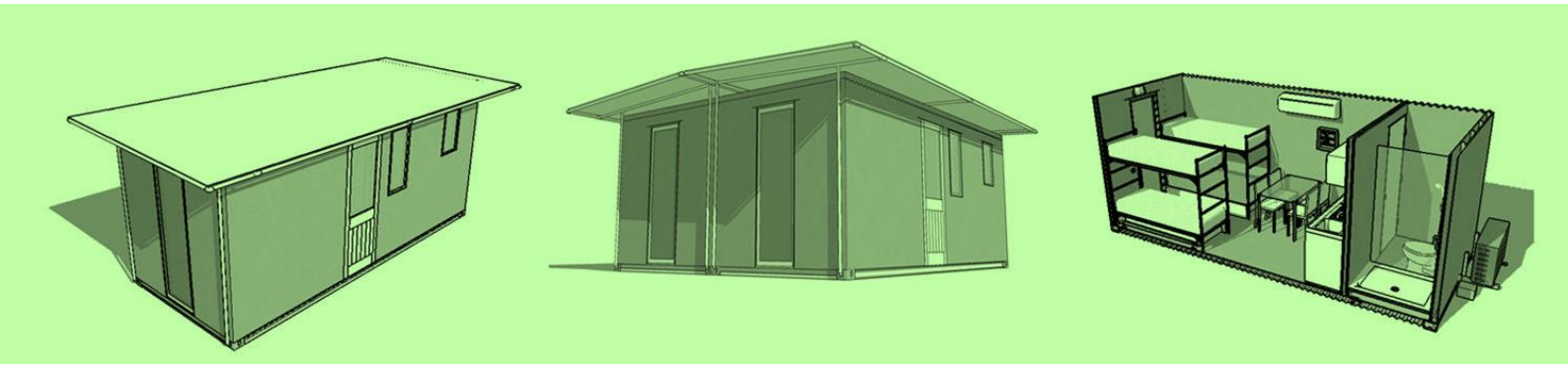
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Δομοστατικής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Προκατασκευασμένα καταλύματα για αστέγους (μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης)



Κοκορόσκος Ευστράτιος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Τζουβαδάκης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2016

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Προκατασκευασμένα καταλύματα για αστέγους (μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης)

Κοκορόσκος Ευστράτιος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Τζουβαδάκης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2016

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Αφιερωμένο στην οικογένεια μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κύριο Ιωάννη Τζουβαδάκη για την καθοδήγησή του επί της επιλογής του θέματος αυτής της εργασίας και για την άμεση βοήθεια που μου προσέφερε από την αρχή έως το τέλος, σε κάθε πρόβλημα και ανάγκη που παρουσιάστηκε. Ακόμα, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για τις γνώσεις που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια του κύκλου σπουδών.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξη και την υπομονή που έδειξε κατά την εκπόνηση της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Μενέλαο Ξενάκη για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις και τις γνώσεις που μου παρείχε στο χειρισμό των λογισμικών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο αυτής της εργασίας αποτελεί ο σχεδιασμός ενός προκατασκευασμένου καταλύματος για αστέγους αξιοποιώντας τη μέθοδο της τρισδιάστατης εκτύπωσης. Ο σχεδιασμός του καταλύματος έγινε έτσι ώστε να δοθεί η δυνατότητα μεταφοράς του καταλύματος χρησιμοποιώντας τα σύγχρονα μέσα μεταφοράς, να εφαρμοστούν βασικές βιοκλιματικές τεχνικές, να χρησιμοποιηθούν φιλικά προς το περιβάλλον υλικά κατασκευής και τέλος να καλυφθούν οι βασικές ανάγκες των ατόμων που πρόκειται να στεγαστούν σε αυτά, με το λιγότερο δυνατό κόστος κατασκευής και τη χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση του καταλύματος. Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, εφαρμόστηκαν οι ελάχιστες διαστάσεις άνεσης εσωτερικών χώρων, βιοκλιματικά κριτήρια και μέσω κατάλληλου προγράμματος έγινε η ενεργειακή κατάταξη του καταλύματος. Σε ένα μεγάλο μέρος της εργασίας αναλύεται η χρήση και η εισαγωγή παραμέτρων στο πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε και επίσης αναλύεται η διαδικασία κατασκευής του καταλύματος καθώς και η διαδικασία μεταφοράς του. Στο τελευταίο κομμάτι της εργασίας γίνεται η σύγκριση του καταλύματος, τόσο σε επίπεδο κόστους όσο και σε επίπεδο ενεργειακής κατανάλωσης, σε σχέση με τις προκατασκευασμένες κατοικίες που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση αναγκών στέγασης.

ABSTRACT

Purpose of this Diploma thesis is the design of a prefabricated shelter unit for homeless people, utilizing the method of 3d printing. The facility was designed so as to allow the transfer of the unit using modern means of transport, to implement basic bioclimatic technique, use environmentally friendly construction and finishing materials to meet the basic needs of people who will be housed, with the least possible manufacturing cost and low energy consumption of the facility. To achieve these objectives, the minimum indoor comfort dimensions applied, bioclimatic criteria and through appropriate program, became the energy classification of the shelter. A large part of the Diploma thesis deals with the use and import parameters in the computer program and also the facility construction process is analyzed and the transfer process. The last part of this thesis is the comparison of the shelter, both in cost and in energy consumption, compared to the prefabricated houses that are usually used to address housing needs.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....1

1 ΚΑΤΑΛΥΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΣΤΕΓΟΥΣ.....2

1.1 Ανάγκη για στέγαση.....2

1.2 Σκηνές.....3

1.2.1 Απλές σκηνές.....3

1.2.2 Σύνθετες σκηνές.....4

1.3 Πρόχειρα καταλύματα.....6

1.3.1 Οικίσκοι προκατασκευασμένοι.....6

1.3.2 Προσωρινά καταλύματα από σάκους με χώμα.....7

1.3.3 Προσωρινά καταλύματα GVS.....8

1.4 Ημι-μόνιμη κατοικία Ύπατης Αρμοστείας-ΙΚΕΑ.....9

1.5 Μόνιμη κατοικία Safe(r) House.....10

1.6 Στόχοι σχεδιασμού καταλύματος.....11

2 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ.....12

2.1 Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης.....12

2.1.1 Εισαγωγή.....12

2.1.2 Τεχνολογίες Προσθετικής Κατασκευής.....14

2.1.3 Ρευστή Πρώτη 'Υλη.....15

2.1.4 Πρώτη Ύλη σε κόκκους.....15

2.1.5 Στερεά πρώτη ύλη.....18

2.2 Τρισδιάστατη εκτύπωση δομών μεγάλης κλίμακας.....20

2.2.1 Γενικά.....20

2.2.2 Η σημερινή κατάσταση αυτοματισμού στην κατασκευή.....20

2.2.3 Πρακτικές ξυλότυπου.....21

2.2.4 Διαδικασίες τοποθέτησης οπλισμού 22
2.2.5 Η ανάγκη για μία νέα καινοτόμο διαδικασία 22
2.3 Εκτύπωση με σκυρόδεμα 24
2.3.1 Δομή εκτυπωτή 25
2.3.2 Σύνθεση σκυροδέματος 25
2.3.3 Χαρακτηριστικά σκυροδέματος 27
2.3.4 Οπλισμός 27
2.4 Εκτύπωση με βιοπλαστικά 29
2.4.1 Γενικά 29
2.4.2 Σύνθεση του κτιρίου 29
2.4.3 Επίδραση της μεθόδου εκτύπωσης στις ιδιότητες 30
2.4.4 Ιδιότητες υλικού 30
2.4.5 Κόστος 31
2.4.6 Προτεινόμενος σχεδιασμός τμημάτων 32
2.4.7 Συμπεράσματα 32
2.5 Το ξύλο ως υλικό εκτύπωσης 34
2.5.1 Εισαγωγή 34
2.5.2 Συγκολλητικές ουσίες 35
2.5.3 Μοριοσανίδες 36
2.5.4 Μοριοσανίδες τύπου O.S.B. 38
2.5.5 Ινοσανίδες 39
2.6 Επιλογή υλικού εκτύπωσης και παραδοχές 41
3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΑΛΥΜΑΤΟΣ 43
3.1 Πυλώνες σχεδιασμού 43
3.2 Οδηγίες Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών 43

3.2.1 Γενικά 43
3.2.2 Βασικές αρχές και προδιαγραφές σχεδιασμού 44
3.3 Σχεδιασμός για μεταφορά 45
3.4 Σχεδιασμός εσωτερικού χώρου 46
3.5 Βιοκλιματικός σχεδιασμός 48
3.5.1 Ορισμός βιοκλιματικού σχεδιασμού 48
3.5.2 Γενικές αρχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού 49
3.5.3 Παθητικά συστήματα ηλιακής θέρμανσης 49
3.5.4 Παθητικά συστήματα αερισμού και δροσισμού 49
3.5.5 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα 50
3.5.6 Εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού 52
3.6 Σχεδιασμός λόγω τρισδιάστατης εκτύπωσης 55
3.7 Μελέτη εγκατάστασης δικτύων 57
3.7.1 Μελέτη ύδρευσης-αποχέτευσης 57
3.7.2 Μελέτη ηλεκτρομηχανολογικής εγκατάστασης 60
3.7.3 Διαστασιολόγηση χαλύβδινων διατομών βάσης 62
3.8 Μελέτη θερμομόνωσης κατά Κ.Εν.Α.Κ 66
3.8.1 Εισαγωγή 66
3.8.2 Καθορισμός θερμικών ζωνών 67
3.8.3 Ωράριο και περίοδος λειτουργίας του κτιρίου 67
3.8.4 Επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες χώρων 68
3.8.5 Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων 69
3.8.6 Στάθμη φωτισμού 69
3.8.7 Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης 70
3.8.8 Εσωτερικά κέρδη από χρήστες και εξοπλισμό 71

3.8.9 Γενική περιγραφή του κτιρίου 71

3.8.10 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτιρίου 79

3.8.11 Τεκμηρίωση ελαχίστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου 89

3.8.12 Ενεργειακή απόδοση του κτιρίου 97

3.8.13 Ενεργειακή κατάταξη με το πρόγραμμα ΚΕΝΑΚ 106

3.9 Τελικές διαστάσεις καταλύματος 110

4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ 113

4.1 Επιλογή τοποθεσίας 113

4.2 Χωροθέτηση 114

4.3 Τοποθέτηση δικτύου αποχέτευσης-ύδρευσης-ηλεκτρισμού 115

4.4 Μεταφορά εκτυπωτή στο σημείο 115

4.5 Κατασκευή βάσης καταλύματος 115

4.6 Κατασκευή κύριου σώματος καταλύματος 116

4.7 Τοποθέτηση κουφωμάτων - κατασκευή οροφής 118

4.8 Τοποθέτηση εξοπλισμού καταλύματος 119

4.9 Τελική σύνδεση με δίκτυο 120

4.10 Μεταφορά 120

5 ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ 121

6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥΣ 124

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ 129

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 129

ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ 129

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 130

ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ 130

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΌΝΩΝ 131

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 Προσφορά ανθρωπιστικής βοήθειας και προσωρινής στέγασης σε αστέγους[24] 2

Εικόνα 1.2 Ανθρωπιστική βοήθεια ΟΗΕ[26].....3

Εικόνα 1.3 Εξοπλισμός προσωρινής στέγασης της IFRC[27].....4

Εικόνα 1.4 Σύνθετη σκηνή της εταιρίας Rubb Building System[28].....5

Εικόνα 1.5 Σύνθετη σκηνή προσωρινής στέγασης[13].....5

Εικόνα 1.6 Προκατασκευασμένοι οικίσκοι από πάνελ πολυουρεθάνης[29].....6

Εικόνα 2.1 Αντικείμενα τρισδιάστατης εκτύπωσης[35][36][37].....12

Εικόνα 2.2 Πολυεδρική αναπαράσταση αντικειμένου[38].....13

Εικόνα 2.3 Τεμαχισμός ψηφιακού αντικειμένου σε στρώσεις[39].....13

Εικόνα 2.4 Διαδικασία εκτύπωσης SLA[40].....15

Εικόνα 2.5 Διαδικασία εκτύπωσης SLS[41].....16

Εικόνα 2.6 Τρισδιάστατη εκτύπωση[42].....16

Εικόνα 2.7 Προϊόντα εκτύπωσης με επιλεκτική συσσωμάτωση κόκκων μετάλλου[43].....17

Εικόνα 2.8 Διαδικασία μορφοποίησης κόκκων με λέιζερ[44].....17

Εικόνα 2.9 Εκτυπωτής εναπόθεσης υλικού[45].....18

Εικόνα 2.10 Εκτυπωτής συγκόλλησης επάλληλων φύλλων[46].....19

Εικόνα 2.11 Ενδεικτική κατασκευή ξυλότυπου[38].....21

Εικόνα 2.12 Παράδειγμα οπλισμού[48].....22

Εικόνα 2.13 Σχηματική απεικόνηση ακροφυσίου μεθόδου CC[6].....24

Εικόνα 2.14 Κατασκευή στοιχείου με τη μέθοδο CC[49].....25

Εικόνα 2.15 Κατασκευή κτιρίου με τη μέθοδο CC[49].....26

Εικόνα 2.16 Πρόταση στοιχείων οπλισμού μεθόδου CC[6].....27

Εικόνα 2.17 Παράδειγμα εκτυπούμενου στοιχείου με τη μέθοδο CC[50].....28

Εικόνα 2.18 Εκτύπωση τεμαχίων με την μέθοδο των Dus Architects[8].....29

Εικόνα 2.19 Διάταξη και κίνηση εκτυπωτή βιοπλαστικών[8] 30

Εικόνα 2.20 Προτεινόμενος σχεδιασμός τοίχου[8] 32

Εικόνα 2.21 Προτεινόμενος σχεδιασμός δαπέδου[8] 32

Εικόνα 2.22 Στοιχείο εκτύπωσης με τη χρήση βιοπλαστικών[51] 33

Εικόνα 2.23 Εκτύπωση τη χρήση προϊόντων ξύλου από την εταιρία WASP[52] 34

Εικόνα 2.24 Στοιχείο εκτύπωσης με τη χρήση προϊόντων ξύλου από την εταιρία WASP[52] 35

Εικόνα 2.25Μοριοσανίδες διαφόρων παχών[53].....37

Εικόνα 2.26 Χρήση OSB σε εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες[54].....38

Εικόνα 2.27 Ινοσανίδες[56] 40

Εικόνα 2.28 Ενδεικτική διάταξη εκτυπωτή για την εκτύπωση με προϊόντα ξύλου[57].....42

Εικόνα 3.1 Προσομοίωση διαστάσεων καταλύματος με τις διαστάσεις εμπορευματοκιβωτίου μέσω προγράμματος LayOut 45

Εικόνα 3.2 Απεικόνιση βάσης καταλύματος και σύνδεσης με πλατφόρμα μεταφοράς.....46

Εικόνα 3.3 Απεικόνιση διαστάσεων κουκέτας μέσω προγράμματος LayOut 47

Εικόνα 3.4 Τυπικές διαστάσεις κουζίνας[23] 47

Εικόνα 3.5 Διαστάσεις λεκάνης και ντουζιέρας[23] 48

Εικόνα 3.6 Αεριζόμενη στέγη[60].....50

Εικόνα 3.7 Διάταξη ηλιακού θερμοσίφωνα[61].....51

Εικόνα 3.8 Λειτουργία υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής[62] 52

Εικόνα 3.9 Επιλογή ανακυκλώσιμων υλικών για την παραγωγή μόνωσης κυτταρίνης[63] 53

Εικόνα 3.10 Μόνωση κυτταρίνης[64].....54

Εικόνα 3.11 Τοποθέτηση μόνωσης κυτταρίνης[65].....55

Εικόνα 3.12 Πρόταση τοποθέτησης ξύλινων στοιχείων στο ανώφλι των ανοιγμάτων μέσω προγράμματος LAYOUT 56

Εικόνα 3.13 Πρόταση τοποθέτησης μεταλλικού φύλλου οροφής μέσω προγράμματος LAYOUT 56

Εικόνα 3.14 Απεικόνιση εγκατάστασης ύδρευσης.....59

Εικόνα 3.15 Απεικόνιση εγκατάστασης αποχέτευσης 60

Εικόνα 3.16 Απεικόνιση εγκατάστασης ηλεκτομηχανολογικών.....61

Εικόνα 3.17 Διατομή ELT 39/128[66] 62

Εικόνα 3.18 Διατομή SYMDECK 73[66].....62

Εικόνα 3.19 Επιτρεπόμενες φορτίσεις διατομής SYMDECK 73[66] 63

Εικόνα 3.20 Επιτρεπόμενες τιμές φόρτισης διατομής ELT 39/128[66] 64

Εικόνα 3.21 Χαρακτηριστικά διατομής UPN 40/35[66] 64

Εικόνα 3.22 Χαρακτηριστικά διατομής HEA 120[66] 65

Εικόνα 3.23 Απεικόνιση τοποθέτησης καταλύματος στο χώρο μέσω προγράμματος LayOut.....73

Εικόνα 3.24 Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 38° 74

Εικόνα 3.25 Απεικόνιση σκίασης νότιου ανοίγματος μέσω προγράμματος LayOut.....75

Εικόνα 3.26 Απεικόνιση σκίασης παραθύρου τουαλέτας μέσω προγράμματος LayOut.....75

Εικόνα 3.27 Απεικόνιση σκίασης παραθύρου κουζίνας μέσω προγράμματος LayOut 76

Εικόνα 3.28 Απεικόνιση σκίασης κεντρικής εισόδου μέσω προγράμματος LayOut.....76

Εικόνα 3.29 Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης α που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης 77

Εικόνα 3.30 Γραφική απεικόνιση της γωνίας β 78

Εικόνα 3.31 Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων δαπέδου 86

Εικόνα 3.32 Απεικόνιση απόστασης τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών από κατάλυμα ως προς τον άξονα βορρά-νότου.....93

Εικόνα 3.33 Κλιματολογικά δεδομένα προγράμματος ΚΕΝΑΚ 106

Εικόνα 3.34 Δεδομένα κτιρίου προγράμματος ΚΕΝΑΚ 106

Εικόνα 3.35 Στοιχεία θερμικής ζώνης προγράμματος ΚΕΝΑΚ 106

Εικόνα 3.36 Στοιχεία αδιαφανών δομικών στοιχείων προγράμματος ΚΕΝΑΚ 106

Εικόνα 3.37 δεδομένα στοιχείου σε επαφή με το έδαφος προγράμματος ΚΕΝΑΚ 107

Εικόνα 3.38 Δεδομένα διαφανών δομικών στοιχείων προγράμματος ΚΕΝΑΚ 107

Εικόνα 3.39 Δεδομένα συστήματος θέρμανσης προγράμματος ΚΕΝΑΚ 107

Εικόνα 3.40 Δεδομένα συστήματος ψύξης προγράμματος ΚΕΝΑΚ.....107

Εικόνα 3.41 Δεδομένα συστήματος ΖΝΧ προγράμματος ΚΕΝΑΚ.....108

Εικόνα 3.42 Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών προγράμματος ΚΕΝΑΚ 108

Εικόνα 3.43 Ενεργειακή κλάση καταλύματος 108

Εικόνα 3.44 Απεικόνιση κάτοψης καταλύματος και λεπτομέρειας τοίχου μέσω προγράμματος LayOut 110

Εικόνα 3.45 Απεικόνιση ανατολικής όψης καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut.....111

Εικόνα 3.46 Απεικόνιση νότιας όψης καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut.....111

Εικόνα 3.47 Απεικόνιση βόρειας όψης καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut.....112

Εικόνα 3.48 Απεικόνιση δυτικής όψης καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut.....112

Εικόνα 3.49 Απεικόνιση στεγάστρου μέσω προγράμματος LayOut 112

Εικόνα 4.1 Ενδεικτική τοποθέτηση των καταλυμάτων στο χώρο μέσω προγράμματος LayOut.....114

Εικόνα 4.2 Απεικόνιση χωροθέτησης διαδρόμων ασφαλείας μέσω προγράμματος LayOut 114

Εικόνα 4.3 Απεικόνιση μεταλλικών στοιχείων βάσης καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut.....115

Εικόνα 4.4 Απεικόνιση σύνδεσης διατομών βάσης μέσω προγράμματος LayOut.....116

Εικόνα 4.5 Απεικόνιση τοποθέτησης αγωγών ύδρευσης μέσω προγράμματος LayOut.....116

Εικόνα 4.6 Απεικόνιση κατασκευής τοιχοποιίας μέσω προγράμματος LayOut.....117

Εικόνα 4.7Απεικόνιση τοποθέτησης ηλεκτρολογικών και μονωτικού υλικού μέσω προγράμματος LayOut 117

Εικόνα 4.8 Πρόταση βημάτων κατασκευής οροφής μέσω προγράμματος LayOut 118

Εικόνα 4.9 Απεικόνιση εξαρτημάτων στέγης μέσω προγράμματος LayOut 118

Εικόνα 4.10 Πρόταση συναρμολόγησης οροφής μέσω προγράμματος LayOut 119

Εικόνα 4.11 Απεικόνιση τοποθέτησης εξοπλισμού μέσω προγράμματος LayOut 119

Εικόνα 4.12 Απεικόνιση σύνδεσης καταλύματος στο δίκτυο ύδρευσης-αποχέτευσης και ηλεκτρικού ρεύματος μέσω προγράμματος LayOut 120

Εικόνα 4.13 Πρόταση σύνδεσης μεταλλικών εξαρτημάτων και μεταφοράς καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut 121

Εικόνα 6.1 Προκατασκευασμένος οικίσκος εταιρίας Ενέτα.....124

Εικόνα 6.2 Διάγραμμα σύγκρισης κόστους 125

Εικόνα 6.3 Ενεργειακή κατάταξη καταλύματος από πάνελ πολυουρεθάνης σύμφωνα με το πρόγραμμα ΚΕΝΑΚ.....126

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικές τιμές μηχανικών ιδιοτήτων Macromelt 6900E.....31

Πίνακας 2 Ελάχιστες προδιαγραφές κατασκευής σύμφωνα με το εγχειρίδιο της Ύπατης Αρμοστείας 44

Πίνακας 3 Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτιρίου 68

Πίνακας 4 Επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες θερινής και χειμερινής περιόδου 69

Πίνακας 5 Απαιτήσεις νωπού αέρα.....69

Πίνακας 6 Συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού 70

Πίνακας 7 Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης.....70

Πίνακας 8 Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου.....71

Πίνακας 9 Συντελεστές σκίασης ορίζοντα.....77

Πίνακας 10 Συντελεστές σκίασης προβόλου.....78

Πίνακας 11 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα 80

Πίνακας 12 Μέγιστες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτιρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του.....80

Πίνακας 13 Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων.....87

Πίνακας 14 Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου 87

Πίνακας 15 Συντελεστές θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων 88

Πίνακας 16 Υπολογισμός θερμογεφυρών.....89

Πίνακας 17 Κάλυψη φορτίου θέρμανσης 90

Πίνακας 18 Κάλυψη φορτίου ψύξης.....91

Πίνακας 19 Φορτίο κάλυψης ηλιακού θερμοσιφώνα.....96

Πίνακας 20 Γενικά δεδομένα κτιρίου 99

Πίνακας 21 Εσωτερικές συνθήκες θερμικής ζώνης.....100

Πίνακας 22 Τελικά στοιχεία αδιαφανών στοιχείων 100

Πίνακας 23 Τελικά στοιχεία δαπέδου 100

Πίνακας 24Τελικά στοιχεία διαφανών δομικών στοιχείων.....101

Πίνακας 25 Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης 102

Πίνακας 26 Δεδομένα για το σύστημα ψύξης.....103

Πίνακας 27 Δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης 104

Πίνακας 28 Δεδομένα για το σύστημα ηλιακού συλλέκτη 105

Πίνακας 29 Ενεργειακές καταναλώσεις καταλύματος.....109

Πίνακας 30 Προσεγγιστικός υπολογισμός κόστους καταλύματος 123

Πίνακας 31 Ενεργειακή κατανάλωση καταλύματος από πάνελ πολυουρεθάνης σύμφωνα με το πρόγραμμα ΚΕΝΑΚ 127

Πίνακας 32 Σύγκριση ενεργειακής κατανάλωσης καταλύματος τρισδιάστατης εκτύπωσης με καταλύματα από πάνελ πολυουρεθάνης 127

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός

Η μελέτη που ακολουθεί αφορά τον σχεδιασμό ενός προκατασκευασμένου καταλύματος για αστέγους χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της τρισδιάστατης εκτύπωσης.

Στόχοι

Κατά το σχεδιασμό του καταλύματος έγινε προσπάθεια να καλυφθούν οι βασικές ανάγκες των ατόμων που πρόκειται να στεγαστούν, ενώ ταυτόχρονα έγινε προσπάθεια ο σχεδιασμός του καταλύματος να επιτρέπει τη μεταφορά του, με τα σύγχρονα μέσα μεταφοράς. Επίσης ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη χρήση φιλικών ως προς το περιβάλλον υλικών κατασκευής, την αξιοποίηση βασικών βιοκλιματικών μεθόδων, την εφαρμογή των διαστάσεων άνεσης των εσωτερικών χώρων, με τελικό στόχο το κατάλυμα να είναι ανταγωνιστικό ως προς το κόστος κατασκευής του και την ενεργειακή του κατανάλωση.

Μέσα έρευνας

Για το σχεδιασμό του καταλύματος εφαρμόστηκαν οι ελάχιστες διαστάσεις για καταλύματα εκτάκτου ανάγκης όπως αυτά ορίζονται από την Ύπατη Αρμοστεία του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, οι ελάχιστες διαστάσεις άνεσης εσωτερικών χώρων, η μελέτη θερμομόνωσης κατά Κ.Εν.Α.Κ και η ενεργειακή κατάταξη του καταλύματος με το πρόγραμμα ΚΕΝΑΚ. Για την φωτορεαλιστική αναπαράσταση του καταλύματος χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SketchUp καθώς και το πρόγραμμα LayOut. Επίσης μελετήθηκε η στατική επάρκεια των χαλύβδινων διατομών που επιλέχθηκαν για την κατασκευή της βάσης του καταλύματος αλλά και η υδραυλική, αποχετευτική και ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση βάσει των ισχυόντων διατάξεων.

Ενότητες

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά του φαινομένου της έλλειψης στέγασης σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς και περιγραφή ορισμένων καταλυμάτων που χρησιμοποιούνται για την προσωρινή, ημι-μόνιμη αλλά και μόνιμη στέγαση αστέγων. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή των τεχνικών τρισδιάστατης εκτύπωσης, των υλικών που χρησιμοποιούνται αλλά και των προσπαθειών που πραγματοποιούνται από διάφορους οργανισμούς, εταιρίες και εκπαιδευτικά ιδρύματα για την τρισδιάστατη εκτύπωση στοιχείων μεγάλης κλίμακας και την ένταξη της μεθόδου στο τομέα της κατασκευής και τέλος γίνεται η επιλογή του υλικού εκτύπωσης και περιγραφή της δομής του εκτυπωτή. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται ο σχεδιασμός του καταλύματος, ο έλεγχος της θερμομονωτικής του επάρκειας κατά Κ.Εν.Α.Κ, η ενεργειακή κατάταξη του καταλύματος με το πρόγραμμα ΚΕΝΑΚ, βασικοί έλεγχοι επάρκειας των διατομών χάλυβα και η μελέτη του συστήματος ύδρευσης, αποχέτευσης και ηλεκτρομηχανολογικής εγκατάστασης. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της διαδικασίας κατασκευής του καταλύματος αλλά και της μεταφοράς του. Στη συνέχεια γίνεται μία σύγκριση μεταξύ του καταλύματος που μελετήσαμε και των προκατασκευασμένων κατοικιών από πάνελ πολυουρεθάνης σε επίπεδο κόστους αλλά και σε επίπεδο ενεργειακής κατανάλωσης. Ακολουθούν μία σύντομη ανακεφαλαίωση των βημάτων που εκτελέσθηκαν, τα γενικά συμπεράσματα που εξήχθησαν και προτάσεις για μελλοντική έρευνα στον τομέα της τρισδιάστατης εκτύπωσης.

1 ΚΑΤΑΛΥΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΣΤΕΓΟΥΣ

1.1 Ανάγκη για στέγαση

Η ανάγκη για στέγαση είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο που παρουσιάζει μια διαρκή αύξηση. Περισσότεροι από 1,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι υστερούν στην επαρκή κάλυψη της ανάγκης τους για στέγαση ενώ σύμφωνα με την τελευταία παγκόσμια έρευνα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών που πραγματοποιήθηκε το 2005, εκτιμάται ότι 100 εκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο δεν έχουν μόνιμη στέγη. Το φαινόμενο αυτό προκύπτει από διάφορους κοινωνικούς παράγοντες όπως τα προβλήματα υγείας, η διανοητική ασθένεια, ο εθισμός, τα διαζύγια, η ενδοοικογενειακή βία, η έλλειψη εκπαίδευσης, η ανεργία, η φτώχια αλλά και από πολιτικούς παράγοντες όπως ο πόλεμος. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επιδρούν επίσης στην αύξηση του φαινομένου της έλλειψης στέγης είναι οι φυσικές καταστροφές στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οι σεισμοί, τα ηφαίστεια, οι πλημμύρες, οι πυρκαγιές, οι κατολισθήσεις, οι τροπικοί κυκλώνες, οι ανεμοστρόβιλοι και το tsunami.

Εικόνα 1.1 Προσφορά ανθρωπιστικής βοήθειας και προσωρινής στέγασης σε αστέγους[24]

Όλοι αυτοί οι παράγοντες καθιστούν την παροχή ενός καταλύματος αναγκαία. Η αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων γίνεται με την βοήθεια της κυβέρνησης της κάθε χώρας αλλά κυρίως μέσω των κυβερνητικών ή μη κυβερνητικών ανθρωπιστικών οργανώσεων.

Οι ανθρωπιστικές αυτές οργανώσεις, όσον αφορά τις κατοικίες των πληγέντων, ακολουθούν μια διαδικασία για την ομαλή μετάβαση τους από την στιγμή που υπέστησαν φθορές ή πλήρη κατάρρευση των κτιρίων τους στην περίπτωση των φυσικών καταστροφών μέχρι την αποκατάσταση ή την κατασκευή καινούργιων μόνιμων κατοικιών. Στα πρώτα στάδια της στέγασής τους στους πληγέντες προσφέρονται απλές σκηνές για την άμεση στέγασή τους. Στη συνέχεια, κατασκευάζονται πρόχειρα καταλύματα τα οποία λειτουργούν για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μέχρι να κατασκευαστούν οι μόνιμες κατοικίες τους. Στη συνέχεια του κεφαλαίου παρουσιάζονται κάποια δείγματα καταλυμάτων και η ανάλυση των βασικών χαρακτηριστικών τους.

1.2 Σκηνές

1.2.1 Απλές σκηνές

1.2.1.1 Σκηνές ανθρωπιστικής οργάνωσης των Ηνωμένων Εθνών (UNHCR)

Αυτού του τύπου σκηνές προσφέρονται στους πρόσφυγες από την ανθρωπιστική οργάνωση των Ηνωμένων Εθνών (UNHCR) ως ένα πρώτο καταφύγιο μετά από κάποια φυσική καταστροφή. Οι διαστάσεις του κύριου χώρου μιας τέτοιας σκηνής είναι 4,00m X 4,00m για τη φιλοξενία 5-6 ατόμων και έχουν ύψος 2,20m.

Εικόνα 1.2 Ανθρωπιστική βοήθεια ΟΗΕ[26]

Ο σκελετός της είναι στύλοι από χάλυβα διαμέτρου 38 mm. Για την στήριξη του καλύμματος χρησιμοποιούνται σχοινιά και πάσσαλοι. Το ύφασμα που χρησιμοποιείται για την κάλυψη του σιδερένιου σκελετού και η οροφή της σκηνής, είναι καραβόπανο χρώματος λευκού το οποίο είναι αδιάβροχο, μη διαβρωτικό, δεν συρρικνώνεται από το νερό, ευάερο και αντιστέκεται επαρκώς στην πυρκαγιά. Επιπλέον, θα πρέπει να τονίσουμε ότι η διπλή χρήση του καραβόπανου στην οροφή προστατεύει περισσότερο τόσο στις χαμηλές όσο και στις υψηλές θερμοκρασίες.

Το πάτωμα της σκηνής είναι ένα ξεχωριστό τεχνητό ύφασμα από πολυαιθυλένιο (PE) και ειδικότερα τύπου HDPE. Κυριότερος λόγος χρήσης του πολυαιθυλενίου είναι εξαιτίας των φυσικών ιδιοτήτων του αφού δεν φθείρεται και είναι άριστο προστατευτικό για κάθε είδους έδαφους, ακόμα και για τα πιο βραχώδη. Επίσης, είναι αδιάβροχο σε τέτοιο βαθμό που μόνο αν υπάρχει κάποια οπή μπορεί το νερό να το διαπεράσει ενώ είναι σκληρό και αδιαφανές και μπορεί να αντισταθεί στις υψηλές θερμοκρασίες (120 ^{0}C για τις μικρές χρονικές περιόδους, 110 ^{0}C συνεχώς). Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα καθώς όταν ξετυλιχτεί το ύφασμα από πολυαιθυλένιο, είναι δύσκολο να ανακτηθεί η αρχική μορφή του.

Για την συναρμολόγησή του είναι απαραίτητα απλά εργαλεία όπως σφυρί και καρφιά και τα εξαρτήματα αυτής, χαλύβδινοι πάσσαλοι και σχοινιά, βρίσκονται στο κουτί του εξοπλισμού. Η σκηνή μεταφέρεται εύκολα μέσα σε ένα σάκο από λινάτσα και πολυαιθυλένιο με βάρος 55kg.

Το κόστος της κάθε σκηνής είναι 176 ευρώ σύμφωνα με την ιστοσελίδα της UNHCR.[11]

1.2.1.2 Σκηνές της IFRC

Η σκηνή αυτή προσφέρεται από την ανθρωπιστική οργάνωση της IFRC ως μια πρώτη λύση για την στέγαση των ανθρώπων που έχουν πληγεί από κάποια φυσική καταστροφή. Η σκήνη έχει διαστάσεις 4,00m X 4,00m και ύψος έως και 2,2m και η κατασκευή της γίνεται από τα άτομα που θα τη χρησιμοποιήσουν. Ο σκελετός της σκηνής μπορεί να κατασκευαστεί από διάφορα υλικά όπως ξύλο και χαλύβδινες διατομές ενώ το κάλυμμα του σκελετού, το οποίο παρέχει η ανθρωπιστική οργάνωση είναι ένας αδιάβροχος, μη διαβρωτικός καμβάς που αποτελείται από 41.6% βαμβάκι και 58.4% πολυεστέρα. Για την κατασκευή του δαπέδου της σκηνής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ίδιος καμβάς καθώς σε κάθε σάκο προσφέρονται 2 τεμάχια. Για την κατασκευή της σκηνής απαιτούνται απλά εργαλεία όπως σφυρί, καρφιά, σχοινί, πριόνι κ.α., τα οποία προσφέρονται μαζί με τα 2 καλύμματα σε ένα σάκο εκτάκτου ανάγκης. Η μεταφορά των σκηνών γίνεται από φορτηγά στο σημείο ανάγκης.[12]

Εικόνα 1.3 Εξοπλισμός προσωρινής στέγασης της IFRC[27]

1.2.2 Σύνθετες σκηνές

Η διαφορά των σύνθετων σκηνών έγκειται στην ύπαρξη θεμελίων και συνεπώς δεν χρειάζονται σχοινιά και πάσσαλοι για την στήριξή τους. Τέτοιες σκηνές κατασκευάζει η εταιρία Rubb Building System και τις προσφέρει σε περιπτώσεις ανάγκης για την στέγαση οικογενειών και κλινικών ή με σκοπό να λειτουργήσουν σαν αποθηκευτικοί χώροι.

Η εταιρία μπορεί να παρέχει ένα μεγάλο αριθμό τυποποιημένων προκατασκευασμένων τμημάτων τα οποία συναρμολογεί σε πλαίσια. Μετά την συναρμολόγηση των τμημάτων αυτών το άνοιγμα της σκηνής μπορεί να φτάσει μέχρι και 92m μήκος, ανάλογα με την χρήση και ύψος το οποίο μπορεί να φτάσει τα 25m. Οι σκηνές εκτάκτου ανάγκης που χρησιμοποιούνται είναι σχετικά μικρών διαστάσεων δηλαδή 3,00m X 6,00m, 4,00m X 6,00m, 5,50m X 6,00m και 7,00m X 6,00m. Ο σκελετός γίνεται με συγκόλληση χαλύβδινων στύλων. Όλα τα καταφύγια είναι εύκολο να συναρμολογηθούν από άτομα που δεν είναι ειδικευμένα αφού υπάρχουν οδηγίες για την κατασκευή τους και ο αντίστοιχος εξοπλισμός.

Μετά την κατασκευή των διάφορων τμημάτων του σκελετού, γίνεται εμβάπτιση με λειωμένο ψευδάργυρο με αποτέλεσμα να είναι γαλβανισμένες τόσο οι εξωτερικές όσο και οι εσωτερικές επιφάνειες τους για την προστασία τους από την διάβρωση του χάλυβα, για πολλά χρόνια.

Εικόνα 1.4 Σύνθετη σκηνή της εταιρίας Rubb Building System[28]

Το κάλυμμα της σκηνής είναι φτιαγμένο από ένα ύφασμα που ονομάζεται PVC 453 και είναι συνδυασμός δύο υλικών, πολυεστέρα και πολυβινυλικού χλωριδίου με αποτέλεσμα την μεγάλη αντοχή τάνυσης του υφάσματος λόγω του πολυεστέρα αλλά και ανθεκτικότητα, άριστα χαρακτηριστικά πυρασφάλειας και φυσικό φωτισμό λόγω του PVC, καθώς και της αδιαβροχοποίησής του. Για την μεταφορά τους όλα τα τμήματα πλαισίων σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορεί να μεταφερθούν από ένα κοινό όχημα αλλά και μέσα σε εμπορευματοκιβώτια. Το κόστος τέλος, κυμαίνεται περίπου στα 350€.[28]

Εικόνα 1.5 Σύνθετη σκηνή προσωρινής στέγασης[13]

1.3 Πρόχειρα καταλύματα

1.3.1 Οικίσκοι προκατασκευασμένοι

Οι προκατασκευασμένοι μεταφερόμενοι οικίσκοι χρησιμοποιούνται σε έκτακτες ανάγκες (όπως για παράδειγμα σε περίπτωση σεισμού) για την στέγαση των πολιτών. Έχουν υψηλή αντοχή λόγω του σχεδιασμού τους και της ποιότητας της κατασκευής τους.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι προκατασκευασμένων κατοικιών που διαφέρουν στις διαστάσεις τους, στη διαρρύθμιση καθώς και στα άτομα που μπορούν να φιλοξενήσουν. Στην αγορά υπάρχουν προκατασκευασμένοι οικίσκοι με διαστάσεις 6,00m X 2,50m, 3,00m X 8,00m καθώς και 12,00m X 2,50m και περιλαμβάνουν ένα υπνοδωμάτιο, χώρο υγιεινής και κουζίνα, όμως υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής διαφόρων διαρρυθμίσεων στο εσωτερικό τους.

Εικόνα 1.6 Προκατασκευασμένοι οικίσκοι από πάνελ πολυουρεθάνης[29]

Η θεμελίωση των οικίσκων γίνεται σε 8 σημεία στήριξης τα οποία ακουμπάνε σε 8 κυβόλιθους. Ο οικίσκος αποτελείται από ένα χαλύβδινο γαλβανισμένο σκελετό και η εσωτερική επιφάνειά τους μπορεί να επικαλυφθεί με ξύλο, πλακάκια ή φύλλο μουσαμά. Περιμετρικά και στην οροφή του οικίσκου χρησιμοποιούνται πάνελ πολυουρεθάνης για την επαρκή θερμομόνωσή του. Ενώ η πολυουρεθάνη προσφέρει κάποια σημαντικά στοιχεία στην κατασκευή, όπως η θερμομόνωση του, προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, είναι μη ανακυκλώσιμο, δεν δίνεται δυνατότητα διαπνοής του οικίσκου και σε περίπτωση δε πυρκαγιάς παράγεται κυάνιο, ουσία φοβερά τοξική για τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα κουφώματα που χρησιμοποιούνται είναι αλουμινίου με διπλά τζάμια για να εξασφαλίζεται τόσο θερμομόνωση όσο και ηχομόνωση. Οι οικίσκοι διαθέτουν επίσης εγκατάσταση ύδρευσης και αποχέτευσης.

Η μεταφορά των οικίσκων γίνεται με φορτηγά αναρτώντας κάθε οικίσκο από 4 γωνιακά σημεία τα οποία διαθέτουν ενώ το κόστος ενός οικίσκου 15m^2 ανέρχεται στις 14.000 ευρώ. [14]

1.3.2 Προσωρινά καταλύματα από σάκους με χώμα

Η κατασκευή πρόχειρων καταλυμάτων από σάκους με χώμα, «Emergency Sandbags Shelters», υλοποιήθηκε από τον Ιρανό αρχιτέκτονα Nader Khalili. Το 1995 η Ύπατη Αρμοστεία του Οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών για τους Πρόσφυγες (UNHCR), το Πρόγραμμα Ανάπτυξης του Ο.Η.Ε. (UNPD) και ο Nader Khalili κατασκεύασαν στο Ιράν, μερικά προσωρινά καταλύματα από σάκους με χώμα, για τους πρόσφυγες από τον πόλεμο του Περσικού Κόλπου. Από τότε έχουν χτιστεί χιλιάδες τέτοια καταλύματα στο Μεξικό, τη Βραζιλία, τη Χιλή, το Ιράν, την Ινδία, τη Σιβηρία, την Ταϊλάνδη, καθώς επίσης και στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.

Η τεχνική που χρησιμοποιείται είναι η κατασκευή ενός θολωτού σχήματος με ποικίλες διαστάσεις ανάλογα με τα άτομα που θα στεγαστούν. Η κατασκευή επίσης, μπορεί να υλοποιηθεί από εθελοντές. Τέλος, το κόστος των καταλυμάτων αυτών είναι πολύ χαμηλό καθώς αξιοποιούνται υλικά τα οποία είναι διαθέσιμα στην κάθε περιοχή.

Για την κατασκευή των καταλυμάτων αυτών είναι απαραίτητα εργαλεία όπως αξίνα, φτυάρια, σκοινί ψαλίδι και κάποια κομμάτια σωλήνων. Αρχικά παράγεται ένα μίγμα με το οποίο γεμίζουμε πλαστικούς σάκους. Στην συνέχεια, σκάβεται μία κυκλική τάφρος βάθους 30cm και τοποθετείται η είσοδος του καταλύματος κατά την διεύθυνση του ανέμου και μακριά από νερά, για την αποφυγή εισόδου υδάτων στο εσωτερικό.

Στην τάφρο μέσα, τοποθετείται μια στρώση από σάκους και στη συνέχεια τοποθετούνται οι επόμενες στρώσεις σύμφωνα με την εσωτερική ακτίνα του αντικριστού θόλου.

Όταν ο θόλος ολοκληρωθεί καλύπτεται εξωτερικά, με διάφορα υλικά, όπως ασβεστοκονιάματα και ένα μείγμα από 85% χώμα και 15% ασβεστοκονίαμα τσιμέντου.[15]

Εικόνα 1.7 Προσωρινά καταλύματα από σάκους με χώμα[30]

1.3.3 Προσωρινά καταλύματα GVS

Τα προσωρινά καταλύματα Global Village Shelters (GVS), σχεδιάστηκαν από τον Daniel A. Ferrara και την Mia Yvonne Ferrara Pelosi II και λειτουργούν ως ένα μεταβατικό καταφύγιο μεταξύ των καταλυμάτων άμεσης στέγασης και της κατασκευής της μόνιμης κατοικίας.

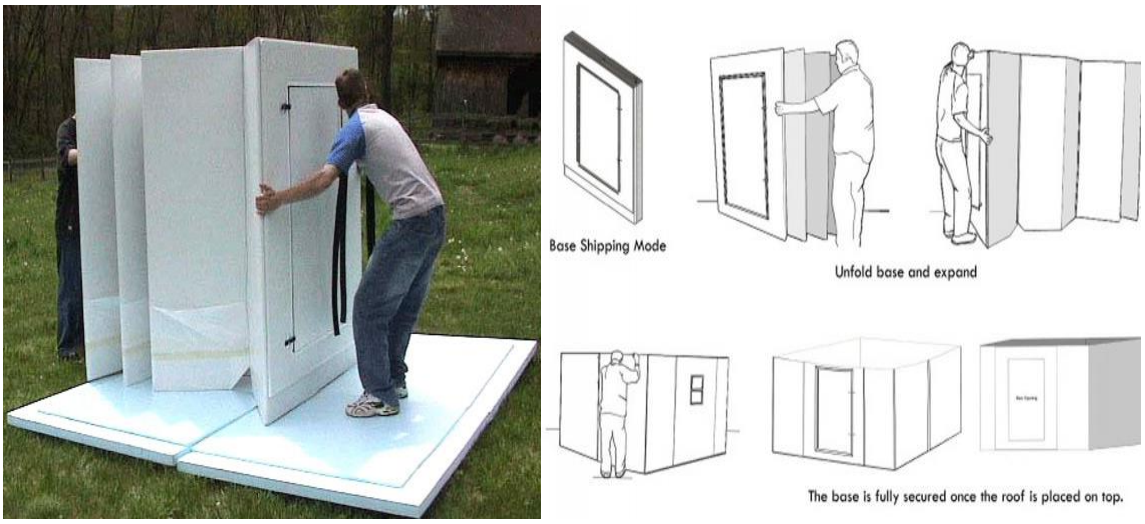
Τα καταλύματα GVS έχουν βάρος 77,3kg, διαστάσεις 2,45m X 2,45m (τετραγωνικό σχήμα) και συνολικό ύψος 2,4m.

Το υλικό που χρησιμοποιείται για την στέγη και τους τοίχους είναι αδιάβροχο, χρώματος λευκού ενώ είναι ανθεκτικό σε πυρκαγιά. Το υλικό αυτό έχει διάρκεια ζωής 18 μήνες παρέχοντας ένα υψηλής ποιότητας περιβάλλον διαβίωσης στους πληγέντες. Αποτελείται κατά κύριο λόγο από ανακυκλώσιμο χοντρό χαρτόνι.

Η στήριξη του καλύμματος γίνεται μέσω χαλύβδινων πασσάλων και σχοινιού και προσφέρεται επαρκή θερμομόνωση του καταλύματος και ταυτόχρονα προστασία από τον αέρα και την βροχή. Για τη συναρμολόγησή τους ξεδιπλώνουμε τους τοίχους δημιουργώντας μια τετράγωνη βάση.

Στη συνέχεια διαμορφώνουμε την στέγη ανοίγοντας τα τέσσερα φύλλα της, συνδέουμε τα επιμέρους τμήματα, σχηματίζοντας τις δοκούς και μέσω σχοινιών δημιουργούμε μια σταθερή τριγωνική σκεπή. Τέλος απλώνουμε πάνω στη στέγη το αντίστοιχο κάλυμμα από σανίδες κοντραπλακέ.

Τα καταλύματα GVS μεταφέρονται με φορτηγά έχοντας διαχωρισμένα τα κομμάτια της στέγης και της οροφής μαζί με τα υπόλοιπα εργαλεία, ενώ το κόστος τους κυμαίνεται από 350 έως 450€.[16]



Εικόνα 1.8 Προσωρινά καταλύματα GVS[31]

Εικόνα 1.9 Προσωρινά καταλύματα GVS[32]

1.4 Ημι-μόνιμη κατοικία Ύπατης Αρμοστείας-ΙΚΕΑ

Η Ύπατη Αρμοστεία του ΟΗΕ (UNHCR) σε συνεργασία με το γραφείο βιομηχανικού σχεδιασμού της εταιρίας ΙΚΕΑ σχεδίασαν και κατασκεύασαν μία μοναδοποιημένη κατοικία για την στέγαση των προσφύγων. Το κατάλυμα είναι κατασκευασμένο από αδιάβροχα και πυρίμαχα υλικά, στηριζόμενα σε ένα ατσάλινο πλαίσιο με την προσθήκη φωτοβολταϊκών, για τις ανάγκες φωτισμού. Το εμβαδό του καταλύματος είναι 17,5 m^2 με μήκος 5,68m, πλάτος 3,32m και ύψος 2,83m και παρέχει στέγαση για μια πενταμελή οικογένεια. Αρχικά, 52 χειροποίητα πρωτότυπα εγκαταστάθηκαν δοκιμαστικά στο βόρειο Ιράκ και στην Αιθιοπία. Για την κατασκευή τους απαιτούνται μερικά απλά βασικά εργαλεία ενώ το κόστος του ανέρχεται σε 1058 €.[33][17]

Εικόνα 1.10 Ημι-μόνιμη κατοικία Ύπατης Αρμοστείας-ΙΚΕΑ[33]

1.5 Μόνιμη κατοικία Safe(r) House

Το Tsunami Design lnitiative (TDI) είναι μια μελέτη που έχει ως στόχο την ανοικοδόμηση των μόνιμων κατοικιών στην νότια Ασιατική ακτή, μετά το tsunami το Δεκέμβριο του 2004, συστάθηκε από μια ομάδα σπουδαστών του πανεπιστημίου του Χάρβαρντ και πραγματοποιήθηκε στη Prajnopaya και την Sri Bodhiraja, αλλά κυρίως στην Sri Lanka όπου ήταν και η περιοχή που υπέστη τη μεγαλύτερη καταστροφή.

Στόχος της μελέτης ήταν η δημιουργία κατοικιών στην ίδια τοποθεσία, με χαμηλό κόστος κατασκευής και εγγύηση για τη μελλοντική ασφάλεια τόσο των ανθρώπων όσο και της ιδιοκτησίας τους. Στόχος του σχεδιασμού, ήταν να καλυφθούν οι βασικές ανάγκες ενός ατόμου δηλαδή παροχή καθαρού νερού, είδη υγιεινής, κουζίνα και υπνοδωμάτιο.

Έτσι δημιούργησαν ένα σκελετό ο οποίος είναι στατικά επαρκής και μπορεί να προστατέψει τους ενοίκους από ένα ενδεχόμενο tsunami, ενώ η εσωτερική διαρρύθμιση του χώρου ήταν δυνατό να προσαρμοστεί στις προτιμήσεις του κάθε κατοίκου προσφέροντας στέγαση 4 ατόμων.

Η θεμελίωση της μόνιμης κατοικίας γίνεται μέσω πέδιλων από οπλισμένο σκυρόδεμα τα οποία θεμελιώνονται σε βάθος 60cm. Το δάπεδο της κατοικίας είναι υψωμένο κατά 0,6m διαστάσεων 8,00m X 10,00m διευκολύνοντας τη διοχέτευση του νερού και μπορεί να κατασκευαστεί από τσιμέντο, άργιλο, πλακάκια από κεραμίδι ή από άργιλο, ξύλο και μωσαϊκό.

Ο σκελετός της κατοικίας σχήματος Π ή S παρέχει έως και πέντε φορές περισσότερη αντίσταση σε ένα επερχόμενο tsunami σε σχέση με την συνήθη τετραγωνική κατασκευή ενώ οι κολώνες και τα τοιχία κατασκευάζονται κυρίως από τούβλα ή τσιμεντόλιθους και σκυρόδεμα. Η στέγη αποτελείται τη σκεπή και το κάλυμμα και κατασκευάζεται από απλά υλικά συνήθως ξύλο και με την τεχνική που χρησιμοποιούν σε κάθε περιοχή. Το κάλυμμα της στέγης είναι κυρίως φτιαγμένο για να προστατεύει την κατοικία από την βροχή και τον ήλιο κατασκευασμένο από κεραμίδια, φύλλα αλουμινίου, πτυχωμένα φύλλα από πίσσα, φύλλα κατασκευασμένα από φοίνικα κ.α.[33]

Εικόνα 1.11 Μόνιμη κατοικία Safe(r) House[34]

1.6 Στόχοι σχεδιασμού καταλύματος

Μετά την ολοκλήρωση της περιγραφής ορισμένων βασικών καταλυμάτων, τον τρόπο κατασκευής τους αλλά και την χρονική διάρκεια διαμονής για την οποία προορίζονται τα καταλύματα αυτά, ακολουθεί η προσπάθεια σχεδιασμού ενός καταλύματος ημι-μόνιμης διαμονής, το οποίο θα προορίζεται για την στέγαση αστέγων αλλά και ατόμων που βρίσκονται σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης, με βασικούς στόχους:

- την αποτελεσματική στέγαση των ατόμων
- το χαμηλό κόστος κατασκευής
- την αυτονομία του καταλύματος με την προσθήκη του κατάλληλου εξοπλισμού
- τη χρήση οικολογικών-ανακυκλώσιμων υλικών
- την αξιοποίηση της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης για την κατασκευή του καταλύματος
- την δυνατότητα εύκολης μεταφοράς του
- τη όσο το δυνατόν χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση του καταλύματος

2 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ

2.1 Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης

2.1.1 Εισαγωγή

Ο όρος Προσθετική Κατασκευή (ΠΚ) ή εναλλακτικά Στρωματική Κατασκευή (Layer Manufacturing) αναφέρεται στις μεθόδους παραγωγής σύμφωνα με τις οποίες η κατασκευή αντικειμένων-κομματιών γίνεται μέσω διαδικασιών ελεγχόμενης πρόσθεσης υλικού. Στην τεχνολογία της προσθετικής κατασκευής χρησιμοποιούνται διαφόρων ειδών υλικά όπως φωτοπολυμερή, μέταλλα, θερμοπλαστικά πολυμερή, κεραμικά ή χαρτί, τα οποία βρίσκονται σε διάφορες μορφές (υγρή, σε κόκκους, νήματα ή φύλλα). Η διαδικασία της ΠΚ εξάγει λεπτά στρώματα που προστίθενται σταδιακά κατά την κατακόρυφη διεύθυνση έως ότου ολοκληρωθεί η κατασκευή του αντικειμένου.

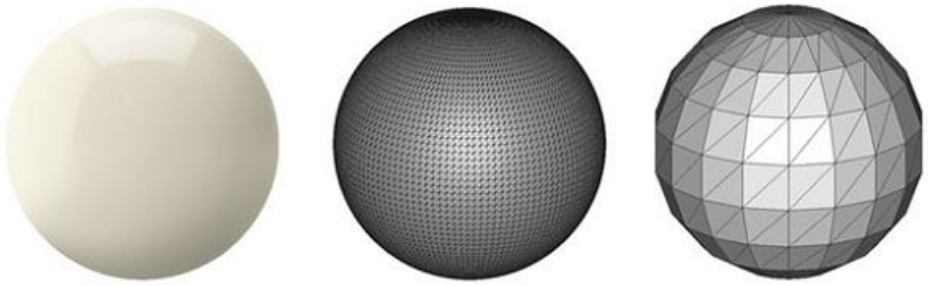
Ο όρος Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D printing) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από το Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης (MIT) αντί αυτού της Προσθετικής Κατασκευής, κυρίως στα μέσα ενημέρωσης, καθώς είναι πιο οικείος στο άκουσμα για το ευρύ κοινό.

Η τεχνολογία της ΠΚ χρησιμοποιούνταν αρχικά για την κατασκευή φυσικών μοντέλων και πρωτοτύπων. Τα επόμενα χρόνια και καθώς η τεχνολογία της ΠΚ εξελίχθηκε, καθώς και οι επιδόσεις των εκτυπωτών και των υλικών βελτιώνονταν, χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή καλουπιών, εφαρμογή γνωστή και ως Ταχεία Κατασκευή Εργαλείων (Rapid Tooling). Σήμερα οι τεχνολογίες της ΠΚ χρησιμοποιούνται για την παραγωγή προϊόντων συμβατικής κατανάλωσης αντικαθιστώντας μεθόδους παραγωγής, όπως η χύτευση, με κύριο στόχο την κατασκευή εξειδικευμένων ή εξατομικευμένων προϊόντων όπως ιατρικά προϊόντα, εξαρτήματα για αγωνιστικά αυτοκίνητα και αεροσκάφη, κοσμήματα κ.α.

Εικόνα 2.1 Αντικείμενα τρισδιάστατης εκτύπωσης[35][36][37]

Η διαδικασία κατασκευής ενός αντικειμένου με τεχνολογίες ΠΚ περιλαμβάνει τέσσερα στάδια. Αρχικά γίνεται η σχεδίαση του τρισδιάστατου μοντέλου μέσω μηχανολογικής ή βιομηχανικής σχεδίασης (CAD) δημιουργώντας ένα στερεό μοντέλο του οποίου ο όγκος καθορίζεται απόλυτα και σαφώς από τις περιβάλλουσες επιφάνειες.

Στη συνέχεια εκτελούνται προπαρασκευαστικές εργασίες με βάση το 3D μοντέλο μέσω προτύπου STL (STereoLithography), στο οποίο οι επιφάνειες του τρισδιάστατου μοντέλου προσεγγίζονται μέσω τριγώνων, καθώς η απλούστερη δυνατή πολυεδρική προσέγγιση καθιστά ευκολότερη τη διαδικασία σχεδίασης.



Εικόνα 2.2 Πολυεδρική αναπαράσταση αντικειμένου[38]

Έπειτα γίνεται η επιλογή προσανατολισμού και παραμέτρων κατασκευής. Η μέθοδος της ΠΚ χρησιμοποιεί ως προσανατολισμό κατασκευής τον άξονα Z, στον οποίο προστίθενται τα διαδοχικά στρώματα του υλικού. Μετά την επιλογή του κατασκευαστικού προσανατολισμού ακολουθεί η διαδικασία του τεμαχισμού κατά το επίπεδο XY με την επιλογή του πάχους στρώματος μεταξύ δύο διαδοχικών οριζόντιων επιπέδων.

Στη συνέχεια ρυθμίζονται κάποιες δευτερεύουσες παράμετροι όπως η ταχύτητα κίνησης του εκτυπωτή και τα δεδομένα με τις χωρισμένες στρώσεις του αντικειμένου εισάγονται στον εκτυπωτή για να ξεκινήσει η διαδικασία της εκτύπωσης. Στο στάδιο της εκτύπωσης δεν απαιτείται η εποπτεία του χειριστή καθώς η κίνηση του εκτυπωτή είναι αυτοματοποιημένη. Τέλος το αντικείμενο καθαρίζεται, λειαίνεται είτε τοποθετείται σε ειδικό θάλαμο για να αποκτήσει τις απαιτούμενες ιδιότητες αντοχής.

Εικόνα 2.3 Τεμαχισμός ψηφιακού αντικειμένου σε στρώσεις[39]

Τα κύρια πλεονεκτήματα της υιοθέτησης των τεχνολογιών ΠΚ στη δημιουργία μοντέλων/πρωτοτύπων είναι:

- Ευκολία παραγωγής ενός πολύπλοκου μορφολογικά αντικειμένου μέσω του τεμαχισμού του σε διαδοχικά λεπτά στρώματα
- Ευκολία υιοθέτησης των τεχνολογιών καθώς απαιτείται σχετικά σύντομη διαδικασία προγραμματισμού και μεταπαρασκευαστικών εργασιών
- Αποφυγή του υψηλού κόστους χρησιμοποίησης εξειδικευμένων εργαλείων (π.χ. μήτρες, καλούπια,κλπ.) για την παραγωγή κάθε φυσικού πρωτοτύπου.
- Γρηγορότερη και ευκολότερη ενσωμάτωση καινοτομιών σε ένα νέο προϊόν.
- Επιτάχυνση της διαδικασίας ανάπτυξης ενός προϊόντος με την ταυτόχρονη εκτέλεση μεταγενέστερων εργασιών ή φάσεων όπως ο σχεδιασμός και η κατασκευή του καλουπιού ενός πολύπλοκου γεωμετρικά προϊόντος

2.1.2 Τεχνολογίες Προσθετικής Κατασκευής

Παρόλο που οι τεχνολογίες Προσθετικής Κατασκευής έχουν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά, η χρησιμοποίησή τους βασίζεται σε επιμέρους δυνατότητες που έχει η κάθε τεχνολογία (υλικά που χρησιμοποιούνται, πολυπλοκότητα κομματιών αντικειμένων).

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των τεχνολογιών Προσθετικής Κατασκευής είναι η γεωμετρική ανεξαρτησία των αντικειμένων που κατασκευάζονται. Αντικείμενα με μορφολογικά χαρακτηριστικά ελεύθερης γεωμετρίας κατασκευάζονται πιο εύκολα μέσω των τεχνολογιών Προσθετικής Κατασκευής παρά με τις κλασσικές κατασκευαστικές τεχνολογίες. Αυτό είναι και το στοιχείο που τις καθιστά ιδανικές για την κατασκευή εξατομικευμένων αντικειμένων σε μικρές παρτίδες. Παρόλα αυτά, η γεωμετρική ελευθερία μερικών διαδικασιών περιορίζεται σε κάποιες περιπτώσεις, από την ανάγκη να δημιουργηθούν και μετέπειτα να αφαιρεθούν κατάλληλες υποστηρικτικές δομές κάτω από το κατασκευαζόμενο αντικείμενο και μέσα στις εσωτερικές κοιλότητές του.

Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται αρκετοί τρόποι με τους οποίους μπορούν να ταξινομηθούν οι τεχνολογίες ΠΚ. Μια από τις δημοφιλέστερες προσεγγίσεις ταξινομεί τις τεχνολογίες σύμφωνα με τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά και την τεχνική που ακολουθεί ο εκτυπωτής. Μια άλλη διαχωρίζει τις τεχνολογίες ΠΚ ανάλογα με τη μορφή της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης διακρίνοντας έτσι τέσσερεις κατηγορίες:

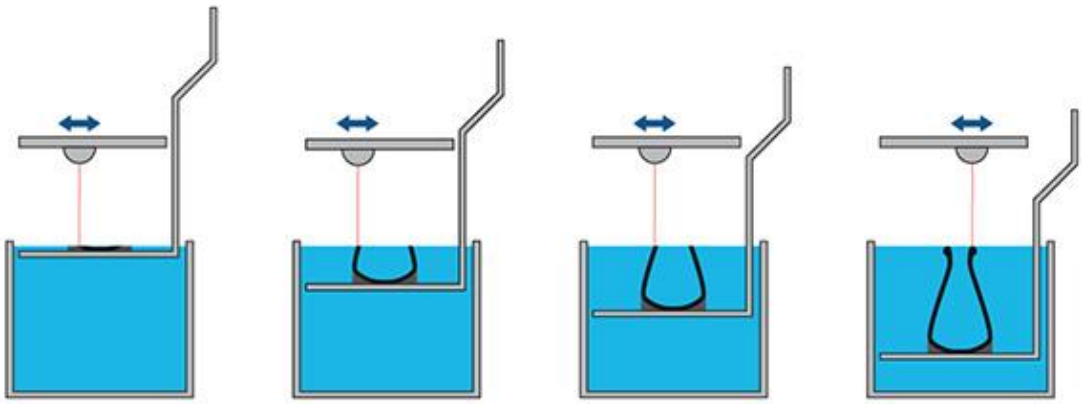
- ρευστή (liquid) πρώτη ύλη,
- κονιοποιημένη (powder) πρώτη ύλη,
- στερεά (solid) πρώτη ύλη, και
- πρώτη ύλη σε φύλλα (sheet).

2.1.3 Ρευστή Πρώτη 'Υλη

Κατά την κατασκευή αντικειμένων με χρήση πρώτων υλών σε ρευστή μορφή χρησιμοποιούνται, διάφοροι τύποι φωτοπολυμερών (photopolymers) που έχουν την ιδιότητα να στερεοποιούνται όταν εκτεθούν σε ακτινοβολία συγκεκριμένου μήκους κύματος. Μία από τις βασικότερες μεθόδους αυτής της κατηγορίας είναι η μέθοδος της Στερεολιθογραφίας καθώς και η τεχνολογία 3D Ψεκασμού (PolyJet 3D).

2.1.3.1 Στερεολιθογραφία (SLA)

Ο όρος Στερεολιθογραφία χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1986 από τον Charles W. Hull για την περιγραφή της μεθόδου κατασκευής στερεών αντικείμενων μέσω διαδοχικής στερεοποίησης στρωμάτων φωτοπολυμερούς ρητίνης. Για τη στερεοποίηση διατομών χρησιμοποιείται υπεριώδης ακτινοβολία, καθώς μια εστιασμένη ακτίνα λέιζερ σαρώνει την επιφάνεια υγρής ρητίνης. Το πρώτο σύστημα Στερεολιθογραφίας σχεδιάστηκε το 1987 από την 3D Systems ενώ το πρώτο εμπορικό σύστημα τέθηκε σε λειτουργία το 1988. Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου συγκαταλέγονται η υψηλή γεωμετρική ακρίβεια και η καλή ποιότητα επιφανειών των αντικειμένων που δύναται να παράγει.



Εικόνα 2.4 Διαδικασία εκτύπωσης SLA[40]

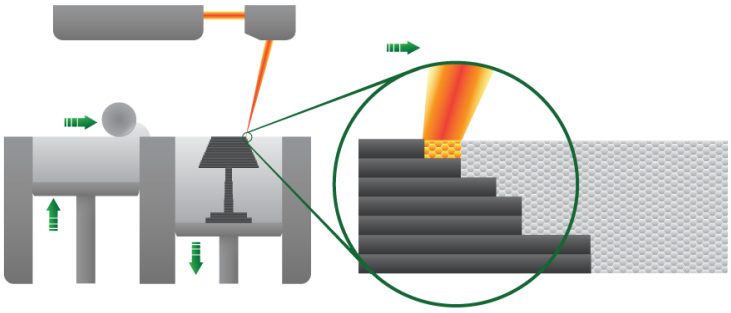
2.1.4 Πρώτη Ύλη σε κόκκους

Δύο από τις πιο αντιπροσωπευτικές τεχνολογίες οι οποίες επεξεργάζονται διάφορα είδη υλικών σε μορφή κόκκων της συγκεκριμένης κατηγορίας είναι η Επιλεκτική Συσσωμάτωση με Λέιζερ (SLS) και η Τριδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing), κατά τις οποίες εναποθέτεται ένα συνδετικό υλικό, ή κόλλα, πάνω σε κονιοποιημένη πρώτη ύλη.

2.1.4.1 Επιλεκτική Συσσωμάτωση με Λέιζερ (SLS)

Η τεχνολογία της Επιλεκτικής Συσσωμάτωσης με Λέιζερ (Selective Laser Sintering-SLS) αναπτύχτηκε από την DTM Corp. στις Ηνωμένες Πολιτείες στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και χρησιμοποιεί ένα υψηλής ισχύος λέιζερ με το οποίο επεξεργάζονται υλικά σε μορφή κόκκων/πούδρας (powder). Η κατασκευή ενός αντικειμένου με χρήση SLS πραγματοποιείται μέσω της επαναληπτικής απόθεσης στρώσεων κόκκων πρώτης ύλης και της επιλεκτικής θέρμανσης τους με λέιζερ ώστε συγκολληθούν τα

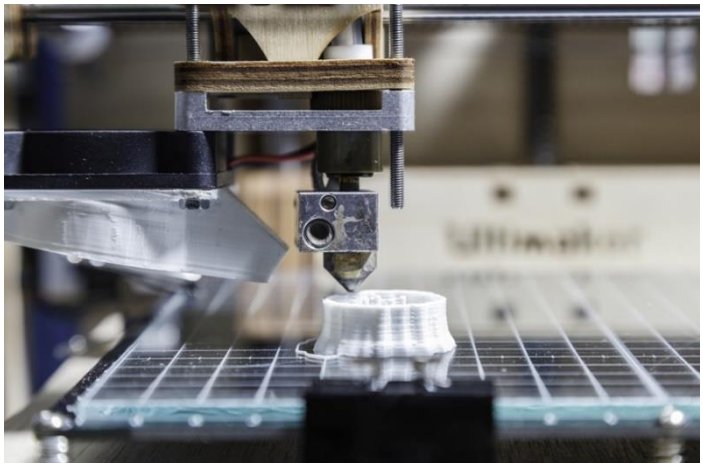
σωματιδία της πρώτης ύλης μεταξύ τους. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η σχετικά υψηλή μηχανική αντοχή του αντικειμένου που κατασκευάζεται, καθώς και η δυνατότητα επιλογής από μια ευρεία γκάμα πρώτων υλών ενώ τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η σχετικά μεγάλη τραχύτητα των επιφανειών του τελικού αντικειμένου, η χαμηλή ακρίβεια καθώς και η σχετικά πορώδης υφή του.



Εικόνα 2.5 Διαδικασία εκτύπωσης SLS[41]

2.1.4.2 Τριδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing)

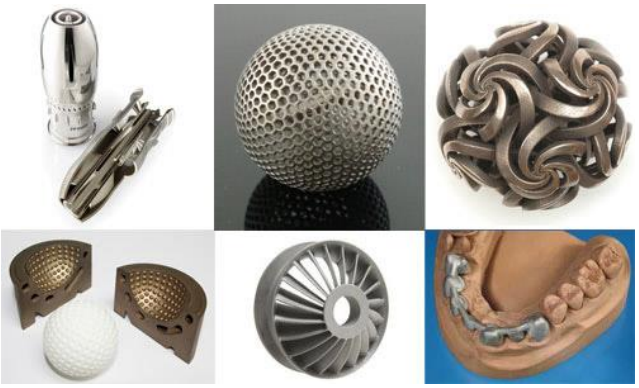
Η μέθοδος της τριδιάστατης εκτύπωσης αναπτύχθηκε στο MIT και χρησιμοποιεί μέσω ψεκασμού (jetting) κάποιου είδους συγκολλητική ουσία (glue/binder) η οποία και συγκολλά τους κόκκους της κεραμικής πούδρας μεταξύ τους. Μία εκδοχή της μεθόδου χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη γύψο ή πούδρα με βάση το άμυλο και ως κόλλα ένα διάλυμα με βάση το νερό. Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης θεωρείται ιδανική για τη κατασκευή πολύχρωμων αντικειμένων, καθώς η κόλλα μπορεί να χρωματιστεί με μεθόδους αντίστοιχες με αυτές που χρησιμοποιούνται σε inkjet εκτυπωτές χαρτιού. Η μέθοδος μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή καλουπιών χύτευσης.



Εικόνα 2.6 Τρισδιάστατη εκτύπωση[42]

2.1.4.3 Επιλεκτική συσσωμάτωση κόκκων μετάλλου με λέιζερ (DMLS)

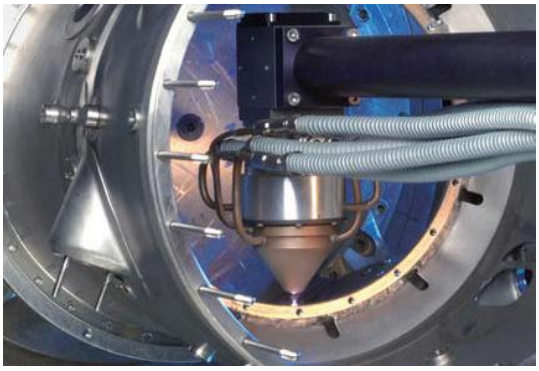
Η τεχνολογία της Επιλεκτικής Συσσωμάτωσης κόκκων μετάλλου με λέιζερ αναπτύχθηκε το 1994 από τις εταιρείες Rapid Prototyping Innovations (RPI) και EOS GmbH και αποτελεί την πρώτη εμπορική μέθοδο ΠΚ παραγωγής μεταλλικών αντικειμένων χωρίς να απαιτούνται συνδετικά υλικά. Στη συγκεκριμένη διαδικασία χρησιμοποιείται υψηλής ισχύος λέιζερ το οποίο συσσωματώνει απ' ευθείας τους κόκκους μετάλλου σε ένα στρώμα, με αποτέλεσμα το παραγόμενο αντικείμενο να διατηρεί σε μεγάλο βαθμό τις ιδιότητες της αρχικής πρώτης ύλης. Η απουσία συνδετικού υλικού βοηθά στην κατασκευή ενός μεταλλικού αντικειμένου με υψηλή πυκνότητα και με υψηλό επίπεδο λεπτομέρειας, εξαιτίας της δυνατότητας επιλογής λεπτότερου πάχους στρώματος κατασκευής και πιο λεπτόκοκκης πρώτης ύλης. Η μέθοδος χρησιμοποιεί πρώτες ύλες όπως χάλυβα κοβαλτίου-χρωμίου, αλουμίνιο, τιτάνιο κ.α.



Εικόνα 2.7 Προϊόντα εκτύπωσης με επιλεκτική συσσωμάτωση κόκκων μετάλλου[43]

2.1.4.4 Μορφοποίηση κόκκων με λέιζερ (LPF)

Το κυριότερο πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι ότι μπορούν να κατασκευαστούν αμιγώς μεταλλικά αντικείμενα με καλές ιδιότητες σε σύντομο χρονικό διάστημα. Κατά την διαδικασία αυτή μία υψηλής ενέργειας ακτίνα λέιζερ, τήκει τους μεταλλικούς κόκκους οι οποίοι εδράζονται σε μία πλατφόρμα που κινείται, ενώ η κεφαλή της ακτίνας παραμένει συνήθως σταθερή.



Εικόνα 2.8 Διαδικασία μορφοποίησης κόκκων με λέιζερ[44]

Ως πρώτη ύλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ευρεία γκάμα μετάλλων όπως χάλυβας, αλουμίνιο, χαλκός κ.α. Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η δυνατότητα εναλλαγής της πρώτης ύλης κατά τη διάρκεια της παραγωγής. Η διαδικασία μπορεί θεωρητικά να χρησιμοποιηθεί, όχι μόνο για την κατασκευή αλλά και για την επιδιόρθωση αντικειμένων.

2.1.5 Στερεά πρώτη ύλη

Η διαδικασίες ΠΚ που χρησιμοποιούν στερεά πρώτη ύλη στηρίζονται κυρίως στην θέρμανση της πρώτης ύλης μέχρι του σημείου τήξεως, έτσι ώστε αυτή να ρέει μέσα από ένα σύστημα εναπόθεσης. Η δημοφιλέστερη τεχνολογία αυτής της κατηγορίας είναι η Μοντελοποίηση με εναπόθεση υλικού (Fused Deposition Modeling - FDM), στην οποία η πρώτη ύλη, αφού θερμανθεί, εξωθείται μέσω ενός κινούμενου ακροφυσίου (κεφαλή) και εναποτίθεται με ελεγχόμενο τρόπο στην πλατφόρμα κατασκευής.

2.1.5.1 Κατασκευή με εναπόθεση υλικού (FDM)

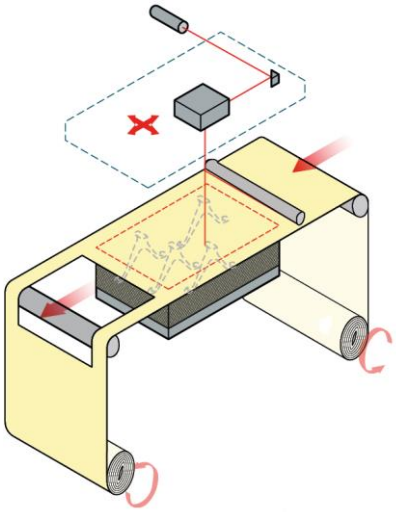
Η τεχνολογία της κατασκευής FDM αναπτύχθηκε το 1990 από την εταιρία Stratasys. Η τεχνολογία χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη το ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), ή άλλα θερμοπλαστικά πολυμερή. Κατά την διαδικασία αυτή κάθε στρώση παράγεται μέσω της εξώθησης θερμοπλαστικού υλικού σε υγρή κατάσταση το οποίο παρέχεται στον εκτυπωτή σε μορφή νήματος στη θερμαινόμενη κεφαλή. Η κεφαλή κινείται σε δύο άξονες (X και Y) για την ελεγχόμενη εναπόθεση του υλικού πάνω στη πλατφόρμα κατασκευής.

Η χρήση του πλαστικού ABS ως πρώτης ύλης ώθησε εμπορικά την συγκεκριμένη μέθοδο, προσδίδοντας καλύτερη συνοχή μεταξύ των στρωμάτων από τα οποία αποτελείται ένα αντικείμενο και εν τέλει βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιεί επίσης ως πρώτη ύλη νήματα πολυανθρακικού (polycarbonate), σύνθετων πολυμερών/κεραμικών και μετάλλων χαμηλής τήξης.

Εικόνα 2.9 Εκτυπωτής εναπόθεσης υλικού[45]

2.1.5.2 Συγκόλληση Επαλλήλων Φύλλων (LOM)

Η διεργασία της συγκόλλησης επάλληλων φύλλων (Laminated Object Manufacturing - LOM) αναπτύχθηκε από την εταιρεία Helisys βασιζόμενη στις επιστημονικές εργασίες του Nakagawa και σύμφωνα με την διαδικασία, τα φύλλα περικόπτονται με λέιζερ και γίνεται η ένωσή τους με επικάλυψη θερμικής κόλλας. Η τροφοδοσία της διαδικασίας γίνεται μέσω ενός συνεχούς ρολού και καθώς η ακτίνα δρα μόνο στο εξωτερικό περίγραμμα των φύλλων η μέθοδος είναι αρκετά ταχύτερη από άλλες μεθόδους ογκωδέστερων σχετικά αντικειμένων, καθώς το λέιζερ ακολουθεί αναλογικά μικρότερες διαδρομές για την δημιουργία των στρωμάτων. Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιεί μία ευρεία γκάμα υλικών όπως χαρτί, πλαστικό και μέταλλο. Στη μέθοδο παράγεται ένα μεγάλο ποσοστό απορριμμάτων από την περικοπή των φύλλων υλικού και συνεπώς το οικονομικό κόστος μιας τέτοιας διαδικασίας είναι σημαντικό όταν χρησιμοποιούνται υλικά πιο ακριβά από το χαρτί.[1]



Εικόνα 2.10 Εκτυπωτής συγκόλλησης επάλληλων φύλλων[46]

2.2 Τρισδιάστατη εκτύπωση δομών μεγάλης κλίμακας

2.2.1 Γενικά

Λόγω της βιομηχανικής επανάστασης τα πρότυπα ζωής μας έχουν αλλάξει σε πολύ μεγάλο βαθμό. Ρομποτικά συστήματα συνήθως αντικαθιστούν πολλές περίπλοκες, επίπονες και επικίνδυνες ανθρώπινες δραστηριότητες, σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών. Χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνικές της επιστήμης και της μηχανικής, η τιμή των προϊόντων έχει μειωθεί, ενώ έχει βελτιωθεί η ποιότητα κατασκευής τους. Εξαίρεση αποτελεί ο τομέας της βιομηχανίας της κατασκευής.

Η τρέχουσα βιομηχανία της κατασκευής στηρίζεται ακόμα στη χειρωνακτική εργασία και στην τεχνική καλουπώματος το οποίο δημιουργεί πολλά προβλήματα σε θέματα παραγωγικότητας, ποιότητας, ασφάλειας και ελλείψεων εξειδίκευσης του εργατικού δυναμικού. Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα ζητήματα διάφοροι τύποι αυτοματισμών και ρομποτικής τεχνολογίας έχουν προταθεί και έχουν χρησιμοποιηθεί.

Οι προσπάθειες αυτές ωστόσο, δεν έχουν συμβάλει σημαντικά στην επίλυση του προβλήματος. Δεδομένου ότι η βιομηχανία της κατασκευής χρησιμοποιεί σε πολύ μεγάλο βαθμό την εξειδίκευση, την χειρωνακτική εργασία και συμβατικές μεθόδους, δεν είναι ευνοϊκή η χρήση τεχνολογίας αυτοματισμού.

Για να είναι επιτυχημένη η αυτοματοποίηση της κατασκευής θα απαιτηθούν ριζικές αλλαγές στην τεχνολογία που χρησιμοποιείται.

2.2.2 Η σημερινή κατάσταση αυτοματισμού στην κατασκευή

Τα τελευταία 18 χρόνια, οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και η Ιαπωνία έχουν εφαρμόσει διάφορες αυτοματοποιημένες διαδικασίες στην κατασκευή και τη ρομποτική, με σκοπό την αντιμετώπιση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο κλάδος των κατασκευών, όπως η παραγωγικότητα, η ποιότητα, η ασφάλεια, το υψηλό κόστος και η έλλειψη εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού. Η ιαπωνική βιομηχανία της κατασκευής, είναι πολύ δραστήρια στην έρευνα πάνω στην αυτοματοποιημένη κατασκευή και αναζητούν λύσεις στην έλλειψη εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού. Πολλές μεγάλες ιαπωνικές εταιρείες κατασκευής πραγματοποιούν τη δική τους έρευνα, με σύγχρονο εξοπλισμό και μεγάλα επιτελεία για την ανάπτυξη τέτοιων νέων τεχνολογιών.

Σύμφωνα με τις κατασκευαστικές εταιρείες υπάρχουν δύο κατηγορίες όσων αφορά τον αυτοματισμό στην κατασκευή. Η πρώτη είναι η χρήση ρομπότ με σκοπό να αντικατασταθούν απλές δραστηριότητες εργασίας στην κατασκευή. Τα ρομπότ που εκτελούν τέτοιες απλές διαδικασίες μπορούν να χωριστούν σε 4 κατηγορίες ανάλογα με τη εργασία που επιτελούν :

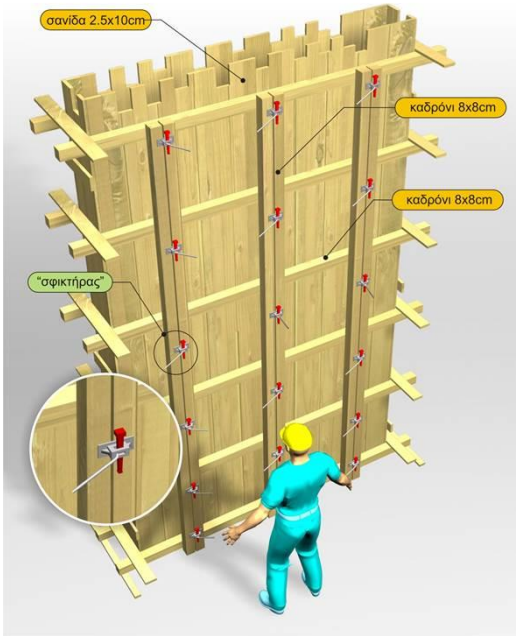
- Φινίρισμα δαπέδου με σκυρόδεμα
- Χρωματισμός με ψεκασμό
- Τοποθέτηση κεραμιδιών
- Μεταφορά - αποθήκευση υλικών

Περίπου 89 είδη ρομπότ απλών διεργασιών έχουν μελετηθεί και έχουν να αναπτυχθεί σε εργοτάξια στην Ιαπωνία. Η εισαγωγή της ρομποτικής στα εργοτάξια έχει συμβάλει στην παραγωγικότητα, την ασφάλεια και τη βελτίωση της ποιότητας. Ωστόσο, η συμβολή της ρομποτικής σε αυτά τα επίπεδα δεν είναι επαναστατική και οι τρέχουσες προσεγγίσεις αυτοματισμού εξακολουθούν να προσανατολίζονται προς τις συμβατικές μεθόδους. Η αυτοματοποίηση των συμβατικών διαδικασιών είναι μία ακριβή διαδικασία οπότε η εξοικονόμηση κόστους είναι ελάχιστη. Οι συνεχώς μεταβαλλόμενες διαδικασίες στην κατασκευή καθώς επίσης και η πολυπλοκότητα των διεργασιών δημιουργούν περίπλοκες απαιτήσεις και εξαιρετικές προκλήσεις για την αυτοματοποίηση των κατασκευών.

Χρησιμοποιώντας τις συμβατικές τεχνολογίες αυτοματισμού, για την ανάπτυξη ενός πλήρως αυτοματοποιημένου συστήματος που θα αντιμετωπίσει τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο κλάδος των κατασκευών, φαντάζει μία ακριβή διαδικασία.

2.2.3 Πρακτικές ξυλότυπου

Στην επικρατούσα διαδικασία κατασκευής σκυροδέματος, ο ξυλότυπος είναι ένας σημαντικός παράγοντας δεδομένου ότι οποιοδήποτε πρόβλημα στο καλούπι οδηγεί σε κακή ποιότητα σκυροδέματος. Η κακή ποιότητα με τη σειρά της μπορεί να προκαλέσει σοβαρά θανατηφόρα ατυχήματα και υλικές ζημιές. Η εικόνα 3.11 δείχνει ένα σχηματισμό ενός τυπικού καλουπιού τοίχου. Στην παραδοσιακή κατασκευή, τα επιμέρους τμήματα του ξυλοτύπου συναρμολογούνται με το χέρι από τους εργαζομένους σύμφωνα με το σχεδιασμό. Ο ξυλότυπος πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να είναι σε θέση να αναλάβει τις υψηλές πιέσεις του νωπού σκυροδέματος. Ο ξυλότυπος θα πρέπει επίσης να αντέχει όλα τα κάθετα και πλευρικά φορτία, συμπεριλαμβανομένων φορτίων από τον εξοπλισμό, τους εργαζόμενους και ισχυρούς άνεμους.



Εικόνα 2.11 Ενδεικτική κατασκευή ξυλότυπου[38]

2.2.4 Διαδικασίες τοποθέτησης οπλισμού

Η εγκατάσταση του οπλισμού είναι άλλη μία επίπονη χειρωνακτική διαδικασία. Δεδομένου ότι το σκυρόδεμα έχει χαμηλή αντοχή σε εφελκυσμό και κάμψη, η ενσωμάτωση του οπλισμού είναι ζωτικής σημασίας για την χρήση του σκυροδέματος στην κατασκευή. Η τοποθέτηση των οπλισμών πρέπει να γίνεται στις ασθενέστερες θέσεις στην μάζα του σκυροδέματος και κυρίως στις θέσεις που δρουν τα εφελκυστικά φορτία.

Αυτές οι δύο επίπονες διαδικασίες, η κατασκευή του ξυλοτύπου και η τοποθέτηση του οπλισμού, θα πρέπει να αυτοματοποιηθούν αποτελεσματικά με το μέγιστο δυνατό οικονομικό όφελος. Η πολυπλοκότητα αυτών των διαδικασιών δικαιολογεί γιατί τα προηγούμενα 18 χρόνια, στα οποία σημειώθηκαν κάποια βήματα για την αυτοματοποίηση στην κατασκευή κυρίως από ιαπωνικές εταιρίες, δεν έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος.

Εικόνα 2.12 Παράδειγμα οπλισμού[48]

Το πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε δεν είναι απλώς ένα θέμα πολύπλοκου σχεδιασμού, της μεγάλης ποικιλίας των υλικών ή των συνθηκών που υφίστανται στην κατασκευή. Οι συμβατικές μέθοδοι κατασκευής θα πρέπει να αντικατασταθούν με ένα νέες καινοτόμες διαδικασίες. Ένα νέο πρότυπο κατασκευής είναι απαραίτητο, το οποίο θα επιδιώκει να αυξήσει ή να διατηρήσει τουλάχιστον στο ίδιο βαθμό την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα των συμβατικών διαδικασιών της κατασκευής. Η νέα τεχνολογική διαδικασία θα πρέπει να είναι σε θέση να ενσωματώσει την τρέχουσα τεχνολογία αυτοματοποίησης χωρίς να αυξηθεί το κόστος.[6]

2.2.5 Η ανάγκη για μία νέα καινοτόμο διαδικασία

Οι προηγούμενες απόπειρες χρήσης αυτοματισμένων διαδικασιών στον κλάδο των κατασκευών έχουν οδηγήσει σε ασήμαντες βελτιώσεις στην παραγωγικότητα, την ασφάλεια και την ποιότητα. Η τρέχουσα κατάσταση της αυτοματοποίησης και της ρομποτικής τεχνολογίας δεν είναι επαρκής για να αντικαταστήσει οικονομικά το εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό. Η βιομηχανία της κατασκευής θα πρέπει να αναζητήσει εναλλακτικές λύσεις στις υπάρχουσες διαδικασίες κατασκευής και

συναρμολόγησης. Η νέα προσέγγιση θα πρέπει να εξετάσει την προσαρμοστικότητα των υφιστάμενων αυτοματοποιημένων τεχνολογιών και τις διαδικασίες της κατασκευής.

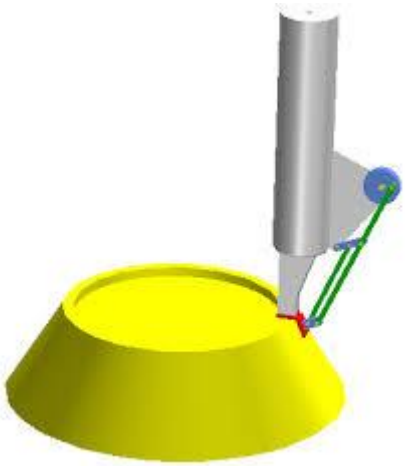
Τα τελευταία χρόνια η διαδικασία ταχείας προτυποποίησης (Rapid prototyping) έχει χρησιμοποιηθεί σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών και επιστημονικών κλάδων, όπως η αρχιτεκτονική, το σχεδιασμό αυτοκινήτων, στην αεροδιαστημική και την ιατρική βιομηχανία.

Μέσω της μεθόδου της τρισδιάστατης εκτύπωσης έχουν μειωθεί σημαντικά οι διεργασίες , το υψηλό κόστος και ο κύκλος χρόνου για το σχεδιασμό ενός νέου προϊόντος. Ένας στόχος, χρησιμοποιώντας τη διεργασία της εκτύπωσης είναι η επαλήθευση της μορφής του προϊόντος πριν το στάδιο της ανάπτυξης και πριν από την τελική παραγωγή. Υπάρχουν αρκετά συστήματα στο εμπόριο που παράγουν πρωτότυπα υψηλής πιστότητας με ακρίβεια διαστάσεων και αποδεκτό φινίρισμα επιφάνειας. Το κύριο πλεονέκτημα της τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι η δυνατότητα κατασκευής σύνθετων δομών, ωστόσο, τα συστήματα τρισδιάστατης εκτύπωσης δεν είναι κατάλληλα για την κατασκευή μεγαλύτερης κλίμακας στοιχείων. Παρόλα αυτά γίνονται κάποιες αξιόλογες προσπάθειες από ιδιωτικούς φορείς και πανεπιστήμια ώστε να ξεπεραστούν οι όποιες δυσκολίες και να αξιοποιηθεί η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης και στην κατασκευή.

2.3 Εκτύπωση με σκυρόδεμα

Η Contour Crafting είναι μια ειδική τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο της Νότιας Καλιφόρνιας (USC). Η τεχνολογία CC προσαρμόζεται στις δυνατότητες της τρισδιάστατης εκτύπωσης και επεκτείνεται στον τομέα των κατασκευών μεγάλης κλίμακας. Όπως και σε άλλες μεθόδους της τρισδιάστατης εκτύπωσης, στην Contour Crafting (CC) το υλικό προστίθεται σε στρώσεις σύμφωνα με μια αλληλουχία, η οποία ελέγχεται από υπολογιστή.

Αυτή η πρόσφατα κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας τεχνολογία επεξεργασίας, είναι κατάλληλη για ταχεία κατασκευή πολύπλοκων δομών μεγάλης κλίμακας με λεία επιφάνεια. Η διαδικασία της CC βασίζεται σε μία εξώθηση και μια διαδικασία πλήρωσης. Η διαδικασία εξώθησης δημιουργεί τη λεία επιφάνεια του αντικειμένου με τον περιορισμό της ροής του υλικού κατά την κατακόρυφη και οριζόντια κατεύθυνση, χρησιμοποιώντας μεταλλικές επιφάνειες (σπάτουλες) που είναι προσαρμοσμένες στο ακροφύσιο. Μια σχηματική άποψη της εξώθησης φαίνεται στην εικόνα 3.13.



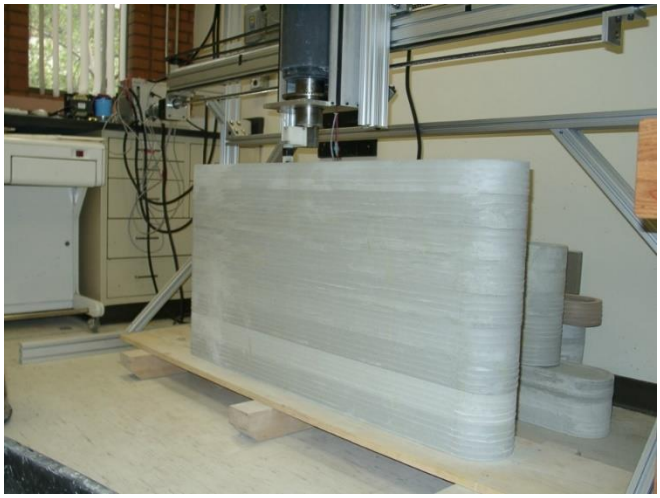
Εικόνα 2.13 Σχηματική απεικόνηση ακροφυσίου μεθόδου CC[6]

Ο προσανατολισμός της πλευρικής-σπάτουλας μπορεί να μεταβάλλεται για την δημιουργία λείας επιφάνειας σε κάθε στρώση. Η πλευρική-σπάτουλα επιτρέπει παχύτερο υλικό εναπόθεσης, ενώ διατηρείται λείο το φινίρισμα της επιφάνειας. Μέσω της εναπόθεσης παχύτερου υλικού μειώνεται ο χρόνος κατασκευής, κάτι το οποίο είναι απαραίτητο για την οικοδόμηση σχημάτων μεγάλης κλίμακας. Το ανώτατο όριο του πάχους του στρώματος εναπόθεσης προσδιορίζεται από το ύψος της σπάτουλας. Καθώς οι κινήσεις του ακροφυσίου ακολουθούν την προκαθορισμένη διαδρομή εναπόθεσης κάθε στρώσης, οι επιφάνειες του υλικού (εξωτερική και άνω επιφάνεια) δημιουργούνται για πρώτη φορά. Οι πλευρικές σπάτουλες καθορίζουν την ποιότητα του φινιρίσματος της επιφάνειας του αντικειμένου. Η ομαλή άνω επιφάνεια της κάθε στρώσης είναι επίσης σημαντική για την οικοδόμηση ενός ισχυρού δεσμού με το επόμενο στρώμα. Μόλις τα όρια του κάθε στρώματος κατασκευαστούν, η διαδικασία της πλήρωσης ξεκινά και το υλικό εγχέεται για να γεμίσει ο εσωτερικός όγκος.

2.3.1 Δομή εκτυπωτή

Ένα απλοποιημένο και εξειδικευμένο σύστημα ακροφυσίων της μεθόδου CC διαθέτει 3 άξονες ελευθερίας της κίνησης. Το σύστημα CC αποτελείται από ένα σύστημα εξώθησης που αντλεί το μίγμα από τη δεξαμενή υλικού και το εναποθέτει σε ελεγχόμενες ποσότητες για να σχηματίσει το επιθυμητό σχήμα. Ένα έμβολο προσαρτάται στον κοχλία κίνησης το οποίο μέσω σταθερής περιστροφικής ταχύτητας εξωθεί το μίγμα. Όπως το κονίαμα εξέρχεται από το ακροφύσιο εξώθησης, το μηχάνημα μετακινεί το συγκρότημα του ακροφυσίου στην X-κατεύθυνση σε μια καθορισμένη ταχύτητα. Μόλις το σύστημα ολοκληρώνει έναν κύκλο στρώσης, το σύνολο του μηχανισμού κινείται κάθετα κατά μια σταθερή απόσταση ίση με το ύψος της επόμενης στρώσης. Ο κύκλος επαναλαμβάνεται έως ότου το τελικό σχήμα του ορίου είναι το απαιτούμενο.

Η κύρια δομή του συστήματος υποστηρίζει και καθοδηγεί με ακρίβεια ολόκληρο το σύστημα εξώθησης κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Το πλαίσιο της μηχανής κινείται σε δύο σιδηροτροχιές με προφίλ σχήματος V που καθοδηγούν το σύστημα εξώθησης.



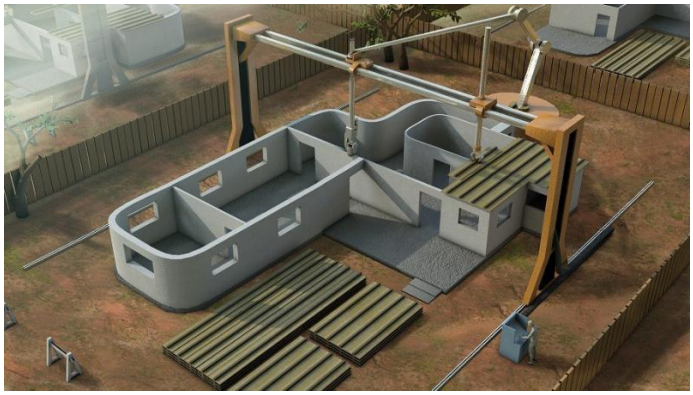
Εικόνα 2.14 Κατασκευή στοιχείου με τη μέθοδο CC[49]

2.3.2 Σύνθεση σκυροδέματος

Η εξώθηση ενός πυκνού μίγματος κονιάματος διαμέσου ενός μικρού ακροφυσίου είναι μία αρκετά δύσκολη διαδικασία. Η βέλτιστη αναλογία του μίγματος τσιμέντου, άμμου και του νερού για την κατασκευή μιας συγκεκριμένης μορφής, εξαρτάται από την εφαρμογή. Μέσα από διάφορα πειράματα δοκιμής και σφάλματος, ένα χαρακτηριστικό μίγμα που είναι κατάλληλο περιέχει :

- τύπο II υδραυλικού τσιμέντου πόρτλαντ: 37,1%
- άμμο: 41%
- πλαστικοποιητή : 3,1%
- νερό: 18,8%

Η εφαρμογή της τεχνολογίας CC στην κατασκευή κτιρίου απεικονίζεται στην εικόνα 2.15, όπου ένα σύστημα πλαισίου επιτρέπει τις κινήσεις του ακροφυσίου σε δύο παράλληλες λωρίδες στο εργοτάξιο. Ένα μεμονωμένο σπίτι ή ένα συγκρότημα κατοικιών, το καθένα με ενδεχομένως διαφορετικό σχεδιασμό, μπορεί να κατασκευάζονται ως μια ενιαία διαδικασία. Οι συμβατικές δομές της κατασκευής μπορούν να προσεγγιστούν με την ενσωμάτωση της CC με ένα μηχάνημα το οποίο μετακινεί μια δοκό στήριξης και την τοποθετεί στο πάνω τμήμα της κατασκευής. Η συγκεκριμένη δομή είναι δυνατόν να κατασκευαστεί χωρίς εξωτερικά στοιχεία υποστήριξης χρησιμοποιώντας το σχήμα των στοιχείων, όπως λειτουργούν οι θόλοι.



Εικόνα 2.15 Κατασκευή κτιρίου με τη μέθοδο CC[49]

Ορισμένες ενδιαφέρουσες πτυχές αυτής της αυτοματοποιημένης διαδικασίας είναι οι εξής:

- **Ευελιξία στη σχεδίαση**: Η διαδικασία επιτρέπει στους αρχιτέκτονες να σχεδιάσουν δομές με λειτουργικές και πρωτοποριακές αρχιτεκτονικές γεωμετρίες, που είναι δύσκολο να συνειδητοποιήσουμε με τη χρήση της τρέχουσας πρακτικής στην κατασκευή.

- **Ποικιλία υλικών**: Διάφορα υλικά για τις εξωτερικές επιφάνειες και ως υλικά πληρώσεως μεταξύ των επιφανειών μπορούν να χρησιμοποιηθούν από την CC. Επίσης, υλικά που αντιδρούν χημικά το ένα με το άλλο μπορούν να τροφοδοτούνται μέσω του συστήματος ακροφυσίου CC και να αναμιγνύονται ακριβώς πριν την απόθεση. Η ποσότητα του κάθε υλικού μπορεί να ελέγχεται από τον υπολογιστή και να συσχετίζονται ανάλογα με τη γεωμετρία της δομής που χτίζεται. Αυτό θα καταστήσει δυνατή την κατασκευή δομών που περιέχουν διάφορες ποσότητες διαφορετικών ενώσεων σε διάφορες περιοχές.

- **Τοποθέτηση αγωγών**: Διαφόρων λειτουργιών αγωγοί μπορούν να ενσωματωθούν στα τοιχώματα ενός κτιρίου ακριβώς όπως υπαγορεύεται από τα δεδομένα CAD.

- **Χρωματισμός επιφανειών**: Η ποιότητα της επιφάνειας ελέγχεται από το πλευρικό έλασμα του ακροφυσίου και είναι ανεξάρτητη από το μέγεθος του ακροφυσίου. Κατά συνέπεια, διάφορα πρόσθετα όπως άμμος, χαλίκι, ίνες οπλισμού, και άλλες υλικά μπορούν να αναμιγνύονται και να εξωθούνται μέσω του ακροφυσίου. Ανεξάρτητα από την επιλογή των υλικών, η ποιότητα της

επιφάνειας CC είναι τέτοια ώστε καμία περαιτέρω προετοιμασία της επιφάνειας δεν απαιτείται για να χρωματιστεί. Ένα αυτοματοποιημένο σύστημα χρωματισμού μπορεί να ενσωματωθεί με τον εκτυπωτή.

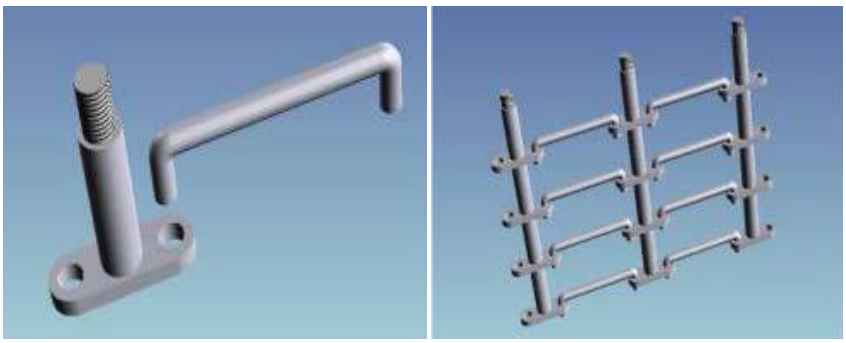
- **Πρωτοριακά Υλικά**: Επειδή η εναπόθεση ελέγχεται από τον υπολογιστή, οι ακριβείς ποσότητες από επιλεγμένα υλικά κατασκευής, μπορούν να εναποτίθενται με ακρίβεια στο σημείο προορισμού. Με αυτό τον τρόπο η ηλεκτρική αντίσταση, για παράδειγμα του άνθρακα που περιέχει το σκυρόδεμα μπορεί να οριστεί με ακρίβεια, όπως υπαγορεύεται από το σχέδιο. Στοιχεία, όπως αισθητήρες, θερμαντήρες δαπέδου και τοίχου μπορεί να κατασκευαστούν εντός της κατασκευής με ένα ολοκληρωμένο και πλήρως αυτοματοποιημένο τρόπο.

2.3.3 Χαρακτηριστικά σκυροδέματος

Οι αντοχές του εκτυπούμενου σκυροδέματος έχουν προσδιοριστεί μέσω πειραμάτων κυλινδρικών δοκιμίων σε θλίψη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αντοχή σε θλίψη του σκυροδέματος είναι κατάλληλη για τη χρήση τους ως μόνιμο δομικό συστατικό. Ενδεικτικά η αντοχή του σκυροδέματος σε θλίψη βρέθηκε 18,9MPa. Το σύστημα εκτύπωσης κινείται με ταχύτητα 20mm/sec με σταθερή ροή. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά είναι προγραμματισμένα εκ των προτέρων. Ο εκτυπωτής εναποθέτει σκυρόδεμα με ύψος στρώσης 13mm και πλάτος 19mm. Το σκυρόδεμα που παράγεται έχει πυκνότητα 2,250 kg/m^3.[7]

2.3.4 Οπλισμός

Κατά την σκυροδέτηση η μέθοδος δίνει την δυνατότητα τοποθέτησης τμήματος οπλισμού σε κάθε στρώση όπως δείχνει η εικόνα 2.16. Τα δύο αυτά απλά τμήματα θα μπορούν να τοποθετούνται μέσω αυτοματοποιημένου μηχανικού συστήματος το οποίο θα τοποθετεί τον οπλισμό στο ενδιάμεσο τμήμα του στοιχείου. Στη συνέχεια θα μπορεί να πληρώνεται το κενό τμήμα με σκυρόδεμα σε κάθε στρώση για να συγκρατείται ο οπλισμός. Το πλέγμα το οποίο δημιουργείται μπορεί να ακολουθεί την γεωμετρία της κατασκευής. Αυτή η διαμόρφωση του ακροφυσίου του μηχανισμού τοποθέτησης των οπλισμών καθώς επίσης και το στόμιο πλήρωσης θα μπορούν να αποτελούν ένα ενιαίο σύστημα. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορεί να δημιουργεί το εξωτερικό περίβλημα του στοιχείου να το οπλίζει και συνέχεια να το ενισχύει εσωτερικά με σκυρόδεμα.



Εικόνα 2.16 Πρόταση στοιχείων οπλισμού μεθόδου CC[6]

Ως εναλλακτική λύση στα παραδοσιακά μεταλλικά στοιχεία οπλισμού, άλλα προηγμένα υλικά μπορούν να χρησιμοποιούνται, όπως είναι τα ενισχυμένα με ίνες πλαστικά (FRP). Δεδομένου ότι το στόμιο του ακροφυσίου δεν χρειάζεται να είναι πολύ μικρό, είναι δυνατόν να ενισχύεται το μείγμα με ίνες γυαλιού ή ανθρακονήματα ώστε να σχηματίσουν μία συνεχή ενίσχυση. Ενίσχυση μπορεί επίσης να παρέχεται με τη χρήση συστήματος προέντασης με την τοποθέτηση συρμάτων στο εσωτερικό του στοιχείου.[6]

Εικόνα 2.17 Παράδειγμα εκτυπούμενου στοιχείου με τη μέθοδο CC[50]

2.4 Εκτύπωση με βιοπλαστικά

2.4.1 Γενικά

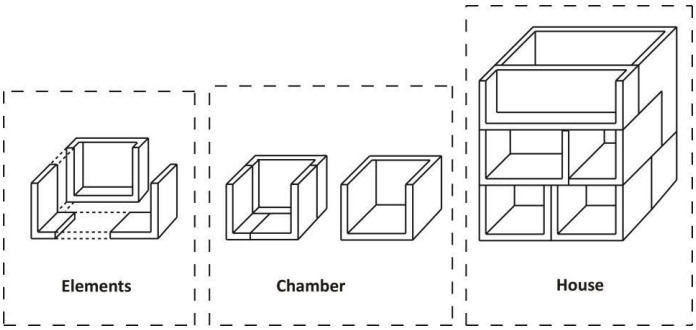
Η εκτύπωση ενός οικισμού πλήρους κλίμακας μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης αποτελεί σίγουρα ορόσημο στον τομέα της κατασκευής. Μία από τις πειραματικές προσπάθειες για την εκτύπωση ενός κτιρίου σε πλήρη κλίμακα γίνεται στο Άμστερνταμ, όπου στόχος είναι να εκτυπωθεί ένα τριώροφο κτίριο παρόμοιας αρχιτεκτονικής με αυτά που βρίσκονται δίπλα στα κανάλια της πόλης. Ο στόχος είναι να εκτυπωθεί ένα σπίτι από πολυμερή, αν και αυτό είναι ένα αρκετά ασυνήθιστο υλικό όταν πρόκειται για την κατασκευή δομικών στοιχείων. Η επιλογή του υλικού αυτού γίνεται επειδή οι τεχνικές 3D-εκτύπωσης σήμερα είναι πιο εξελιγμένες για την εκτύπωση με πλαστικά υλικά. Ως εκ τούτου, έχει κατασκευαστεί ένας εκτυπωτής μεγάλων διαστάσεων ίδιας λογικής με αυτούς που προορίζονται για οικιακή χρήση.

Το εγχείρημα αυτό πραγματοποιείται από μία ομάδα αρχιτεκτόνων με την ονομασία DUS Architects οι οποίοι μαζί με διάφορους εταίρους, χρησιμοποιούν τις τεχνικές της 3D-εκτύπωσης. Αν και στην οικοδομική βιομηχανία, η διαδικασία της κατασκευής ξεκινάει συνήθως μετά την ολοκλήρωση της αρχιτεκτονικής και δομικής σχεδίασης, αυτό το σπίτι αναπτύσσεται με μια επαναληπτική μέθοδο. Αυτό σημαίνει ότι ο σχεδιασμός και η εκτέλεση πραγματοποιούνται ταυτόχρονα με πειραματικές διαδικασίες που αφορούν τον τρόπο που θα πραγματοποιηθεί το κτίριο.

2.4.2 Σύνθεση του κτιρίου

Ο 3D-εκτυπωτής που χρησιμοποιείται, ονομάζεται «De Kamermaker» και είναι σε θέση να εκτυπώσει στοιχεία με μέγιστες διαστάσεις περίπου 1,8m x 1,8m x 3,0m. Αν και αυτές οι διαστάσεις είναι σίγουρα μεγάλες για ένα 3D εκτυπωτή, δεν είναι επαρκείς για να είναι σε θέση να εκτυπωθεί το σπίτι στο σύνολό του ως μία εκτύπωση. Για το λόγο αυτό, η ιδέα είναι να δημιουργηθούν δωμάτια που θα αποτελούνται από επιμέρους τμήματα (3D-στοιχεία), που μαζί θα συνθέτουν το κτίριο στο σύνολό του. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ελευθερία των μορφών και των διαστάσεων των θαλάμων που μπορούν να κατασκευαστούν και η λειτουργική διευθέτηση του σπιτιού μπορεί να πραγματοποιηθεί με διαφορετικούς τρόπους. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να αποτελεί παράδειγμα ώστε σε μια μελλοντική κατάσταση κάθε άτομο θα είναι σε θέση να οργανώσει το δικό του σπίτι σύμφωνα με τις δικές του επιθυμίες.

Το Canal House δεν θα κατασκευαστεί εξ ’ολοκλήρου, αλλά θα δημιουργηθεί σε φάσεις, δωμάτιο - δωμάτιο. Επιπλέον, είναι κατανοητό ότι το σπίτι είναι μεταφερόμενο.

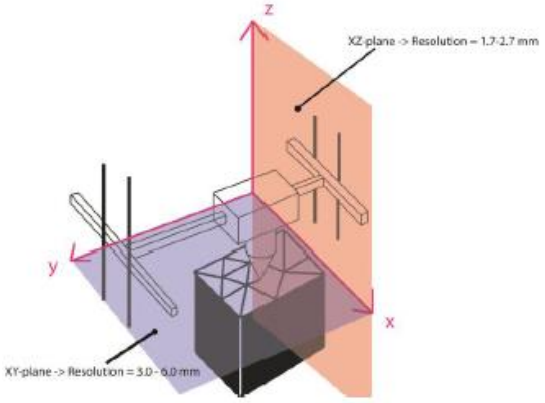


Εικόνα 2.18 Εκτύπωση τεμαχίων με την μέθοδο των Dus Architects[8]

Μία από τις βασικές δυσκολίες αυτού του εγχειρήματος έγκειται στη χρήση των υλικών. Επειδή ο εκτυπωτής μπορεί να εκτυπώσει μόνο με πλαστικό, το κτίριο θα γίνει με ένα υλικό που είναι ασυνήθιστο για τον κλάδο των κατασκευών και των οποίων δεν υπάρχει διαθέσιμη τεχνογνωσία σχετικά με την δομική συμπεριφορά και τις ιδιότητες του.

2.4.3 Επίδραση της μεθόδου εκτύπωσης στις ιδιότητες

Η διαδικασία εκτύπωσης του 3D-εκτυπωτή θα οδηγήσει πιθανότατα σε διαφορετικές ιδιότητες των υλικών σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Δεδομένου ότι είναι ένας 3D-εκτυπωτής κινείται στις τρεις κατευθύνσεις X-Y-Z. Το πιθανό ρυθμιζόμενο εύρος στο επίπεδο XY είναι 3,0-6,0mm, ενώ η γραμμή πάχους στην XZ είναι 1,7-2,7mm.



Εικόνα 2.19 Διάταξη και κίνηση εκτυπωτή βιοπλαστικών[8]

Υπάρχουν τρεις παράμετροι που επηρεάζουν το πάχος της εκτύπωσης: η ταχύτητα της εκτύπωσης, η πίεση και το ύψος της κεφαλής του εκτυπωτή, τα οποία μαζί καθορίζουν το πάχος της γραμμής και με αυτόν τον τρόπο την ανάλυση του εκτυπούμενου στοιχείου. Η τελική ρύθμιση του πάχους της εκτύπωσης κατά XZ-επίπεδο είναι 2,1mm.

2.4.4 Ιδιότητες υλικού

Το εφαρμοσμένο υλικό εκτύπωσης έχει αναπτυχθεί από την εταιρία Henkel. Το συγκεκριμένο υλικό που εφαρμόζεται κατά την εκτέλεση αυτού του εγχειρήματος ονομάζεται Macromelt 6900E και είναι ένα πρόσθετο θερμοπλαστικό με βάση φυσικά λιπαρά οξέα και διμερή οξέα και προσφέρει ανώτερη πρόσφυση στα βιοπλαστικά τα οποία είναι φυτικής προέλευσης.[5] Προσφέρει χαμηλότερη ευελιξία θερμοκρασίας και μεγάλη ποικιλία χύτευσης. Μερικές ιδιότητες του υλικού παρουσιάζονται στο παρακάτω Πίνακα.

Macromelt 6900E	
Κατάληξη	Οξύ
Περιεκτικότητα φυτικών στοιχείων (%)	77
Θερμοκρασία πλασιμότητας (ºC)	135-145
Αντοχή σε εφελκυσμό (N/mm^2)	12
Πυκνότητα (g/cm^3)	0.98
Απορρόφηση νερού (%)	<0,5
Αντοχή σε εφελκυσμό (MPa)	6.45
Διατμητική αντοχή (MPa)	4.00
Μέτρο ελαστικότητας (MPa)	131.8
Θλιπτική αντοχή (MPa)	17.5
Σημείο μάλθωσης (ºC)	63
Σημείο τήξης (ºC)	85.5
Καμπτική αντοχή (MPa)	12.1

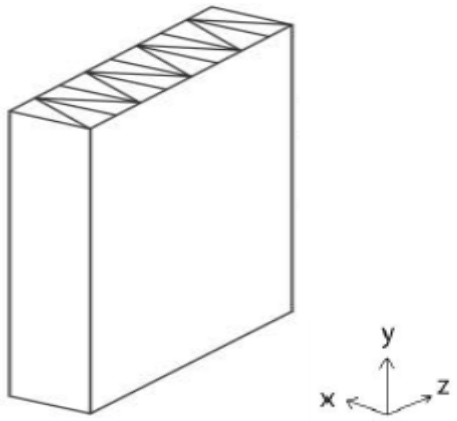
Πίνακας 1 Χαρακτηριστικές τιμές μηχανικών ιδιοτήτων Macromelt 6900E

2.4.5 Κόστος

Η τρέχουσα τιμή ανά κιλό για το υλικό Macromelt 6900E είναι περίπου 20€. Ωστόσο, επειδή το Macromelt 6900E έχει δημιουργηθεί ειδικά για εφαρμογές στον ιατρικό κλάδο, η Henkel αναμένει ότι θα χρειαστεί υποδεέστερες διαδικασίες φιλτραρίσματος για ένα υλικό σαν αυτό που θα εφαρμοστεί στον κλάδο των κατασκευών και αυτό, διότι η συγκεκριμένη απαίτηση ποιότητας για την οικοδομική βιομηχανία πιθανόν να είναι χαμηλότερη. Η ζητούμενη ποσότητα για κατασκευαστικά έργα θα είναι πολύ υψηλότερη από ό, τι για τις σημερινές βιομηχανίες που αγοράζουν αυτό το υλικό. Για μεγαλύτερες ποσότητες, η Henkel μπορεί να παραδώσει τα υλικά, όπως αυτό, σε καλύτερη τιμή. Για τους δύο παραπάνω λόγους, η Henkel εκτιμάται ότι η πραγματική τιμή θα είναι περίπου 5-10€/kg, για ένα πολυμερές όπως αυτό που θα εφαρμοστεί στην οικοδομική βιομηχανία.

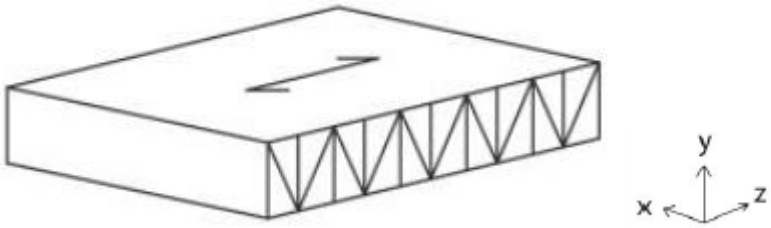
2.4.6 Προτεινόμενος σχεδιασμός τμημάτων

Ο σχεδιασμός αυτός του τμήματος τοίχου (Εικόνα 2.20), προσφέρει καλύτερη ισορροπία και σταθερότητα στο στοιχείο καθώς η εκτύπωση είναι κατά την ίδια διεύθυνση με τη βασική διάσταση του στοιχείου. Επίσης η διάταξη αυτή προσφέρει την δυνατότητα εισαγωγής αγωγών κατά την κατακόρυφη διεύθυνση. Η κατεύθυνση με την μεγαλύτερη αντοχή του στοιχείου συμπίπτει επίσης με την διεύθυνση που καταπονείται.



Εικόνα 2.20 Προτεινόμενος σχεδιασμός τοίχου[8]

Ο σχεδιασμός σε αυτή την κατεύθυνση του στοιχείου δαπέδου (Εικόνα 2.21), προσφέρει την μεγαλύτερη δυνατή αντοχή, καθώς η διεύθυνση της καταπόνησης είναι παράλληλη με την διεύθυνση της εκτύπωσης. Επίσης τα κενά τμήματα δίνουν την δυνατότητα τοποθέτησης αγωγών κατά την οριζόντια διεύθυνση.

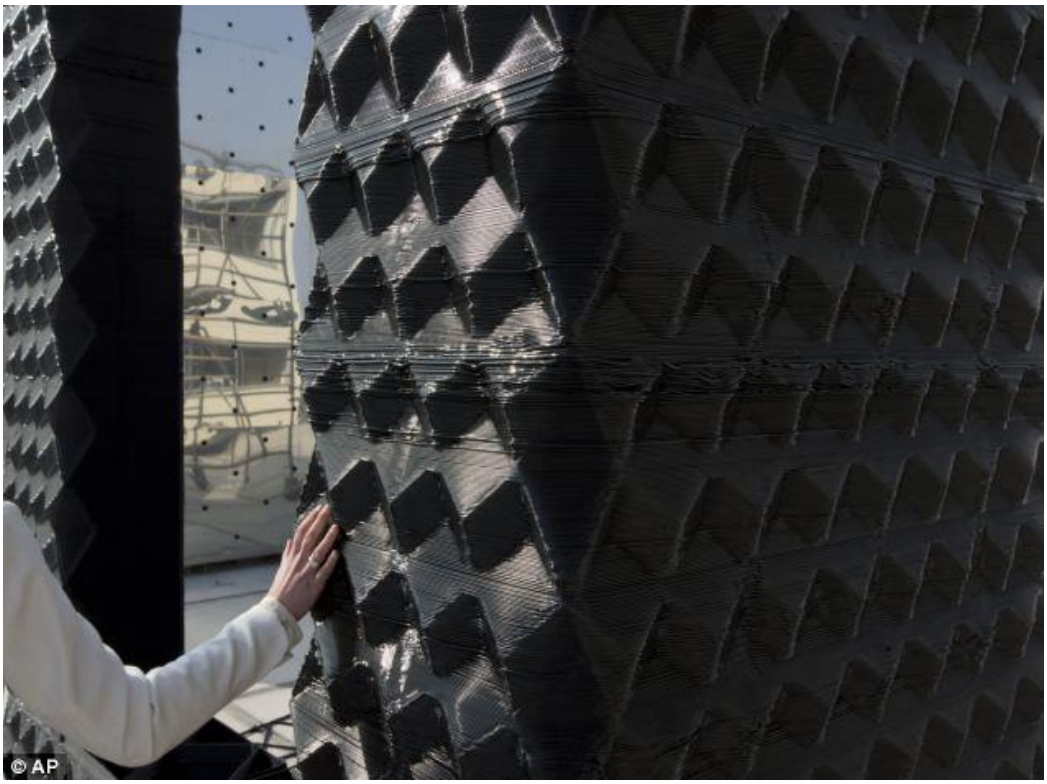


Εικόνα 2.21 Προτεινόμενος σχεδιασμός δαπέδου[8]

2.4.7 Συμπεράσματα

Η συμπεριφορά του υλικού εκτύπωσης κάτω από υψηλές θερμοκρασίες είναι υποδεέστερη σε σχέση με τα παραδοσιακά δομικά υλικά. Το σημείο μάλθωσης του υλικού βρίσκεται στους 60 βαθμούς Κελσίου και μια υποβάθμιση της τάξης του 70% στην αντοχή του, σε θερμοκρασία 40°C, είναι απαγορευτική για δομικές εφαρμογές. Επίσης το υλικό εκτύπωσης εμφανίζει σαφή ανισοτροπη συμπεριφορά, πράγμα που σημαίνει ότι οι ιδιότητες αντοχής, παράλληλες και κάθετες προς την κατεύθυνση των εκτυπωμένων

γραμμών, διαφέρουν σημαντικά. Όσων αφορά την συμπεριφορά του υλικού σε σχέση με το νερό, δεν αναμένονται προβλήματα για το υλικό που εκτίθεται προς τη βροχή και τον παγετό, καθώς η εκτύπωση προσφέρει επαρκή αδιαβροχοποίηση. Η ειδική θερμοχωρητικότητα του υλικού εκτύπωσης είναι επίσης σχετικά χαμηλή, πράγμα που σημαίνει ότι το υλικό λειτουργεί ικανοποιητικά ως μονωτικό υλικό. Τέλος το υλικό εκτύπωσης είναι πολύ ευαίσθητο σε τοπικά εφαρμοζόμενες δυνάμεις. [8]



Εικόνα 2.22 Στοιχείο εκτύπωσης με τη χρήση βιοπλαστικών[51]

2.5 Το ξύλο ως υλικό εκτύπωσης

2.5.1 Εισαγωγή

Ένας από τους παράγοντες που περιορίζουν την επέκταση της τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι η υψηλή τιμή των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται και η μη οργανική προέλευση των περισσότερων υλικών, τα οποία ενδεχομένως να είναι επιβλαβή για το περιβάλλον. Μερικά παραδείγματα της χρήσης των φυσικών υλικών, όπως το ξύλο, σε συνδυασμό με πλαστικά και γύψο καθώς επίσης και προσπάθειες για την παραγωγή λειτουργικών νανοστοιχείων, έχουν ήδη πραγματοποιηθεί. Η χρήση όμως φυσικών υλικών θα μπορούσε να μειώσει το κόστος, τους κινδύνους που προέρχονται από τα συνθετικά υλικά και το ανθρακικό αποτύπωμα των κατασκευών από την τρισδιάστατη εκτύπωση.

Το ξύλο είναι ένα φυσικό, οργανικό υλικό που είναι ευρέως διαθέσιμο σε μορφή υπολειμμάτων το οποίο μπορεί να αλεσθεί σε μικρότερα κλάσματα ή λεπτή σκόνη ξύλου και χρησιμοποιηθεί ως συστατικό σε 3D εκτύπωση μαζί με συμβατικά πλαστικά υλικά, φυσικές κόλλες, ή με γύψο, κυτταρίνη, πυριτικό νάτριο και το τσιμέντο. Λόγω της χαμηλής πυκνότητας του, τα προϊόντα του, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως καλούπια για πιο σύνθετες μορφές, είτε ως στηρίγματα για την κατασκευή άλλων στοιχείων.

Μία προσπάθεια για την τρισδιάστατη εκτύπωση, χρησιμοποιώντας ως υλικό προϊόντα ξύλου, έχει πραγματοποιηθεί ήδη από την εταιρία WASP, η οποία έχει επικεντρωθεί στην ανάπτυξη εκτυπωτών τρισδιάστατης εκτύπωσης, έχοντας ολοκληρώσει την εκτύπωση αντικειμένων με διάφορα υλικά όπως λάσπη, τσιμέντο και πορσελάνη.[19] Η εταιρία παράγει εκτυπωτές διαφόρων μεγεθών και χρήσεων και έχει ήδη χρησιμοποιήσει ένα μείγμα υγρής κόλλας, αλεύρου και πριονιδιού, με την οποία κατασκεύασαν μία καρέκλα σε πραγματικές διαστάσεις. Για την εκτύπωση χρησιμοποιούν έναν εκτυπωτή με σχετικά απλή διαμόρφωση η οποία περιλαμβάνει βραχίονες για την κίνηση στους 3 άξονες καθώς και ένα κάδο με περιστρεφόμενο έμβολο για την εξώθηση του υλικού, καθώς επίσης και περιστρεφόμενη κεφαλή για την ακριβέστερη εναπόθεση του υλικού όπως φαίνεται στην εικόνα.

Εικόνα 2.23 Εκτύπωση τη χρήση προϊόντων ξύλου από την εταιρία WASP[52]

Εικόνα 2.24 Στοιχείο εκτύπωσης με τη χρήση προϊόντων ξύλου από την εταιρία WASP[52]

Για την κατασκευή λοιπόν του καταλύματος επιλέχθηκε η χρήση προϊόντων ξύλου κατά την τρισδιάστατη εκτύπωση η οποία θα μιμείται την τεχνική κατασκευής και τα υλικά κατασκευής μοριοσανίδων και των ινοπλακών μέσης πυκνότητας (MDF), καθώς επίσης και των προϊόντων τύπου O.S.B. με την επιλογή παραμέτρων όπως η βέλτιστη αναλογία ξύλου και κόλλας να επιλέγονται κατά παραδοχή καθώς δεν υπάρχει τεχνική κατασκευής τρισδιάστατης εκτύπωσης με χρήση του ξύλου σε αυτή την κλίμακα της κατασκευής.

Ακολουθεί περιγραφή των συγκολλητικών ουσιών για κατασκευή προϊόντων από τον τεμαχισμό ξυλείας, των διαδικασιών παρασκευής των συνηθέστερων προϊόντων από υλικά επεξεργασίας ξύλου και των πλεονεκτημάτων κάθε προϊόντος και τις χρήσεις αυτών.

2.5.2 Συγκολλητικές ουσίες

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες συγκολλητικών ουσιών, με βάση την προέλευσή τους. Οι φυσικές συγκολλητικές ουσίες φυτικής και ζωικής προέλευσης καθώς επίσης και οι συνθετικές, που παράγονται με χημική κατεργασία.

Στις φυσικές συγκολλητικές ουσίες ανήκουν : η αμυλόκολλα, η κόλλα σόγιας, η ζωική κόλλα, η κόλλα καζεΐνης και η κόλλα αίματος. Η χρήση τους είναι περιορισμένη γιατί δεν δημιουργούν ανθεκτικούς δεσμούς και επίσης προσβάλλονται από μύκητες και έντομα.

Οι συνθετικές συγκολλητικές ουσίες (συνθετικές ρητίνες), παράγονται χημικώς από το πετρέλαιο, γαιάνθρακες κ.α. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι η φαινόλη φορμαλδεΰδη, η μελαμίνη φορμαλδεΰδη, η ουρία φορμαλδεΰδη και η ρεσορσινόλη φορμαλδεΰδη. Για την σκλήρυνσή τους απαιτείται υψηλή θερμοκρασία ενώ για να επιταχυνθεί η διαδικασία της σκλήρυνσης προστίθεται συνήθως οξέα ως καταλύτης. Οι συνθετικές ρητίνες δίνουν ισχυρούς μόνιμους δεσμούς, ανθεκτικούς στην υγρασία και σε προσβολές μυκήτων και εντόμων.

Για την κατασκευή επιφανειών εσωτερικής χρήσεως, χρησιμοποιείται κυρίως η ουρία φορμαλδεΰδη η οποία δίνει καλούς άχρωμους δεσμούς, ανθεκτικούς σε μικροοργανισμούς ενώ το κόστος της είναι μικρό. Οι ιδιότητές της βελτιώνονται σημαντικά με προσθήκη μελαμίνης ή ρεσορσινόλης φορμαλδεΰδης κυρίως για επιφάνειες εξωτερικής χρήσεως. Ως σκληρυντής χρησιμοποιείται το χλωριούχο αμμώνιο.

2.5.3 Μοριοσανίδες

Η μοριοσανίδα αποτελείται από μικρά ξυλοτεμαχίδια, εμποτισμένα με συνθετική ρητίνη και πιεσμένα σε μορφή επίπεδης πλάκας με επιθυμητό ειδικό βάρος και πάχος. Χρησιμοποιείται στην επιπλοποιία και στην κατασκευή εσωτερικών κατασκευών των κτιρίων, όπως χωρίσματα, πατώματα και ταβάνια. Οι μοριοσανίδες έχουν ειδικό βάρος συνήθως 0,40 - 0,80 gr/cm^2. Επίσης παράγονται και μοριοσανίδες με μικρότερα ειδικά βάρη 0,25 -0,40 gr/cm^2 και με καλύτερες μονωτικές ιδιότητες και μικρότερο κόστος παραγωγής, όπως και με μεγαλύτερα ειδικά βάρη 0,80 - 1,20 gr/cm^2, με μεγαλύτερη μηχανική αντοχή για ειδικές χρήσεις όπως πατώματα κ.λπ.

Πλεονεκτήματα

Ορισμένα πλεονεκτήματα των μοριοσανίδων είναι τα εξής:

- για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται πάσης φύσεως υπολείμματα ξύλου
- προσφέρει την δυνατότητα παραγωγής διαφόρων διαστάσεων
- είναι δυνατή η παραγωγή τους σε μεγάλες ποσότητες

Οι κυριότερες πηγές πρώτων υλών για μοριοσανίδες είναι:

- στρόγγυλο ξύλο έμφλοιο ή άφλοιο σε διάφορες διαστάσεις
- εξακρίδια πρίσεως
- εξακρίδια ξυλοφύλλων, κόντρα πλακέ και μοριοσανίδων
- πλανίδια
- πριονόσκονη
- διάφορα υπολείμματα δευτερογενούς κατεργασίας

Ο θρυμματισμός και επαναθρυμματισμός του ξύλου γίνεται σε ειδικά μηχανήματα.

Τεχνολογία παραγωγής

Το ξύλο αρχικά θρυμματίζεται σε ξυλοτεμαχίδια με διαστάσεις πάχους 0,2-0,5mm, πλάτους 2–25mm, και μήκους 10–50mm. Στη συνέχεια τα ξυλοτεμαχίδια μεταφέρονται σε ειδικές εγκαταστάσεις-ξηραντήρια για την μείωση της υγρασίας τους στο 3-6% καθώς η υψηλή υγρασία εμποδίζει τον σχηματισμό επαρκούς συγκόλλησης.

Μετά την ξήρανση το υλικό αποθηκεύεται σε σιλό, απ' όπου οδηγείται σε ειδική μηχανή αναμίξεως με κόλλα. Η κόλλα που χρησιμοποιείται για την κατασκευή μοριοσανίδων επιπλοποιίας είναι η ουρία

φορμαλδεΰδη υπό μορφή υδατικού διαλύματος. Στο διάλυμα προστίθεται καταλύτης, συνήθως χλωριούχο αμμώνιο και παραφίνη σε αναλογία 0,4-0,6% του ξηρού βάρους. Μέσα στον κύλινδρο αναμίξεως και ενώ διέρχεται το υλικό, ψεκάζεται υπό μορφή πολύ μικρών σταγονιδίων το διάλυμα της κόλλας. Η αναλογία συγκολλητικής ουσίας ξύλου είναι 6-12% (ξηρή κόλλα επί ξηρού ξύλου). Το υλικό της ακραίας στρώσεως χρειάζεται κόλλα 10-12% για να πετύχουμε λεία επιφάνεια, ενώ το υλικό της μεσαίας στρώσεως 6-8%.

Τα ξυλοτεμαχίδια εμποτισμένα με συγκολλητική ουσία μεταφέρονται στην αποθήκη ειδικού μηχανήματος που διαστρώνει το υλικό προ της εφαρμογής πιέσεως. Η διάστρωση γίνεται με ροή τεμαχιδίων ξύλου επάνω σε έλασμα ή ιμάντα.

Μετά την διάστρωση ακολουθεί εφαρμογή πιέσεως σε ειδικές αυτόματες πρέσες με ένα η περισσότερα ανοίγματα. Κατά το πρεσάρισμα ασκείται πίεση 15-35kg/cm^2 για μοριοσανίδες πυκνότητας 0,4-0,8 kg/cm^2 και θερμοκρασία 100–170°C. Η διάρκεια συμπίεσης εξαρτάται από το πάχος της μοριοσανίδας και είναι περίπου 0,3-0,4 λεπτά ανά χιλιοστό πάχους τελικού προϊόντος.

Μετά την εφαρμογή πιέσεως, παραμένουν επί λίγες ημέρες στοιβαγμένες ώστε να εξισορροπηθεί η θερμοκρασία και υγρασία τους και για να ολοκληρωθεί η σκλήρυνση της συγκολλητικής ουσίας.

Επειδή η φορμαλδεΰδη, όταν βρίσκεται στην ατμόσφαιρα σε μεγάλη συγκέντρωση είναι επικίνδυνη για την υγεία του ανθρώπου κατά την κατασκευή στοιχείων τα υλικά επάλειψης θα πρέπει να περιέχουν όσο το δυνατό μικρότερα ποσοστά φορμαλδεΰδης. Επίσης οι επιφάνειες των μοριοπλακών θα πρέπει να επικαλύπτονται με βερνίκια και πλαστικές επιφάνειες και τέλος προτείνεται η χρήση φαινόλης-φορμαλδεΰδης ή μελαμίνης–φορμαλδεΰδης οι οποίες εκπέμπουν μικρότερα ποσοστά φορμαλδεΰδης.

Εικόνα 2.25Μοριοσανίδες διαφόρων παχών[53]

2.5.4 Μοριοσανίδες τύπου O.S.B.

Γενικά

Το προϊόν O.S.B. είναι ξυλόπλακα που παράγεται από ξυλοτεμαχίδια μεγάλου μήκους, τα οποία εμποτίζονται με ρητίνη εξωτερικής χρήσεως και διαστρώνονται σε προσανατολισμένη διάταξη, με τα τεμάχια να βρίσκονται κάθετα στην προηγούμενη στρώση. Τα ξυλοτεμαχίδια του O.S.B. έχουν μήκος 7,5mm ή μεγαλύτερο και πλάτος 16mm.

Το OSB εμφανίσθηκε στην αγορά το 1980 ως προϊόν ξυλόπλακας με μεγάλη μηχανική αντοχή για κατασκευές. Οι πολλές στρώσεις ξυλοτεμαχιδίων με κάθετη διάταξη μεταξύ τους και η ευθυγράμμιση των ξυλοτεμαχιδίων των επιφανειακών στρώσεων στο μήκος της ξυλόπλακας, αυξάνουν τη μηχανική αντοχή και την ελαστικότητα του στοιχείου.

Κατασκευή

Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται κυρίως ξύλο πεύκης, σε αντίθεση με τις άλλες μεθόδους όπου χρησιμοποιούνταν, υπολείμματα πριστηρίων και άλλης κατεργασίας. Οι κορμοί αποφλοιώνονται, τεμαχίζονται σε μικρότερα μήκη και μετατρέπονται σε ξυλοτεμαχίδια μήκους 75mm, πλάτους 16mm. Τα ξυλοτεμαχίδια ξηραίνονται, εμποτίζονται με κόλλα και το υλικό διαστρώνεται μηχανικά. Το διαστρωμένο υλικό επιθυμητού πάχους συμπιέζεται σε πολυώροφη θερμή πρέσα.

Χρήση

Οι πιο συνηθισμένες εφαρμογές των μοριοσανίδων τύπου OSB είναι οι ακόλουθες:

- πλάκες ξυλοτύπων για μπετό
- σανίδωμα στεγών και πάνελ επικάλυψης εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων
- νεύρωση σε δοκούς
- βιομηχανική συσκευασία και κουτιά εμπορευμάτων
- παλέτες
- διάφορες ξυλουργικές εργασίες και έπιπλα

Εικόνα 2.26 Χρήση OSB σε εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες[54]

Πλεονεκτήματα

Μέσω της τεχνολογίας παράλληλης στρωμάτωσης των ξυλοτεμαχιδίων, το O.S.B. παρουσιάζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα σε σχέση με την κοινή μοριοσανίδα:

- παρουσιάζει αυξημένη μηχανική αντοχή σε κάμψη και ελαστικότητα
- παρουσιάζει σταθερότητα
- περιορισμένη διόγκωση
- ανθεκτικότητα στην υγρασία καθώς σαν συγκολλητική ουσία χρησιμοποιείται κόλλα εξωτερικής χρήσεως, φαινόλη φορμαλδεΰδη ρεσορσινόλη - φορμαλδεΰδη ή μίξη των δύο

2.5.5 Ινοσανίδες

Οι ινοσανίδες αποτελούνται από ίνες ξύλου με τη διαδικασία της πολτοποίησης. Το υλικό των ινών, ξηραμένο ή όχι ανάλογα με την μέθοδο παραγωγής διαστρώνεται σε μεγάλες επιφάνειες και ανάλογα με τον τύπο του τελικού προϊόντος, εφαρμόζεται ή όχι συμπίεση μέσω πρέσας. Για την βελτίωση των ιδιοτήτων προστίθενται επίσης και διάφορες χημικές ουσίες.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ινοσανίδων ανάλογα με την πυκνότητά τους. Η πρώτη κατηγορία αφορά ινόπλακες χαμηλής πυκνότητας που χρησιμοποιούνται κυρίως ως μονωτικά υλικά ενώ η δεύτερη κατηγορία αφορά ινόπλακες μέσης πυκνότητας γνωστές ως M.D.F (Medium Density Fiberboard).

Πρώτες ύλες

Η χρήση πρώτων υλών είναι παρόμοια με αυτή των μοριοσανίδων, με την διαφορά ότι μπορεί να χρησιμοποιηθούν και ξύλα μεγάλου ειδικού βάρους (δρυς, σημύδα κ.λπ.). Ο φλοιός των δέντρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ποσοστό 15-20% για σκληρές ινόπλακες, ενώ δεν συνίσταται στην κατασκευή μονωτικών πλακών, κυρίως λόγω των εκχυλισμάτων που περιέχει.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα κάθε είδους υπολειμμάτων κατεργασίας ξύλου, όπως και στελέχη από διάφορα γεωργικά φυτά π.χ. άχυρο δημητριακών, λινάρι, κάνναβη, ζαχαροκάλαμο καθώς επίσης και πριονίδι σε ποσοστό μέχρι 20%.

Κατασκευή

Για την παραγωγή των ινοσανίδων χρησιμοποιείται είτε η μέθοδος της ξηρής στρωμάτωσης με την οποία παράγονται οι ινόπλακες μέσης πυκνότητας, είτε με τη μέθοδο της της υγρής στρωμάτωσης με την οποία παράγονται οι μονωτικές ινόπλακες (μικρής πυκνότητας) και οι σκληρές ινόπλακες (μεγάλης πυκνότητας). Κατά την πρώτη μέθοδο η πρώτη ύλη θρυμματίζεται σε ειδικούς σπαστήρες και ατμίζονται υπό πίεση 60–80PSI και θερμοκρασία 160–180°C για να μαλακώσουν. Στη συνέχεια οι υγρές ίνες ξύλου αναμιγνύονται με κόλλα, συνθετική ρητίνη ουρία-φορμαλδεΰδη (γνωστή σαν καουρίτης), ενώ όταν απαιτείται υψηλή αντοχή σε υγρασία χρησιμοποιείται μελαμίνη-ουρία φορμαλδεΰδη, φαινόλη-φορμαλδεΰδη ή ρεσορσινόλη–φορμαλδεΰδη σε ποσοστό 8 έως 12%, ξηραίνονται σε ξηραντήριο και τέλος διαστρώνονται σε κινητό δικτυωτό πλέγμα. Ακολουθεί μια πρώτη προσυμπίεση σε προπρέσα, στη συνέχεια γίνεται η κυρίως συμπίεση σε θερμοκρασία 180°C και τέλος

ψύξη σε ειδικό “αστερία κλιματισμού”. Κατά την υγρή μέθοδο η στρωμάτωση των ινών γίνεται σε υδατικό διάλυμα 1-2% και στη συνέχεια το νερό αφαιρείται με εφαρμογή κενού κάτω από το δικτυωτό. Ακολουθεί ξήρανση στο 10% σε ειδικά ξηραντήρια και εφαρμόζεται προπίεση για μείωση του πάχους ενώ τέλος ακολουθεί η εφαρμογή πίεσης. Μετά την εφαρμογή πιέσεως, οι σκληρές ινόπλακες εκτίθενται σε θερμοκρασία 150-170°C για να βελτιωθούν οι μηχανικές ιδιότητες τους.

Πλεονεκτήματα

Το M.D.F. παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα τα οποία είναι:

- χρήση ξύλου μικρής αξίας και υπολείμματα άλλων χρήσεων
- μικρό εργατικό κόστος παραγωγής
- είναι ομοιογενές και ισότροπο υλικό χωρίς σφάλματα
- η επένδυση του γυμνού M.D.F. με διακοσμητικά φύλλα καπλαμά, μελαμίνης, PVC κ.α. είναι ευκολότερη σε σχέση με άλλες ξυλόπλακες (μοριοσανίδες, κόντρα πλακέ).
- παρουσιάζει εσωτερική και επιφανειακή συνοχή, η οποία οφείλεται στη συγκόλληση με συνθετικές ρητίνες
- υπερτερεί σε ότι αφορά την αντοχή σε κάμψη, σε εφελκυσμό, και την αντοχή σε εξαγωγή βίδας και δύναται να παρουσιάσει μεγαλύτερες αντοχές ενισχυμένο με την προσθήκη ινών γυαλιού και άνθρακα
- παρουσιάζει αντοχή σε υψηλή σχετική υγρασία με τη μίξη μελαμίνης φορμαλδεΰδης και παραφίνης
- παρουσιάζει ανθεκτικότητα στη φωτιά με προσθήκη ειδικών αλάτων που επιβραδύνουν την εξάπλωση της φωτιάς

Εφαρμογές

Το M.D.F. είναι κατάλληλο για έπιπλα και κατασκευές, όπου μέχρι πρότινος χρησιμοποιείτο το ξύλο, η μοριοσανίδα και τα αντικολλητά είδη ξυλείας. Αν και η τιμή του είναι μέχρι και διπλάσια της μοριοσανίδας, η εύκολη κατεργασία, το πετυχημένο φινίρισμα και το μικρότερο κόστος κατεργασίας, είναι δεδομένα που σε πολλές περιπτώσεις καθιστούν το M.D.F. ανταγωνιστικό.[2]

Εικόνα 2.27 Ινοσανίδες[56]

2.6 Επιλογή υλικού εκτύπωσης και παραδοχές

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω εφαρμογές παραγωγής προϊόντων από παράγωγα ξύλου, η κατασκευή του καταλύματος θα ακολουθεί μια διαδικασία παρόμοια με τις προαναφερθείσες με τη χρήση ξυλοτεμαχιδίων με μέγεθος που θα προσεγγίζει αυτό των ινοσανίδων.

Δεδομένου ότι ένας εκτυπωτής τρισδιάστατης εκτύπωσης δεν μπορεί να ασκήσει τον ίδιο βαθμό πίεσης με τις μεθόδους που περιεγράφηκαν παραπάνω θα γίνει προσπάθεια το υλικό να αποδώσει κατά το μέγιστο δυνατό με τις εξής τεχνικές:

- με τη χρήση μελαμίνης φορμαλδεΰδης και παραφίνης ως επιπλέον προσθετικό εκτός της ουρίας φορμαλδεΰδης για την αύξηση της αντοχής σε υψηλή σχετική υγρασία
- με την προσθήκη ινών γυαλιού και άνθρακα για να παρουσιάσει μεγαλύτερη αντοχή σε κάμψη και εφελκυσμό
- με την προσθήκη βορικών αλάτων ώστε το υλικό να παρουσιάζει ανθεκτικότητα στη φωτιά
- με την επάλειψη των επιφανειών με ειδικό βερνίκι αδιαβροχοποίησης ώστε να προστατευθεί από υγρασία και την διάβρωσή του από το νερό και ταυτόχρονα να μειώσει τις εκπομπές σε φορμαλδεΰδη.
- με την άσκηση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης πίεσης στο υλικό παραγωγής για την συμπίεση των ινών.
- με την προσθήκη ειδικού εξαρτήματος στην κεφαλή του εκτυπωτή το οποίο θα έχει υψηλή θερμοκρασία για την ταχύτερη σκλήρυνση του υλικού

Η κατασκευή του εκτυπωτή που θα χρησιμοποιηθεί θα προσεγγίζει εκείνον που χρησιμοποιείται στην τεχνική της Contour Crafting και της εταιρίας WASP και θα αποτελείται από τα εξής εξαρτήματα:

- δυνατότητα κίνησης κατά τους 3 άξονες X,Y,Z
- δοχείο τοποθέτησης υλικού εκτύπωσης
- περιστρεφόμενο ακροφύσιο με πλευρικά όρια στομίου για την εκτύπωση λείων επιφανειών
- περιστρεφόμενο έμβολο στον κάδο του υλικού για την συνεχή εξώθηση υλικού
- θερμαινόμενο ακροφύσιο για την ταχύτερη στερεοποίηση του εκτυπούμενου υλικού.

Όσων αφορά την εκτύπωση ο εκτυπωτής θα δημιουργεί στρώσεις παρόμοιου πλάτους με τη μέθοδο της Contour Crafting με πλάτος υλικού 20mm και ύψους 15mm με ταχύτητα εκτύπωσης έως και 40mm/sec. Η σύνθεση του εκτυπωτή θα προσεγγίζει αυτή της εταιρίας WASP οποία απεικονίζεται στην εικόνα 2.28 ενώ η πλήρωση όγκων με το υλικό εκτύπωσης θα γίνεται με διάστρωση.

Εικόνα 2.28 Ενδεικτική διάταξη εκτυπωτή για την εκτύπωση με προϊόντα ξύλου[57]

3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΑΛΥΜΑΤΟΣ

3.1 Πυλώνες σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός του καταλύματος κινήθηκε σε έξι βασικούς πυλώνες :

- τις ελάχιστες απαιτήσεις που προβλέπει ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών για την κατασκευή καταλυμάτων εκτάκτου ανάγκης
- τον σχεδιασμό του καταλύματος με βάση τις διαστάσεις εμπορευματοκιβωτίου και την κατασκευή μεταλλικής βάσης, ώστε να μπορεί να μεταφερθεί με όλα τα σύγχρονα μέσα μεταφοράς
- τις ελάχιστες εσωτερικές διαστάσεις άνεσης
- βασικά βιοκλιματικά κριτήρια
- τη μελέτη θερμομόνωσης κατά Κ.Εν.Α.Κ
- τις κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες που προκύπτουν από τη διαδικασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης

3.2 Οδηγίες Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών

3.2.1 Γενικά

Το εγχειρίδιο εκτάκτου ανάγκης του ΟΗΕ παρέχει μία καθοδήγηση σχετικά με τα πρότυπα και τις βασικές απαιτήσεις που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάπτυξη ενός σχεδίου εγκατάστασης εκτάκτου ανάγκης. Η Ύπατη Αρμοστεία αποθαρρύνει τη δημιουργία οικισμών και όποτε αυτό είναι δυνατόν προτιμά εναλλακτικές λύσεις, υπό την προϋπόθεση ότι προστατεύουν και να βοηθούν τους ανθρώπους που βρίσκονται σε κατάσταση ανάγκης αποτελεσματικά. Ο χωρικός σχεδιασμός είναι η φυσική οργάνωση των οικισμών. Ο σωστός σχεδιασμός έχει θετική επίδραση στην υγεία και την ευημερία μιας κοινότητας. Διευκολύνει επίσης τη δίκαιη αποτελεσματική παράδοση αγαθών και υπηρεσιών.

Η σχεδίαση θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη:

- τα εθνικά αναπτυξιακά σχέδια για να εξασφαλιστεί ότι τα σχέδια εγκατάστασης είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά βιώσιμα.
- την ανθρωποκεντρικότητα των σχεδίων, προωθώντας την αυτοδυναμία των εγκαταστάσεων και επιτρέποντας στις κοινότητες να αναπτύξουν κατάλληλες λύσεις
- τα χαρακτηριστικά και την ταυτότητα της περιοχής, του περιβάλλοντος, των ανθρώπων και των βιοτόπων τους
- την συστηματική εφαρμογή μιας προσέγγισης ηλικίας, φύλου και διαφορετικότητας, για να εξασφαλιστεί ότι όλα τα άτομα έχουν ίση πρόσβαση σε δικαιώματα, προστασία, στις υπηρεσίες και τους πόρους και είναι σε θέση να συμμετέχουν ως ενεργοί εταίροι στις αποφάσεις που τους επηρεάζουν

- να είναι δυναμικά δηλαδή ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων πρέπει να είναι εφαρμόσιμος και ικανός να ανταποκριθεί σε αλλαγές σε μία κατάσταση κρίσης και επίσης θα πρέπει να προβλέπει μία στρατηγική εξόδου σε περίπτωση που τα προστατευόμενα άτομα δεν χρειάζονται πλέον τις εγκαταστάσεις.

3.2.2 Βασικές αρχές και προδιαγραφές σχεδιασμού

Τα πρότυπα του SPHERE project αποτελούν το σημείο αναφοράς κατά τον σχεδιασμό εγκαταστάσεων φιλοξενίας. Ο παρακάτω Πίνακας ορίζει τα ελάχιστα πρότυπα που πρέπει να τηρούνται κατά τον σχεδιασμό των εγκαταστάσεων.

Περιγραφή	**Κανόνες ελαχίστων**
Καλυπτόμενη Επιφάνεια	Ελάχιστη επιφάνεια ανά άτομο 3,5m^2 . Σε ψυχρά κλίματα και σε αστικές περιοχές ενδέχεται να απαιτούνται περισσότερα από 3,5 m^2. (4,5 m^2 - 5,5 m^2 είναι περισσότερο αποδεκτό). Ελάχιστο ύψος οροφής 2m στο υψηλότερο σημείο.
Συνολική επιφάνεια κέντρου φιλοξενίας	45m^2 ανά άτομο
Προστασία πυρασφάλειας	Ζώνη 30m κάθε 300m Ελάχιστη απόσταση μεταξύ των κατασκευών 2m – ιδανικά 2 φορές το ύψος των κτιρίων.
Κλίση εδάφους	Ως οδηγός 1 - 5%, ιδανικά 2 - 4%
Αποστράγγιση	Αποχέτευση για αποστράγγιση θα πρέπει να κατασκευαστεί στο χώρο, ιδιαίτερα σε περιοχές που βιώνουν μεγάλη περίοδο βροχής

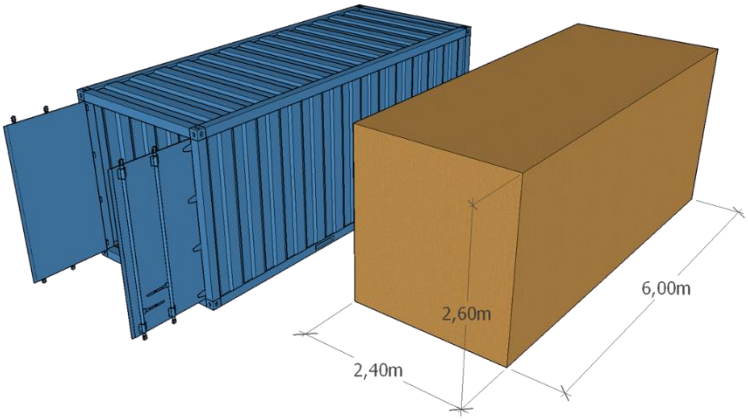
Πίνακας 2 Ελάχιστες προδιαγραφές κατασκευής σύμφωνα με το εγχειρίδιο της Ύπατης Αρμοστείας

Η επιλογή της περιοχής που θα κατασκευαστούν οι μονάδες θα πρέπει να γίνει σε συνεργασία με ένα ευρύ φάσμα τομέων, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας και της τροφοδοσίας της εγκατάστασης, καθώς και με ειδικούς τεχνικούς όπως τοπογράφους, σχεδιαστές, μηχανικούς και μηχανικούς περιβάλλοντος.

Κατασκευάζοντας μια ακατάλληλη κατασκευή ή παραλείποντας κάποιες από τις προδιαγραφές, μπορεί να οδηγήσει σε επιπρόσθετα προβλήματα επηρεάζοντας αρνητικά τα άτομα που θα εγκατασταθούν βάζοντάς τους σε περαιτέρω κίνδυνο.

3.3 Σχεδιασμός για μεταφορά

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης υπερτερεί ως μέθοδος κατασκευής, στο γεγονός ότι η κατασκευή δύναται να γίνει επιτόπου στο σημείο ενδιαφέροντος. Όμως κατά τον σχεδιασμό του καταλύματος λήφθηκε σοβαρά υπόψη οι διαστάσεις του καταλύματος να συμπίπτουν με αυτές ενός εμπορευματοκιβωτίου ώστε να μπορεί να μεταφερθεί με όλα τα σύγχρονα μέσα μεταφοράς . Οι βασικές διαστάσεις λοιπόν προσεγγίζουν εκείνες ενός τυπικού εμπορευματοκιβωτίου.



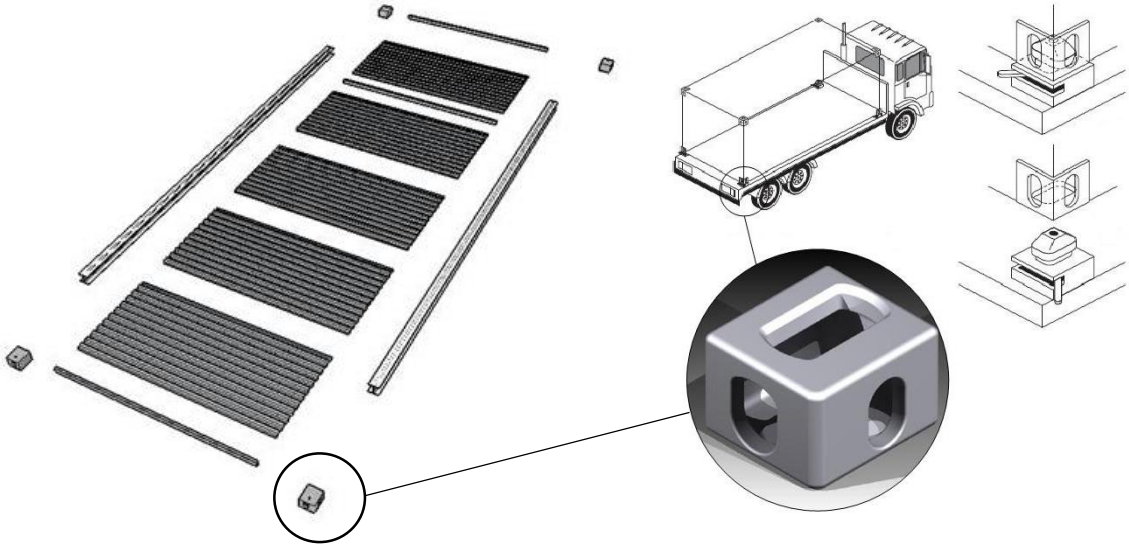
Εικόνα 3.1 Προσομοίωση διαστάσεων καταλύματος με τις διαστάσεις εμπορευματοκιβωτίου μέσω προγράμματος LayOut

Επιλέχθηκε λοιπόν οι διαστάσεις του μικρότερου εμπορευματοκιβωτίου με :

- Μήκος 6,00m
- Πλάτος 2,40m
- Ύψος 2,60m

Παρατηρούμε πως οι ελάχιστες απαιτήσεις για το ύψος του καταλύματος της Ύπατης Αρμοστείας του ΟΗΕ ικανοποιούνται και θεωρώντας ότι το κατάλυμα θα στεγάζει 4 άτομα, το εμβαδό κάλυψης κάθε ατόμου είναι $3{,}6m^2 > 3{,}5m^2$.

Επίσης επιλέχθηκε η χρήση σταθερής βάσης από ισχυρό υλικό και συγκεκριμένα από χαλύβδινες διατομές, προκειμένου να μπορεί να μεταφερθεί το κατάλυμα χωρίς να καταστραφεί το υλικό εκτύπωσης. Έτσι τη βάση θα συνθέσουν ορισμένες μεταλλικές διατομές η διαστασιολόγηση των οποίων θα γίνει σε επόμενο τμήμα της εργασίας, σε συνδυασμό με 4 γωνιακά στοιχεία που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των εμπορευματοκιβωτίων και βοηθούν στην αγκύρωση των μηχανημάτων ανύψωσης και συγκράτηση τους στις πλατφόρμες των οχημάτων μεταφοράς, όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 3.2 Απεικόνιση βάσης καταλύματος και σύνδεσης με πλατφόρμα μεταφοράς

3.4 Σχεδιασμός εσωτερικού χώρου

Ένα από τα κυριότερα στοιχεία κατά τον σχεδιασμό ενός χώρου είναι να ανταποκρίνεται σε κάποιες ελάχιστες διαστάσεις άνεσης . Αν και το συγκεκριμένο κατάλυμα εκτάκτου ανάγκης δεν προορίζεται για μόνιμη κατοικία, κατά τον σχεδιασμό του καταλύματος έγινε προσπάθεια να εφαρμοστούν οι ελάχιστες διαστάσεις άνεσης, ώστε το κατάλυμα πέρα από το σκοπό της στέγασης που πρέπει να εξυπηρετεί, να αποτελεί επίσης έναν χώρο φιλόξενο και λειτουργικό προς τα άτομα που τον χρησιμοποιούν.

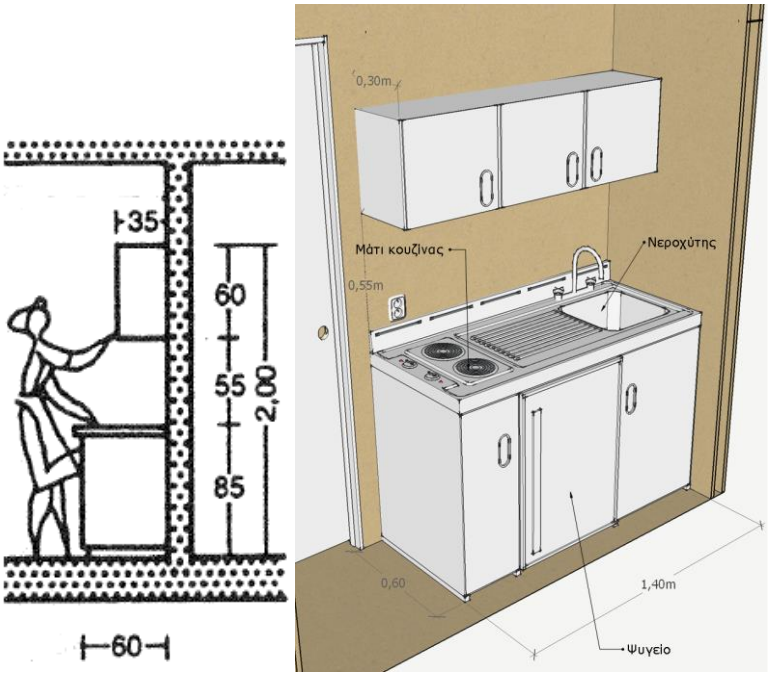
Υπνοδωμάτιο

Ο χώρος του υπνοδωματίου ταυτίζεται με τον κύριο χώρο του καταλύματος. Έγινε προσπάθεια η διαμόρφωση του χώρου να μπορεί να εξυπηρετήσει μία οικογένεια τεσσάρων μελών. Επιλέχθηκαν δυο κρεβάτια κουκέτες με πλάτος 0,75m και μήκος 2,00m. Ανάμεσα στα κρεβάτια θα υπάρχει διάδρομος 0,70m. Η σύνθεση αυτή προσφέρει τη δυνατότητα δημιουργίας αποθηκευτικού χώρου κάτω από το κάθε κρεβάτι.

Εικόνα 3.3 Απεικόνιση διαστάσεων κουκέτας μέσω προγράμματος LayOut

Κουζίνα

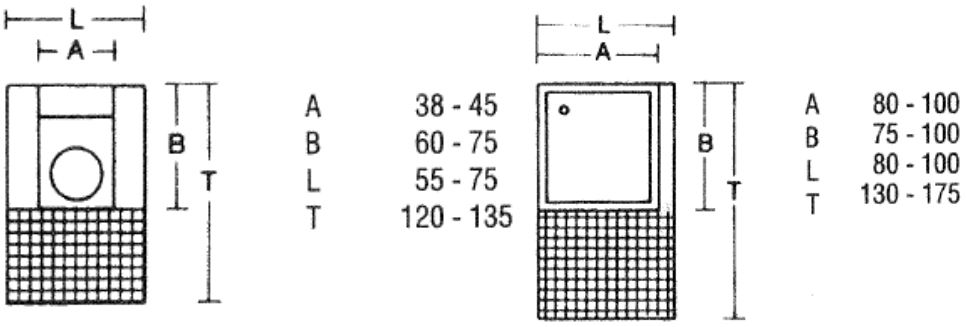
Ο σχεδιασμός της κουζίνας βασίστηκε στις ελάχιστες διαστάσεις άνεσης που ορίζουν τον πάγκο της κουζίνας με ύψος 85cm και πλάτος 60cm. Τα άνω ντουλάπια αποθήκευσης ξεκινούν 55cm πάνω από τον πάγκο της κουζίνας και έχουν ύψος 60cm και πλάτος 35cm.



Εικόνα 3.4 Τυπικές διαστάσεις κουζίνας[23]

Λουτρό

Κατά τον σχεδιασμό του λουτρού ,για οικονομικούς και τεχνικούς λόγους λήφθηκε σοβαρά υπόψη λουτρό και κουζίνα να είναι τοποθετημένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να χρησιμοποιούνται κοινές σωληνώσεις εγκαταστάσεων. Ο προσανατολισμός του λουτρού πρέπει να είναι προς το βορρά και θα πρέπει να εξασφαλίζεται φυσικός φωτισμός και αερισμός. Επίσης θα πρέπει να προβλεφθούν μέτρα στεγάνωσης καθώς το λουτρό είναι χώρος με μεγάλη υγρασία.[23]



Εικόνα 3.5 Διαστάσεις λεκάνης και ντουζιέρας[23]

3.5 Βιοκλιματικός σχεδιασμός

3.5.1 Ορισμός βιοκλιματικού σχεδιασμού

Ως βιοκλιματικός σχεδιασμός ορίζεται η προσπάθεια για την εκμετάλλευση του κλίματος της περιοχής στην οποία πρόκειται πραγματοποιηθεί μια κατασκευή, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος την επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης, καθώς και εξοικονόμησης ενέργειας.

Ορισμένοι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι οι εξής:

- εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της προστασίας που προσφέρει το κέλυφος και η συμπεριφορά των δομικών στοιχείων του (θερμική μάζα, ανακλαστικότητα, απορροφητικότητα κ.λπ.)
- παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω του σωστού προσανατολισμού του κτιρίου και των ηλιακών συστημάτων του
- δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη
- επαρκής φυσικός φωτισμός
- συνολική βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο

Ακολουθεί συνοπτική περιγραφή των βασικότερων τεχνικών του βιοκλιματικού σχεδιασμού που λήφθηκαν υπόψη κατά το σχεδιασμό του καταλύματος.[20]

3.5.2 Γενικές αρχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Χωροθέτηση-Προσανατολισμός

Ως ιδανικό σχήμα του κτιρίου θεωρείται η κατασκευή κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, ώστε να προσφέρεται μεγαλύτερη επιφάνεια προς την ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης, συνίσταται η πιο μεγάλη όψη του κτίσματος και τα περισσότερα ανοίγματα να βρίσκονται στη νότια πλευρά ενώ στη βόρεια πρέπει να περιορίζονται τα ανοίγματα και να προτιμώνται οι συμπαγείς τοίχοι. Το κατάλυμα λοιπόν θα σχεδιαστεί έτσι ώστε να φέρει τα μικρότερα ανοίγματα στην βόρεια όψη και να πλαισιωθεί με διπλανό κατάλυμα ώστε να αξιοποιηθεί πλήρως το σχήμα του καταλύματος η διαμοιρασμός των θερμικών φορτίων τους θερινούς μήνες.

Ανοίγματα για ηλιασμό και αερισμό

Στο κέλυφος του κτιρίου θα πρέπει να έχουν προβλεφθεί επαρκή ανοίγματα για τον διαμπερή αερισμό του κτιρίου και για τον φυσικό δροσισμό κατά τους θερινούς μήνες. Τα περισσότερα και με το μεγαλύτερο μέγεθος ανοίγματα θα πρέπει να βρίσκονται στην νότια πλευρά, μικρότερου μεγέθους στην δυτική και ανατολική πλευρά και τέλος τα μικρότερα θα πρέπει να βρίσκονται στην βόρεια.

Χρήση του κτιρίου από τους ανθρώπους

Η χρήση του κτιρίου και των χώρων του επηρεάζει άμεσα τον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Στην κατοικία για παράδειγμα τα δωμάτια που δεν χρησιμοποιούνται συχνά, όπως τα λουτρά, μπορούν να τοποθετηθούν στη βόρεια πλευρά, ενώ τα δωμάτια που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι προτιμότερο να τοποθετούνται στη νότια. Συνεπώς κατά τον σχεδιασμό του καταλύματος στη βόρεια πλευρά θα τοποθετηθεί το λουτρό ενώ στο υπόλοιπο τμήμα θα βρίσκεται το σαλόνι-υπνοδωμάτιο με νότιο-ανατολικό και βορειοδυτικό προσανατολισμό αντίστοιχα.[4][21][3]

3.5.3 Παθητικά συστήματα ηλιακής θέρμανσης

Στα παθητικά συστήματα συμπεριλαμβάνονται τεχνικές εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας για την θέρμανση, τον δροσισμό και τον φωτισμό με τη μεγαλύτερη δυνατή εξοικονόμησης ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος.

3.5.4 Παθητικά συστήματα αερισμού και δροσισμού

Τα συστήματα και οι τεχνικές δροσισμού έχουν σκοπό να μειώσουν το θερμικό φορτίο του κτιρίου, για την εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων. Στην Ελλάδα, υπολογίζεται ότι ο σωστός βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτιρίων είναι δυνατόν να θερμάνει κατά τους χειμερινούς μήνες σε ποσοστό 60-70% και ταυτόχρονα να ανακουφίσει επαρκώς από τη ζέστη το καλοκαίρι.

3.5.4.1 Αερισμός

Φυσικός αερισμός

Μία από τις σημαντικότερες τεχνικές δροσισμού είναι ο φυσικός καθώς εξυπηρετεί μια οικονομική προσέγγιση ψύξης αλλά και βοηθά στην ανανέωση του αέρα που αναπνέουμε μέσα στα κτίρια. Μέσω

του φυσικού αερισμού επιτυγχάνονται η μείωση της θερμοκρασίας του κτιρίου από το εσωτερικό και τα δομικά υλικά του.

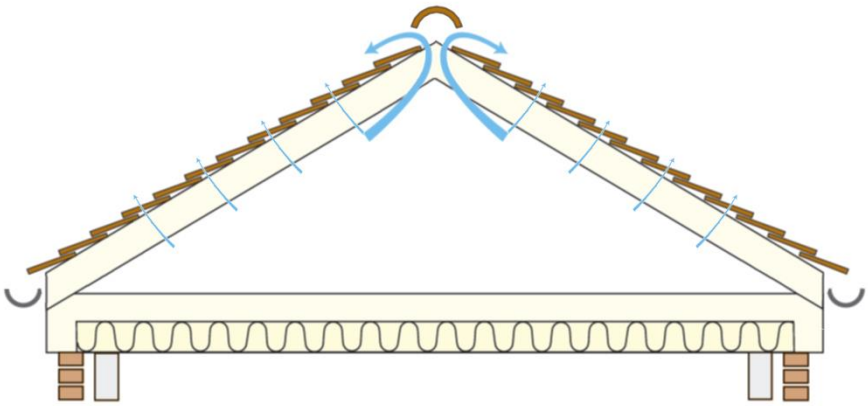
Κάποιες γενικές στρατηγικές φυσικού δροσισμού οι οποίες διαφέρουν στον τρόπο που ανανεώνεται ο αέρας είναι:

Διαμπερής

Για τον διαμπερή δροσισμό τοποθετούνται παράθυρα και άλλα ανοίγματα στους τοίχους και στο κέλυφος τα οποία ευνοούν την κυκλοφορία του αέρα προς όλες τις κατευθύνσεις με τη δημιουργία «ρεύματος» ,απομακρύνοντας έτσι τη συγκεντρωμένη θερμότητα.

Αερισμός με αεριζόμενο κέλυφος

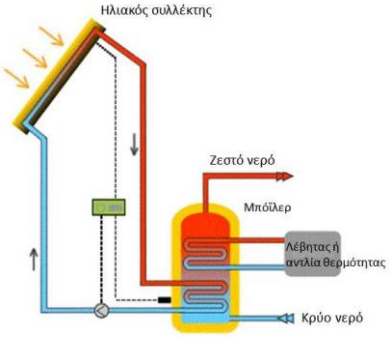
Μία από τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν κατά στο σχεδιασμό του καταλύματος είναι η κατασκευή διπλού κελύφους με το διαχωρισμό οροφής και καλύμματος στέγης στην οροφή όπου, μέσα στο κενό που δημιουργείται στο διάκενο, η κίνηση του αέρα προσφέρει φυσικό δροσισμό στο κέλυφος του κτιρίου και επιτυγχάνεται έτσι η θερμική ανακούφιση του.



Εικόνα 3.6 Αεριζόμενη στέγη[60]

3.5.5 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Τα ενεργητικά συστήματα είναι κατά κύριο λόγω μηχανολογικά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε θερμότητα, ή την αποθηκεύουν και τη μεταφέρουν, χρησιμοποιώντας κάποιο υγρό ή αέρα ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας. Η τεχνική τους βασίζεται κυρίως στη λειτουργία ενός συλλέκτη ο οποίος εγκλωβίζει την ηλιακή ενέργεια στο εσωτερικό του και ενός συστήματος κυκλοφορίας το οποίο διανέμει την θερμότητα στα υπόλοιπα τμήματα. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως για την θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης μέσω των ηλιακών θερμοσιφώνων.



Εικόνα 3.7 Διάταξη ηλιακού θερμοσίφωνα[61]

Συστήματα θερμικής προστασίας κτιριακού κελύφους

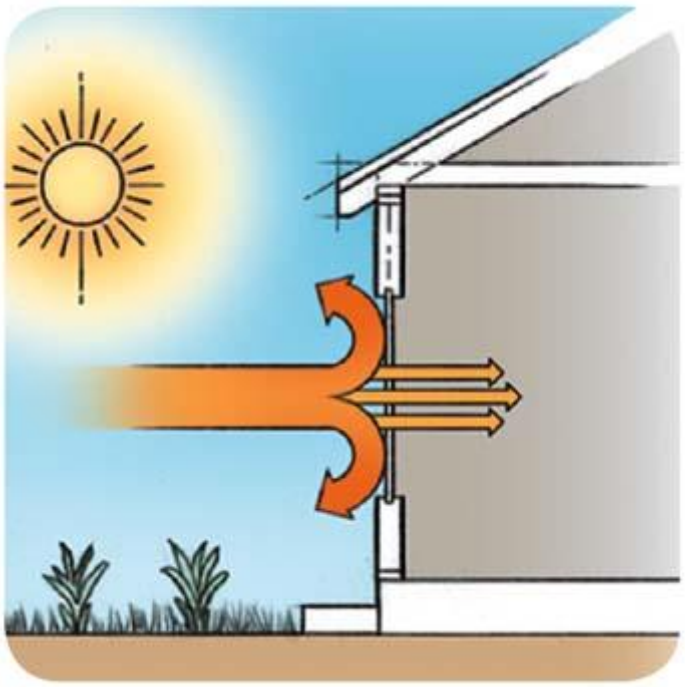
Ένας ίσως από τους σημαντικότερους παράγοντες θερμικής προστασίας ενός κτιρίου είναι η σωστή θερμομόνωσή του κελύφους που περιβάλλει το εσωτερικό του. Με την τοποθέτηση σωστής θερμομόνωσης διακόπτεται η ροή θερμότητας διαμέσου του κελύφους και έτσι κατά τους χειμερινούς μήνες η θερμότητα στο εσωτερικό του κτιρίου δεν δια φεύγει στο περιβάλλον ενώ του θερινούς μήνες δεν θερμαίνονται οι εσωτερικοί χώροι από τις υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες.

Υλικά κατασκευής

Η επιλογή των κατάλληλων υλικών για την κατασκευή και τη μόνωση ενός κτιρίου κατά τον σχεδιασμό του αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα για την βέλτιστη θερμική συμπεριφορά του. Η χρήση θερμομονωτικών υλικών μπορεί να επιφέρει τα μέγιστα στην ενεργειακή εξοικονόμηση ενός κτιρίου. Τα συνηθέστερα θερμομονωτικά υλικά είναι:

- η εξηλασμένη πολυστερίνη
- η διογκωμένη πολυστερίνη
- ο υαλοβάμβακας
- η πολυουρεθάνη
- το αφρώδες γυαλί
- τα περλιτοειδή
- ο πετροβάμβακας
- ο φελλός
- το PVC
- το κυψελωτό σκυρόδεμα
- τα θερμομονωτικά τούβλα
- οι πλάκες περλιτοϋάλου
- η κυτταρίνη

Κατά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτιρίου σημαντικό ρόλο παίζει η επιλογή υαλοπινάκων με χαμηλό δείκτη εκπομπής καθώς όσο λιγότερη ενέργεια επαν-εκπέμπει προς το περιβάλλον ένα υλικό, τόσο πιο αποδοτικό είναι από θερμομονωτική άποψη. Πάνω σε αυτή την φιλοσοφία έχουν κατασκευαστεί διάφοροι υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (low emissivity ή low-e), που βοηθούν στη βελτίωση της θερμικής προστασίας των κτιρίων. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατασκευή υαλοπινάκων με μια ειδική επεξεργασία με ένα αόρατο μέταλλο ή μεταλλική επίστρωση οξειδίου οι οποίοι ανακλούν τη θερμότητα προς τα έξω και με την προσθήκη αερίου ανάμεσα στα διπλά τζάμια όπως το αργό.



Εικόνα 3.8 Λειτουργία υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής[62]

3.5.6 Εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού

Κατά τον σχεδιασμό του καταλύματος επιλέχθηκαν ορισμένες τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού καθώς η κατασκευή ενός πρόχειρου καταλύματος δεν επιτρέπει την εφαρμογή πολλών διαφορετικών τεχνικών. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκαν:

- τοποθέτηση του καταλύματος στο χώρο ενδιαφέροντος με συγκεκριμένο προσανατολισμό με σκοπό την εφαρμογή των βιοκλιματικών τεχνικών προσανατολισμού
- αποφυγή ανοιγμάτων στο βορινό τμήμα του καταλύματος
- σχεδιασμός ανοιγμάτων για επαρκή φυσικό φωτισμό και φυσικό δροσισμό του καταλύματος
- τοποθέτηση κουφωμάτων χαμηλής εκπομπής

- διαχωρισμός της οροφής του κτιρίου από το κεκλιμένο στέγαστρο προστασίας από τη βροχή με σκοπό τη δημιουργία διπλού κελύφους για την προστασία της οροφής από τα θερμικά φορτία
- επαρκής σκιασμός των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους με την προέκταση της στέγης προς την ανατολική και νότια πλευρά του καταλύματος η μελέτη του οποίου παρουσιάζεται στο κεφάλαιο της ενεργειακής κατάταξης του καταλύματος βάσει του Κ.Εν.Α.Κ
- επιλογή υλικών κατασκευής με επιθυμητές θερμομονωτικές ιδιότητες και διαστασιολόγηση των δομικών στοιχείων η οποία παρουσιάζεται και αυτή στο κεφάλαιο της μελέτης θερμομόνωσης κατά Κ.Εν.Α.Κ.

Ως μονωτικό υλικό επιλέχθηκε η μόνωση κυτταρίνης καθώς προέρχεται από ανακυκλώσιμα υλικά και προσφέρει επαρκή θερμομονωτικότητα στο κέλυφος του κτιρίου.

Η μόνωση κυτταρίνης παρασκευάζεται από ανακυκλωμένο χαρτί. Εκτός από την υψηλή απόδοση τους η οποία είναι ανάλογη της μόνωσης από ορυκτοβάμβακα ή των αφρωδών συνθετικών μονώσεων οι μονώσεις κυτταρίνης είναι πολύ διαδεδομένες διότι ανταποκρίνονται πλήρως στα κριτήρια της οικολογικής δόμησης.

Τρόπος παρασκευής

Οι μονώσεις κυτταρίνης παράγονται από χαρτί εφημερίδων το οποίο τεμαχίζεται μηχανικά. Τα πολύ μικρά τμήματα του χαρτιού εκτίθενται σε υδρατμούς, ξαίνονται και εμποτίζονται με βορικά άλατα ή θειικό αργίλιο για να αυξηθεί η αντοχή τους στη φωτιά. Στη συνέχεια στεγνώνονται, καθαρίζονται από τη σκόνη και συσκευάζονται, με μορφή νιφάδων σε σάκους.

Για την παραγωγή των πλακών κυτταρίνης οι νιφάδες της κυτταρίνης συμπιέζονται με την προσθήκη υδρατμών σε πρέσες και προστίθενται πάλι υλικά πυροπροστασίας.

Εικόνα 3.9 Επιλογή ανακυκλώσιμων υλικών για την παραγωγή μόνωσης κυτταρίνης[63]

Περιβαλλοντικές ιδιότητες

- οι μονώσεις κυτταρίνης εμπεριέχουν χαμηλή ενέργεια, περίπου 50 kWh/m³
- η πρώτη ύλη των μονώσεων κυτταρίνης είναι προϊόν ανακύκλωσης χαρτιού, το οποίο προέρχεται από ανανεώσιμους πόρους
- οι μονώσεις κυτταρίνης, αφού κλείσουν τον κύκλο ζωής τους, αφομοιώνονται από το περιβάλλον
- δεν περιέχει ούτε εκλύει βλαβερές ουσίες για την υγεία

Φυσικές ιδιότητες

- οι μονώσεις κυτταρίνης έχουν χαμηλή θερμική αγωγιμότητα, με συντελεστή $\lambda = 0{,}040 – 0{,}050$ W/(mK)
- η αντίσταση στη διάχυση υδρατμών των μονώσεων κυτταρίνης είναι $\mu = 1 – 2$. Η κυτταρίνη προσροφά από τον αέρα υγρασία, την αποδίδει εξίσου εύκολα και ταυτόχρονα εξισορροπεί την υγρασία των χώρων. Δεν προσβάλλεται επίσης από μύκητες και από την υγρασία
- οι μονώσεις κυτταρίνης έχουν εξίσου καλές ηχομονωτικές ιδιότητες όσο και θερμομονωτικές
- η κυτταρίνη είναι υλικό μέτριας πυραντίστασης ενώ με την προσθήκη αλάτων, βορικού οξέος ή θειικού αργίλιου, βελτιώνεται η πυραντίσταση και η αντοχή της σε παράσιτα
- η κυτταρίνη διασφαλίζει την άδηλη αναπνοή των δομικών στοιχείων.
- είναι εύκολα επεξεργάσιμη και ελαστική
- η κυτταρίνη έχει χαμηλό κόστος κατασκευής

Εικόνα 3.10 Μόνωση κυτταρίνης[64]

Χρήσεις – κατασκευή

Οι μονώσεις κυτταρίνης είναι κατάλληλες για την επαρκή μόνωση τοίχων, στεγών και δαπέδων σε νέα κτίρια και σε αποκαταστάσεις και επισκευές παλαιών κτιρίων.

Οι νιφάδες κυτταρίνης διοχετεύονται με μηχανικούς ψεκαστήρες, μέσα από κατάλληλες οπές, σε κλειστά δομικά διάκενα της κατασκευής, όπως κάτω από το δάπεδο, μεταξύ τοίχου και εξωτερικής επένδυσης ή στέγης και ψευδοροφής ενώ δεν συνιστάται η χρήση κυτταρίνης ως εξωτερική μόνωση.

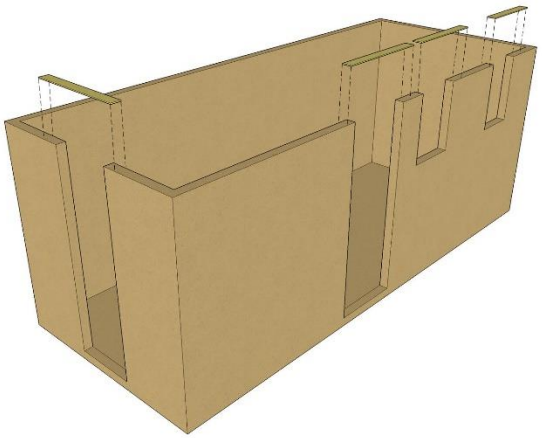
Ο ψεκασμός της κυτταρίνης μπορεί να γίνει με διοχέτευση πεπιεσμένου αέρα ή με αναρρόφηση. Διευκολύνει την πλήρωση ακόμη και πολύ μικρών χώρων των διάκενων, καθώς και κάθε γωνιάς τους. Κατά την πλήρωση των τμημάτων με μόνωση κυτταρίνης απαιτείται η χρήση προστατευτικής μάσκας.[22]

Εικόνα 3.11 Τοποθέτηση μόνωσης κυτταρίνης[65]

3.6 Σχεδιασμός λόγω τρισδιάστατης εκτύπωσης

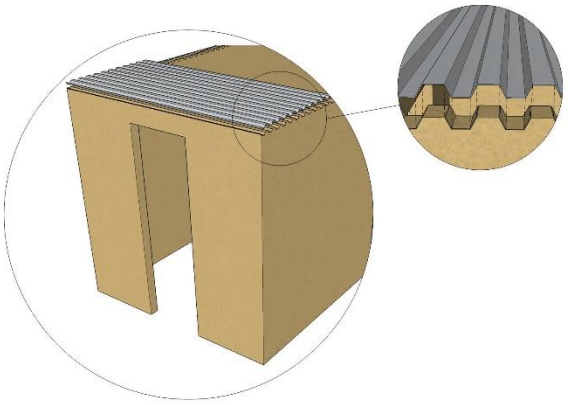
Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης αν και προσφέρει πολλά κατασκευαστικά πλεονεκτήματα όπως την υψηλή ταχύτητα κατασκευής, τη δυνατότητα λειτουργίας ως μίας αυτοματοποιημένης διαδικασίας, τη χρήση διαφορετικών υλικών κ.α., εντούτοις παρουσιάζει κάποιες κατασκευαστικές δυσκολίες. Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης λειτουργεί εναποθέτοντας υλικό κατά την κατακόρυφη διεύθυνση. Αυτό δημιουργεί δυσκολίες όταν επιθυμούμε να κατασκευάσουμε οριζόντια στοιχεία (π.χ. δοκάρια) σε κάποιο ορισμένο ύψος χωρίς την παρουσία υποστηρικτικής δομής κάτω από την εκτύπωση. Η εκτύπωση π.χ. στο ανώφλι του παραθύρου είναι αδύνατη χωρίς την ύπαρξη κάποιας υποστηρικτικής δομής. Κατασκευαστικές δυσκολίες επίσης παρουσιάζει η εκτύπωση της οροφής του καταλύματος με οδηγό την πλευρική τοιχοποιία. Για το λόγο αυτό, αντιγράφοντας και τεχνικές που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί κατά την τρισδιάστατη εκτύπωση με σκυρόδεμα, θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των ανωφλιών ξύλινα υπέρυθρα λεπτού πάχους με πλάτος όσο το πάχος του τοίχου, τα

οποία θα τοποθετηθούν αφού η κατασκευή της τοιχοποιίας φτάσει στο επιθυμητό ύψος όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 3.12 Πρόταση τοποθέτησης ξύλινων στοιχείων στο ανώφλι των ανοιγμάτων μέσω προγράμματος LAYOUT

Επίσης κατά την κατασκευή της οροφής του καταλύματος θα τοποθετηθούν στο τελικό ύψος της τοιχοποιίας μεταλλικά φύλλα η διατομή των οποίων θα επιλεγεί σύμφωνα με τη διαστασιολόγηση των μεταλλικών διατομών που ακολουθεί. Η τοποθέτηση των μεταλλικών αυτών φύλλων θα λειτουργήσει ως οδηγός για την εκτύπωση της στέγης του καταλύματος και ταυτόχρονα θα στηρίζει την οροφή από ενδεχόμενο ερπυσμό του εκτυπούμενου υλικού. Επίσης για την καλύτερη ένωση των μεταλλικών φύλλων, κατά την κατασκευή της τοιχοποιίας θα δημιουργηθούν αυλακώσεις στο άνω τμήμα αυτής, μιμούμενες το σχηματισμό των μεταλλικών φύλλων. Η κατασκευαστική αυτή λεπτομέρεια απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 3.13 Πρόταση τοποθέτησης μεταλλικού φύλλου οροφής μέσω προγράμματος LAYOUT

3.7 Μελέτη εγκατάστασης δικτύων

Για τον πλήρη σχεδιασμό του καταλύματος έγιναν οι απαραίτητες μελέτες του συστήματος ύδρευσης - αποχέτευσης, ηλεκτρομηχανολογικής εγκατάστασης καθώς και οι υπολογισμοί διαστασιολόγησης των χαλύβδινων διατομών που θα φέρει το κατάλυμα σύμφωνα με τις συγκεκριμένες διατάξεις.

3.7.1 Μελέτη ύδρευσης-αποχέτευσης

3.7.1.1 Ύδρευση

Γενικά

Η εγκατάσταση των ειδών υγιεινής και του δικτύου σωληνώσεων θα εκτελεσθεί σύμφωνα με τις διατάξεις του κώδικα του ισχύοντα «Κανονισμού Εσωτερικών Υδραυλικών Εγκαταστάσεων» ΤΟΤΕΕ 2411/86 & 2412/86 . Όλα τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση του έργου, θα πρέπει να είναι καινούργια και τυποποιημένα προϊόντα γνωστών κατασκευαστών που ασχολούνται κανονικά με την παραγωγή τέτοιων υλικών, χωρίς ελαττώματα και να έχουν τις διαστάσεις και τα βάρη που προβλέπονται από τους κανονισμούς.

Παροχή

Το κατάλυμα θα τροφοδοτηθεί με νερό από το δίκτυο στην περιοχή ενδιαφέροντος όπου θα κατασκευαστεί ή θα μεταφερθεί. Οι γενικές παροχές θα γίνουν με σωλήνες πολυαιθυλενίου με τις διατομές του να απεικονίζονται στα τελικά σχέδια. Επίσης όλες οι διαδρομές των σωληνώσεων και οι διατομές τους φαίνονται στα τελικά σχέδια.

Μόνωση σωληνώσεων

Όλες οι σωληνώσεις προσαγωγής ψυχρού και θερμού νερού θα μονωθούν για την αποφυγή απωλειών θερμότητας. Οι σωληνώσεις του μονωτικού θα κολληθούν απάνω στους σωλήνες με την ειδική κόλλα που προβλέπεται για το σκοπό αυτό. Οι μονώσεις των σωληνώσεων στο ύπαιθρο θα προστατεύονται με πρόσθετη επικάλυψη με φύλλο αλουμινίου.

Δίκτυα σωληνώσεων από γαλβανισμένο σιδηρόχρωμα

Οι συνδέσεις των διαφόρων τεμαχίων σωλήνων για σχηματισμό των κλάδων του δικτύου θα πραγματοποιούνται αποκλειστικά και μόνο με τη χρήση συνδέσμων (μούφες) γαλβανισμένων , με ενισχυμένα χείλη στην περιοχή της εσωτερικής κοχλιώσεως. Απαγορεύεται απόλυτα για την σύνδεση σωλήνων η ηλεκτροκόλληση ή η οξυγονοκόλληση. Οι διακλαδώσεις των σωλήνων για την τροφοδότηση αναχωρούντων κλάδων θα εκτελείται οπωσδήποτε με ειδικά εξαρτήματα γαλβανισμένα με ενισχυμένα χείλη. Οι οριζόντιες σωληνώσεις θα στηρίζονται στα κάθετα τμήματα της τοιχοποιίας επιτρέποντας έτσι την ελεύθερη κατά μήκος συστολοδιαστολή τους Οι κατακόρυφες σωληνώσεις θα στηρίζονται σε σιδηρογωνιές οι οποίες θα στερεώνονται στους πλαϊνούς τοίχους. Κατά την διέλευση σωληνώσεων από τοίχους, αυτές θα καλύπτονται από φύλλο μολύβδου πάχους 2mm. Στις σωληνώσεις κρύου και ζεστού νερού θα εγκατασταθούν όργανα διακοπής και στα κάθε είδος υγιεινής θα τοποθετηθεί διακόπτης Φ1/2” επιχριωμένος, γωνιακός.

Βαλβίδες αντεπιστροφής

Οι βαλβίδες αντεπιστροφής θα είναι κατάλληλες για σωληνώσεις νερού θερμοκρασίας 120°C και πίεσης 10atm για οριζόντια ή κατακόρυφη τοποθέτηση. Οι βαλβίδες αντεπιστροφής θα εξασφαλίσουν πλήρη στεγανότητα στην αντίστροφη ροή του νερού.

Νιπτήρας

Ο νιπτήρας προβλέπεται από λευκή πορσελάνη VITREYS CHINA διαστάσεων σύμφωνα με τα σχέδια και θα συνοδεύονται από :

α. χυτοσιδηρά στηρίγματα για επίτοιχη τοποθέτηση.

β. βαλβίδα εκκενώσεως.

γ. ορειχάλκινο επιχρωμιωμένο σιφόνι με σωλήνα συνδέσεως προς το δίκτυο αποχετεύσεως

δ. διπλοκρουνό αναμείξεως θερμού-κρύου νερού ορειχάλκινο , επιχρωμιωμένο

ε. χαλκοσωλήνες 10/12mm για την σύνδεση του διπλοκρουνού με τα δίκτυα θερμού-κρύου νερού με τα απαραίτητα ρακόρ.

Λεκάνη WC ευρωπαϊκού τύπου

Η λεκάνη ευρωπαϊκού τύπου θα είναι λευκή από πορσελάνη VITREYS CHINA και θα εφοδιαστεί με κατάλληλο πλαστικό κάθισμα χρώματος λευκού. Η λεκάνη θα συνοδεύεται από καζανάκι χαμηλής πίεσης.

Νεροχύτης

Προβλέπεται κατασκευασμένος από χάλυβα 18/8 πάχους ελάσματος 0,8mm κατ' ελάχιστο, κατάλληλος για χωνευτή τοποθέτηση σε πάγκο με μία λεκάνη και θα συνοδεύεται από:

α. πλαστικό σιφόνι-λιποσυλλέκτη

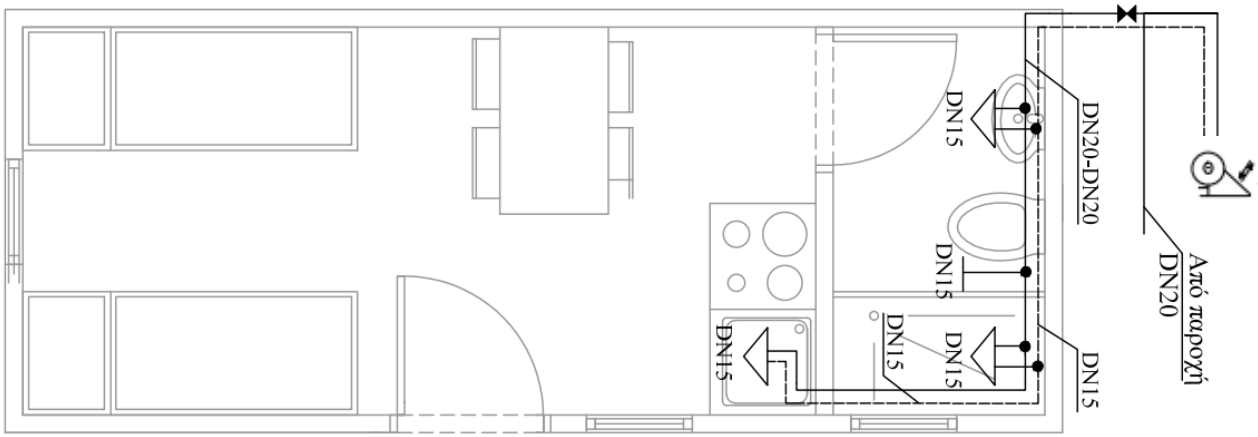
β. βαλβίδα εκκενώσεως

γ. διπλοκρουνό για την ανάμειξη θερμού-κρύου νερού ορειχάλκινο επιχρωμιωμένο.

δ. πλαστικό σωλήνα υπερχειλίσεως

Ηλιακός θερμοσίφωνας

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσεως προβλέπεται η εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα. Ο θερμοσίφωνας θα είναι εφοδιασμένος με ηλεκτρικές αντιστάσεις, θερμόμετρο, θερμοστάτη περιοχής μέχρι 90ο C και ασφαλιστική δικλείδα. Στην εγκατάσταση του θερμοσίφωνα συμπεριλαμβάνονται τα στηρίγματά του στα οικοδομικά στοιχεία , οι χαλκοσωλήνες συνδέσεως προς το δίκτυο κλπ.



Εικόνα 3.14 Απεικόνιση εγκατάστασης ύδρευσης

3.7.1.2 Αποχέτευση

Γενικά

Η μελέτη αποχέτευσης έγινε σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2412/86 και τα εγκεκριμένα πρότυπα του ΕΛΟΤ. Η εγκατάσταση της αποχέτευσης θα περιλαμβάνει σωληνώσεις, φρεάτια, σωληνοστόμια και όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα και υλικά για την συλλογή και διάθεση των λυμάτων στον βόθρο.

Οι σωλήνες και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι τυποποιημένα κατά ΕΛΟΤ. Θα χρησιμοποιηθούν υλικά

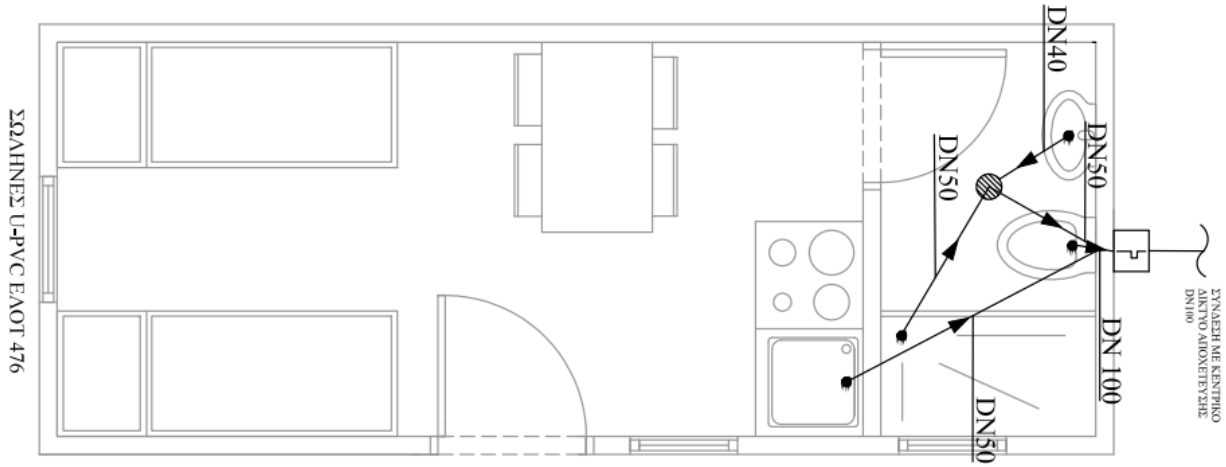
- από U-PVC κατά ΕΛΟΤ
- PE και PP

Οι συνδέσεις και στεγανοποιήσεις μεταξύ τους θα γίνουν σύμφωνα με τις οδηγίες των προτύπων και του κατασκευαστή τους. Τα υλικά όλα θα είναι εγκεκριμένου τύπου και θα συνοδεύονται από πιστοποιητικά έγκρισης και καταλληλόλητας. Οι υποδοχείς θα συνδέονται μέσω της παγίδας του δαπέδου. Οι διάφοροι υποδοχείς θα συνδέονται με την κατακόρυφη στήλη αποχέτευσης μέσω σωλήνων ως εξής :

- λεκάνη Φ100.
- νιπτήρας Φ40.
- μπανιέρα Φ50
- σιφόνι Φ50

Το οριζόντιο δίκτυο θα γίνει από σωλήνες με κλίση τουλάχιστον 1%. Το δίκτυο θα καταλήγει στο κεντρικό φρεάτιο (μηχανοσίφωνας) και από εκεί στο βόθρο. Στις κεντρικές σωληνώσεις θα προβλέπονται σε ειδικά σημεία σωληνοστόμια καθαρισμού. Αυτά θα τοποθετούνται στις παρακάτω θέσεις :

- στις στήλες αποχέτευσης ή σε τυχόν κατακόρυφα τμήματα των συλλεκτήριων σωληνώσεων
- στον κεντρικό συλλεκτίριο αγωγό τουλάχιστο κάθε 20m
- στον κεντρικό συλλεκτίριο αγωγό πριν από αλλαγή της διεύθυνσης κατά την πορεία των λυμάτων ή όταν η αλλαγή είναι μεγαλύτερη από 45°
- στα όρια του οικοπέδου και όχι σε απόσταση μεγαλύτερη από 15m από τον δημοτικό υπόνομο



Εικόνα 3.15 Απεικόνιση εγκατάστασης αποχέτευσης

3.7.2 Μελέτη ηλεκτρομηχανολογικής εγκατάστασης

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει την ηλεκτρική εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων και πρόκειται να κατασκευασθεί σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και τις απαιτήσεις της Δ.Ε.Η.

Τροφοδοσία

Η τροφοδοσία θα γίνει από δίκτυο της Δ.Ε.Η. 220/380 V-50Hz

Καλωδιώσεις-Σωληνώσεις.

Οι παροχές των πινάκων θα γίνουν με καλώδια NYY ενώ στις υπόλοιπες χωνευτές εγκαταστάσεις θα χρησιμοποιηθούν καλώδια NYA μέσα σε πλαστικούς σωλήνες. Τα μεγέθη των σωλήνων, ανάλογα με την διατομή του καλωδίου θα είναι:

- για καλώδιο 3x2.5mm, Φ16mm

- για καλώδιο 3x6mm, Φ21mm

Όλες οι γραμμές θα φέρουν αγωγό γείωσης. Οι οριζόντιες διαδρομές σωληνώσεων θα βρίσκονται σε ύψος 2,50m. Για τις γραμμές φωτισμού τα καλώδια θα έχουν διατομή 1.5mm, ενώ για τις αντίστοιχες ρευματοδοτών, διατομή 2.5mm.

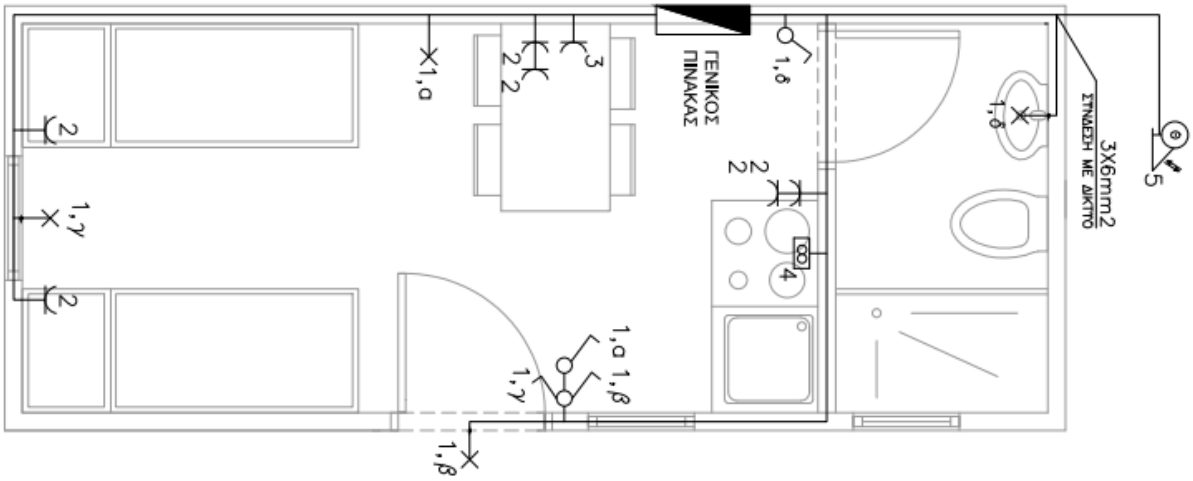
Πίνακες διανομής

Οι πίνακες διανομής θα είναι μεταλλικοί προστασίας μονοφασικοί τυποποιημένοι από θερμοπλαστικό υλικό και θα περιλαμβάνει

- γενικές συντηκτικές ασφάλειες.
- γενικό διακόπτη.
- ηλεκτρονόμο διαφυγής 30mA.
- αναχωρήσεις σύμφωνα με το σχέδιο πινάκων.

Παρατηρήσεις

- οι ρευματοδότες θα φέρουν αγωγό γείωσης
- οι διακόπτες θα τοποθετηθούν σε ύψος 80cm από το δάπεδο
- οι θέσεις φωτιστικών σημείων καθώς και τύποι των φωτιστικών δείχνονται στα σχέδια



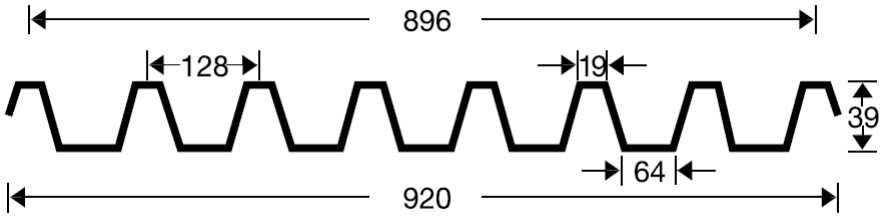
Εικόνα 3.16 Απεικόνιση εγκατάστασης ηλεκτομηχανολογικών

3.7.3 Διαστασιολόγηση χαλύβδινων διατομών βάσης

Στο παρόν τμήμα της εργασίας έγινε η επιλογή των διατομών των χαλύβδινων δοκών ποιότητας S275 οι οποίες και θα στηρίζουν τη βάση του καταλύματος και κατ' επέκταση ολόκληρο το βάρος του καταλύματος κατά την μεταφορά του. Η κατασκευή προσομοιώνεται ως μια σύνθεση από δοκούς και γαλβανισμένο προφίλ τραπεζοειδούς σχήματος που χρησιμοποιείται για την κατασκευή σύμμεικτων πλακών μεγάλων ανοιγμάτων, που ενώνονται μεταξύ τους στους κόμβους.

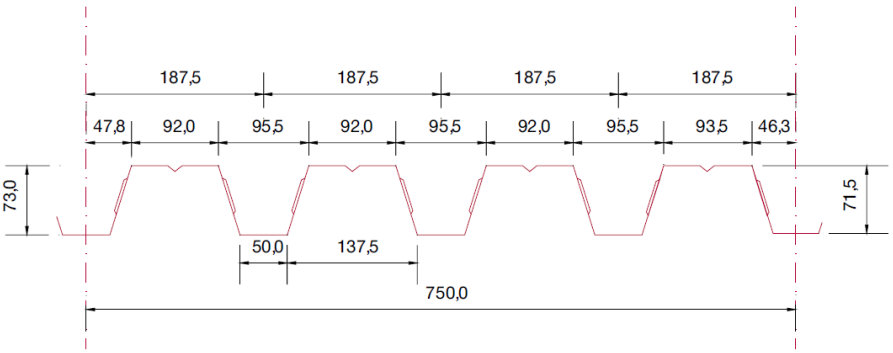
Κατανομή φορτίων

Η βάση του καταλύματος θα εδράζεται σε γαλβανισμένο προφίλ τραπεζοειδούς σχήματος τύπου SYMDECK 73 της εταιρίας έλαστρον, ενώ η οροφή λόγω χαμηλότερων φορτίσεων επιλέχθηκε να εδράζεται σε προφίλ μικρότερης διατομής και συγκεκριμένα τύπου ELT 39/128.



Εικόνα 3.17 Διατομή ELT 39/128[66]

Η πλάκα της βάσης θεωρήθηκε κατά την επίλυσή της ως αμφιέριστη με πλάτος 0,10m υπέρ της ασφαλείας, καθώς το πραγματικό πλάτος με την τοποθέτηση του πάνελ στη βάση του καταλύματος είναι μικρότερο. Θεωρήθηκε επίσης πως το βάρος της πλάκας μεταβιβάζεται ολόκληρο στο προφίλ της βάσης.



Εικόνα 3.18 Διατομή SYMDECK 73[66]

Έγινε υπολογισμός και για την τοποθέτηση δοκών στα κάθετα τμήματα τοιχοποιίας και οι οποίες θεωρήθηκε ότι παραλαμβάνουν ολόκληρο το φορτίο της τοιχοποιίας που υποστηρίζουν. Για την επίλυση των κυρίων δοκών της βάσης του καταλύματος θεωρήθηκε ότι παραλαμβάνουν το μισό φορτίο από την πλάκα, τους τοίχους και την οροφή του καταλύματος.

Ίδιο βάρος δομικού χάλυβα

Το ίδιο βάρος του προφίλ σύμφωνα με τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή λήφθηκε $g_{\pi\rho1}$ = 0,096 KN/m^2 ,του προφίλ οροφής με $g_{\pi\rho2}$=0,043 KN/m ενώ των κύριων δοκών λήφθηκε ως $g_{\chi\alpha\lambda}$=0,2 KN/m ως μία αρχική τιμή για διατομή τύπου HEA 120.

Ίδιο βάρος εκτυπούμενου υλικού

Το φορτίο πλακών ανά επιφάνεια καθώς και το φορτίο της τοιχοποιίας , προσομοιώθηκε με αντικολλητά φύλλα ξυλείας με τη μεγαλύτερη πυκνότητα και τιμή $\gamma_{\pi\lambda}$ = 9,81 KN/m^3. Το φορτίο της οροφής προσομοιώθηκε με αντικολλητά φύλλα ξυλείας μεσαίας πυκνότητας καθώς δεν συμπιέζεται όπως το υλικό του πατώματος και της τοιχοποιίας κατά την κατασκευή και επομένως $\gamma_{o\rho}$=4,90 KN/m^3, ενώ το φορτίο της κάθετης τοιχοποιίας υπολογίστηκε ως 1,26 KN/m με δεδομένη την αναλογία όγκου υλικού εκτύπωσης-μονωτικού υλικού, ειδικό βάρος εκτυπούμενου υλικού, αντικολλητά φύλλα ξυλέιας με τη μεγαλύτερη πυκνότητα με $\gamma_{\tau o\iota\chi}$ = 9,81 KN/m^3 και ως μονωτικό υλικό τη κολλώδη κυτταρίνη με $\gamma_{\mu o\nu}$=1,96 KN/m^3. Οι τιμές λήφθηκαν από την ΤΟΤΕΕ-20701-2 και τον Πίνακα 2.

Ωφέλιμα φορτία

Το ωφέλιμο φορτίο επιλέχθηκε για την πλάκα σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1 για δάπεδα κατοικιών ως q = 2,0 KN/m^2 ενώ λόγω του ότι το φορτίο θα ασκηθεί μόνο από τον εξοπλισμό του καταλύματος κατά την μεταφορά το κινητό φορτίο θα πολλαπλασιαστεί με μειωτικό συντελεστή 0,3.

Επιλογή διατομής πάνελ δαπέδου

Η διαστασιολόγηση έγινε για την οριακή κατάσταση αστοχίας όπου :

$1{,}35(g+g_{\pi\lambda\acute{\alpha}\kappa\alpha\varsigma})+ 0{,}3\times1{,}50p \Rightarrow 1{,}35\times (1{,}18\text{kN/m}^2+0{,}096\text{kN/m}^2)+ 0{,}3\times1{,}50\times2{,}0\ \text{kN/m}^2=\mathbf{2{,}62\text{kN/m}^2}$

Από τα στοιχεία του κατασκευαστή για το πάνελ, που παραθέτουμε παρακάτω η διατομή με πάχος 0,75mm και μήκος ανοίγματος 2,50m επαρκεί για την ανάληψη των φορτίων της πλάκας.

L (m)	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
$q_{Rd-SLS-L/200}$	26,28	16,55	11,09	7,79	5,68	4,27	3,29
$q_{Rd-SLS-L/300}$	17,52	11,03	7,39	5,19	3,78	2,84	2,19
q_{Rd-ULS}	22,97	16,88	12,92	10,21	8,27	6,83	5,74

Εικόνα 3.19 Επιτρεπόμενες φορτίσεις διατομής SYMDECK 73[66]

Επιλογή πάνελ οροφής

Για τη διαστασιολόγηση της οροφής επιλέχθηκε η τοποθέτηση πάνελ μικρότερης διατομής καθώς η φόρτιση της οροφής γίνεται με φορτία μικρότερα του πατώματος και συγκεκριμένα με 76,8kg/m^2.

1,35($g_{οροφής}$)=1,35*(76,8kg/m^2)=**103kg/m^2**

Από τα χαρακτηριστικά του κατασκευαστή για τη διατομή επιλέγεται για άνοιγμα 2,5m διατομή με πάχος 0,70mm και επιτρεπόμενη φόρτιση 126kg/m^2

Πάχος (mm)	Βάρος (kg/m)	Ροπή Wx (cm³)	Επιτρεπόμενη φόρτιση (kg/m²) Άνοιγμα στήριξης (m)						
			1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,50
0,30	2,94	3,69	350	220	155	110	85	67	54
0,35	3,43	4,29	405	260	180	130	99	77	62
0,40	3,93	4,89	465	296	204	150	113	88	71
0,45	4,42	5,50	524	332	230	170	130	100	80
0,50	4,91	6,11	580	770	255	186	140	110	90
0,60	5,89	7,33	695	445	306	223	170	132	107
0,70	6,87	8,58	817	520	360	262	198	156	126
0,80	7,85	9,80	1010	644	447	325	246	193	155

Εικόνα 3.20 Επιτρεπόμενες τιμές φόρτισης διατομής ELT 39/128[66]

Επιλογή δοκών κάθετης τοιχοποιίας

Η διαστασιολόγηση έγινε για την οριακή κατάσταση αστοχίας όπου :

1,35($g_{τοιχου}$)=>1,35× (1,26kN/m) =**1,7 kN/m**

$M_{Ed,y}=q_zL^2/8$=1,7kN/m×(2,4m)^2/8=1,22kNm

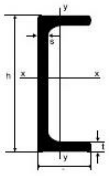
$M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$

$W_{pl,y}=M_{ed,y}\times\gamma_{M0}/f_y$

Για fy=27,5kN /cm^2

$W_{pl,y}$=**4,45cm^3**

Επιλέγουμε λοιπόν από τη σειρά UPN τη διατομή 40/35 με $W_{pl,y}$ =**7,05cm^3**.



UPN	Διαστάσεις				Διατομή	Βάρος	Ροπή αντίστασης	
	h (mm)	b (mm)	s (mm)	t (mm)	F (cm²)	G (kg/m)	W_x (cm³)	W_y (cm³)
30/15	30	15	4,0	4,5	2,21	1,74	1,69	0,39
40/20	40	20	5,0	5,5	3,66	2,87	3,79	0,86
40/35	40	35	5,0	7,0	6,21	4,87	7,05	3,08
50/25	50	25	5,0	6,0	4,92	3,86	6,73	1,48

Εικόνα 3.21 Χαρακτηριστικά διατομής UPN 40/35[66]

Επιλογή κύριων δοκών

Η διαστασιολόγηση έγινε για την οριακή κατάσταση αστοχίας όπου:

$1,35(g+g_{πλακας}/2+g_{τοίχου}+g_{οροφής}/2)+0,3\times1,50p=$

$1,35\times(0,2kN/m+1,26kN/m+1,41kN/m+0,75\ kN/m)+0,3\times1,50\times2,0kN/m=$**5,78kN/m²**

$M_{Ed,y}=q_zL^2/8=6,52kN/m\times(6m)^2/8=26,01kNm$

$M_{Ed} \leq M_{pl,Rd}$

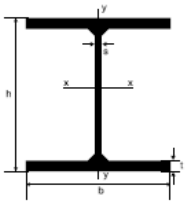
$W_{pl,y}=M_{ed,y}\times\gamma_{M0}/f_y$

Για

$fy=27,5kN\ /cm^2$

$W_{pl,y=}$**94,5cm³**

Επιλέγουμε λοιπόν από τη σειρά HEA τη διατομή 120 με $W_{pl,y=}$**106,69cm³**



HEA	Διαστάσεις				Διατομή	Βάρος	Ροπή αντίστασης	
	h (mm)	b (mm)	s (mm)	t (mm)	F (cm²)	G (kg/m)	W_x (cm³)	W_y (cm³)
100	96	100	5,0	8,0	21,2	16,7	72,08	26,08
120	114	120	5,0	8,0	25,3	19,9	106,0	38,5
140	133	140	5,5	8,5	31,4	24,7	155,0	55,6

Εικόνα 3.22 Χαρακτηριστικά διατομής HEA 120[66]

3.8 Μελέτη θερμομόνωσης κατά Κ.Εν.Α.Κ

3.8.1 Εισαγωγή

Ένα κτίριο καταναλώνει ενέργεια για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ) και για τις ηλεκτρικές συσκευές. Κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου με χρήση κατοικίας, σκοπός είναι ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης) αλλά και αθροιστικά, και κατόπιν η σύγκριση αυτής με την αντίστοιχη κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς, προκειμένου να καταταχθεί ενεργειακά το υπό εξέταση κτίριο.

Ως 'κτίριο αναφοράς' ορίζεται ένα κτίριο που είναι ίδιο με το υπό μελέτη. Συγκεκριμένα, θεωρείται ότι έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο.

Η ενεργειακή κατάταξη ενός κτιρίου αποδίδει σε αυτό έναν ποιοτικό δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης (Α+, Α, Β+, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η), ο οποίος μας επιτρέπει να έχουμε μια γενική άποψη για την ποιότητα της κατασκευής του και των ηλεκτρομηχανολογικών του εγκαταστάσεων, και κατ' επέκταση του ύψους των εξόδων που απαιτούνται για να εξασφαλίζονται στο κτίριο οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες.

Οι προδιαγραφές για τις παραμέτρους της μεθοδολογίας ορίζονται σε εθνικό επίπεδο και διαμορφώνονται ανάλογα με τις τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην κατασκευή κτιρίων (δομικά υλικά και ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα), το προφίλ λειτουργίας των κτιρίων, τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας και τις ειδικές κλιματικές συνθήκες για κάθε περιοχή. Οι παράμετροι υποστηρίζουν την μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνουν αλλά και καθορίζουν το πλαίσιο της διαδικασίας επιθεώρησης κτιρίων και συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού.

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89) , για όλα τα νέα κτίρια. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β407/9.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. :

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»,
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων».

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για την σωστή λειτουργία του κτιρίου, μέσω:

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτιρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.λ.π.
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα αλλά και πλαισίου
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανοιγμένης) πρωτογενούς ενέργειας
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ.λπ.
- εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

3.8.2 Καθορισμός θερμικών ζωνών

Για την εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης το κτίριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας και κοινά ενδεχομένως ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες, ισχύουν οι παρακάτω γενικοί κανόνες :

- ο διαχωρισμός του κτιρίου γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου αλλά και στον υπολογιστικό χρόνο
- κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου
- τμήματα του κτιρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητες ζώνες

Στη παρούσα μελέτη το κατάλυμα θεωρείται ως μία ενιαία θερμική ζώνη.

3.8.3 Ωράριο και περίοδος λειτουργίας του κτιρίου

Το ωράριο λειτουργίας ενός κτιρίου ή ενός τμήματός του, που αποτελεί ανεξάρτητη θερμική ζώνη, εξαρτάται από τα εξής χαρακτηριστικά :

- τη χρήση του κτιρίου,
- τον ανθρώπινο παράγοντα, δηλαδή από τις ιδιαιτερότητες που προσδίδουν σε κάθε γενική χρήση κτιρίου οι επιλογές και οι συνήθειες των χρηστών του
- τις τοπικές συνθήκες, κλιματικές, λειτουργικές (ωράρια λειτουργίας) κ.ά.

Για τις ανάγκες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου καθορίζεται ένα τυπικό ωράριο λειτουργίας κάθε κτιρίου, ανάλογα με τη γενική χρήση του.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 για μονοκατοικία ισχύουν οι παρακάτω τιμές:

Βασικές κατηγορίες κτιρίων	**Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών**	**Ώρες λειτουργίας**	**Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα**	**Περίοδος λειτουργίας σε μήνες**
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	18	7	12

Πίνακας 3 Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτιρίου

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτιρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περίοδοι για την θέρμανση και την ψύξη, ανάλογα με την κλιματική ζώνη:

Για τις ζώνες Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου, ενώ η περίοδος ψύξης από τις 15 Μάιου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.

Για τις ζώνες Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από τις 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου, ενώ η περίοδος ψύξης από την 1η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

Το κατάλυμα θεωρείται πως βρίσκεται στη ζώνη Β.

3.8.4 Επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες χώρων

Προκειμένου να καθοριστούν οι τυπικές συνθήκες σχεδιασμού συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, θεωρούνται, ανάλογα με τη χρήση κάθε κτιρίου, σχεδόν σταθερές οι παράμετροι ένδυσης και δραστηριότητας των χρηστών, καθώς και οι ταχύτητες εσωτερικών ρευμάτων αέρα. Έτσι, οι απομένουσες παράμετροι, που διαμορφώνουν τη θερμική άνεση σε ένα χώρο, είναι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα, καθώς και η θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών.

Η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα είναι η βασικότερη παράμετρος διαμόρφωσης της θερμικής άνεσης σε ένα χώρο. Είναι σαφές ότι, δεδομένης της υποκειμενικότητας του επιπέδου θερμικής άνεσης και των επιλογών του εκάστοτε χρήστη, η επιθυμητή θερμοκρασία μπορεί να ποικίλλει. Με βάση τις συνιστώμενες τιμές στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 15251:2007 καθορίζονται και δίνονται στον Πίνακα 2.2

της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 για όλες τις κατηγορίες των κτιρίων οι τιμές εσωτερικής θερμοκρασίας για τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, που λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων καθώς επίσης και οι τιμές σχετικής υγρασίας για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Το κατάλυμα ως κύρια χρήση κατοικίας λαμβάνει τιμές:

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	**Θερμοκρασία [°C]**		**Σχετική υγρασία [%]**	
	Θερινή περίοδος	**Χειμερινή περίοδος**	**Χειμερινή περίοδος**	**Θερινή περίοδος**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45

Πίνακας 4 Επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες θερινής και χειμερινής περιόδου

3.8.5 Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτιρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτιρίου
- τον πληθυσμό των χρηστών
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτιρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτιρίου

Οι απαιτήσεις νωπού αέρα ανά κατηγορία κτιρίου (χρήση) καθορίζονται σύμφωνα με τον Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 για χρήση κατοικίας ως:

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	**Άτομα /100 m^2 επιφ. δαπέδου**	**Νωπός αέρας [m^3/h/άτομο]**	**Νωπός αέρας [m^3/h/m^2]**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	5	15	0,75

Πίνακας 5 Απαιτήσεις νωπού αέρα

3.8.6 Στάθμη φωτισμού

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία και κόπωση.

Τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού, σύμφωνα με τον Πίνακα 2.4 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 για κύρια χρήση κτιρίου κατοικίας είναι:

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	**Στάθμη φωτισμού [lx]**	**Ισχύς για κτίριο αναφοράς [W/m^2]**	**Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	3,6	0,8

Πίνακας 6 Συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού

3.8.7 Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) σε ένα κτίριο ή σε ένα ανεξάρτητο (λειτουργικά) τμήμα του εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου (ή του τμήματος) αλλά και σε σημαντικό βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι, κάθε κτίριο, ανάλογα με τη γενική του χρήση αλλά και τις συνήθειες των χρηστών του, παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. καθορίζεται η ημερήσια κατανάλωση του Ζ.Ν.Χ. ανά άτομο και ανά μονάδα δομημένης επιφανείας του υπό μελέτη κτιρίου ή της υπό μελέτης ζώνης, καθώς επίσης και η ετήσια κατανάλωση ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας για όλες τις χρήσεις κτιρίων σύμφωνα με Πίνακα 2.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 όπου:

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	**Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [l/άτομο/ημέρα]**	**Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [l/m^2/ημέρα]**	**Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m^3/m^2/έτος]**
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	50	2,50	0,91

Πίνακας 7 Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης

Επίσης για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών για την παραγωγή του απαιτούμενου ζεστού νερού χρήσης, είναι απαραίτητη και η μέση θερμοκρασία του νερού του δικτύου ανά κλιματική ζώνη. Η θερμοκρασία του νερού δικτύου, εξαρτάται από την μέση εξωτερική θερμοκρασία του αέρα αλλά και δευτερευόντως από τη θερμοκρασία εδάφους στην εκάστοτε περιοχή. Στην τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. «Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές» δίνονται τυπικές τιμές για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του νερού δικτύου για διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Γενικά, η μέση ετήσια θερμοκρασία του νερού δικτύου θεωρείται ίση με τη μέση ετήσια θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα της εκάστοτε περιοχής. Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων για ζεστό νερό χρήσης, λαμβάνονται οι τιμές της μέσης θερμοκρασίας νερού δικτύου, όπως δίνονται στον ακόλουθο Πίνακα για κάθε κλιματική ζώνη.

Κλιματική ζώνη	**Α**	**Β**	**Γ**	**Δ**
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου Τ (°C)	19,7	18,1	16,4	14,5

Πίνακας 8 Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου

3.8.8 Εσωτερικά κέρδη από χρήστες και εξοπλισμό

Η παραγόμενη - εκλυόμενη θερμότητα στο εσωτερικό των κτιρίων επηρεάζει την εσωτερική θερμοκρασία των χώρων και κατά συνέπεια τα πραγματικά φορτία θέρμανσης και ψύξης. Στο πλαίσιο της προσπάθειας για εξοικονόμηση ενέργειας, όταν αυτά τα κέρδη ή μέρος τους, είναι σταθερά και μόνιμα λόγω της λειτουργίας του κτιρίου, τότε στη διαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης, το σταθερό και μόνιμο τμήμα των εσωτερικών κερδών θα πρέπει να συνυπολογίζεται. Τα εσωτερικά κέρδη συμπεριλαμβάνουν τις εξής τρεις βασικές κατηγορίες:

- τον ηλεκτροφωτισμό (αισθητά κέρδη)
- την έκλυση θερμότητας από τους ανθρώπους (αισθητά και λανθάνοντα κέρδη, η αναλογία των οποίων είναι συνάρτηση της δραστηριότητας των ανθρώπων) και τον εξοπλισμό
- την ύπαρξη συστήματος εξαερισμού του χώρου τοποθέτησης των φωτιστικών

Στη παρούσα μελέτη τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από χρήστες και συσκευές θεωρούνται μηδενικά.

3.8.9 Γενική περιγραφή του κτιρίου

Σε αυτήν τη ενότητα, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη καταλύματος, σχετικά με τη θέση του και το περιβάλλοντα χώρο, τη χρήση και το προφίλ λειτουργίας του.

3.8.9.1 Γενικά στοιχεία του κτιρίου

Το υπό μελέτη κτίριο θα θεωρηθεί πως θα ανεγερθεί για την μελέτη αυτή στο σημείο του Ελληνικού Αττικής για το οποίο παρέχονται τα κλιματικά δεδομένα. Πρόκειται για μονώροφο κτίριο με χρήση κατοικίας και αποτελεί θερμαινόμενο χώρο.

3.8.9.2 Τοπογραφία οικοπέδου κτιρίου

Το οικόπεδο στο οποίο θα ανεγερθούν τα καταλύματα θα πληρεί τις προϋποθέσεις που ορίστηκαν στο κεφάλαιο του σχεδιασμού. Τα καταλύματα θα τοποθετούνται ανά δυο προς την ανατολική και δυτική πλευρά αντίστοιχα. Η συγκεκριμένη μελέτη αφορά το κατάλυμα το οποίο έχει τα ανοίγματά του προς την ανατολή και το νότο (δεξιό κατάλυμα).

3.8.9.3 Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του κτιρίου

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. το κτίριο πρέπει να σχεδιασθεί λαμβάνοντας υπόψη:

- την χωροθέτηση του κτιρίου και τον προσανατολισμό του στο οικόπεδο
- την εσωτερική χωροθέτηση χώρων λόγω λειτουργιών του κτιρίου
- την κατάλληλη χωροθέτηση των ανοιγμάτων για επαρκή ηλιασμό, φυσικό φωτισμό και φυσικό δροσισμό καθώς και την ηλιοπροστασία τους
- την ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, ενός εκ των οποίων δύναται να είναι το σύστημα του άμεσου κέρδους
- διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.

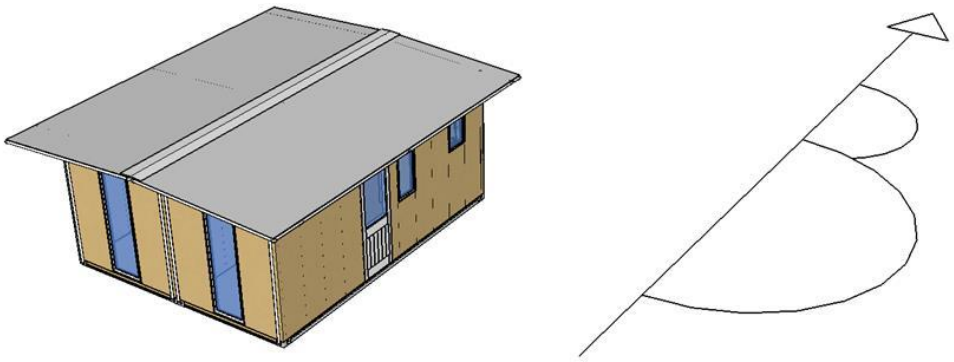
Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεκμηρίωση, σύμφωνα πάντα με το Κ.Εν.ΑΚ. Ακόμη, σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. τα περιεχόμενα της ενεργειακής μελέτης τα οποία λαμβάνονται υπόψη και για τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

- γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.)
- τεκμηρίωση της χωροθέτησης και του προσανατολισμού του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση
- τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης της φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος
- τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό)
- χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού)
- περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο:
- υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κατακόρυφης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30° από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης
- περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό, διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για:
    - την 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου).
    - την 21η Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου).
- γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού

- σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου (κατόψεις, όψεις, τομές)

3.8.9.4 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο

Όπως αναφέρθηκε, τα καταλύματα θα ανεγερθούν εντός οικοπέδου το οποίο θα διαφέρει ανάλογα με το σημείο ενδιαφέροντος για την κατασκευή του κέντρου φιλοξενίας μη επιτρέποντας ουσιαστικά την βέλτιστη εφαρμογή των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Παρ 'όλα αυτά, η τοποθέτηση των καταλυμάτων στο οικόπεδο θα γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η μερική τουλάχιστον εκμετάλλευση των βασικών κλιματικών παραμέτρων τοποθετώντας το κατάλυμα με σταθερό προσανατολισμό όπως φαίνεται στην εικόνα 3.23.



Εικόνα 3.23 Απεικόνιση τοποθέτησης καταλύματος στο χώρο μέσω προγράμματος LayOut

3.8.9.5 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο

Λόγω του μικρού μεγέθους του καταλύματος δεν υπήρχε η δυνατότητα εναλλακτικών σεναρίων κατά τον σχεδιασμό. Παρόλα αυτά ο εσωτερικός σχεδιασμός έγινε με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή την αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή. Ο κύριος χώρος θα τοποθετηθεί στο νότιο προσανατολισμό, ενώ στον βόρειο θα τοποθετηθεί το λουτρό.

3.8.9.6 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι στην ανατολική και στη δυτική πλευρά του κτιρίου μέσω της προέκτασης της στέγης. Ακολουθεί η γραφική απεικόνιση του σκιασμού των ανοιγμάτων την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου για τις ώρες 9:00, 12:00 και 15:00 (ηλιακός χρόνος).

Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκίασης (Vertical Shadow Angle) και υπολογίζονται από την σχέση:

$$VSA = \arctan(\tan(\alpha)/\cos(HSA)) \qquad (3.1)$$

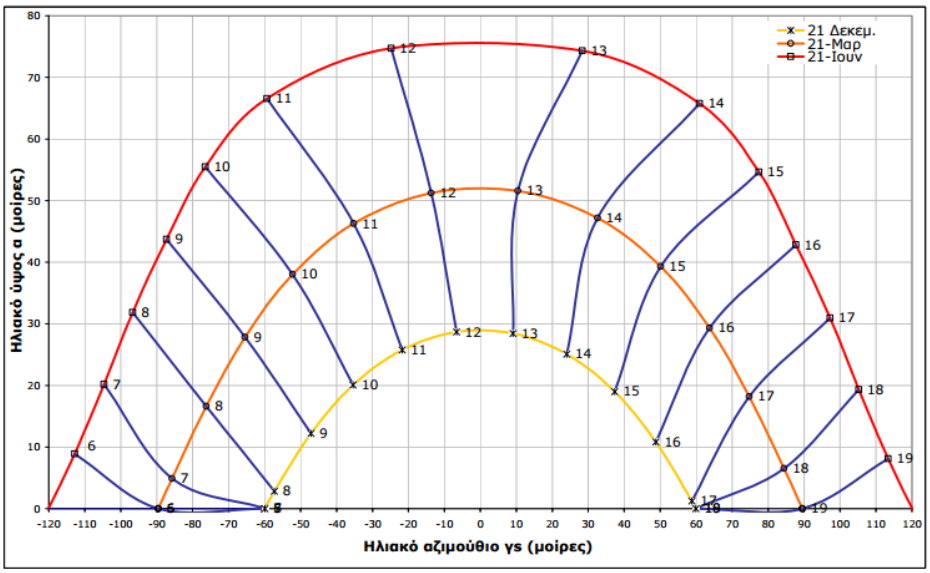
- όπου: α το ηλιακό ύψος και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010
- HSA η οριζόντια γωνία σκιάς (Horizontal Shadow Angle).

Η οριζόντια γωνία σκιάς (HSA) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$HSA = |\gamma_s - \gamma| \leq 90^o \qquad (3.2)$$

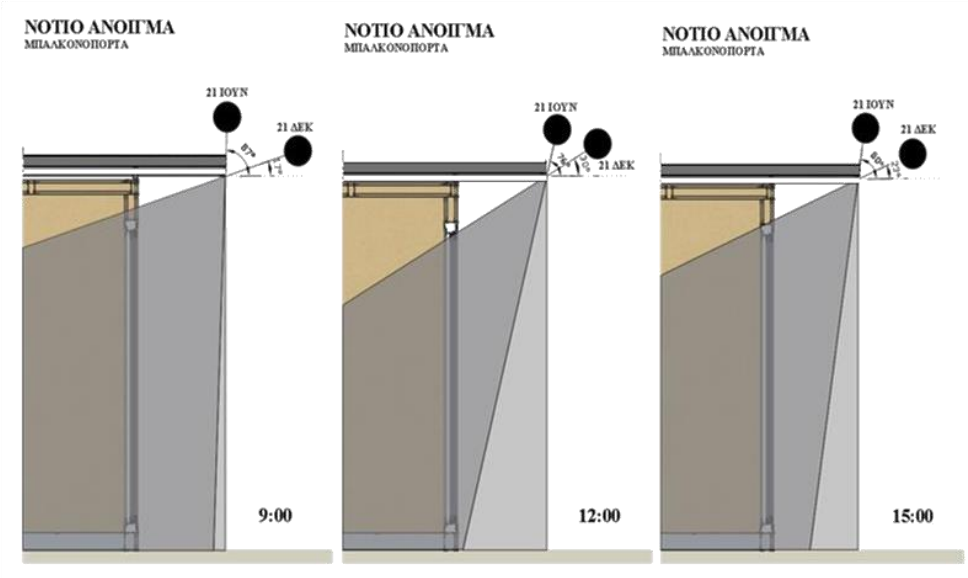
- όπου: γ_s το ηλιακό αζιμούθιο και υπολογίζεται σύμφωνα με της σχέση 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 4/2010
- γ το αζιμούθιο της όψης

Στις παραπάνω σχέσεις καθώς και στις σχέσεις 4.11 και 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. η αφετηρία μέτρησης του αζιμούθιου ορίζεται ο νότος, και λαμβάνει θετικές και αρνητικές τιμές. Επιλέχθηκε ένα μέσο γεωγραφικό πλάτος 38° που αντιστοιχεί στην τοποθεσία του Ελληνικού Αττικής και τιμές για το ηλιακό ύψος και το ηλιακό αζιμούθιο από το σχήμα Γ.4 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010.

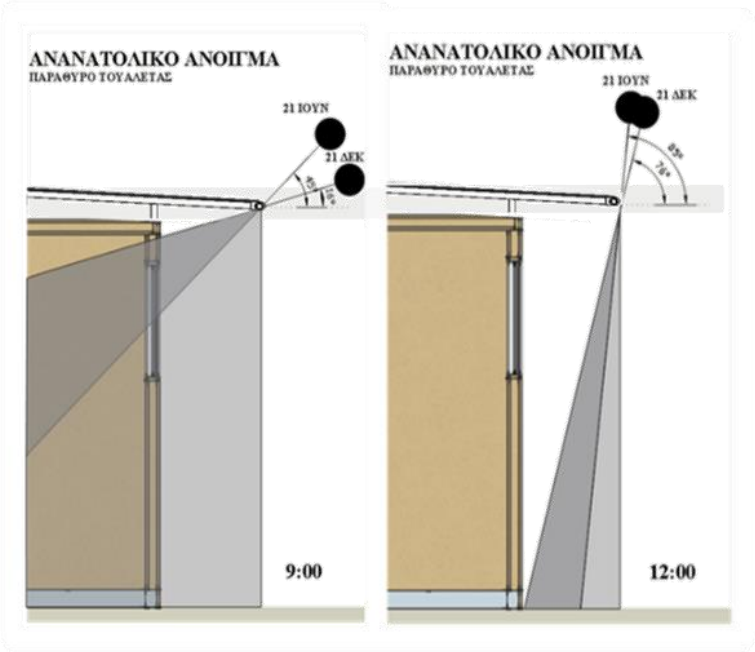


Εικόνα 3.24 Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 38°

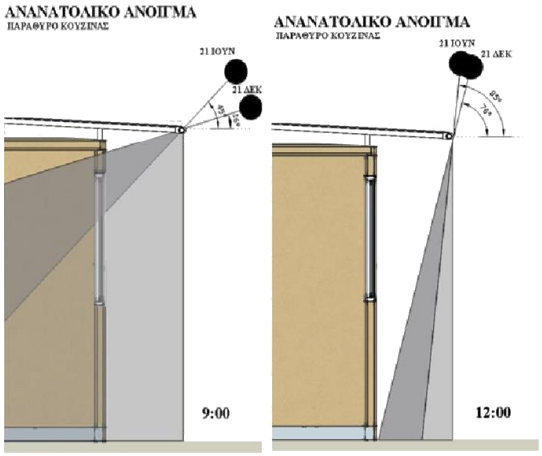
Απεικόνιση σκιασμού ανοιγμάτων



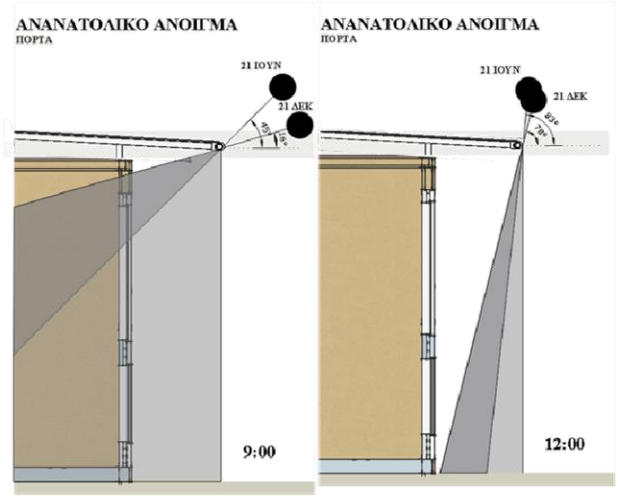
Εικόνα 3.25 Απεικόνιση σκίασης νότιου ανοίγματος μέσω προγράμματος LayOut



Εικόνα 3.26 Απεικόνιση σκίασης παραθύρου τουαλέτας μέσω προγράμματος LayOut



Εικόνα 3.27 Απεικόνιση σκίασης παραθύρου κουζίνας μέσω προγράμματος LayOut



Εικόνα 3.28 Απεικόνιση σκίασης κεντρικής εισόδου μέσω προγράμματος LayOut

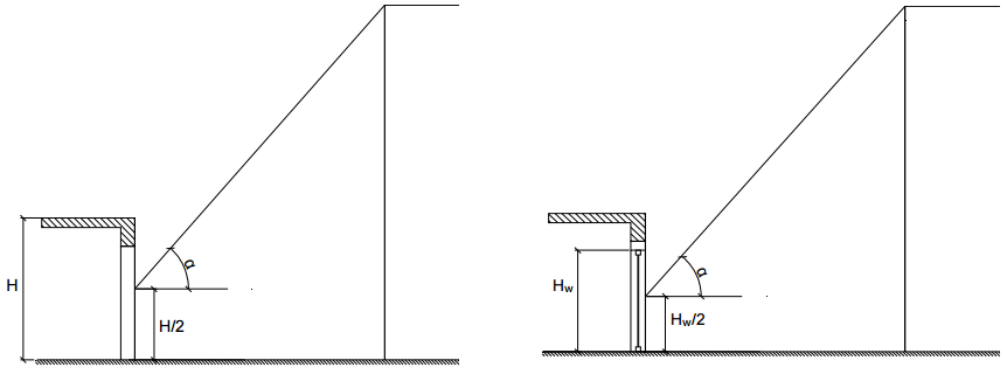
3.8.9.7 Συντελεστές σκίασης

Οι συντελεστές σκίασης, καθορίζονται ανάλογα το είδος των σκιάστρων (οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκίαστρα) και την γεωμετρία τους καθώς επίσης και ανάλογα με τον προσανατολισμό, τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο. Όλοι οι συντελεστές είναι μειωτικοί λαμβάνοντας τιμή ίση με την μονάδα (1), όταν δεν υπάρχει καθόλου σκίαση και ίση με μηδέν (0) για πλήρη σκίαση.

Συντελεστής σκίασης ορίζοντα F_{hor}

Αυτός ο συντελεστής προσδιορίζει τη σκίαση που προσπίπτει στις επιφάνειες του κτιρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων. Όταν ο ορίζοντας είναι ελεύθερος ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα ενώ για πλήρη σκίαση παίρνει την τιμή μηδέν. Για τον υπολογισμό του συντελεστή σκίασης ορίζοντα μιας

επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας θέασης α του εμποδίου όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 3.29 Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης α που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης

Στο κατάλυμά μας η πλευρική απόσταση των καταλυμάτων στην κατεύθυνση ανατολής-δύσης θεωρείται 4 μέτρα ενώ κατά τη διεύθυνση βορρά-νότου θα θεωρηθεί ότι υπάρχει ελεύθερος ορίζοντας καθώς η απόσταση των καταλυμάτων θα επιλεγεί βάσει της τοποθέτησης των ηλιακών θερμοσιφώνων. Οπότε σύμφωνα με τον Πίνακα 3.18 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 οι συντελεστές σκίασης των αδιαφανών και διαφανών στοιχείων του καταλύματος παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 9.

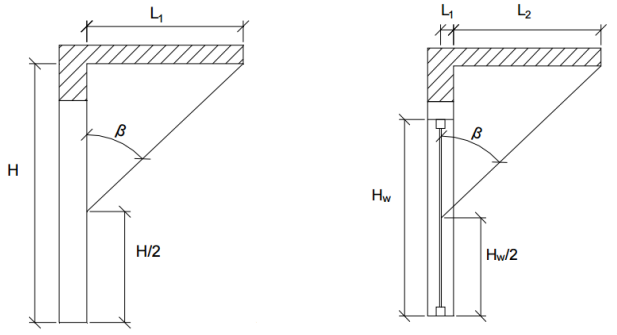
Στοιχείο	**F_{hor} ψύξης**	**F_{hor} θέρμανσης**
Ανατολικός τοίχος	0,88	0,84
Κεντρική είσοδος	0,86	0,80
Παράθυρο τουαλέτας	0,94	0,93
Παράθυρο κουζίνας	0,95	0,94

Πίνακας 9 Συντελεστές σκίασης ορίζοντα

3.8.9.8 Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}

Ο συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1) ενώ, όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με

μηδέν (0). Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από προβόλους είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας β του προβόλου όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 3.30 Γραφική απεικόνιση της γωνίας β

Στο κατάλυμά μας η οριζόντια προβολή της στέγης είναι 0,65μ. Στην ανατολική και νότια πλευρά του καταλύματος ενώ στη βορινή η οριζόντια προβολή της στέγης είναι 0,30μ. Οπότε σύμφωνα με τον Πίνακα 3.18 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 οι συντελεστές σκίασης των αδιαφανών και διαφανών στοιχείων του καταλύματος παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 10.

Στοιχείο	**F_{ov} ψύξης**	**F_{ov} θέρμανσης**
Βόρειος τοίχος	0,90	0,89
Ανατολικός τοίχος	0,79	0,83
Κεντρική είσοδος	0,81	0,85
Παράθυρο τουαλέτας	0,65	0,72
Παράθυρο κουζίνας	0,70	0,76
Νότιος τοίχος	0,69	0,82
Μπαλκονόπορτα σαλονιού	0,73	0,84

Πίνακας 10 Συντελεστές σκίασης προβόλου

3.8.9.9 Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}

Ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1) ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν (0). Στο κατάλυμά μας δεν υπάρχουν πλευρικές προεξοχές συνεπώς όλοι οι συντελεστές ισούνται με (1).

3.8.9.10 Φυσικός φωτισμός

Στους 2 χώρους των καταλυμάτων θα τοποθετηθούν ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκεί φυσικό φωτισμό.

3.8.9.11 Φυσικός δροσισμός

Στις κατοικίες θα τοποθετηθούν ανοίγματα στην νότια και ανατολική και όψη εξασφαλίζοντας διαμπερή αερισμό για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού λόγω της μικρής επιφάνειας του καταλύματος.

3.8.9.12 Παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίου

Το παθητικό σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτιρίου είναι αυτό του άμεσου κέρδους. Τα ανοίγματα καταλαμβάνουν 4,36m^2 επί συνολικής όψης 28,08m^2 που αντιστοιχεί σε ποσοστό 15,14%. Όπως φαίνεται και στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων, κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται. Η επαρκής ποσότητα ανοιγμάτων συνδυάζεται με υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας και με ισχυρή θερμομόνωση, ούτως ώστε το κτίριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

3.8.9.13 Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος

Λόγω της ανάγκης ύπαρξης καθαρού οικοπέδου για την δημιουργία του κέντρου φιλοξενίας δεν θα γίνει φύτευση δένδρων.

3.8.10 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτιρίου

Σύμφωνα με την Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του Πίνακα 6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m^2.K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		Α	Β	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	U_{V_D}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	$U_{V\text{-}W}$	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή).	U_{V_DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	U_{V_G}	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	U_{V_WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	$U_{V\text{-}F}$	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	U_{V_GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 11 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του Πίνακα 7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010.

A/V (m^{-1})	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U_m) σε [W/m^2.K]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Πίνακας 12 Μέγιστες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτιρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του Πίνακα 11.

2. Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου Um και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του Πίνακα 12.

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \qquad (3.3)$$

Όπου,

d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j

λ_j ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j

R_i και R_a οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_δ η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \qquad (3.4)$$

Όπου,

U_f ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος

U_g ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

A_f το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος

A_g το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος

l_g το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος

Ψ_g ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta.\sigma,max} \qquad (3.5)$$

Όπου,

U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων 3.3 και 3.4

$U_{\delta.\sigma,max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο σύμφωνα με τον Πίνακα 11

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του Πίνακα 11, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^{n} A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^{v} l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^{n} A_j} \qquad (3.6)$$

Όπου,

A_j το εμβαδό δομικού στοιχείου j

U_j ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j

Ψ_i ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i

l_i το μήκος της θερμογέφυρας i

b μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \leq U_{m,max} \qquad (3.7)$$

Όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και δίνεται στον Πίνακα 12.

Σε περίπτωση που $U_m > U_{m,max}$ ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μία εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει την θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων
- να βελτιώσει την θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων
- να μειώσει την δημιουργία θερμογεφυρών στο κτηριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων», για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών, ο μελετητής έχει δύο επιλογές:

1. να επακολουθήσει την απλουστευμένη μέθοδο με χρήση του Πίνακα 15 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 ,
2. να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 16α έως και 16λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-2/2010.

Ο μειωτικός συντελεστή b υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.21 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5. Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η απλουστευμένη μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών και ο μειωτικός συντελεστής b θεωρείται ίσος με 0,5.

3.8.10.1 Γενικά στοιχεία κτηριακού κελύφους

Επειδή δεν είναι προκαθορισμένο που θα κατασκευαστούν τα καταλύματα επιλέξαμε ως τοποθεσία κατασκευής την περιοχή του Ελληνικού με στοιχεία κλιματικής ζώνης Β βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. Κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από αυτούς που δίνονται στον Πίνακα 11 για τη Β κλιματική ζώνη. Ολόκληρο το κατάλυμα θεωρείται θερμαινόμενος χώρος, οπότε οφείλει να είναι θερμομονωμένος.

Το κέλυφος του κτιρίου στο σύνολό του φέρει θερμομόνωση στον πυρήνα.

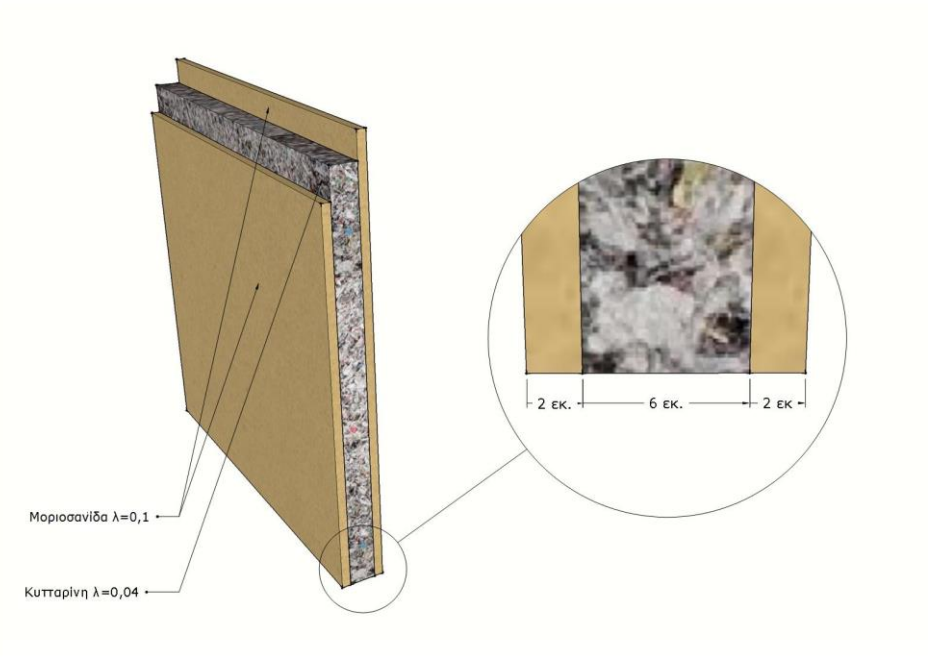
Η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτιρίου γίνεται έχοντας υπόψη ότι :

1. Τα δομικά στοιχεία του κτιρίου που γειτνιάζουν με άλλα θερμαινόμενα κτίρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτιρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (ως να μην υπάρχουν τα γειτονικά κτήρια), ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης θεωρούνται αδιαβατικά
2. οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό και τον σκιασμό τους

3.8.10.2 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου

Στην εικόνα 3.31 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κελύφους του καταλύματος, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ.

Τοιχοποιία



Εικόνα 3.31 Απεικόνιση διάταξης υλικών τοιχοποιίας μέσω προγράμματος LayOut

Ri	=	0,13
Ra	=	0,04

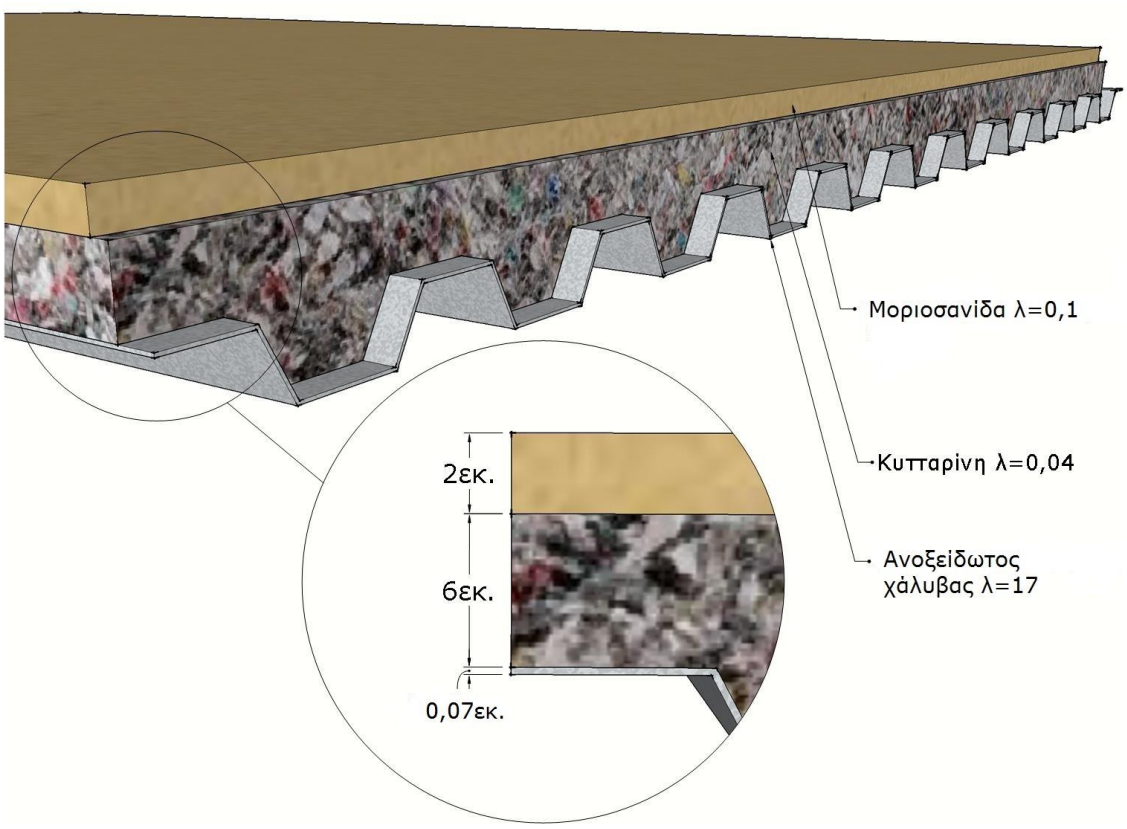
	Μοριοσανιδες	Κυτταρίνη	Μοριοσανίδες
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας,λ	0,1	0,04	0,1
Πυκνότητα,ρ	300	120	300
Ειδική θερμοχωρητικότητα,c	1700	800	1700
Πάχος υλικού d (μέτρα)	0,02	0,06	0,02
ΣRt = 2,07	0,20	1,5	0,20
Πάχος υλικού d (cm)	2	6	2

U	=	0,483	

Umax	<	0,5	ζωνη Β

Εικόνα 3.32 Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων τοίχου

Οροφή



Εικόνα 3.33 Απεικόνιση διάταξης δομικών στοιχείων οροφής μέσω προγράμματος LayOut

Ri	=	0,1
Ra	=	0,04
Ru	=	0,3

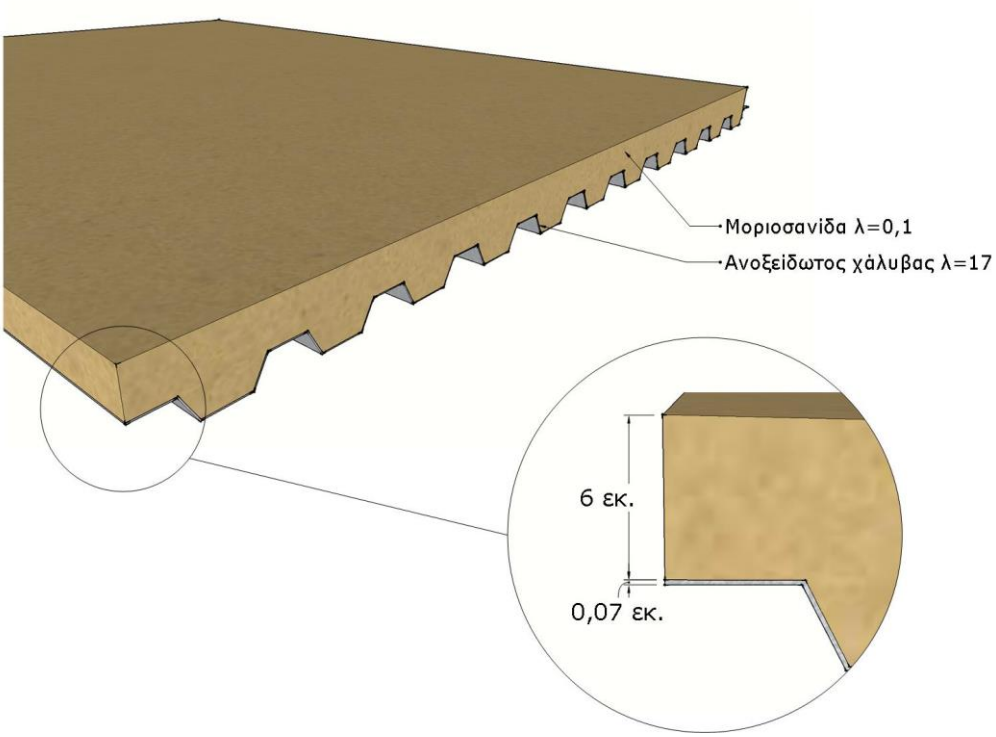
	Μοριοσανιδες	Κυτταρίνη	΄Ανοξείδωτος χάλυβας
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας,λ	0,1	0,04	17
Πυκνότητα,ρ	300	120	7900
Ειδική θερμοχωρητικότητα,c	1700	800	500
Πάχος υλικού d (μέτρα)	0,02	0,08	0,0007
ΣRt = 2,70	0,20	2	4,11765E-05
Πάχος υλικού d (cm)	2	8	0,07

U	=	0,37

Umax	<	0,45	ζωνη Β

Εικόνα 3.34 Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων οροφής

Δάπεδο



Εικόνα 3.35 Απεικόνιση διάταξης δομικών στοιχείων δαπέδου μέσω προγράμματος LayOut

Ri	=	0,17
Ra	=	0

			Μοριοσανιδες	Ανοξείδωτος χάλυβας
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας,λ			0,1	17
Πυκνότητα,ρ			300	7900
Ειδική θερμοχωρητικότητα,c			1700	500
Πάχος υλικού d (μέτρα)			0,1	0,0007
ΣRt	=	1,170041176	1	4,11765E-05
Πάχος υλικού d (cm)			10	0,07
U	=	0,855		

Umax	<	0,9	ζωνη Β

Εικόνα 3.31 Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων δαπέδου

Συγκεντρωτικά

Δομικά στοιχεία	U [W/m²K]	U_{max} [W/m²K]
Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,483	0.5
Οροφή	0,37	0.45
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,855	0.9

Πίνακας 13 Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου και στον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος, είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας U΄ και όχι αυτός που δίνεται στον Πίνακα 14. Ο αναλυτικός υπολογισμός τους γίνεται βάσει της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 υπολογίζοντας ως χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας Β ως το διπλάσιο του λόγου του καθαρού εμβαδού της πλάκας Α προς την εκτεθειμένη περίμετρο της Π.

$$B=2\times A/\Pi \qquad (3.7)$$

Στον Πίνακα 15 δίνεται ο ισοδύναμος συντελεστής U΄ του δαπέδου σε επαφή με το έδαφος όπως ορίζεται από τον Πίνακα 3.8 της τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Δομικό στοιχείο	U [W/m²K]	Μέσο βάθος z [m]	Εμβαδό πλάκας A [m²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	Χαρακτηριστική διάσταση B' [m]	U' [W/m²K]
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,85	0	14,4	10,8	2,67	0.50

Πίνακας 14 Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ Πίνακα 6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν για κλιματική ζώνη Β οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U_w \leq 3{,}00$ W/(m²K).

Επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου PVC με δύο θαλάμους με ποσοστό πλαισίου 20% για τα παράθυρα και ποσοστό του πλαισίου για την κεντρική θύρα λήφθηκε ως 40%, με συντελεστή θερμοπερατότητας σύμφωνα με τον Πίνακα 11 της της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 U_f=2,20 W/(m2K). Θα φέρουν

υαλοπίνακα με πάχη 4-6-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι U_g=2,60 W/(m^2K) όπως προκύπτει από τον Πίνακα 12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Η τιμή της γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου – υαλοπίνακα λήφθηκε από τον Πίνακα 13 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 για συνθετικό πλαίσιο με επίστρωση χαμηλής εκπομπής Ψ_g=0.08 W/mK.

Στο Πίνακα δίνονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων. Όπως φαίνεται στους πίνακες, οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

α/α κουφώματος	**Πλάτος Ανοίγματος [m]**	**Ύψος ανοίγματος [m]**	**Εμβαδό κουφώματος [m^2]**	**Εμβαδό πλαισίου Af [m^2]**	**Εμβαδό Πίνακα Ag [m^2]**	**Ποσοστό πλαισίου [%]**	**Μήκος l_g [m]**	**U κουφώματος [W/m^2K]**
1	0,7	2,2	1,54	0,308	1,232	20	5,42	2,80
2	0,8	2,2	1,76	0,704	1,056	40	3,42	2,6
3	0,6	1,10	0,66	0,132	0,528	20	2,82	2,82
4	0,5	0,80	0,4	0,08	0,32	20	2,02	2,92

Πίνακας 15 Συντελεστές θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων

3.8.10.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτιρίου προς τον όγκο τους.

Όπως προέκυψε A/V = 1,935m^{-1} το οποίο από τον Πίνακα 7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$=0,73 W/(m^2K). Στον Πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των U×A, καθώς και τα αθροίσματα των Ψ×l. Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου ισούται με:

$$U_m=0{,}58\ W/(m^2K) < U_{m,max}=0{,}73\ W/(m^2K)$$

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας Um, το κτίριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Στοιχεία	ΣΑ [m²]	$\Sigma_{(b\times U\times A)}$ [W/K] ή $\Sigma_{(b\times \Psi\times l)}$ [W/K]
Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	39,18	19,19
Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	28,8	15,1
Διαφανή δομικά στοιχεία	4,36	7,66
Θερμογέφυρες	-	0,44
Σύνολο	72,48	42,39
	U_m	0,58

Πίνακας 16 Υπολογισμός θερμογεφυρών

3.8.10.4 Κατασκευαστικές λύσεις που υιοθετήθηκαν για τη μείωση των Θερμικών Απωλειών Λόγω Θερμογεφυρών

Τα κουφώματα τοποθετούνται σε συνέχεια με τη θερμομόνωση σχεδόν σε όλα τα σημεία

3.8.11 Τεκμηρίωση ελαχίστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, πρέπει να πληρούν ορισμένες ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τους, όπως:

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα > 60% της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστηνα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον 50%.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και και ΖΝΧ, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ' ελάχιστον θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού λ=0,040 W/(mK) στους 20°C (ή ισοδύναμα πάχη άλλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού λ=0,040 W/(mK) στους 20°C, και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου θα διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτησης σε ΖΝΧ.
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου,

καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από (1,15 Χ 1/η), όπου «η» είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/ΕΚ. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του η, ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.

- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα πρέπει να έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m^2 ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτίρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και ΖΝΧ (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμιδομέτρηση..
- Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.
- Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου θα γίνεται μέσω τοπικής αντλίας θερμότητας. Η ψύξη του κτιρίου θα γίνεται και αυτή με τοπική αντλία θερμότητας. Θα εγκατασταθούν αντλίες θερμότητας με δυνατότητα κάλυψης του 50% του μέγιστου απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για κάθε κατάλυμα.

3.8.11.1 3.6.5.1 Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Θέρμανσης Χώρων

Κατά τον σχεδιασμό του συστήματος θέρμανσης δεν υπολογίστηκε το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για την θερμανση του κτιρίου καθώς από το πεδίο εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ ,σύμφωνα με την παρ.7 του άρθρου 4 του νόμου 4122/13 (ΦΕΚ42Α/19-2-13) εξαιρούνται μεμονωμένα κτίρια με συνολική ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη από πενήντα τετραγωνικά μετρα (50m^2) για τα οποία ισχύουν μόνο οι ελάχιστες απαιτήσεις που αφορούν σε δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους. Παρόλα αυτά στην παρούσα μελέτη θα συμπεριληφθούν οι υπολογισμοί για θέρμανση. Σε όλα τα καταλύματα θα εγκατασταθούν αερόψυκτες τοπικές αντλίες θερμότητας με θερμικό φορτίο 9500 btu.

	Επιφάνεια χώρου	**Ποσοστό κάλυψης φορτίου θέρμανσης**	**Θερμική ικανότητα (Btu/h)**	**Απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς (kW)**	**Δείκτης αποδοτικότητας COP**
Κύριος χώρος	14.4	100	9554	2.5	3.6

Πίνακας 17 Κάλυψη φορτίου θέρμανσης

3.8.11.2 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτιρίου, σε όλους τους χώρους θα εγκατασταθούν αερόψυκτες τοπικές αντλίες θερμότητας. Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C, είναι περίπου 18%, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που η εξωτερική θερμοκρασία υπερβαίνει τους 37°C (κατάσταση καύσωνα). Στον Πίνακα, δίνονται αναλυτικά, η ψυκτική ικανότητα (Btu/h), η ονομαστική απορροφούμενη (καταναλισκόμενη) ηλεκτρική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αερόψυκτων αντλιών θερμότητας που θα εγκατασταθούν.

	Επιφάνεια χώρου	**Ποσοστό κάλυψης φορτίου ψύξης (%)**	**Ψυκτική ικανότητα (Btu/h)**	**Απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς (kW)**	**Δείκτης αποδοτικότητας EER**
Κύριος χώρος	14.4	50	8530	2.50	3.2

Πίνακας 18 Κάλυψη φορτίου ψύξης

3.8.11.3 Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Αερισμού

Οι απαιτήσεις ελάχιστου αερισμού του κτιρίου όσον αφορά το κατάλυμα, καλύπτονται μέσω φυσικού αερισμού και σύμφωνα με τα οριζόμενα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παρ. 2.4.3, Πίνακας 2.3). Η απαίτηση για νωπό αέρα των κατοικιών ορίζεται στα 0,75 $m^3/h/m^2$ επιφάνειας δαπέδου.

3.8.11.4 Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) για τις κατοικίες, όπως ορίζεται στον Πίνακα 2.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, είναι 50 lt/άτομο/ημέρα. Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ΖΝΧ στο κτίριο ανέρχεται στα 200 lt/ημέρα. Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 45°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου ύδρευσης πόλης για την κλιματική ζώνη Β όπως ορίζονται από τον Πίνακα 6.1 στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, δίνονται στον Πίνακα 20.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου σε Ζ.Ν.Χ. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \cdot \rho \cdot \Delta T \qquad (3.8)$$

όπου:

V_d [lt /ημέρα]το ημερήσιο φορτίο, V_d = 200 (lt/ημέρα),

ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση, ρ = 1 (kg/ lt),

c [kJ/(kgK)]η ειδική θερμότητα του νερού, c = 4,18 kJ/(kgK),

ΔT [K] ή [°C] θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ζεστού νερού χρήσης

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου (Πίνακας 19), υπολογίστηκε το ημερήσιο θερμικό φορτίο (kWh/ημέρα) για ΖΝΧ του κτιρίου για κάθε μήνα, όπως δίνεται στον Πίνακα 20.

	Ι	**Φ**	**Μ**	**Α**	**Μ**	**Ι**	**Ι**	**Α**	**Σ**	**Ο**	**Ν**	**Δ**
Θερμοκρασία νερού δικτύου $(°C)$	11,3	10,9	11,8	14,3	17,7	21,6	24,7	25,7	24,2	21,1	16,9	13,5
Μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ΖΝΧ (kWh/ημέρα)	7,82	7,92	7,71	7,12	6,34	5,4	4,7	4,48	4,83	5,55	6,52	7,32

Πίνακας 20 Ημερήσιο θερμικό φορτίο για ΖΝΧ

3.8.11.5 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ΖΝΧ

Για το κτίριο μελέτης η παραγωγή ΖΝΧ επιλέχθηκε να γίνεται με ηλιακό θερμοσίφωνα διπλής ενέργειας (ηλιακή, ηλεκτρική) 160 λίτρων. Η ηλεκτρική αντίσταση που προβλέπεται για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης είναι 4kW και η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών είναι 3m². Η συνολική χωρητικότητα του τοπικού θερμαντήρα κάθε καταλύματος V_{store}, εκτιμήθηκε από την ακόλουθη εμπειρική σχέση και θα πρέπει να είναι:

$$V_{store} \geq \frac{V_d}{5} \geq \frac{200}{5} = 40\ lt \leq 160lt \qquad (3.8)$$

Η θερμική ισχύς Pn, του τοπικού θερμαντήρα, συνήθως υπολογίζεται για μέσο χρόνο απόδοσης της συνολικής ημερήσιας θερμικής ενέργειας σε 5 ώρες και για τον μήνα Φεβρουάριο που παρατηρείται το μέγιστο θερμικό φορτίο για ΖΝΧ στο υπό μελέτη κτίριο. Η θερμική ισχύς της μονάδας λέβητα-καυστήρα Pn, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_n = \frac{Q_d}{5} = \frac{7,92}{5} = 1.58\ kW \qquad (3.9)$$

Κατά συνέπεια θεωρείται ότι η θερμική ισχύς του προβλεπόμενου συστήματος επαρκεί για την παραγωγή ΖΝΧ καθώς προβλέπεται ισχύς 4kW.

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής ΖΝΧ θα είναι θερμομονωμένες σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και τα οριζόμενα στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (Πίνακας 4.7). Το δίκτυο διανομής ΖΝΧ θα διέρχεται μέσα από τους εξωτερικούς χώρους του κτιρίου και το πάχος θερμομόνωσης των σωληνώσεων θα είναι ίσο με το ελάχιστο πάχος 19mm σύμφωνα με τους κανονισμούς.

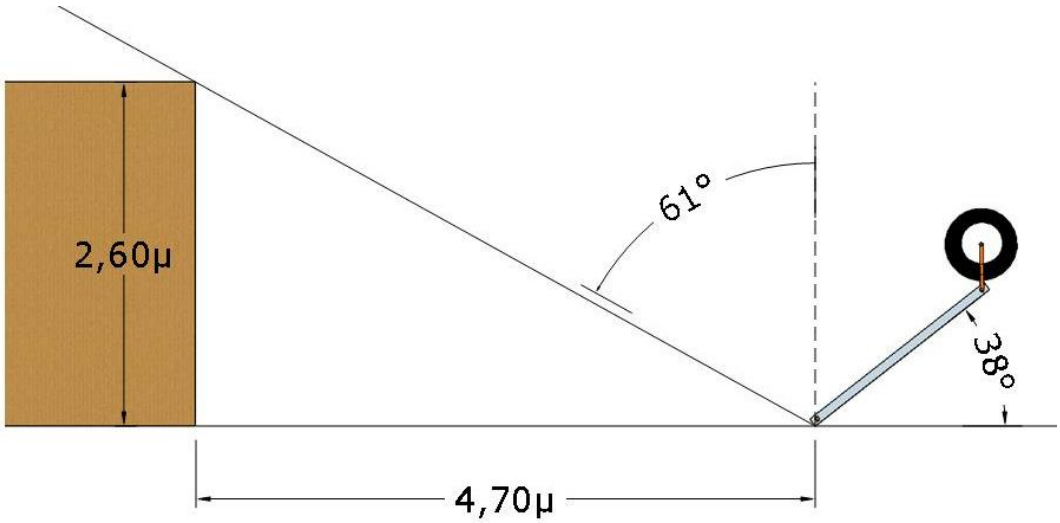
3.8.11.6 Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακού θερμοσίφωνα

Για την παραγωγή του απαιτούμενου ζεστού νερού χρήσης προβλέπεται ηλιακός θερμοσίφωνας με επιφάνεια πάνελ 3m². Ο ηλιακός θερμοσίφωνας που προβλέπεται είναι διπλής ενέργειας και το δοχείο αποθήκευσης στο ίδιο επίπεδο. Όταν η ηλιακή ενέργεια δεν είναι επαρκεί η θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης γίνεται με ηλεκτρική αντίσταση. Η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών θεωρείται ότι έχει επαρκή ηλιασμό κατά την μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας και όλες τις εποχές.

Σύμφωνα με τη μελέτη, για το συγκεκριμένο κτίριο, προβλέπεται η εφαρμογή συλλέκτη ο οποίος είναι "επιλεκτικός επίπεδος", προκειμένου για την κάλυψη του κατά το δυνατόν 60% του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης.

Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησής τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, δηλαδή περίπου 38° δεδομένου ότι το σημείο κατασκευής θα διαφέρει. Ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών θα είναι 180° και η γωνία εγκατάστασής τους θα είναι 38°.

Προκειμένου για την αποδοτικότερη τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή σκίασης, διερευνήθηκε η κατάλληλη απόσταση τοποθέτησης τους ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή της Αττικής, (γεωγραφικό πλάτος φ = 38°), η ζενηθιακή γωνία (θ_z) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου 61°.



Εικόνα 3.32 Απεικόνιση απόστασης τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών από κατάλυμα ως προς τον άξονα βορρά-νότου.

Το φορτίο κάλυψης υπολογίστηκε για τον συγκεκριμένο επίπεδο ηλιακό συλλέκτη σύμφωνα με τη μέθοδο των καμπυλών f και την συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης.

3.8.11.7 Μέθοδος καμπυλών f

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο του τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας για τις ανανεώσιμές πηγές ενέργειας, η μέθοδος των καμπυλών f έχει ενσωματωθεί στο εθνικό και ευρωπαϊκό πρότυπο και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μηνιαίας και ετήσιας θερμικής απόδοσης ενεργητικών ηλιακών συστημάτων υπολογίζοντας το ποσοστό του ολικού θερμικού φορτίου που θα καλυφθεί από την ηλιακή ενέργεια. Βασική παράμετρος είναι η επιφάνεια του συλλέκτη. Το ποσοστό κάλυψης f του μηνιαίου θερμικού φορτίου υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$f = 1{,}029 \times Y - 0{,}065 \times X - 0{,}245 \times Y^2 + 0{,}0018 \times X^2 + 0{,}0215 \times Y^3 \qquad (3.10)$$

Ο συντελεστής X εκφράζει το ποσό των ενεργειακών απωλειών προς το συνολικό θερμικό φορτίο του μήνα και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$X = \left(\frac{Ac}{L}\right) \times F_R \times U_L \times \left(\frac{F_R{}'}{F_R}\right) \times (T_{\alpha\nu\alpha\varphi} - \overline{T}_\alpha) \times \Delta t \times k_1 \times k_2 \qquad (3.11)$$

Ο συντελεστής Y εκφράζει το ποσό ενέργειας που μπορεί να αξιοποιήσει ο ηλιακός συλλέκτης προς το συνολικό θερμικό φορτίο του μήνα και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Y = \left(\frac{Ac}{L}\right) \times F_R \times (\tau\alpha)_n \times \left(\frac{F_R{}'}{F_R}\right) \times \left(\frac{\overline{\tau\alpha}}{(\tau\alpha)_n}\right) \times \overline{H}_\beta \times k_3 \qquad (3.12)$$

όπου:

Ac επιφάνεια συλλεκτών

L μέσο μηνιαίο φορτίο για την παραγωγή ZNX το οποίο υπολογίζεται από τη σχέση:

$$L = N \times HK_{ZNX} \times \rho \times C_\rho \times (T_{ZNX} - T_K) \qquad (3.13)$$

όπου:

N ο αριθμός ημερών κάθε μήνα

HK_{ZNX} μέση ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού σε (lt/ημέρα) σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2701-1/2010

ρ πυκνότητα του νερού (περίπου 1kg/lt)

C_ρ ειδική θερμότητα του νερού (419/kg/°C)

T_{ZNX} επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010

T_K θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010

$F_R \times U_L, F_R \times (\tau\alpha)_n$ χαρακτηριστικά μεγέθη του συλλέκτη με χαρακτηριστικές τιμές για τον τύπο του συλλέκτη 0,75 και 5 αντίστοιχα

$\frac{F_{R'}}{F_R}$ διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη εναλλάκτη (0,95)

$T_{\alpha\nu\alpha\varphi}$ θερμοκρασία αναφοράς (100°C)

$\overline{T}_\alpha$ μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας (°C) σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010

Δt χρονική περίοδος κάθε μήνα (s)

$\frac{\overline{\tau\alpha}}{(\tau\alpha)_n}$ διορθωτικός συντελεστής λόγω θέσης του συλλέκτη και της εποχής του έτους

$\overline{H}_\beta$ μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο επίπεδο του συλλέκτη ανά μονάδα επιφανείας (J/m^2/μήνα) σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010

k_1 διορθωτικός συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής που υπολογίζεται ως:

$$k_1 = \left[\frac{75}{M}\right]^{0,25} \tag{3.14}$$

όπου

M ο ανηγμένος όγκος της δεξαμενής ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτικής επιφάνειας (lt/m^2)

k_2 διορθωτικός συντελεστής ζεστού νερού που υπολογίζεται από τη σχέση:

$$k_2 = \frac{11{,}6 + 1{,}18 \times T_{ZNX} + 3{,}86 \times T_K - 2{,}32 \times \bar{T}_\alpha}{100 - \bar{T}_\alpha} \tag{3.15}$$

k_3 διορθωτικός συντελεστής για τον εναλλάκτη θερμότητας φορτίου για παραγωγή ZNX παίρνει τιμή ίση με τη μονάδα (1)

Στον Πίνακα 19, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Μήνας	**Μέσο ημερήσιο φορτίο για ZNX (kWh/d)**	**Μέσο μηναίο φορτίο για ZNX (kWh/mo)**	**Μέσο μηναίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh/mo)**	**Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. - fi (%)**
Ι	7,83	242,60	88,70	36,56
Φ	7,92	221,73	99,56	44,90
Μ	7,71	239,00	128,39	53,72
Α	7,13	213,88	141,55	66,18
Μ	6,34	196,53	149,37	76,00
Ι	5,43	163,02	137,94	84,62
Ι	4,71	146,14	130,62	89,38
Α	4,48	138,94	124,89	89,89
Σ	4,83	144,91	117,35	80,98
Ο	5,55	172,05	110,06	63,97
Ν	6,53	195,76	91,78	46,89
Δ	7,32	226,77	77,15	34,02
			Σύνολο	64%

Πίνακας 19 Φορτίο κάλυψης ηλιακού θερμοσιφώνα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε 64%. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από 34% έως και 89,38%.

3.8.11.8 Σχεδιασμός συστήματος φωτισμού

Το κατάλυμα θα χρησιμοποιηθεί ως κατοικία. Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δεν λαμβάνεται υπ' όψη για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

3.8.12 Ενεργειακή απόδοση του κτιρίου

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010, οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοση κτιρίου έγιναν με την χρήση του υπολογιστικού εργαλείου ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα και αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

3.8.12.1 Κλιματικά δεδομένα

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της Αθήνας, είναι ενσωματωμένα σε βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπ' όψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους του προσανατολισμούς.

3.8.12.2 Χρήσεις κτιρίου

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης το κατάλυμα θα θεωρηθεί πως έχει τη χρήση κατοικίας. Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτιρίου (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά.).

- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.

- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτηριακού κελύφους: θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολίας, κ.ά..
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή της, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων: ο τύπος των μονάδων παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ΖΝΧ, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η απόδοσή της, οι απώλειες του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης, το σύστημα αποθήκευσης, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού όσον αφορά τους χώρους των καταστημάτων.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί από την μελέτη σχεδιασμού για το κτίριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για ΖΝΧ

Το εμβαδό και ο όγκος του υπό μελέτη κτιρίου δίνονται στον παρακάτω Πίνακα:

Ειδική χρήση χώρων	**Θερμαινόμενη επιφάνεια [m^2]**	**Ψυχόμενη επιφάνεια [m^2]**	**Θερμαινόμενος όγκος [m^3]**	**Ψυχόμενος όγκος [m^3]**
Κατοικία	14,4	7,2	37,44	18,72

Πίνακας 21 Εμβαδό και όγκος καταλύματος

3.8.12.3 Θερμικές ζώνες κατοικίας

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η διακριτοποίηση ενός κτιρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια :

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να διαφέρει περισσότερο από 4°C για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.
- Υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- ο διαχωρισμός του κτιρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο,
- ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου,
- τμήματα του κτιρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Με βάση τα παραπάνω, το τμήμα της κατοικίας θα μελετηθεί στην παρούσα ενεργειακή μελέτη ως μία ενιαία θερμική ζώνη, τα γενικά δεδομένα της οποίας δίνονται στον παρακάτω Πίνακα:

Γενικά δεδομένα (ενιαίας) θερμικής ζώνης κατοικιών Θερμική ζώνη-1		
Χρήση θερμικής ζώνης	Κατοικία	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m^2)	14,4	
Ανοιγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα ($kJ/m^2.K$)	110	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Δ	ΤΟΤΕΕ 20701-1, Πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m^3/h)	27,00	Από είδος κουφώματος
Φυσικός αερισμός ($m^3/h/m^2$)	0,75	Για κατοικίες από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	1	100% για κατοικίες
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσ. αέριο	1	
Αριθμός καμινάδων	-	
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	-	
Χώροι κάλυψης ανεμιστήρων οροφής	-	

Πίνακας 20 Γενικά δεδομένα κτιρίου

3.8.12.4 Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας κατοικιών

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του τμήματος κατοικιών δίνονται αναλυτικά στον παρακάτω Πίνακα:

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης		
Ωράριο λειτουργίας	18	Προκαθορισμένη παράμετρος από
Ημέρες λειτουργίας	7	
Μήνες λειτουργίας	12	
Περίοδος θέρμανσης	1η Νοεμβρίου -15 Απριλίου	
Περίοδος ψύξης	15 Μαϊου-15 Σεπτεμβρίου	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26	

Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	40	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45	
Απαιτούμενος νωπός αέρας ($m^3/h/m^2$)	0,75	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	200	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για το κτίριο αναφοράς (W/m^2)	6,4	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m^3/(υπν/έτος))	27,38	
Επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	19,87	
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m^2)	4	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0,75	
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m^2)	4	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,75	

Πίνακας 21 Εσωτερικές συνθήκες θερμικής ζώνης

3.8.12.5 Κέλυφος κατοικίας

Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τα δομικά στοιχεία του κτιρίου θα έχουν μέτρια απόχρωση. Τα δεδομένα λαμβάνονται από τον Πίνακα 3.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Στον Πίνακα 6.4 δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	γ	β	U	A	α	ε
Ισόγειο	Τοίχος	Βόρειος τοίχος	0	90	0,483	6,24	0,60	0,40
Ισόγειο	Τοίχος	Ανατολικός τοίχος	90	90	0,483	12,64	0,60	0,40
Ισόγειο	Τοίχος	Νότιος τοίχος	180	90	0,483	4,7	0,60	0,40
Ισόγειο	Οροφή	Στέγη	0	180	0,37	14,4	0,65	0,80

Πίνακας 22 Τελικά στοιχεία αδιαφανών στοιχείων

Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	U [W/(m^2K)]	A	Π	Z_1	Z_2
Ισόγειο	Δάπεδο	Δάπεδο	0,5	14,4	10,8	0	0

Πίνακας 23 Τελικά στοιχεία δαπέδου

Όπου:

U: συντελεστής θερμοπερατότητας ($W/m^2.K$)

A: επιφάνεια στοιχείου (m^2)

Π: εκτεθειμένη περίμετρος (m)

z_1: κατώτερο βάθος έδρασης (m)

z_2: ανώτερο βάθος έδρασης (m

Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

Δεν υπάρχουν δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία

Όροφος	Κούφωμα	γ	β	A	U	gw	Fhor Θ	Fhor Ψ	Fον Θ	Fον Ψ	Ffin Θ	Ffin Ψ
Ισόγειο	Παράθυρο λουτρού	90	90	0,4	2.92	0,48	0,94	0,93	0,65	0,72	1	1
Ισόγειο	Παράθυρο κουζίνας	90	90	0,66	2,82	0,48	0,95	0,94	0,70	0,76	1	1
Ισόγειο	Παράθυρο σαλονιου	180	90	1,54	2,8	0,48	1	1	0,73	0,84	1	1
Ισόγειο	Πόρτα	90	90	1,76	2,6	0,36	0,86	0,80	0,81	0,85	1	1

Πίνακας 24Τελικά στοιχεία διαφανών δομικών στοιχείων

Όπου:

γ: αζιμούθιο κουφώματος με 0=βόρεια, 90=ανατολική, 180=νότια, 270=δυτική

β: κλίση κουφώματος με 0=οριζόντια, 90=κατακόρυφη

U: συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m².K)

A: επιφάνεια κουφώματος (m²)

3.8.12.6 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Τμήματος Κατοικιών

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- σύστημα θέρμανσης χώρων
- σύστημα ψύξης χώρων
- σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης
- σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του τμήματος κατοικιών, στο λογισμικό.

Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης χώρων κατοικιών

Στις κατοικίες του κτιρίου προβλέπονται αυτόνομες τοπικές αντλίες θερμότητας, μία σε κάθε διαμέρισμα, οι οποίες καλύπτουν περίπου το 100% των συνολικών θερμικών φορτίων της θερμικής ζώνης. Η συνολική θερμική τους ισχύς των αντλιών θερμότητας είναι 2,5 kW. Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής θέρμανσης οπότε δεν υπάρχουν και απώλειες διανομής. Τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης των κατοικιών δίνονται αναλυτικά στον παρακάτω Πίνακα:

Σύστημα θέρμανσης κατοικίας											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Τοπική αερόψυκτη αντλία θερμότητας ισχύος 2,5 kW											
Βαθμός απόδοσης COP: 3,6											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρικό ρεύμα											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠΤ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW) : Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής (%) : 100 (τοπικό δίκτυο)											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων : τοπικές αντλίες θερμότητας											
Απόδοση τερματικών μονάδων : 93,0%											
Βοηθητική ενέργεια											
Εξωτερικός ανεμιστήρας											

Πίνακας 25 Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης

Δεδομένα για το σύστημα ψύξης χώρων κατοικιών

Στο καταλύματα προβλέπονται αυτόνομες τοπικές αντλίες θερμότητας, μία σε κάθε κατάλυμα, οι οποίες καλύπτουν περίπου το 50% των συνολικών ψυκτικών φορτίων της θερμικής ζώνης. Η συνολική ψυκτική τους ισχύς των αντλιών θερμότητας είναι 2,5 kW. Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής ψύξης οπότε δεν υπάρχουν και απώλειες διανομής. Στον παρακάτω Πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης του καταλύματος:

Σύστημα κατοικίας											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Τοπική αερόψυκτη αντλία θερμότητας ισχύος 2,5 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 3,2											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρικό ρεύμα											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0.5	ΙΟΥΝ	0.5
ΙΟΥΛ	0.5	ΑΥΓ	0.5	ΣΕΠΤ	0.5	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW) : Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής (%) : 100 (τοπικό δίκτυο)											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων : τοπικές αντλίες θερμότητας											
Απόδοση τερματικών μονάδων : 93,0%											
Βοηθητική ενέργεια											
Εξωτερικός ανεμιστήρας											

Πίνακας 26 Δεδομένα για το σύστημα ψύξης

Δεδομένα για το σύστημα αερισμού κατοικιών

Ο αερισμός που εφαρμόζεται στο κατάλυμα είναι φυσικός και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα. Από τον Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 λαμβάνεται για τις κατοικίες φυσικός αερισμός ίσος με 0,75 $m^3/h/m^2$.

Δεδομένα για το σύστημα ΖΝΧ

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, χρησιμοποιείται ηλιακός συλλέκτης με ηλεκτρικό θερμοσίφωνα ισχύος 4 kW που θα εγκατασταθεί κοντά στην κατοικία με δυνατότητα κάλυψης του ελλείματος σε ΖΝΧ.

Οι πλευρικές απώλειες των θερμαντήρων λαμβάνονται 7% σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701- 1/2010 (παράγραφο 4.8.4) για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο. Τα δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης των κατοικιών δίνονται στον παρακάτω Πίνακα:

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης – ΖΝΧ κατοικίας											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας											
Θερμική απόδοση μονάδας (%): 93%											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρικό ρεύμα											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠΤ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ : ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☑											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι ☑ Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% ☐											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ΖΝΧ (%) : 100-8 = 92 %											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων : τοπικές αντλίες θερμότητας											
Απόδοση τερματικών μονάδων : 93,0%											
Βοηθητική ενέργεια											
Κυκλοφορητής ισχύος : 0,00144 kW											

Πίνακας 27 Δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης

Δεδομένα για το σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Ο ηλιακός συλλέκτης που θα εγκατασταθεί στη βορινή πλευρά του καταλύματος, έχει τη δυνατότητα κάλυψης του 64% του συνολικού ΖΝΧ του κτιρίου. Η επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών που καλύπτει το ΖΝΧ για το κτίριο είναι 3m^2. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης δίνονται στο παρακάτω σχήμα.

Ηλιακός συλλέκτης καταλύματος	
Είδος ηλιακού συλλέκτη	Επίπεδος συλλεκτικός
Χρήση ηλιακού συλλέκτη για:	☑ ΖΝΧ ☐ Θέρμανση χώρων
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ΖΝΧ :	36,9
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων :	-
Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών (m^2)	3
Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°)	38
Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°)	180
Συλλέκτης σκίασης F-s	1

Πίνακας 28 Δεδομένα για το σύστημα ηλιακού συλλέκτη

Δεδομένα για το σύστημα φωτισμού της κατοικίας

Τα φωτιστικά που θα χρησιμοποιηθούν για τους χώρους κατοικιών δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

Δεδομένα κτιρίου αναφοράς κατοικιών

Τα δεδομένα του κτιρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή δεδομένων και ανάλογα την χρήση και την λειτουργία του κτιρίου ή των θερμικών ζωνών και σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

3.8.13 Ενεργειακή κατάταξη με το πρόγραμμα ΚΕΝΑΚ

Μετά τον υπολογισμό όλων των παραμέτρων του κτιρίου γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα του ΚΕΝΑΚ και συγκεκριμένα:

Κλιματολογικά δεδομένα

Αθήνα (Ελληνικό) | ☐ Υψόμετρο πάνω απο 500 (m) | Ζώνη: Ζώνη Β

Εικόνα 3.33 Κλιματολογικά δεδομένα προγράμματος ΚΕΝΑΚ

Περιγραφή:: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Μονοκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 14.4 | Θερμαινόμενος όγκος (m³): 37.44

Αριθμός θερμικών ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0 | Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

Εικόνα 3.34 Δεδομένα κτιρίου προγράμματος ΚΕΝΑΚ

Χρήση: Μονοκατοικία, πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 14.4 | Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m³/έτος): 54.76 | ☐ Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²K): 110

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 27 | Αριθμός καμινάδων: 0 | Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Εικόνα 3.35 Στοιχεία θερμικής ζώνης προγράμματος ΚΕΝΑΚ

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	a* (-)	ε* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τοίχος	Βόρειος τοίχος	0	90	6.24	0.483	0.60	0.40	1	1.00	0.90	0.89	1	1
2	Τοίχος	Ανατολικός τοίχος	90	90	12.78	0.483	0.60	0.40	0.88	0.84	0.79	0.83	1	1
3	Τοίχος	Νότιος τοίχος	180	90	4.7	0.483	0.60	0.40	1	1	0.69	0.82	1	1
4	Οροφή	Οροφή	0	180	14.4	0.37	0.65	0.80	1	1	1	1	1	1
* 5														

Εικόνα 3.36 Στοιχεία αδιαφανών δομικών στοιχείων προγράμματος ΚΕΝΑΚ

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	K. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
1	Δάπεδο	Δαπεδο	14.4	0.5	0		10.8
2							

Εικόνα 3.37 δεδομένα στοιχείου σε επαφή με το έδαφος προγράμματος ΚΕΝΑΚ

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m²K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	ανοιγόμεν	Παραθυρο λουτρού	90	90	0.4	Συνθετικό 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	2.92	0.48	0.94	0.93	0.65	0.72	1	1
2	ανοιγόμεν	Παραθυρο κουζινας	90	90	0.66	Συνθετικό 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	2.82	0.48	0.95	0.94	0.70	0.76	1	1
3	ανοιγόμεν	Κεντρική πόρτα	90	90	1.76	Συνθετικό 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	2.6	0.36	0.86	0.80	0.81	0.85	1	1
4	ανοιγόμεν	Μπαλκονόπορτα σαλονιου	180	90	1.54	Συνθετικό 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	2.80	0.48	1	1	0.73	0.84	1	1
5														

Εικόνα 3.38 Δεδομένα διαφανών δομικών στοιχείων προγράμματος ΚΕΝΑΚ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Τοπική αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	2.50	1.0	3.6	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου			1	
2	Αεραγωγοί				

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)
1		0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1	Ανεμιστήρες	1	0.0
2		1	0

Εικόνα 3.39 Δεδομένα συστήματος θέρμανσης προγράμματος ΚΕΝΑΚ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	2.50	1.0	3.2	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0
2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου			1	
2	Αεραγωγοί				

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)
1		0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1	Ανεμιστήρες	1	0.0
2		1	0

Εικόνα 3.40 Δεδομένα συστήματος ψύξης προγράμματος ΚΕΝΑΚ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	4	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* 2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)
1	Swlinwseis	☐	Πάνω απο 20% σε εξωτερικούς	0.92

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Απ. (-)
1		0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1	Κυκλοφορητές	1	0.00144
* 2		1	0

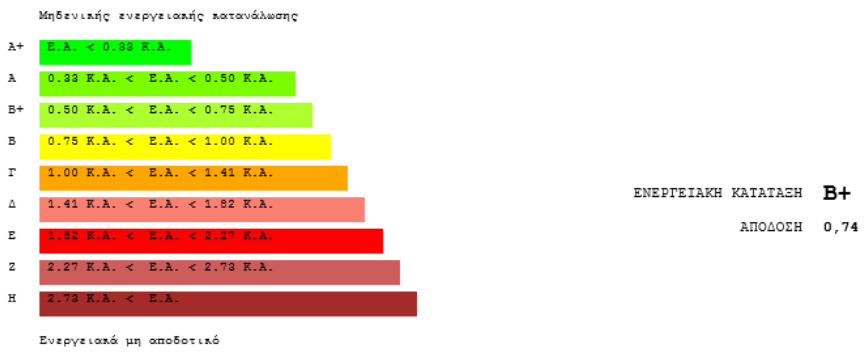
Εικόνα 3.41 Δεδομένα συστήματος ΖΝΧ προγράμματος ΚΕΝΑΚ

	Τύπος	Θέρμανση	ΖΝΧ	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m²)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)
1	Επιλεκτικός επίπεδος	☐	☑	0.369		3	180	38	1.0

Εικόνα 3.42 Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών προγράμματος ΚΕΝΑΚ

Αποτελέσματα ενεργειακής μελέτης

Μετά την εισαγωγή όλων των απαιτούμενων δεδομένων στο λογισμικό του ΚΕΝΑΚ έγινε η μελέτη της ενεργειακής απόδοσης του καταλύματος αυτόματα από το πρόγραμμα. Η ενεργειακή κλάση του καταλύματος σύμφωνα με τα αποτελέσματα είναι Β+, δείχνοντας ότι ο σχεδιασμός του καταλύματος σύμφωνα με τους κανονισμούς και πρακτικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού απέδωσε. Συγκεκριμένα η υψηλή ενεργειακή κλάση οφείλεται στην επαρκή θερμομονωτικότητα του κτιριακού κελύφους και τον επαρκή σκιασμό των ανοιγμάτων του και την επιλογή ηλιακού θερμοσίφωνα για την κάλυψη του 64% των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης.



Εικόνα 3.43 Ενεργειακή κλάση καταλύματος

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

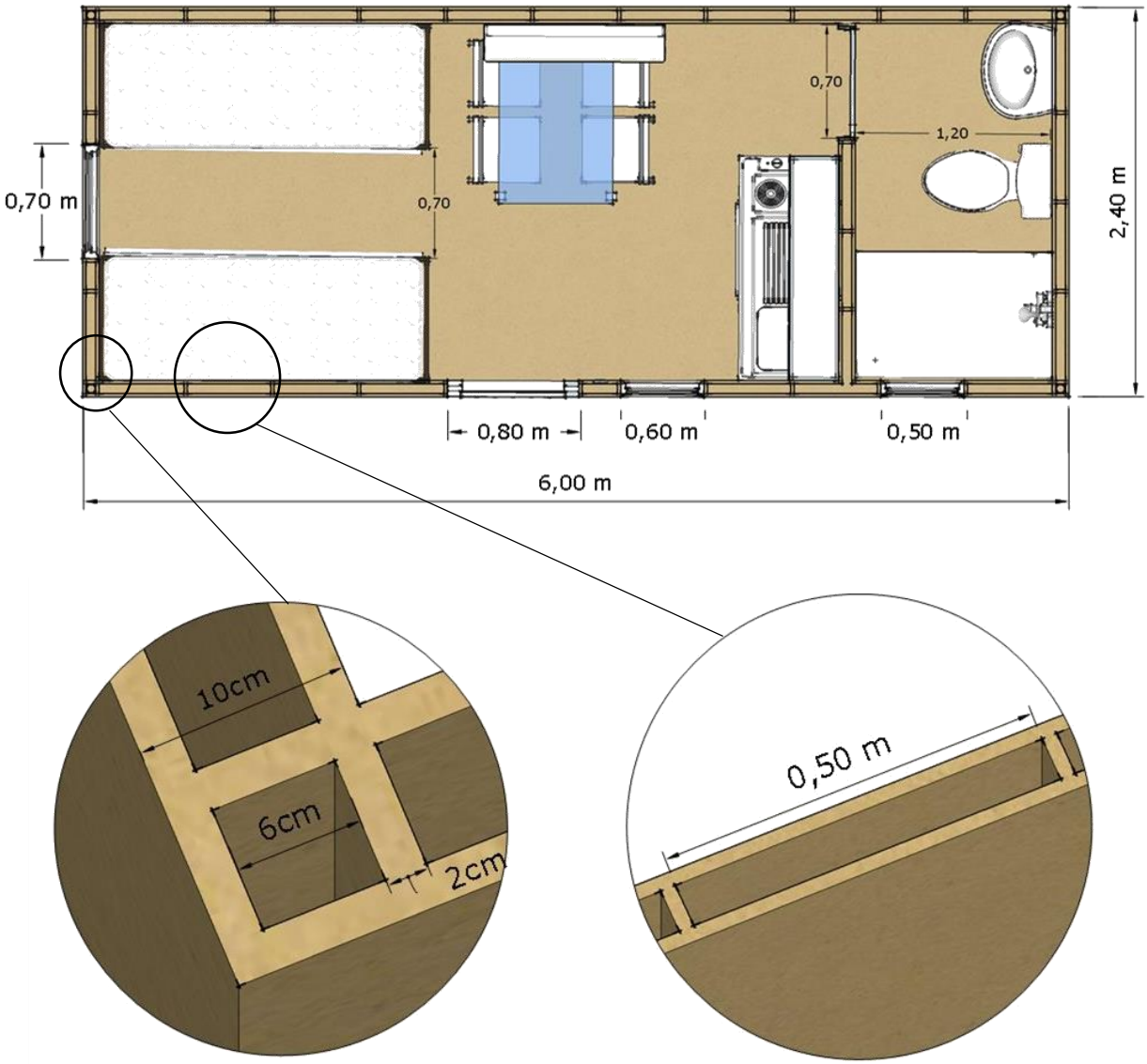
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
		(kWh/m²)		
ΙΑΝ	10.5	0.0	22.3	0.0
ΦΕΒ	8.8	0.0	16.7	0.0
ΜΑΡ	6.8	0.0	12.9	0.0
ΑΠΡ	1.0	0.0	3.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	1.7	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	7.3	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	11.2	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	11.1	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	2.9	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3	0.0
ΝΟΕ	2.9	0.0	12.4	0.0
ΔΕΚ	8.0	0.0	21.2	0.0
ΣΥΝ	37.9	34.1	90.2	0.0

Πίνακας 29 Ενεργειακές καταναλώσεις καταλύματος

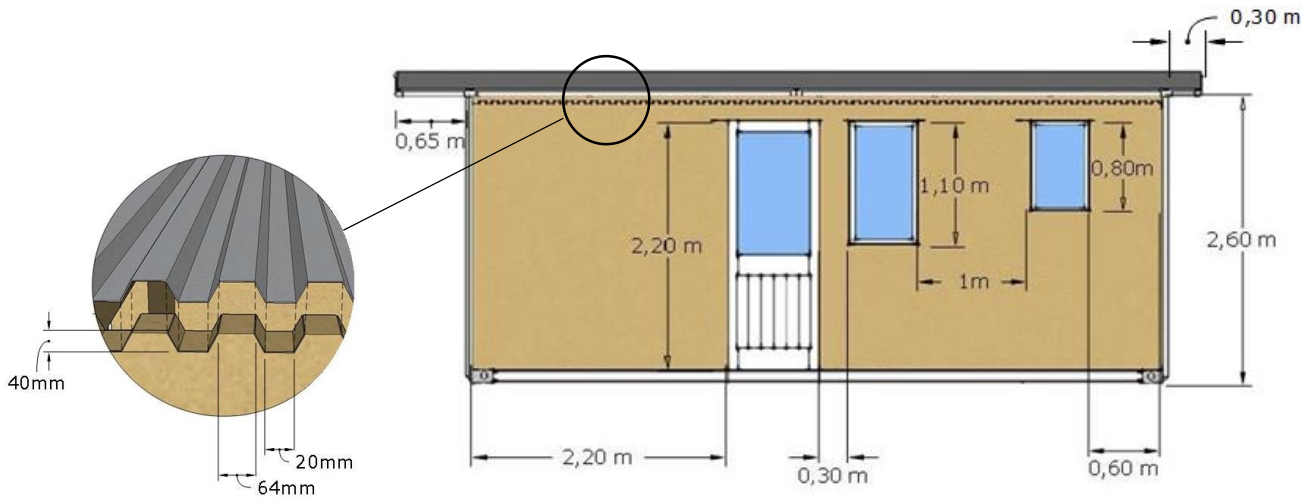
Από τον Πίνακα 29 των ενεργειακών καταναλώσεων του καταλύματος προκύπτει συνολική ενεργειακή κατανάλωση 162,8kWh/m^2 , κατανάλωση που είναι εξαιρετικά χαμηλή.

3.9 Τελικές διαστάσεις καταλύματος

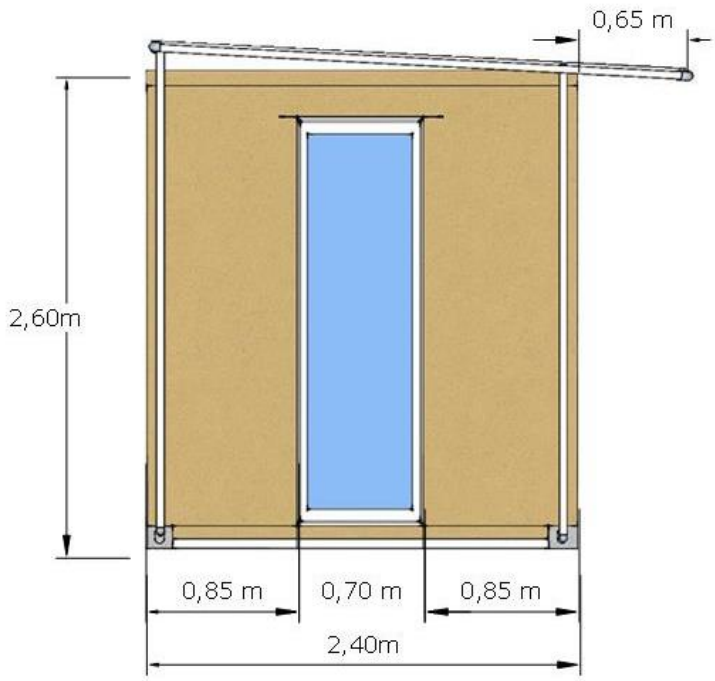
Οι τελικές διαστάσεις του καταλύματος σύμφωνα με τους πυλώνες σχεδιασμού που αναφέρθηκαν στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται ενδεικτικά στις παρακάτω εικόνες.



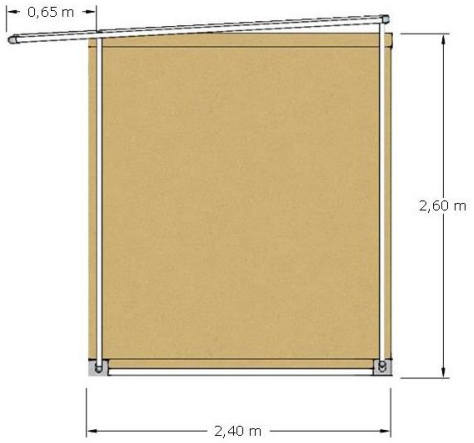
Εικόνα 3.44 Απεικόνιση κάτοψης καταλύματος και λεπτομέρειας τοίχου μέσω προγράμματος LayOut



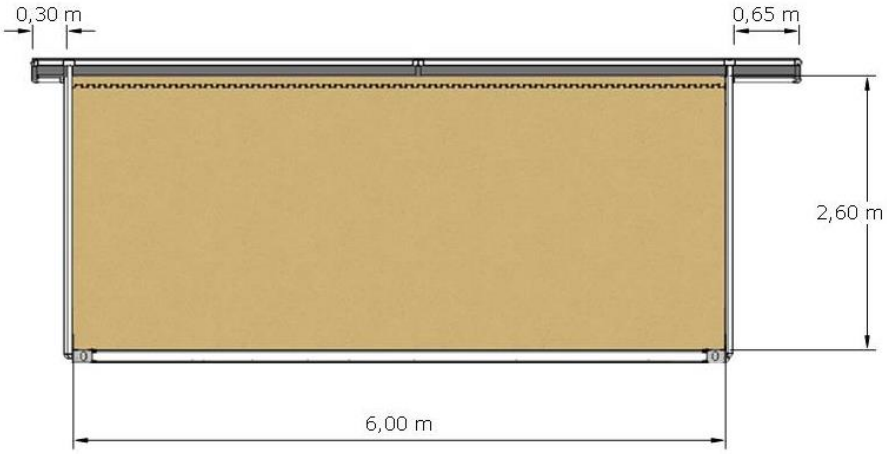
Εικόνα 3.45 Απεικόνιση ανατολικής όψης καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut



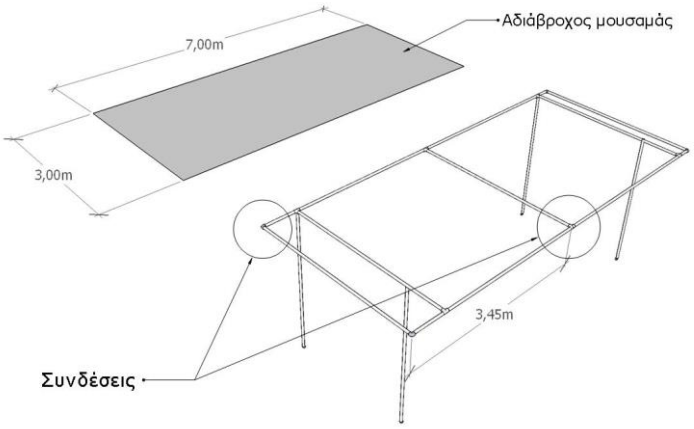
Εικόνα 3.46 Απεικόνιση νότιας όψης καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut



Εικόνα 3.47 Απεικόνιση βόρειας όψης καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut



Εικόνα 3.48 Απεικόνιση δυτικής όψης καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut



Εικόνα 3.49 Απεικόνιση στεγάστρου μέσω προγράμματος LayOut

4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Το παρόν κεφάλαιο επικεντρώνεται στην αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας που θα πρέπει να ακολουθηθεί ώστε να κατασκευαστούν τα καταλύματα στο σημείο ενδιαφέροντος. Οι κατασκευαστικές οδηγίες επικεντρώνονται στην διαδικασία κατασκευής του καταλύματος καθώς η τεχνική της τρισδιάστατης εκτύπωσης παρουσιάζει κάποιες κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες στα διάφορα στάδια κατασκευής. Τα στάδια της κατασκευής μπορούν να εναλλάσσονται στα καταλύματα ώστε να υπάρχει βελτιστοποίηση του χρόνου κατασκευής και βέλτιστη απόδοση των συνεργείων κατασκευής. Η κατασκευή των καταλυμάτων θα πρέπει να ακολουθεί τα εξής βήματα:

- την επιλογή τοποθεσίας που θα εξυπηρετεί τις ανάγκες που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο του σχεδιασμού
- τη χωροθέτηση και την σήμανση των θέσεων όπου θα τοποθετηθούν τα καταλυμάτα και οι εξοπλισμοί τους.
- την τοποθέτηση δικτύου αποχέτευσης-ύδρευσης και την κατασκευή αναμονών παροχής ηλεκτρικού ρεύματος
- την μεταφορά του εκτυπωτή ,των οικοδομικών υλικών και υλικών μονώσεων στο σημείο κατασκευής
- την κατασκευή ή τοποθέτηση της βάσης του καταλύματος
- την κατασκευή του κύριου σώματος του καταλύματος και την τοποθέτηση των υδραυλικών, των υδραυλικών και των ηλεκτρομηχανολογικών
- την κατασκευή της οροφής
- την τοποθέτηση των κουφωμάτων των επίπλων και των ηλεκτρικών συσκευών.
- σύνδεση εγκαταστάσεων με δίκτυο
- διαδικασία μεταφοράς καταλύματος

Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των βημάτων κατασκευής του καταλύματος.

4.1 Επιλογή τοποθεσίας

Η τοποθεσία όπου θα κατασκευαστεί ο οικισμός θα πρέπει να είναι επίπεδη ,καθαρή από την ύπαρξη βλάστησης ώστε να μπορούν να εκτελούνται οι εργασίες ανεμπόδιστα καθώς επίσης να πληρεί τις προϋποθέσεις που ορίζει το εγχειρίδιο του ΟΗΕ για την κατασκευή καταλυμάτων εκτάκτου ανάγκης .

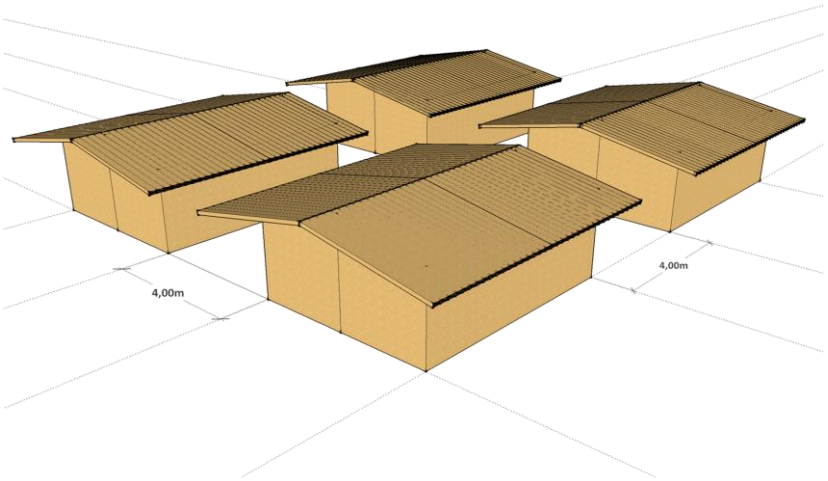
Το εγχειρίδιο ορίζει πως θα πρέπει:

- Η τοποθέτηση των εγκαταστάσεων να γίνεται σε λογική απόσταση από τα εθνικά σύνορα και ευαίσθητες περιοχές όπως στρατιωτικές εγκαταστάσεις.
- Το έδαφος να έχει κλίση 1 με 5 %, ιδανικά 2- 4%.

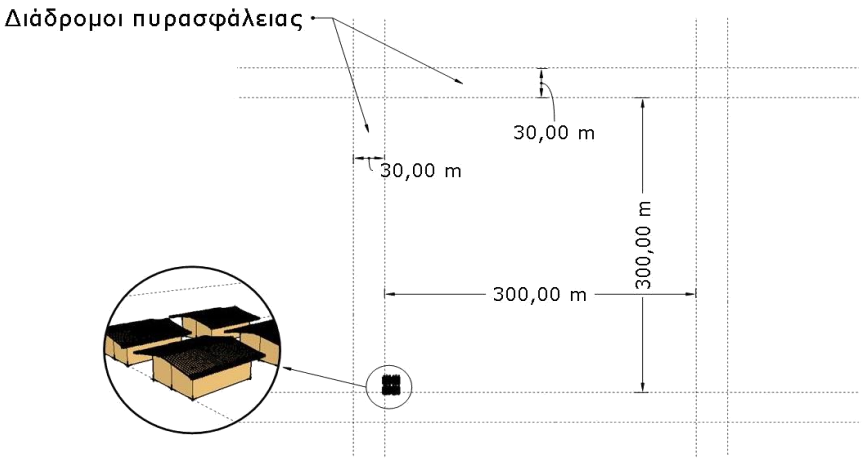
4.2 Χωροθέτηση

Για την χωροθέτηση του οικισμού θα πρέπει πρώτα να υπολογιστεί ο αριθμός των απαιτούμενων καταλυμάτων. Οι αρμόδιοι φορείς θα πρέπει να λάβουν υπόψη τους το πλήθος των ατόμων που θα στεγαστούν στα καταλύματα και να χωριστούν με πρώτη παράμετρο την οικογενειακή σχέση των ατόμων. Αφού υπολογιστεί ο αριθμός, η χωροθέτηση θα γίνει σύμφωνα με τους κανονισμούς του εγχειριδίου του ΟΗΕ το οποίο προβλέπει :

- Επιφάνεια κέντρου φιλοξενίας 45m^2 ανά άτομο
- Ζώνη 30m πυρασφάλειας κάθε 300m
- Ελάχιστη απόσταση μεταξύ κατασκευών 2m



Εικόνα 4.1 Ενδεικτική τοποθέτηση των καταλυμάτων στο χώρο μέσω προγράμματος LayOut



Εικόνα 4.2 Απεικόνιση χωροθέτησης διαδρόμων ασφαλείας μέσω προγράμματος LayOut

4.3 Τοποθέτηση δικτύου αποχέτευσης-ύδρευσης-ηλεκτρισμού

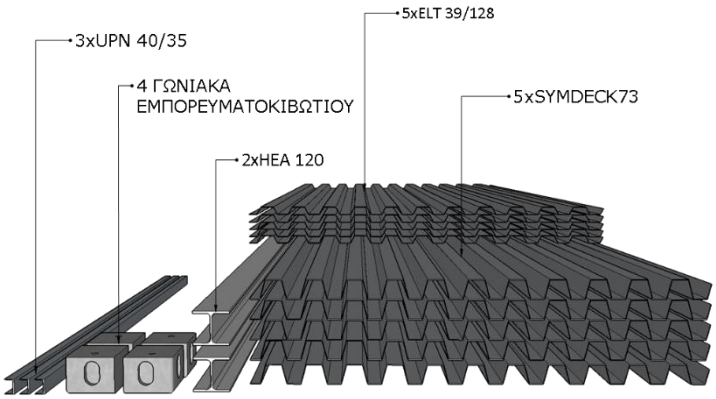
Κατά την προετοιμασία του πεδίου όπου θα γίνει η κατασκευή των οικισμών θα πρέπει να γίνει η τοποθέτηση συστήματος ύδρευσης και αποχέτευσης όπως και σύνδεσης με δίκτυο για παροχή ηλεκτρικού ρεύματος . Οι αγωγοί θα τοποθετηθούν κατά τους διαδρόμους μεταξύ των κατασκευών και σε περίπτωση που το σύστημα αποχέτευσης δεν μπορεί να συνδεθεί με το υπάρχον δίκτυο θα κατασκευαστούν βόθροι ανά ορισμένο αριθμό κατοικιών. Αφού τοποθετηθούν οι αγωγοί θα πρέπει να υπάρχουν αναμονές ανά δύο οικισμούς ώστε να συνδεθούν μετά την κατασκευή τους. Επίσης θα τοποθετηθούν οι αναμονές του ηλιακού θερμοσίφωνα για τη μελλοντική σύνδεσή του με τους οικίσκους.

4.4 Μεταφορά εκτυπωτή στο σημείο

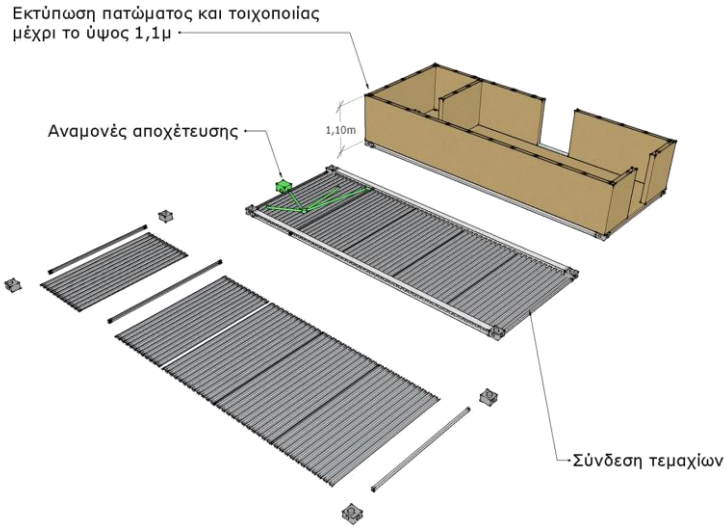
Στη συνέχεια σύμφωνα με τον απαιτούμενο αριθμό καταλυμάτων θα υπολογιστεί η ποσότητα των απαιτούμενων κατασκευαστικών υλικών και θα μεταφερθούν στο σημείο. Επίσης θα γίνει και η μεταφορά του εκτυπωτή καθώς και των απαραίτητων μηχανολογικών εξοπλισμών και των ηλεκτρονικών υπολογιστών που απαιτεί η διαδικασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης ώστε να μπορεί να ξεκινήσει η κατασκευή των καταλυμάτων.

4.5 Κατασκευή βάσης καταλύματος

Η κατασκευή θα ξεκινήσει με την συναρμολόγηση ενός πλαισίου από χαλύβδινες δοκούς οι οποίες θα τοποθετηθούν κάτω από την βάση του πατώματος κάθε καταλύματος ώστε να δημιουργηθεί ένα πλέγμα το οποίο θα εξυπηρετεί την μεταφορά του καταλύματος σε επόμενο σημείο ενδιαφέροντος. Επίσης θα τοποθετηθούν 4 γωνιακά ίδιου τύπου με αυτά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των εμπορευματοκιβωτίων και ενδιάμεσα πάνελ σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που υπολογίστηκαν στη διαστασιολόγηση και τέλος το ενδοδαπέδιο σύστημα αποχέτευσης. Όλες οι διατομές θα συγκολληθούν μεταξύ τους. Στη συνέχεια ο εκτυπωτής θα ξεκινήσει την πλήρωση της βάσης με εκτυπούμενο υλικό. Αυτό το βήμα μπορεί να παρακαμφθεί με την συγκόλληση των διατομών των βάσεων σε προηγούμενο στάδιο και μεταφορά τους στο σημείο ενδιαφέροντος για την ολοκλήρωση της κατασκευής επιτόπου.



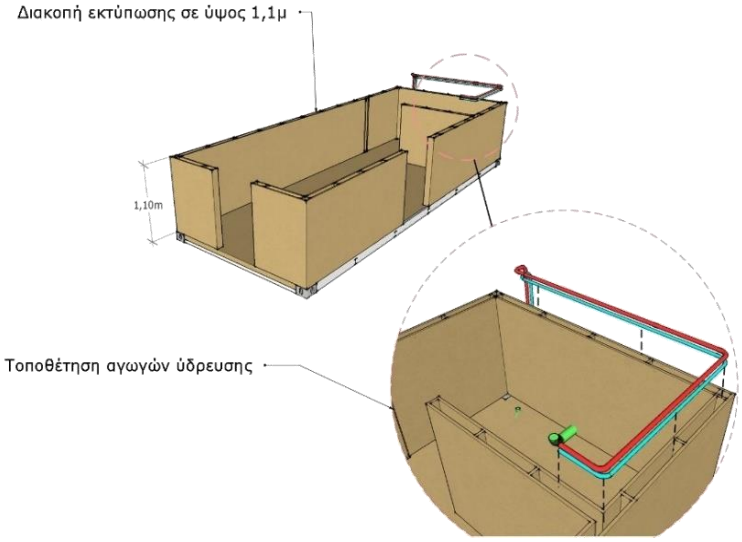
Εικόνα 4.3 Απεικόνιση μεταλλικών στοιχείων βάσης καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut



Εικόνα 4.4 Απεικόνιση σύνδεσης διατομών βάσης μέσω προγράμματος LayOut

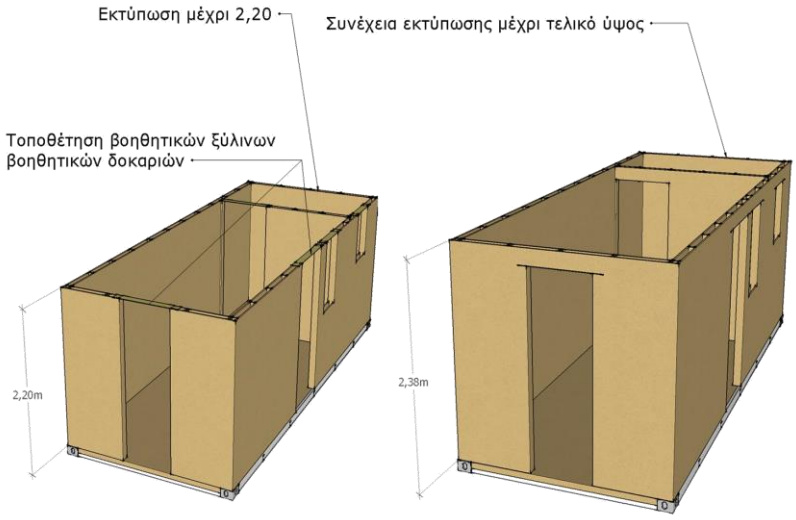
4.6 Κατασκευή κύριου σώματος καταλύματος

Ο εκτυπωτής θα τοποθετηθεί στο κατάλληλο σημείο πάνω από τη βάση του καταλύματος και θα ξεκινήσει η κατασκευή των τοίχων σε στρώσεις κατά την κατακόρυφη διεύθυνση. Η εκτύπωση θα σταματήσει όταν το ύψος των τοίχων βρίσκεται σε ύψος 1,10m και στο σημείο αυτό θα γίνει η εγκατάσταση των αγωγών ύδρευσης και ζεστού νερού στηριζόμενα στα εσωτερικά τμήματα της τοιχοποιίας και η διέλευση του αγωγού αποχέτευσης της λεκάνης από την τοιχοποιία με τη διάνοιξη οπής.



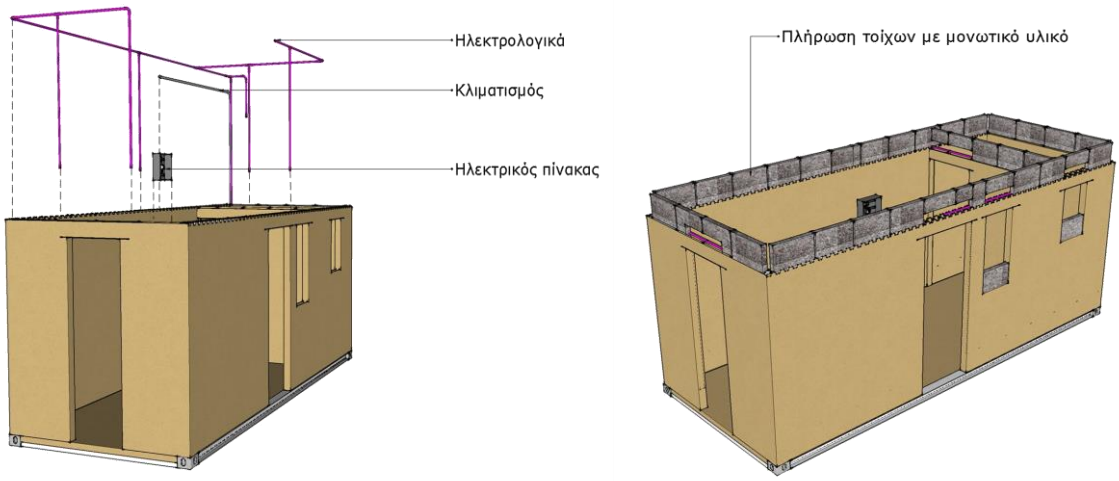
Εικόνα 4.5 Απεικόνιση τοποθέτησης αγωγών ύδρευσης μέσω προγράμματος LayOut

Έπειτα θα συνεχιστεί η εκτύπωση μέχρι το κατώφλι κουφωμάτων. Στο σημείο αυτό θα τοποθετηθούν τα υπερύθρα σε κάθε άνοιγμα ώστε να διευκολυνθεί η εκτύπωση στο άνω τμήμα των ανοιγμάτων και αφού ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία θα συνεχιστεί η εκτύπωση μέχρι το τελικό ύψος της τοιχοποιίας.



Εικόνα 4.6 Απεικόνιση κατασκευής τοιχοποιίας μέσω προγράμματος LayOut

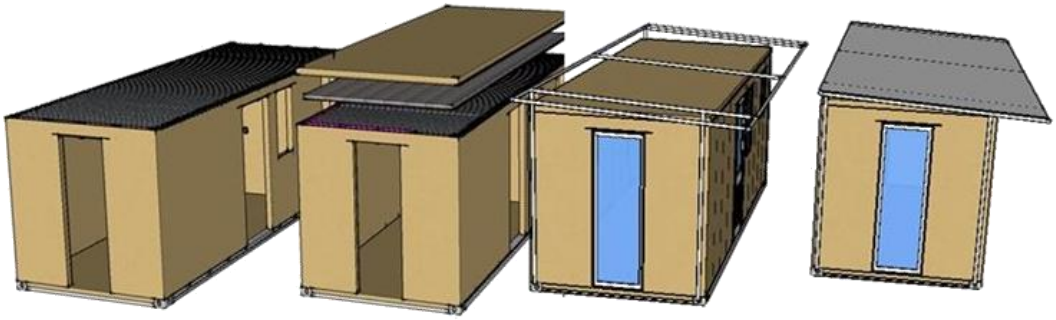
Μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή της τοιχοποιίας, θα γίνει εγκατάσταση των ηλεκτρολογικής καλωδίωσης, του ηλεκτρικού Πίνακα και του αγωγού του κλιματιστικού όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αφού ολοκληρωθεί και αυτή η διαδικασία, θα γίνει πλήρωση των κενών τμημάτων της τοιχοποιίας με μονωτικό υλικό και μετά την πλήρη σκλήρυνση του υλικού, θα αδιαβροχοποιηθεί εξωτερικά και στο τμήμα του λουτρού όλη τη τοιχοποιία με το ειδικό βερνίκι αδιαβροχοποίησης.



Εικόνα 4.7Απεικόνιση τοποθέτησης ηλεκτρολογικών και μονωτικού υλικού μέσω προγράμματος LayOut

4.7 Τοποθέτηση κουφωμάτων - κατασκευή οροφής

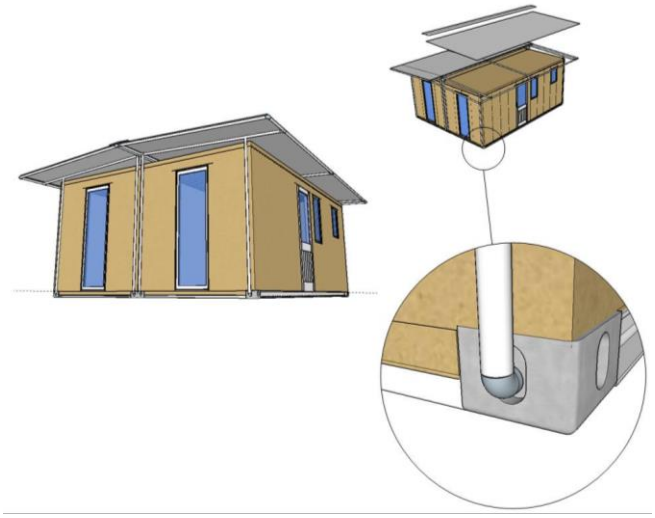
Μετά την ολοκλήρωση του κύριου σώματος θα ξεκινήσει η κατασκευή της οροφής και έπειτα η τοποθέτηση των κουφωμάτων και η επαρκής μόνωση των πλαισίων τους. Για την κατασκευή της οροφής θα τοποθετηθούν μεταλλικά φύλλα στο άνω τμήμα της τοιχοποιίας στις εγκοπές-αναμονές της οροφής. Τα φύλλα αυτά θα αποτελούν οδηγό για τη συνέχεια της εκτύπωσης της οροφής. Στη συνέχεια θα τοποθετηθεί μονωτικό υλικό σύμφωνα με τις διαστάσεις που έχουν οριστεί στο σχεδιασμό και έπειτα ο εκτυπωτής θα συνεχίσει την κατασκευή του υπόλοιπου τμήματος της οροφής όπως φαίνεται στα παρακάτω σχέδια.



Εικόνα 4.8 Πρόταση βημάτων κατασκευής οροφής μέσω προγράμματος LayOut

Στο επόμενο βήμα και εφόσον έχει κατασκευαστεί το κάτω τμήμα της οροφής, θα ξεκινήσει η σύνδεση του μεταλλικού πλαισίου της στέγης. Η διαδικασία αυτή προβλέπει την ολοκλήρωση της κατασκευής και του διπλανού καταλύματος εφόσον τα καταλύματα συνεργάζονται ανά δύο. Η κατασκευή του άνω τμήματος προϋποθέτει την σύνδεση ενός μεταλλικού πλαισίου το οποίο και στηρίζεται στα γωνιακά τμήματα της βάσης, ανακουφίζοντας έτσι το κύριο σώμα τις τοιχοποιίας από πρόσθετα φορτία. Αφού κατασκευαστεί το πλαίσιο και στερεοποιηθεί τοποθετείται αδιάβροχος μουσαμάς ο οποίος και αγκιστρώνεται στο μεταλλικό πλαίσιο. Τέλος γίνεται σύνδεση της άνω στέγης με το διπλανό κατάλυμα για την προστασία των καταλυμάτων από τη βροχή, ενώ το διάκενο ανακουφίζει την άνω πλάκα από τα θερμικά φορτία του θερινούς μήνες σύμφωνα με τη λειτουργία του διπλού κελύφους.

Εικόνα 4.9 Απεικόνιση εξαρτημάτων στέγης μέσω προγράμματος LayOut

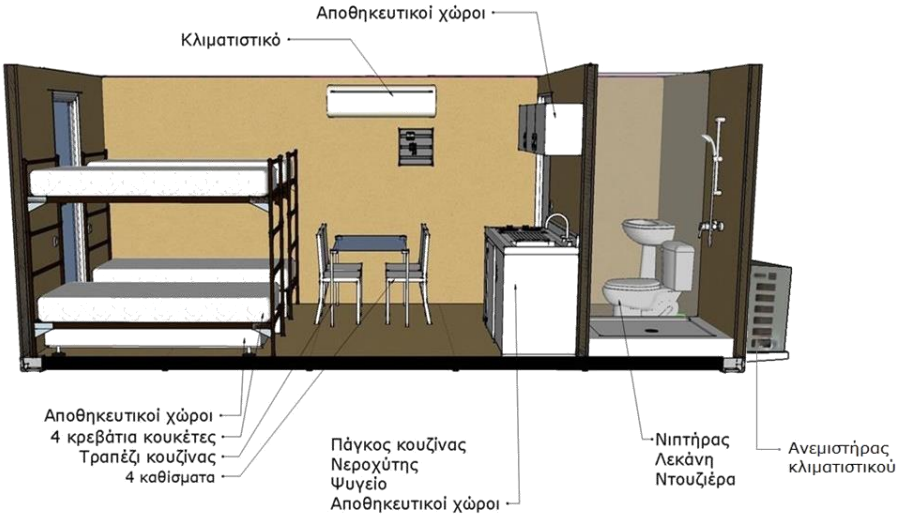


Εικόνα 4.10 Πρόταση συναρμολόγησης οροφής μέσω προγράμματος LayOut

4.8 Τοποθέτηση εξοπλισμού καταλύματος

Ένα από τα τελευταία στάδια της κατασκευής είναι η τοποθέτηση των επίπλων η οποία περιλαμβάνει:

- συναρμολόγηση των κρεβατιών και τοποθέτησή τους
- κατασκευή της κουζίνας και ένωση της με αναμονές ύδρευσης και αποχέτευσης
- τοποθέτηση των ειδών υγιεινής και σύνδεσή τους με αναμονές ύδρευσης και αποχέτευσης
- τοποθέτηση του συστήματος κλιματισμού
- τοποθέτηση ηλεκτρικών συσκευών
- τοποθέτηση των αποθηκευτικών συρταριών

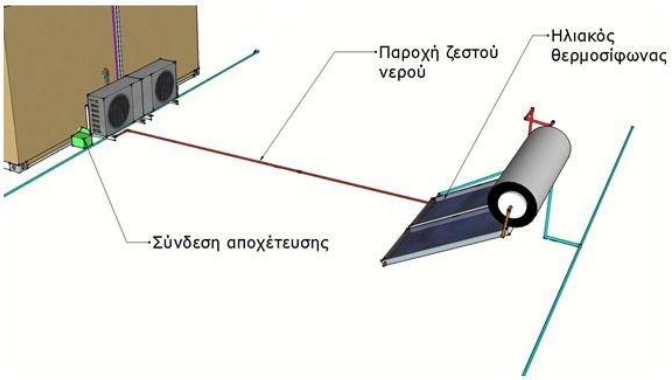


Εικόνα 4.11 Απεικόνιση τοποθέτησης εξοπλισμού μέσω προγράμματος LayOut

4.9 Τελική σύνδεση με δίκτυο

Αφού ολοκληρωθούν όλες οι διαδικασίες κατασκευής, συναρμολόγησης των εσωτερικών τμημάτων και επίπλων καθώς και η σύνδεση τους με τις εσωτερικές αναμονές αλλά και η κατασκευή της οροφής ακολουθεί το τελικό στάδιο της κατασκευής είναι η σύνδεση του καταλύματος με:

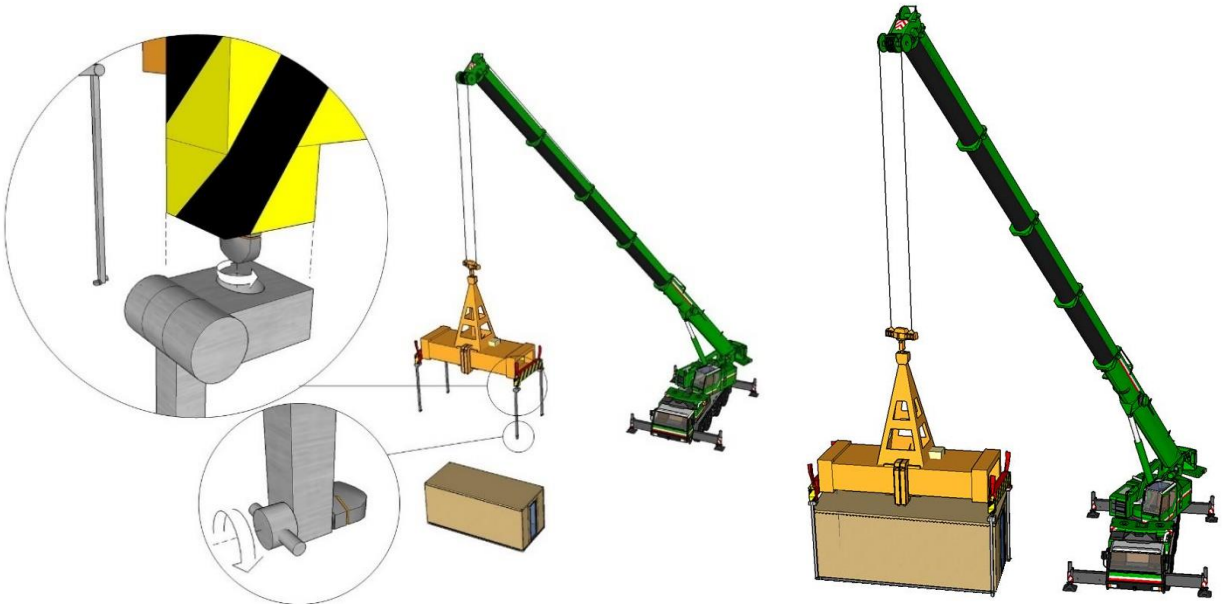
- δίκτυο ύδρευσης
- δίκτυο αποχέτευσης
- παροχή ηλεκτρικού ρεύματος
- τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα
- σύνδεση με παροχή ζεστού νερού χρήσης.



Εικόνα 4.12 Απεικόνιση σύνδεσης καταλύματος στο δίκτυο ύδρευσης-αποχέτευσης και ηλεκτρικού ρεύματος μέσω προγράμματος LayOut

4.10 Μεταφορά

Το κατάλυμα έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να μεταφερθεί με τα μέσα μεταφοράς που εξυπηρετούν τη μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων. Για την μεταφορά του αρχικά θα γίνει η αποσυναρμολόγηση του μεταλλικού τμήματος της οροφής το οποίο και μεταφέρεται ξεχωριστά καθώς επίσης και της εξωτερικής μονάδας του κλιματιστικού και του ηλιακού θερμοσίφωνα. Στη συνέχεια σε ένα όχημα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων θα προσαρτηθούν 4 μεταλλικά εξαρτήματα τα οποία μιμούμενα την τεχνολογία αγκυρώσεων των εμπορευματοκιβωτίων θα είναι ικανά να ανυψώσουν το κατάλυμα από τη βάση του. Στη συνέχεια το ανυψωτικό όχημα θα προσεγγίσει το κατάλυμα και θα συνδέσει τα 4 άγκιστρα στα γωνιακά της βάσης του καταλύματος τα οποία τοποθετήθηκαν για αυτό το σκοπό και έχουν τις κατάλληλες αναμονές και θα το ανυψώσει τοποθετώντας το σε πλατφόρμα οχήματος.



Εικόνα 4.13 Πρόταση σύνδεσης μεταλλικών εξαρτημάτων και μεταφοράς καταλύματος μέσω προγράμματος LayOut

5 ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ

Για τον υπολογισμό του κόστους ενός τέτοιου καταλύματος έγινε λεπτομερής έρευνα αγοράς και υπολογισμός του κόστους για τα περισσότερα υλικά και εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν καθώς επίσης και για τα τεμάχια του οικιακού εξοπλισμού τα οποία και τοποθετήθηκαν στο κατάλυμα. Για όσα υλικά δεν επιτεύχθηκε ο ακριβής υπολογισμός του κόστους τους, αυτός έγινε προσεγγιστικά. Να σημειώσουμε πως η κοστολόγηση έγινε με τιμές λιανικής, το οποίο μας επιτρέπει να θεωρήσουμε χαμηλότερη τιμή κόστους για την κατασκευή του καταλύματος. Παρακάτω παρουσιάζεται το κόστος τεμαχίων και των υλικών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του καταλύματος και επισυνάπτονται οι ιστοσελίδες στις οποίες βρέθηκαν τα κάτωθι κόστη.

ΧΑΛΥΒΔΙΝΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΚΙΛΟ	ΚΙΛΑ	ΚΟΣΤΟΣ (€)	ΠΗΓΗ
UPN 40X35	0,62	35,06	21,74	http://www.elastron.gr/el/
SYMDECK73	0,9	70,66	63,59	http://www.elastron.gr/el/
ELT 39/896	0,9	63,65	57,28	http://www.elastron.gr/el/
HEA 120	0,58	238,8	138,50	http://www.elastron.gr/el/

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΕΜΒΑΔΟ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
ΚΥΡΙΟ ΣΩΜΑ	79,55	397,73
ΠΑΤΩΜΑ	76,36	381,82
ΣΤΕΓΗ	13,18	65,91

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΟΓΚΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
ΜΟΝΩΣΗ ΤΟΙΧΩΝ	2,2428	8,97
ΜΟΝΩΣΗ ΟΡΟΦΗΣ	1,35	5,40

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΤΕΓΑΣΤΡΟΥ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΜΑΧΙΟΥ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ (€)	ΠΗΓΗ
ΑΞΟΝΕΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ	5,94	36,4	216,216	http://www.e-tentes.gr/
ΚΟΜΒΟΣ	10	1,98	19,8	http://www.eval.gr/
ΓΩΝΙΕΣ	4	2,86	11,44	http://www.eval.gr/
ΜΟΥΣΑΜΑΣ	7	1,41	9,87	http://www.toolplanet.gr/
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΚΡΕΒΑΤΙΑ ΚΟΥΚΕΤΕΣ	2	133,5	267	http://www.lago.gr
ΤΡΑΠΕΖΙ	1	38,5	38,5	https://www.epiploxaniotakis.gr
ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ	4	9,79	39,16	https://www.epiploxaniotakis.gr
ΠΑΓΚΟΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	1	113,83	113,83	http://www.bagnosuperstore.gr
ΝΤΟΥΛΑΠΙΑ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	2	12,5	25	http://www.lago.gr
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΜΑΤΙ ΚΟΥΖΙΝΑΣ ΔΙΠΛΟ	1	25	25	http://www.tiletechniki.gr
ΨΥΓΕΙΟ	1	115	89	http://www.e-expert.gr/
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ	1	319	319	http://www.alphaclimagr.gr/
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΠΡΙΖΕΣ	5	1	5	http://www.activestore.gr
ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ	2	1	2	http://www.activestore.gr
ΦΩΤΑ	3	5,05	15,15	http://www.eshopelectric.g
ΚΑΛΩΔΙΟ	22	1,5	33	http://www.ergotel.gr
ΦΩΣ ΛΟΥΤΡΟΥ	1	13,65	13,65	http://www.eshopelectric.g
ΕΙΔΗ ΥΓΙΕΙΝΗΣ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΝΙΠΤΗΡΑΣ	1	25	25	http://www.euroclimahellas.gr/
ΛΕΚΑΝΗ	1	52	52	http://aquaenergy.gr/
ΚΑΘΡΕΠΤΗΣ ΜΠΑΝΙΟΥ	1	19,92	19,92	http://www.bagnosuperstore.gr
ΠΟΡΤΑ ΝΤΟΥΖΙΕΡΑΣ	1	64	64	
ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΝΤΟΥΖΙΕΡΑΣ	1	17,13	17,13	http://www.build.gr
ΒΡΥΣΗ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	1	10,99	10,99	http://www.activestore.gr/
ΒΡΥΣΗ ΝΙΠΤΗΡΑ	1	7,5	7,5	https://www.profitstore.gr
ΣΩΛΗΝΕΣ	12	0,85	10,2	http://www.allwater.gr/
ΤΑΥ	7	1,65	11,55	http://www.kotsovos.gr
ΓΩΝΙΑΚΑ	16	1,75	28	http://www.kotsovos.gr
ΝΕΡΟΧΥΤΗΣ	1	31	31	http://www.nikolopoulosbagno.gr
ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ	0,5	742	478	https://www.abenergy.gr
ΥΛΙΚΟ ΑΔΙΑΒΡΟΧΟΠΟΙΗΣΗΣ	5	15	75	http://www.kdtools.gr
ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΠΟΡΤΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ	1	51,9	51,9	http://www.mitsopoulos.com
ΠΟΡΤΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	1	200	200	http://www.mitsopoulos.com
ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	1	186,1	186,1	http://www.mitsopoulos.com
ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	1	152,04	152,04	http://www.mitsopoulos.com
ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΛΟΥΤΡΟΥ	1	117,45	117,45	http://www.mitsopoulos.com
ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΣΩΛΗΝΑΣ PVC Φ40	6	1,96	11,76	http://eecopool.gr
ΣΩΛΗΝΑΣ PVC Φ100	2,4	7,65	18,36	http://www.bal5m.gr
ΓΩΝΙΑΚΑ PVC Φ40	3	0,65	1,95	http://www.bal5m.gr
ΓΩΝΙΑΚΑ PVC Φ100	3	1,38	4,14	http://www.bal5m.gr
ΣΙΦΟΝΙ ΔΑΠΕΔΟΥ	1	4	4	https://online.siopis.gr
ΦΡΕΑΤΙΟ ΜΗΧΑΝΟΣΙΦΩΝΑ	1	6	6	http://www.mcshop.gr

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΤΕΓΑΣΤΡΟΥ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΜΑΧΙΟΥ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ (€)	ΠΗΓΗ
ΑΞΟΝΕΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ	5,94	36,4	216,216	http://www.e-tentes.gr/
ΚΟΜΒΟΣ	10	1,98	19,8	http://www.eval.gr/
ΓΩΝΙΕΣ	4	2,86	11,44	http://www.eval.gr/
ΜΟΥΣΑΜΑΣ	7	1,41	9,87	http://www.toolplanet.gr/
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΚΡΕΒΑΤΙΑ ΚΟΥΚΕΤΕΣ	2	133,5	267	http://www.lago.gr
ΤΡΑΠΕΖΙ	1	38,5	38,5	https://www.epiploxaniotakis.gr
ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ	4	9,79	39,16	https://www.epiploxaniotakis.gr
ΠΑΓΚΟΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	1	113,83	113,83	http://www.bagnosuperstore.gr
ΝΤΟΥΛΑΠΙΑ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	2	12,5	25	http://www.lago.gr
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΜΑΤΙ ΚΟΥΖΙΝΑΣ ΔΙΠΛΟ	1	25	25	http://www.tiletechniki.gr
ΨΥΓΕΙΟ	1	115	89	http://www.e-expert.gr/
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ	1	319	319	http://www.alphaclimagr.gr/
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΠΡΙΖΕΣ	5	1	5	http://www.activestore.gr
ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ	2	1	2	http://www.activestore.gr
ΦΩΤΑ	3	5,05	15,15	http://www.eshopelectric.g
ΚΑΛΩΔΙΟ	22	1,5	33	http://www.ergotel.gr
ΦΩΣ ΛΟΥΤΡΟΥ	1	13,65	13,65	http://www.eshopelectric.g
ΕΙΔΗ ΥΓΙΕΙΝΗΣ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΝΙΠΤΗΡΑΣ	1	25	25	http://www.euroclimahellas.gr/
ΛΕΚΑΝΗ	1	52	52	http://aquaenergy.gr/
ΚΑΘΡΕΠΤΗΣ ΜΠΑΝΙΟΥ	1	19,92	19,92	http://www.bagnosuperstore.gr
ΠΟΡΤΑ ΝΤΟΥΖΙΕΡΑΣ	1	64	64	
ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΝΤΟΥΖΙΕΡΑΣ	1	17,13	17,13	http://www.build.gr
ΒΡΥΣΗ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	1	10,99	10,99	http://www.activestore.gr/
ΒΡΥΣΗ ΝΙΠΤΗΡΑ	1	7,5	7,5	https://www.profitstore.gr
ΣΩΛΗΝΕΣ	12	0,85	10,2	http://www.allwater.gr/
ΤΑΥ	7	1,65	11,55	http://www.kotsovos.gr
ΓΩΝΙΑΚΑ	16	1,75	28	http://www.kotsovos.gr
ΝΕΡΟΧΥΤΗΣ	1	31	31	http://www.nikolopoulosbagno.gr
ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ	0,5	742	478	https://www.abenergy.gr
ΥΛΙΚΟ ΑΔΙΑΒΡΟΧΟΠΟΙΗΣΗΣ	5	15	75	http://www.kdtools.gr
ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΠΟΡΤΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ	1	51,9	51,9	http://www.mitsopoulos.com
ΠΟΡΤΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	1	200	200	http://www.mitsopoulos.com
ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	1	186,1	186,1	http://www.mitsopoulos.com
ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	1	152,04	152,04	http://www.mitsopoulos.com
ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΛΟΥΤΡΟΥ	1	117,45	117,45	http://www.mitsopoulos.com
ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**	**ΤΙΜΗ/ΤΕΜΑΧΙΟ**	**ΚΟΣΤΟΣ (€)**	**ΠΗΓΗ**
ΣΩΛΗΝΑΣ PVC Φ40	6	1,96	11,76	http://eecopool.gr
ΣΩΛΗΝΑΣ PVC Φ100	2,4	7,65	18,36	http://www.bal5m.gr
ΓΩΝΙΑΚΑ PVC Φ40	3	0,65	1,95	http://www.bal5m.gr
ΓΩΝΙΑΚΑ PVC Φ100	3	1,38	4,14	http://www.bal5m.gr
ΣΙΦΟΝΙ ΔΑΠΕΔΟΥ	1	4	4	https://online.siopis.gr
ΦΡΕΑΤΙΟ ΜΗΧΑΝΟΣΙΦΩΝΑ	1	6	6	http://www.mcshop.gr

ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	**3967,55**	**€**

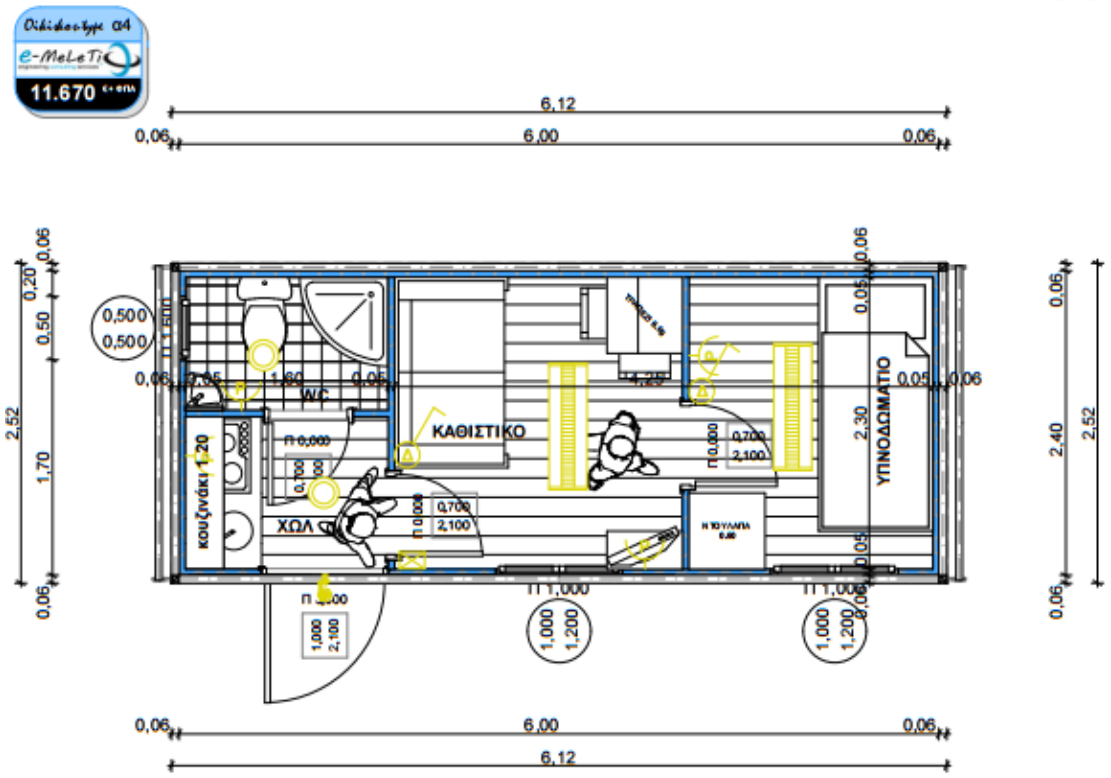
Πίνακας 30 Προσεγγιστικός υπολογισμός κόστους καταλύματος

6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥΣ

Η σύγκριση του καταλύματος που μελετήσαμε σε σχέση με τα τυπικά καταλύματα από πάνελ πολυουρεθάνης τα οποία και χρησιμοποιούνται ευρέως για την στέγαση αστέγων σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης, έγινε σε 2 στάδια. Το πρώτο αφορά τη σύγκριση κόστους ενώ το δεύτερο αφορά την θερμομονωτική επάρκεια που προσφέρει το κάθε κατάλυμα με μέτρο σύγκρισης την ενεργειακή κατάταξη βάσει του ΚΕΝΑΚ και την ενεργειακή κατανάλωση του καταλύματος.

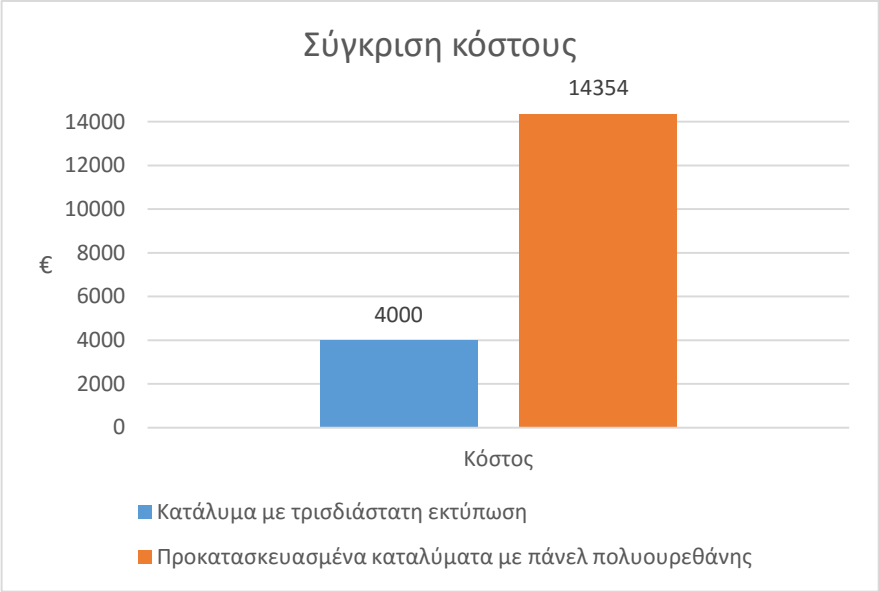
Σύγκριση κόστους

Το κόστος ενός αντίστοιχου καταλύματος από πάνελ πολυουρεθάνης , παρόμοιων διαστάσεων με αυτό που μελετήσαμε και περιλαμβάνει ένα υπνοδωμάτιο, κουζίνα και καθιστικό με δυνατότητα στέγασης 2 ατόμων, σύμφωνα με τα έντυπα της εταιρίας ΕΝΕΤΑ ανέρχεται σε 11.670 € + Φ.Π.Α = 14.354 €



Εικόνα 6.1 Προκατασκευασμένος οικίσκος εταιρίας Ενέτα

Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το κατάλυμα με τη χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης έχει τιμή κόστους αρκετά χαμηλότερης από το κόστος των προκατασκευασμένων κατοικιών ενώ ταυτόχρονα προσφέρει στέγαση σε 4 άτομα. Επίσης το κόστος κατασκευής του καταλύματος ενδέχεται να μειωθεί περεταίρω με τη χρήση ανακυκλώσιμων υλικών και απορριμμάτων ξυλείας για το σώμα του καταλύματος.



Εικόνα 6.2 Διάγραμμα σύγκρισης κόστους

Σύγκριση ενεργειακής απόδοσης

Επίσης θέλοντας να διαπιστώσουμε εάν η μέθοδος που αναλύσαμε για την κατασκευή καταλυμάτων είναι ανταγωνιστική σε επίπεδο ενεργειακής κατανάλωσης έγινε μια προσπάθεια να συγκριθούν τα καταλύματα και ενεργειακά, υπολογίζοντας την ενεργειακή κατάταξη ενός καταλύματος που κατασκευάζονται από πάνελ πολυουρεθάνης. Για υπολογισμό της ενεργειακής κατάταξης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ΚΕΝΑΚ λαμβάνοντας υπόψη:

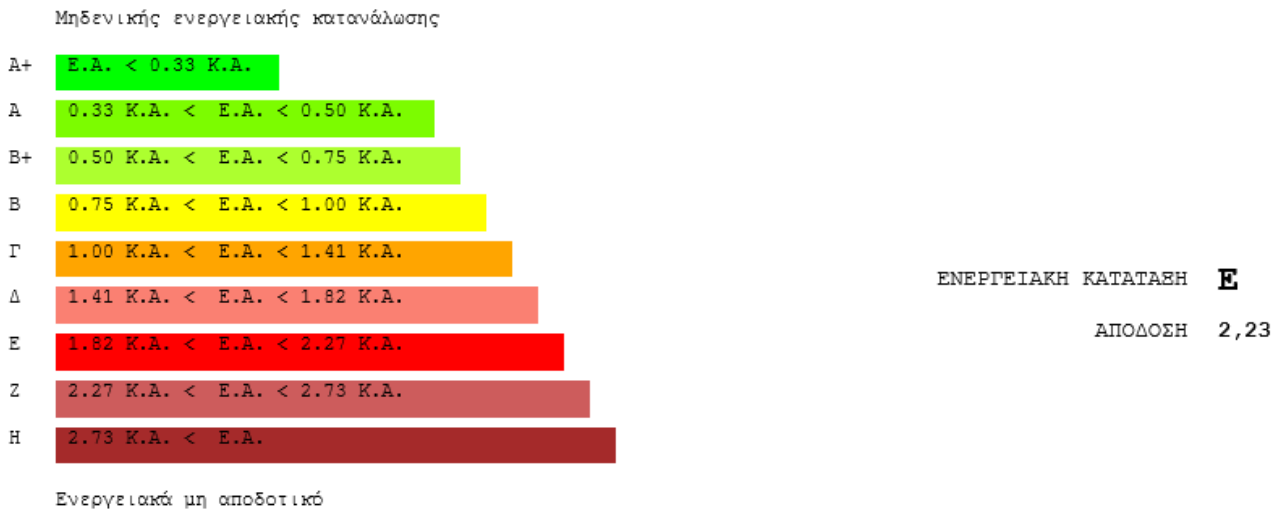
- ίδιες διαστάσεις με το κατάλυμα τρισδιάστατης εκτύπωσης
- διαφορετικές τιμές θερμοπερατότητας των αδιαφανών στοιχείων από πανελ πολυουρεθάνης
- διαφορές τιμές θερμοπερατότητας των διαφανών στοιχείων του κελύφους με χρήση αργού στο εσωτερικό τους
- μηδενική σκίαση από προβόλους
- θεώρηση χρήσης ηλεκτρικού θερμοσίφωνα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Έπειτα προχωρήσαμε στον υπολογισμό των στοιχείων θερμοπερατότητας βασιζόμενοι στις τεχνικές οδηγίες κατασκευής των προκατασκευασμένων κατοικιών όπως αυτές ορίζονται από την εταιρία ΕΝΕΤΑ σύμφωνα με την οποία κάναμε την σύγκριση.

Συγκεκριμένα στο έντυπο της εταιρίας αναφέρεται πως η οροφή κατασκευάζεται από αυτοφερόμενα θερμομονωτικά πάνελ πολυουρεθάνης πάχους 40mm με αμφίπλευρη επικάλυψη γαλβανισμένων και βαμμένων ελασμάτων 0,5mm. Στους οικίσκους containers εσωτερικά τοποθετείται ψευδοροφή. Ενδιάμεσα από την ψευδοροφή και την εξωτερική κυματοειδή λαμαρίνα τοποθετείται μόνωση πλάκας εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 5 εκ. Τα τοιχώματα και οι περιμετρικοί τοίχοι είναι από

θερμομονωτικό πανέλ ελάχιστου πάχους 40mm αντίστοιχων προδιαγραφών με τα πάνελ της οροφής. Τα εξωτερικά κουφώματα που τοποθετούνται είναι κατά κανόνα συρόμενα επάλληλα κατασκευασμένα από ειδικά προφίλ αλουμινίου και διπλά θερμομονωτικά κρύσταλλα πάχους 4mm ή προαιρετικά ενεργειακά PVC με διπλή ενεργειακή υάλωση Planitherm 4-16-4mm, πλήρωση διακένου με αέριο Argon, συντελεστή θερμοπερατότητας τζαμιού Ug=1,1 W/m^{2}k και συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου Uw=1,3 W/m^{2}k. Η βάση του οικίσκου, αποτελείται από περιμετρικό πλαίσιο χαλύβδινων διατομών. Από την κάτω πλευρά προαιρετικά τοποθετούνται θερμομονωτικά πάνελ πολυουρεθάνης ελάχιστου πάχους 40mm . Από την επάνω πλευρά τοποθετείται η υπόβαση που είναι φύλλα OSB ή προαιρετικά κόντρα πλακέ θαλάσσης. Η υπόβαση έχει ελάχιστο πάχος 18mm. Η τελική επιφάνεια του δαπέδου αποτελείται από ομοιογενές PVC, υψηλής ποιότητας, πάχους 2mm, συγκολλημένο με ισχυρή ακριλική κόλλα σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή του πλαστικού δαπέδου ή προαιρετικά Laminate, ή ακόμα και κεραμικά πλακίδια Περιμετρικά του δαπέδου τοποθετείται προαιρετικά πλαστικό ή ξύλινο σοβατεπί, ύψους 5cm.

Υπολογίζοντας λοιπόν τους συντελεστές θερμοπερατότητας των στοιχείων και εισάγοντας τις τιμές τους στο λογισμικό ΚΕΝΑΚ, η ενεργειακή κατάταξη του καταλύματος με την τυποποιημένη διαδικασία παραγωγής φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



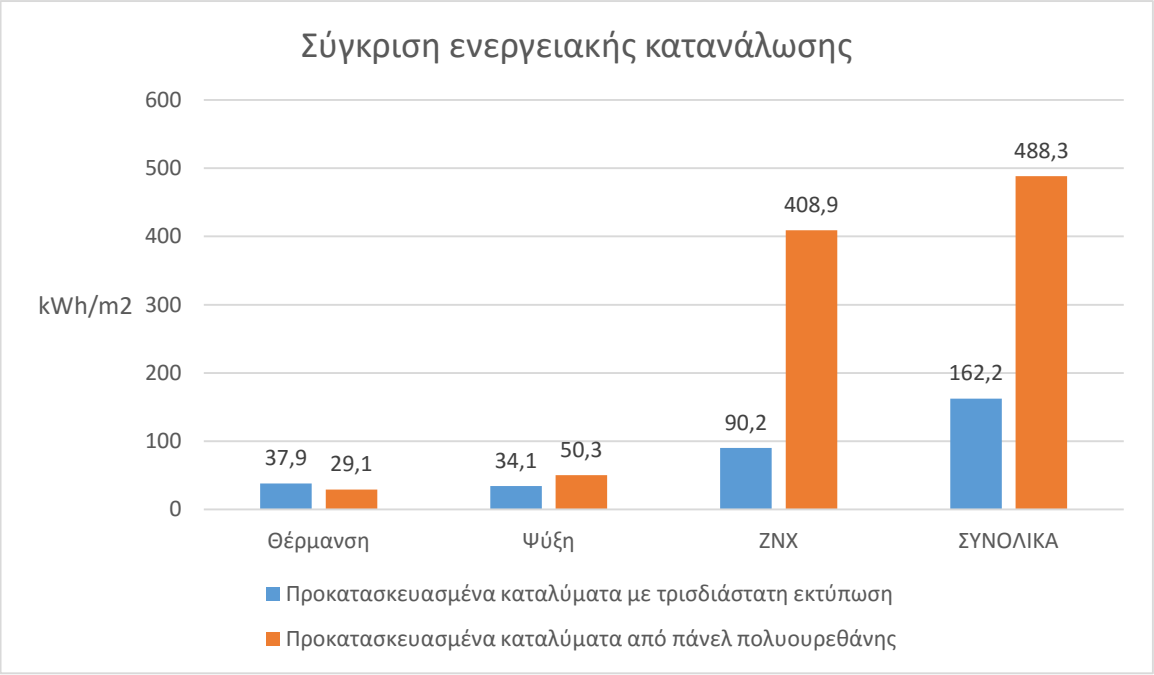
Εικόνα 6.3 Ενεργειακή κατάταξη καταλύματος από πάνελ πολυουρεθάνης σύμφωνα με το πρόγραμμα ΚΕΝΑΚ

Επίσης η ενεργειακή κατανάλωση του καταλύματος φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα.

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
		(kWh/m²)		
ΙΑΝ	8.5	0.0	44.0	0.0
ΦΕΒ	6.9	0.0	39.7	0.0
ΜΑΡ	4.9	0.0	42.3	0.0
ΑΠΡ	0.6	0.0	37.2	0.0
ΜΑΙ	0.0	3.3	33.2	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	11.5	26.9	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	15.5	24.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	15.4	24.4	0.0
ΣΕΠ	0.0	4.6	26.5	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	32.1	0.0
ΝΟΕ	2.0	0.0	36.3	0.0
ΔΕΚ	6.3	0.0	41.7	0.0
ΣΥΝ	29.1	50.3	408.9	0.0

Πίνακας 31 Ενεργειακή κατανάλωση καταλύματος από πάνελ πολυουρεθάνης σύμφωνα με το πρόγραμμα ΚΕΝΑΚ

Η σύγκριση της ενεργειακής κατανάλωσης των 2 διαφορετικών καταλυμάτων απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Πίνακας 32 Σύγκριση ενεργειακής κατανάλωσης καταλύματος τρισδιάστατης εκτύπωσης με καταλύματα από πάνελ πολυουρεθάνης

Συμπεράσματα

Από το διάγραμμα συμπεραίνουμε ότι το κατάλυμα της τρισδιάστατης εκτύπωσης καταναλώνει σαφώς λιγότερη ενέργεια από αυτό του πάνελ πολυουρεθάνης, λόγω του σκιασμού των επιφανειών του αλλά κυρίως λόγω της τοποθέτησης ηλιακού θερμοσίφωνα, η οποία μειώνει σημαντικά τα απαιτούμενη ενεργειακή κατανάλωση για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Συγκεκριμένα, το κατάλυμα από πάνελ πολυουρεθάνης καταναλώνει λιγότερη ενέργεια για θέρμανση καθώς λόγω της έλλειψης σκιάστρων και της μεταλλικής επιφάνειας απορροφά περισσότερη θερμότητα. Τους θερινούς μήνες όμως, το κέρδος αυτό αντιστρέφεται καθώς οι μεταλλικές επιφάνειες λειτουργούν σαν συλλέκτες και απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης η μη ύπαρξη στεγάστρων ενισχύει ακόμα περισσότερο τη συλλογή θερμικής ενέργειας.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η ανάγκη για στέγαση αποτελεί ένα παγκόσμιο φαινόμενο που προκαλείται από κοινωνικούς, οικονομικούς, πολιτικούς αλλά και φυσικούς παράγοντες. Η αντιμετώπιση του προβλήματος θα πρέπει να πραγματοποιείται μέσω κρατικής πρόνοιας και συμβολής των μη κερδοσκοπικών οργανώσεων αλλά και της κοινωνίας στο σύνολό της. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος, στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός ενός προκατασκευασμένου καταλύματος με την εφαρμογή της μεθόδου της τρισδιάστατης εκτύπωσης για την κατασκευή του κύριου σώματος του καταλύματος. Ο στόχος ήταν ο σχεδιασμός ενός καταλύματος που θα ανταποκρίνεται στην κάλυψη των βασικών αναγκών των ατόμων που πρόκειται να στεγαστούν σε αυτό, τη χρήση φιλικών προς το περιβάλλον υλικών αλλά και το σχεδιασμό ενός καταλύματος ανταγωνιστικό ως προς το κόστος και την ενεργειακή κατανάλωσή του. Για τη μελέτη της θερμομονωτικής επάρκειας εφαρμόστηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – Κ.Εν.Α.Κ και το λογισμικό ΚΕΝΑΚ για την ενεργειακή κατάταξη του καταλύματος. Η φωτορεαλιστική απεικόνηση του καταλύματος έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος SketchUp αλλά και του προγράμματος LayOut.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μέθοδος της τρισδιάστατης εκτύπωσης αποτελεί μια μέθοδο με αρκετές προοπτικές στον τομέα της κατασκευής καθώς δίνει τη δυνατότητα χρήσης διαφορετικών υλικών κατά την κατασκευή, αποτελεί μια αυτοματοποιημένη διαδικασία η οποία δίνει ευελιξία ως προς τον σχεδιασμό των δομών αλλά και μειώνει στο ελάχιστο την άσκοπη χρήση υλικών και τη δημιουργία απορριμμάτων. Επίσης ο σχεδιασμός ενός καταλύματος αποτελεί μια διαδικασία με πολλές σχεδιαστικές παραμέτρους καθώς αφορά την ομαλή διαβίωση τον ατόμων που το χρησιμοποιούν αλλά και την εφαρμογή παραμέτρων για την επίτευξη της θερμομονωτικής του επάρκειας και την χαμηλής ενεργειακής του κατανάλωσης. Η χρήση προϊόντων ξύλου για την κατασκευή του κύριου σώματος του καταλύματος αλλά και η χρήση της κυτταρίνης ως μονωτικό υλικό μειώνει σημαντικά το κόστος κατασκευής ενώ ταυτόχρονα αποτελούν υλικά με σημαντικές θερμομονωτικές ιδιότητες. Κατά την ενεργειακή κατάταξη του καταλύματος, συμπεραίνουμε επίσης ότι η χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης μειώνει σημαντικά την ενεργειακή κατανάλωση του καταλύματος. Συμπερασματικά, το παρόν κατάλυμα αποτελεί μία ανταγωνιστική λύση για την κάλυψη των αναγκών στέγασης τόσο σε ενεργειακό όσο και σε οικονομικό επίπεδο.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Λόγω των δυνατοτήτων που παρουσιάζει η μέθοδος της τρισδιάστατης εκτύπωσης καθώς πρόκειται για μία καινοτόμο αυτοματοποιημένη διαδικασία, προτείνεται η περεταίρω μελέτη της μεθόδου, σε επίπεδο πειραματισμού με νέα υλικά κατασκευής, των φυσικών ιδιοτήτων τους αλλά και το ωφέλιμο χρόνο ζωής κατασκευών από τα διάφορα υλικά εκτύπωσης. Επίσης προτείνεται η μελέτη κατασκευής σύνθετων εκτυπωτών που θα μπορούν να εφαρμόσουν ταυτόχρονα διαφορετικές τεχνικές κατασκευής. Τέλος προτείνεται η χρήση της μεθόδου για την κατασκευή των καταλυμάτων σε κρατικό επίπεδο για τη μείωση του κόστους κατασκευής παρόμοιων δομών στέγασης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Γιαννατσής Ιωάννης, Δεδούσης Βασίλειος, Κανελλίδης Βασίλης, «Τεχνολογίες Προσθετικής Κατασκευής και Τριδιάστατης Εκτύπωσης», Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, Αθήνα, 2015

[2] Κακαράς Ιωάννης, «Σημειώσεις τεχνολογίας ξύλου ΙΙ Προϊόντα ξύλου», Τ.Ε.Ι. Λάρισας, Καρδίτσα, 2003

[3] Παπαδάκη Μαρία Ελένη, Παπασηφάκη Αλκυόνη, Διπλωματική Εργασία «Προσομοίωση και Αναβάθμιση Ενεργειακής Συμπεριφοράς Ξενοδοχειακής Μονάδας στο Λογισμικό EnergyPlus και Υπολογισμός του Ανθρακικού Αποτυπώματός της Μέσω του CO_2 Footprint Calculator», Νοέμβριος 2014, Αθήνα

[4] Ροδίτη Νάσια, «Βιοκλιματικός σχεδιασμός: Η συμβολή των αρχιτεκτόνων στην εξοικονόμηση ενέργειας», Περιοδική έκδοση «αρχιτέκτονες», 2013

[5] Ad van Wijk, Iris van Wijk, «3d printing with biomaterials towards a sustainable and circular economy», TU Delft, Delft, 2015

[6] Hwang, Dooil, and Behrokh Khoshnevis, «Concrete wall fabrication by contour crafting», 21st International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2004), Jeju, South Korea, 2004

[7] Loughborough University Institutional Repository, «Hardened properties of high-performance printing concrete», Cement and Concrete Research, 2012

[8] Van der Veen, «The Structural Feasibility of 3D-printing houses using printable polymers», Civil Engineering and Geosciences, Structural Engineering, 2014

ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

[9] INT.-1 http://homelesshub.ca/about-homelessness/homelessness-101/causes-homelessness, Αιτίες του φαινομένου των αστέγων

[10] INT.-2 https://www.homelessworldcup.org/homelessness-statistics/, Στατιστικά στοιχεία αστέγων

[11] INT.-3 http://www.unhcr.org/53fc7db09.pdf, Πρόχειρο κατάλυμα Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών

[12] INT.-4 http://procurement.ifrc.org/catalogue, Κατάλυμα ανθρωπιστικής οργάνωσης IFRC

[13] INT.-5 http://www.rubbusa.com/, Σύνθετα καταλύματα της εταιρίας Rubb Building System

[14] INT.-6 http://www.enetate.com/oikiskoi.html, Προκατασκευασμένοι οικίσκοι

[15] INT.-7 http://www.earthbagbuilding.com, Προσωρινά καταλύματα από σάκους με χώμα

[16] INT.-8 http://www.globalvillageshelters.com/#!__gvs-6m, Προσωρινά καταλύματα GVS

[17] INT.-9 http://www.independent.co.uk/, Ημιμόνιμης μονάδα κατοικίας Ύπατης Αρμοστείας-ΙΚΕΑ
[18] INT.-10 http://senseable.mit.edu/tsunami-prajnopaya/, Μόνιμη κατοικία Safe(r) House

[19] INT.-11 http://www.wasproject.it/, Χρήση προϊόντων ξύλου κατά την εκτύπωση

[20] INT.-12 http://www.cres.gr/, Εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση ενέργειας, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Βασικες αρχες

[21] INT.-13 https://el.wikipedia.org/wiki/Βιοκλιματικός_σχεδιασμός_κτιρίων, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων

[22] INT.-14 http://www.anelixi.org/, Κυτταρίνη

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΌΝΩΝ

[23] NEUFERT, « Οικοδομική και αρχιτεκτονική σύνδεση », Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας

[24] INT.-15 http://www.shelterboxcanada.org, Κέντρο στέγασης προσφύγων

[25] INT.-16 http://www.theglobeandmail.com, Ανθρωπιστική βοήθεια

[26] INT.-17 http://www.unrefugees.org.au/, Ανθρωπιστική βοήθεια Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών

[27] INT.-18 http://procurement.ifrc.org, Κατάλυμα ανθρωπιστικής οργάνωσης IFRC

[28] INT.-19 http://www.rubbusa.com/, Σύνθετη σκηνή της εταιρίας Rubb Building System

[29] INT.-20 http://www.metallourgia.gr/, Προκατασκευασμένοι οικίσκοι από πάνελ πολυουρεθάνης

[30] INT.-21 http://www.earthbagbuilding.com, Προσωρινά καταλύματα από σάκους με χώμα

[31] INT.-22 http://inhabitat.com, Προσωρινά καταλύματα GVS

[32] INT.-23 http://designobserver.com, Προσωρινά καταλύματα GVS

[33] INT.-24 http://innovation.unhcr.org, Ημιμόνιμη μονάδα κατοικίας

[34] INT.-25 http://senseable.mit.edu, Μόνιμη κατοικία Safe(r) House

[35] INT.-26 http://www.news-medical.net, Προϊόν τρισδιάστατης εκτύπωσης

[36] INT.-27 http://www.computerweekly.com, Προϊόν τρισδιάστατης εκτύπωσης

[37] INT.-28 http://www.aniwaa.com, Προϊόν τρισδιάστατης εκτύπωσης

[38] INT.-29 http://i.materialise.com, Πολυεδρική αναπαράσταση αντικειμένου

[39] INT.-30 http://hotmess3d.com, Τεμαχισμός ψηφιακού αντικειμένου σε στρώσεις

[40] INT.-31 http://www.materialise.com/glossary/stereolithography, Διαδικασία στερεολιθογραφικής εκτύπωσης

[41] INT.-32 http://rapidprototypingservicescanada.com, Διαδικασία εκτύπωσης SLS

[42] INT.-33 http://www.digitaltrends.com, Τρισδιάστατη εκτύπωση

[43] INT.-34 http://www.moulds.asia, Προϊόντα εκτύπωσης με επιλεκτική συσσωμάτωση κόκκων μετάλλου

[44] INT.-35 http://www.ilt.fraunhofer.de, Διαδικασία μορφοποίησης κόκκων με λέιζερ

[45] INT.-36 http://www.inventapart.com, Κατασκευή με εναπόθεση υλικού

[46] INT.-37 http://notionparallax.co.uk, Εκτυπωτής συγκόλλησης επάλληλων φύλλων

[47] INT.-38 http://www.buildinghow.com, Ξυλότυπος κατασκευής

[48] INT.-39 http://www.kontosmek.gr/, Παραδειγμα οπλισμου

[49] INT.-40 https://wewanttolearn.wordpress.com/2013/10/23/7111/, Κατασκευή στοιχείου CC

[50] INT.-41http://www.huffingtonpost.com/2015/04/15/3d-printing-buildings-china-winsun_n_7071610.html, Εκτυπούμενο στοιχείο

[51] INT.-42 http://www.dailymail.co.uk, Στοιχείο εκτύπωσης με τη χρήση βιοπλαστικών

[52] INT.-43 http://3dprint.com, Εκτύπωση τη χρήση προϊόντων ξύλου από την εταιρία WASP

[53] INT.-44 http://www.xilobiotechniki.gr/gr/products.asp?cat_id=1 , Μοριοσανίδες

[54] INT.-45 http://www.trendir.com/pre-fabricated-house-with-painted-osb-panels/, Σανίδες OSB

[55] INT.-46 http://www.mylivingroomideas.com/focus-osb-wood-home-interior-designs, Σανίδες OSB

[56] INT.-47 http://kyhia.org/2015/05/day-12-of-31-hemp-products-fiberboard/, Ινοσανίδες

[57] INT.-48 http://www.techinsider.io/, Εκτυπωτής εταιρίας WASP

[58] INT.-49 http://www.cres.gr, Εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση ενέργειας, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

[59] INT.-50 https://el.wikipedia.org/wiki/Βιοκλιματικός_σχεδιασμός_κτιρίων, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων

[60] INT.-51 http://monosimacon.blogspot.gr/2016/06/thermi-psyxri-stegi.html, Αεριζόμενη στέγη

[61] INT.-52 http://www.oleng.eu , Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

[62] INT.-53 http://www.faswd.com/ , Λειτουργία υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής

[63] INT.-54 http://www.dispatch.com, Ανακυκλώσιμα υλικά

[64] INT.-55 http://www.dalworthrestoration.com, Μόνωση κυτταρίνης

[65] INT.-56 http://www.dalworthrestoration.com, Τοποθέτηση μόνωσης

[66] INT.-57 http://www.elastron.gr/el , Στοιχεία χαλύβδινων διατομών

[67] INT.- 58 http://www.dimokratiki.gr, Προκατασκευασμένοι οικίσκοι από πάνελ πολυουρεθάνης

[68] INT.-59 http://www.grmarineaviation.com, Προκατασκευασμένοι οικίσκοι από πάνελ πολυουρεθάνης