπεράτωση των δαπέδων αποτελεί σημαντικό στοιχείο της κατασκευής, και όσον αφορά το βιοκλιματικό σχεδιασμό στην απολαβή ηλιακών κερδών και συνεπώς στη θέρμανση των χώρων. Το δάπεδο υπερτερεί ως θερμική αποθήκη επειδή συνήθως δέχεται άμεσα την ακτινοβολία, σε αντίθεση με την οροφή. Οπότε η κάλυψη του δαπέδου με χαλιά πρέπει να αποφεύγεται, εφόσον εμποδίζει την αποθήκευση θερμότητας σε αυτό .

Κατά την αποπεράτωση των δαπέδων πρέπει να τοποθετείται το κατάλληλο υλικό ώστε να επιτυγχάνονται τα επιθυμητά ηλιακά κέρδη. Οπότε στα δάπεδα των χώρων πολύωρης χρήσης, όπως το καθιστικό, πρέπει να χρησιμοποιούνται υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας, όπως το μάρμαρο. Ενώ σε χώρους όπου απαιτούνται λιγότερες θερμικές απολαβές, όπως η κουζίνα, συνίσταται η χρήση κεραμικού, το οποίο διαθέτει μικρότερη θερμοχωρητικότητα. Στην κατοικία έχει τοποθετηθεί κεραμικό σε όλα τα δάπεδα των εσωτερικών χώρων. Προτείνεται να τοποθετηθεί μάρμαρο στα δάπεδα του καθιστικού, τραπεζαρίας και θερμοκηπίου, εφόσον το μάρμαρο είναι υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και οι χώροι αυτοί απαιτούν μεγάλα ηλιακά κέρδη. Αν και το κόστος του είναι σχετικά μεγάλο το μάρμαρο θα συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση της κατοικίας. Στα δάπεδα των υπνοδωματίων, της κουζίνας και των μπάνιων θα παραμείνει το κεραμικό που είναι τοποθετημένο, το οποίο διαθέτει μικρότερη θερμοχωρητικότητα, σε σχέση με το μάρμαρο, εφόσον οι πιο πάνω χώροι δεν απαιτούν μεγάλες θερμικές απολαβές¹⁰⁴ .

¹⁰⁴ ΠΗΓΗ Μ. Φούντη, Δ. Κολαΐτης, Δ. Κατσουρίνης, Δ. Κοντογεώργος, Εμ. Μαλλιωτάκης, Ι. Μανδηλαράς, Κέρδη από Θερμική Μόνωση σε Υφιστάμενα Κτίρια: Μια Αξιολόγηση για τις Ελληνικές Κλιματικές



Εικόνα 8: Δάπεδο εσωτερικού χώρου με κεραμικό¹⁰⁵

4.6 Αλλαγές εσωτερικής διάρθρωσης

Κατά το σχεδιασμό της κατοικίας, οι εσωτερικοί χώροι θα πρέπει να οργανωθούν και να ομαδοποιηθούν έτσι ώστε αυτοί με μεγάλο χρόνο χρήσης και υψηλές επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες, όπως το καθιστικό, να χωροθετηθούν στη νότια πλευρά, του κτιρίου. Έτσι, θα απολαμβάνουν τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο το χειμώνα, θα επιτυγχάνεται φυσικός φωτισμός και θα παρέχεται η δυνατότητα ένταξης παθητικών ηλιακών συστημάτων. Ενώ, οι χώροι με περιορισμένο χρόνο χρήσης και που απαιτούν συγκριτικά και χαμηλότερες θερμοκρασίες, όπως τα υπνοδωμάτια και τα μπάνια, θα πρέπει να χωροθετούνται σε ενδιάμεση θερμική ζώνη. Οι υπόλοιποι βοηθητικοί χώροι, όπως ο χώρος στάθμευσης των αυτοκινήτων και η αποθήκη, θα πρέπει να τοποθετηθούν στη βορινή πλευρά, ώστε να λειτουργούν ως ζώνη ανάσχεσης ανάμεσα στους

¹⁰⁵ ΠΗΓΗ <http://www.kallergis.gr/index.php?lang=el>

θερμαινόμενους χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται στην πραγματικότητα οι θερμικές απώλειες από τους βασικούς κύριους χώρους ..

Με βάση το αρχιτεκτονικό σχέδιο της κατοικίας , πριν γίνει η βιοκλιματική ανακαίνιση, οι εσωτερικοί χώροι έχουν χωροθετηθεί ως εξής: στο ισόγειο, το καθιστικό, η τραπεζαρία και η κουζίνα ως ενιαίο δωμάτιο έχει τοποθετηθεί στη ενδιάμεση θερμική ζώνη, το υπνοδωμάτιο με το μπάνιο στη νότια πλευρά ενώ η τουαλέτα στη βορεινή πλευρά. Στον πρώτο όροφο τα υπνοδωμάτια έχουν τοποθετηθεί με νότιο προσανατολισμό και ο χώρος της σκάλας στη βορεινή πλευρά.

Δεν θα γίνουν οποιεσδήποτε αλλαγές στους εσωτερικούς χώρους της κατοικίας, εφόσον έχουν χωροθετηθεί ορθά, με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, για την κατάλληλη θερμική λειτουργία της κατοικίας. Αναλυτικότερα, η κουζίνα θα παραμείνει στη θέση που βρίσκεται, με βορειοανατολικό προσανατολισμό, εφόσον ο χώρος αυτός δεν απαιτεί ιδιαίτερες ηλιακές απολαβές. Οι εσωτερικές θερμικές απολαβές από τη χρήση πολλαπλών ηλεκτρικών συσκευών είναι αρκετές για να θερμάνουν το χώρο αυτό, οπότε καλύτερα να αποφεύγεται ο νότιος προσανατολισμός της κουζίνας για να μην προκαλείται υπερθέρμανση της το καλοκαίρι. Επίσης η τραπεζαρία έχει τοποθετηθεί σωστά, με νοτιοανατολικό προσανατολισμό, επειδή είναι ένας χώρος με λιγότερες εσωτερικές απολαβές και απαιτούνται μεγαλύτερα ηλιακά κέρδη για την θέρμανση του. Ακόμη, το καθιστικό έχει τοποθετηθεί στη νότια πλευρά, εφόσον χρησιμοποιείται τις περισσότερες ώρες της ημέρας, από τους ενοίκους, και τα ηλιακά κέρδη είναι απαραίτητα για τη θέρμανση του το χειμώνα. Όσον αφορά τον πρώτο όροφο, και τα υπνοδωμάτια έχουν τοποθετηθεί με κατάλληλο προσανατολισμό. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα διώροφο κτίριο είναι ενεργειακά αποδοτικότερο απ' ότι ένα μονώροφο. Τα υπνοδωμάτια τοποθετούνται στον πρώτο όροφο, ώστε να αξιοποιούν τη θερμότητα από τα δωμάτια του ισόγειου, η οποία μεταφέρεται με φυσικούς μηχανισμούς από τα κατώτερα στρώματα αέρα στα ανώτερα¹⁰⁶

4.7 Σύγκριση στοιχείων από σκυρόδεμα με συμβατικά δομικά στοιχεία

¹⁰⁶ ΠΗΓΗ Μ. Φούντη, Δ. Κολαΐτης, Δ. Κατσουρίνης, Δ. Κοντογεώργος, Εμ. Μαλλιωτάκης, Ι. Μανδηλαράς, Κέρδη από Θερμική Μόνωση σε Υφιστάμενα Κτίρια: Μια Αξιολόγηση για τις Ελληνικές Κλιματικές

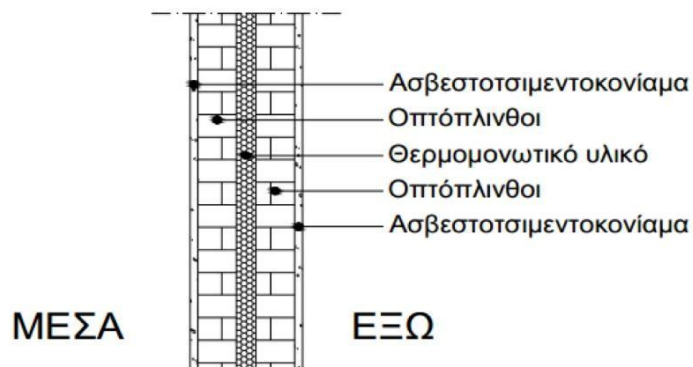
Η σύγκριση θα πραγματοποιηθεί σε δύο επίπεδα:

1. Θερμοπερατότητα (U-value)
2. Ειδική θερμοχωρητικότητα (c)

4.7.1. Θερμοπερατότητα

Ο υπολογισμός της τιμής θερμοπερατότητας των συμβατικών δομικών στοιχείων πραγματοποιήθηκε για τις πιο συνήθεις διατομές τοιχοποιίας και δώματος. Συγκεκριμένα υπολογίστηκαν τα U – values για δικέλυφη δομική τοιχοποιία με χρήση διαφορετικού πάχους θερμομόνωσης και συνολικού πάχους τοίχου. Παράλληλα υπολογίστηκε το U – value για τη συμβατική και πιο διαδεδομένη μορφή βατού δώματος.

ΔΙΚΕΛΥΦΗ ΔΡΟΜΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ ΜΕ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ 5cm ΣΤΟ ΜΕΣΟ (πάχος τοίχου 25cm)



a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος στρώσης (cm)	Λ (W/m.K)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² .K/W)
1.	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,025	0,870	0.029
2.	Οπτοπλινθοδομή	0,060	0.510	0.118
3.	Θερμομονωτικό υλικό	0.050	0.036	1.389
4.	Οπτοπλινθοδομή	0,090	0.510	0.176
5	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,025	0.870	0.029
		$\Sigma d = 0.25$		$R_{\Lambda} = 1.740$
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερ)	R _i	(m ² .K/W)	0.13
	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² .K/W)	1.740
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερ)	R _a	(m ² .K/W)	0.04
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² .K/W)	1.910
	Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	(W/m ² .K)	0.523

Πίνακας 4: Υπολογισμός U – value¹⁰⁷

¹⁰⁷ ΠΗΓΗ 22 Υ.Π.Ε.Κ.Α (2010) : <http://www.ashrae.gr/Karavasili.pdf>

**ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ 5cm
(ΔΟΚΑΡΙ)**

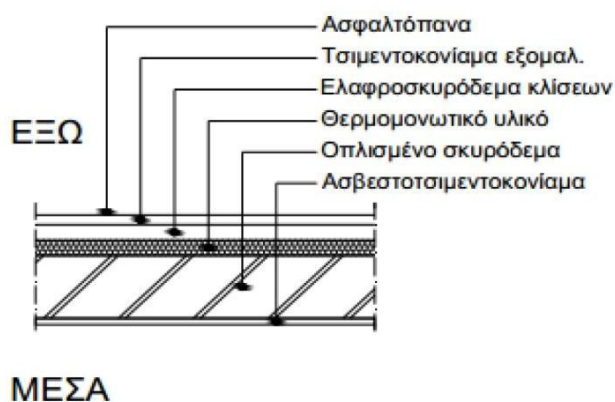


a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος στρώσης (cm)	Λ (W/m.K)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² .K/W)
1.	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,025	0,870	0.029
2.	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.25	2.500	1.389
3.	Θερμομονωτικό υλικό	0.05	0.036	0.100
4.	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,025	0.870	0.029
	$\Sigma d =$			$R_{\Lambda} = 1.546$
	0.35			
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερ)	Ri	(m ² .K/W)	0.13
	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² .K/W)	1.546
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερ)	Ra	(m ² .K/W)	0.04
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Rολ	(m ² .K/W)	1.716
	Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	(W/m ² .K)	0.582

Πίνακας 5: Υπολογισμός U – value¹⁰⁸

¹⁰⁸ ΠΗΓΗ Υ.Π.Ε.Κ.Α (2010) : <http://www.ashrae.gr/Karavasili.pdf>

ΔΩΜΑ - ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ 7cm (πάχος 37cm)



a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος στρώσης (cm)	Λ (W/m.K)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² .K/W)
1.	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,025	0,870	0.029
2.	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.200	2.500	0.080
3.	Ελαφροσκυρόδεμα κλίσεων	0,050	0.200	0.250
4.	Θερμομονωτικό υλικό	0.070	0.036	1.944
5.	Τσιμεντοκονίαμα	0.025	0.870	0.029
$\Sigma d = 0.37$			$R_{\Lambda} = 2.332$	
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερ)		Ri	(m ² .K/W)	0.10
Αντίσταση θερμοδιαφυγής		R	(m ² .K/W)	2.332
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερ)		Ra	(m ² .K/W)	0.04
Αντίσταση θερμοπερατότητας		Rολ	(m ² .K/W)	2.472
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	(W/m ² .K)	0.400

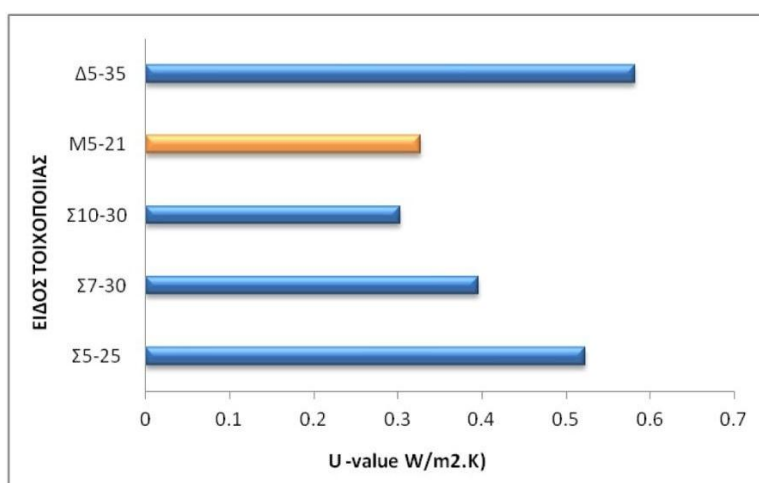
Πίνακας 6: Υπολογισμός U – value¹⁰⁹

¹⁰⁹ ΠΗΓΗ 22 Υ.Π.Ε.Κ.Α (2010) : <http://www.ashrae.gr/Karavasili.pdf>

Σύγκριση

Στον συνοπτικό πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές θερμοπερατότητας των συμβατικών τοιχοποιιών και της τοιχοποιίας του μεταλλικού χωροδικτύωματος με θερμοπρόσοψη που έχει 5cm πάχος διογκωμένης πολυστερίνης.

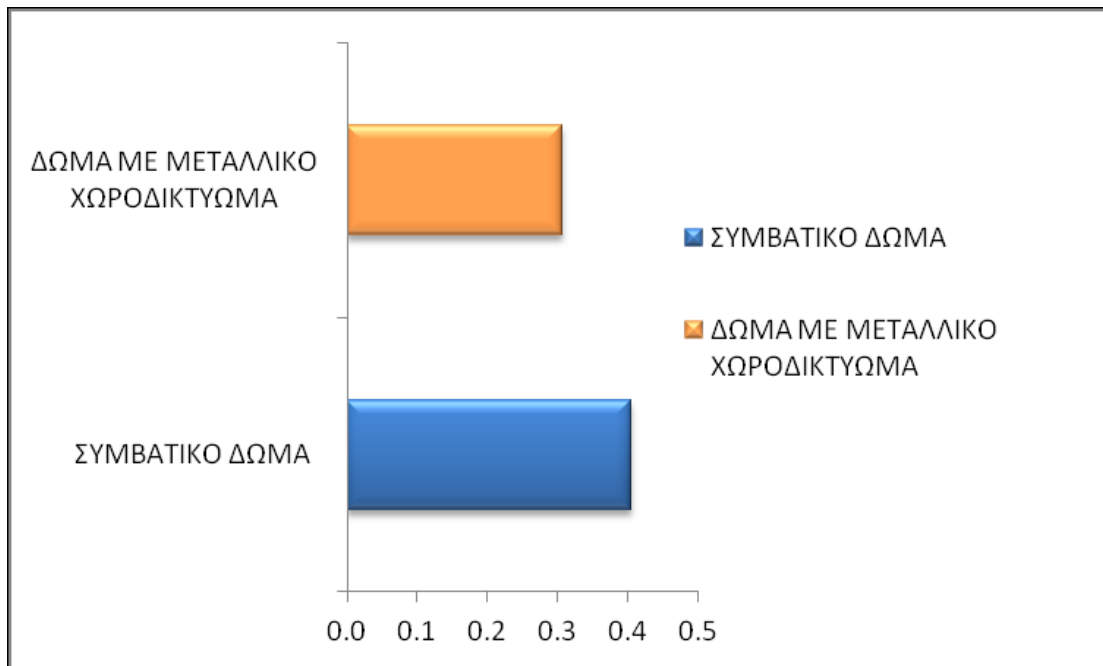
ΕΙΔΟΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ	U - value
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ 5cm ΣΤΟ ΜΕΣΟ (πάχος τοίχου 25cm)	Σ5-25	0.523429
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ 7cm ΣΤΟ ΜΕΣΟ (πάχος τοίχου 30cm)	Σ7-30	0.396062
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ 10cm ΣΤΟ ΜΕΣΟ (πάχος τοίχου 30cm)	Σ10-30	0.303088
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΧΩΡΟΔΙΚΤΥΩΜΑ (5cm ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ - ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ 21 cm)	M5-21	0.326548
ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ 5cm (ΔΟΚΑΡΙ)	Δ5-35	0.582628



Εικόνα 9: Συγκριση τοιχοποιϊών ως προς τα U-values²⁴

Όπως μπορούμε εύκολα να διακρίνουμε και από το διάγραμμα της εικόνας, η τοιχοποιία που αναφέρεται στο χωροδικτύωμα, λόγω που διαθέτει διπλή στρώση θερμομόνωσης (εξωτερικά και εσωτερικά ως στοιχείο πλήρωσης) έχει ιδιαίτερα χαμηλή τιμή θερμοπερατότητας για σχετικά μικρό πάχος τοίχου (21 cm). Στην περίπτωση της δικέλυφης δρομικής τοιχοποιϊας με θερμομόνωση στο μέσο η επίτευξη αντίστοιχα χαμηλής τιμής θερμοπερατότητας επιβάλλει τη τοποθέτηση 9-10 cm διογκωμένης πολυστερίνης και πάχος τοίχου γύρω στα 30 cm που μπορεί να μειώσει σημαντικά τον ελεύθερο χώρο μιας κατοικίας.

Αντίστοιχα, στο Σχήμα της εικόνας δίνεται η διαφορά του U – value μεταξύ ενός συμβατικού δώματος και ενός τυπικού δώματος χωροδικτυώματος.



²⁴Υ.Π.Ε.Κ.Α (2010) : <http://www.ashrae.gr/Karavasili.pdf>

4.8 Θερμοχωρητικότητα

4.8.1. Ο ρόλος της θερμοχωρητικότητας

Θερμοχωρητικότητα κτηρίου είναι η ικανότητα του να αποθηκεύει θερμότητα στο εσωτερικό του, δηλαδή στη θερμική του μάζα. Η θερμική μάζα αποτελείται από το σύνολο των θερμοσυσσωρευτικών υλικών των εσωτερικών δομικών στοιχείων.

Θερμοχωρητικά είναι όλα τα οικοδομικά υλικά με πυκνή μοριακή δομή, δηλαδή τα βαριά υλικά όπως πέτρα, μάρμαρο, σκυρόδεμα, τούβλο (ψημένο ή ωμό), πηλός, κεραμικά υλικά. Η θερμική μάζα απορροφά θερμότητα είτε από την ηλιακή ακτινοβολία είτε από το θερμό αέρα στο εσωτερικό των κτηρίων, την οποία συσσωρεύει και αποθηκεύει. Για το λόγο αυτό ονομάζεται και αποθήκη θερμότητας του κτηρίου. Τα δομικά στοιχεία αποθηκεύουν θερμότητα όταν ο εσωτερικός αέρας είναι θερμότερος από αυτά, ενώ, όταν ο αέρας είναι ψυχρότερος, τα δομικά στοιχεία αποδίδουν θερμότητα.

Χειμώνας

Το χειμώνα, κατά τη διάρκεια των ημερών ηλιοφάνειας, η ηλιακή ακτινοβολία διεισδύει από τα νότια ανοίγματα βαθιά στο εσωτερικό των κτηρίων και θερμαίνει τον αέρα των χώρων και τη θερμική τους μάζα, δηλαδή τα θερμοχωρητικά τους

δομικά στοιχεία. Ο αέρας δεν αποθηκεύει θερμότητα. Τη χάνει κάθε φορά που ανανεώνεται για λόγους αερισμού ή λειτουργικών αναγκών. Όμως τα δομικά στοιχεία αποθηκεύουν θερμότητα και τη συγκρατούν. Το βράδυ, μετά τη Δύση του ήλιου, όταν η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα πέφτει, τα θερμά δομικά στοιχεία αποδίδουν

²⁵Υ.Π.Ε.Κ.Α(2010): <http://www.ashrae.gr/Karavasili.pdf>

θερμότητα (με ακτινοβολία και συναγωγή) προς τους χώρους. Η θερμική μάζα του κτηρίου πρέπει να είναι τόση, ώστε:

- Να προλαβαίνει να θερμανθεί ικανοποιητικά κατά τη διάρκεια της μέρας.
- Να αποδίδει θερμότητα και να διατηρεί συνθήκες θερμικής άνεσης όλη τη νύχτα, μέχρι το επόμενο πρωί.

Καλοκαίρι

Το καλοκαίρι, κατά τις θερμές μέρες, η εσωτερική θερμοκρασία των κτηρίων αυξάνεται. Κατά κανόνα υπερβαίνει σημαντικά τα ανεκτά επίπεδα θερμικής άνεσης, προκαλώντας δυσφορία. Όταν τα δομικά στοιχεία των χώρων είναι ψυχρά, απορροφούν θερμότητα από τον εσωτερικό αέρα και τον ψύχουν, ενώ ταυτόχρονα τα ίδια θερμαίνονται. Τα δομικά στοιχεία ψύχονται τη νύχτα. Αποβάλλουν τη θερμότητα τους προς το δροσερό νυχτερινό αέρα, με την προϋπόθεση να γίνεται πλήρης και διαρκής νυχτερινός αερισμός. Η θερμική μάζα του κτηρίου πρέπει να είναι τόση, ώστε τα δομικά στοιχεία:

- Να προλαβαίνουν να ψυχθούν κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- Να εξακολουθούν, έστω και οριακά, να ψύχουν τον εσωτερικό αέρα, έως τη δύση του ήλιου ή την ώρα κατά την οποία η εξωτερική θερμοκρασία αρχίζει να πέφτει σε επίπεδα χαμηλότερα από την εσωτερική¹¹⁰.

Έτσι η θερμική μάζα είναι ο ρυθμιστής της εσωτερικής θερμοκρασίας.

- Καθυστερεί την ψύξη των χώρων κατά τις χειμερινές νύχτες, διατηρώντας τους θερμούς ως το πρωί.
- Καθυστερεί τη θέρμανση των χώρων κατά τις θερινές μέρες, διατηρώντας τους δροσερούς ως το βράδυ.
- Συμβάλει στη μείωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων στο εσωτερικό των κτηρίων, μεταξύ μέρας και νύχτας, αλλά και μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού.

¹¹⁰ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάληση και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολότητας (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

5.1 Συμβατική μέθοδος κατασκευής κτιρίων

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΥΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	
Φέρων Οργανισμός Θεμελίωσης	: Οπλισμένο σκυρόδεμα
Φέρων οργανισμός – σκελετός ορόφων. :	Οπλισμένο σκυρόδεμα
Φέρων οργανισμός- μεσοπάτωμα ορόφων :	Οπλισμένο σκυρόδεμα
Επικάλυψη Οροφής	: Εύλινη στέγη επί πλάκας
Εξωτερικές τοιχοποιίες.	: Δρομική διπλή Οπτοπλινθοδομή
Εσωτερικές τοιχοποιίες.	: Δρομική μονή οπτοπλινθοδομή
Επιχρίσματα τοιχοποιιών.	: Τριπτός σοβάς
Επικαλύψεις δαπέδων	: Κεραμικά πλακίδια
Σκάλες, ποδιές, πεζούλια.	: Μάρμαρο
Επενδύσεις τοίχων	: Κεραμικά πλακίδια
Εξωτερικά κουφώματα.	: Αλουμινίου
Υαλοπίνακες.	: Διπλοί
Είδη υγιεινής.	: Πορσελάνη
Ευλουργικά.	: MDF λάκα
Χρωματισμοί.	: Πλαστικά χρώματα

5.1.2 Ανάλυση μεθόδου

Η συμβατική κατασκευή είναι η πιο συνηθισμένη, διαδεδομένη, και δοκιμασμένη μέθοδος κατασκευής κτιρίων στην Ελλάδα. τοίχων από τριπτό σοβά, με αμμοκονίαμα εξωτερικά και μάρμαρο εσωτερικά. Η θερμομόνωση σε αυτή την περίπτωση, κατασκευάζεται στην εξωτερική επιφάνεια της εξωτερικής τοιχοποιίας με το σύστημα της θερμοπρόσοψης.

Τα μειονεκτήματα που έχει η συμβατική κατασκευή έναντι των υπολοίπων συστημάτων κατασκευής είναι :

- Μεγαλύτερος χρόνος κατασκευής

- Υψηλότερο κόστος εργοδοτικών εισφορών στο ΙΚΑ
- Υψηλότερο κόστος δόμησης σε σχέση με τη σύμμεικτη κατασκευή. Η διαφορά μεταξύ της συμβατικής μεθόδου και της σύμμεικτης κατασκευής κυμαίνεται μεταξύ 30 % – 40 %.
- Δύσκολη και με υψηλό κόστος η επισκευή του φέροντος οργανισμού.
Τα πλεονεκτήματα που έχει η συμβατική κατασκευή έναντι των υπολοίπων συστημάτων κατασκευής είναι :
 - Στιβαρότητα κατασκευής
 - Ευέλικτο χρονοδιάγραμμα κατασκευής έργου
 - Τμηματικό κόστος δόμησης, ανά κατασκευαστική φάση όταν υπάρχουν οι απαραίτητοι πόροι χωρίς τα δεσμευτικά συμβόλαια έναρξης – παράδοσης - πληρωμής που έχουν οι προκάτ κατασκευές.
 - Αίσθημα ασφάλειας κατά τη διάρκεια σεισμών ή συγκρούσεων βαρεων οχημάτων με το κτίριο.
 - Ελεγχόμενη ποιότητα κατασκευής από τον ιδιοκτήτη και τον επιβλέπων μηχανικό¹¹¹.

¹¹¹ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάληση και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

5.1.3 Χρόνος Κατασκευής

5.1.3.1 Η ιστορία διαχείρισης του έργου

Η διαχείριση έργων ιστορικά ήταν ενταγμένη στην τέχνη της διοίκησης. Διαφοροποιείται ως κλάδος (της διοίκησης) μετά τον Taylor κατά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο με την εμφάνιση του γραμμικού διαγράμματος χρονικού προγραμματισμού εργασιών.

5.1.3.2 Διάγραμμα Gantt

Παρότι ο Henry Gantt θεωρείται πατέρας των τεχνικών σχεδιασμού και ελέγχου, είναι κοινά αποδεκτό ότι η ανάπτυξη συγκεκριμένων τεχνικών παρατηρήθηκε στα πλαίσια των στρατιωτικών και αεροδιαστημικών έργων που υλοποιήθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες και τη Μεγάλη Βρετανία κατά τις δεκαετίες του 1950 και 1960. Η σύγχρονη ιστορία της διαχείρισης έργου, όμως, αρχίζει με την ανάπτυξη του γραμμικού διαγράμματος στις αρχές τις δεκαετίας του 1900. Η τεχνική της κατασκευής γραμμικών διαγραμμάτων εγκαινιάστηκε κατά τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν ο Αμερικανός Henry Gantt (1861-1919) επινόησε το γραμμικό διάγραμμα ως εποπτικό εργαλείο προγραμματισμού και ελέγχου των ναυπηγικών έργων με τα οποία ασχολούνταν. Η συμβολή του στη διαχείριση έργου είχε ως αποτέλεσμα τα γραμμικά διαγράμματα προγραμματισμού να ονομάζονται διαγράμματα Gantt¹¹².

Το διάγραμμα Gantt αποτελεί μια μορφή γραφικής αναπαράστασης ενός χρονο-διαγράμματος. Η τεχνική σύνταξης του διαγράμματος είναι η εξής: αναλύεται, αρχικά, όλο το έργο σε επί μέρους εργασίες γνωστές με τον όρο δραστηριότητες. Για κάθε μία από τις επί μέρους εργασίες καθορίζονται η μέθοδος εκτέλεσής της, οι απαιτούμενοι πόροι και ο απαιτούμενος χρόνος για την εκτέλεσή της. Οι επιμέρους αυτές εργασίες τίθενται σε ένα διάγραμμα όπως αυτό του σχήματος 2.1.

¹¹² Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

Στην πρώτη στήλη του διαγράμματος αναγράφονται ιεραρχημένες οι επί μέρους εργασίες ονομαστικά ή κωδικοποιημένες. Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος

σχεδιάζεται η χρονική κλίμακα του έργου (σε ημέρες, εβδομάδες ή μήνες). Ο προγραμματισμός κάθε εργασίας αντιστοιχεί στη χάραξη μιας οριζόντιας ράβδου από την ημερομηνία έναρξης έως την ημερομηνία λήξης της εργασίας. Το μήκος αυτής της ράβδου υποδεικνύει την διάρκεια της αντίστοιχης εργασίας.

Ο Gantt διέυρυνε τη χρήση του διαγράμματος ώστε να απεικονίσει και την πρόοδο των εργασιών. Χάραξε μία δεύτερη ράβδο, κατά μήκος της ράβδου που απεικόνιζε την προγραμματισμένη εργασία (γραμμή προγραμματισμού). Η δεύτερη ράβδος (γραμμή προόδου) απεικονίζει το τμήμα της εργασίας που έχει ήδη εκτελεστεί. Η θέση της γραμμής προόδου σε σχέση με τη γραμμή προγραμματισμού υποδείκνυε το ποσοστό ολοκλήρωσης της εργασίας και την υπολειπόμενη διάρκεια μέχρι την αποπεράτωσή της. Η σύγκριση αυτή γίνεται με μία κάθετη γραμμή που υποδηλώνει τη χρονική στιγμή που γίνεται ο έλεγχος προόδου του έργου. Η θέση της γραμμής προόδου σε σχέση με την ένδειξη *χρονική στιγμή ελέγχου* υποδήλωνε την πρόοδο του έργου που υλοποιήθηκε σε σχέση με τον αρχικό προγραμματισμό.

Το διάγραμμα Gantt, παρά την προφανή χρησιμότητά του, δεν επαρκεί για περίπλοκους σχεδιασμούς έργων, διότι δεν απεικονίζονται οι σχέσεις αλληλεξάρτησης των επί μέρους εργασιών. Δεν είναι δηλαδή εμφανές, ποιες εργασίες πρέπει να αποπερατωθούν ώστε να καταστεί δυνατή η έναρξη εκτέλεσης μιας ορισμένης εργασίας και δεν παρουσιάζει την επίδραση μιας καθυστέρησης ή επίσπευσής σε κάποια φάση του έργου.

Το διάγραμμα Gantt άντεξε στην δοκιμασία του χρόνου. Έγιναν τροποποιήσεις και διορθώθηκαν αδυναμίες του. Στα διαγράμματα Gantt προστέθηκαν ορόσημα (milestones) που δείχνουν συγκεκριμένα σημεία στο χρόνο (συνήθως ανά εξάμηνο) που πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί ορισμένες εργασίες και σταδιοδείκτες που δείχνουν πότε άρχισε και πότε τελείωσε η συγκεκριμένη εργασία. Επάνω στις συμπαγείς ράβδους τοποθετούνται σημεία ενδεικτικά της σημασίας κάθε εργασίας (κρίσιμοι έλεγχοι, αναθεωρήσεις). Στην περίπτωση αυτή οι μονάδες χρόνου αντικαθίστανται από ημερομηνίες. Οι σχέσεις αλληλεξάρτησης των επιμέρους εργασιών μπορούν να απεικονιστούν με βέλη που συνδέουν τις ράβδους (εργασίες) καθιστώντας έτσι το διάγραμμα Gantt δίκτυο. Πολλές φορές, όμως, είναι απλούστερο να έχουμε χωριστά το διάγραμμα Gantt και το δίκτυο

συσχέτισης των εργασιών του έργου¹¹³.

¹¹³ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

5.1.3.3 Διαχείριση έργου με δίκτυα. Οι τεχνικές PERT/CPM

Για να είναι αποτελεσματικό το χρονοδιάγραμμα ενός έργου θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του όχι μόνο τη διάρκεια της κάθε δραστηριότητάς του, αλλά και τις λογικέςσχέσεις που συνδέουν τις δραστηριότητες μεταξύ τους. Είναι πολύ σημαντικό να προσδιορίσουμε αυτές τις λογικές σχέσεις για να μπορέσουμε να προβλέψουμε τι επίδραση θα έχει στην εξέλιξη του έργου οποιαδήποτε ενδεχόμενη αλλαγή του χρονοδιαγράμματος. Με την πάροδο του χρόνου το μέγεθος και η πολυπλοκότητα των έργων αυξήθηκαν, οπότε διαπιστώθηκε ότι το διάγραμμα Gantt υστερούσε να απεικονίσει τέτοιας μορφής σχέσεις. Επίσης, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1950, παρατηρήθηκαν συχνότατες υπερβάσεις κόστους και χρόνου των έργων τόσο στη βιομηχανία όσο και στο εμπόριο. Στην αρχή υποστηρίχτηκε ότι αυτό συμβαίνει διότι οι εκτιμήσεις σχετικά με την εξέλιξη των έργων ήταν πολύ αισιόδοξες. Αυτή η άποψη σιγά-σιγά εγκαταλείφθηκε διότι οι μελετητές των έργων κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι υπερβάσεις αυτές ήταν αποτέλεσμα του γεγονότος ότι οι διαθέσιμες τεχνικές προγραμματισμού και ελέγχου για τη διαχείριση έργων ήταν ανεπαρκείς.

Οι παραπάνω δυσκολίες οδήγησαν στην ανάπτυξη μεθοδολογιών χρονικού προγραμματισμού που μπορούσαν να ενσωματώσουν ως παραμέτρους τις αγορές, τους πόρους και το κόστος. Αυτό συντέλεσε στη γέννηση της τεχνικής προγραμματισμού που στηρίζεται στην κατασκευή λογικών δικτύων (βλέπε 3ο κεφάλαιο).

Στη δικτυακή διάταξη κάθε δραστηριότητα απεικονίζεται ως ένα τετράγωνο ή κύκλο, ενώ η λογική αλληλουχία του έργου απεικονίζεται από τον τρόπο που διατάσσονται τα τετράγωνα/κύκλοι από αριστερά προς τα δεξιά. Στενά συνδεδεμένες με τα διαγράμματα δικτύου είναι τόσο η PERT όσο και η CPM τις οποίες συνηθίζεται να τις γράφουμε ως PERT/CPM και είναι αυτές που θα μας απασχολήσουν εκτενέστερα στην συνέχεια αυτής της εργασίας.

I) CPM (Critical Path Method)

Αναπτύχθηκε για πρώτη φορά την περίοδο Δεκ.1956 – Φεβρ.1959 από τις *DuPond Company and Remington Rand Univac*, με στόχο την ελαχιστοποίηση του χρόνου επιδιόρθωσης συντήρησης και κατασκευής μεγάλων κτιριακών μονάδων (εργοστασίων). Ο τρόπος συνίστατο στη βέλτιστη αξιοποίηση του έμψυχου και άψυχου διαθέσιμου υλικού, ώστε να μην μένουν άτομα ανενεργά μετά την ολοκλήρωση κάποιων δραστηριοτήτων. Η τεχνική *CPM* είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για προγράμματα κατασκευής τεχνικών έργων, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και σε προγράμματα ανάπτυξης νέων προϊόντων, συναρμολογήσεως μεγάλων μηχανολογικών κατασκευών κλπ. Βάσει της μεθόδου αυτής, υπολογίζεται ένας συγκεκριμένος νωρίτερος και αργότερος χρόνος έναρξης και λήξης για κάθε δραστηριότητα, σύμφωνα με την καθορισμένη σειρά αλληλουχίας του δικτύου.

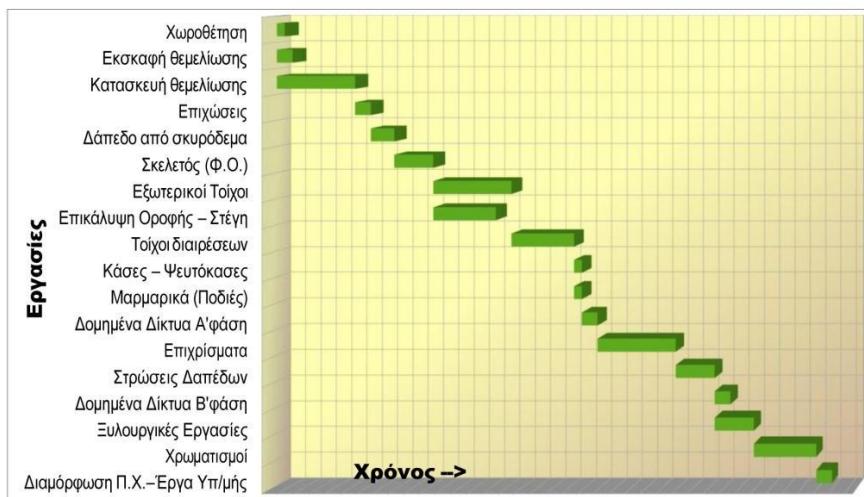
II) PERT (Program Evaluation Review Technique)

Αναπτύχθηκε για πρώτη φορά το 1958 κατά την κατασκευή των οπλικών συστημάτων *Polaris* από το Αμερικανικό Ναυτικό. Το έργο ήταν πολύπλοκο και οι συμμετέχοντες αισθάνθηκαν την ανάγκη ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού που να λαμβάνει υπόψη την εμπειρία των ειδικών αλλά και πιθανοθεωρητικά φαινόμενα. Η πρώτη φάση στην ανάπτυξη της τεχνικής αυτής έγινε γνωστή ως *PERT-Time*, επειδή ενδιέφερε περισσότερο ο χρόνος του έργου που σχεδιάζόταν. Η δεύτερη φάση που ονομάστηκε *PERT/Cost* επειδή ενδιέφερε περισσότερο το κόστος, αναπτύχθηκε μεταγενέστερα, αλλά δεν αποδείχθηκε αποτελεσματική στην πράξη και έχει σχεδόν εγκαταλειφθεί. Η μέθοδος χρησιμοποιεί έναν σταθμισμένο μέσο της εκτιμώμενης διάρκειας για να υπολογίσει την διάρκεια των δραστηριοτήτων. Η PERT διαφέρει από την CPM κυρίως στο ότι θεωρεί ότι ο χρόνος μπορεί να υπολογιστεί από το μέσο μίας κατανομής (μέση διάρκεια) κι όχι από την πιο πιθανή διάρκεια, όπως η CPM¹¹⁴.

Για τον υπολογισμό του χρόνου κατασκευής με την συμβατική μέθοδο πάρθηκαν χρονοδιαγράμματα από εργολάβους για πλήρη αποπεράτωση κτιρίου, για μερική αποπεράτωση κτιρίου έως το στάδιο σύγκρισης μεθόδων, για διάφορες

¹¹⁴ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

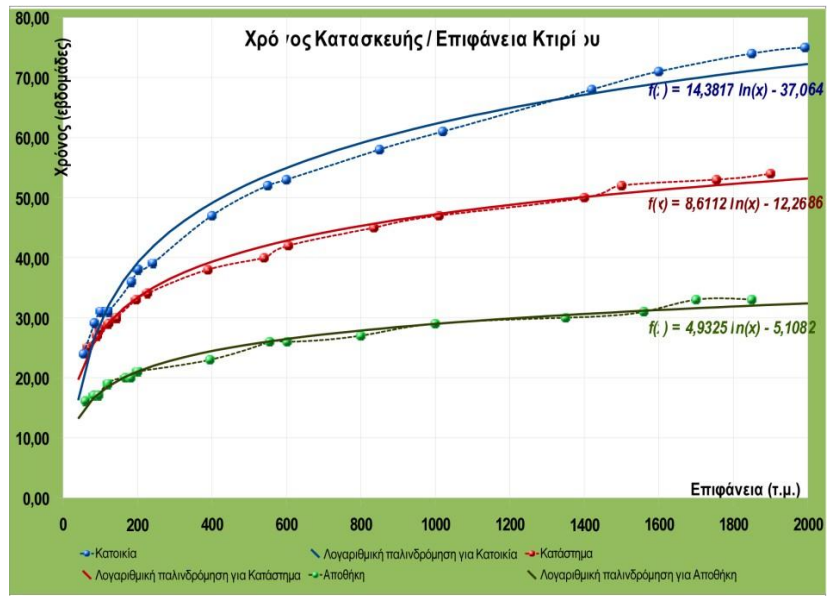
χρήσεις και μεγέθη, και επίσης εκτιμήσεις χρόνου ανά εργασία από μεμονωμένα συνεργεία.



Διάγραμμα 1: Χρονοδιάγραμμα Εργασιών Κατασκευής Κτιρίου¹¹⁵

Τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο. Έτσι προέκυψε το παρακάτω διάγραμμα:

¹¹⁵ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΠΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120



Διάγραμμα 2: Χρόνος Κατασκευής Συμβατικής Μεθόδου Κατασκευής

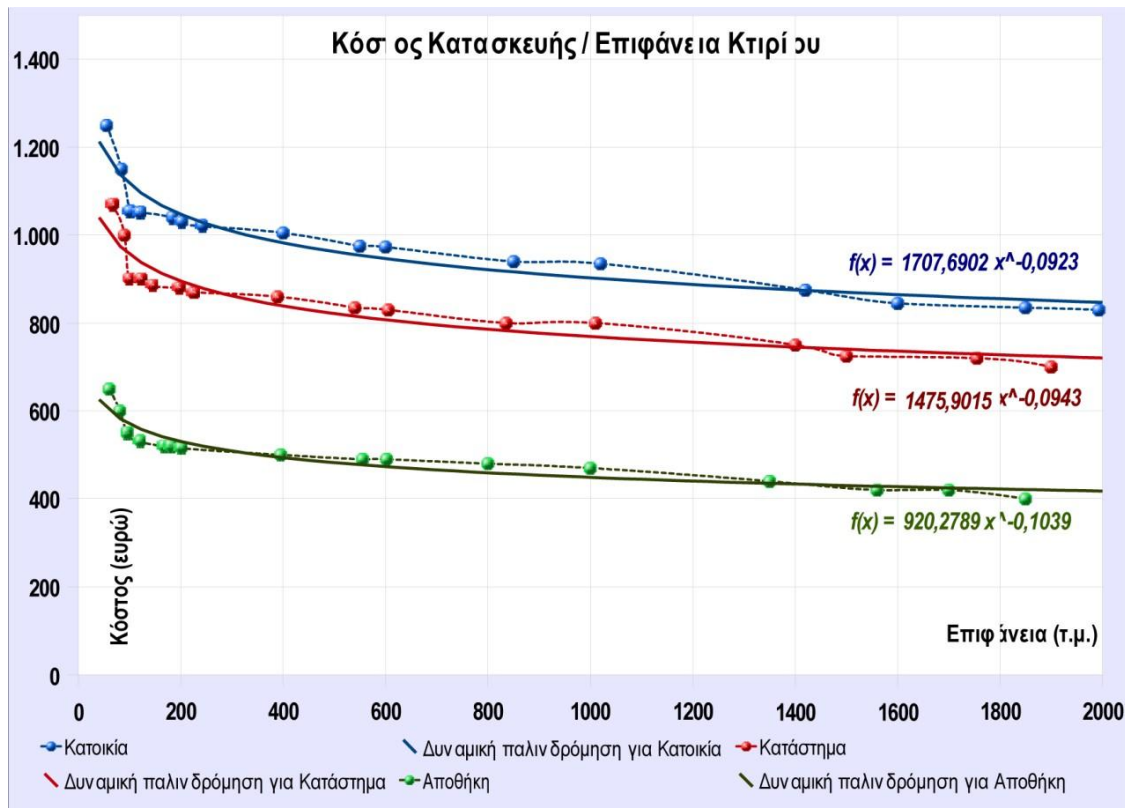
116

¹¹⁶ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολότητας (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

Παρατηρούμε ότι ο χρόνος κατασκευής ανά μονάδα επιφάνειας κτιρίου (εβδομάδες/τ.μ.) μειώνεται σημαντικά όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του κτιρίου. Αυτό συμβαίνει πρώτον διότι κάποιες εργασίες δεν επηρεάζονται δραματικά από το μέγεθος, (π.χ. Εκσκαφή σκάμματος 50 τ.μ. και 100 τ.μ. απαιτεί μια μέρα εργασία, ενώ εκσκαφή για θεμελίωση 1500 τ.μ. απαιτεί μόλις τρεις ημέρες), και δεύτερον διότι οι ημέρες αναμονής μεταξύ μερικών κατασκευαστικών φάσεων είναι ίδιες και για μικρά έργα και για μεγάλα έργα. (π.χ. η επίχωση της θεμελίωσης θέλει επτά μέρες αναμονή από την ημέρα της σκυροδέτησης, ή η αφαίρεση των ξυλοτύπων απαιτεί μέρες ίσο με το πάχος της πλάκας σκυροδέματος σε εκατοστά).

Έτσι προέκυψαν οι εξισώσεις υπολογισμού του χρόνου, ανά χρήση (κατοικία, κατάστημα και αποθήκη), οι οποίες επιλύονται με δεδομένο την επιφάνεια και δίδουν το μέσο χρόνο κατασκευής. Η επίλυση γίνεται αυτόματα από το λογισμικό σύγκρισης μεθόδων κατασκευής κτιρίων που δημιουργήθηκε από την παρούσα έρευνα.

<p><i>ΧΡΗΣΗ : ΚΑΤΟΙΚΙΑ Χρόνος -> $f(x)=14,3817*\ln(x) - 37,064$</i> <i>ΧΡΗΣΗ : ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ Χρόνος -> $f(x)=8,6112*\ln(x) - 12,2686$</i> <i>ΧΡΗΣΗ : ΑΠΟΘΗΚΗ Χρόνος -> $f(x)=4,9325*\ln(x) - 5,1082$</i></p>



Διάγραμμα 3: Κόστος Κατασκευής Συμβατικής Μεθόδου Κατασκευής¹¹⁷

Έτσι προέκυψαν οι εξισώσεις υπολογισμού του κόστους, ανά χρήση (κατοικία, κατάστημα και αποθήκη), οι οποίες επιλύονται με δεδομένο την επιφάνεια και δίνουν το μέσο κόστος κατασκευής. Η επίλυση γίνεται αυτόματα από το λογισμικό σύγκρισης μεθόδων κατασκευής κτιρίων που δημιουργήθηκε από την παρούσα έρευνα.

*ΧΡΗΣΗ : ΚΑΤΟΙΚΙΑ Κόστος -> $f(x)=1707,6902 * x^{-0,0923}$
 ΧΡΗΣΗ : ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ Κόστος -> $f(x)=1475,9015 * x^{-0,0943}$
 ΧΡΗΣΗ : ΑΠΟΘΗΚΗ Κόστος -> $f(x)=920,2789 * x^{-0,1039}$*

Με την εφαρμογή των στοιχείων του πίνακα, ενδεικτικά προκύπτει ότι :

¹¹⁷ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΠΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

Το κόστος κατασκευής μίας κατοικίας των 100 m² είναι 111,640 €

Το κόστος κατασκευής κτιρίου καταστημάτων των 980 m² είναι 755,500 €

Το κόστος κατασκευής μίας αποθήκης των 200 m² είναι 106,000 €

5.1.4 Ποιότητα–Άνεση

Ο σχεδιασμός του κτιρίου με τη συμβατική μέθοδο κατασκευής επιδιώκει την προσαρμογή του κτίσματος στις ειδικές κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Κύριοι στόχοι είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και η εξασφάλιση θερμικής άνεσης για τον χρήστη.

Εφαρμόζονται τα βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού, τα οποία αποτελούνται από τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών (π.χ. ήλιο, αέρα - άνεμο, βλάστηση, νερό, έδαφος, ουρανό) για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό, και τα οποία αποτελούν τα δομικά στοιχεία του κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια.

Οι τομείς που υπερτερεί έναντι όλων των άλλων μεθόδων κατασκευής είναι η ελεγχόμενη ποιότητα κατασκευής από τον ιδιοκτήτη, αφού το κτίριο κατασκευάζεται στην ιδιοκτησία του υπό την εποπτεία του και υπό την επίβλεψη του μελετητή μηχανικού που ανέλαβε την έκδοση της οικοδομικής άδειας, και η στιβαρότητα του κτίσματος.

Η απουσία τριγμών και η μικρή ελαστικότητα του κελύφους του κτιρίου δημιουργούν ένα αίσθημα ασφάλειας στον κάτοικο του κτίσματος που δεν το προσφέρει καμία άλλη μέθοδος¹¹⁸.

¹¹⁸ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΠΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

5.2 Μέθοδος προκατασκευής από μπετό

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΥΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	
Φέρων Οργανισμός Θεμελίωσης	: Οπλισμένο σκυρόδεμα
Φέρων οργανισμός - σκελετός ορόφων. :	Οπλισμένο σκυρόδεμα
Επικάλυψη Οροφής	: Εύλινη στέγη επί πλάκας
Εξωτερικές τοιχοποιίες.	: Οπλισμένο σκυρόδεμα
Εσωτερικές τοιχοποιίες.	: Γυψοσανίδα
Επιχρίσματα τοιχοποιιών.	: Στόκος
Επικαλύψεις δαπέδων	: Κεραμικά πλακίδια
Σκάλες, ποδιές, πεζούλια.	: Μάρμαρο
Επενδύσεις τοίχων	: Κεραμικά πλακίδια
Εξωτερικά κουφώματα.	: Αλουμινίου με θερμοδιακοπή
Υαλοπίνακες.	: Διπλοί
Είδη υγιεινής.	: Πορσελάνη
Ευλουργικά.	: MDF λάκα
Χρωματισμοί.	: Πλαστικά χρώματα

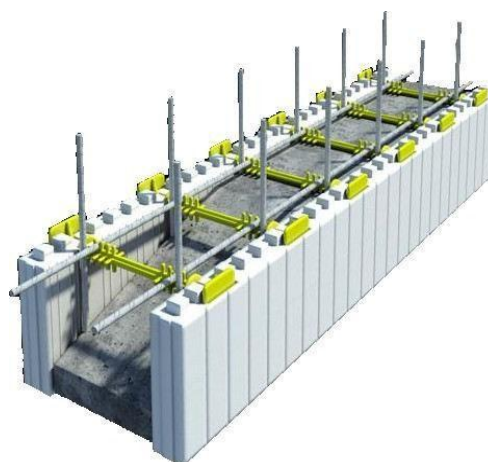
5.2.1 Ανάλυση μεθόδου

Η μέθοδος κατασκευής προκατασκευασμένου κτιρίου από μπετό, είναι μια μέθοδος κατασκευής βαρέως τύπου. Η κατασκευή γίνεται με το σύστημα δόμησης θερμομονωτικών καλουπιών οπλισμένου σκυροδέματος ICF (Insulating Concrete Forms) (μετάφραση: Μονωμένες Φόρμες Σκυροδέματος).

Η μέθοδος αυτή αναλύεται ως εξής:

Η θεμελίωση αποτελείται από βάση γενικής κοιτόστρωσης (ραντιέ) ή πεδιλοδοκούς στην οποία υπάρχουν αναμονές οπλισμού για τη σύνδεση των υποστλωμάτων και των τοιχίων.

Κατόπιν τοποθετούνται μονωμένες φόρμες καλουπιών οι οποίες συνδέονται με αποστάτες PVC σχηματίζοντας ένα παραλληλόγραμμο διάστημα 20 cm, το οποίο οπλίζεται με χάλυβα. Το καλούπι σκυροδετείται δημιουργώντας ένα διπλά



μονωμένο συμπαγές τοιχίο ομοιόμορφου πάχους. Εξωτερικά του θερμομονωμένου τοιχίου επιστρώνονται στρώσεις ακρυλικής κόλλας και τοποθετείται αντιαλκαλικό πλέγμα και τελικό επίχρισμα από ινοπλισμένο ακρυλικό σιλικονούχο σοβά. Εσωτερικά μετά την τοποθέτηση των μηχανολογικών εγκαταστάσεων, τοποθετείται γυψοσανίδα. Το συνολικό πάχος της εξωτερικής τοιχοποιίας είναι 35 cm.

Η πλάκα οροφής και το μεσοπάτωμα (όταν απαιτείται) κατασκευάζεται με σκυροδέτηση παραμένοντος ξυλότυπου τύπου Betoboard της Knauf, το οποίο είναι θερμομονωτικό πάνελ που αποτελείται από ειδική ανθυγρή γυψοσανίδα και στρώση διογκωμένης πολυστερίνης.



Η κατασκευή των εσωτερικών διαρρυθμίσεων γίνεται από διπλή γυψοσανίδα σε μεταλλικό σκελετό με φυσικό ορυκτοβάμβακα.

Αυτή η μέθοδος κατασκευής παρέχει μικρό χρόνο κατασκευής διότι τα θερμομονωτικά καλούπια παραμένουν (καταργείται ο ξυλότυπος), και αποτελούν ταυτόχρονα διπλή μόνωση σε όλη την επιφάνεια (εξωτερικά και εσωτερικά) του κτιρίου, υπερκαλύπτοντας τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ΚΕΝΑΚ¹¹⁹.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου

- I. Εξοικονόμηση Ενέργειας. (70% ενέργεια σε ψύξη και θέρμανση σε σχέση με το συμβατικό τρόπο κατασκευής).
- II. Αντισεισμική Προστασία. Ο φέρων οργανισμός και η τοιχοποιία αποτελούν ενιαία, συμπαγή και μονολιθική κατασκευή.

¹¹⁹ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΠΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

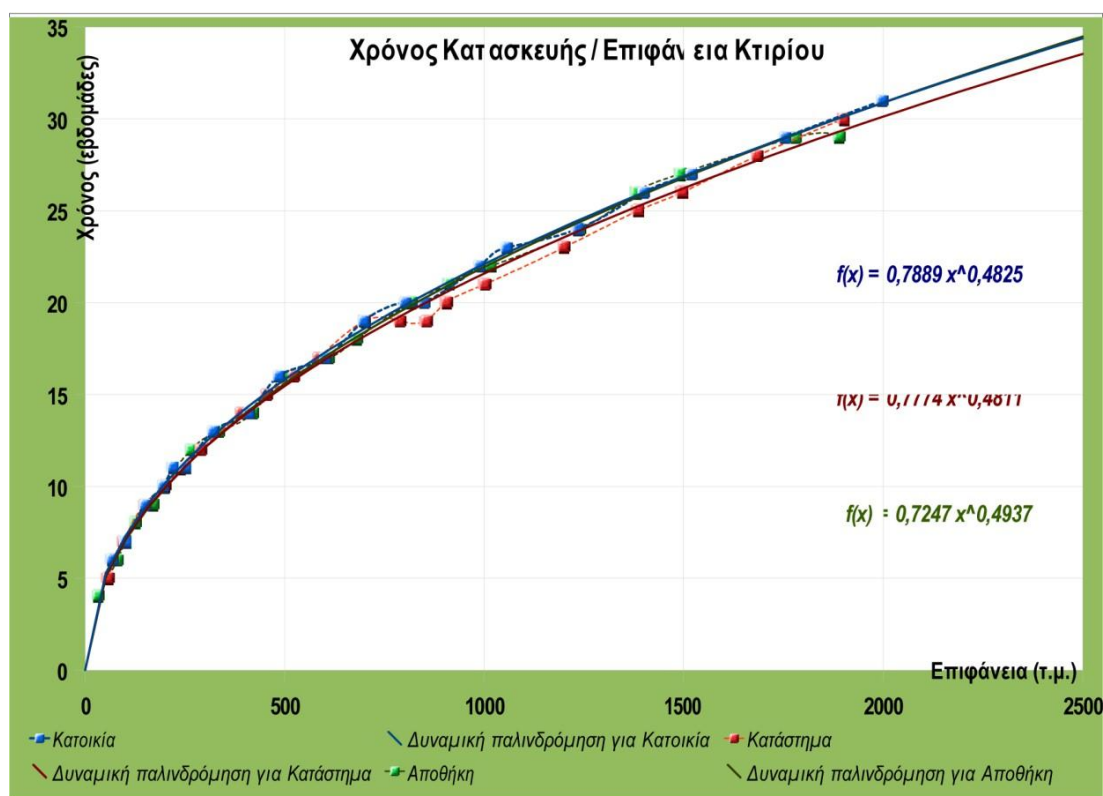
- III. Πυροπροστασία. Η διογκωμένη πολυστερίνη είναι βραδυφλεγής και αυτοσβενούμενη, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο ελέγχου κατά DIN 4102.
- IV. Ηχομόνωση – Υγρομόνωση. Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 13163, η μακροπρόθεσμη απορρόφηση ύδατος του τούβλου είναι $WL(T)=7.24\%$ κατ' όγκον, ενώ του συστήματος ICF με πολυστερίνη είναι μόλις $WL(T)=0.5-1.5\%$ κατ' όγκον.
- V. Χαμηλό Κόστος Κατασκευής (σε σύγκριση με τη συμβατική). Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή κόστους κατασκευής είναι η αποφυγή διαμεσολάβησης εργολάβων, σε συνδυασμό με τη μόνιμη απασχόληση του εργατοτεχνικού προσωπικού που έχει μικρότερες εργοδοτικές εισφορές στο ΙΚΑ.
- VI. Ταχύτητα. Η κατάργηση του ξυλοτύπου και η απουσία εργασίας τοποθέτησης μόνωσης στην τοιχοποιία επιταχύνουν τη διαδικασία της κατασκευής¹²⁰

¹²⁰ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΠΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

5.2.2 Χρόνος Κατασκευής

Ο χρόνος κατασκευής των προκάτ κτιρίων του τύπου που εξετάζουμε είναι ανάλογος με το μέγεθος του κτιρίου, έχει ποιοτική ομοιότητα με τον χρόνο της συμβατικής μεθόδου, ποσοτικά όμως είναι μικρότερος στις κατασκευαστικές φάσεις του φέροντος οργανισμού μετά την θεμελίωση έως τις εξωτερικές τοιχοποιίες.

Από τις δύο επιλεγμένες εταιρείες κατασκευής με αυτή τη μέθοδο, πήρα προσφορές και χρονοδιαγράμματα για διάφορα μεγέθη και χρήσεις. Τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο όπως φαίνονται στο σχετικό διάγραμμα:



Διάγραμμα 4: Χρόνος Κατασκευής Μεθόδου προκατασκευής από μπετό¹²¹

Παρατηρούμε ότι ο χρόνος κατασκευής ανά μονάδα επιφάνειας κτιρίου (εβδομάδες/τ.μ.) μεταβάλλεται αρκετά σε σχέση με το μέγεθος κατασκευής.

¹²¹ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ., Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

Έτσι προέκυψαν οι εξισώσεις υπολογισμού του χρόνου, ανά χρήση (κατοικία, κατάστημα και αποθήκη), οι οποίες επιλύονται με δεδομένο την επιφάνεια και δίδουν το μέσο χρόνο κατασκευής. Η επίλυση γίνεται αυτόματα από το λογισμικό σύγκρισης μεθόδων κατασκευής κτιρίων που δημιουργήθηκε από την παρούσα έρευνα.

$ΧΡΗΣΗ : ΚΑΤΟΙΚΙΑ$ Χρόνος $\rightarrow f(x)=0,7889 * x^{0,4825}$
$ΧΡΗΣΗ : ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ$ Χρόνος $\rightarrow f(x)=0,7774 * x^{0,4811}$
$ΧΡΗΣΗ : ΑΠΟΘΗΚΗ$ Χρόνος $\rightarrow f(x)=0,7247 * x^{0,4937}$

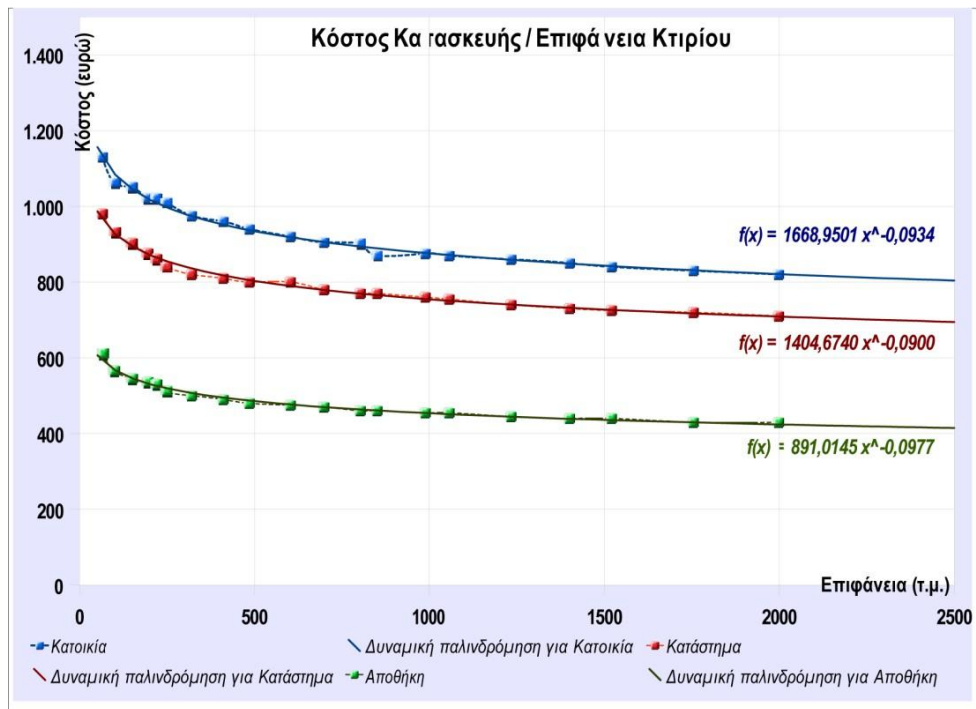
Με την εφαρμογή των στοιχείων του πίνακα, ενδεικτικά προκύπτει ότι : Ο χρόνος κατασκευής μίας κατοικίας των 100 m² είναι 7 εβδομάδες. Ο χρόνος κατασκευής κτιρίου καταστημάτων των 1800 m² είναι 29 εβδομάδες. Ο χρόνος κατασκευής μίας αποθήκης των 200 m² είναι 10 εβδομάδες¹²².

5.2.3 Κόστος Κατασκευής

Το κόστος κατασκευής κυμαίνεται από 425 έως 1200 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας που μετρά στη δόμηση.

Για τον υπολογισμό του κόστους των κτιρίων του τύπου που εξετάζουμε πήρα οικονομικές προσφορές από δύο επιλεγμένες εταιρείες κατασκευής με αυτή τη μέθοδο, για πλήρη αποπεράτωση κτιρίου και για μερική αποπεράτωση κτιρίου έως το στάδιο σύγκρισης μεθόδων, για διάφορες χρήσεις και μεγέθη.

¹²² ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυση και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120



Διάγραμμα 5: Κόστος Κατασκευής Μεθόδου προκατασκευής από μεπετό

123

¹²³ ΠΗΓΗ Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ., Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάλυσης και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση την παραπάνω μελέτη συμπεραίνουμε πως η τεχνολογία της συναρμολόγησης εκτός από το ότι παρέχει γρήγορη παράδοση είναι και μια οικονομική λύση για τη κατασκευή μιας οικίας. Το σίγουρο είναι πως ένα προκατασκευασμένο κτίριο είναι οικονομικότερο από ότι ένα συμβατικό. Επίσης μετά τη σύγκριση εξήχθη το συμπέρασμα ότι η υλοποίηση μιας προκάτ βιοκλιματικής κατοικίας είναι πιο γρήγορη και το ίδιο αξιόπιστη αφού πλέον όλα τα προκατασκευασμένα οικήματα συναρμολογούνται με αξιοπιστία και περιλαμβάνουν πάσης φύσεως μονώσεις (θερμομόνωση, υγραμόνωση, ηχομόνωση) και προστασία από τους εξωτερικούς παράγοντες. Επιπλέον έτσι επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση της ενέργειας κάτι το οποίο συνεπάγεται και οικονομικά κέρδη.

Επιπροσθέτως για να αποδειχθεί η χρονική διαφορά ανάμεσα στη δημιουργία της συμβατικής και της προκάτ κατοικίας δημιουργήθηκαν δυο διαγράμματα ένα για την συμβατική κατασκευή και ένα για την προκατασκευασμένη. Τα διαγράμματα περιγράφουν αναλυτικά τις εργασίες που χρειάστηκαν να γίνουν ξεκινώντας απ την αρχή του έργου, τις εβδομάδες που ξοδεύτηκαν για κάθε μια από αυτές καθώς και την αλληλουχία που επικράτησε μεταξύ τους.

Στην προκάτ λοιπόν κατασκευή κάποιες λειτουργίες αλλάζουν ή παραλείπονται καθώς έχουν γίνει από το εργοστάσιο της εταιρείας. Όπως για παράδειγμα οι χρωματισμοί, τα σοβατίσματα και τα ηλεκτρολογικά ή τα υδραυλικά. Από τα δυο διαγράμματα είναι εμφανές ότι στην προκάτ κατασκευή ο χρόνος παράδοσης για το διώροφο οίκημα είναι 15 εβδομάδες περίπου δηλαδή τέσσερις μήνες αντίθετα σε αυτή της συμβατικής παρατηρούμε σχεδόν τον διπλάσιο χρόνο 27 εβδομάδες που αντιστοιχούν σε επτά μήνες. Καταλήγουμε λοιπόν να μιλάμε για μια κατασκευή οποία έχει τα ίδια αποτελέσματα με την συμβατική όσο αφορά στην ασφάλεια και στην αρχιτεκτονική η οποία όμως μπορεί να υλοποιηθεί σε παρά πολύ μικρό χρονικό διάστημα.

Συμπερασματικά αξίζει να τονιστεί πως η κατασκευή βιοκλιματικών οικημάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα όχι μόνο συμβάλλει στην μείωση του κόστους και του χρόνου έναντι μιας συμβατικής οικίας αλλά προάγοντας την εφαρμογή των βιοκλιματικών τεχνικών σε ευρεία κλίμακα θα υπήρχαν πολλαπλά περιβαλλοντικά οφέλη . Πιο συγκεκριμένα, με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα βοηθούσαμε στην προστασία του περιβάλλοντος από την κατασπατάληση του φυσικού πλούτου καθώς και στην αναβάθμιση της ποιότητας της ζωής των κατοίκων του αστικού περιβάλλοντος .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ampatzi Maria, Bioclimatic Strategies for Seaside Resorts on Greek Islands PLEA2009 - 26th Conference on Passive and Low Energy Architecture, 22-24 June 2009 Quebec (Canada), σελ.6
2. Ανδρεαδάκης Α., Πανταζίδου Μ., Σταθόπουλος Α., Χατζημπίρος Κ., Περιβαλλοντική Τεχνολογία, ΕΜΠ, Αθήνα 2003, σελ. 388
3. Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός: περιβάλλον και βιωσιμότητα, 2006, σελ. 189
4. Ανδρεαδάκη - Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική: παθητικά ηλιακά συστήματα, University Studio Press, 1985, Θεσσαλονικη, σελ. 158
5. Ανδρουλάκης Νίκος, Βιομηχανική Δόμηση 1962-2002, 2009, σελ. 12
6. Ανέμου Μαρία, Πτυχιακή Διατριβή «Βιοκλιματικός σχεδιασμός διωρόφου μονοκατοικίας για εξοικονόμηση ενέργειας και εσωτερική θερμική άνεση » Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Λεμεσού, 2012, σελ. 23-75
7. Αξαρχλή Κλειώ, Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, 2009 Θεσσαλονίκη, σελ. 32
8. Απέργης Αθανάσιος, Προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία & η συμβολή τους στα τεχνικά έργα, 1ο Πανελλήνιο, Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, 2008, Αθήνα, σελ. 15
9. Απέργης Αθανάσιος, Το αρχιτεκτονικό και εμφανές σκυρόδεμα στην προκατασκευή, σελ.7
10. Asam Claus. Untersuchung der Wiederverwendungsmöglichkeiten von demontierten Fertigteile lementen aus Wohnungsbautypen der ehemaligen DDR für den Einsatz imWohnungsbau. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU-Berlin, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, Γερμανία
11. Nick Baker, Koen Steemers Energy and Environment in Architecture, E&FN SPON, 2000, London, σελ. 224
12. Βάγιας Ι., Σύμμικτες κατασκευές από χάλυβα και οπλισμένο σκυρόδεμα, Κλειδάριθμος, 2001, Αθήνα, σελ. 392
13. Βάγιας, Ερμόπουλος, Ιωαννίδης, Σιδηρές Κατασκευες, τομος Β, Κλειδάριθμος, Αθήνα, σελ. 494
14. Behling Sophia, Behling Stefan, Sol power : the evolution of solar architecture, Prestel,

Αγγλία, 1996, σελ. 240

15. Γαλεράκη Μαρία πτυχιακή εργασία «Θερμομόνωση σε βιοκλιματικά κτίρια με τοιχοποιία από μεταλλικό χωροδικτύωμα» ΑΤΕΙ Κρήτης. 2013 σελ. 35-85

16. Athina G. Gaglia , Constantinos A. Balaras, Sevastianos Mirasgedis Elena Georgopoulou , Yiannis Sarafidis , Dimitris P. Lalas, Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings, 2006

17. Jacqueline Glass, The Future for Precast Concrete in Low-Rise Housing, British Precast Concrete Federation, 1999, Λονδίνο, σελ. 62

18. Goulding J.O. Lewis, T.C. Steemers, Ενεργειακός Σχεδιασμός: Εισαγωγή για αρχιτέκτονες, commission of the european communities, Μαλλιάρης Παιδεία, 1996, σελ. 143

19. ΙΤΕΠ (Ινστιτούτο Τουριστικών Ερευνών και Προβλέψεων), Η εικόνα του ξενοδοχειακού δυναμικού της Ελλάδας, Ι.Τ.Ε.Π., 2008, Αθήνα, σελ. 31

20. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ & ΙΤΕΠ, Προτάσεις Χάραξης Νέας Πολιτικής Επενδυτικών Κινήτρων

21. Κοντορούπης Γ. Μ., Ενεργειακός-Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών, 2002, Αθήνα, σελ.

22. Κορωναίος Αιμ. Γ., Σαργέντης Φοίβος, Δομικά Υλικά και Οικολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιανουάριος 2005, Αθήνα, σελ. 78

23. Κορωναίος Αιμ. Γ, Πουλάκος Γ.Ι., Τεχνικά Υλικά, Τόμοι 1- 4, ΕΜΠ, Αθήνα, 2005

24. Μάντζαρης Γιάννης, Τσιμπουκάκη Γεωργία, Κατασκευή Πολυώροφου Προκατασκευασμένου Κτιρίου Μεγάλων Ανοιγμάτων και Σημαντικών Ωφελίμων Φορτίων, 16ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2009, Πάφος, Κύπρος, σελ. 12

25. Μανωλάτος Γρ., Γιαννόπουλος Π, Ο. Κούρτα, Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Νέο σύστημα προκατασκευής του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυρόδεμα, σελ.12

26. Molinari Olivio, Συμμεικτες κατασκευές χάλυβα – σκυροδέματος με τη χρήση προκατασκευασμένης πρόπλακας girder, 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Αλεξανδρούπολη, 2006, σελ. 13

27. Μπουλογιάννης Κ. , Ι. Σωτηροπούλου, Σπ. Τσουκαντάς, Οικολογική Δόμηση και Εφαρμογή σε προκατασκευασμένο κτίριο

28. Neufert, Οικοδομική, Γκιούρδας, 2000, Γερμανία, σελ. 638
29. Ντούνη Ηλιάνα, Καπράλου Χριστίνα (Εργαστήριο Μεταλλουργίας ΕΜΠ), Ανάπτυξη προϊόντων πυριτικού ασβεστίου με Υδροθερμική κατεργασία απορριμμάτων της βιομηχανίας περλίτη, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, 2008, σελ. 13
30. Παπαμανώλης Νικόλαος Αρχιτεκτονική & Εξοπλισμός Ξενοδοχείων, ΕΛΛΗΝ, 2007, Αθήνα, σελ. 114
31. Οικονόμου Κ., Κυριαζής Β. Μέθοδοι υλοποίησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε υφιστάμενα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος, Πτυχιακή εργασία ΑΤΕΙ Πειραιά
31. Πετροπούλου Χ., Χαραλαμπίδου Σ, Πτυχιακή εργασία «Συγκριτική Παρουσίαση Ανάληση και Έλεγχος Ειδικού Κτιρίου με την Συμβατική Μέθοδο και την Τεχνολογία της Συναρμολόγησης (ΠΡΟΚΑΤ)» Τμήμα Πολιτικών δομικών έργων, ΑΤΕΙ Αθηνών, σελ 80-120
31. Porteous Colin, The new eco-architecture, alternatives from modern movement Spon Press, 2002, London, σελ. 212
32. M. Santamouris, C.A. Balaras, E. Dascalaki, A. Argiriou, A. Gaglia, Energy conservation and retrofitting potential in Hellenic hotels, 1996, Αθήνα, σελ.11
33. Σεργίδη Δέσποινα, Η αποδοτικότητα του Σκυροδέματος για χαμηλή Ενεργειακή Κατανάλωση και Θερμική Άνεση στα κτήρια της Μεσογείου, 16ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2009, Πάφος, Κύπρος, σελ.11
34. Smith Peter F., Architecture in a Climate of Change - A guide to sustainable design, Architectural Press, 2001, Great Britain, σελ. 212
35. James G. Toscas, Designing with precast and prestressed concrete, PCI, σελ. 39
36. Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκατασκευασμένου κτιρίου με υπογειο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ΑΒΕΕ (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12
37. Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Συστήματα δομήσεως με βάση προκατασκευασμένα διπλά τοιχώματα, 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 15
38. Σ.Γ. Τσουκαντάς, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Ο ελληνικός κανονισμός προκατασκευής και συγκρίσεις με τις διατάξεις του EC8, οι οποίες αναφέρονται στην προκατασκευή, 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής, 2008, Αθήνα, σελ. 10

39. Τσίγκας Ερωτόκριτος, Ενέργεια στην αρχιτεκτονική: το ευρωπαϊκό εγχειρίδιο 1996,
40. Μ. Φούντη, Δ. Κολαΐτης, Δ. Κατσουρίνης, Δ. Κοντογεώργος, Εμ. Μαλλιωτάκης, Ι. Μανδηλαράς, Κέρδη από Θερμική Μόνωση σε Υφιστάμενα Κτίρια: Μια Αξιολόγηση για τις Ελληνικές Κλιματικές Συνθήκες, Σχολή Μηχανολόγων, ΕΜΠ, 2011

41. Χριστοδουλάκη Ρόζη, Εφαρμογές θερμικών ηλιακών στον κτηριακό τομέα, ΚΑΠΕ, Ημερίδα ECO-BUILDING Νέες Ενεργειακές Τεχνολογίες στα Κτίρια, Αθήνα 2008
42. Wachberger Michael, Wachberger Hedy, Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στην κατασκευή των κτιρίων, Γκιούρδας, 1988
43. Μ. Καράγιωργας, Β. Δρόσου, Α. Αηδόνης, Ενεργειακός Σχεδιασμός Ξενοδοχειακών Μονάδων με έμφαση στα θερμικά ηλιακά συστήματα, ΚΑΠΕ
44. UNWTO"From Davos to Copenhagen and beyond: advancing tourism's response to climate change, UNWTO Background Paper"World Tourism Organization, 2009, Davos, Switzerland, σελ. 29

Νομοθεσία και Κανονισμοί

45. ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ (ΦΕΚ 43), 7.Μαρ.2002
46. Κ.ΕΝ.Α.Κ.
47. Π/Δ Μάιος 2007, "Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ).»
48. Νόμος 2939/01 (ΦΕΚ 179 Α), 6 Αυγούστου 2001
49. Σχέδιο Π/Δ «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ).»
50. Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων, (Τ.Ο. ΤΕΕ 20702- 5/2010) Α' έκδοση, Αθήνα 2011

Διαδικτυακές πηγές

51. <http://www.betoloc.eu>
52. <http://www.buildings.gr/>
53. <http://www.cres.gr>
54. <http://www.spitia.gr>
55. <http://www.ktirio.gr>

56. <http://www.greenbuilding.gr/>
57. <http://www.greenbuilding.com/>
58. <http://www.greenpeace.org/raw/content/greece/press/118523/148791.pdf>
59. http://www.usc.edu/dept/architecture/mbs/tools/thermal/controls_passolar_isol.html
60. <http://www.ypeka.gr> (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής)
61. <http://www.minenv.gr> (ΥΠ.Ε.ΧΩ.Δ.Ε.)
62. <http://www.greenroofs.gr>
63. <http://www.oikosteges.gr>
64. <http://www.ecoarchitects.gr>
65. <http://www.ecofinder.gr>
66. <http://www.energybooks.com/pdf/919929.pdf>
67. <http://www.smarterhomes.org.nz>
68. <http://flashlight.gr>
69. <http://newbuildings.org/sites/default/files/ALG%202003%20Complete%20Version%20Printable.pdf>
70. <http://www.eu-greenbuilding.org>
71. <http://www.weforum.org>
72. <http://www.prohellas.gr>
73. <http://www.proet.gr>
74. <http://www.retscreen.net>
75. <http://www.smartbuilding.gr>
76. <http://www.visitgreece.gr>
77. <http://www.yppo.gr>
78. <http://www.sete.gr>

79. <http://www.wto.org>
80. <http://www.topelement.gr>
81. <http://www.domisi.biz>
82. <http://armos-prokat.gr>
83. <http://www.pci.org>
84. <http://www.metallokat.com>
85. http://www.ecoarchitects.gr/seminaria/oikologika_ylikaMenelaos_Xenakis.pdf
86. <http://www.itep.gr>
87. <http://www.tuv.com>
88. http://imarinakis.webs.com/solar_energy.htm
89. <http://www.staticart.gr/pvw%20kataskevazetaivioklimatikospiti.html>
90. <http://epas-amarous.att.sch.gr/daidalosapospasmata.htm>
91. <http://www.solarmirror.com/fom/fom-serve/cache/30.html>
92. http://digilander.libero.it/bucchisilvestriarchi/tesihtm/4c_solar.htm
93. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GreenRoof/greenroof3.php>
94. <http://www.greenroofutah.com/>
95. http://archprasino.blogspot.com/2010/08/blog-post_21.html
96. http://www.htexpo.gr/uploads/262/79/Exoikonomisi_Energieias_Akadimia_Athinon_11_06.pdf
97. <http://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/hydrology/hec25c7.cfm>
98. <http://www.aldemarhotels.com>
99. <http://www.grhotels.gr>
100. <http://www.candiamaris.gr/>
101. <http://www.wttc.org/>

Συνέδρια/Ημερίδες

102. Δρ. Ζωγραφάκης Νικόλαος, Εφαρμογές Ηλιακών Συστημάτων: Κολυμβητικές Δεξαμενές και Ηλιακός Κλιματισμός, Κρήτη, 2008
103. Πρακτικά Ημερίδας «Εξοικονόμηση Ενέργειας», Ακαδημία Αθηνών, ΕΜΠ, 2006
104. Βουρδούμπας Γιάννης, Παρουσίαση: εφαρμογές των ανανώσιμων πηγών ενέργειας στα ξενοδοχεία της Κρήτης, προσυνέδριο του ΤΕΕ, Μάιος 2009, Κρήτη, σελ.10
105. Η εφαρμογή του νόμου 3661/08 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων «Ο ρόλος του βιοκλιματικού και ενεργειακού σχεδιασμού», Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Περιφερειακό Τμήμα Θεσσαλίας, Εισηγήτρια Μαργαρίτα Χόνδρου- Καραβασίλη , Ημερίδα, Λαρίσα 2 Ιουνίου 2009

Παρουσιάσεις/σημειώσεις μαθημάτων

105. Ξενάκης Μενέλαος, Προκατασκευή κτιρίων, παρουσίαση μαθήματος «Στοιχεία Αρχιτεκτονικής» Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ
106. Θερμομονώσεις, Παρουσίαση μαθήματος Δομικής Φυσικής, σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πολυτεχνείο Κρήτης
107. Σημειώσεις μαθήματος Σιδηρών Κατασκευών, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ
108. Κακαράς Ιωάννης, Εισαγωγή–Προκατασκευές Ξυλινων Σπιτιών Χρησιμοποιούμενα Υλικά, Τ.Ε.Ι. Λάρισας ,Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου Εργαστήριο Τεχνολογίας & Συντήρησης Ξυλοκατασκευών"
109. Κακαράς Ιωάννης, Τεχνολογία κατασκευής σπιτιών από ελαφρύ ξύλινο Σκελετό, Ε.Ι. Λάρισας ,Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου Εργαστήριο Τεχνολογίας & Συντήρησης Ξυλοκατασκευών"