



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΑΙΧΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΕΓΩΝ

ΔΟΥΒΑΣ ΑΛΕΞΙΟΣ

ΣΤΡΑΒΟΔΗΜΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΟΥΛΑΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2012

Πρόλογος

Η διπλωματική αυτή εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2011 – 2012 υπό την επίβλεψη του κ. Πουλάκου Γεωργίου, αναπληρωτή καθηγητή του ΕΜΠ της σχολής Πολιτικών Μηχανικών , στον οποίον και οφείλουμε ιδιαίτερες ευχαριστίες για την αναθεσή της.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την κ. Τσακανίκα Ελευθερία, λέκτορα του ΕΜΠ για την επίβλεψή της καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας και για τη πολύτιμη βοήθειά της.

Περίληψη

Η στέγη, λόγω της θέσης της, στο ανώτερο τμήμα του κελύφους του κτιρίου είναι ένα ιδιαίτερα ευαίσθητο σημείο, αφού έρχεται σε απευθείας επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Γι' αυτό, πρέπει να σχεδιάζεται και να κατασκευάζεται, έτσι ώστε να προστατεύει όλη την κατασκευή από τις επιδράσεις και τις καταπονήσεις που προέρχονται από το περιβάλλον.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία, έχουν αναπτυχθεί, αναλυτικά οι διάφορες μέθοδοι θερμομόνωσης και στεγάνωσης στέγης, τόσο με τα υλικά υγραμόνωσης, όσο και με τα υλικά επικάλυψής της. Γίνεται εκτενής αναφορά στα υλικά που χρησιμοποιούνται για τις εργασίες αυτές καθώς και στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Επίσης, επιχειρείται σύγκριση μεταξύ των υλικών αυτών, ανάδειξη των ιδιαίτεροτήτων τους, που τα καθιστούν ιδανικά για εξυπηρέτηση διαφορετικών αναγκών.

Κατ' αρχήν επιδιώκεται η εισαγωγή στις διάφορες μορφές των στέγών και στους τρόπους κατασκευής των φέροντων οργανισμών τους, επί των οποίων θα τοποθετηθούν τα υλικά στεγάνωσης, θερμομόνωσης και επικάλυψής.

Ειδικότερα, στο κομμάτι της θερμομόνωσης περιγράφονται οι τρόποι εφαρμογής της καθώς και οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για την τελική επιλογή τους τόσο για το εξωτερικό περιβάλλον, όπως οι διάφορες κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή του κτιρίου, όσο και για το εσωτερικό. Επίσης, εξετάζονται οι θερμομονωτικές απαιτήσεις σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.

Στο κομμάτι της στεγάνωσης, αναπτύσσεται η αναγκαιότητα εφαρμογής υγραμονωτικών υλικών σε κάθε τύπο στέγης, ο τρόπος με την οποία αυτή εφαρμόζεται σε συνδυασμό και με τη θερμομόνωση καθώς και η αναγκαιότητα αερισμού της στέγης.

Καθοριστικό ρόλο στην εξασφάλιση της στεγανότητας της στέγης όμως κατέχει και το υλικό επικάλυψής της. Γίνεται λοιπόν μια αναλυτική μελέτη των υλικών αυτών με σκοπό να επιλεγεί το κατάλληλο για κάθε περίπτωση επικάλυψης.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<i>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΤΕΓΗ</i>	14
<i>1.1 ΜΟΡΦΕΣ ΣΤΕΓΩΝ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ</i>	15
<i>1.2 ΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ</i>	16
<i>1.3 ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΣΤΕΓΗΣ</i>	18
<i>1.3.1 Σύνδεσμοι ακαμψίας ή αντιανέμια ξύλινων στεγών</i>	23
<i>1.4 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ</i>	27
<i>1.5 ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΕΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</i>	30
<i>1.5.1 Ξύλινη στέγη αυτοφερόμενη</i>	30
<i>1.5.2 Στέγη εδραζόμενη σε πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα</i>	32
<i>1.5.3 Στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα</i>	33
<i>1.5.3.1 Κατασκευαστικές οδηγίες</i>	35
<i>1.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</i>	37
<i>2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ - ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ</i>	40
<i>2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ</i>	40
<i>2.2 Η ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ</i>	42
<i>2.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</i>	43
<i>2.4 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</i>	45
<i>2.5 Η ΥΓΡΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ</i>	46
<i>2.5.1 Από πού μπορεί να προέλθει η υγρασία της στέγης</i>	46
<i>2.5.2 Δημιουργία δρόσου</i>	47
<i>2.5.3 Συμπύκνωση υδρατμών στη διατομή της στέγης</i>	47
<i>2.5.4 Μεταφορά υδρατμών στη διατομή από τον αέρα του χώρου</i>	48
<i>2.6 Ο ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ</i>	50
<i>2.6.1 Λεπτομέρειες αερισμού στέγης</i>	51

2.7 ΥΓΡΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ.....	53
2.8 ΦΡΑΓΜΑ ΥΔΡΑΤΜΩΝ.....	55
2.8.1 Χρήση του φράγματος υδρατμών.....	56
2.8.2 Πότε δεν προβλέπεται η χρήση φράγματος υδρατμών.....	57
2.8.3 Πότε χρησιμοποιείται η στρώση διάχυσης υδρατμών.....	57
2.8.4 Δυναμικό φράγμα υδρατμών.....	57
2.9 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....	58
2.9.1 Βασικές Ορολογίες.....	61
2.9.2 Βασικές μαθηματικές αρχές θερμομόνωσης.....	61
2.9.3 Κανονισμός θερμομόνωσης.....	64
2.9.4 Μεθοδολογία υπολογισμού συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.....	68
3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ.....	70
3.1 ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....	70
3.1.1 Θερμομόνωση στο επίπεδο της οροφής.....	71
3.1.2 Κατασκευή θερμομόνωσης σε ζύλινη στέγη.....	73
3.1.3 Κατασκευή θερμομόνωσης σε στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα..	82
3.1.4 Κατασκευή θερμομόνωσης σε δώμα.....	84
3.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΩΝ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΚΕΡΑΜΙΔΙΩΝ.....	89
3.2.1 Στέγες που η επικάλυψή τους γίνεται με λασπωτά κεραμίδια.....	89
3.2.2 Κλασικός τρόπος θερμομόνωσης στέγης με επικάλυψη καρφωτά κεραμίδια.....	92
3.2.3 Θερμομόνωση στέγης με επικάλυψη πλωτά κεραμίδια.....	94
3.2.4 Κεκλιμένη στέγη με ασφαλτικό κεραμίδι.....	96
3.3 ΨΥΧΡΕΣ ΣΤΕΓΕΣ.....	98
3.4 ΘΕΡΜΕΣ ΣΤΕΓΕΣ.....	100

4 ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ.....	102
4.1 ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΣΤΕΓΗΣ ΜΕ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ.....	103
4.2 ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ.....	105
4.3 ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΑ ΛΑΘΗ ΠΟΥ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΕΩΝ ΣΤΕΓΩΝ.....	107
4.4 ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....	110
5 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....	116
5.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	116
5.2 ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....	118
5.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	119
5.3.1 Υαλοβάμβακας.....	119
5.3.2 Πετροβάμβακας.....	123
5.3.3 Διογκωμένη πολυστερίνη.....	127
5.3.4 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη.....	130
5.3.5 Θερμομονωτικά πλακίδια.....	134
5.3.6 Αφρός πολουρεθάνης.....	135
5.3.7 Λοιπά θερμομονωτικά υλικά.....	139
5.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	150
5.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	154
6 ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ.....	155
6.1 ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ.....	158
6.1.1 ΠΤΥΧΩΤΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΟΕΙΔΗ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ.....	160
6.1.2 ΚΟΙΛΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ.....	163
6.1.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ.....	167
6.2 ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ.....	170
6.3 ΣΧΙΣΤΟΠΛΑΚΕΣ.....	173

<i>6.4 ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ.....</i>	<i>181</i>
<i>6.4.1 ΧΑΛΚΙΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ.....</i>	<i>185</i>
<i>6.4.2 ΦΥΛΛΑ ΤΙΤΑΝΙΟΥΧΟΥ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ.....</i>	<i>189</i>
<i>6.5 ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ.....</i>	<i>192</i>
<i>6.6 ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΙΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ.....</i>	<i>194</i>
<i>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</i>	<i>200</i>

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Γείσο – Προεξοχή στέγης Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου.....	16
Εικόνα 2. Μετατροπή μοιρών σε κλίση %	17
Εικόνα 3. Μονοκλινής στέγη με φέρον τμήμα από απλά κεκλιμένα δοκάρια Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου.....	18
Εικόνα 4. Δικτυωματικός φορέας μονόρριχτης στέγης Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου	18
Εικόνα 5. Όταν ο φορέας αποτελείται από δύο απλά δοκάρια (αμείβοντες), προκαλούνται ωθήσεις στους τοίχους Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου.....	19
Εικόνα 6. Με την προσθήκη ελκυστήρα πετυχαίνουμε την εξουδετέρωση των πλάγιων ωθήσεων Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου	19
Εικόνα 7. Δικτύωμα σε δίρριχτη στέγη Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου	20
Εικόνα 8 Ονομασίες ράβδων φορέα στέγης Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου	21
Εικόνα 9 Τηγίδες, επιτεγίδες και πέτσωμα	21
Εικόνα 10 Τηγίδες και επιτεγίδες Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου.....	22
Εικόνα 11 Οι στέγες στην οικοδομή / Παύλου Χ. Ιωαννίδη.....	22
Εικόνα 12 Μορφές φορέων στέγης με μηκίδες.....	23
Εικόνα 13 Τμήμα φέροντα οργανισμού έχει κατασκευαστεί στο έδαφος και τοποθετείται στη θέση του.....	24
Εικόνα 14 Αντιανέμια σε φορέα στέγης χωρίς μεσαίο ορθοστάτη	24
Εικόνα 15 Αντιανέμια σε φορέα στέγης χωρίς ορθοστάτες Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt.....	25
Εικόνα 16 Αντιανέμιο τύπου χιαστί σε όψη και τομή Οι στέγες στην οικοδομή / Παύλου Χ. Ιωαννίδη	25
Εικόνα 17 Διάταξη αντιανέμιων	26

Εικόνα 18 Αντιανέμια τύπου χιαστί (με κόκκινο χρώμα) σε φορέα στέγης με ορθοστάτες Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου	26
Εικόνα 19 Κατασκευή φέροντα οργανισμού στέγης κατάλληλο για σοφίτα	28
Εικόνα 20 Διαφορά στη διαμόρφωση της κλίσης της στέγης, όταν ο χώρος στο εσωτερικό του φορέα της στέγης είναι ακατοίκητος και όταν κατοικείται	29
Εικόνα 21 Διάφοροι τύποι ξυλινων φορέων στέγης ιδανικών για σοφίτες	29
Εικόνα 22 Φορέας στέγης που εδράζεται στη περίμετρο του κτιρίου.....	30
Εικόνα 23 Φορείς τύπου δοκού επί στύλου (Ε. Ρειζίδου, Ε. Τσακανίκα. Διπλωματική εργασία).....	31
Εικόνα 24 Φορέας στέγης εδραζόμενος σε υποστρώματα Οι στέγες στην οικοδομή / Παύλου Χ. Ιωαννίδη	31
Εικόνα 25 Φέρον οργανισμός στέγης εδραζόμενη σε πλάκα από Ο.Σ Οι στέγες στην οικοδομή / Παύλου Χ. Ιωαννίδη	32
Εικόνα 26 Ξύλινη στέγη εδραζόμενη σε πλάκα στέγη Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt.....	32
Εικόνα 27 Παρεμβολή στρωτήρα και υγρομόνωσης για έδραση ζευκτού σε πλάκα απο ΟΣ Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt.....	33
Εικόνα 28 Στέγη από οπλισμένο σκυροδεμα	34
Εικόνα 29 Στέγη από οπλισμένο σκυροδεμα	35
Εικόνα 30 Στέγη από οπλισμένο σκυροδεμα	36
Εικόνα 31 Τρόποι διάταξης δοκών από ΟΣ Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου.....	36
Εικόνα 32 Οι κλιματικές ζώνες της Ελλάδας.....	45
Εικόνα 33 Στέγη με ένα στρώμα αερισμού κάτω από τα κεραμίδια (www.ktirio.gr).....	52
Εικόνα 34 Στέγη με αερισμό κάτω και πάνω από το σανίδωμα (www.ktirio.gr)	52
Εικόνα 35 Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας στο χώρο.....	61
Εικόνα 36 Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας στο χώρο (http://www.mcit.gov.cy)	64
Εικόνα 37 Θερμομόνωση κεραμοσκεπής.....	70
Εικόνα 38 Συμβατικού τύπου εξωτερική θερμομόνωση.....	75
Εικόνα 39 Ανεστραμμένου τύπου εξωτερική θερμομόνωση	78
Εικόνα 40 Θερμομόνωση συμβατικού τύπου δώματος (www.steganosi.blogspot.com).....	85

Εικόνα 41 Θερμομόνωση δώματος ανεστραμμένου τύπου (www.dowxenergy.eu).....	87
Εικόνα 42 Θερμομόνωση φυτεμένου δώματος (www.dowxenergy.eu)	88
Εικόνα 43 Θερμομόνωση στεγών με επικάλυψη κεραμιδιών	89
Εικόνα 44 Κεκλιμένη στέγη σκυροδέματος με λασπωτά κεραμίδια.....	91
Εικόνα 45 κεκλιμένη στέγη σκυροδέματος με καρφωτάκεραμίδια	92
Εικόνα 46 Θερμομόνωση στέγης με επικάλυψη πλωτά κεραμίδια	94
Εικόνα 47 Κεκλιμένη στέγη με ασφαλικό κεραμίδι	96
Εικόνα 48 Ψυχρή στέγη www.faryal.net	98
Εικόνα 49 Λειτουργικές περιοχές και στρώσεις της ξύλινης στέγης (www.ktirio.gr).....	99
Εικόνα 50 Λειτουργικές περιοχές και στρώσεις της ξύλινης στέγης (www.ktirio.gr).....	100
Εικόνα 51 Θερμή στέγη www.faryal.net	100
Εικόνα 52 Κεκλιμένη στέγη σκυροδέματος θερμογρομόνωση (www.zarounidis.gr).....	102
Εικόνα 53 Ασφαλτόπανο www.chmagginas.gr	110
Εικόνα 54 Τοποθέτηση ασφαλτόπανου με φλόγιστρο	112
Εικόνα 55 Μεμβράνη PVC www.isoren.gr	112
Εικόνα 56 Εργασίες τοποθέτησης μεμβράνης PVC.....	113
Εικόνα 57 Πολυουρεθάνη www.screkas.gr	114
Εικόνα 58 Υαλοβάμβακας	119
Εικόνα 59 Πάπλωμα πετροβάμβακα	123
Εικόνα 60 Πετροβάμβακας σε πλάκες	123
Εικόνα 61 Διογκωμένη πολυστερίνη www.Ru.all.biz	127
Εικόνα 62 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη www.fibrotermatica.gr	130
Εικόνα 63 Θερμομονωτικά πλακίδια και τρόπος τοποθέτησης τους www.monosimacon.blogspot.com	134
Εικόνα 64 Τοποθέτηση αφρού πολυουρεθάνης	135
Εικόνα 65 Τοποθέτηση πολυουρεθάνης με ψεκάσμο	137
Εικόνα 66 Αφρώδες γυαλί.....	142

Εικόνα 67 Περλίτης.....	144
Εικόνα 68 Ξυλόμαλλο με πυρήνα από διογκωμένη πολυστερίνη και ξυλόμαλλο με πυρήνα από πετροβάμβακα	147
Εικόνα 69 Σύγκριση πετροβάμβακα, εξηλασμένης και διογκωμένης πολυστερίνης.....	151
Εικόνα 70 Μερίδα αγοράς θερμομονωτικών υλικών σε Ευρώπη και Ελλάδα (2003) http://library.tee.gr	152
Εικόνα 71 Χαρακτηριστικά πτυχωτά και κυματοειδή κεραμίδια (γαλλικό, ολλανδικό, ρωμαϊκό). Ορατές είναι οι χαρακτηριστικές αυλακώσεις, ώστε να προσαρμίζονται μεταξύ τους. Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt.....	160
Εικόνα 72 Κεράμωση με πτυχωτά - χοανωτά κεραμίδια Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt.....	161
Εικόνα 73 Σκαρίφημα εφαρμογής εσοχών και προεξοχών πτυχωτών κεραμιδιών Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt.....	162
Εικόνα 74 τοποθέτηση γαλλικών κεραμιδιών (www.anagnostaras.gr , www.xalkis-sa.com)	162
Εικόνα 75 τοποθέτηση ρωμαϊκών κεραμιδιών (www.anagnostaras.gr , www.xalkis-sa.com)	162
Εικόνα 76 Παραδοσιακά κοίλα (βυζαντινά) κεραμίδια	163
Εικόνα 77 κεράμωση με βυζαντινά κεραμίδια (τύπου καλόγερος - καλογοριά) Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt.....	164
Εικόνα 78 Διαδικασία τοποθέτησης κοίλων κεραμιδιών. Τοποθέτηση πρώτα των στρωτήρων και στη συνέχεια των καλυπτήρων.....	165
Εικόνα 79 Κολυμβητή τοποθέτηση. Πάνω σε κονίαμα τοποθετούνται οι στρωτήρες και στη συνέχεια οι καλυπτήρες με κονίαμα σε όλη τους τη κοιλότητα.....	165
Εικόνα 80 Κοίλα κεραμίδια σε i. πέτσωμα, ii. Καδρόνια περιοδικό ΚΤΙΠΙΟ.....	166
Εικόνα 81 Ξηρή τοποθέτηση κοίλων βυζαντινών κεραμιδιών περιοδικό ΚΤΙΠΙΟ.....	166
Εικόνα 82 επίπεδα κεραμίδια σε ξύλινη στέγη περιοδικό ΚΤΙΠΙΟ.....	167
Εικόνα 83 Απλή κεράμωση με επίπεδα κεραμίδια (καμπύλο το ορατό άκρο του κεραμιδιού) Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt.....	168
Εικόνα 84 Κεράμωση διπλή με απλή στρώση Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt ...	169
Εικόνα 85 Κεράμωση διπλή με διπλή στρώση Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt .	169
Εικόνα 86 Διάφοροι τύποι και χρώματα ασφαλικών κεραμιδιών	170
Εικόνα 87 Τοποθέτηση ασφαλικών πλακιδίων www.ashireporter.org	172

Εικόνα 88 Παραδοσιακή πηλιορείτικη στέγη με επικάλυψη από σχιστόπλακες	173
Εικόνα 89 Τυπική τομή παραδοσιακής στέγης με επικάλυψη από σχιστόπλακες που εδράζονται σε πέτσωμα με παρεμβολή λάσπης (τσιμεντοκονίαμα).....	174
Εικόνα 90 Διάφορες μορφές και τρόποι τοποθέτησης πλακών από φυσική πέτρα. (α,β) με κάρφωμα (γ,δ) με ειδικά μεταλλικά αγκύρια περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ.....	175
Εικόνα 91 Οι σχιστόπλακες καρφώνονται στις τεγίδες του ζευκτού είτε στο μέσο τους (α), είτε κατά μήκος της πάνω ακμής (β). Κάρφωμα των σχιστοπλακών σε πέτσωμα (γ). περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ.....	179
Εικόνα 92 Τραπεζοειδή και αυλακωτά φύλλα	181
Εικόνα 93 Διαμόρφωση κορυφής στέγης, με επικάλυψη μεταλλικών φύλλων, με εξαερισμό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ	182
Εικόνα 94 φεγγίτης αερισμού Στέγες - δώματα / Walter Meyer-Bohe	182
Εικόνα 95 Συνενώσεις επίπεδων μεταλλικών στοιχείων σε τομή Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού	183
Εικόνα 96 Συνένωση κάθετης ραφής σε βήματα Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού	184
Εικόνα 97 Συνένωση κάθετης ραφής. Στραντζάρισμα, 1 ^ο πέρασμα και 2 ^ο πέρασμα Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού	184
Εικόνα 98 Χρήση συνδέσμων και αναδίπλωση με χρήση δοκίδων σε βήματα 1. Τα αναδιπλωμένα φύλλα τοποθετούνται αντικριστά με το δοκάρι 2. Διπλώνει ο σύνδεσμος στο φύλλο 3. Μπαίνει το καπάκι με διπλωμένα τα άκρα 4. Τα αναδιπλώνουμε μαζί, κλείνει η ένωση.....	184
Εικόνα 99 Στέγη επικαλυμμένη με ρολό χαλκού www.ktiriodesign.gr	186
Εικόνα 100 Μικρά στοιχεία χαλκού (www.Metal-roofing.com www.Euroclad.com)	186
Εικόνα 101 Μεταβολή του χρώματος του χαλκού από την οξείδωση.	186
Εικόνα 102 Διαμόρφωση ανοιγμάτων εξαερισμού στην κορυφή στέγης με επικάλυψη φύλλων χαλκού Στέγες - δώματα / Walter Meyer-Bohe	189
Εικόνα 103 Στέγη επικαλυμμένη με πλάκες τιτανιούχου ψευδάργυρου www.euroclad.com	189
Εικόνα 104 Λεπτομέρεια κορυφής σύνδεσης επικάλυψης με φύλλα τιτανιούχου ψευδάργυρου Στέγες - δώματα / Walter Meyer-Bohe	191
Εικόνα 105 πολυμερικό κεραμίδι μορφής διπλού ρωμαϊκού τεμαχίου www.doukas.com.gr	192
Εικόνα 106 πολυμερικά φύλλα (πάνελ)	192

Εικόνα 107 Τοποθέτηση πολυμερικών κεραμιδιών με βίδωμα σε ξύλινες δοκίδες www.doukas.com.gr.....	193
Εικόνα 108 Διάφορα σχέδια τσιμεντένιων κεραμιδιών	195
Εικόνα 109 Τοποθέτηση τσιμεντένιων κεραμιδιών	196
Εικόνα 110 Τοποθέτηση τσιμεντένιων κεραμιδιών	196

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας (άρθρο 8, υπουργείο περιβάλλοντος, ενέργειας και κλιματικής αλλαγής).....	67
Πίνακας 2 Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη (άρθρο 8, υπουργείο περιβάλλοντος, ενέργειας και κλιματικής αλλαγής).....	68
Πίνακας 3 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας αεριζόμενης μη θερμαινόμενης στέγης.....	69
Πίνακας 4 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (κεραμοσκεπή).....	70
Πίνακας 5 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (στέγη ΟΣ με λασπωτά κεραμίδια) / www.tektohellas.gr.....	91
Πίνακας 6 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (στέγη ΟΣ με καρφωτά κεραμίδια) / www.tektohellas.gr.....	93
Πίνακας 7 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (στέγη ΟΣ με πλωτά κεραμίδια) / www.tektohellas.gr.....	94
Πίνακας 8 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (στέγη ΟΣ με ασφαλτικά κεραμίδια) / www.tektohellas.gr.....	96
Πίνακας 9 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (www.zarounidis.gr)	102
Πίνακας 10 Τεχνικά χαρακτηριστικά υαλοβάμβακα	120
Πίνακας 11 Τεχνικά χαρακτηριστικά πετροβάμβακα	125
Πίνακας 12 Τεχνικά χαρακτηριστικά διογκωμένης πολυστερίνης.	128
Πίνακας 13 Τεχνικά χαρακτηριστικά εξηλασμένης πολυστερίνης.....	131
Πίνακας 14 Τεχνικά χαρακτηριστικά αφρού πολυουρεθάνης.....	137
Πίνακας 15 Τεχνικά χαρακτηριστικά διογκωμένου φελλού.	140

Πίνακας 16 Τεχνικά χαρακτηριστικά αφρώδους γυαλιού.....	142
Πίνακας 17 Τεχνικά χαρακτηριστικά περλίτη (www.fibran.gr)	145
Πίνακας 18 Τεχνικά χαρακτηριστικά ξυλόμαλλου	148
Πίνακας 19 Σύγκριση σε ενεργειακό επίπεδο πετροβάμβακα-εξηλασμένης πολυστερίνης κατά την παραγωγή (library.tee.gr).....	154
Πίνακας 20 Σύγκριση παραγωγής πετροβάμβακα σε δύο διαφορετικά εργοστάσια (library.tee.gr).....	154
Πίνακας 21 Σχέση πάχους και βάρους χαλκού ανά τ.μ. στέγης.....	188
Πίνακας 22 Συμβατότητας τιτανιούχου ψευδάργυρου σε επαφή με άλλα μέταλλα	190
Πίνακας 23 Σχέση πάχους και βάρους τιτανιούχου ψευδάργυρου ανά τ.μ. στέγης.....	191
Πίνακας 24 Βάρος, ενδεικτική τιμή και ελάχιστη κλίση τοποθέτησης υλικών επικάλυψης.	200
Πίνακας 25 Πρόσθετη επιβάρυνση φέροντα οργανισμού στέγης, ανάλογα με το τρόπο τοποθέτησης κοίλωνκεραμιδιών	200
Πίνακας 26 Μετατροπής κλίσης επί τοις % σε μοίρες.....	201
Πίνακας 27 Μετατροπής μοιρών σε κλίση επί τοις %	202

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΤΕΓΗ

Η στέγη αποτελεί το ανώτερο τμήμα του κελύφους του κτιρίου, που προστατεύει όλη την κατασκευή από τις επιδράσεις και τις καταπονήσεις που προέρχονται από το περιβάλλον. Λόγω του ότι η στέγη είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένη στις επιδράσεις αυτές, πρέπει να υπολογίζεται με ακρίβεια, να κατασκευάζεται από έμπειρα και υπεύθυνα συνεργεία και να προστατεύεται αποτελεσματικά με τα κατάλληλα υλικά επικάλυψης. Επίσης, η στέγη λόγω της θέσης της συμβάλλει σημαντικά στην αισθητική του κτιρίου και αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο προσδιορισμού της αρχιτεκτονικής του ταυτότητας.

Το ξύλο είναι το αρχαιότερο υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του φέροντα οργανισμού της στέγης. Με τη πάροδο του χρόνου χάρη στην τεχνολογική εξέλιξη και τη πρόοδο της μηχανικής χρησιμοποιήθηκαν και άλλα υλικά όπως ο χάλυβας και το οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι φορείς αυτοί καλύπτονταν με υλικά επικάλυψης ξύλινα, κεραμικά, σχιστολιθικά και πλέον με μεταλλικά, ασφαλτικά και πολυμερικά κεραμίδια.

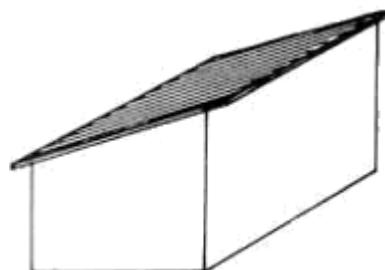
Μια στέγη χαρακτηρίζεται από το σχήμα και τη στατική λειτουργία του φέροντα οργανισμού της στέγης, από το υλικό επικάλυψης του και από τον τρόπο με τον οποίο εξασφαλίζεται ο αερισμός, η θερμομόνωση και η στεγάνωση του εσωτερικού χώρου. Ο σωστός σχεδιασμός και η καλή κατασκευή του φέροντα οργανισμού της στέγης αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματική προστασία του κτιρίου από τις περιβαλλοντικές επιδράσεις καθώς και για τη διατήρηση της επικάλυψης σε καλή κατάσταση. Μεγάλη σημασία έχει επίσης η ασφαλής έδραση και σύνδεση του φέροντα οργανισμού της στέγης με το υποκείμενο κτίριο, έτσι ώστε τα φορτία της στέγης να μεταβιβάζονται με ασφάλεια στα υπόλοιπα φέροντα στοιχεία του κτιρίου, στη θεμελίωση του κτιρίου και εν τέλει στο έδαφος.

1.1 ΜΟΡΦΕΣ ΣΤΕΓΩΝ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ

Οι στέγες μπορεί να συνίστανται από ένα ή περισσότερα κεκλιμένα επίπεδα προς τις κατακόρυφες παρειές των κτιρίων. Ανάλογα με τη μορφή τους οι στέγες διακρίνονται στους εξής τύπους:

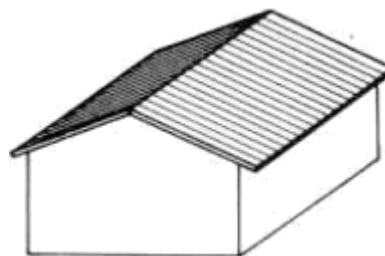
Μονοκλινής ή μονόρριχτη

είναι ο απλούστερος τύπος όπου η στέγη αποτελεί μια κεκλιμένη επιφάνεια.



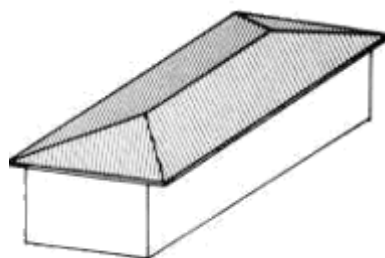
Δικλινής ή δίρριχτη

Η στέγη αποτελείται από δύο κεκλιμένα επίπεδα που σχηματίζουν στα άκρα τους μέτωπο ή αέτωμα.



Τετρακλινής ή τετράρριχτη

λέγεται η στέγη που αποτελείται από τέσσερα επίπεδα τα οποία κλίνουν προς τις τέσσερις πλευρές του κτιρίου. Πρόκειται για τον πιο διαδεδομένο τύπο της παραδοσιακής μας αρχιτεκτονικής.



Σύνθετες στέγες προκύπτουν από συνδυασμούς των παραπάνω τύπων και κατασκευάζονται όταν η κάτοψη του κτιρίου δεν είναι ορθογωνική αλλά έχει σύνθετη μορφή.

Διαδοχικές κλίσεις της στέγης μπορεί να διαμορφωθούν με την παρεμβολή φερόντων στοιχείων τα οποία συνήθως αποτελούν συνέχεια εσωτερικών τοίχων του κτιρίου. Η λύση αυτή απλοποιεί το σχεδιασμό του φέροντα οργανισμού της στέγης και επιτρέπει την οικονομικότερη κατασκευή του.

Συχνά τα κεκλιμένα επίπεδα εξέχουν από την εξωτερική κατακόρυφη επιφάνεια των περιμετρικών τοίχων και σχηματίζουν τις καλούμενες κορωνίδες (κορνίζες, γείσα), ώστε τα νερά τις βροχής να ρέουν προς το έδαφος, μακριά από τους τοίχους των κτιρίων. Τα επίπεδα, τα οποία διαμορφώνουν τη στέγη, διατάσσονται κατά διάφορους τρόπους, κυρίως όμως ανάλογα με τη μορφή της κατόψεως του κτιρίου.



Εικόνα 1. Γείσο – Προεξοχή στέγης
Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου

1.2 ΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

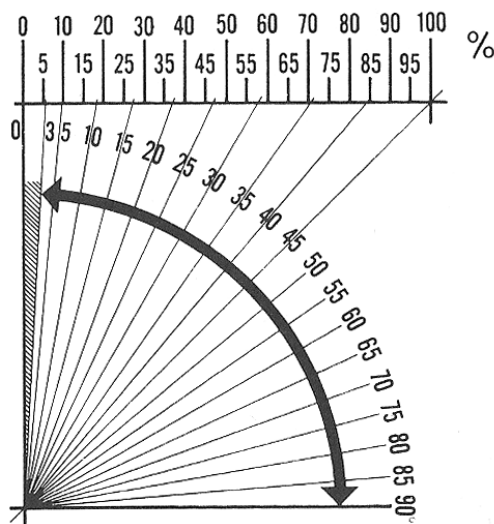
Η κλίση της στέγης καθορίζεται κατά κύριο λόγο από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και κατά δεύτερο λόγο από τη χρήση του χώρου που βρίσκεται στο εσωτερικό του φέροντα οργανισμού της στέγης, από το υλικό επικάλυψης που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί καθώς και από αρχιτεκτονικούς λόγους.

Σε περιοχές με χιονοπτώσεις η κλίση της στέγης πρέπει να είναι μεγάλη ώστε να απομακρύνεται εύκολα το χιόνι και να μη συσσωρεύεται. Στην Ελλάδα η κλίση των στεγών είναι περίπου 40%¹. Στις περιπτώσεις που τοποθετούνται βυζαντινά κεραμίδια με λάσπη - κονίαμα (κολυμβητά), η κλίση πρέπει να είναι μικρότερη (25-30%). Η ελάχιστη κλίση κατασκευαστικά είναι 20%, για να λειτουργεί η στέγη και να μπορεί να απομακρύνει τα νερά, αν και σημαντικό ρόλο στην απορροή κατέχει το υλικό της επικάλυψης.

Σε περιοχή με πολύ αέρα ο υπολογισμός και η κατεύθυνση της κλίσης θέλουν ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να αποφεύγεται η αντίστροφη ροή των όμβριων υδάτων που μπορεί να προκαλέσουν πλήθος προβλημάτων.

Συνήθως οι στέγες διακρίνονται ανάλογα με την κλίση τους σε:

- Επίπεδες στέγες : Ως τέτοιες ορίζονται αυτές που έχουν κλίση ως 5°
- Στέγες μέτριας κλίσης : Αυτές έχουν κλίσεις που ποικίλλουν από 5° έως 40°
- Στέγες μεγάλης κλίσης : Αυτές έχουν κλίση μεγαλύτερη από 40°

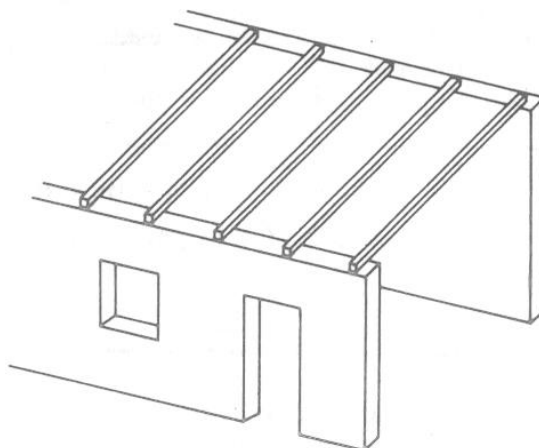


Εικόνα 2. Μετατροπή μοιρών σε κλίση %

¹ Κλίση στέγης καλείται η εφαπτόμενη της γωνίας, την οποία σχηματίζει το κεκλιμένο επίπεδο της με το οριζόντιο δάπεδο. Η κλίση 40% αντιστοιχεί σε γωνία 22°.

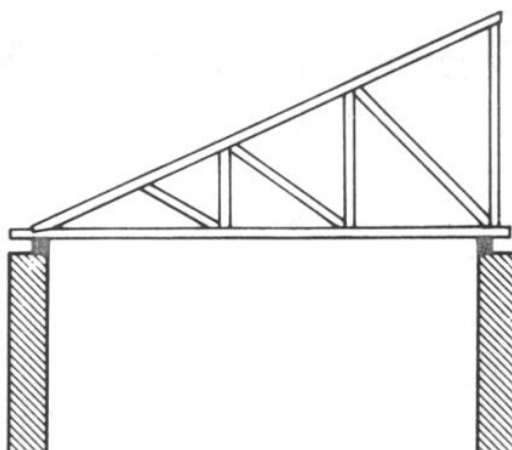
1.3 ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΣΤΕΓΗΣ

Το κυρίως φέρον τμήμα μιας στέγης, το οποίο συγκρατεί τα φορτία της στεγανής επικάλυψης, τα βάρη του χιονιού και τις πιέσεις του ανέμου, αποτελείται από δοκούς τοποθετημένες παράλληλα και σε απόσταση μεταξύ τους η οποία εξαρτάται από τα στοιχεία επικάλυψης και τα αντίστοιχα φορτία. Σε στέγη μονόρριχτη με μικρό άνοιγμα τα δοκάρια μπορεί να είναι απλά και να ακολουθούν την κλίση της στέγης, δημιουργείται δηλαδή ένα είδος κεκλιμένου ξύλινου πατώματος.



Εικόνα 3. Μονοκλινής στέγη με φέρον τμήμα από απλά κεκλιμένα δοκάρια
Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου

Γενικά όμως οι δοκοί των στεγών μπορεί να είναι σύνθετες και να σχηματίζουν δικτυώματα, ή ημίζευκτα.



Εικόνα 4. Δικτυωματικός φορέας μονόρριχτης στέγης
Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου

Με τον τρόπο αυτό σχηματίζεται η μορφή της στέγης και εξασφαλίζεται ότι δεν θα παραμορφωθεί, γιατί τα βέλη κάμψεως των δικτυωματικών φορέων είναι ασήμαντα αν συγκριθούν με τα βέλη κάμψεως μιας απλής δοκού με το ίδιο άνοιγμα.

Το φέρον τμήμα δίρριχτης στέγης για στέγαση μικρού ανοίγματος μπορεί να κατασκευαστεί και αυτό από δύο απλές δοκούς που συνδέονται υπό γωνία. Θα έχουμε όμως στην περίπτωση αυτή πλάγιες ωθήσεις πάνω στους τοίχους, όπως φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα (αντιστηριζόμενο σύστημα).



Εικόνα 5. Όταν ο φορέας αποτελείται από δύο απλά δοκάρια (αμείβοντες), προκαλούνται ωθήσεις στους τοίχους
Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου

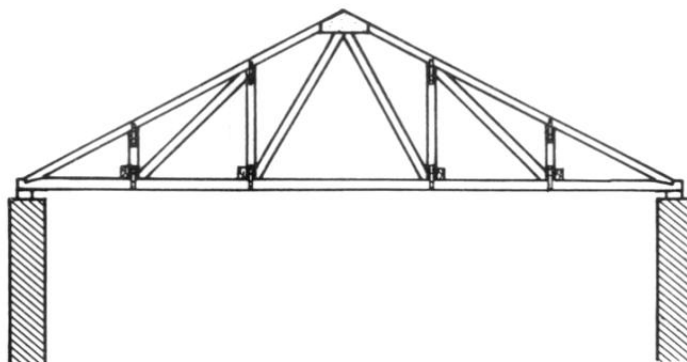
Επειδή οι τοίχοι δεν είναι συνήθως ικανοί να εξουδετερώσουν τις δυνάμεις αυτές, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός ελκυστήρα, (ξύλινου ή μεταλλικού) που θα συνδέει τα κάτω άκρα.



Εικόνα 6. Με την προσθήκη ελκυστήρα πετυχαίνουμε την εξουδετέρωση των πλάγιων ωθήσεων
Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου

Εάν το άνοιγμα είναι πολύ μεγάλο, τα βέλη κάμψεως¹ των κεκλιμένων δοκών (αμειβόντων) γίνονται απαγορευτικά μεγάλα, και μπορεί και να μην επαρκούν τα συνήθη διαθέσιμα μήκη. Για να μη καμφθούν θα πρέπει είτε να γίνουν από μεγάλες αντιοικονομικές διατομές, είτε να τοποθετηθούν και άλλες ράβδοι, ώστε να προκύψει ένα δύσκαμπτο δικτυωματικού τύπου σύστημα.

Επειδή τα ανοίγματα που πρέπει να στεγασθούν είναι σχεδόν πάντοτε μεγάλα και δεν μπορούν να καλυφθούν με απλά δοκάρια, το κυρίως φέρον τμήμα των στεγών αποτελείται τις περισσότερες φορές από δικτυωματικού τύπου στοιχεία τα οποία ονομάζονται, ζευκτά.



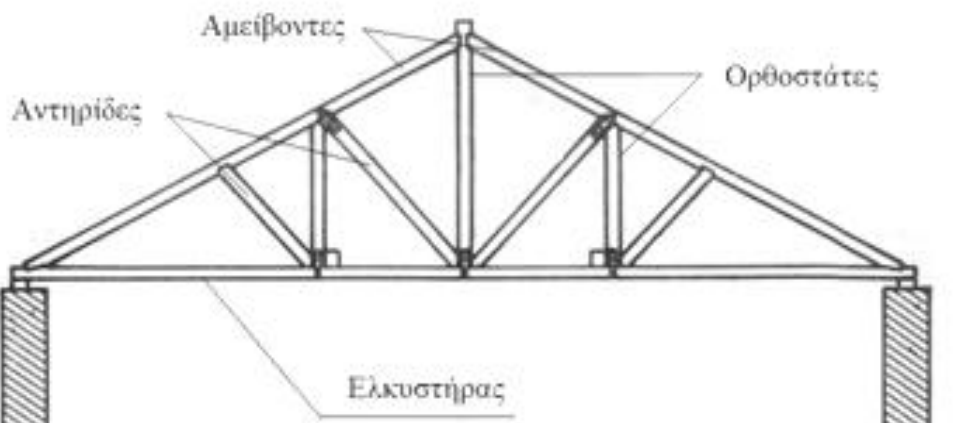
Εικόνα 7. Δικτύωμα σε δίρριχτη στέγη
Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου

Το είδος του υλικού κατασκευής του φέροντα οργανισμού της στέγης χαρακτηρίζει και το είδος της στέγης. Εάν ο φορέας αποτελείται από ξύλινες δοκούς, τότε η στέγη καλείται ξύλινη, εάν αποτελείται από δοκούς από χάλυβα ονομάζεται μεταλλική ή χαλύβδινη, εάν τέλος κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα τότε καλείται στέγη οπλισμένου σκυροδέματος.

Οι διατομές των μελών του φορέα καθορίζονται μετά από στατικό υπολογισμό.

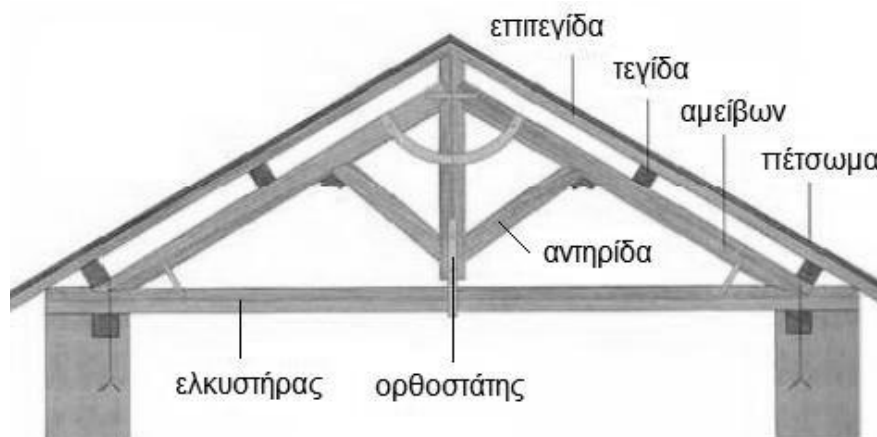
¹ Τα βέλη κάμψεως μειώνονται κυρίως από κατακόρυφους στύλους, που σχεδόν πάντα έχει ένα ζευκτό και ονομάζονται ορθοστάτες ή τεγοστάτες.

Τα ζευκτά τοποθετούνται παράλληλα σε απόσταση από 1.3 m έως 3 m ανάλογα με τα φορτία, το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένα, και από το άνοιγμα που πρέπει να στεγασθεί. Συνήθης απόσταση μεταξύ των ξύλινων είναι τα 1.3-2 m.



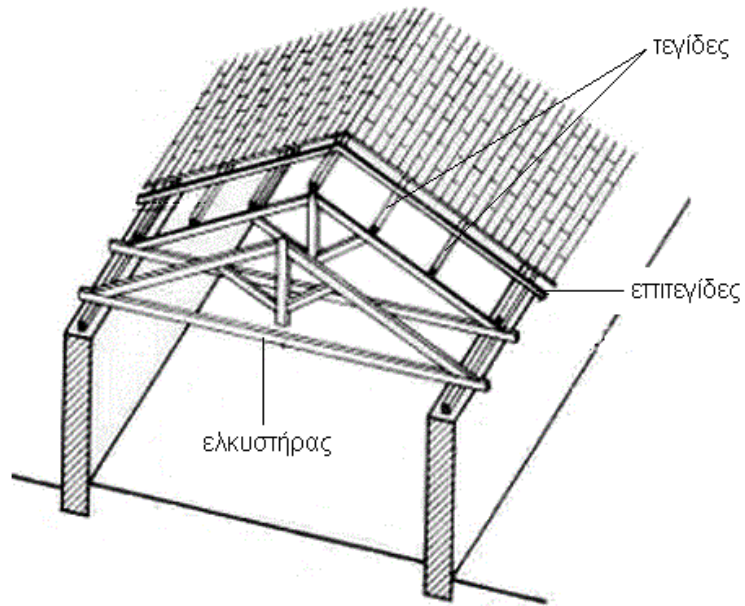
Εικόνα 8 Ονομασίες ράβδων φορέα στέγης
Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου

Για την κάλυψη των μεταξύ τους ανοιγμάτων και τη στερέωση της στεγανής επικάλυψης τοποθετούνται κάθετα προς τους αμείβοντες δοκάρια, τα οποία καλούνται τεγίδες. Εάν οι αποστάσεις μεταξύ των τεγίδων είναι μεγάλες, μπορεί να τοποθετηθεί και δεύτερη σειρά μικρών δοκαριών παραλλήλων προς τους αμείβοντες, τα οποία ονομάζονται επιτεγίδες. Όταν υπάρχει σανίδωμα, αυτό καλείται πέτσωμα και στερεώνεται επάνω στις τεγίδες ή στις επιτεγίδες, εάν υπάρχουν.



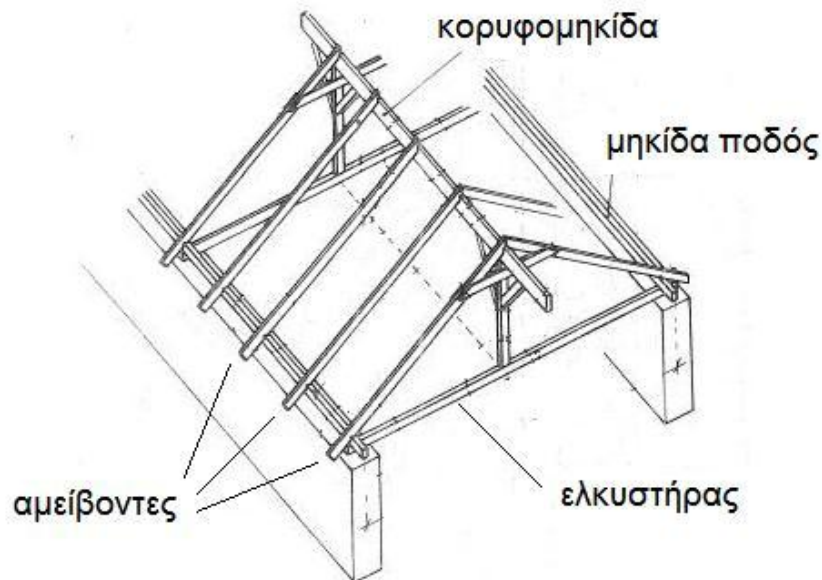
Εικόνα 9 Τηγίδες, επιτεγίδες και πέτσωμα

¹ Ο ελκυστήρας επίσης ονομάζεται πέλμα ή πτέρνα, οι αμείβοντες ψαλίδια, οι αντηρίδες ντεστέκια και οι ορθοστάτες μπαμπάδες.

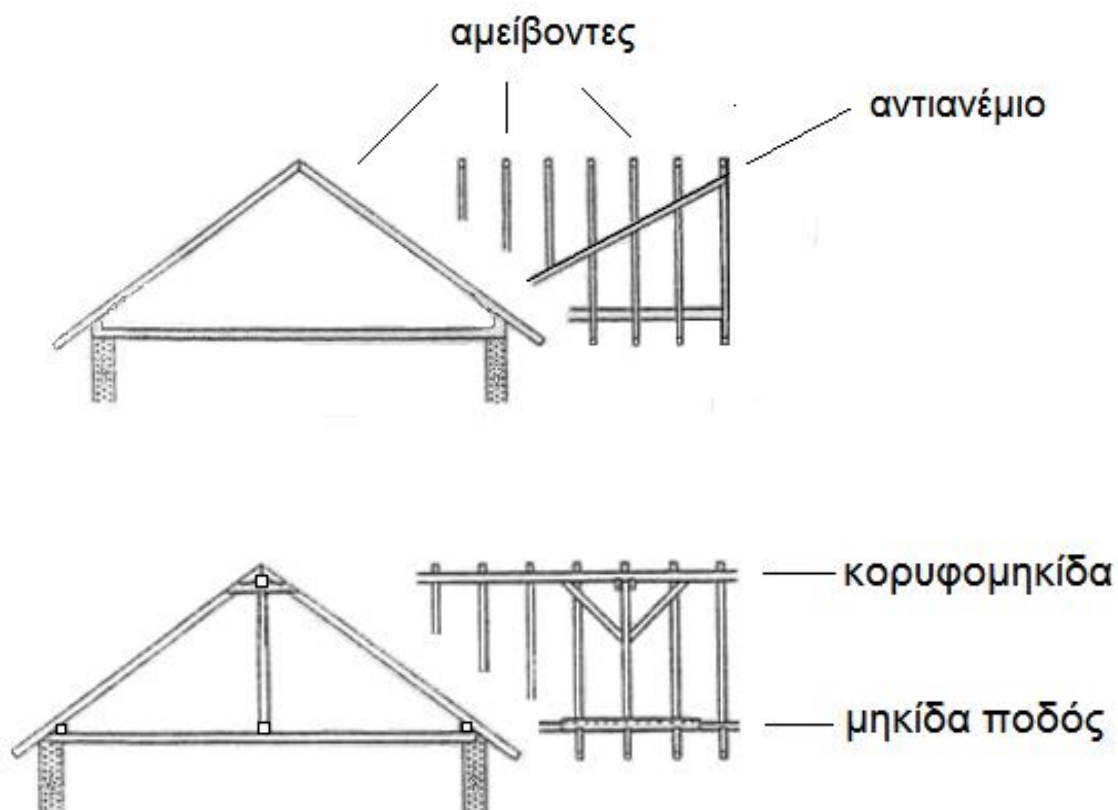


Εικόνα 10 Τεγίδες και επιτεγίδες
Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου

Σε κάποιες περιπτώσεις κάτω από τα ψαλίδια (αμείβοντες), τοποθετούνται δοκάρια που τα συνδέουν μεταξύ τους. Τα δοκάρια αυτά καλούνται μηκίδες. Η μηκίδα της κορυφής της στέγης καλείται κορυφομηκίδα.



Εικόνα 11
Οι στέγες στην οικοδομή / Παύλου Χ. Ιωαννίδη



Εικόνα 12 Μορφές φορέων στέγης με μηκίδες

1.3.1 Σύνδεσμοι ακαμψίας ή αντιανέμια ξύλινων στεγών

Σκοπός των ξύλινων δοκίδων, που τοποθετούνται στις στέγες και ονομάζονται αντιανέμια (χιαστί σύνδεσμοι ακαμψίας), είναι η εξασφάλιση του φορέα της στέγης από ανατροπή λόγω πίεσεως ανέμου και λόγω σεισμού καθώς και η σταθεροποίηση και η σύνδεση της όλης κατασκευής της στέγης (ακαμψία). Στην παρεμπόδιση της ανατροπής συμβάλουν, εν μέρει βέβαια, και οι τεγίδες, που συνδέουν τους αμείβοντες μεταξύ τους.

Τα αντιανέμια μας χρησιμεύουν επίσης για την προσωρινή συγκράτηση του φέροντα οργανισμού της στέγης κατά το στάδιο της κατασκευής της, δεδομένου ότι οι φορείς κατασκευάζονται συνήθως στο έδαφος και στη συνέχεια υψώνονται και τοποθετούνται στη θέση τους.

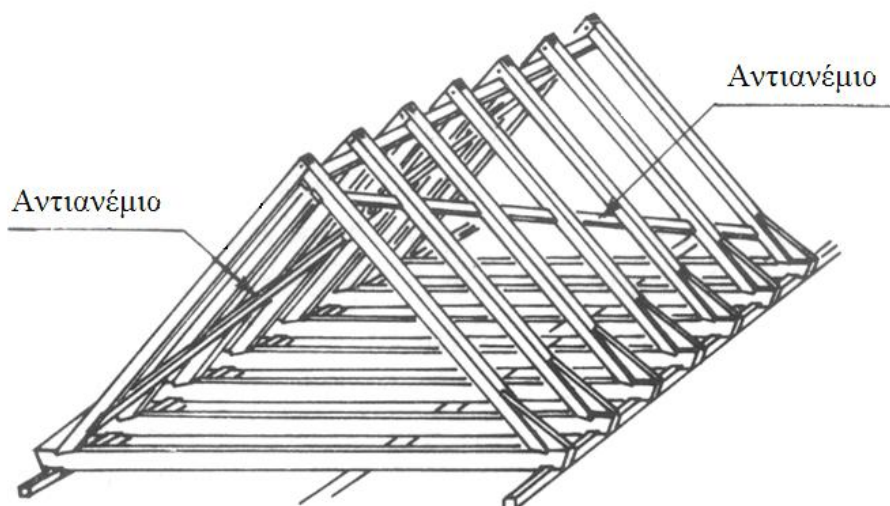


Εικόνα 13 Τμήμα φέροντα οργανισμού έχει κατασκευαστεί στο έδαφος και τοποθετείται στη θέση του

Τα αντιανέμια σε κάποιες περιπτώσεις καρφώνονται στην εσωτερική πλευρά των αμειβόντων με αντίθετη φορά στις κεκλιμένες παρειές της στέγης, ιδίως όταν στο φορέα δεν υπάρχουν μεσαίοι ορθοστάτες.

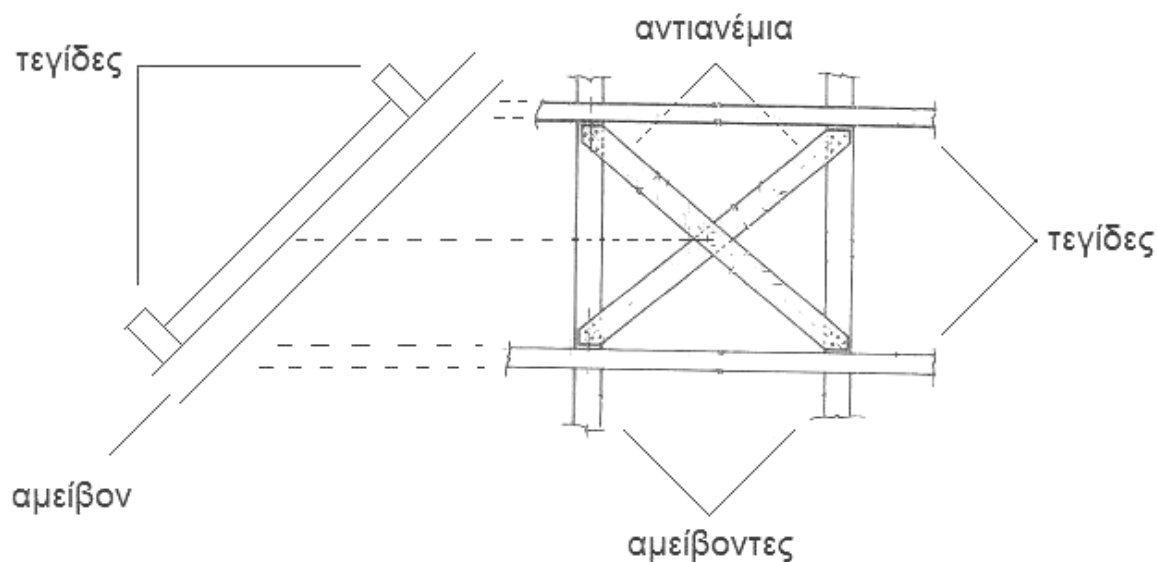


Εικόνα 14 Αντιανέμια σε φορέα στέγης χωρίς μεσαίο ορθοστάτη

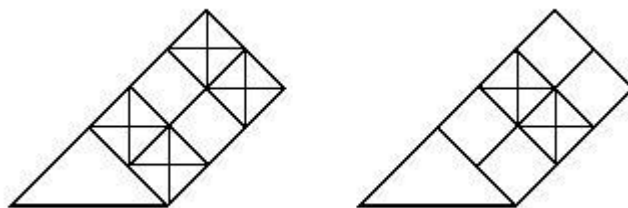


Εικόνα 15 Αντιανέμια σε φορέα στέγης χωρίς ορθοστάτες
Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt

Επίσης, όταν υπάρχουν τεγίδες μπορούν να εφαρμοσθεί ένα άλλο είδος αντιανέμιων. Ξύλινες σανίδες καρφώνονται χιαστί μεταξύ αμειβόντων και τεγίδων. Συνήθως δε τοποθετούνται μεταξύ όλων των αμειβόντων αλλά είτε μεταξύ των δύο μεσαίων είτε μεταξύ των δύο πρώτων και των δύο τελευταίων.

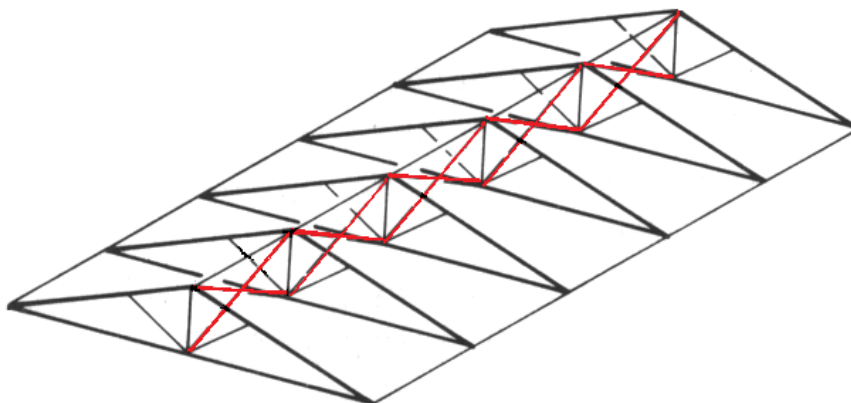


Εικόνα 16 Αντιανέμιο τύπου χιαστί σε όψη και τομή
Οι στέγες στην οικοδομή / Παύλου Χ. Ιωαννίδη



Εικόνα 17 Διάταξη αντιανέμιων

Όταν ο φορέας της στέγης έχει κατακόρυφους ράβδους, δηλαδή ορθοστάτες, συχνά, αντί για αντιανέμια, τοποθετούνται ξύλινες σανίδες (τάβλες), οι οποίες καρφώνονται χιαστί μεταξύ γειτονικών ορθοστατών. Δηλαδή το ένα άκρο του αντιανέμιου είναι προσαρμοσμένο στο άνω μέρος ενός ορθοστάτη και το άλλο στο κάτω μέρος του αμέσως επόμενου ορθοστάτη.

Εικόνα 18 Αντιανέμια τύπου χιαστί (με κόκκινο χρώμα) σε φορέα στέγης με ορθοστάτες
Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου

Φυσικά η στέγη ακαμπτοποιείται ακόμη καλύτερα, όταν τοποθετηθούν και οι δύο παραπάνω τύποι αντιανέμιων συνδέσμων ακαμψίας.

1.4 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Ανάλογα με τη χρήση που θα έχει ο χώρος που βρίσκεται στο εσωτερικό του φέροντα οργανισμού της στέγης μπορούμε να διαχωρίσουμε τη στέγη σε:

- Εμφανή
- Μη εμφανή
- Σοφίτα

Εμφανής στέγη - χώρος που ανήκει στον ανώτατο όροφο του κτιρίου.

Η εσωτερική επιφάνεια του φορέα παραμένει εμφανής ή καλύπτεται με ψευδοροφή η οποία συμπίπτει με το κεκλιμένο επίπεδο των αμειβόντων. Το θερμομονωτικό υλικό τοποθετείται μεταξύ των αμειβόντων και της ψευδοροφής ή πάνω από την κεκλιμένη οροφή, οπότε ο χώρος κάτω από τους αμειβόντες, ή την ψευδοροφή εάν υπάρχει, ανήκει στον εσωτερικό χώρο του ανώτατου ορόφου. Η επιλογή αυτή απαιτεί προσεγμένη κατασκευή και καλαίσθητη εμφάνιση της εσωτερικής πλευράς του φέροντα οργανισμού της στέγης και αυξάνει τον όγκο του κτιρίου που χρειάζεται να θερμαίνεται ή να κλιματίζεται. Στην περίπτωση αυτή η στέγη είναι συνήθως αυτοφερόμενη, δηλαδή στηρίζεται μόνο σε περιμετρικά φέροντα στοιχεία του κτιρίου, αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις που είναι εδραζόμενη πέρα από τα περιμετρικά και σε ενδιάμεσα υποστυλώματα ή δοκούς του κτιρίου.

Μη εμφανής στέγη - ακατοίκητος χώρος.

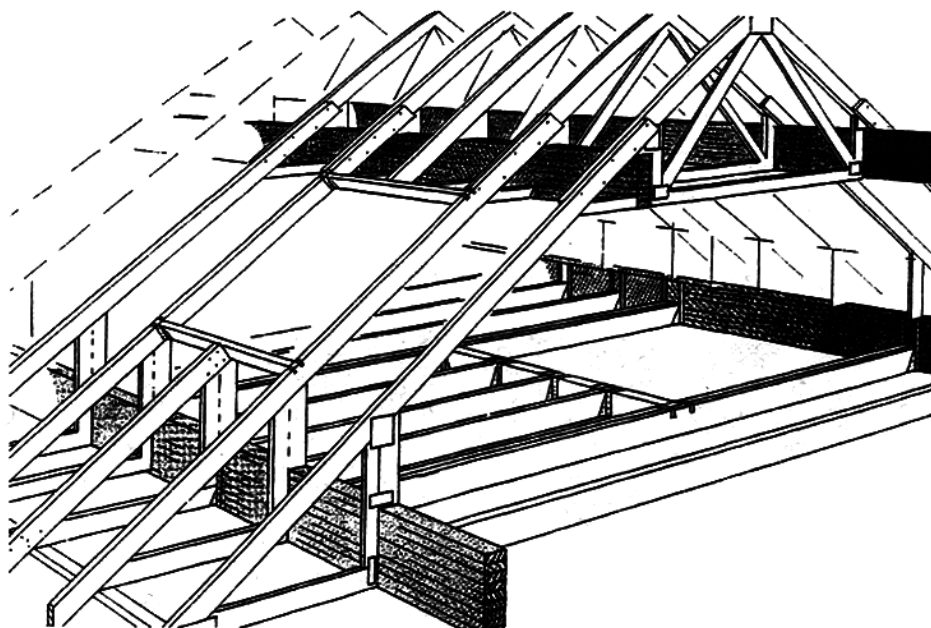
Στην περίπτωση αυτή κατασκευάζεται οροφή στο επίπεδο της στέψης των τοίχων του τελευταίου ορόφου. Στις σύγχρονες κατασκευές ο φορέας της στέγης μπορεί να εδράζεται πάνω στην πλάκα σκυροδέματος του τελευταίου ορόφου¹, οπότε κατασκευάζεται στέγη πιο ελαφριά και οικονομική σε σύγκριση με την αυτοφερόμενη. Στις παραδοσιακές κατασκευές η οροφή κατασκευαζόταν από ξύλο. Ο χώρος στο εσωτερικό του φέροντα οργανισμού της στέγης δεν αποτελεί οργανικό

¹ Σε κάποιες νέες παραδοσιακού τύπου κατασκευές μπορεί το ξύλινο ταβάνι να αποτελέσει και τον ξυλότυπο για το σκυρόδεμα της πλάκας της οροφής.

τμήμα του κτιρίου και μπορεί να παραμείνει κενός ή να χρησιμεύσει ως αποθήκη. Σε κάθε περίπτωση ωστόσο, ο χώρος αυτός πρέπει να είναι προσπελάσιμος. Το θερμομονωτικό υλικό τοποθετείται στο επίπεδο του οριζόντιου δαπέδου/οροφής και ο χώρος στο εσωτερικό του φορέα επηρεάζεται έντονα από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος (ψυχρή στέγη). Ο όγκος του κτιρίου που χρειάζεται να θερμαίνεται ή να κλιματίζεται είναι μικρότερος από αυτόν της εμφανούς στέγης.

Σοφίτα - χώρος κατοικήσιμος.

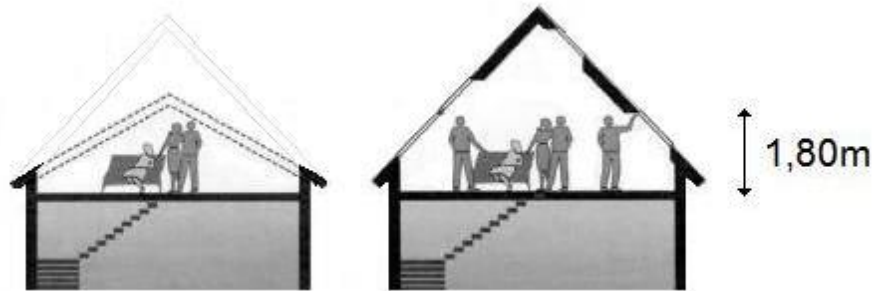
Το εσωτερικό του φέροντα οργανισμού της στέγης σε αυτή την περίπτωση είναι κατοικήσιμο. Μια κατοικήσιμη σοφίτα προσθέτει σε μια κατοικία χώρο με ενδιαφέρουσα ατμόσφαιρα και θέα. Είναι απαραίτητο το ύψος της στέγης να καθορίζεται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται το μέγιστο δυνατό ύψος της σοφίτας σε σχέση και με τους όρους δόμησης της περιοχής.



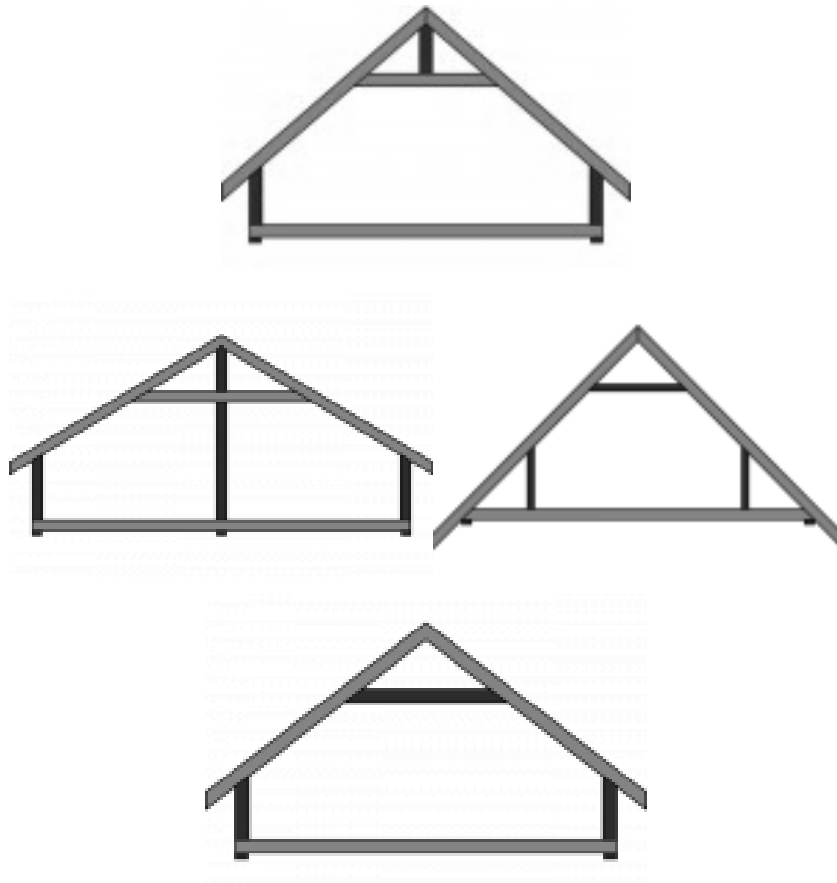
Εικόνα 19 Κατασκευή φέροντα οργανισμού στέγης κατάλληλο για σοφίτα

Γενικά, για λειτουργικούς λόγους, το ελεύθερο ύψος του εσωτερικού χώρου της σοφίτας πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 1,80 m σε όσο μεγαλύτερο χώρο είναι αυτό δυνατόν. Παράλληλα και η κλίση της στέγης που θα διαμορφωθεί θα είναι

μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή που είναι απαραίτητη από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής ώστε να μπορούμε να εκμεταλευτούμε περισσότερο λειτουργικό χώρο.



Εικόνα 20 Διαφορά στη διαμόρφωση της κλίσης της στέγης, όταν ο χώρος στο εσωτερικό του φορέα της στέγης είναι ακατοίκητος και όταν κατοικείται



Εικόνα 21 Διάφοροι τύποι ξυλινων φορέων στέγης ιδανικών για σοφίτες

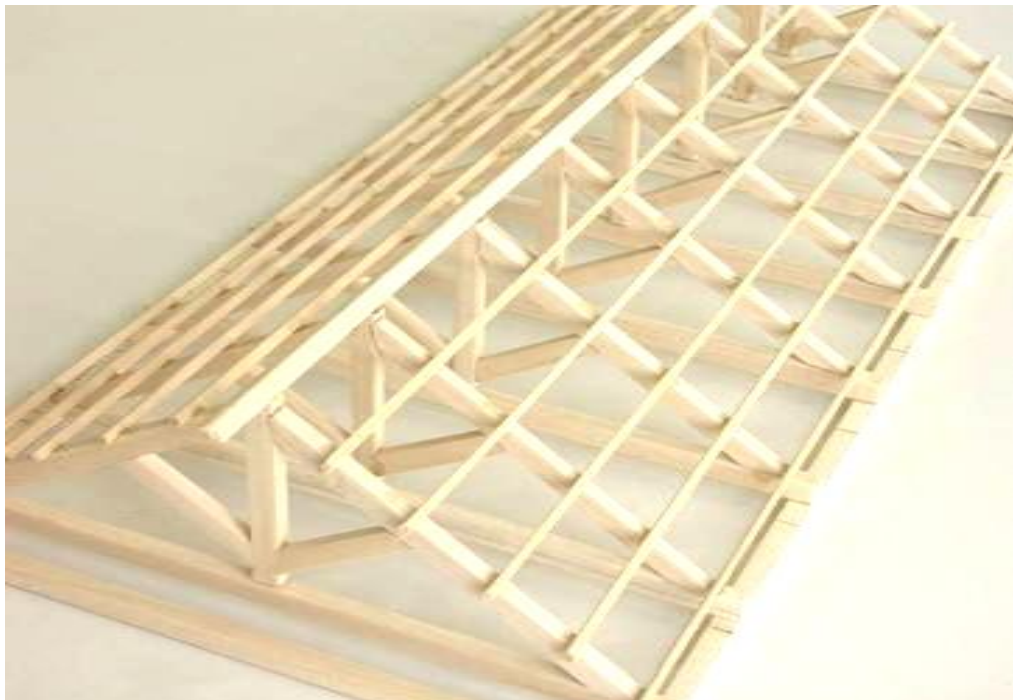
1.5 ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΕΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το παραδοσιακό υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του φέροντα οργανισμού της στέγης είναι το ξύλο. Όταν ο φέρων οργανισμός της στέγης είναι φτιαγμένος από ξύλο τότε η στέγη μπορεί να είναι είτε αυτοφερόμενη είτε εδραζόμενη. Αυτοφερόμενη χαρακτηρίζεται η στέγη όταν ο φορέας της στηρίζεται σε περιμετρικά ή εσωτερικά διαμήκη στοιχεία (δοκούς, τοίχους) ενώ εδραζόμενη όταν στηρίζεται σε πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα τελευταία χρόνια όμως, όπως και στις περισσότερες κατασκευές, το οπλισμένο σκυρόδεμα έχει αντικαταστήσει το ξύλο και έχει επικρατήσει η κατασκευή των στεγών εξ' ολοκλήρου από οπλισμένο σκυρόδεμα.

1.5.1 Εύλινη στέγη αυτοφερόμενη

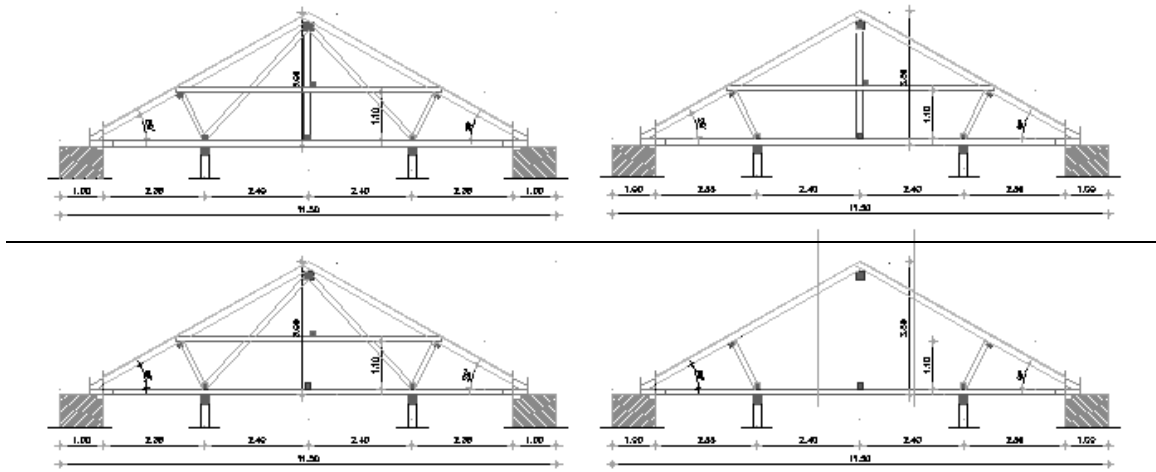
Υπάρχουν δύο τύποι αυτοφερόμενων στεγών

- **Ζευκτά :** Φορείς στέγης που εδράζονται μόνο στην περίμετρο του κτιρίου

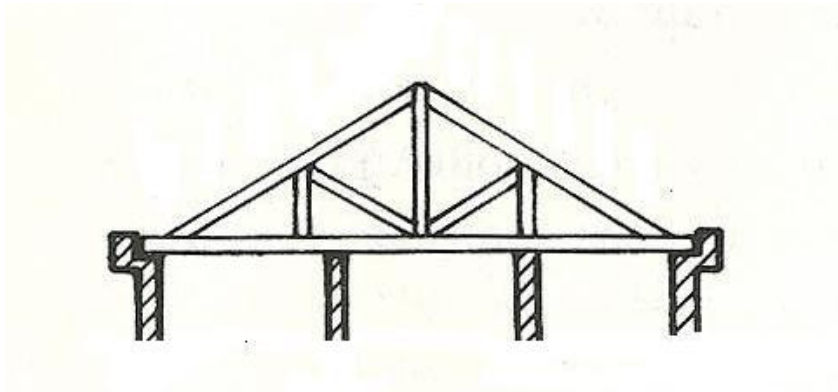


Εικόνα 22 Φορέας στέγης που εδράζεται στη περίμετρο του κτιρίου

- Φορείς στέγης τύπου δοκού επί στύλου. Εδράζονται και σε εσωτερικά φέροντα στοιχεία (δοκούς ή τοίχους).



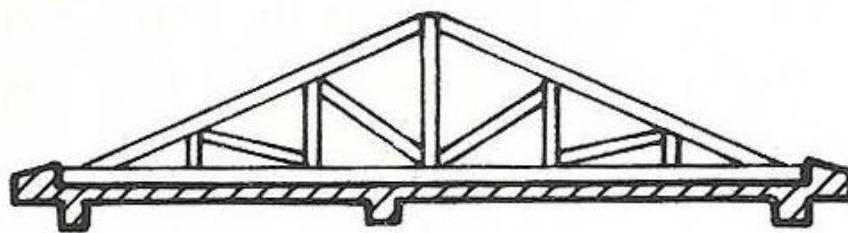
Εικόνα 23 Φορείς τύπου δοκού επί στύλου
(Ε. Ρειζίδου, Ε. Τσακανίκα. Διπλωματική εργασία)



Εικόνα 24 Φορέας στέγης εδραζόμενος σε υποστυλώματα
Οι στέγες στην οικοδομή / Παύλου Χ. Ιωαννίδη

1.5.2 Στέγη εδραζόμενη σε πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα

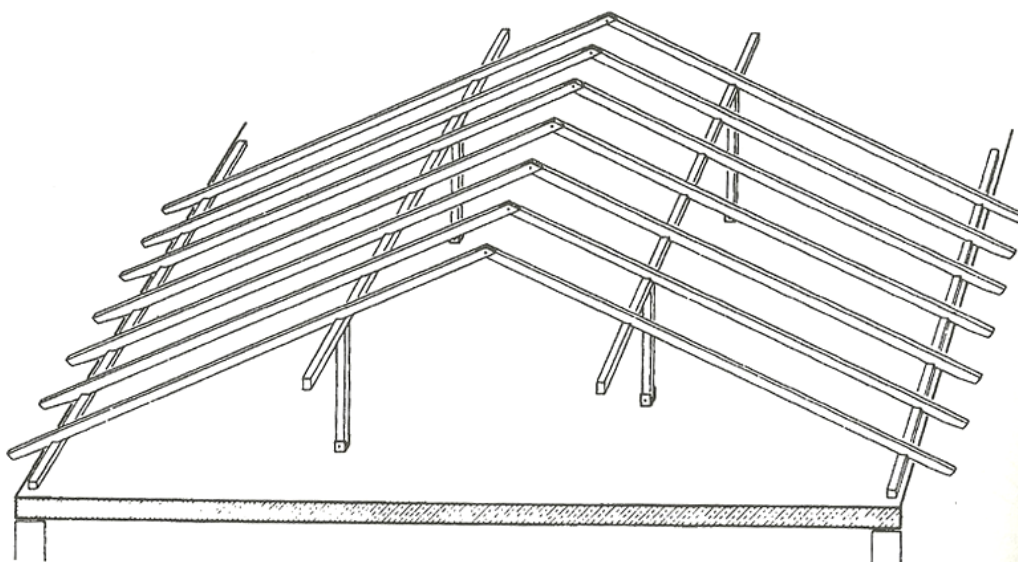
Ως εδραζόμενη χαρακτηρίζεται μια στέγη όταν ο φέρων οργανισμός της (από ξύλο ή μέταλλο), εδράζεται σε πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Εικόνα 25 Φέρων οργανισμός στέγης εδραζόμενη σε πλάκα από Ο.Σ

Οι στέγες στην οικοδομή / Παύλου Χ. Ιωαννίδη

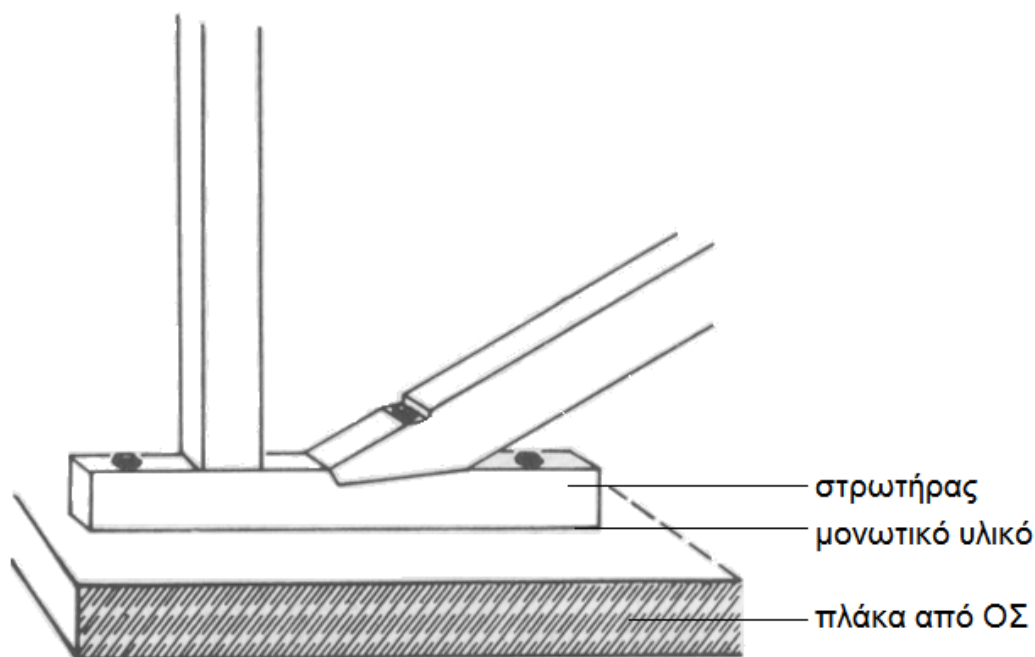
Όταν η στέγη εδράζεται σε πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα οι διατομές των ξύλινων ή μεταλλικών δοκαριών μειώνονται σημαντικά.. Αυτό συμβαίνει γιατί τα φορτία της στέγης (ίδιο βάρος φορέα, επικάλυψεις, φορτίο χιονιού και ανέμου) αναλαμβάνονται από περισσότερες και καλύτερα κατανομημένες στηρίξεις.



Εικόνα 26 Ξύλινη στέγη εδραζόμενη σε πλάκα στέγη

Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt

Καλό είναι όταν κατασκευάζουμε φέροντα οργανισμό ξύλινης στέγης πάνω σε πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα στα σημεία έδρασης να παρεμβάλλεται υλικό υγραμόνωσης ώστε να προστατέψουμε τα ξύλινα δοκάρια από την υγρασία και ξύλινους στρωτήρες προσαρμοσμένους με ήλους έτσι ώστε να διανέμονται τα φορτία ασφαλέστερα και σε μεγαλύτερη επιφάνεια.



Εικόνα 27 Παρεμβολή στρωτήρα και υγρομόνωσης για έδραση ζευκτού σε πλάκα από ΟΣ

Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt

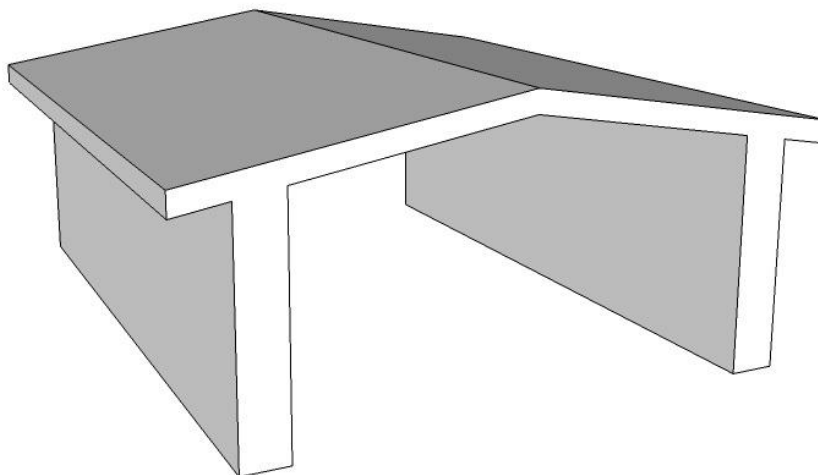
1.5.3 Στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα

Στέγες από οπλισμένο σκυρόδεμα καλούνται εκείνες των οποίων ο φέρων οργανισμός είναι κατασκευασμένος από αυτό το υλικό. Ένα υλικό διαδεδομένο σε όλο το κόσμο για τις ιδιότητές του, που προσδίδει στις στεγώσεις στις οποίες χρησιμοποιείται πολλά από τα πλεονεκτήματά του.

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της στέγης από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι ότι δεν απαιτεί ιδιαίτερη συντήρηση και αντέχει αρκετά στο χρόνο. Η διάρκεια ζωής των στεγών αυτών είναι όση και η διάρκεια ζωής ολόκληρης της υποκατασκευής αφού όλη η κατασκευή είναι μονολιθικά συνδεδεμένη ενώ παράλληλα εξασφαλίζεται σε μεγάλο βαθμό και η διαφραγματική λειτουργία.

Η κεκλιμένη στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα παρέχει ένα φράγμα στην υγρασία και τον θόρυβο, χωρίς να προσφέρει βέβαια ολοκληρωμένη λύση σε κανένα απ' αυτά τα προβλήματα. Το οπλισμένο σκυρόδεμα δεν είναι απολύτως στεγανό και χρειάζεται

μία καλή υγραμόνωση σε κάθε περίπτωση. Τέλος σημαντική είναι η ασφάλεια που παρέχει έναντι των πυρκαϊών.

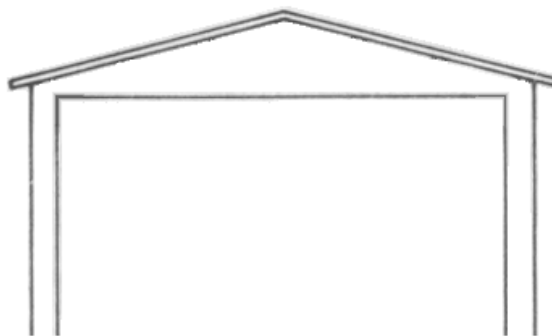


Εικόνα 28 Στέγη από οπλισμένο σκυροδεμα

Το υλικό αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να κατασκευάζουμε στοιχεία σε όποιο σχήμα θέλουμε αρκεί να τηρούμε κανόνες και τεχνικές λεπτομέρειες για να επιτευχθούν οι σχεδιασμένες προδιαγραφές.

Η συνήθης διαδικασία περιλαμβάνει τη διαμόρφωση των κεκλιμένων πλακών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Μπορεί να γίνει με απ' ευθείας διάστρωση του σκυροδέματος στην οριστική τους θέση. Το οπλισμένο σκυρόδεμα όμως μας δίνει την δυνατότητα να επιλέξουμε την προκατασκευή των πλακών και στη συνέχεια την τοποθέτηση στις θέσεις τους. Έτσι μειώνεται η εργασία ξυλοτύπων και η φθορά της ξυλείας, ενώ επιτυγχάνεται επιμελέστερη κατασκευή των πλακών. Η προκατασκευή μπορεί να γίνει είτε στο εργοτάξιο είτε σε οργανωμένα εργοστάσια.

Δεν είναι όμως, απαλλαγμένο μειονεκτημάτων. Το πιο σημαντικό είναι ότι το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι ένα πολύ βαρύ δομικό υλικό. Το μειονέκτημα της συγκέντρωσης μεγάλου σχετικά βάρους στο ψηλότερο σημείο της κατασκευής δεν είναι επιθυμητό ιδιαίτερα στη περίπτωση σεισμού. Παράλληλα το μεγάλο αυτό βάρος επιβαρύνει και την υποκατασκευή αφού απαιτούνται μεγαλύτερες διατομές στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου. Εξασφαλίζει όμως διαφραγματική λειτουργία.



Εικόνα 29 Στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα

Ένας άλλος παράγοντας που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό μιας κατασκευής, είναι η ευκολία διαχείρισης και ανακύκλωσης των υλικών στο τέλος της ζωής της. Η αποσύνθεσή των συστατικών που περιέχονται στο οπλισμένο σκυρόδεμα είναι πιο δύσκολη, αντιοικονομική και σχεδόν πάντοτε άχρηστα τα υλικά που προκύπτουν από αυτή. Έτσι το οπλισμένο σκυρόδεμα των κατασκευών που έχουν εξαντλήσει το όριο ζωής τους, προκαλεί σημαντικό πρόβλημα διαχείρισης στις επόμενες γενιές.

Τέλος το οπλισμένο σκυρόδεμα περιορίζει τις αρχιτεκτονικές μας επιλογές αφού μόνο μονόριχτες και δίριχτες στέγες είναι εφικτές, ενώ καθιστά αδύνατες πιθανές μελλοντικές επεμβάσεις στη στέγη όπως αλλαγής της κλίσης ή προσθήκης ορόφου.

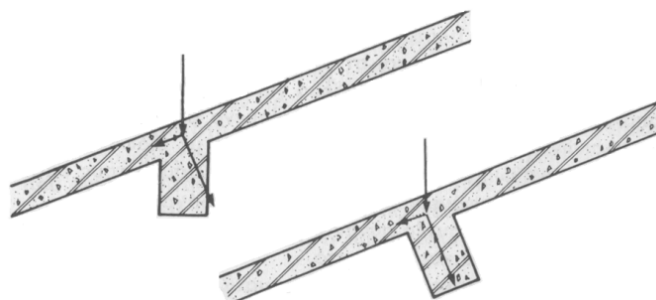
1.5.3.1 Κατασκευαστικές οδηγίες

Η κεκλιμένη στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα μεταβιβάζει τα φορτία που φέρει αλλά και το ίδιο βάρος της σε δοκούς, οι οποίες με τη σειρά τους μεταβιβάζουν τα φορτία στα υποστυλώματα. Τις περισσότερες φορές τα υποστυλώματα αποτελούν ενιαίο στατικό φορέα με τις κεκλιμένες δοκούς (πλαίσιο).



Εικόνα 30 Στέγη από οπλισμένο σκυροδεμα

Αν το άνοιγμα των κεκλιμένων πλακών είναι μεγάλο, απαιτείται η έδραση τους πάνω σε δοκούς από σκυρόδεμα, οι οποίοι εδράζονται στις κεκλιμένες δοκούς του φορέα της στέγης. Οι δοκοί αυτοί μπορεί να διατάσσονται με παρειές κατακόρυφες ή κάθετες προς την κλίση της στέγης. Στατικά είναι ορθότερη η τελευταία διάταξη, γιατί στην αντοχή της δοκού μόνο τα κάθετα προς αυτήν φορτία έχουν επιρροή.

Εικόνα 31 Τρόποι διάταξης δοκών από ΟΣ
Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου

Αφού κατασκευασθεί ο ξυλότυπος και τοποθετηθεί στις θέσεις του ο προβλεπόμενος από τη στατική μελέτη οπλισμός, αρχίζει η διάστρωση, η οποία αποτελεί και το κυρίως στάδιο της κατασκευής των στεγών αυτών. Και εδώ, όπως στις άλλες κατασκευές από σκυρόδεμα, αμέσως πριν από τη διάστρωση απαραίτητη είναι η διαβροχή του ξυλοτύπου για να μην απορροφήσει ο ξυλότυπος το νερό του κονιάματος και έτσι να γίνει η πήξη με περιεκτικότητα σε νερό μικρότερη της κανονικής.

Πρώτα διαστρώνονται τα φέροντα τη στέγη τμήματα (υποστυλώματα κλπ) και έπειτα διαστρώνεται η κυρίως στέγη από τα χαμηλότερα προς τα υψηλότερα σημεία της. Η διάστρωση του σκυροδέματος στα στοιχεία με μικρή κλίση των στεγάσεων γίνεται με

πυκνόρρευστο κονίαμα για να μη διαρρέει αυτό. Εάν οι κλίσεις είναι μεγάλες, για τη συγκράτηση του σκυροδέματος είναι αναγκαίος ο πλήρης εγκιβωτισμός κατά τμήματα των στοιχείων ή η προοδευτική κατά τη διάστρωση κατασκευή ξυλοτύπου προς τα πάνω.

Εάν επάνω στη στέγη προβλέπεται απ' ευθείας κεράμωση ή άλλη επιστέγαση που συγκρατείται μόνο από κονίαμα, τότε για καλύτερη πρόσφυση του κονιάματος στην επιφάνεια της στέγης, επιδιώκεται κατά τη διάστρωση η δημιουργία αδρής (τραχιάς) άνω επιφάνειας.

Εν τέλει, ως προς την κατασκευή, επειδή οι στέγες αυτές αποτελούνται από στοιχεία με μικρό ύψος διατομής, κυρίως οι πλάκες, η εργασία διαστρώσεως και προπαντός η αποσύνδεση των ξυλοτύπων τους πρέπει να γίνεται από ειδικευμένους τεχνίτες με ιδιαίτερη προσοχή.

Τα υλικά και τα μέσα κατασκευής των στεγών από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι τα ίδια με τις άλλες κατασκευές από σκυρόδεμα. Καμιά φορά χρησιμοποιούνται σκυροδέματα και οπλισμοί υψηλής αντοχής. Εφαρμόζεται επίσης το σύστημα προεντάσεως κυρίως σε στέγες με μεγάλα ανοίγματα.

1.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ξύλο είναι ένα δομικό υλικό με μικρό ειδικό βάρος¹, περίπου 5 kN/m^3 , έναντι 23 kN/m^3 του οπλισμένου σκυροδέματος. Ειδικότερα, ελαφρύτερη ως κατασκευή στέγης είναι η εδραζόμενη σε πλάκα από Ο.Σ. Ακολουθεί η αυτοφερόμενη, η εδραζόμενη σε ενδιάμεσες στηρίξεις (τύπου δοκού επί στύλου) και τελευταία και μακράν βαρύτερη η στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Με βάση αυτή τη κατάταξη βάρους μπορούμε να εκτιμήσουμε και την αντισεισμική συμπεριφορά της κατασκευής. Ιδιαίτερος κρίσιμο για την αντισεισμική ασφάλεια είναι το βάρος που τοποθετούμε στο υψηλότερο σημείο του κτιρίου, στο οποίο αναπτύσσεται και η μεγαλύτερη επιτάχυνση κατά τη διάρκεια του σεισμού. Παρ' όλο

¹ κυμαίνεται ανάλογα το είδος της ξυλείας από $1-13 \text{ kN/m}^3$

που η στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι μια αρκετά άκαμπτη κατασκευή, που μας εξασφαλίζει τη διαφραγματική λειτουργία, οι ελαφρύτερες κατασκευές από ξύλο μας προστατεύουν εξίσου καλά από το σεισμό. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια είναι ο σωστός σχεδιασμός της ξύλινης στέγης ώστε να επιτυγχάνεται η διαφραγματική της λειτουργία. Έτσι εξασφαλίζουμε την ανεμπόδιστη και ομοιόμορφη μεταβίβαση των δυνάμεων αδράνειας στα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία. Τέλος εξίσου σημαντική είναι και η διαμόρφωση κόμβων με μηχανικές συνδέσεις τύπου βλήτρου ώστε να αυξάνεται η πλαστιμότητα και η δυνατότητα αναλώσεως ενέργειας.

Οι λύσεις που χρησιμοποιούν το φέροντα οργανισμό από ξύλο είναι σαφέστατα προτιμότερες από οικολογική σκοπιά, έναντι αυτών του οπλισμένου σκυροδέματος. Το ξύλο είναι ένα φυσικό υλικό, ανανεώσιμο που μας επιτρέπει και την επαναχρησιμοποίηση του. Αντίθετα η αποσύνθεσή οπλισμένου σκυροδέματος στα συστατικά που περιέχει είναι μια πολλή δύσκολη αλλά και οικονομικά ασύμφορη διαδικασία.

Το αισθητικό αποτέλεσμα που αποδίδουν και οι τρεις λύσεις είναι το ίδιο στη περίπτωση της δίρριχτης στέγης. Αν όμως θέλουμε ή είμαστε αναγκασμένοι από τη κάτοψη να δημιουργήσουμε μια πιο σύνθετη μορφή στέγης, η στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα δε θα μπορέσει να εξυπηρετήσει τις ανάγκες μας.

Επί προσθέτως πρέπει να σημειώσουμε ότι η στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι μια τελική λύση. Δεν υπάρχει η δυνατότητα αφαίρεσης ή τροποποίησης της. Αντίθετα σε μια ξύλινη ή μεταλλική στέγη μπορούμε να αλλάξουμε τη μορφή ή τη κλίση της ακόμα και να την αφαιρέσουμε εξ'ολοκλήρου ή να την επανατοποθετήσουμε.

Από τα παραπάνω είναι προφανής η υπεροχή των ξύλινων στεγών έναντι αυτών από οπλισμένο σκυρόδεμα και αυτών που εδράζονται σε πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Παρ' όλα αυτά η κατασκευή ξύλινων στεγών έχει παραγκωνιστεί. Η κυριότερη αιτία αυτής της πρακτικής είναι πως οι μηχανικοί δεν έχουν εκπαιδευτεί να σχεδιάζουν και να υπολογίζουν κατασκευές από ξύλο, πολλοί εκ των οποίων δεν γνωρίζουν καν τις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του. Γεγονός επίσης είναι πως αρκετοί μηχανικοί

φοβούνται να εμπιστευτούν το υλικό αυτό σε συνεργεία μιας και αυτά που γνωρίζουν να το χρησιμοποιούν σωστά σπανίζουν.

Ένας άλλος πολύ σημαντικός λόγος είναι πως οι περισσότεροι άνθρωποι είναι προκατειλημμένοι απέναντι στο ξύλο. Η κοινή γνώμη πιστεύει πως το ξύλο είναι ένα ιδιαίτερα ευπαθές υλικό που προσβάλλεται πολύ εύκολα από την υγρασία, από μικροοργανισμούς και την πυρκαγιά, οπότε απαιτεί και συνεχή συντήρηση. Η αλήθεια είναι πως το ξύλο είναι ένα αρκετά ευαίσθητο υλικό, αλλά με το κατάλληλο σχεδιασμό και τη γνώση των ιδιοτήτων του μπορούμε να δημιουργήσουμε εντυπωσιακές όσο και ασφαλέστατες κατασκευές.

Τέλος, ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που έχει συμβάλει δραστικά στο παραγκωνισμό του ξύλου από το χάλυβα και το σκυρόδεμα είναι πως η δομική ξυλεία είναι εισαγόμενη.

Μέχρι πρόσφατα για τις ξύλινες κατασκευές δεν υπήρχαν σαφείς προδιαγραφές για τις κατηγορίες αντοχής των χρησιμοποιούμενων δομικών υλικών, με αποτέλεσμα ο υπολογισμός να είναι είτε μη ασφαλής είτε αντιοικονομικός.

Σήμερα η προτυποποίηση της δομικής ξυλείας μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέγουμε το ξύλο που ικανοποιεί τις ανάγκες μας γνωρίζοντας τη διατομή και τις μηχανικές του ιδιότητες. Σε συνδυασμό με την ύπαρξη του ευρωκώδικα EC5 για τον σχεδιασμό ξύλινων κατασκευών στο μέλλον ελπίζουμε πως το ξύλο θα λάβει τη θέση που του αξίζει ανάμεσα στα υπόλοιπα δομικά υλικά.

2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ- ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ

2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Η στέγη, ως ρυθμιστής του «κλίματος» του σπιτιού και του κάθε χώρου, για μια απόλυτα προστατευμένη κατοικία, πρέπει να εφαρμόζεται και να κατασκευάζεται με τις υψηλότερες προδιαγραφές. Λόγω της θέσης της, η στέγη είναι ένα ιδιαίτερα ευαίσθητο σημείο, αφού έρχεται σε απευθείας επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Θα πρέπει, λοιπόν, να είναι σωστά μελετημένη και κατασκευασμένη με πρώτης ποιότητας υλικά αντοχής, για να προσφέρει ασφάλεια συμβάλλοντας με τον τρόπο της στη θωράκιση της κατοικίας.

Μία από τις βασικότερες παραμέτρους του σύγχρονου αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι η **θερμομόνωση**. Ο ρόλος της μόνωσης είναι προστατευτικός. Αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά «αόρατα» στοιχεία της στέγης που μπορεί να μη μας απασχολεί με την αισθητική του αποτελέσματος, επηρεάζει όμως σημαντικά την άνετη διαβίωση των ενοίκων της κατοικίας δημιουργώντας αίσθημα θερμικής άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Πρέπει, δηλαδή, να γίνεται πρόβλεψη ώστε η θερμομόνωση να συμβάλλει στη δημιουργία και στη διατήρηση άνετου εσωκλίματος, περιορίζοντας τις θερμικές απώλειες τη χειμερινή περίοδο, δηλαδή τη διαφυγή της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή προς ένα άλλο, ψυχρότερο γειτονικό χώρο ή και αντίστροφα και διατηρώντας άνετες συνθήκες στο εσωτερικό τους θερινούς μήνες.

Η **μόνωση** σχεδιάζεται έτσι ώστε να λειτουργεί ως «ασπίδα» για τις εξωτερικές κλιματολογικές επιδράσεις και ως «κέλυφος» που διατηρεί τη θερμότητα στο εσωτερικό. Το πιο σωστό είναι να γίνεται ξεχωριστή μελέτη για κάθε στέγη λαμβάνοντας υπόψη της ιδιομορφίες της κατοικίας και όχι εφαρμόζοντας γενικούς κανόνες, που μπορεί να οδηγήσουν στην παραγκώνιση κάποιας σημαντικής παραμέτρου, όπως για παράδειγμα τις ειδικές κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στο συγκεκριμένο τόπο της οικοδομής. Όσον αφορά τη μόνωση στις στέγες, ακολουθείται μια εξειδικευμένη τεχνική.

Για τη θερμομόνωση τοποθετούνται μονωτικά υλικά σε μορφή παπλώματος και πάχος μέχρι 10 εκατοστά, καλύπτοντας «στρατηγικά» σημεία του σκελετού της

στέγης. Σε άλλες περιπτώσεις, τοποθετούνται θερμομονωτικές πλάκες κάτω από τα κεραμίδια.

Ιδιαίτερη μελέτη γίνεται για την **υγρομόνωση** της στέγης. Κάτω από την τελική επικάλυψη της στέγης, τοποθετείται μια ειδική στεγανωτική μεμβράνη κατασκευασμένη από ασφαλικά ή πλαστικά υλικά, ώστε να προστατεύεται το εσωτερικό της κατασκευής από τη διαρροή και της πιο μικρής ποσότητας βρόχινου νερού.

Σημαντικό ρόλο στην αποφυγή δημιουργίας υδρατμών, που θα μπορούσε να οδηγήσει μια ξύλινη στέγη ακόμα και στη δημιουργία ιδιαίτερα επιβαρυσμένου μικροκλίματος στο εσωτερικό της και την ανάπτυξη μούχλας ή σήψης, έχει ο **αερισμός** της στέγης. Για το σκοπό αυτό, προβλέπονται ειδικά ανοίγματα στα πλαϊνά της στέγης, ώστε να εισέρχεται ο αέρας μέσα στην κατασκευή, κι ένα ειδικό άνοιγμα στην κορυφή της στέγης («κορφιάς») ώστε να εξέρχεται. Στα ανοίγματα αυτά τοποθετούνται ειδικά μονωτικά στοιχεία με μορφή παπλώματος, που ενώ επιτρέπουν την είσοδο και την έξοδο του αέρα βοηθούν στη διατήρηση της απαιτούμενης θερμοκρασίας.

Σε **παλαιότερες εποχές**, η θερμομόνωση δεν ήταν επιβεβλημένη, αφού οι βαριές κατασκευές του περιβλήματος του κτιρίου (τοίχοι, στέγη), η διάταξη των χώρων καθώς και η σύνθεση των όγκων των παραδοσιακών κτισμάτων, ήταν καθοριστικοί παράγοντες ρύθμισης της θερμομονωτικής ικανότητας, αλλά και της ροής θερμότητας. Αξιοσημείωτο είναι πως, σε αντίθεση με σήμερα και μολονότι τα βασικά υλικά κατασκευής ήταν κοινά, η τυπολογία οικισμών και κτισμάτων διαφοροποιούνταν από τόπο σε τόπο με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής. Επιπλέον, η ορθή ένταξη και προσανατολισμός των κτιρίων αυτών στο περιβάλλον, με τη σωστή διαμόρφωση χώρων και επιλογή κατάλληλων υλικών κατασκευής, καθιστούσε επιτρεπτό τον επιθυμητό φωτισμό-ηλιασμό και παρείχε τη δυνατότητα φυσικού δροσισμού.

Δυστυχώς, οι **σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις** που υιοθετήθηκαν στη χώρα μας τα προηγούμενα χρόνια αγνοούν σε μεγάλο βαθμό παράγοντες όπως το κλίμα, ο ήλιος κ.λπ. και στα πλαίσια ενός κακώς νοούμενου διεθνισμού δημιουργήθηκαν κτήρια

απομακρυσμένα από την παράδοση, και των οποίων τις μιμήσεις συναντά κανείς σε τόπους με διαφορετικό εντελώς κλίμα.

Με την πάροδο του χρόνου, οι κατασκευές έγιναν ελαφρότερες, περισσότερο σύνθετες και λιγότερο ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας η προστασία από τις διάφορες θερμικές μεταβολές μεταβιβάστηκε στα διάφορα συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος, όπως είναι η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία αυτών των συστημάτων δεν αποτελούσε πρόβλημα μέχρι τη στιγμή που τα διαθέσιμα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων, ουσιαστικά του πετρελαίου, μειώθηκαν και έπαψαν να είναι φτηνά. Αυτό είχε ως επακόλουθο μια παγκόσμια προσπάθεια διαφύλαξης και ορθολογικής εκμετάλλευσης των αποθεμάτων ενέργειας κι έτσι άρχισε να διαφαίνεται, μεταξύ άλλων, ο πρωτεύοντας ρόλος που παίζει η θερμομόνωση στην εξοικονόμηση ενέργειας.¹

Η διάταξη των στρώσεων στη διατομή της στέγης διαφοροποιεί τη θερμομονωτική και την υγρομονωτική της συμπεριφορά και χαρακτηρίζει τις δύο κύριες μορφές κατασκευαστικών λύσεων:

- α) αεριζόμενες (ή δικέλυφες ή ψυχρές) στέγες
- β) μη αεριζόμενες (ή μονοκέλυφες ή θερμές) στέγες

2.2 Η ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Η θερμοπροστατευτική λειτουργία της στέγης των **κατοικημένων χώρων** χρειάζεται για:

- την εξασφάλιση **συνθηκών υγιεινής διαμονής** και άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου
- **την προστασία της στέγης και των στρώσεων που τη συνθέτουν** από βλάβες που μπορεί να προκαλέσουν οι θερμοκρασιακές μεταβολές,
- **την προστασία αυτής** όσο και του καλυπτόμενου χώρου από την υγρασία,

¹ www.giannoulis-m.gr

- την εξοικονόμηση ενέργειας, κυρίως με περιορισμό του μεγέθους και του κόστους λειτουργίας των εγκαταστάσεων θέρμανσης.
- τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, αφού μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας ελαττώνεται αντίστοιχα και η ποσότητα των εκπεμπόμενων καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, με εξαίρεση μόνο τα δώματα, οι στέγες δέχονται τις δυσμενέστερες θερμικές επιβαρύνσεις σε σχέση με τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του εξωτερικού περιβλήματος.

Ιδιαίτερα κατά τη **θερινή** περίοδο, η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σχεδόν κάθετα στις επιφάνειες της στέγης με νότιο προσανατολισμό και μεταδίδει υψηλά θερμικά φορτία στην κατασκευή.

Κατά τη χειμερινή περίοδο, η ψύξη της στέγης, η οποία προκαλείται είτε από την **πτώση** της εξωτερικής θερμοκρασίας είτε από την επίδραση του ανέμου, είναι επίσης σημαντικά εντονότερη και ταχύτερη από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία.¹

2.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Σύμφωνα με τον ισχύοντα **Ελληνικό Κανονισμό**, για να θεωρηθεί επαρκής η θερμομόνωση της στέγης πρέπει ο συντελεστής θερμοπερατότητας του στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή $K_d = 0,40 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$ ή $0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$. Η απαίτηση αυτή καλύπτεται με τοποθέτηση ενός θερμομονωτικού υλικού πάχους 9 εκατοστών με θερμομονωτική αγωγιμότητα ίση με $\lambda = 0,0035 \text{ kcal/mh } ^\circ\text{C}$ και όταν η αναλογία της επιφάνειας των αμειβόντων σε σχέση με τη συνολική επιφάνεια της στέγης είναι 20%. Αν μειώσουμε το ποσοστό της επιφάνειας των αμειβόντων, οι οποίοι αποτελούν ουσιαστικά θερμογέφυρες, σε 10%, τότε η απαίτηση του κανονισμού καλύπτεται με τοποθέτηση του ίδιου υλικού με πάχος 8 εκατοστών.

Η εκπλήρωση των απαιτήσεων αυτών καλύπτει τις δυνατότητες του δομικού στοιχείου να λειτουργήσει θερμοπροστατευτικά όταν οι συνθήκες είναι χρονικά

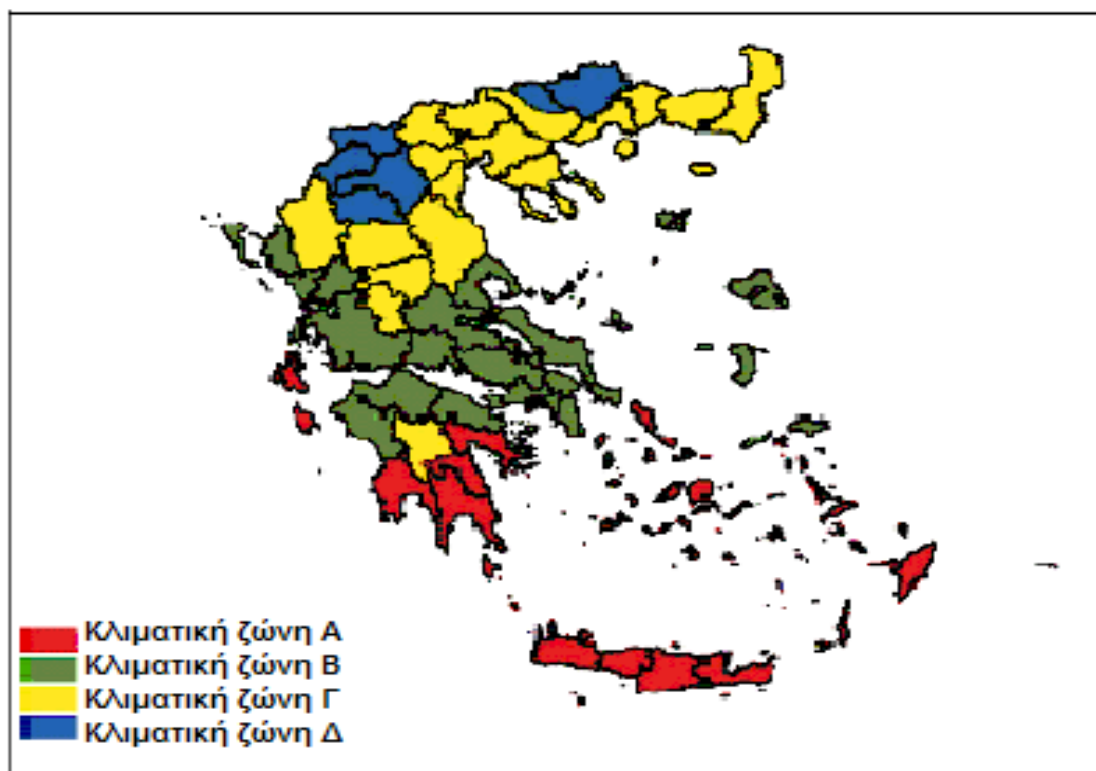
¹ «κτίριο» τεχνικό περιοδικό τεύχος 98, σελίδα 38

σταθερές, δηλαδή όταν η κατάσταση είναι στάσιμη. Παρόμοιες συνθήκες ισχύουν προσεγγιστικά κατά τη **χειμερινή** περίοδο, όταν ο εσωτερικός χώρος θερμαίνεται εφόσον και αυτή η περίοδος της θέρμανσης είναι σταθερή. Κατά τη **θερινή** περίοδο το κτήριο γενικά αλλά ειδικότερα η στέγη, επιβαρύνονται θερμικά από την ηλιακή ακτινοβολία που παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του 24ώρου, δηλαδή η κατάσταση παύει να είναι σταθερή και γίνεται μεταβαλλόμενη, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα ανάλογες διακυμάνσεις στις θερμικές επιδράσεις της στη στέγη. Καθοριστική σημασία για την περιγραφή των φαινομένων αυτών έχει η **θερμοχωρητικότητα** του δομικού στοιχείου, η ιδιότητα, δηλαδή που αυτό έχει να προσλαμβάνει και να αποταμιεύει θερμική ενέργεια με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα και να την αποδίδει με την πτώση της θερμοκρασίας αυτής. Η ικανότητα αυτή του δομικού στοιχείου εξαρτάται κυρίως από την πυκνότητα των υλικών – αυξάνεται δηλαδή με την αύξηση του φαινομένου βάρους – καθώς και από την ειδική θερμότητα και τη διαδοχή των στρώσεων στο δομικό στοιχείο. Η πρόσληψη και η εναπόδοση της θερμικής ενέργειας συνδέεται άμεσα με τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του αέρα, γι' αυτό υλικά που έχουν αυξημένο συντελεστή θερμοχωρητικότητας λειτουργούν εξισορροπητικά. Πρέπει να σημειωθεί ότι η **θερμοχωρητικότητα μόνη της απλώς επιβραδύνει τη μετάδοση της θερμότητας στον εσωτερικό χώρο, ενώ δεν τη μεταβάλλει ποσοτικά**. Η διεύθυνση της θερμότητας μέσα από το εξωτερικό δομικό στοιχείο, δηλαδή η **θερμοπερατότητα** απαιτεί χρόνο. Ανάμεσα στην εμφάνιση των μέγιστων τιμών στην εξωτερική και την εσωτερική του επιφάνεια υπάρχει μία χρονική απόσταση που αναφέρεται ως **μετατόπιση φάσεων (n)** και προσδιορίζεται σε ώρες. Με υψηλές τιμές μετατόπισης φάσεων οι εξωτερικές επιβαρύνσεις γίνονται αντιληπτές στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου σε χρονική περίοδο όπου στο εξωτερικό περιβάλλον επικρατούν ήδη ευνοϊκότερες συνθήκες, δηλαδή χαμηλότερες θερμοκρασίες, και είναι δυνατή η ψύξη του χώρου με αερισμό. Για **ομογενή** υλικά, η μετατόπιση φάσεων μεταβάλλεται γραμμικά σε συνάρτηση με το πάχος του υλικού, ενώ στα **πολυστρωματικά** δομικά στοιχεία η διαδοχή των στρώσεων επηρεάζει αν και όχι καθοριστικά το αποτέλεσμα. Αν και δεν υπάρχουν υποχρεωτικές τιμές, θεωρείται γενικά για τις επιστεγάσεις πάνω από χώρους κατοικίας ότι τιμές 10-12 ωρών είναι ιδανικές. Οι τιμές αυτές, ενώ είναι εφικτές για διατομές με στρώσεις υλικών μεγάλου βάρους, όπως π.χ. πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα, απέχουν πολύ από την απόδοση που είναι δυνατόν να

επιτύχουν οι κατασκευαστικές λύσεις των ξύλινων στεγών. Η μικρή θερμοχωρητικότητα της ξύλινης στέγης είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή για χώρους που χρησιμοποιούνται περισσότερο νύχτα όπως τα υπνοδωμάτια, διότι είναι δυνατόν να δροσίζουν γρηγορότερα μετά τη δύση του ηλίου κατά τη θερινή περίοδο. Αντίθετα, σε χώρους διημέρευσης θα πρέπει να ενισχύεται η διατομή με υλικά αυξημένης θερμοχωρητικότητας, ώστε να είναι δυνατή η αποθήκευση της θερμότητας κατά την ημέρα στα ψυχρά από τη νύχτα δομικά στοιχεία.

2.4 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Η Ελλάδα, σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης, χωρίζεται σε τρεις ζώνες θερμομονωτικών απαιτήσεων Α, Β, Γ και Δ με κριτήριο τη θερμοκρασία του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια του χειμώνα και τη διάρκεια του καλοκαιριού.



Εικόνα 32 Οι κλιματικές ζώνες της Ελλάδας¹

¹ KENAK

2.5 Η ΥΓΡΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Η στέγη αλλά και ο εσωτερικός χώρος του κτιρίου πρέπει να προστατεύονται και από την υγρασία, αφού κι αυτή είναι εξίσου σημαντική με τη θερμοπροστασία τους και οι παράμετροί τους αλληλοεξαρτώνται.

2.5.1 Από πού μπορεί να προέλθει η υγρασία της στέγης;

Η υγρασία στη στέγη προέρχεται από εξωτερικούς παράγοντες όπως είναι η βροχή, το χιόνι, η υγρασία υλικών αλλά και από επιδράσεις του εσωκλίματος, δηλαδή τη συμπύκνωση των υδρατμών που λαμβάνει χώρα είτε στην επιφάνεια είτε στη διατομή του δομικού στοιχείου. Υπάρχει περίπτωση τα υλικά και τα στοιχεία της κατασκευής να περιέχουν υγρασία που δημιουργείται επειδή δεν έχουν ξηρανθεί αρκετά κατά την παραγωγή τους, ή προκαλείται μετά σ' αυτά από ελλιπή προστασία κατά τη μεταφορά και την τοποθέτησή τους. Σε περίπτωση που κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής επικρατούν δυσμενείς καιρικές συνθήκες τότε τα υλικά ενδέχεται να επιβαρυνθούν από πρόσθετη υγρασία. Το μεγαλύτερο μέρος της υγρασίας που δημιουργείται με τους τρόπους αυτούς πρέπει να απομακρύνεται πριν την ολοκλήρωση των εργασιών. Με τον τρόπο αυτό, αποφεύγεται ο κίνδυνος της παραμόρφωσης των ξύλινων στοιχείων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας απομάκρυνσης της υγρασίας από τη στέγη ή η μείωση της αναμενόμενης απόδοσης της θερμομονωτικής στρώσης. Όλη η **υγρασία** πρέπει να απομακρύνεται μέσα σε **2-3 έτη** από τη στιγμή που θα ολοκληρωθούν οι εργασίες. Όταν οι κατασκευαστικές λύσεις είναι **πολυστρωματικές** και περισσότερο στις **μη αεριζόμενες** διατομές, ελλοχεύει ο κίνδυνος να παγιδευτούν ποσότητες υγρασίας αυτής της μορφής και άρα απαιτείται ιδιαίτερη φροντίδα για την προστασία τους.

Η προερχόμενη από εσωτερικούς παράγοντες υγρασία μπορεί να δημιουργηθεί στη στέγη:

- με τη **συμπύκνωση** των υδρατμών του αέρα του χώρου στην εσωτερική της επιφάνεια, με τη μορφή **δρόσου**
- με τη **διάχυση** των υδρατμών και τη **συμπύκνωσή** τους στο εσωτερικό της διατομής

- με την **είσοδο υδρατμών**, που μεταφέρονται από τον αέρα του χώρου στη διατομή εξαιτίας **ανεπαρκούς αεροστεγανότητας** του εσωτερικού κελύφους και **συμπύκνωσή τους**.¹

2.5.2 Δημιουργία δρόσου

Η θερμομονωτική ικανότητα της κατασκευαστικής λύσης σε άμεση σχέση με την κινητικότητα και τη σχετική υγρασία του αέρα του εσωτερικού χώρου είναι παράμετροι που καθορίζουν το σχηματισμό **δρόσου στην εσωτερική επιφάνεια της στέγης**.

Για μια συγκεκριμένη θερμοκρασία ο αέρας μπορεί να συγκρατήσει συγκεκριμένη μέγιστη ποσότητα υδρατμών, δηλαδή “ποσότητα κορεσμού”, που αντιστοιχεί “στη θερμοκρασία, ή σημείο κορεσμού”. Αν αυξήσουμε περισσότερο την ποσότητα αυτή των υδρατμών, κρατώντας, όμως, σταθερή τη θερμοκρασία, θα οδηγηθούμε σε συμπύκνωσή τους. Επίσης, αν μειώσουμε τη θερμοκρασία κρατώντας ταυτόχρονα σταθερή την περιεχόμενη ποσότητα των υδρατμών τότε θα έχουμε πάλι συμπύκνωση. Όταν οι συνθήκες αυτές είναι **μόνιμες** καθίσταται απαραίτητη η κατάλληλη προστασία των ξύλινων στοιχείων.

Αντίθετα, αν το φαινόμενο είναι **παροδικό**, είναι δυνατή η προσωρινή κατακράτηση της υγρασίας από το ξύλο ή το επίχρισμα της εσωτερικής επιφάνειας της στέγης. Αυξάνοντας τη θερμοκρασία, η υγρασία εναποδίδεται με τη μορφή υδρατμών στο χώρο χωρίς να προκληθούν βλάβες στα υλικά και με τον κατάλληλο αερισμό του χώρου απομακρύνεται από αυτόν.

2.5.3 Συμπύκνωση υδρατμών στη διατομή της στέγης

Σε γενικές γραμμές, η συμπύκνωση στη διατομή δε δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα, υπό την προϋπόθεση ότι η αύξηση της υγρασίας στα υλικά των στρώσεων δε μειώνει τη θερμομονωτική ικανότητα και τις αντοχές του στοιχείου. Για μια **ξύλινη στέγη** οι προϋποθέσεις αυτές θεωρείται ότι καλύπτονται όταν το

¹ «κτίριο» τεχνικό περιοδικό τεύχος 98, σελ. 39

φαινόμενο βάρος του συμπυκνώματος δεν υπερβαίνει το 1 χιλιόγραμμα /κυβικό μέτρο και εφόσον:

- η ποσότητα υγρασίας που σχηματίζεται κατά την περίοδο ύγρανσης εναποδίδεται στο περιβάλλον στην περίοδο στεγνώματος
- δε δημιουργούνται βλάβες (διάβρωση, μούχλα) στα υλικά που υγραίνονται
- η ποσότητα της υγρασίας δεν ξεπερνά- με την προσθήκη των συμπυκνωμάτων – το 5% του φαινόμενου βάρους για τα μέρη από φυσικό ξύλο και το 3% του φαινόμενου βάρους για τα μέρη από τεχνητά προϊόντα με βάση το ξύλο (π.χ. μοριοσανίδες)
- η ποσότητα του νερού που προέρχεται από συμπύκνωση και έρχεται σε επαφή με στρώση που δεν μπορεί να το απορροφήσει, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,5 χιλιόγραμμα/ τετραγωνικό μέτρο.

2.5.4 Μεταφορά υδρατμών στη διατομή από τον αέρα του χώρου

Όταν δεν υπάρχει σωστός εξαερισμός του χώρου τον οποίο καλύπτει η στέγη τότε έχουμε μεγάλες συγκεντρώσεις θερμού και υγρού αέρα κάτω από αυτή, με έντονες ανοδικές τάσεις.

Επίσης, όταν οι στρώσεις της στέγης που βρίσκονται προς το εσωτερικό του χώρου που αυτή καλύπτει δεν είναι αεροστεγείς, δημιουργούνται ρεύματα αέρα που έχουν την τάση να κινηθούν προς τα κενά της διατομής και το εξωτερικό περιβάλλον και μεταφέρουν την υγρασία που αυτή περιέχει. **Η μεταφορά υγρασίας** με αυτό τον τρόπο εμφανίζεται ιδιαίτερα **σε χώρους με υψηλές θερμοκρασίες ή κλιματισμό και προκαλείται από τη διαφορά των συνολικών πιέσεων του αέρα**, ενώ η διάχυση οφείλεται στη διαφορά των μερικών πιέσεων των υδρατμών.

Είναι τόσο υπολογιστικά όσο και πειραματικά αποδεδειγμένο, ότι η ποσότητα της υγρασίας που μεταφέρεται έτσι, είναι πολλαπλάσια εκείνης που προκύπτει λόγω διάχυσης, παρά το γεγονός ότι η διαφορά των μερικών πιέσεων είναι σημαντικά μεγαλύτερη από εκείνη των συνολικών, γεγονός που αποδίδεται στους αρμούς ανάμεσα στα θερμομονωτικά στοιχεία.

Είναι απαραίτητη η συνεχής και αποτελεσματική αεροστεγανότητα των αρμών των δομικών στοιχείων του εξωτερικού περιβλήματος. Προκειμένου να αποφευχθούν ανεπιθύμητες ανταλλαγές αέρα σε δομικά στοιχεία ή στρώσεις δομικών στοιχείων, που αποτελούνται από επιμέρους τμήματα, όπως για παράδειγμα το ξύλινο σανίδωμα, χρειάζονται επιπλέον μέτρα.

Όταν έχουμε να κάνουμε με υπερκαλύψεις ανάμεσα σε λεπτά φύλλα υλικών με προστατευτικές λειτουργίες στη διατομή, όπως είναι η λειτουργία του φράγματος των υδρατμών, αντιμετωπίζουμε το ίδιο πρόβλημα. Στις μη αεριζόμενες (μονοκέλυφες) στέγες, μία αεροστεγής στρώση πρέπει να υπάρχει μαζί με το φράγμα των υδρατμών.

Η **στέγη** πρέπει να **προστατεύεται** έναντι του φαινομένου της **διύγρυνσης**. Συγκεκριμένα πρέπει να:

- λαμβάνονται μέτρα που **εμποδίζουν ή δυσχεραίνουν την είσοδο των υδρατμών στο εσωτερικό της διατομής** και τη μετέπειτα συμύκνωσή τους στις ευαίσθητες στρώσεις. Αυτό γίνεται με την τοποθέτηση υλικών που έχουν αυξημένο συντελεστή αντίστασης στη διάχυση, δηλαδή φράγμα υδρατμών.
- εφαρμόζονται λύσεις για την **απομάκρυνση των υδρατμών που διεισδύουν στη διατομή**. Για τις λύσεις αυτές επιδιώκεται η δημιουργία ενός στρώματος κινούμενου αέρα (κύρια στρώση εξαερισμού) που επικοινωνεί μόνιμα με το εξωτερικό περιβάλλον και απομακρύνει κάθε ποσότητα υδρατμών που φθάνει μέχρι την επάνω, δηλαδή την ψυχρή επιφάνεια της θερμομόνωσης, η οποία είναι η θέση στην οποία παρουσιάζεται ο κίνδυνος της συμύκνωσης ιδιαίτερα αυξημένος. Από τη στιγμή που ανάμεσα στη θερμομονωτική στρώση και την επικάλυψη τοποθετείται μία πρόσθετη προστατευτική στρώση, δηλαδή ψευδοστέγη ή κρεμαστή μεμβράνη, χρειάζεται να τοποθετηθεί μια δευτερεύουσα στρώση εξαερισμού. Η προστασία της διατομής με την τοποθέτηση φράγματος υδρατμών είναι αναγκαία όταν πρόκειται για αεριζόμενες (μονοκέλυφες) στέγες, ενώ στις δικέλυφες κατασκευές το φράγμα υδρατμών και ο εξαερισμός συνυπάρχουν και λειτουργούν συμπληρωματικά.

2.6 Ο ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Ο αερισμός της στέγης είναι απαραίτητος για την εκτόνωση των διαχεόμενων υδρατμών και την αποφυγή της συμπύκνωσής τους.

Ο αέρας κυκλοφορεί ανάμεσα σε ανοίγματα εισαγωγής τα οποία είναι τοποθετημένα στα χαμηλά σημεία της περιμέτρου της στέγης, τις γραμμές απορροής και σε ανοίγματα απαγωγής που τοποθετούνται είτε στις γραμμές κορυφής, είτε σε ενδιάμεσες επιλεγμένες θέσεις των κεκλιμένων επιπέδων ή της κορυφής.

Τα ανοίγματα απαγωγής που είναι μεμονωμένα και διάσπαρτα δεν είναι τόσο αποτελεσματικά όσο οι συνεχόμενοι χώροι (διάκενα) με τις κατάλληλες διαστάσεις, που διανύουν το σύνολο της επιφάνειας.

Όταν επικρατεί **άπνοια**, η κίνηση του αέρα μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο αν κινηθούν τα βαρύτερα στρώματα του αέρα, κάτι που προκαλείται από θερμοκρασιακές διαφορές. Στις περιπτώσεις που η **κίνηση του αέρα είναι μικρή ή ανύπαρκτη**, δημιουργείται μία στάσιμη ποσότητα που μπορεί να λειτουργήσει σαν πρόσθετη θερμομόνωση και να προκαλέσει συμπύκνωση υδρατμών στην εσωτερική πλευρά του εξωτερικού κελύφους. Με αυτό τον τρόπο, η αεριζόμενη κατασκευή μετατρέπεται σε μη αεριζόμενη και είναι ένα σφάλμα που συνεπάγεται σοβαρές βλάβες. Ο διαρκής αερισμός της στέγης είναι απαραίτητος για την αποφυγή του φαινομένου αυτού.

Αν η διατομή δεν προστατεύεται αποτελεσματικά από τη διείσδυση των υδρατμών του εσωτερικού χώρου μπορεί να δημιουργηθούν παρόμοια προβλήματα. Στην περίπτωση αυτή, γεμίζει προοδευτικά ο χώρος του εξαερισμού με υδρατμούς. Όσο λιγότερο κινείται ο αέρας, τόσο γρηγορότερα γίνεται αυτή διαδικασία, κάτι που μπορεί να προκαλέσει τη συμπύκνωση στην κάτω επιφάνεια του ψυχρού εξωτερικού κελύφους. Όλα αυτά μπορεί να προκληθούν αν αυξήσουμε τη απόσταση ανάμεσα στα ανοίγματα εισαγωγής- απαγωγής.

Τα προαναφερθέντα προβλήματα εντοπίζονται περισσότερο σε περιοχές με δυσμενείς κλιματικές συνθήκες, όπως χαμηλές θερμοκρασίες και αυξημένη υγρασία, στις οποίες η συμπύκνωση των υδρατμών μπορεί να οδηγήσει σε σχηματισμό πάγου και απόφραξη του χώρου εξαερισμού, ή των ανοιγμάτων εισαγωγής.

Όταν η θερμοκρασία ανεβαίνει, μέρος του πάγου μετατρέπεται σε νερό, το οποίο μπορεί να εισχωρήσει προκαλώντας βλάβες, είτε στις υπόλοιπες στρώσεις της στέγης, είτε σε γειτονικά δομικά στοιχεία ή ακόμη και στο εσωτερικό του κτιρίου.

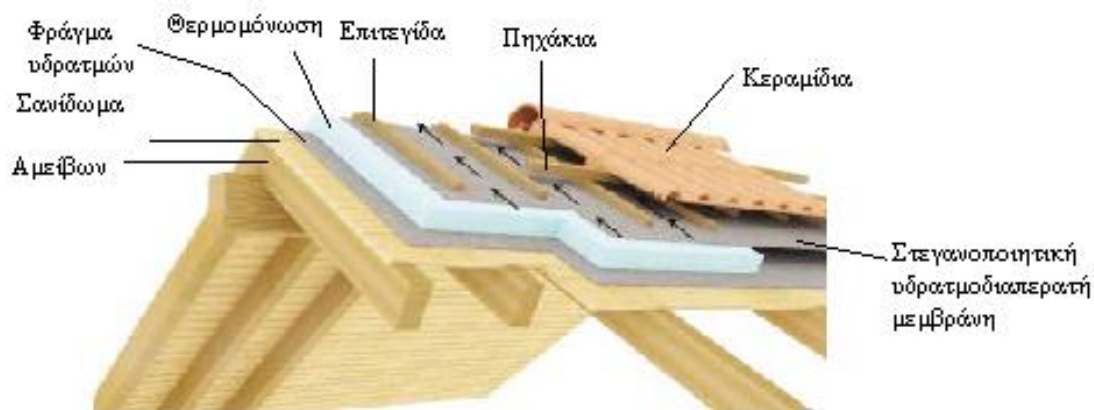
Σε περιοχές που επικρατούν **ισχυροί άνεμοι** υπάρχει κίνδυνος να εισχωρήσουν στη διατομή βροχή, χιόνι αλλά και σκόνη διαμέσου των ανοιγμάτων εισαγωγής-απαγωγής. Ιδιαίτερη σημασία έχει στις περιπτώσεις αυτές η αεροδυναμική συμπεριφορά του κτιρίου, αλλά ειδικότερα της στέγης. Πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτηση των ανοιγμάτων στις περιοχές συγκέντρωσης των ανεμοπιέσεων. Ανάλογη προσοχή απαιτεί και η κατασκευαστική διαμόρφωση των ειδικών στοιχείων (κεραμιδιών) απαγωγής.

Η **ταχύτητα** με την οποία μετακινείται ο **αέρας** στη στρώση **εξαερισμού** είναι ανάλογη με το ύψους της στέγης και αντιστρόφως ανάλογη με το πλάτος του αντίστοιχου κεκλιμένου επιπέδου. Η κατάλληλη μορφή των ανοιγμάτων εισαγωγής – απαγωγής και η εξασφάλιση ελάχιστου ύψους της στρώσης εξαερισμού είναι σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν τη διέλευση του αέρα χωρίς εμπόδια, με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ταχύτητα. Η συνολική διατομή των ανοιγμάτων απαγωγής πρέπει να είναι μεγαλύτερη από εκείνη των ανοιγμάτων εισαγωγής.¹

2.6.1 Λεπτομέρειες αερισμού στέγης

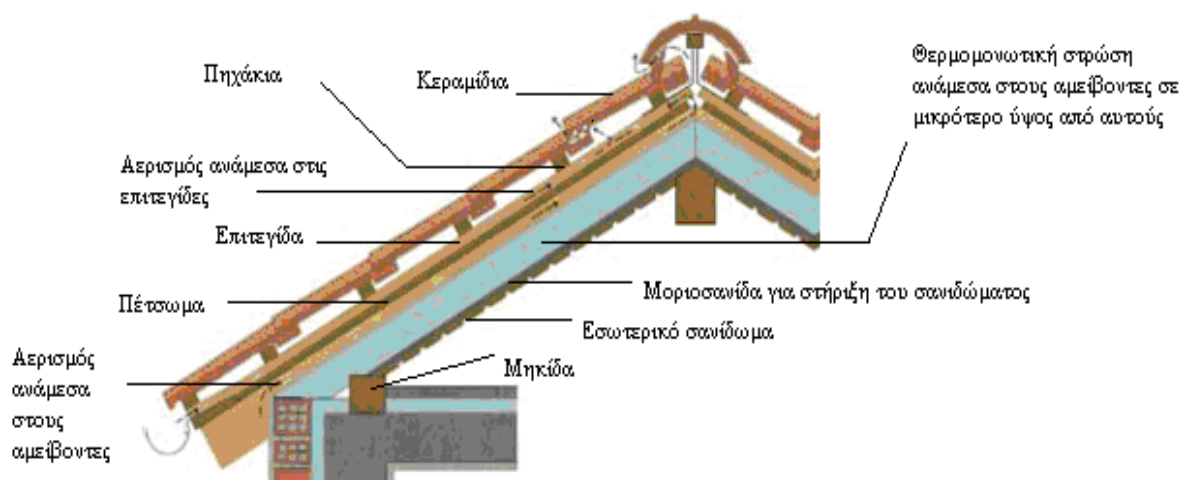
Σε περίπτωση που ο χώρος κάτω από το κεκλιμένο επίπεδο της στέγης είναι **κατοικήσιμος** και άρα η θερμομόνωση γίνεται στο επίπεδο των αμειβόντων, είναι απαραίτητο να γίνεται πρόβλεψη για χώρο αερισμού μεταξύ των στοιχείων του κεκλιμένου επιπέδου της στέγης και της επικάλυψης (**μικρός χώρος αερισμού**). Για το λόγο αυτό, κατά την εφαρμογή οποιουδήποτε υλικού επικάλυψης στο κεκλιμένο επίπεδο της στέγης πρέπει να προβλέπεται αερισμός στην κορυφογραμμή και στην περίμετρο της στέγης και επιπλέον αν το πλάτος της είναι μεγάλο, σε ενδιάμεσες γραμμές. Ο αερισμός γίνεται με την ελεύθερη τοποθέτηση των στοιχείων επικάλυψης στις γραμμές αυτές ή με τη χρήση ειδικών στοιχείων εξαερισμού.

¹ «κτίριο» τεχνικό περιοδικό τεύχος 98, σελ. 42



Εικόνα 33 Στέγη με ένα στρώμα αερισμού κάτω από τα κεραμίδια
(www.ktirio.gr)

Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν ο χώρος κάτω από το κεκλιμένο επίπεδο **δεν είναι κατοικήσιμος**, οπότε η θερμομόνωση γίνεται στο οριζόντιο επίπεδο πάνω από την οροφή, πρέπει να προβλέπονται ανοίγματα στην κορυφογραμμή και στις παρυφές της στέγης (**μεγάλος χώρος αερισμού**).



Εικόνα 34 Στέγη με αερισμό κάτω και πάνω από το σανίδωμα
(www.ktirio.gr)

Για να **αντέξουν στο χρόνο** όλα τα υλικά της ξύλινης στέγης και για την υγιεινή **του** κτιρίου πρέπει να γίνεται **αερισμός όλων των στοιχείων της**.

Η διατήρηση όλων των υλικών σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας εμποδίζει την υποβάθμισή τους και τις ανάγκες συντήρησης και αντικατάστασής τους. Συγκεκριμένα:

- Ο αερισμός του κεκλιμένου επιπέδου της στέγης εμποδίζει τη δημιουργία μικροοργανισμών που προκαλούν τη σήψη του.
- Ο αερισμός της επικάλυψης της στέγης διευκολύνει το στέγνωμα του υλικού επικάλυψης από τη βροχή και εμποδίζει τη θραύση του από τον παγετό.
- Ο αερισμός των θερμομονωτικών υλικών τα εμποδίζει να απορροφούν υγρασία, να συγκεντρώνουν μικροοργανισμούς και να χάνουν τη μονωτική τους ιδιότητα.
- Ο αερισμός του χώρου κάτω από τη στέγη εμποδίζει τη συγκέντρωση υδρατμών και τη συμπύκνωσή τους στην κάτω επιφάνεια της στέγης.

2.7 ΥΓΡΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Τα θερμοπροστατευτικά και τα υγραπροστατευτικά υλικά θα πρέπει να αντιμετωπίζονται σαν μια κατασκευαστική ενότητα. Η θερμομόνωση θα πρέπει να τοποθετείται στην **ψυχρή** πλευρά της διατομής, δηλαδή την εξωτερική.

Θα πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας στις μη αεριζόμενες στέγες γιατί αυτή μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα, αφού η διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών στο επίπεδο μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας της θερμομόνωσης και των εξωτερικών στρώσεων, αυξάνει την ποσότητα του συμπυκνώματος. Για τον ίδιο λόγο, κατά την αντίστροφη διάχυση από έξω προς τα μέσα κατά τη θερινή περίοδο, είναι δυνατόν να δημιουργηθεί πριν από το φράγμα υδρατμών νέα συμπύκνωση και να μειωθούν οι δυνατότητες αφύγρανσης της διατομής. Η θερμομονωτική ικανότητα της διατομής πρέπει να αυξάνεται από τον εσωτερικό χώρο προς τα έξω, σε αντίθεση με την αντίσταση υδρατμοπερατότητας των στρώσεων η οποία θα πρέπει να μειώνεται από μέσα προς τα έξω.

Όταν η θερμομόνωση είναι επαρκής δε θεωρείται απαραίτητος ο αναλυτικός υπολογισμός για συμπύκνωση λόγω διάχυσης υδρατμών όταν:

- σε μη αεριζόμενες στέγες τοποθετείται φράγμα υδρατμών , με ισοδύναμο πάχος αέρα $S_d > 100m$, κάτω ή ενδιάμεσα στη θερμομονωτική στρώση και η θερμομονωτική ικανότητα των στρώσεων κάτω από αυτό δεν υπερβαίνει στο 20% της συνολικής (σε σύνθετες διατομές οι απαιτήσεις αναφέρονται στις περιοχές ανάμεσα στους αμείβοντες).
- σε αεριζόμενες στέγες με κλίση $> 10^\circ$ (17%)
 - η επιφάνεια των ανοιγμάτων εισαγωγής στις γραμμές απορροής είναι 0,2% της αντίστοιχης κεκλιμένης επιφάνειας και οπωσδήποτε > 200 τετ. εκ. κατά μέτρο μήκους της αντίστοιχης γραμμής απορροής
 - τα ανοίγματα απαγωγής στην κορυφή είναι $> 0,05\%$ της συνολικής αντίστοιχης κεκλιμένης επιφάνειας
 - η ελεύθερη διατομή αερισμού πάνω από τη θερμομονωτική στρώση είναι > 200 τετ. εκ. για κάθε τρέχον μέτρο κάθετο στην κατεύθυνση του ρεύματος αερισμού και έχει ελάχιστο πραγματικό ύψος 2 εκατοστά

το ισοδύναμο πάχος αέρα (S_d) των στρώσεων κάτω από το χώρο αερισμού, σε αναλογία με το μήκος (α) των αμειβόντων είναι: για $\alpha < 10$ μέτ. $S_d > 2$ μέτ. , $\alpha < 15$ μέτ. $S_d > 5$ μέτ. , $\alpha > 15$ μέτ. $S_d > 10$ μέτ.¹

ΑΡΑ, το πρώτο πράγμα που πρέπει να καθορίσουμε για να σχεδιάσουμε μια κατασκευαστική λύση είναι το αν πρόκειται για αεριζόμενη διατομή ή μη.

Κατασκευάζουμε **αεριζόμενη διατομή** όταν:

- οι κλίσεις είναι αρκετά μεγάλες.
- το πλάτος των κεκλιμένων επιπέδων – και συνεπώς το μήκος των διάκενων εξαερισμού- είναι σχετικά μικρό (10-12 μέτρα).
- είναι σχετικά απλή η κάτοψη.
- εξασφαλίζεται ο μόνιμος επαρκής εξαερισμός της διατομής

Αντίθετα, **μη αεριζόμενη** επιλέγεται όταν:

- οι κλίσεις είναι μικρές.

¹ «κτίριο» τεχνικό περιοδικό τεύχος 98, σελ. 44

- οι κατόψεις είναι μεγάλες και πολύπλοκες,
- δεν είναι δυνατό να εξασφαλιστεί απρόσκοπτη λειτουργία του εξαερισμού της διατομής.
- φυσικά ή τεχνητά εμπόδια δημιουργούν δυσμενείς συνθήκες για την κίνηση αέρα γύρω από τη στέγη.

Σημαντικά σημεία που λαμβάνονται υπόψη για την **τελική επιλογή**:

- Οι **αεριζόμενες** διατομές μεταδίδουν πιο εύκολα τις εξωτερικές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο εσωτερικό.
- Επίσης, η υγρασία που μπορεί να δημιουργηθεί στο εσωτερικό τους, απομακρύνεται ευκολότερα, υπό την προϋπόθεση ότι ο εξαερισμός λειτουργεί μόνιμα και επαρκώς. Αν αυτό δεν μπορούμε να το εξασφαλίσουμε τότε διατρέχουμε σοβαρούς κινδύνους βλάβης.
- Αντίθετα, στις **μη αεριζόμενες** διατομές είναι πρακτικά αδύνατο να απομακρύνουμε την υγρασία που δημιουργείται στο εσωτερικό της διατομής. Προκειμένου να αποφευχθεί ενδεχόμενη βλάβη ή καταστροφή των ευαίσθητων στρώσεων πρέπει να προστατεύσουμε τη διατομή.
- Και στις δύο λύσεις η προστασία της διατομής έναντι του κινδύνου της διύγρανσης μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση φράγματος υδρατμών. Όσον αφορά τις **μη αεριζόμενες διατομές**, θα πρέπει να επιδιώκεται και η αδιαπερατότητα της εσωτερικής στρώσης από τον αέρα.
- Επίσης, η θερμοπροστατευτική και η υγροπροστατευτική λειτουργία της διατομής πρέπει να αντιμετωπίζονται ενιαία και τα υλικά να εκλέγονται ανάλογα. Είναι ιδιαίτερος σημαντική η αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας της διατομής από μέσα προς τα έξω και η αντίστοιχη μείωση της υδρατμοπερατότητας των στρώσεων.

2.8 ΦΡΑΓΜΑ ΥΔΡΑΤΜΩΝ

Στην περίπτωση όπου γίνεται υγροποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό κατασκευής, για να αποφευχθεί αυτό το φαινόμενο, πρέπει να τοποθετηθεί μια πρόσθετη στρώση, η οποία ονομάζεται **φράγμα υδρατμών, D-Sp**. Τα φράγματα

υδρατμών έχουν πολύ υψηλές τιμές της αντίστασης διαπίδυσης των υδρατμών, μ, που είναι δυνατόν να φτάσουν μέχρι και 100000.

Το φράγμα των υδρατμών προκαλεί πτώση της μερικής τάσης των υδρατμών και συμβάλλει ώστε η μερική τάση των υδρατμών να διατηρείται μικρότερη από την αντίστοιχη τάση των κορεσμένων υδρατμών και συνεπώς να μην γίνεται υγροποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό της κατασκευής.

Το φράγμα υδρατμών τοποθετείται πριν από τη στρώση στην οποία γίνεται η υγροποίηση των υδρατμών, κατά την κατεύθυνση της διαπίδυσης των υδρατμών.

Ως φράγματα υδρατμών χρησιμοποιούνται πλαστικοποιημένες μεμβράνες από άσφαλτο ή πίσσα, ασφαλτόχαρτα, πισσόχαρτα, ασφαλτόπανα, φύλλα από αλουμίνιο, φύλλα από πολυαιθυλένιο, πλαστικά υλικά με τη μορφή λωρίδων και πλαστικά χρώματα μη υδατοπερατά ή μεμβράνη από υδατοαπορροφητικό πύλημα για συγκράτηση υδρατμών (δυναμικό φράγμα υδρατμών)

Όταν σε κάποιο σημείο της κατασκευής όπου γίνεται υγροποίηση των υδρατμών, η θερμοκρασία είναι κάτω από το μηδέν, τότε δημιουργείται παγετός. Στην περίπτωση παγετού αναπτύσσονται διατμηματικές τάσεις μέσα στην κατασκευή, οι οποίες είναι δυνατόν να επιφέρουν μέχρι και διάρρηξη της κατασκευής.

Συνεπώς, πρέπει να λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα μέτρα ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση παγετού μέσα στην κατασκευή.¹

2.8.1 Χρήση του φράγματος υδρατμών

Βάσει των εθνικών κανονισμών προβλέπεται υποχρεωτικά η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών σε όλα τα θερμομονωτικά υλικά όταν είναι ινώδη. Για την ορθή λειτουργία της συμβατικής υγρομόνωσης ακόμη και όταν τα θερμομονωτικά είναι κλειστής δομής (εξηλασμένη πολυστερίνη), τοποθετείται στρώση διάχυσης υδρατμών, ακολουθεί φράγμα υδρατμών με ασφαλική μεμβράνη με ενδιάμεσο φορέα φύλλο αλουμινίου, στη συνέχεια έπεται η θερμομόνωση και τέλος ακολουθεί η στεγανοποίηση μετά την εφαρμογή στρώσης διάχυσης υδρατμών σε συνδυασμό με εξαερισμό.

¹ Τεχνικά Υλικά τόμος 2, σελ. 40 Κορωνάιος, Πουλάκος, εκδόσεις ΕΜΠ 2005

2.8.2 Πότε δεν προβλέπεται η χρήση φράγματος υδρατμών;

Κατά τη χρήση θερμομονωτικών ελαφροσκυροδεμάτων λόγω της υψηλής διαπνοής τους και όταν ο συντελεστής διάχυσης υδρατμών είναι $\mu < 25$ δεν απαιτείται φράγμα υδρατμών. Στην τελευταία προς τα άνω στρώση είναι σχεδόν πάντα υποχρεωτική η παράλληλη χρήση στρώσης διάχυσης υδρατμών σε συνδυασμό με εξαερισμό, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση φράγματος υδρατμών λόγω της υψηλής διαπνοής των υλικών.¹

2.8.3 Πότε χρησιμοποιείται η στρώση διάχυσης υδρατμών;

Σε κάθε περίπτωση όταν η υγραμετρία των κάτω χώρων είναι μεγαλύτερη των 5 gr/m^3 τοποθετείται κάτωθεν του θερμομονωτικού (ανεξαρτήτως υλικού) η στρώση διάχυσης υδρατμών σε συνδυασμό με εξαερισμό. Στη συνέχεια, πρέπει να επικολληθεί πάνω σ' αυτή το φράγμα υδρατμών και μετά ακολουθεί το θερμομονωτικό υλικό και η στεγανωτική στρώση. Στρώση διάχυσης υδρατμών σε συνδυασμό με εξαερισμό τοποθετείται επίσης όταν απαιτείται απομάκρυνση της υγρασίας από στρώση που έχει διαποτισθεί με νερό και δεν υπάρχει χρόνος για στέγνωμα καθώς απαιτείται η συνέχιση των εργασιών του δώματος (χρήση θερμομονωτικών ελαφροσκυροδεμάτων). Η στρώση διάχυσης υδρατμών είναι δυνατό να αποτελείται από διάτρητη ασφαλική μεμβράνη οξειδωμένης ασφάλτου.

2.8.4 Δυναμικό φράγμα υδρατμών

Το δυναμικό φράγμα υδρατμών είναι ένα νέο τεχνολογικό υλικό που έχει τη δυνατότητα ανάλογα με την υγραμετρία του χώρου να λειτουργεί είτε ως κλασσικό φράγμα υδρατμών όταν η υγραμετρία του κάτω χώρου είναι χαμηλή, είτε ως ατμοδιαπερατή μεμβράνη διάχυσης υδρατμών όταν η υγραμετρία του κάτω χώρου είναι υψηλή. Αποτελείται από υδατοαπορροφητικό πήλιμα μερικώς επικαλυμμένου με πλαστικές λωρίδες. Χρησιμοποιείται κάτω από τη θερμομόνωση σε δώματα, ξύλινες κεραμοσκεπές και σε μεταλλικές οροφές χωρίς σφραγισμένες ενώσεις.

¹ <http://www.tekto.gr>

Το δυναμικό φράγμα υδρατμών είναι ένα βιοκλιματικό υλικό που βελτιώνει την ενεργειακή συμπεριφορά της κατασκευής.¹

2.9 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

2.9.1 Βασικές Ορολογίες

ΜΟΝΑΔΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Ως μονάδα μέτρησης της θερμότητας ορίζεται η **χιλιοθερμίδα (Kcal)**, η οποία είναι η ποσότητα της θερμότητας που απαιτείται για να θερμανθεί 1 Kg νερού σε ατμοσφαιρική πίεση κατά μία μονάδα θερμότητας και συγκεκριμένα από τους 14,5⁰C στους 15,5⁰C. Η ενέργεια μετράται επίσης σε τζάουλ (**J**) και σε βατώρες (**W*h**). Η αντιστοιχία μεταξύ των μονάδων αυτών είναι : **1 Kcal = 4.186,8 J = 1,163 W*h**. Με τον όρο θερμότητα νοείται η θερμική ενέργεια.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ , λ

Ο **συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας** δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια 1m² και πάχος 1m, όταν η πτώση της θερμοκρασίας προς την κατεύθυνση της ροής της θερμότητας (διαφορά θερμοκρασίας των δύο επιφανειών) είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση, δηλαδή η θερμοκρασία τοπικά παραμένει σταθερή με το χρόνο. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μετράται σε βατ ανά μέτρο και βαθμό Κέλβιν (**W / m*K**).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ , λ

Ο **συντελεστής θερμοδιαφυγής** δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια 1m² και πάχος d m, όταν μεταξύ των δύο επιφανειών υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν

¹ <http://www.tekto.gr>

και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμοδιαφυγής μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν

$(\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Για ομοιογενή υλικά είναι :

$$\Lambda = \lambda / d$$

λ σε $(\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K})$ (1)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ , $1/\Lambda$

Ως **αντίσταση θερμοδιαφυγής** ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμοδιαφυγής. Η αντίσταση θερμοδιαφυγής μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ, α

Ο **συντελεστής θερμικής μεταβίβασης** δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία μεταβιβάζεται σε 1 ώρα μεταξύ στοιχείου της κατασκευής, που έχει επιφάνεια 1m^2 και του αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή μ' αυτό, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$).

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ , $1/\alpha$

Ως **αντίσταση θερμικής μεταβίβασης** ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμικής μεταβίβασης. Η αντίσταση θερμικής μεταβίβασης μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ , K

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια 1m^2 της κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα, που βρίσκεται στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής, είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$).

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ , 1/K

Ως αντίσταση θερμοπερατότητας ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμοπερατότητας. Η αντίσταση θερμοπερατότητας μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$).¹

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ, R

Είναι η αντίσταση των στοιχείων στη ροή θερμότητας διαμέσου ομοιογενούς υλικού για διαφορά θερμοκρασίας στις δυο πλευρές του στοιχείου 10K . ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$)

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ, Rsi

Είναι η αντίσταση στη ροή θερμότητας πάνω στην εσωτερική επιφάνεια του κατασκευαστικού στοιχείου. ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$)

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ, Rse

Είναι η αντίσταση στη ροή θερμότητας πάνω στην εξωτερική επιφάνεια του κατασκευαστικού στοιχείου. ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$)

¹ Βλ. Τεχνικά Υλικά τόμος 2, σελίδες 5-6 Κορωναίος , Πουλάκος, εκδόσεις ΕΜΠ 2005

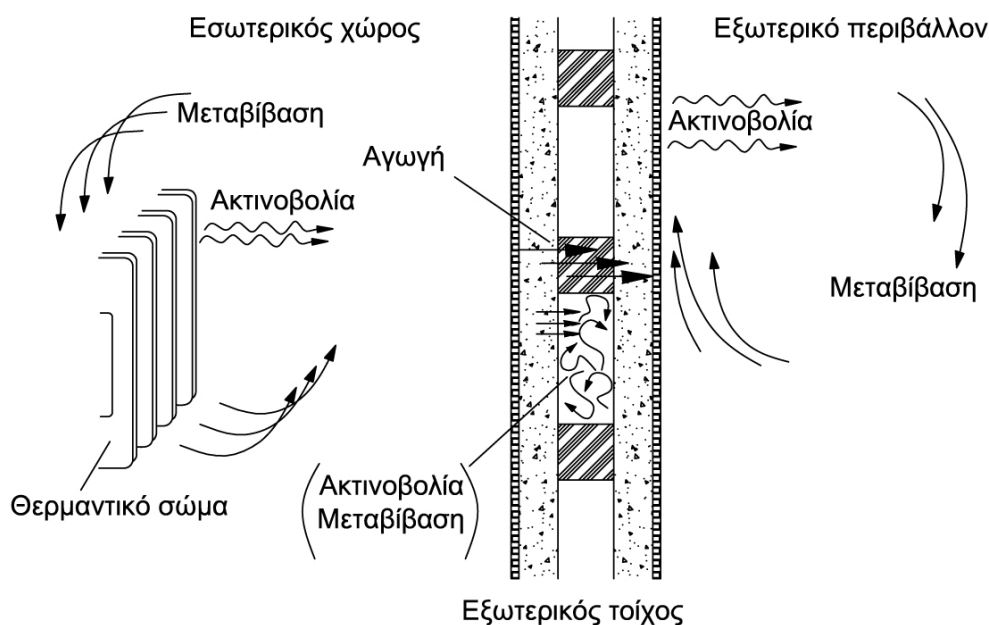
ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑ

Είναι το τμήμα ενός κατασκευαστικού στοιχείου που ο βαθμός θερμομόνωσης του υπολείπεται σημαντικά της μέσης συνολικής τιμής του στοιχείου.

2.9.2 Βασικές μαθηματικές αρχές θερμομόνωσης

Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας στο χώρο

Η θερμότητα μεταδίδεται στο χώρο με τρεις διαφορετικούς τρόπους. Με αγωγή, με μεταβίβαση και με ακτινοβολία (εικόνα 35).¹



Εικόνα 35 Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας στο χώρο

Α) Μεταφορά θερμότητας με αγωγή

Η θερμότητα μεταδίδεται δια μέσου της μάζας των σωμάτων. Η δυσκολία της μεταφοράς της θερμότητας δια μέσου των σωμάτων, εξαρτάται από την αγωγιμότητα του σώματος. Καλοί αγωγοί της θερμότητας είναι για παράδειγμα τα μέταλλα, ενώ κακοί αγωγοί είναι τα πλαστικά, το ξύλο και ο αέρας.

¹ Βλ. Τεχνικά υλικά, τόμος 2, σελ. 7-9, Κορωναίος, Πουλάκος, εκδόσεις ΕΜΠ 2005

Η μεταφορά με αγωγή συνεπάγεται απώλειες θερμότητας από ένα κτήριο. Οι απώλειες αυτές μπορούν να μειωθούν με τη χρήση μονωτικών υλικών. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/m*K) των υλικών είναι δείκτης της ικανότητας μεταφοράς θερμότητας των υλικών δια μέσου της μάζας τους. Το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται από πέτασμα με συγκεκριμένη επιφάνεια για δεδομένο πάχος διατυπώνεται ως εξής:

$$Q = (\lambda/d)*F*(t_1-t_2)*z$$

Όπου:

Q: Η ποσότητα της θερμότητας η οποία διέρχεται σε μια ώρα από τη μια πλευρά στην άλλη

λ : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού

F: το εμβαδόν της επιφάνειας

t_1 : θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας της κατασκευής

t_2 : θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας της κατασκευής

d: το πάχος του υλικού

z: ο χρόνος ροής της θερμότητας

Η εξίσωση αυτή είναι γνωστή ως νόμος μεταφοράς του Fourier.

B)Μεταφορά θερμότητας με θερμική μεταβίβαση (συναγωγή)

Η θερμότητα σε ένα ρευστό μεταφέρεται και μέσω της μάζας του με την κίνησή του. Αν η κίνηση γίνεται σε φυσικό μέσο όπου υπάρχουν θερμοκρασιακές διαφορές (ο κρύος αέρας κινείται προς τα κάτω ενώ ο ζεστός αέρας κινείται προς τα πάνω) την κίνηση αυτή την ονομάζουμε φυσική διάχυση, ενώ αν η κίνηση γίνεται βεβιασμένα (ανεμιστήρες, ανεμοπίεση) την ονομάζουμε βίαιη διάχυση.

Μεταφορά με θερμική μεταβίβαση παρατηρείται και μεταξύ ρευστού με στερεό σώμα. Έτσι, παρατηρείται μεταφορά με θερμική μεταβίβαση από ένα αέριο στην τοιχοποιία.

Το ποσό της μεταφερόμενης ενέργειας υπολογίζεται ως εξής:

$$Q = (\lambda_{\text{αέρα}}/x) * F * (t_{Li} - t_1)$$

Επειδή δεν μπορεί να προσδιοριστεί το πάχος του στρώματος στο οποίο γίνεται η διάχυση θερμότητας, ο παράγοντας λ/x αντικαθίσταται με ένα διορθωτικό συντελεστή α ($W/m^2 * K$) που ονομάζεται συντελεστής θερμικής μεταβιβάσεως και εξαρτάται από την κινητική κατάσταση του αέρα.

Η μεταφορά της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το περιβάλλον διατυπώνεται ως εξής:

$$Q = K * F * (t_{Li} - t_{La}) * Z = a_i * F * (t_{Li} - t_1) * z = (\lambda/d) * F * (t_1 - t_2) * z \Rightarrow$$

$$Q = \alpha \alpha * F * (t_2 - t_{La}) * z t_{La} * z$$

Όπου:

Q: το ποσό θερμότητας που διέρχεται σε μια ώρα από τον εσωτερικό χώρο στο περιβάλλον

K: ο συντελεστής θερμοπερατότητας του απλού μέλους κατασκευής

λ : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού

F: το εμβαδόν της επιφάνειας

α : ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης (I εσωτερικού χώρου, α εξωτερικού χώρου)

t_{Li} : η θερμοκρασία στο εσωτερικό του χώρου

t_{La} : η θερμοκρασία περιβάλλοντος

t_1 : θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας της κατασκευής

t_2 : θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας της κατασκευής

d: το πάχος του υλικού

z: ο χρόνος ροής της θερμότητας

Γ)Μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία

Όλα τα σώματα εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία η οποία εξαρτάται από τη θερμοκρασία που βρίσκονται, το συντελεστή εκπομπής τους και διάφορες άλλες παραμέτρους. Η ηλιακή ενέργεια φτάνει στη γη αποκλειστικά αποκλειστικά με αυτό τον τρόπο μεταφοράς. Η μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία μεταδίδεται με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και δεν απαιτείται η παρουσία ενός ενδιάμεσου μέσου. Όταν η ακτινοβολία προσπέσει σε ένα άλλο σώμα ή θα απορροφηθεί ή θα ανακλαστεί ή θα μεταφερθεί. Η θερμότητά που απορροφάται εμφανίζεται ως αύξηση θερμοκρασίας ενός σώματος. Η ενέργεια που εκπέμπεται από ένα σώμα εκφράζεται ως εξής:

$$q = \varepsilon \cdot \sigma (T_1^4 - T_2^4)$$

όπου:

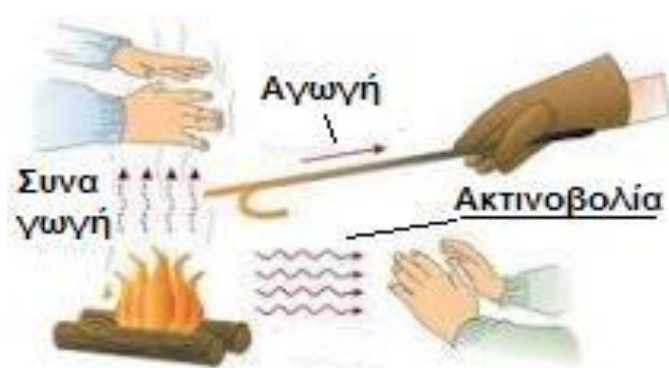
q: η εκπεμπόμενη ενέργεια (W/m²)

ε: ο συντελεστής εκπομπής υλικού

σ: η σταθερά Stephan Boltzmann

T: η απόλυτη θερμοκρασία ⁰K

Η εξίσωση αυτή είναι γνωστή ως νόμος των Stephan – Boltzmann.



Εικόνα 36 Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας στο χώρο
(<http://www.mcit.gov.cy>)

2.9.3 Κανονισμός θερμομόνωσης

Οδηγίες για σύνταξη μελετών θερμομόνωσης¹

α) Η αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda$ ενός δομικού στοιχείου προκύπτει από την έκφραση:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

,όπου d_1, d_2, \dots, d_n τα πάχη (σε m) των στρώσεων των υλικών και $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ οι αντίστοιχοι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας (σε kcal/m²h⁰C ή W/mK).

β) Η αντίσταση θερμοπερατότητας $1/k$ ορίζεται σαν άθροισμα των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης προς τον αέρα και της αντίστασης θερμοδιαφυγής:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{a_a}$$

όπου a_i και a_a βρίσκονται από Πίνακα του κανονισμού θερμομόνωσης.

γ) Ορίζεται ως μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας k_m του κτιρίου:

$$k_m = \frac{k_w * F_w + k_f * F_f + k_d * F_d + k_g * F_g + k_{dl} * F_{dl}}{F}$$

όπου k_w, k_f, k_d, k_g και k_{dl} είναι οι συντελεστές θερμοπερατότητας που αντιστοιχούν στις επιφάνειες εξωτερικών τοιχωμάτων, παραθύρων, ορόφων, δαπέδων και pilotis.

Το άθροισμα τους συνιστά τη συνολική επιφάνεια F .

Ισχύουν οι ακόλουθοι περιορισμοί:

$$k_m(w,f) = \frac{k_w * F_w + k_f * F_f}{F_w + F_f} \leq 1.6 \text{ για κάθε όροφο}$$

$$K_w = \sum K_i * F_i$$

¹ Βλ. <http://trans.dei.gr>

$$F_w$$

Η τιμή αυτή θα πρέπει να είναι μικρότερη από 0.6 για κάθε προσανατολισμό

δ) Συντελεστής θερμικής μεταβίβασης

Ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης α εξαρτάται από την πυκνότητα, το ιξώδες και την ταχύτητα του αέρα κοντά στις επιφάνειες της κατασκευής. Είναι διαφορετικός για κατακόρυφες και οριζόντιες επιφάνειες και στην τελευταία περίπτωση εξαρτάται από την κατεύθυνση μεταβίβασης της θερμότητας. Σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης:

1. Στις εσωτερικές πλευρές κλειστών χώρων με φυσική κίνηση αέρα:

α) Επιφάνειες τοίχων, εσωτερικά παράθυρα, εξωτερικά παράθυρα: $\alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

β) Δάπεδα και οροφές σε περίπτωση θερμικής μεταβίβασης, από:

I. Κάτω προς τα πάνω $\alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

II. Πάνω προς τα κάτω $\alpha_i = 5,81 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Επιτρεπτά όρια μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου k_m :

α) αν $K_m \leq K_{max}$, η θερμομόνωση είναι αποδεκτή βάσει του κανονισμού θερμομόνωσης.

β) αν το $K_m > K_{max}$, πρέπει να επαναπροσδιορίσουμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας k των διαφόρων δομικών στοιχείων ή να μειώσουμε την επιφάνεια των ανοιγμάτων ή να μειώσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητάς τους (αυξάνοντας τη μόνωση στις τοιχοποιίες- δάπεδα- οροφές ή επιλέγοντας διπλά τζάμια για τα ανοίγματα).

Τα επιμέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου υπό μελέτη νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου πρέπει να πληρούν τις τιμές του παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1

Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας (άρθρο 8, υπουργείο περιβάλλοντος, ενέργειας και κλιματικής αλλαγής)

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας ($W/m^2 \cdot K$)			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	k_p	0,50	0,40	0,35	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον αέρα	k_w	0,80	0,50	0,44	0,33
Δάπεδα χώρων διαμονής σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	k_{dl}	0,50	0,40	0,40	0,30
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	k_g	1,50	1,00	0,38	0,35
Διαχωριστικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	k_{we}	1,50	1,00	0,70	0,50
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κ.α.)	k_f	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	k_{gf}	1,80	1,80	1,80	1,80

Η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που δίνονται στον παρακάτω πίνακα και σχήμα:

Πίνακας 2

Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη
(άρθρο 8, υπουργείο περιβάλλοντος, ενέργειας και κλιματικής αλλαγής)

F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (k _m) σε (W/m ² *K)			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,32	1,00	0,80	0,65
0,3	1,23	0,94	0,75	0,62
0,4	1,15	0,89	0,71	0,58
0,5	1,08	0,84	0,66	0,55
0,6	1,02	0,79	0,63	0,51
0,7	0,97	0,74	0,59	0,49
0,8	0,94	0,71	0,57	0,47
0,9	0,92	0,69	0,54	0,45
≥ 1,0	0,91	0,67	0,52	0,43

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

Γενικά, ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου γίνεται για κάθε ένα δομικό στοιχείο ξεχωριστά (τοίχοι, πατώματα, οροφές και στέγες), σύμφωνα με το πρότυπο CYS EN ISO 6946: 2007.¹

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας αεριζόμενης μη θερμαινόμενης στέγης

Στην περίπτωση αεριζόμενης στέγης με θερμομονωμένη την οριζόντια επιφάνεια, η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα που περικλείεται μεταξύ της κεκλιμένης

¹ Βλ. <http://www.mcit.gov.cy>

οροφής και της οριζόντιας επιφάνειας (R_u) θα πρέπει να συνυπολογιστεί στην πιο κάτω σχέση:

$$U_i = 1 / (R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_u + R_{se})$$

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας αεριζόμενης μη θερμαινόμενης στέγης

Πίνακας 3 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας αεριζόμενης μη θερμαινόμενης στέγης

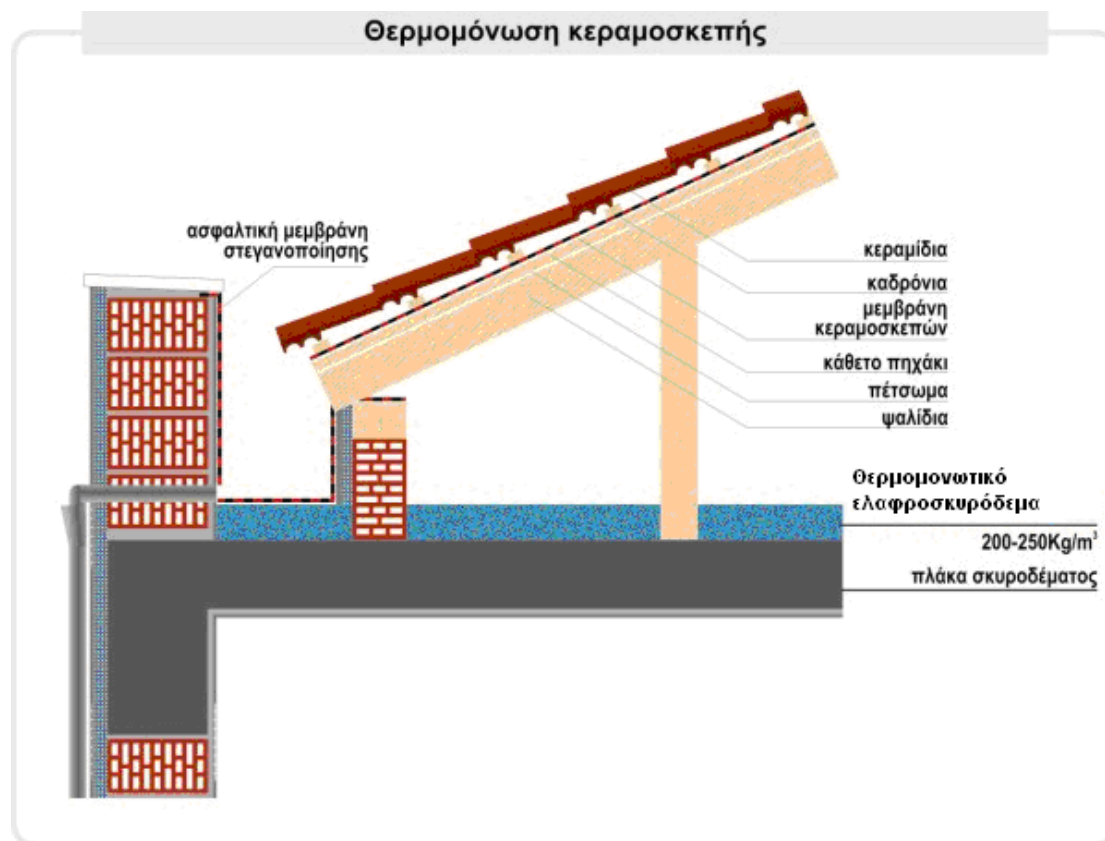
Χαρακτηριστικά της στέγης	R_u ($m^2 \cdot K / W$)
1 Στέγη με κεραμίδια τοποθετημένα απ' ευθείας σε μορίνες χωρίς πύλημα (τσόχα) ή πλακάτζ	0,06
2 Στέγη με κεραμίδια τοποθετημένα με πύλημα (τσόχα) ή πλακάτζ	0,2
3 Όπως στο 2 αλλά με επιφάνεια επικαλυμμένη από αλουμίνιο ή άλλη επιφάνεια χαμηλής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (lowemissivity)	0,3
4 Στέγη με επικάλυψη από πύλημα (τσόχα) ή πλακάτζ	0,3

Οι τιμές στον πιο πάνω πίνακα συμπεριλαμβάνουν την θερμική αντίσταση του αεριζόμενου χώρου καθώς και την θερμική αντίσταση της κεκλιμένης κατασκευής της οροφής. Δεν περιλαμβάνει την εξωτερική επιφανειακή θερμική αντίσταση (R_{se}).

(<http://www.mcit.gov.cy>)

3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

3.1 ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ;



Εικόνα 37 Θερμομόνωση κεραμοσκεπής

Πίνακας 4 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (κεραμοσκεπή)

ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΠΑΧΟΣ	λ	R
	(kg/m ³)	(m)	(W/mK)	(m ² K/W)
Επίχρισμα εσωτερικό	1800,00	0,025	0,870	0,029
Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400,00	0,150	2,030	0,074
Θερμομονωτικό ελαφροσκυρόδεμα	250,00	0,100	0,067	1,493
Σύνολο		0,275		1,595
U (W/m ² K)	0,627	≤ 0,75*		

*Απαιτήσεις συντελεστή θερμοπερατότητας για τις κλιματικές ζώνες : **$A' \leq 1.20$, $B' \leq 0.90$, $\Gamma' \leq 0.75$, $\Delta' \leq 0.70$**

Για να εξασφαλιστεί η θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου του κτιρίου πρέπει η ξύλινη στέγη να θερμομονώνεται. Ως θερμομονωτικά υλικά χρησιμοποιούνται συνήθως ινώδη υλικά σε μορφή παπλώματος π.χ. υαλοβάμβακας και άκαμπτες ή ημιάκαμπτες πλάκες π.χ. από πολυστερίνη ή πολυουρεθάνη.

Όταν ο χώρος στο εσωτερικό του φορέα της στέγης **δεν είναι κατοικήσιμος**, η θερμομόνωση τοποθετείται **πάνω ή κάτω** από τη διαχωριστική επιφάνεια που αποτελεί το δάπεδο της σοφίτας και την οροφή του κατοικημένου χώρου.

Όμως, αν ο χώρος στο εσωτερικό του φορέα της στέγης **είναι κατοικήσιμος**, τότε η θερμομόνωση τοποθετείται **στο επίπεδο των αμειβόντων**. Αυτή καταλαμβάνει συνήθως τους χώρους μεταξύ των αμειβόντων, αφήνοντάς τους εσωτερικά εμφανείς ή τους επικαλύπτει (**εσωτερική θερμομόνωση**). Μπορεί εξάλλου το θερμομονωτικό υλικό να τοποθετηθεί πάνω από τους αμειβόντες (**εξωτερική θερμομόνωση**). Η κάτω πλευρά της θερμομονωτικής στρώσης πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία που προέρχεται από τον εσωτερικό χώρο με τοποθέτηση φράγματος υδρατμών.

Είτε ο χώρος προβλέπεται να είναι κατοικήσιμος είτε όχι πρέπει να γίνεται καλός αερισμός στη στέγη ώστε να διατηρείται ο ξύλινος φορέας σε καλή κατάσταση και να αποφεύγεται η υγρασία από τη συμπύκνωση των υδρατμών του εσωτερικού χώρου στην επιφάνεια της στέγης. Η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών βελτιώνει ακόμη τη γενική στρώση της στέγης και μειώνει την κίνηση του αέρα στο εσωτερικό του φορέα της στέγης.

3.1.1 Θερμομόνωση στο επίπεδο της οροφής

Η θερμομόνωση γίνεται στο επίπεδο της οροφής όταν ο χώρος μεταξύ του φορέα της στέγης και της οροφής του εσωτερικού χώρου **δεν προορίζεται να είναι κατοικήσιμος**. Τότε η θερμομόνωση τοποθετείται στο επίπεδο της οροφής του

κατοικημένου χώρου. Αν η θερμομόνωση τοποθετούνταν στο επίπεδο των αμειβόντων ο ακατοίκητος χώρος κάτω από το φορέα της στέγης θα εξασφάλιζε θερμική άνεση στον τελευταίο κατοικημένο όροφο, κάτι όμως που δε θα συνέφερε οικονομικά.

Η οροφή του κατοικημένου χώρου μπορεί να διαμορφωθεί είτε από πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος, όπως συνήθως συμβαίνει στην Ελλάδα, είτε από ξύλινη κατασκευή. Η πλάκα σκυροδέματος έχει από τη φύση της μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα σε σύγκριση με την ξύλινη κατασκευή και άρα το πάχος της θερμομονωτικής στρώσης που χρειάζεται είναι πιο περιορισμένο. Εξάλλου, μια ξύλινη κατασκευή χρειάζεται πρόσθετα μέτρα πυροπροστασίας. Έτσι, η ξύλινη κατασκευή ως διαχωριστική επιφάνεια αποτελεί μια πιο δαπανηρή λύση και εφαρμόζεται συνηθέστερα σε περιπτώσεις ανακαίνισης κτιρίων στα οποία ο χώρος κάτω από το φορέα της στέγης ανήκε στο παρελθόν στο λειτουργικό χώρο του τελευταίου ορόφου.

Η θερμομόνωση της διαχωριστικής επιφάνειας μπορεί να γίνει με μονωτικά παπλώματα ή πλάκες οι οποίες μπορεί να είναι σκληρές ή ημίσκληρες ή ακόμη με την επίστρωση μονωτικού σκυροδέματος ή με την απλή έγχυση μονωτικού υλικού σε κόκκους (περλίτη, βερμικουλίτη κ.ά.)

Αν η διαχωριστική επιφάνεια δεν είναι βατή, τότε επιλέγεται συνήθως η λύση των μονωτικών παπλωμάτων. Αντίθετα, αν η επιφάνεια είναι βατή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σκληρές πλάκες σε ολόκληρη επιφάνεια ή να διαμορφωθούν απλώς οι απαραίτητοι βατοί διάδρομοι.

Στις πλάκες σκυροδέματος, τα παπλώματα ή πλάκες τοποθετούνται ελεύθερα χωρίς να αφήνονται κενά μεταξύ τους. Στις ξύλινες διαχωριστικές επιφάνειες, αν οι αποστάσεις των ξύλινων δοκίδων είναι μικρές, επιστρώνεται συνήθως μονωτικό πάπλωμα κάθετα προς αυτές, έτσι ώστε να τις επικαλύπτει. Αν οι αποστάσεις είναι μεγάλες, επιστρώνεται πάπλωμα ή πλάκες μεταξύ τους. Για να είναι αποτελεσματική η κατασκευή της θερμομονωτικής στρώσης πρέπει πάντα:

- Οι αρμοί μεταξύ των τεμαχίων του μονωτικού και με τα δομικά στοιχεία του κτιρίου να στεγανώνονται.

- Να υπάρχει συνέχεια στη μόνωση του κελύφους του κτιρίου.
- Οι συναρμογές της μόνωσης με τα στοιχεία του κτιρίου που τη διαπερνούν π.χ. καπνοδόχοι, σωληνώσεις κ.τ.λ. να μονώνονται χωριστά

Ενδέχεται να χρειάζεται τοποθέτηση δεύτερης στρώσης μονωτικού υλικού, η οποία τοποθετείται κάθετα προς την πρώτη και με τρόπο ώστε να επικαλύπτει τους αρμούς της.

Η επίστρωση της διαχωριστικής επιφάνειας με μονωτικό σκυρόδεμα εξασφαλίζει καλύτερη συνέχεια και προσαρμογή της μονωτικής στρώσης, ενώ η έγχυση μονωτικών υλικών σε κόκκους αποτελεί μια απλή και οικονομική επιλογή για ξύλινα δάπεδα. Νέες τεχνολογίες περιλαμβάνουν την εμφύσηση ορυκτών ινών ή ινών ξύλου πάνω στη διαχωριστική επιφάνεια, διαδικασίες που εκτελούνται από εξειδικευμένο προσωπικό.

Η κατασκευή της θερμομονωτικής στρώσης μπορεί εξάλλου να γίνει και κάτω από τη διαχωριστική επιφάνεια του φορέα της στέγης, προς την πλευρά του θερμαινόμενου χώρου.

Σκληρές ή ημίσκληρες μονωτικές πλάκες μπορεί να στερεωθούν στη διαχωριστική επιφάνεια με τρόπο ανάλογο προς το υλικό της και στη συνέχεια να επικαλυφθούν με διακοσμητικά πανό επικάλυψης. Στη σύγχρονη αγορά υπάρχουν επίσης σύνθετα υλικά από μονωτικές πλάκες με ενσωματωμένη διακοσμητική επικάλυψη. Επειδή η πιθανότητα συγκέντρωσης υγρασίας από συγκέντρωση υδρατμών μεταξύ της διαχωριστικής επιφάνειας και του μονωτικού υλικού είναι μεγάλη, ο εσωτερικός χώρος είναι απαραίτητο να αερίζεται καλά.

Στην περίπτωση κατασκευής ψευδοροφής, η μονωτική στρώση επικάθεται πάνω στα πανό ψευδοροφής.

3.1.2 Κατασκευή θερμομόνωσης σε ξύλινη στέγη

I) Εξωτερική θερμομόνωση ξύλινης στέγης

Η θερμομόνωση σε μια ξύλινη στέγη με κλίση, που ο χώρος κάτω απ' αυτήν **κατοικείται**, είναι δυνατόν να γίνει με τοποθέτηση της μονωτικής στρώσης στο εξωτερικό μέρος της. Στην περίπτωση αυτή θα χρησιμοποιηθούν μονωτικές πλάκες

συνδυασμένες με πέτσωμα από σανίδες ή σύνθετες προκατασκευασμένες πλάκες που θα τοποθετηθούν πάνω στους αμείβοντες.

Η **εξωτερική μόνωση** εφαρμόζεται τόσο σε **νέες κατασκευές** όσο και στην **ανακαίνιση** υφισταμένων **κτιρίων**, με την προϋπόθεση ότι ο ξύλινος σκελετός βρίσκεται σε καλή κατάσταση για να δεχτεί το πρόσθετο βάρος. Σε κατασκευές της στέγης όπως είναι οι καπνοδόχοι ή οι φεγγίτες θα πρέπει να μη δημιουργείται πρόβλημα με το πρόσθετο πάχος του μονωτικού και των σχετικών κατασκευών στήριξης.

Όταν αναφερόμαστε σε εξωτερική θερμομόνωση εννοούμε συμβατικού τύπου ή ανεστραμμένου. Η διαφορά τους έγκειται στη θέση της θερμομονωτικής σε σχέση με τη στεγανωτική στρώση, όπως και στη θερμομόνωση δώματος.

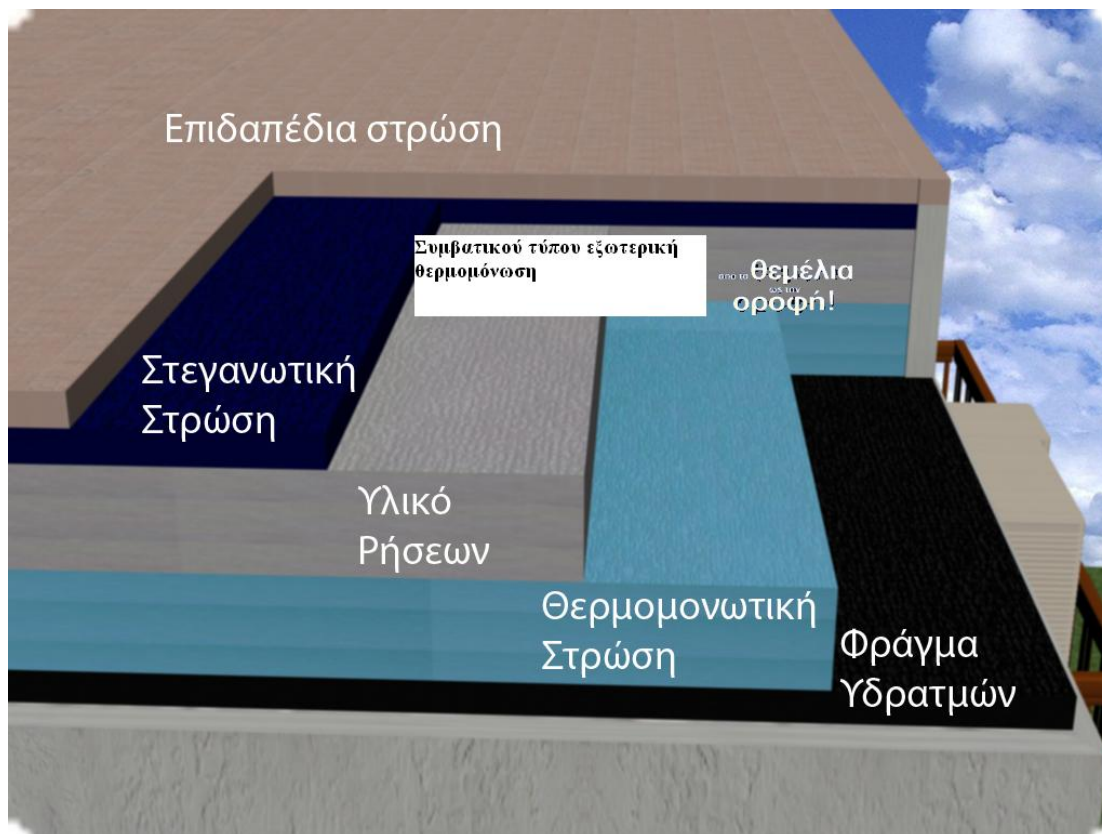
Όταν η στέγη είναι ξύλινη, ο φορέας καλύπτεται με ξύλινο υπόστρωμα (πέτσωμα), το οποίο καρφώνεται **πάνω στους αμείβοντες**. Επάνω σ' αυτό συγκολλείται ή καρφώνεται μία μεμβράνη που θα χρησιμεύσει ως φράγμα υδρατμών όταν ο τύπος της θερμομόνωσης είναι **συμβατικός**. Όταν ο τύπος είναι **ανεστραμμένος**, η μεμβράνη αυτή λειτουργεί ταυτόχρονα και ως στεγανοποιητική στρώση.

A) Τοποθέτηση συμβατικού τύπου εξωτερικής θερμομόνωσης στέγης

Στην ξύλινη στέγη ο φορέας καλύπτεται με ξύλινο υπόστρωμα (πέτσωμα), το οποίο καρφώνεται πάνω στους αμείβοντες. Επάνω στο πέτσωμα συγκολλείται ή καρφώνεται μια μεμβράνη που θα χρησιμεύσει ως φράγμα υδρατμών. Με ξύλινα καδρόνια διαμορφώνεται ένας κάρναβος, στα ενδιάμεσα κενά του οποίου τοποθετείται το θερμομονωτικό υλικό. Από επάνω τοποθετείται η στεγανοποιητική μεμβράνη, η οποία καρφώνεται με πλατυκέφαλα καρφιά επάνω στα ξύλινα καδρόνια. Στη θέση του κάθε καρφιού παρεμβάλλεται ροδέλα συνθετικού καουτσούκ ή άλλου ελαστικού υλικού, προκειμένου να παρεμποδίζεται η διείσδυση νερού από τις θέσεις των οπών που ανοίγονται στη μεμβράνη. Εναλλακτικά, μπορεί να διαμορφωθεί και δεύτερο ξύλινο υπόστρωμα επάνω από τη θερμομονωτική στρώση και σε αυτό να καρφωθεί ή να κολληθεί η στεγανοποιητική μεμβράνη.

Επάνω από τη μεμβράνη σε τακτά διαστήματα στερεώνονται οριζόντιοι πήγεις για την αγκύρωση των κεραμιδιών ανάμεσα στους οποίους τοποθετείται δεύτερη στρώση θερμομονωτικού υλικού για να μειωθούν οι θερμογέφυρες που δημιουργούνται από τα ξύλινα καδρόνια της πρώτης στρώσης. Αν πριν από την τοποθέτηση των οριζόντιων πηγών παρεμβληθεί άλλη μια στρώση με ξύλινες τεγίδες, τότε η στέγη γίνεται **αεριζόμενη** με τη χρήση κατάλληλων οπών αερισμού για την είσοδο του αέρα από την άκρη των κεραμιδιών και την έξοδό του θερμού πλέον αέρα από τον κορφιά της στέγης. Σε αυτή την περίπτωση αν χρησιμοποιηθεί δεύτερη θερμομονωτική στρώση για να παραμείνει διάκενο αερισμού θα πρέπει το πάχος του θερμομονωτικού να είναι μικρότερο από το πάχος των τεγίδων.

Για την πρώτη θερμομονωτική στρώση προτείνεται η χρήση γραφιτούχου Διογκωμένου Πολυστυρενίου.¹



Εικόνα 38 Συμβατικού τύπου εξωτερική θερμομόνωση

¹ www.rizakos.gr

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ συμβατικής θερμομόνωσης:

Η συμβατική μόνωση αποτελεί την πλέον συνήθη στη χώρα μας με χαρακτηριστικό στοιχείο το ενιαίο και συμπαγές των διαφόρων στρωμάτων που την αποτελούν. Λόγω του γεγονότος ότι η στεγάνωση βρίσκεται πάνω από την θερμομόνωση, αποτρέπουμε την ροή νερού στην θερμομονωτική στρώση. Αυτό βοηθάει την θερμομόνωση να μεγιστοποιήσει την απόδοσή της, ενώ παράλληλα επιτρέπει για την θερμομόνωση και χρήση υλικών που είναι λιγότερο ανθεκτικά στην παρουσία υγρασίας όπως είναι η διογκωμένη πολυστερίνη. Συνήθως τα δώματα που μονώνονται με την συμβατική μέθοδο παρέχουν και την ευχέρεια βατότητας αυτών.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ συμβατικής θερμομόνωσης:

Η συμβατική μόνωση εφαρμόζεται μόνο σε επίπεδα η μικρής κλίσης δώματα. Τα στρώματα που την απαρτίζουν θα πρέπει να εξασφαλίζουν την εξισορρόπηση των θερμικών τάσεων που αναπτύσσονται λόγω των διαφορετικών συντελεστών διαστολής των υλικών των διαστρωματώσεων, αφού τα περισσότερα από αυτά είναι εκτεθειμένα στις θερμικές μεταβολές. Η έκθεση της στεγανωτικής στρώσης στις θερμικές μεταβολές και θερμικά σοκ οδηγούν σε ταχύτερη γήρανση της.¹

B) Τοποθέτηση ανεστραμμένου τύπου εξωτερικής θερμομόνωσης στέγης

Όπως είπαμε, στην ξύλινη στέγη τα ζευκτά καλύπτονται με ξύλινο υπόστρωμα (πέτσωμα), που καρφώνεται επάνω στους αμείβοντες. Στην περίπτωση, όμως, του ανεστραμμένου τύπου η μεμβράνη αυτή που συγκολλείται ή καρφώνεται πάνω στο πέτσωμα λειτουργεί ταυτόχρονα ως φράγμα υδρατμών αλλά και ως στεγανοποιητική στρώση. Με ξύλινα καδρόνια διαμορφώνεται ένας κάνναβος, στα ενδιάμεσα κενά του οποίου τοποθετείται το θερμομονωτικό υλικό. Εναλλακτικά μπορεί να καλυφθεί με ξύλινο υπόστρωμα ή να μείνει ελεύθερη. Επάνω από τη θερμομονωτική στρώση σε τακτά διαστήματα στερεώνονται οριζόντιοι πήχεις για την αγκύρωση των κεραμιδιών ανάμεσα στους οποίους τοποθετείται δεύτερη στρώση θερμομονωτικού υλικού για να μειωθούν οι θερμογέφυρες που δημιουργούνται από τα ξύλινα καδρόνια της πρώτης

¹ <http://www.alphamonosi.gr>

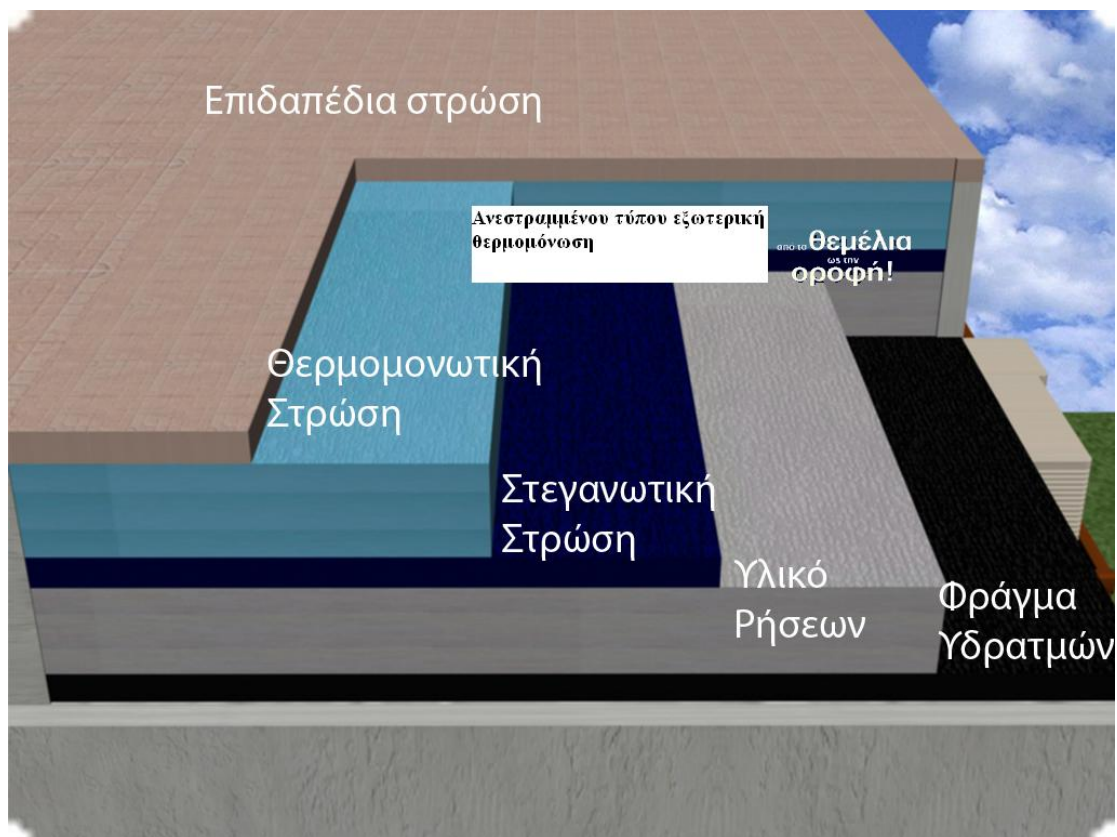
στρώσης. Αν πριν από την τοποθέτηση των οριζόντιων πηχών παρεμβληθεί άλλη μια στρώση με ξύλινες τεγίδες, τότε η στέγη γίνεται **αεριζόμενη** με τη χρήση κατάλληλων οπών αερισμού για την είσοδο του αέρα από την άκρη των κεραμιδιών και την έξοδό του θερμού πλέον αέρα από τον κορφιά της στέγης. Σε αυτή την περίπτωση αν χρησιμοποιηθεί δεύτερη θερμομονωτική στρώση για να παραμείνει διάκενο αερισμού θα πρέπει το πάχος του θερμομονωτικού να είναι μικρότερο από το πάχος των τεγίδων.

Για την πρώτη θερμομονωτική στρώση προτείνεται η χρήση γραφιτούχου Διογκωμένου Πολυστυρενίου.

Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα μόνωσης κεραμοσκεπών, όπως είναι η πρεσσαριστή διογκωμένη πολυστερίνη διαμορφωμένη σε καλούπι το οποίο διαθέτει κανάλια αερισμού και κανάλια/οδηγούς για την τοποθέτηση των οριζόντιων πηχων στο βήμα που ταιριάζει στο ρωμαϊκό και ολλανδικό (τσιμεντένιο) κεραμίδι με βήμα 35,7cm και εξαλείφει τις θερμογέφυρες αποτρέποντας δεύτερη θερμομονωτική στρώση και στρώση αερισμού. Τοποθετείται στο κατάλληλο πάχος. Αυτό το σύστημα των κεραμοσκεπών προσφέρει μεγάλη ευκολία και ταχύτητα στην κατασκευή συγκεντρώνοντας σε μια στρώση όλες τις υπόλοιπες.

Ο αερισμός στη στέγη σε χώρες όπως η Ελλάδα που διαθέτουν μεγάλη ηλιοφάνεια είναι απολύτως απαραίτητος διότι στα κεραμίδια αναπτύσσονται θερμοκρασίες άνω των 60°C το καλοκαίρι καθώς οι ακτίνες του ήλιου χτυπούν σχεδόν κάθετα τη στέγη για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ηλιοφάνειας της ημέρας και οδηγούν τη στέγη σε υπερθέρμανση δυσκολεύοντας έτσι το έργο της θερμομονωτικής στρώσης, ειδικά στην περίπτωση ύπαρξης θερμογεφυρών αλλά και χωρίς αυτές. Η στρώση κατάλληλα υπολογισμένης στρώσης αερισμού με σωστά υπολογισμένες οπές στην βάση και την κορυφή της στρώσης των κεραμιδιών απάγει σε διαρκή βάση μέρος της θερμότητας που απορροφούν τα κεραμίδια και την διώχνουν στην ατμόσφαιρα, αφού ο ακίνητος αέρας που υπάρχει ανάμεσα στα κεραμίδια και στη θερμομονωτική στρώση ζεσταίνεται, μειώνεται η πυκνότητά του και ανεβαίνει ψηλά βγαίνοντας από τις οπές

του κορφιά και δίνοντας τη θέση του σε φρέσκο δροσερό αέρα δημιουργεί ένα ρεύμα αερισμού που βοηθά τη λειτουργία της στέγης και της θερμομονωτικής της στρώσης.¹



Εικόνα 39 Ανεστραμμένου τύπου εξωτερική θερμομόνωση

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

Η ανεστραμμένη έχει ως βασικό πλεονέκτημα ότι προστατεύει από της θερμοκρασιακές μεταβολές όλες τις διαστρωματώσεις κάτω από αυτή. Έτσι, η στεγανωτική μεμβράνη δεν καταπονείται από θερμικά σοκ και αυξάνει την διάρκεια ζωής της, ενώ παράλληλα και στις υπόλοιπες διαστρωματώσεις δεν αναπτύσσονται καταπονήσεις από θερμικές συστολές και διαστολές. Ως μέθοδος η ανεστραμμένη έχει πιο γρήγορους χρόνους παράδοσης από την συμβατική, ειδικά εάν η στεγάνωση γίνει με μεμβράνες όπως PVC, FPO, EPDM. Εφαρμόζεται και σε μέσης κλίσης δώματα. Αποτελεί μονόδρομος για τη βελτίωση της θερμομόνωσης σε υπάρχοντα στεγανοποιημένα δώματα.

¹ www.rizakos.gr

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

Η ανεστραμμένη μόνωση εφαρμόζεται μόνο με θερμομονωτικά υλικά ανθεκτικά στο νερό. Υπάρχει δυσκολία επισκευής σε περίπτωση αστοχίας της στεγάνωσης. Απαιτεί ιδιαιτερότητες στην κατασκευή βατών επιφανειών. Η θερμομονωτική στρώση έχει μειωμένη απόδοση σε σύγκριση με τη αντίστοιχη της συμβατικής εξαιτίας θερμογέφυρων που αναπτύσσονται από το νερό που εισρέει στην θερμομονωτική στρώση.¹

Η **εξωτερική θερμομόνωση** έχει αρκετά πλεονεκτήματα:

- Δεν επηρεάζει την εσωτερική πλευρά των αμειβόντων η οποία μπορεί να παραμείνει εμφανής για διακοσμητικούς λόγους.
- Όταν τα ξύλινα στοιχεία είναι εμφανή μπορούμε να καταλάβουμε την κατάσταση στην οποία είναι ο ξύλινος σκελετός.
- Δεν επηρεάζεται η λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά τη φάση της εφαρμογής της θερμομόνωσης.
- Εξασφαλίζεται περισσότερος ελεύθερος χώρος κατάλληλος για εκμετάλλευση
- Εμφανίζει καλύτερη συμπεριφορά στα φορτία του ανέμου

Όταν η θερμομόνωση που επιλέγεται είναι εξωτερική μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ως θερμομονωτικό υλικό ένα **μονωτικό υλικό σε μορφή παπλώματος** το οποίο απλώνεται πάνω σε πέτσωμα στερεωμένο στην κάτω ή στην πάνω επιφάνεια των αμειβόντων. Το πέτσωμα μπορεί να αποτελείται από ξύλινες σανίδες που τοποθετούνται παράλληλα μεταξύ τους με αρμούς αναπνοής. Σε κάθε περίπτωση, το υπόβαθρο πρέπει να είναι απόλυτα ξηρό και κατάλληλα επεξεργασμένο ώστε να μην υφίσταται υγρασκοπικές μεταβολές και να προστατεύεται με στεγανωτική μεμβράνη.

Αν θέλουμε να διατηρήσουμε το πάπλωμα σε κατάσταση ασυμπίεστη πρέπει να δημιουργηθεί το κατάλληλο διάκενο από το πάχος των αμειβόντων ή των δοκίδων που στερεώνονται πάνω στους αμειβόντες. Για να μην επηρεαστεί το μονωτικό

¹ <http://www.alphamonosi.gr>

πάπλωμα από την υγρασία , τόσο η κάτω όσο και η πάνω πλευρά του, πρέπει να υπάρχει φράγμα υδρατμών για προστασία.

Οι **άκαμπτες θερμομονωτικές πλάκες** χρησιμοποιούνται ως μια πιο απλή λύση γιατί αν τοποθετηθούν αυτές δεν απαιτούνται φράγματα υδρατμών. Πρέπει όμως να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη διαμόρφωση των αρμών μεταξύ των μονωτικών πλακών, όπως και στις συναρμογές μεταξύ διαφορετικών επιπέδων της στέγης ή στις περιμέτρους των καπνοδόχων, παραθύρων στέγης κ.τ.λ. για να εξασφαλιστεί η στεγανότητα στη μονωτική στρώση τόσο στον αέρα όσο και στην υγρασία. Τις άκαμπτες θερμομονωτικές πλάκες τις στερεώνουμε πάνω στο πέτσωμα που βρίσκεται στην κάτω ή στην πάνω επιφάνεια των αμειβόντων και προσαρμόζονται μεταξύ τους με επικόλληση ή με κατάλληλα διαμορφωμένες ακμές. Επίσης, στην περίπτωση αυτή τα δομικά στοιχεία του κτιρίου που έρχονται σε επαφή με τη στέγη πρέπει να μονώνονται για να αποφεύγεται η δημιουργία θερμογεφυρών.

Υπάρχουν **έτοιμα υπόβαθρα από μονωτικές πλάκες** στην αγορά ώστε να μη γίνεται η κατασκευή του πετσώματος και ακόμα υπάρχουν **μονωτικές πλάκες** με κατάλληλα διαμορφωμένη πάνω επιφάνεια για τη στερέωση του υλικού επικάλυψης. Μια ποικιλία **σύνθετων μονωτικών πανό** που συνδυάζουν τις λειτουργίες της μόνωσης, του πετσώματος και του υποβάθρου της επικάλυψης υπάρχουν ακόμη. Αυτά μπορεί να αποτελούνται από ξύλινο σκελετό με μονωτική πλήρωση και ενσωματωμένες ξύλινες τεγίδες στην πάνω επιφάνεια. Άλλη σύγχρονη επιλογή αποτελούν **τα πανό με μονωτικό πυρήνα** επενδυμένο με μεταλλικά φύλλα. Το μεταλλικό φύλλο που βρίσκεται στην πάνω πλευρά των πανό μπορεί να είναι διαμορφωμένο με νευρώσεις κατάλληλες για τη στερέωση του υλικού επικάλυψης. Ακόμη τα μονωτικά πανό μπορεί να συνδυάζονται με μεταλλικά ελάσματα τα οποία εισχωρούν στους αρμούς μεταξύ των πανό και χρησιμεύουν για τη στερέωση του υλικού επικάλυψης. Τέτοια πανό μπορεί να έχουν οπές για αερισμό και απορροή του νερού κάτω από την επικάλυψη.

Για την αποφυγή **προβλημάτων** πρέπει να προσεχτούν ιδιαίτερος κάποια σημεία:

- **Η στεγανότητα των αρμών**, ώστε να μην περνά ο ελεύθερος αέρας. Για το λόγο αυτό συνήθως χρησιμοποιούνται αδιάβροχες αυτοκόλλητες ταινίες για πρόσθετη ασφάλεια.

- Η διαμόρφωση στα άκρα της στέγης δηλαδή στο γείσο, όπου προβλέπονται ανοίγματα για το συνεχή αερισμό της στέγης με την κυκλοφορία του αέρα και η εγκατάσταση υδρορροών.
- Οι συναρμογές με καπνοδόχους, φεγγίτες, τοίχους κτλ.
- Η διαμόρφωση στη συνάντηση επιπέδων με διαφορετικές κλίσεις είτε είναι εσωτερικές ή εξωτερικές.
- Η αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών από διακοπές της συνέχειας της μόνωσης. Έτσι είναι απαραίτητο να μονώνονται τα δοκάρια και οι τοίχοι που έρχονται σε επαφή με τη στέγη.

II) Εσωτερική θερμομόνωση

Όταν η θερμομόνωση είναι εσωτερική, δηλαδή όταν εφαρμόζεται κάτω από τους αμείβοντες, δεν επηρεάζεται ούτε η επικάλυψη του φορέα αλλά ούτε και τα ειδικά τεμάχια τα οποία μπορεί αυτή να περιλαμβάνει, όπως π.χ. παράθυρα στέγης, καπνοδόχοι κ.τ.λ. Αυτός ο τύπος μόνωσης προτιμάται σε περιπτώσεις **ανακαινίσεων του εσωτερικού χώρου** κτιρίων και ειδικά για περιπτώσεις όπου ο χώρος κάτω από το φορέα της στέγης προβλέπεται να είναι **κατοικήσιμος**.

Τα μονωτικά υλικά τοποθετούνται μεταξύ των αμειβόντων ή κάτω από αυτούς ή σε δύο στρώσεις, μεταξύ και κάτω από τους αμείβοντες. Η κάτω πλευρά του μονωτικού πρέπει να προστατεύεται από φράγμα υδρατμών το οποίο μπορεί να είναι ενσωματωμένο στο μονωτικό.

Και σ' αυτή την περίπτωση θερμομόνωσης τα μονωτικά υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν μπορεί να είναι τόσο σε μορφή **παπλώματος** όσο και σε μορφή **άκαμπτων ή ημιάκαμπτων πλακών**.

Το μονωτικό επικαλύπτεται από **διακοσμητικά πανό**, από γυψοσανίδες, ξύλο, βιομηχανικά προϊόντα ξύλου, ορυκτές ίνες κ.τ.λ. **τα οποία στερεώνονται σε μεταλλικό ή ξύλινο βοηθητικό σκελετό ο οποίος βιδώνεται κάθετα προς τους αμείβοντες**. Υπάρχουν στην αγορά πανό από άκαμπτο μονωτικό υλικό με εξωτερική επένδυση από γυψοσανίδες.

Μια αποτελεσματική κατασκευή θερμομονωτικής στρώσης προϋποθέτει στεγάνωση των αρμών μεταξύ των τεμαχίων του μονωτικού και με τα δομικά στοιχεία του κτιρίου που τη διαπερνούν. Σε περίπτωση που οι αρμοί παραμένουν ανοιχτοί ή περιοχές της στέγης δε μονώνονται, τότε η συγκέντρωση υγρασίας στο εσωτερικό τους μπορεί να οδηγήσει σε δημιουργία μούχλας. Έτσι, τα σημεία της στέγης που δεν είναι εύκολο να καλυφθούν πλήρως με τη μονωτική στρώση είναι καλό να μονώνονται με ρευστό αφρώδες υλικό.

3.1.3 Κατασκευή θερμομόνωσης σε στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα

Ι) Εξωτερική θερμομόνωση στέγης

Ανάλογα με τη θέση της θερμομονωτικής στρώσης σε σχέση με τη στεγανωτική ή εξωτερική θερμομόνωση χωρίζεται σε συμβατικού και ανεστραμμένου τύπου.

Α) Συμβατικού τύπου εξωτερική θερμομόνωση στέγης

Στη στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα απαιτείται μια επιπεδοτική στρώση εξομάλυνσης από ελαφροσκυρόδεμα παρασκευασμένο με ειδικούς κόκκους Διογκωμένης Πολυστερίνης στην πυκνότητα των 300kg/m^3 για τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση της κατασκευής, αλλά και για πρόσθετη θερμοηχομόνωση. Επάνω στο ελαφροσκυρόδεμα συγκολλάται ή καρφώνεται μια μεμβράνη που θα χρησιμεύσει ως φράγμα υδρατμών. Με ξύλινα καδρόνια διαμορφώνεται ένας κάρναβος, στα ενδιάμεσα κενά του οποίου τοποθετείται το θερμομονωτικό υλικό. Από επάνω τοποθετείται η στεγανοποιητική μεμβράνη, η οποία καρφώνεται με πλατυκέφαλα καρφιά επάνω στα ξύλινα καδρόνια. Στη θέση του κάθε καρφιού παρεμβάλλεται ροδέλα συνθετικού καουτσούκ ή άλλου ελαστικού υλικού, προκειμένου να παρεμποδίζεται η διείσδυση νερού από τις θέσεις των οπών που ανοίγονται στη μεμβράνη. Εναλλακτικά, μπορεί να διαμορφωθεί και δεύτερο ξύλινο υπόστρωμα επάνω από τη θερμομονωτική στρώση και σε αυτό να καρφωθεί ή να κολληθεί η στεγανοποιητική μεμβράνη.

Επάνω από τη μεμβράνη σε τακτά διαστήματα στερεώνονται οριζόντιοι πήχεις για την αγκύρωση των κεραμιδιών ανάμεσα στους οποίους τοποθετείται δεύτερη στρώση θερμομονωτικού υλικού για να μειωθούν οι θερμογέφυρες που δημιουργούνται από τα ξύλινα καδρόνια της πρώτης στρώσης. Αν πριν από την τοποθέτηση των

οριζόντιων πηχών παρεμβληθεί άλλη μια στρώση με ξύλινες τεγίδες, τότε η στέγη γίνεται **αεριζόμενη** με τη χρήση κατάλληλων απών αερισμού για την είσοδο του αέρα από την άκρη των κεραμιδιών και την έξοδο του θερμού πλέον αέρα από τον κορφιά της στέγης. Σε αυτή την περίπτωση αν χρησιμοποιηθεί δεύτερη θερμομονωτική για να παραμείνει διάκενο αερισμού πρέπει το πάχος του θερμομονωτικού να είναι μικρότερο από το πάχος των τεγίδων.

Για την πρώτη θερμομονωτική στρώση προτείνεται η χρήση γραφιτούχου Διογκωμένου Πολυστυρενίου σε συνολικό πάχος σύμφωνα με τον KENAK.

B) Ανεσταμμένου τύπου εξωτερική θερμομόνωση στέγης

Στη στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα απαιτείται μια επιπεδοτική στρώση εξομάλυνσης από ελαφροσκυρόδεμα παρασκευασμένο με ειδικούς κόκκους Διογκωμένης Πολυστερίνης στην πυκνότητα των 300kg/m^3 για τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση της κατασκευής, αλλά και για πρόσθετη θερμομονώση. Στην περίπτωση όμως ανεσταμμένου τύπου, η μεμβράνη αυτή λειτουργεί ταυτόχρονα ως φράγμα υδρατμών και στεγανοποιητική στρώση. Με ξύλινα καδρόνια διαμορφώνεται ένας κάρναβος, στα ενδιάμεσα κενά του οποίου τοποθετείται το θερμομονωτικό υλικό. Εναλλακτικά, μπορεί να καλυφθεί με ξύλινο υπόστρωμα ή να μείνει ελεύθερη. Επάνω από τη θερμομονωτική στρώση σε τακτά διαστήματα στερεώνονται οριζόντιοι πήχεις για την αγκύρωση των κεραμιδιών ανάμεσα στους οποίους τοποθετείται δεύτερη στρώση θερμομονωτικού υλικού για να μειωθούν οι θερμογέφυρες που δημιουργούνται από τα ξύλινα καδρόνια της πρώτης στρώσης. Αν πριν από την τοποθέτηση των οριζόντιων πηχών παρεμβληθεί άλλη μια στρώση με ξύλινες τεγίδες, τότε η στέγη γίνεται **αεριζόμενη** με τη χρήση κατάλληλων απών αερισμού για την είσοδο του αέρα από την άκρη των κεραμιδιών και την έξοδο του θερμού πλέον αέρα από τον κορφιά της στέγης. Σε αυτή την περίπτωση αν χρησιμοποιηθεί δεύτερη θερμομονωτική για να παραμείνει διάκενο αερισμού πρέπει το πάχος του θερμομονωτικού να είναι μικρότερο από το πάχος των τεγίδων.

Για την πρώτη θερμομονωτική στρώση προτείνεται η χρήση γραφιτούχου Διογκωμένου Πολυστυρενίου σε συνολικό πάχος σύμφωνα με τον KENAK.

Εναλλακτικά, αντί των παραπάνω θερμομονωτικών υλικών μπορεί να χρησιμοποιηθεί το σύστημα μόνωσης κεραμοσκεπών το οποίο είναι πρεσσοαριστό Διογκωμένο Πολυστυρένιο διαμορφωμένο σε καλούπι το οποίο διαθέτει κανάλια αερισμού και κανάλια/οδηγούς για την τοποθέτηση των οριζόντιων πήξεων στο βήμα που ταιριάζει στο ρωμαϊκό και ολλανδικό (τσιμέντινο) κεραμίδι με βήμα 35,7cm και εξαλείφει τις θερμογέφυρες αποτρέποντας δεύτερη θερμομονωτική στρώση και στρώση αερισμού. Τοποθετείται στο κατάλληλο πάχος σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Προσφέρει μεγάλη ευκολία και ταχύτητα στην κατασκευή συγκεντρώνοντας σε μια στρώση όλες τις υπόλοιπες.

3.1.4 Κατασκευή θερμομόνωσης σε δώμα

Τα δώματα είναι στοιχεία του εξωτερικού κελύφους, τα οποία δέχονται εντονότερα από τα άλλα τις επιδράσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος και για το λόγο αυτό είναι πολύ ευάλωτα σε φθορές. Μερικές από τις φθορές που προκαλούνται σε αυτά είναι φουσκώματα στις στρώσεις, θραύσεις και ρηγματώσεις, πρόωρη γήρανση των στεγανοποιητικών και θερμομονωτικών υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί σ' αυτά. Οι φθορές αυτές οφείλονται κυρίως στην ελλιπή και κακά προστασία τους.

Για να αποφευχθούν αυτά τα προβλήματα και για τη σωστή λειτουργία πρέπει να τηρούνται ορισμένοι κανόνες τεχνικής κατά την κατασκευή τους αλλά και προβλέπεται συνεχής συντήρηση και προστασία του έργου κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.

Η θερμομόνωση ενός δώματος μπορεί να γίνει με 4 διαφορετικούς τρόπους:

- Εξωτερικά σε όλη την επιφάνεια με τρόπο συμβατικό
- Εξωτερικά σε όλη την επιφάνεια με τρόπο ανεστραμμένο
- Εξωτερικά σε όλη την επιφάνεια με προσθήκη πρασίνου (φυτεμένο)
- Εσωτερικά σε όλη την επιφάνεια

I) Κατασκευή θερμομόνωσης σε συμβατικό δώμα

Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος στην Ελλάδα. Είναι μια μονοκέλυφη κατασκευή με κύριο χαρακτηριστικό την τοποθέτηση της στεγανοποιητικής στρώσης πιο πάνω από τη θερμομονωτική για να την προστατεύει από τα βρόχινα νερά. Έχοντας, όμως, αυτή τη θέση, η στεγανοποιητική στρώση είναι συνεχώς εκτεθειμένη στα διάφορα καιρικά φαινόμενα και στον καυτό ήλιο της Ελλάδας. Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται πάνω από τη φέρουσα πλάκα ή πάνω από τη στρώση των κλίσεων. Η τοποθέτηση της θερμομόνωσης πάνω από τη φέρουσα πλάκα και όχι από κάτω γίνεται για καλύτερη εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητάς της με αποτέλεσμα το καλοκαίρι να είναι πιο άνετη η διαβίωση των ενοίκων.

Σ' αυτό τον τύπο του δώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί γραφιτούχο Διογκωμένο Πολυστερένιο σε κατάλληλο πάχος σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Οι κλίσεις που απαιτούνται για απορροή των υδάτων στις υδρορροές είναι καλύτερο να γίνουν με ελαφρομετόν που παρασκευάζεται με ειδικούς κόκκους Διογκωμένης Πολυστερίνης με πυκνότητα 300 kg/m^3 για να επιβαρύνεται ελάχιστα η κατασκευή αλλά και για επιπλέον θερμομόνωση.

Για την επιλογή της τελικής στρώσης που θα χρησιμοποιηθεί τα υλικά που θα επιλεγθούν είναι σε συνάρτηση με τη χρήση του δώματος (βατό ή μη, ανάλογα με τη συχνότητα που χρησιμοποιείται).

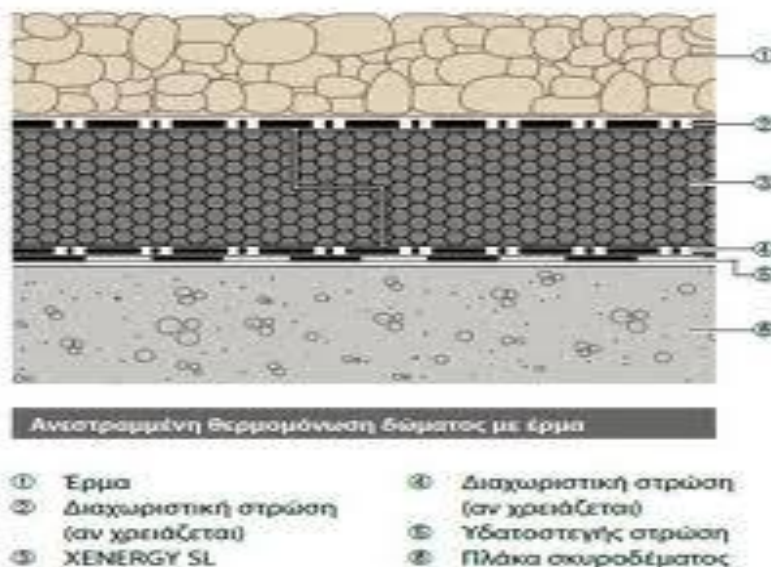


Εικόνα 40 Θερμομόνωση συμβατικού τύπου δώματος
(www.steganosi.blogspot.com)

II) Κατασκευή θερμομόνωσης σε ανεστραμμένο δώμα

Είναι μια νέα μέθοδος. Σ' αυτή οι δύο στρώσεις (θερμομονωτική-στεγανοποιητική) τοποθετούνται ανάποδα σε σχέση με το συμβατικό δώμα, δηλαδή η θερμομονωτική υπέρκειται της στεγανοποιητικής στρώσης και την προστατεύει από τις θερμικές καταπονήσεις. Πάνω από τη θερμομονωτική στρώση στρώνεται γεωύφασμα για το φιλτράρισμα του νερού της βροχής από χώματα, σκόνες για να είναι πιο εύκολο το πέρασμα προς τις απολήξεις των υδροροών αλλά και για προστασία της θερμομόνωσης από τον ήλιο. Όταν πρόκειται για μη βατό δώμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν κροκάλες. Με τοποθέτηση ταρατσοπλακών πάνω από τη θερμομονωτική στρώση το δώμα γίνεται βατό και χρησιμοποιώντας σταυρό αποστάτη στον αρμό των πλακών επιτρέπεται ο αερισμός και δημιουργείται μια λεπτή στρώση αερισμού μεταξύ θερμομονωτικού και ταρατσόπλακας. Ο αερισμός του δώματος κρίνεται απαραίτητος στην Ελλάδα λόγω της εκτεταμένης ηλιοφάνειας. Συμβάλλει στην καλή λειτουργία της θερμομονωτικής στρώσης αποτρέποντας την υπερθέρμανση.

Σ' αυτό τον τύπο του δώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρεσσαριστό Διογκωμένο Πολυστερένιο με πολύ χαμηλή υδατοαπορροφητικότητα σε κατάλληλο πάχος σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Όπως και στο συμβατικό δώμα, οι κλίσεις που απαιτούνται για απορροή των υδάτων στις υδρορροές είναι καλύτερο να γίνουν με ελαφρομπετόν που παρασκευάζεται με ειδικούς κόκκους Διογκωμένης Πολυστερίνης με πυκνότητα 300 kg/m^3 για να επιβαρύνεται ελάχιστα η κατασκευή αλλά και για επιπλέον θερμομόνωση.

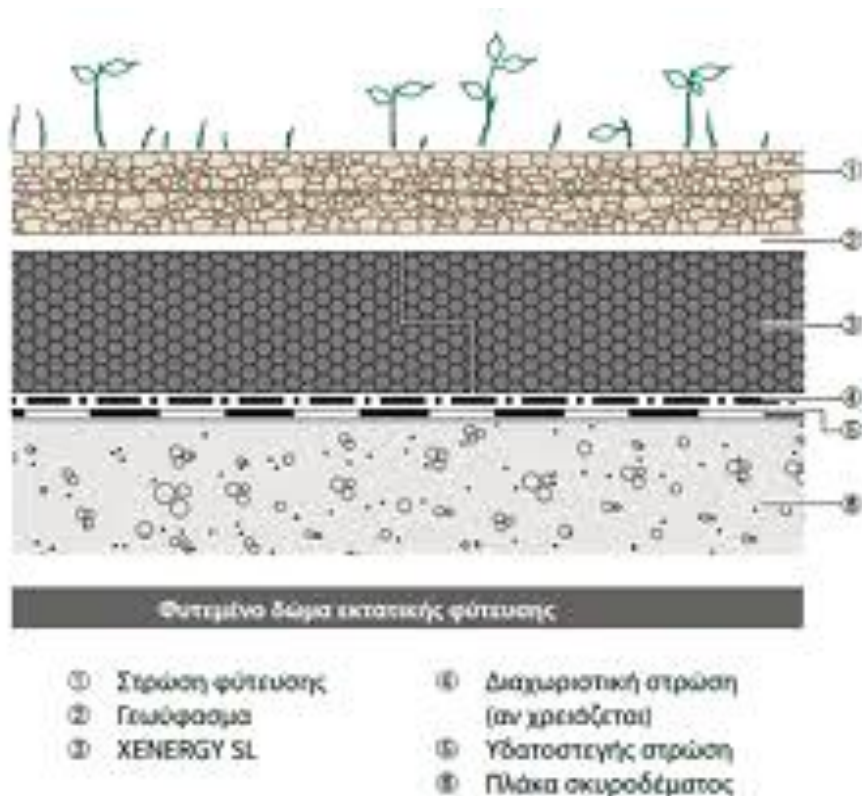


Εικόνα 41 Θερμομόνωση δώματος ανεστραμμένου τύπου
(www.dowxenergy.eu)

III) Κατασκευή θερμομόνωσης σε φυτεμένο δώμα

Η διαδικασία κατασκευής της θερμομόνωσης σε αυτό είναι ίδια με αυτή που ακολουθείται στο συμβατικό δώμα, δηλαδή η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται πάνω από τη φέρουσα πλάκα και πάνω από αυτή τοποθετείται η στεγανοποιητική στρώση. Για την κατασκευή, όμως, φυτεμένου δώματος τοποθετείται ακόμη μια αποστραγγιστική μεμβράνη, μια στρώση κροκάλας, γεώφασμα και η στρώση του χώματος φύτευσης.

Σ' αυτό τον τύπο του δώματος, όπως και στο συμβατικό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί γραφιτούχο Διογκωμένο Πολυστερένιο σε κατάλληλο πάχος σύμφωνα με τον KENAK. Οι κλίσεις που απαιτούνται για απορροή των υδάτων στις υδρορροές είναι καλύτερο να γίνουν με ελαφρομετεόν που παρασκευάζεται με ειδικούς κόκκους Διογκωμένης Πολυστερίνης με πυκνότητα 300 kg/m^3 για να επιβαρύνεται ελάχιστα η κατασκευή αλλά και για επιπλέον θερμομόνωση.



Εικόνα 42 Θερμομόνωση φυτεμένου δώματος

(www.dowxenergy.eu)

IV) Κατασκευή θερμομόνωσης σε υφιστάμενο δώμα

Για τη θερμομόνωση υφιστάμενου δώματος ακολουθείται η ίδια διαδικασία με αυτή του ανεστραμμένου δώματος. Συνήθως, σε παλιά κτήρια το δώμα με ή χωρίς κλίσεις έχει μωσαικό σαν τελική στρώση. Αν οι κλίσεις που ελέγχονται δεν είναι σωστές ή χρειάζονται βελτίωση θα πρέπει να γίνουν ξανά με χρήση ελαφρομπετόν που παρασκευάζεται με ειδικούς κόκκους Διογκωμένης Πολυστερίνης με πυκνότητα 300 kg/m^3 για να επιβαρύνεται ελάχιστα η κατασκευή αλλά και για επιπλέον θερμομόνωση. Εν συνεχεία, εφαρμόζεται η στεγανοποιητική στρώση και πάνω σ' αυτή η θερμομονωτική. Πάνω από τη θερμομονωτική στρώση στρώνεται γεωύφασμα για το φιλτράρισμα του νερού της βροχής από χώματα, σκόνες για να είναι πιο εύκολο το πέρασμα προς τις απολήξεις των υδροροών αλλά και για προστασία της θερμομόνωσης από τον ήλιο. Όταν πρόκειται για μη βατό δώμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν κροκάλες. Με τοποθέτηση ταρατσοπλακών πάνω από τη θερμομονωτική στρώση το δώμα γίνεται βατό και χρησιμοποιώντας σταυρό αποστάτη στον αρμό των πλακών επιτρέπεται ο αερισμός και δημιουργείται μια

λεπτή στρώση αερισμού μεταξύ θερμομονωτικού και ταρατσόπλακας. Ο αερισμός του δώματος κρίνεται απαραίτητος στην Ελλάδα λόγω της εκτεταμένης ηλιοφάνειας. Συμβάλλει στην καλή λειτουργία της θερμομονωτικής στρώσης αποτρέποντας την υπερθέρμανση.

Σ' αυτό τον τύπο του δώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρεσσαριστό Διογκωμένο Πολυστυρένιο με πολύ χαμηλή υδατοαπορροφητικότητα σε κατάλληλο πάχος σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.

3.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΩΝ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΔΙΑΦΕΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΚΕΡΑΜΙΔΙΩΝ



Εικόνα 43 Θερμομόνωση στεγών με επικάλυψη κεραμιδιών

Οι κεκλιμένες στέγες μπορούν να διακριθούν σε δύο επιμέρους κατηγορίες:

- Την περίπτωση που η τελευταία πλάκα του μπετόν είναι οριζόντια και επάνω σε αυτή τοποθετείται η κεκλιμένη ξύλινη στέγη.
- Την περίπτωση που η ίδια η πλάκα του μπετόν είναι κεκλιμένη.

Η επικάλυψη στις στέγες γίνεται με κεραμίδια διαφόρων τύπων.

3.2.1 Στέγες που η επικάλυψή τους γίνεται με λασπωτά κεραμίδια

Για τη θερμομόνωση στεγών που κατασκευάζονται με πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα συνίσταται η τοποθέτηση εξηλασμένης πολυστερίνης στην επάνω πλευρά. Όταν εξετάζεται η θερμομόνωση μιας στέγης που η επικάλυψή της είναι λασπωτά (“κολυμβητά”) κεραμίδια, τρεις παράγοντες πρέπει να ληφθούν υπόψη ούτως ώστε η κατασκευή να γίνει πιο σωστή:

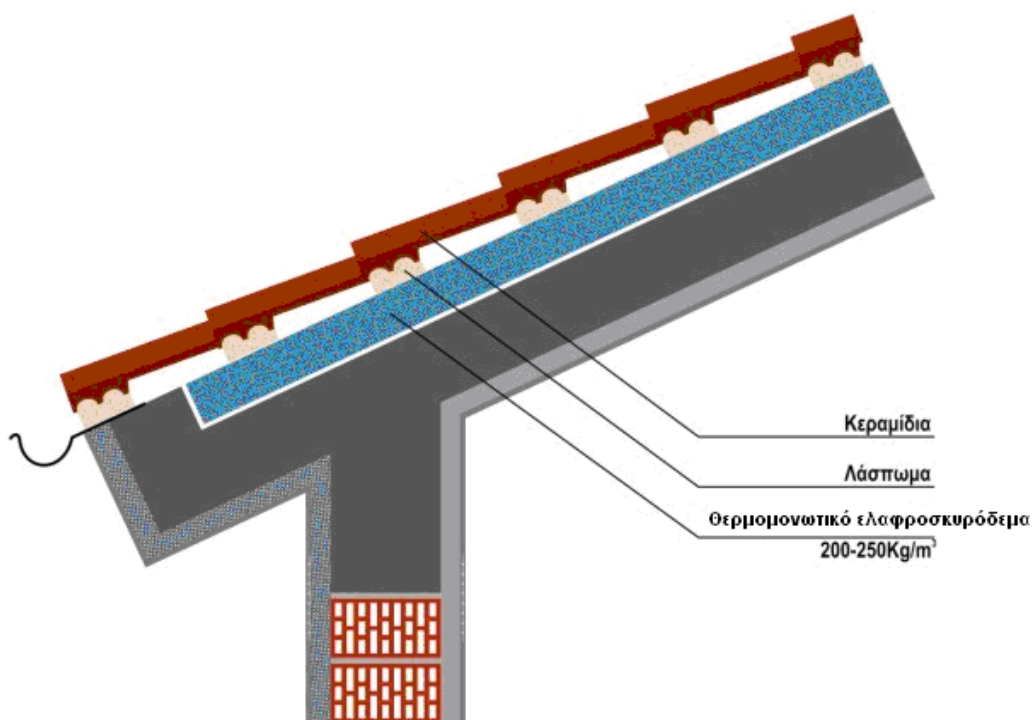
- Πρώτον, πρέπει να διαπιστωθεί εάν η επιλεγμένη κλίση της στέγης αλλά και ο τύπος των κεραμιδιών μπορούν να εξασφαλίσουν τον επιθυμητό βαθμό υδατοπερατότητας. Αλλιώς, πρέπει να επιλεγθεί η θέση και ο τύπος της στεγανωτικής στρώσης που θα χρησιμοποιηθεί, δηλαδή υλικό επαλειπτικό ή στεγανωτικά φύλλα.
- Δεύτερον, είναι απαραίτητο να προστατευτεί η στέγη από τους ενδεχόμενους κινδύνους ολίσθησης και ανεμοαναρρόφησης των επιστρώσεών της.
- Τρίτον, πρέπει να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της θερμικής καταπόνησης του λασπώματος των κεραμιδιών πάνω σε ένα μονωτικό υλικό υψηλής απόδοσης.

Υπάρχει μια σειρά εργασιών που μπορούν να γίνουν προκειμένου να θερμομονωθεί μια στέγη χωρίς να καθίσταται αναγκαία πρόβλεψη για πρόσθετη στεγανοποίηση. Τέτοιες εργασίες είναι:

- Εξομάλυνση της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.
- Κατασκευή δοκίδων εγκιβωτισμού του μονωτικού υλικού.
- Τοποθέτηση και συγκόλληση της εξηλασμένης πολυστερίνης στην πλάκα σκυροδέματος με κατάλληλες ασφαλικές κόλλες ειδικές για πλάκες εξηλασμένου πολυστυρενίου ή κόλλα πολυουρεθάνης.
- Στερέωση ελαφρού πλέγματος επάνω στην εξηλασμένη πολυστερίνη με φουρκέτες και αγκύρωσή του στις περιμετρικές δοκίδες εγκιβωτισμού του.
- Λάσπωμα και τοποθέτηση των κεραμιδιών.¹

¹ www.zapounidis.gr

Κεκλιμένη στέγη σκυροδέματος με λασπωτά κεραμίδια



Εικόνα 44 Κεκλιμένη στέγη σκυροδέματος με λασπωτά κεραμίδια

Πίνακας 5 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (στέγη ΟΣ με λασπωτά κεραμίδια) /

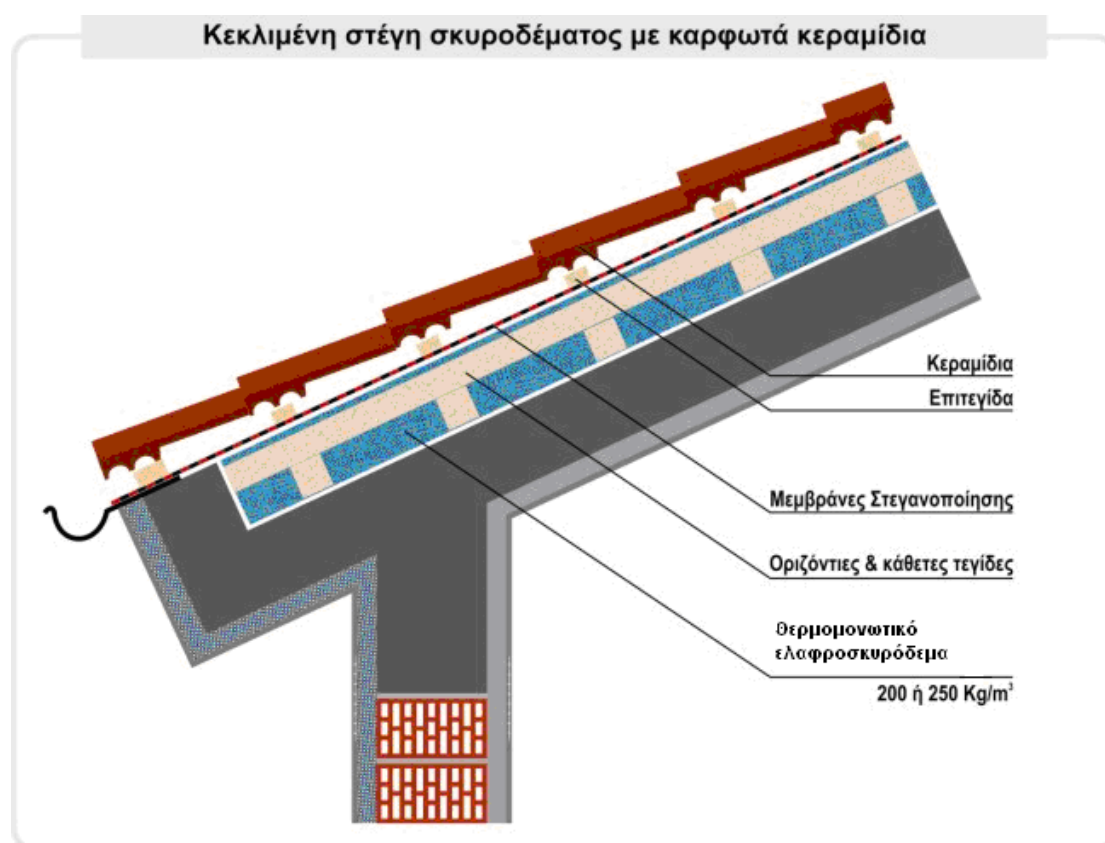
www.tektohellas.gr

ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΠΑΧΟΣ	λ	R
	(kg/m ³)	(m)	(W/mK)	(m ² K/W)
Επίχρισμα εσωτερικό	1800,00	0,025	0,870	0,029
Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400,00	0,150	2,030	0,074
Θερμομονωτικό ελαφροσκυρόδεμα	215,00	0,160	0,065	2,462
Κεραμίδια	1200,00	0,020	0,520	0,038
Σύνολο		0,355		2,603
U (W/m ² K)	0,384	≤ 0,40*		

*Απαιτήσεις συντελεστή θερμοπερατότητας για τις κλιματικές ζώνες : Α' ≤0.50, Β'≤0.45, Γ'≤0.40, Δ'≤0.35

3.2.2 Κλασικός τρόπος θερμομόνωσης στέγης με επικάλυψη καρφωτά κεραμίδια

Η θερμομόνωση της οροφής με ένα σύστημα κατάλληλο για τους παραδοσιακούς τύπους υλικών για στέγες, συνεισφέρει σε σημαντική μείωση των απωλειών ενέργειας ενός κτιρίου. Αν αυτή εφαρμοστεί πάνω στην κατασκευή, η θερμομόνωση διεξάγει μια επιπλέον σημαντική προστατευτική λειτουργία σε σχέση με την ίδια την κατασκευή, ιδίως όταν αυτή είναι από ξύλο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, όμως, και για επικλινείς στέγες είτε αυτές είναι ξύλινες είτε μπετονένιες, χρησιμοποιούνται ξύλινες τεγίδες και επιτεγίδες που έχουν σχηματιστεί με τρόπο ώστε να υπάρχει εξαερισμός με ένα κενό τμήμα ενδιάμεσα. Συνήθως, η απόσταση μεταξύ των επιτεγίδων είναι 315 χιλιοστά, όταν χρησιμοποιούνται τα συνηθέστερα καρφωτά κεραμίδια.¹



Εικόνα 45 κεκλιμένη στέγη σκυροδέματος με καρφωτάκεραμίδια

¹ www.zapounidis.gr

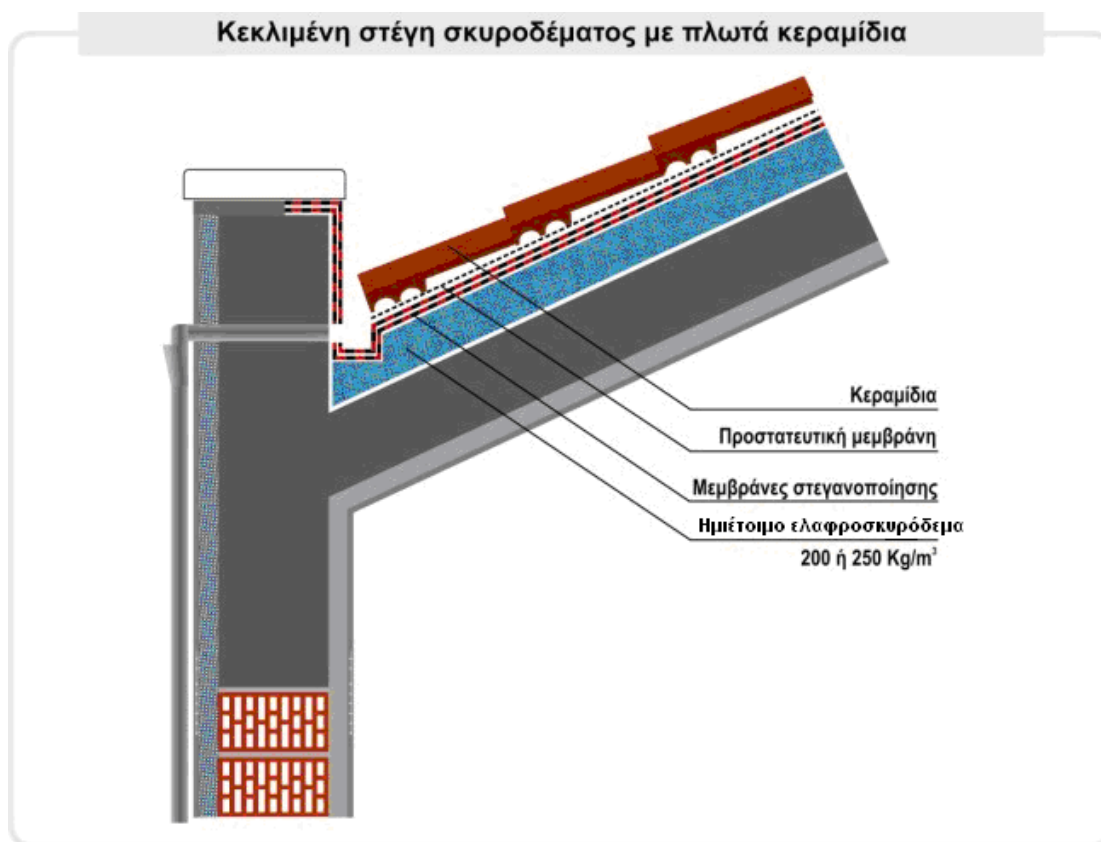
Πίνακας 6 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (στέγη ΟΣ με καρφωτά κεραμίδια) /

www.tektohellas.gr

ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΠΑΧΟΣ	λ	R
	(kg/m ³)	(m)	(W/mK)	(m ² K/W)
Επίχρισμα εσωτερικό	1800,00	0,025	0,870	0,029
Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400,00	0,150	2,030	0,074
Θερμομονωτικό ελαφροσκυρόδεμα	215,00	0,140	0,065	2,154
Διάκενο αέρα	0,00	0,040	0,071	0,563
Μεμβράνη κεραμοσκεπών	1200,00	0,002	0,170	0,012
Διάκενο αέρα	1600,00	0,080	0,071	1,127
Κεραμίδια	1200,00	0,020	0,520	0,038
Σύνολο		0,357		2,832
U (W/m ² K)	0,353	≤ 0,40*		

*Απαιτήσεις συντελεστή θερμοπερατότητας για τις κλιματικές ζώνες : **A' ≤0.50,**
B'≤0.45, Γ'≤0.40, Δ'≤0.35

3.2.3 Θερμομόνωση στέγης με επικάλυψη πλωτά κεραμίδια



Εικόνα 46 Θερμομόνωση στέγης με επικάλυψη πλωτά κεραμίδια

Πίνακας 7 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (στέγη ΟΣ με πλωτά κεραμίδια)/

www.tektohellas.gr

ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΠΑΧΟΣ	λ	R
	(kg/m ³)	(m)	(W/mK)	(m ² K/W)
Επίχρισμα εσωτερικό	1800,00	0,025	0,870	0,029
Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400,00	0,150	2,030	0,074
Ημιέτοιμο ελαφροσκυρόδεμα	215,00	0,140	0,065	2,154
Διάκενο αέρα	0,00	0,040	0,071	0,563

Μεμβράνη κεραμοσκεπών	1200,00	0,002	0,170	0,012
Διάκενο αέρα	1600,00	0,080	0,071	1,127
Κεραμίδια	1200,00	0,020	0,520	0,038
Σύνολο		0,357		2,832
U (W/m ² K)	0,353	≤ 0,40*		

*Απαιτήσεις συντελεστή θερμοπερατότητας για τις κλιματικές ζώνες : **A' ≤0.50, B'≤0.45, Γ'≤0.40, Δ'≤0.35**

Οι εργασίες Θερμομόνωσης - Υγρομόνωσης περιλαμβάνουν:

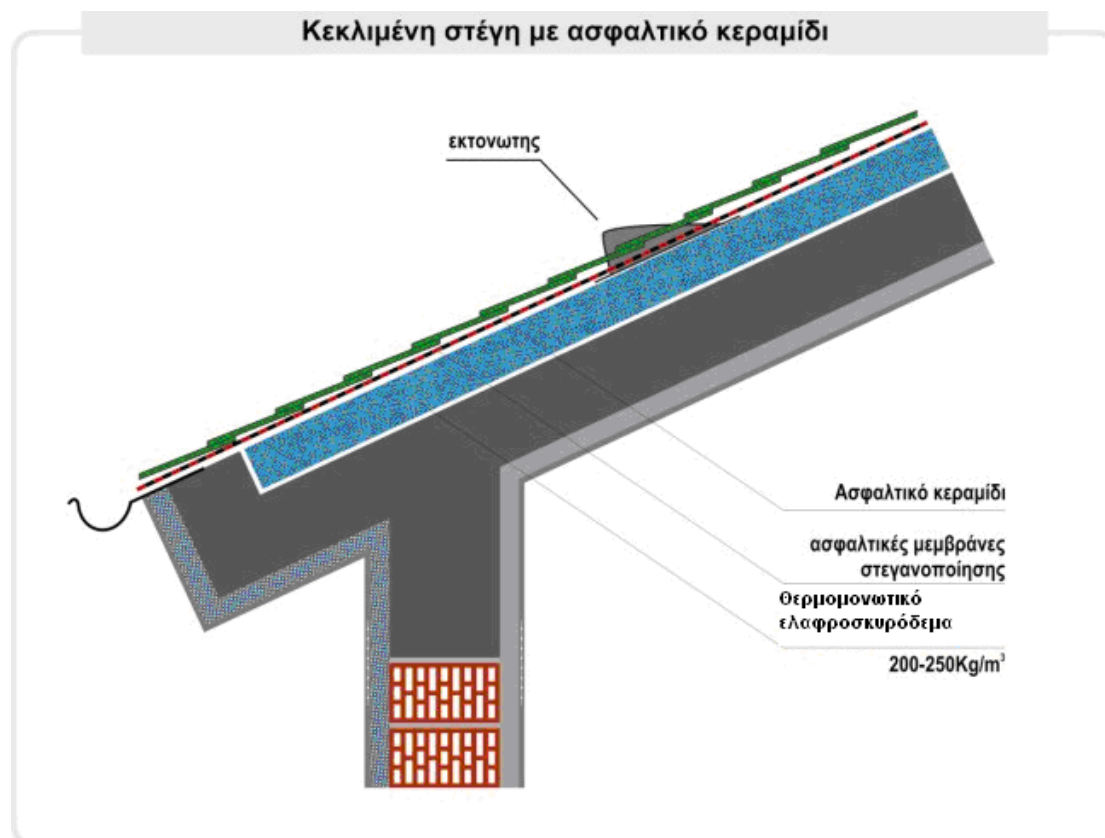
1. Διάστρωση του θερμομονωτικού ελαφροσκυροδέματος που παρασκευάζεται με ημιέτοιμο ελαφροσκυρόδεμα, με προσθήκη τσιμέντου κατά την παρασκευή του στο εργοτάξιο σε πυκνότητα: 200 ή 250 Kg/m³ ή ετοιμόχρηστο ελαφροσκυρόδεμα σε πυκνότητα: 250 Kg/ m³ σε μέσο πάχος από 10 - 18 εκατοστά, ανάλογα με τις απαιτήσεις της κλιματικής ζώνης.
2. Αστάρωμα της επιφάνειας με ειδικό αστάρι ελεύθερο διαλυτών.
3. Θερμή κόλληση της ασφαλικής μεμβράνης.
4. Μετά τοποθετείται γεωύφασμα για προστασία της μεμβράνης.
5. Ακολουθεί η τοποθέτηση των κεραμιδιών.

Πλεονεκτήματα Μεθόδου:

- Υπερελαφρότητα Κατασκευής
- Ταχύτητα & Οικονομία Κατασκευής, καθώς εξασφαλίζει θερμομόνωση και κλίσεις με ένα μόνο υλικό
- Υψηλό θερμομονωτικό αποτέλεσμα.
- Υψηλή διαπνοή - Παθητικός αερισμός.
- Βέλτιστη εκμετάλλευση θερμοχωρητικότητας δομικού στοιχείου

- Εξασφάλιση χαμηλότερου φορτίου έναντι άλλων εφαρμογών, καθώςον εξασφαλίζεται θερμομόνωση και κλίσεις με ένα υλικό.
- Ενδείκνυται για βιοκλιματικό σχεδιασμό.
- Άφθαρτο στην υγρασία.¹

3.2.4 Κεκλιμένη στέγη με ασφαλτικό κεραμίδι



Εικόνα 47 Κεκλιμένη στέγη με ασφαλτικό κεραμίδι

Πίνακας 8 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (στέγη ΟΣ με ασφαλτικά κεραμίδια)/
www.tektohellas.gr

ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΠΑΧΟΣ	λ	R
	(kg/m ³)	(m)	(W/mK)	(m ² K/W)
Επίχρισμα εσωτερικό	1800,00	0,025	0,870	0,029

¹ www.tektohellas.gr

Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400,00	0,150	2,030	0,074
Θερμομονωτικό ελαφροσκυρόδεμα	215,00	0,140	0,065	2,154
Διάκενο αέρα	0,00	0,040	0,071	0,563
Μεμβράνη κεραμοσκεπών	1200,00	0,002	0,170	0,012
Διάκενο αέρα	1600,00	0,080	0,071	1,127
Κεραμίδια	1200,00	0,020	0,520	0,038
Σύνολο		0,357		2,832
U (W/m ² K)	0,353	≤ 0,40*		

*Απαιτήσεις συντελεστή θερμοπερατότητας για τις κλιματικές ζώνες : $A' \leq 0.50$,
 $B' \leq 0.45$ $\Gamma' \leq 0.40$, $\Delta' \leq 0.35$

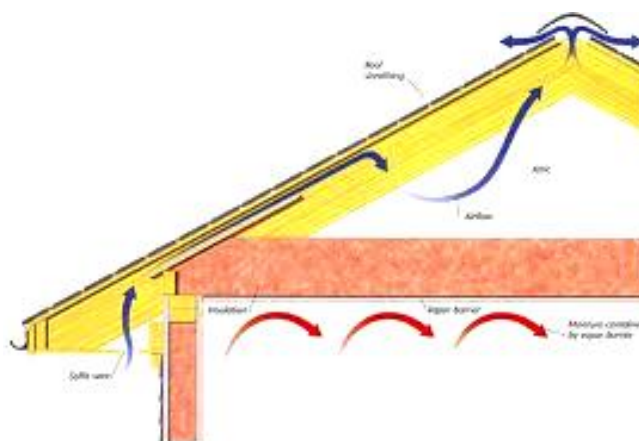
Οι εργασίες που γίνονται για τη θερμομόνωση και την υγρομόνωση περιλαμβάνουν:

1. Διάστρωση του θερμομονωτικού ελαφροσκυροδέματος που παρασκευάζεται με (ημιέτοιμο ελαφροσκυρόδεμα, με προσθήκη τσιμέντου κατά την παρασκευή του στο εργοτάξιο σε πυκνότητα: 200 ή 250 Kg/m³) ή (έτοιμοχρηστο ελαφροσκυρόδεμα σε πυκνότητα: 250 Kg/m³) σε μέσο πάχος από 10 -18 cm, ανάλογα των απαιτήσεων της κλιματικής ζώνης.
2. Αστάρωμα της επιφάνειας με ειδικό αστάρι ελεύθερο διαλυτών.
3. Θερμή κόλληση λωρίδας ασφαλτικής μεμβράνης χωρίς ψηφίδα, περιμετρικά στα σημεία τοποθέτησης των υδρορροών.
4. Τοποθέτηση των υδρορροών.
5. Τοποθέτηση στεγανωτικής μεμβράνης κεραμοσκεπών σε όλη την επιφάνεια της στέγης. Το τελείωμα της μεμβράνης θα πρέπει να καταλήγει μέσα στην υδρορροή.
6. Παράλληλη τοποθέτηση εξαερισμών εκτόνωσης υδρατμών (ένας ανά 30 m² περίπου).

7. Τοποθέτηση των ασφαλτικών κεραμιδιών, η οποία θα πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τη μεθοδολογία του εργοστασίου παραγωγής τους και με τη χρήση όλου του φάσματος των ειδικών τεμαχίων και εξαρτημάτων της.

Η μέθοδος αυτή έχει διάφορα **πλεονεκτήματα**, σημαντικότερα εκ των οποίων είναι ότι η κατασκευή γίνεται ιδιαιτέρως ελαφριά, οι εργασίες για την ολοκλήρωσή της τελειώνουν αρκετά γρήγορα ενώ είναι πολύ οικονομική αφού τόσο η θερμομόνωση όσο και οι κλίσεις εξασφαλίζονται με ένα μόνο υλικό. Το γεγονός αυτό εξασφαλίζει, ακόμη, πιο χαμηλό φορτίο σε σχέση με άλλες εφαρμογές. Επίσης, το αποτέλεσμα της θερμομόνωσης είναι πολύ καλό και η διαπνοή είναι πολύ υψηλή αφού πρόκειται για παθητικό αερισμό. Με την τοποθέτηση ασφαλτικού κεραμιδιού σε κεκλιμένη στέγη εκμεταλλευόμαστε τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου στο μέγιστο βαθμό, ενώ προτείνεται για βιοκλιματικό σχεδιασμό. Τέλος, είναι άφθαρτο στην υγρασία.¹

3.3 ΨΥΧΡΕΣ ΣΤΕΓΕΣ



Εικόνα 48 Ψυχρή στέγη
www.faryal.net

Ψυχρές είναι οι στέγες στις οποίες η σοφίτα δεν κατοικείται. Στις ψυχρές στέγες η θερμομόνωση πρέπει να μπαίνει στο επίπεδο του ταβανιού. Η τάση βέβαια είναι ευνοϊκή προς τις **θερμές στέγες**. Στις θερμές στέγες η θερμομόνωση μπαίνει στο

¹ www.tektohellas.gr

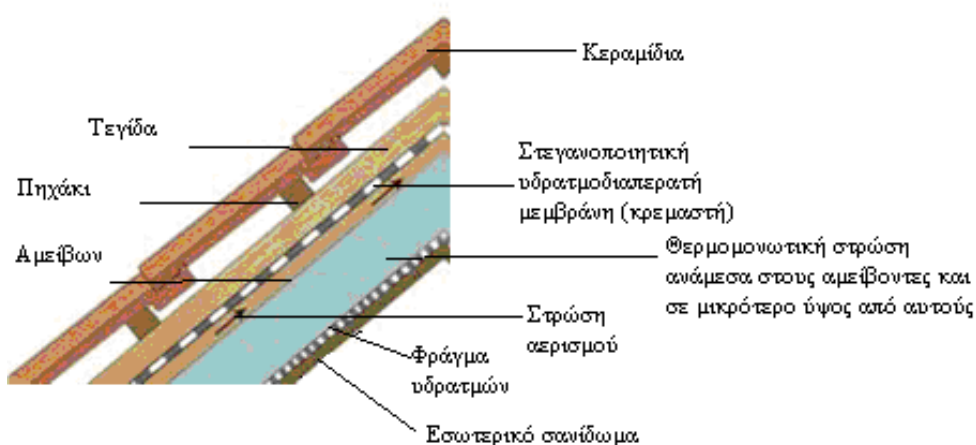
ύψος των ψαλιδιών (ανάμεσα, λίγο πάνω, λίγο κάτω κλπ.). Η τάση αυτή είναι απόρροια του υψηλού κόστους της γης.

Στα κτήρια στα οποία η σοφίτα δε χρησιμοποιείται, η θερμομόνωση μπορεί να γίνει τοποθετώντας ένα μονωτικό στρώμα στην επιφάνεια του τελευταίου πατώματος. Σ' αυτή την περίπτωση, θα χρησιμοποιηθεί μια πλάκα αφρώδους εξηλασμένου πολυστυρενίου που θα μπορεί να προσφέρει μια άριστη συνέχεια του μονωτικού στρώματος, απλό στην τοποθέτηση και ανεπηρέαστο από την υγρασία και τις εναλλαγές παγώματος – ξεπαγώματος. Οι ψυχρές στέγες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τις αεριζόμενες και τις μη αεριζόμενες.

Α) ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΨΥΧΡΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος ψυχρής στέγης. Η θερμομόνωση μπαίνει οριζόντια πάνω στο ταβάνι. Η μεμβράνη κεραμοσκεπών θα μπει στην περιοχή των ψαλιδιών λίγο κάτω από τα κεραμίδια. Επειδή στην αεριζόμενη ψυχρή στέγη ο χώρος στο κάτω μέρος της μεμβράνης αερίζεται, θα είναι το ίδιο είτε χρησιμοποιήσουμε μια ατμοδιαπερατή μεμβράνη είτε μια μη ατμοδιαπερατή (π.χ. ασφαλτική). Για να υπάρχει αερισμός από την επάνω μεριά, είτε θα μπει τεντωμένη και θα τοποθετηθούν επιτεγίδες είτε θα μπει με κρέμαση 15-20mm, οπότε δεν είναι απαραίτητες οι επιτεγίδες.

Αεριζόμενη διατομή



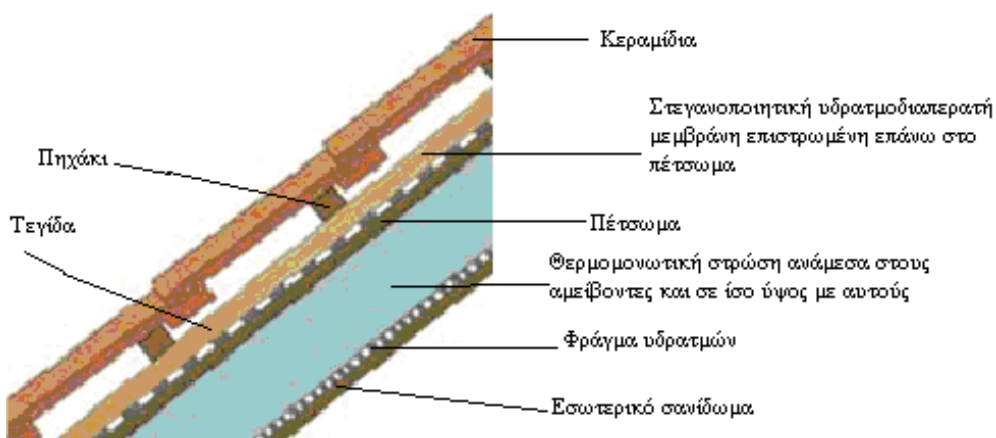
Εικόνα 49 Λειτουργικές περιοχές και στρώσεις της ξύλινης στέγης

(www.ktirio.gr)

Β) ΜΗ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΨΥΧΡΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

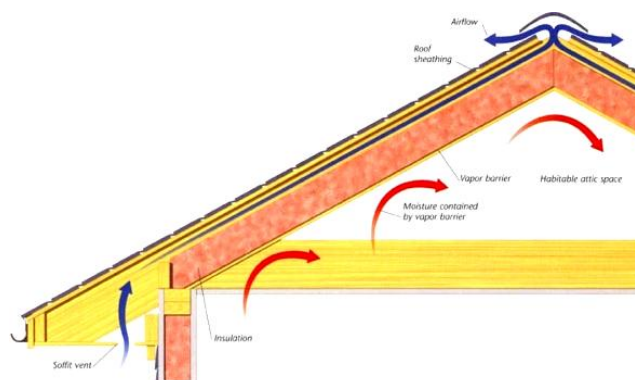
Στις μη αεριζόμενες ψυχρές στέγες δεν προβλέπεται αερισμός στο κάτω μέρος της μεμβράνης κεραμοσκεπών (στο επάνω μέρος της μεμβράνης κεραμοσκεπών ο αερισμός είναι πάντα υποχρεωτικός). Επειδή στην περίπτωση αυτή η μόνη διέξοδος για τους υδρατμούς είναι διαμέσου της μεμβράνης κεραμοσκεπών, η τελευταία θα πρέπει να είναι **υποχρεωτικά ατμοδιαπερατή**. Οι μεμβράνες μπορεί να μπουν με κρέμαση ή και τεντωμένες εφόσον χρησιμοποιηθούν επιτεγίδες.¹

Μη αεριζόμενη διατομή



Εικόνα 50 Λειτουργικές περιοχές και στρώσεις της ξύλινης στέγης
(www.ktirio.gr)

3.4 ΘΕΡΜΕΣ ΣΤΕΓΕΣ



Εικόνα 51 Θερμή στέγη
www.faryal.net

¹www.macon.gr

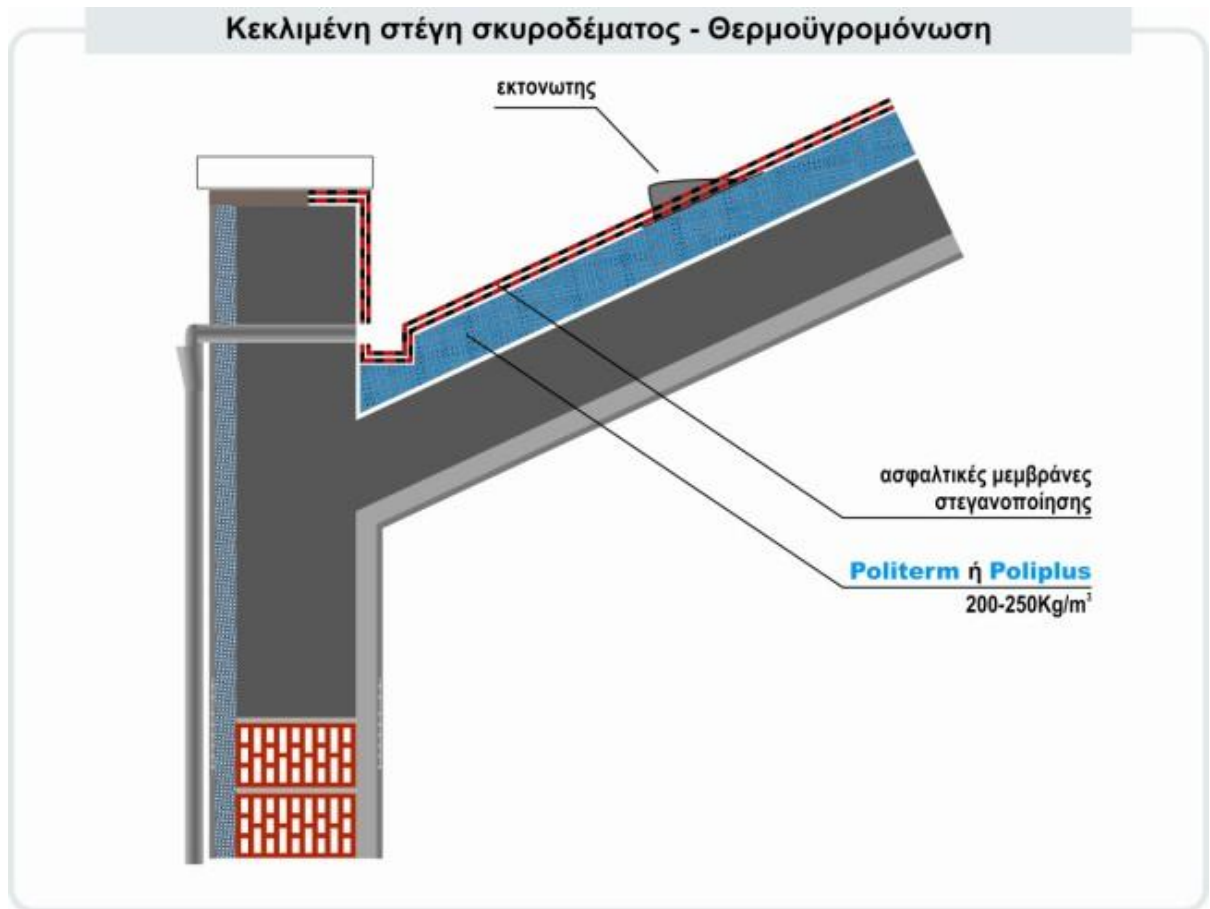
Θερμή λέμε μια στέγη όταν η θερμομόνωση γίνεται στο επίπεδο των ψαλιδιών λίγο κάτω από τα κεραμίδια. Στην περίπτωση αυτή ο χώρος κάτω από τη μόνωση θεωρείται θερμομονωμένος και θα μπορούσε να κατοικηθεί αν υπήρχαν οι ανάλογες προϋποθέσεις. Η χρήση μιας ατμοδιαπερατής μεμβράνης κεραμοσκεπών αποτελεί καλύτερη λύση αφού οι θερμές στέγες είναι αρκετά δαπανηρές. Αυτή μπορεί να μπει απευθείας πάνω στη θερμομονωτική στρώση με πολύ μεγάλη οικονομία σε έξοδα κατασκευής και χώρου.

Η μεμβράνη μπορεί να τοποθετηθεί με πολλούς τρόπους:

- Μπορεί να μπει με κρέμαση, εάν υπάρχει χώρος οπότε δεν χρειάζονται επιτεγίδες.
- Μπορεί να μπει τεντωμένη και σε επαφή με το θερμομόνωση (εδώ θα χρειασθούν και επιτεγίδες).
- Τέλος, μπορεί να μπει πάνω σε πέτσωμα, αρκεί να ξεπερνάει τα 150gr/m^2 . Το πέτσωμα θα πρέπει να αερίζεται κι από τις δυο πλευρές.¹

¹ www.macon.gr

4 ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ



Εικόνα 52 Κεκλιμένη στέγη σκυροδέματος θερμουγρομόνωση
(www.zarounidis.gr)

Πίνακας 9 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας (www.zarounidis.gr)

ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΠΑΧΟΣ	λ	R
	(kg/m ³)	(m)	(W/mK)	(m ² K/W)
Επίχρισμα εσωτερικό	1800,00	0,025	0,870	0,029
Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400,00	0,150	2,030	0,074
Θερμομονωτικό ελαφροσκυρόδεμα	250,00	0,160	0,067	2,388

Ασφαλτική μεμβράνη	1200,00	0,005	0,270	0,019
Σύνολο		0,340		2,509
U (W/m ² K)	0,399	≤ 0,40		

*Απαιτήσεις συντελεστή θερμοπερατότητας για τις κλιματικές ζώνες : **A' ≤0.50,**
B'≤0.45 Γ'≤0.40, Δ'≤0.35

4.1 ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΣΤΕΓΗΣ ΜΕ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ

Για να προστατευτεί ο φορέας της στέγης και η θερμομόνωση από το νερό της βροχής, το χιόνι, τη σκόνη και τον αέρα καθίσταται αναγκαία η τοποθέτηση κατάλληλης στεγανωτικής στρώσης μεταξύ του φορέα της στέγης και του υλικού επικάλυψης της στέγης. Η στεγανωτική στρώση, σε αντίθεση με το φορέα και τη θερμομόνωση, πρέπει να είναι διαπερατή από τους υδρατμούς που προέρχονται από τον εσωτερικό χώρο, έτσι ώστε να αποφεύγεται η συμπύκνωσή τους. Για το σκοπό αυτό οι στεγανωτικές μεμβράνες που χρησιμοποιούνται πρέπει να διαθέτουν την κατάλληλη αντοχή τόσο σε μηχανικές καταπονήσεις όπως έλξη, θραύση, σχίσιμο, τριβή, όσο και σε θερμοκρασιακές μεταβολές αλλά και σε χημικές επιδράσεις. Οι στεγανωτικές μεμβράνες δεν πρέπει να επηρεάζονται από τη ρύπανση και τα ελαφρά οξέα, την όξινη βροχή και να τοποθετούνται εύκολα. Οι συνήθως χρησιμοποιούμενες μεμβράνες είναι από **ασφαλτικά ή πλαστικά φύλλα** και μπορεί να είναι **ενισχυμένες με ενσωματωμένα λεπτά πλέγματα**. Δύο μεμβράνες που περικλείουν πλέγμα μεταξύ τους δημιουργούν μια στρώση με μεγάλη αντοχή στο σχίσιμο. Για να αντανakλάται η ηλιακή ακτινοβολία συνήθως στην πάνω πλευρά τους υπάρχει ενσωματωμένη επένδυση από αλουμίνιο. Έτσι, συνεργάζεται με τη θερμομόνωση για να εξασφαλίζεται θερμική άνεση το καλοκαίρι.

Οι μεμβράνες τοποθετούνται:

- **Χωρίς τέντωμα, ελεύθερα πάνω στους αμείβοντες.** Αυτή είναι μια μέθοδος αρκετά απλή, η οποία αφήνει τη μεμβράνη αρκετά ελεύθερη σε παραμόρφωση ή αναδίπλωση υπό την επίδραση άσχημων καιρικών

συνθηκών ή ακόμη στο να δημιουργεί θόρυβο σε δυνατό άνεμο. Η λύση αυτή δεν ενδείκνυται σε περίπτωση που ο φορέας θερμομονώνεται εξωτερικά.

- **Με τέντωμα, με παρεμβολή πρόσθετων δοκίδων** που καρφώνονται κάθετα στους αμείβοντες. Η μεμβράνη μπορεί να τεντωθεί επίσης πάνω σε άκαμπτο θερμομονωτικό υλικό ή σε πέτσωμα. Πάνω στις δοκίδες στερέωσης της μεμβράνης καρφώνονται σταυρωτά οι τεγίδες στήριξης του υλικού επικάλυψης.

Υπάρχουν **άκαμπτες μεμβράνες ή σκληρά στεγανωτικά φύλλα** τα οποία παραμένουν απαραμόρφωτα.

Η σύνδεση των διαδοχικών φύλλων της μεμβράνης γίνεται με κάρφωμα πάνω στους αμείβοντες, όχι με επικόλληση. Το κάρφωμα δίνει τη δυνατότητα αερισμού και διάχυσης της υγρασίας του εσωτερικού χώρου.

Όταν πρόκειται για εξωτερική θερμομόνωση που εφαρμόζεται πάνω από τους αμείβοντες, οι μεμβράνες τοποθετούνται είτε ελεύθερα, είτε τεντώνονται με κάρφωμα των δοκίδων πάνω στους αμείβοντες.

Η στεγανωτική μεμβράνη δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με το μονωτικό υλικό, αλλά χρειάζεται να αφήνεται μεταξύ τους ένα μικρό διάκενο αερισμού 3-4 εκατοστών. Ανάλογο διάκενο αερισμού χρειάζεται να υπάρχει μεταξύ της μεμβράνης και της επικάλυψης της στέγης, το οποίο εξασφαλίζεται από το πάχος των δοκίδων συγκράτησης της μεμβράνης.

Τα φύλλα της μεμβράνης ξεδιπλώνονται προς την περίμετρο της στέγης και ξεκινώντας από αυτήν. Τα διαδοχικά φύλλα αλληλοεπικαλύπτονται περίπου κατά 15 εκατοστά και το πρώτο περιμετρικό φύλλο αφήνεται να πέφτει μέσα στην υδρορροή για να οδηγεί το νερό της βροχής ομαλά μέσα σ' αυτήν.

Όταν η στέγη διαθέτει μεγάλο χώρο αερισμού, δηλαδή όταν **δεν είναι κατοικήσιμη**, οι μεμβράνες σταματούν περίπου 10 εκατοστά κάτω από την κορυφογραμμή στην κορυφή της στέγης, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ο αερισμός της. Τότε, η κορυφογραμμή καλύπτεται με κοίλα ή γωνιακά τεμάχια επικάλυψης. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν η στέγη διαθέτει μικρό χώρο αερισμού (**κατοικήσιμη**),

ενδείκνυται η εφαρμογή ειδικών τεμαχίων εξαερισμού της κορυφογραμμής της στέγης, οπότε οι μεμβράνες μπορούν να επικαλύπτουν πλήρως την κορυφή της στέγης.

4.2 ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Όταν αναφερόμαστε σε ευαίσθητες περιοχές για τη στεγάνωση της στέγης εννοούμε **τις συναρμογές της με υπερυψωμένες κατασκευές**. Οι συναρμογές της επικάλυψης της στέγης με τοίχους, καπνοδόχους και άλλες κατασκευές πρέπει να έχουν κλίση κατάλληλη για την **εύκολη απορροή του νερού**. Προτείνεται οι συναρμογές αυτές να εξασφαλίζουν την **ανεξάρτητη λειτουργία** μετακινήσεων της κάθε επιφάνειας. Μπορούν να καλύπτονται με **μεταλλικές προκατασκευασμένες διατομές επικάλυψης** που από τη μια πλευρά στερεώνονται στον τοίχο και από την άλλη εισχωρούν κάτω από το υλικό επικάλυψης και πάνω από τη στεγανωτική στρώση της στέγης. Το υλικό των διατομών αυτών είναι συνήθως ο τσίγκος, ο μόλυβδος, ο γαλβανισμένος χάλυβας ή κράματα των υλικών αυτών.

Σε τοίχους που κατασκευάζονται, προκειμένου να στερεωθούν οι διατομές επικάλυψης, τις εισχωρούμε σε έναν οριζόντιο αρμό τους. Σε τοίχους που υφίστανται ήδη, η στερέωση πραγματοποιείται συνήθως με κοχλιώσεις και η πάνω ακμή των διατομών είτε στεγανώνεται με μαστίχη, είτε επικαλύπτεται με προστατευτική μεταλλική διατομή κατάλληλης κλίσης ώστε να διευκολύνεται η απορροή του νερού. Γενικά, πρέπει οι μεταλλικές διατομές να μπορούν να κινηθούν απειροστά όταν υπάρχουν θερμικές παραμορφώσεις ή καθιζήσεις και γι' αυτό η στερέωσή τους γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, δηλαδή, δεν πρέπει να πακτώνονται ή να καρφώνονται και από τις δυο πλευρές.

Σε περίπτωση που οι επιφάνειες του τοίχου και της στέγης είναι μια **ενιαία κατασκευή**, τότε είναι απαραίτητο είτε να εισχωρεί το πέτσωμα της στέγης στην τοιχοποιία είτε η τοιχοποιία να επικαλύπτει την ακμή του πετσώματος με τη δημιουργία εγκοπής. Η περίμετρος του πετσώματος που εισχωρεί στην εσοχή ανυψώνεται ελαφρά με σφήνες για την απομάκρυνση του νερού. Αφού έχουμε τοποθετήσει το υλικό επικάλυψης της στέγης, πληρώνουμε τις εγκοπές με στεγανωτικό κονίαμα ή με άλλα σφραγιστικά υλικά. Θα ήταν καλύτερο να διαμορφώνουμε κεκλιμένη τη συναρμογή με βοήθεια σφηνοειδούς στοιχείου ούτως

ώστε να διευκολύνεται η απορροή του νερού. Σ' αυτού του είδους τις συναρμογές, οι στεγανωτικές μεμβράνες της στέγης είναι απαραίτητο να προχωρούν όσο δύναται πιο **μακριά από την επιφάνειά της αλλά και πιο πίσω από τις διατομές επικάλυψης.**

Όσον αφορά το τμήμα της στέγης από το οποίο διέρχεται η καπνοδόχος, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στη στεγανότητά του, ειδικότερα όταν η καπνοδόχος τοποθετείται σε χαμηλό σημείο της στέγης και οι συναρμογές αυτής δέχονται το νερό της βροχής κάθετα. Η συναρμογή μπορεί να είναι είτε ελεύθερη είτε σταθερή στην περιοχή αυτή.

I) Σταθερή συναρμογή

Όταν έχουμε να κάνουμε με σταθερή συναρμογή, η καπνοδόχος αφού περάσει από το πέτσωμα, πρέπει να έχει τοίχωμα από τούβλα μεγαλύτερου πάχους. Με αυτό τον τρόπο, το πέτσωμα ενσωματώνεται στην εσοχή που δημιουργείται στην καπνοδόχο. Η περίμετρος του πετσώματος που εισχωρεί στην εσοχή ανυψώνεται ελαφρά με σφήνες για την απομάκρυνση του νερού. Η τομή που δημιουργείται από την επικάλυψη της στέγης και την καπνοδόχο επικαλύπτεται συνήθως με φύλλο από μέταλλο το οποίο έχει διαμορφωθεί με τρόπο ώστε το νερό να απομακρύνεται προς την επικάλυψη. Υπάρχει περίπτωση, στην κάτω ακμή αυτό να συμπληρώνεται από εύκαμπτο μεταλλικό φύλλο.

II) Ελεύθερη συναρμογή

Αντίθετα, όταν έχουμε να κάνουμε με ελεύθερη συναρμογή, στη βάση της καπνοδόχου μεταλλικές διατομές επικάλυψης καλύπτουν όλη την περίμετρο εισχωρώντας μεταξύ της επικάλυψης και της στεγανωτικής μεμβράνης της στέγης. Οι διατομές αυτές ανεβαίνουν στο σώμα της καπνοδόχου και στερεώνονται στους αρμούς της ή στερεώνονται στο πάνω μέρος με προστατευτική μεταλλική διατομή. Είναι προτιμότερο η στεγανωτική μεμβράνη της στέγης να προχωράει κάτω από τις διατομές της επικάλυψης και να στερεώνεται μαζί τους στο πάνω μέρος.

Το πλαίσιο που έχουν τα παράθυρα της στέγης **διαμορφώνεται ανάλογα με το** είδος της επικάλυψης της στέγης στην οποία προορίζεται να τοποθετηθεί, αν και είναι συνήθως πλατύ. Η πάνω πλευρά του καρφώνεται συνήθως πάνω στις τεγίδες και καλύπτεται από μια σειρά υλικού επικάλυψης. Οι πλευρικές ακμές του πλαισίου

διαμορφώνονται με τρόπο ώστε να εισχωρούν κάτω από την επικάλυψη, αφήνοντας μικρό διάκενο κάτω από το οποίο δημιουργείται κανάλι απορροής. Η κάτω ακμή του τοποθετείται πάνω από την επικάλυψη και η στεγανή προσαρμογή του με αυτή γίνεται με τη βοήθεια ειδικών στεγανωτικών διατομών. Βασική προϋπόθεση για να είναι σωστή η προσαρμογή του παραθύρου στη στέγη είναι να ακολουθεί **το παράθυρο την ακριβή κλίση της στέγης**, από κατασκευές ή με την παρεμβολή κατάλληλων σφηνών.

Στεγανοποιητικά υλικά:

- Ασφαλτόπανα(ασφαλτικές μεμβράνες)
- Αυτοκόλλητα ασφαλτόπανα
- Τσιμεντοειδή
- Επαλειφόμενα- Αδιαβροχοποιητικά
- Μαστίχες- σφραγιστικά αρμών

4.3 ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΑ ΛΑΘΗ ΠΟΥ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΕΩΝ ΣΤΕΓΩΝ

Κατά τη διάρκεια μόνωσης και στεγανοποίησης στεγών και κεραμοσκεπών γίνονται πολλά λάθη, όπως:

1. Επιλέγεται ακατάλληλη μεμβράνη στις κεραμοσκεπές. Μεμβράνες που δεν πρέπει να επιλέγονται είναι:

- ατμοδιαπερατές μεμβράνες κάτω από 150gr/m².
- ατμοδιαπερατές μεμβράνες δύο στρώσεων.
- ημιατμοδιαπερατές μεμβράνες πολυαιθυλενίου.
- ασφαλτικές μεμβράνες, αν δεν μπορεί να εξασφαλισθεί επαρκής αερισμός και από τις δύο πλευρές τους.

2. Επέρχεται πρόωρη γήρανση ή ακόμη και καταστροφή των μεμβρανών των κεραμοσκεπών εξ' αιτίας της έλλειψης του κατάλληλου αερισμού. Ιδιαίτερα οι λεπτές συνθετικές μεμβράνες χρειάζονται πολλή προσοχή στο σωστό εξαερισμό τους από την πάνω πλευρά. Επίσης, τα κεραμίδια πυρώνουν το καλοκαίρι και αναπτύσσουν από κάτω τους πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Κανένα συνθετικό υλικό δεν μπορεί να αντέξει αυτές τις υψηλές θερμοκρασίες για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα, οι συνθετικές μεμβράνες να γηράσκουν και αποδομούνται. Μετά από 3-4 χρόνια αν εξετάσει κάποιος τη στέγη μπορεί να τη βρει σε άθλια κατάσταση. Γι' αυτό, **συνιστάται η χρήση επιτεγίδων** για την εξασφάλιση της απαραίτητης λωρίδας αερισμού. Αν και ο αέρας γενικά μπορεί να κυκλοφορήσει μέσα από τα κενά των κλασικών κεραμιδιών, συνιστάται να υπάρχει πρόβλεψη εξαερισμού από γείσο σε γείσο ή καλύτερα, να γίνονται αεριζόμενοι οι κορφιάδες.

3. Χρησιμοποιούνται εξηλασμένη πολυστερίνη αλλά και άλλοι εύφλεκτοι πλαστικοί αφροί ως θερμομονωτικά υλικά. Η εξηλασμένη πολυστερίνη παρά το γεγονός ότι είναι ένα πολύ καλό θερμομονωτικό υλικό καλό θα ήταν καλό να αποφεύγεται στη στεγάνωση ξύλινων στεγών. Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε ψυχρές στέγες σε κατασκευές από μπετόν, αλλά όχι σε θερμές στέγες ούτε ψυχρές στέγες που έχουν ξύλινο ταβάνωμα. Σ' αυτές τις δύο τελευταίες περιπτώσεις πρέπει να χρησιμοποιούνται δύσφλεκτα ή άφλεκτα θερμομονωτικά υλικά για λόγους ασφαλείας. Ένα κατάλληλο υλικό που υπάρχει σε αφθονία στην ελληνική αγορά είναι ο πετροβάμβακας.

4. Οι μεμβράνες κεραμοσκεπών μπαίνουν κάτω από τη θερμομόνωση. Αυτό δεν πρέπει να γίνεται σε καμία περίπτωση αλλά στην Ελλάδα δυστυχώς γίνεται σε μαζική κλίμακα. Πρέπει να επισημάνουμε ότι η μεμβράνη κεραμοσκεπών έχει σαν κύρια αποστολή την προστασία της στέγης και των μερών της από την υγρασία. Γι' αυτό αμέσως μετά το υλικό κάλυψης, όπως π.χ. κεραμίδι κλπ. πρέπει να τοποθετείται η μεμβράνη των κεραμοσκεπών.

5. Οι μεμβράνες κεραμοσκεπών δεν καταλήγουν στις υδρορροές. Τα νερά που συλλαμβάνουν οι μεμβράνες κεραμοσκεπών πρέπει να οδηγούνται με ασφάλεια

κάπου όπου μπορούν να απορρέουν χωρίς να δημιουργούν πρόβλημα, έτσι θα πρέπει να καταλήγουν στις υδρορροές.

6. Η μεμβράνη κεραμοσκεπών τοποθετείται με τρόπο ώστε να ακουμπάει στο υπόστρωμα, ενώ δεν είναι κατάλληλη για μια τέτοια χρήση. Αυτό ονομάζεται το **φαινόμενο της τέντας**. Η μεμβράνη θα πρέπει να είναι κατάλληλη για να μπαίνει σε 100% επαφή ή επαφή μόνο στο σημείο της κρέμασης με το υπόστρωμα, είτε αυτό είναι το πέτσωμα είτε το θερμομονωτικό υλικό.

7. Οι συναρμογές της στεγανοποίησης με τα παράθυρα στέγης, τις καμινάδες κλπ. δεν είναι πάντα καλές. Αυτό είναι ένα από τα πιο αδύνατα σημεία της στεγανοποίησης της στέγης. Σ' αυτά τα σημεία χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και χρήση αυτοκόλλητων ταινιών.

8. Η ανακλαστική μόνωση δε χρησιμοποιείται σωστά. Η ανακλαστική μόνωση γίνεται με ανακλαστικά φράγματα και έχει σαν στόχο την αναχίτηση της μεταδιδόμενης μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας θερμότητας. Η ανακλαστική μόνωση δεν υποκαθιστά τη συμβατική θερμομόνωση και γενικά ούτε τη στεγανοποίηση (πλην των εξειδικευμένων ανακλαστικών μεμβρανών κεραμοσκεπής).

Καλό είναι να χρησιμοποιείται στις θερινές κατοικίες με στέγη. Τα σημεία που πρέπει να προσεχτούν ιδιαιτέρως είναι τα εξής:

- μπορεί να έχει μία ή δύο ανακλαστικές επιφάνειες
- πρέπει να υπάρχει ένα κενό αερισμού τουλάχιστον μπροστά από τη μια ανακλαστική επιφάνεια
- δεν πρέπει η ανακλαστική επιφάνεια να σκονίζεται γιατί αχρηστεύεται.

Γι' αυτούς τους λόγους η χρήση της σε οριζόντιες επιφάνειες αντενδείκνυται.

9. Λανθασμένη χρήση φράγματος υδρατμών. Το φράγμα υδρατμών πρέπει να χρησιμοποιείται:

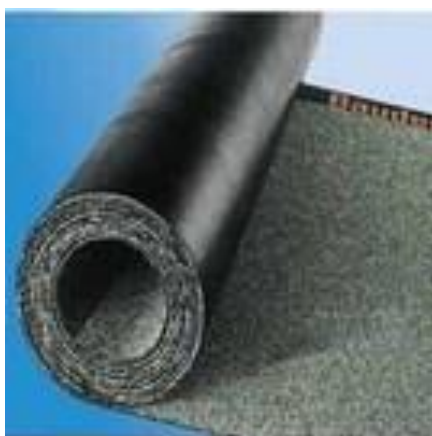
- όταν το κλίμα είναι ηπειρωτικό και η κατοικία χρησιμοποιείται και το χειμώνα

- όταν στους υποκείμενους χώρους παράγονται πολλοί υδρατμοί.

Το **φράγμα υδρατμών** για τα **μικτά κλίματα** είναι **αμφιλεγόμενο**. Για παράδειγμα, σε έναν κλιματιζόμενο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού χώρο θα μπορούσε να γίνει συμπύκνωση από την επάνω πλευρά του. Το φράγμα υδρατμών δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε καλοκαιρινές εξοχικές κατοικίες και σε ήπια κλίματα (νησιά, νότια Ελλάδα).¹

4.4 ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Ασφαλτόπανα



Εικόνα 53 Ασφαλτόπανο

www.chmagginas.gr

Τα ασφαλτόπανα είναι ευρέως χρησιμοποιούμενα υλικά σε όλες τις κλιματολογικές συνθήκες για την εξασφάλιση άριστης στεγάνωσης². Οι στεγανωτικές μεμβράνες χαρακτηρίζονται ανάλογα με τον τύπο της ασφάλτου σε πλαστομερή, τα οποία είναι πολυμερή υλικά που έχουν ως βάση το ατακτικό προπυλένιο AAP, ελαστομερή, δηλαδή θερμοπλαστικά ελαστομερή υλικά SBS και άλλα. Με αυτό τον τρόπο, τα ασφαλτόπανα αποκτούν μεγάλη αντοχή στις θερμοκρασιακές μεταβολές, έχουν ευκαμψία ακόμα και στις χαμηλές θερμοκρασίες, καθώς υπάρχει και μεγάλο

¹ www.macon.gr

² www.monotiki.gr

θερμοκρασιακό εύρος εργασιμότητας. Επίσης, παρουσιάζουν εξαιρετική αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία που προέρχεται από τον ήλιο και τη γήρανση.

Συνήθως, ο οπλισμός τους είναι πολυεστέρας υψηλών αντοχών, ο οποίος βοηθάει στο να έχει μεγάλη αντοχή το ασφαλτόπανο στις μηχανικές καταπονήσεις, το σκίσιμο, τη διάτρηση και τα λοιπά. Όταν πρόκειται για ασφαλτόπανα με αυξημένη αντοχή στην καύση ο οπλισμός τους μπορεί ακόμη να είναι υαλοπίλημα.

Το ασφαλτόπανο μπορεί να επικαλύπτεται, είτε από μια έγχρωμη ψηφίδα σε πράσινο, γκρι ή κεραμιδί, είτε από φύλλο αλομονιού είτε από μια μεμβράνη πολυαιθυλενίου.

Οι παραπάνω συνδυασμοί σε σχέση και με το επιλεγόμενο βάρος του ασφαλτόπανου αποτελούν εγγύηση για την καλύτερη στεγάνωση των επιφανειών.

Ιδιαίτερη προσοχή πριν την τοποθέτηση του ασφαλτόπανου πρέπει να δοθεί στο υπόστρωμα, το οποίο πρέπει να είναι καθαρό, στεγνό, να μην έχει σκόνες, σαθρά στοιχεία ή λιπαρές ουσίες. Αρχικά γίνεται επάλειψη με PRIMER ασφαλικής βάσης με κατανάλωση 0,3-0,5 kg /m². Στη συνέχεια και μετά τον πολυμερισμό του γίνεται η επικόλληση των ασφαλτοπάνων με τη βοήθεια φλογίστρου. Η επικάλυψη μεταξύ τους κατά μήκος πρέπει να είναι περίπου 10 cm, ενώ στα άκρα τουλάχιστον 12 cm. Με τη βοήθεια μυστριού γίνεται η εξομάλυνση των ενώσεων (ραφών). Στα στηθαία το ασφαλτόπανο σηκώνεται και κολλάται σε ύψος περίπου 20 cm, ενώ κολλούνται και μέσα στα σημεία απορροής των υδάτων ούτως ώστε να σχηματίζεται μια στεγανολεκάνη, η οποία ξεκινάει από τα στηθαία και συνεχίζοντας στην επιφάνεια του δώματος, τελειώνει στα σημεία απορροής των υδάτων. Σε περίπτωση χρησιμοποίησης δεύτερης στρώσης ασφαλτόπανου, η τοποθέτησή της γίνεται όπως της πρώτης αλλά σε απόσταση περίπου 50 cm παράλληλα με αυτήν.



Εικόνα 54 Τοποθέτηση ασφαλτόπανου με φλόγιστρο
(www.monosimacon.blogspot.gr)

Μεμβράνη PVC



Εικόνα 55 Μεμβράνη PVC
www.isoren.gr

Η μεμβράνη αυτή μπορεί να έχει διάφορους τύπους οπλισμού, όπως πολυεστερικό οπλισμό, μη πλεκτό υαλούφασμα κ.τ.λ. Είναι πολύ ανθεκτικές στις διάφορες καιρικές συνθήκες όπως το χαλάζι αλλά και στη γήρανση. Η αντοχή της είναι πολύ μεγάλη σε μηχανικές καταπονήσεις, ενώ έχουν πολύ καλή ευκαμψία ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες¹.

¹ www.monotiki.gr

Κατά την τοποθέτησή τους φύλλο με φύλλο μεμβράνης έχει επικάλυψη περίπου 10-20 cm και η συρραφή γίνεται με πιστόλι χειρός θερμού αέρα και πίεση με ρολλό. Στις άκρες η μεμβράνη στερεώνεται μηχανικά και στη συνέχεια γίνεται στεγανοποίηση της πάκτωσης με σιλικόνη ειδικού τύπου. Μετά την τοποθέτησή της είναι δυνατόν να επικαλυφθεί με διάφορα υλικά, όπως κροκάλα, ταρατσόπλακες, χαλίκι και άλλα.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί κι εδώ στο υπόστρωμα. Πρέπει να είναι στεγνό, καθαρό και να μην έχει λίπη, γράσα ή άλλες λιπαρές ουσίες. Για να προστατέψουμε τη μεμβράνη από τις ανωμαλίες του υποστρώματος πρέπει να τοποθετήσουμε πριν από αυτή γεωφάσμα πυκνότητας τουλάχιστον 300 gr/m². Καθώς, η μεμβράνη χάνει την ανθεκτικότητά της όταν είναι σε συνεχή επαφή με υλικά που έχουν ως βάση το τσιμέντο, όταν η τοποθέτησή της γίνεται πάνω σε εξηλασμένη πολυστερίνη ή πολυουρεθάνη πρέπει οπωσδήποτε να προηγηθεί τοποθέτηση γεωφάσματος πυκνότητας τουλάχιστον 300 gr/ m².



Εικόνα 56 Εργασίες τοποθέτησης μεμβράνης PVC

www.monosimacon.blogspot.gr

Επαλειφόμενα υλικά

Τα επαλειφόμενα στεγανοποιητικά υλικά είναι υλικά ενός ή δύο συστατικών και είναι ένα πολύ καλό σύστημα στεγάνωσης στεγών με κλίσεις τέτοιες που να βοηθούν την απροσκοπτή απορροή του νερού. Τα επαλειφόμενα υλικά χωρίζονται σε πολλές κατηγορίες ανάλογα με τη σύστασή τους. Είναι έτοιμα προς χρήση υλικά ή παρασκευάζονται μετά από ανάμειξη με νερό, διαλύτες ή των προκαθορισμένων συστατικών τους Έτσι, υπάρχουν τα ακρυλικά που αραιώνονται με νερό, τα

πολυουρεθανικά που διαλύονται με διαλύτη, τα τσιμεντοειδή, τα σιλικονούχα κ.α. Εφαρμόζονται εύκολα με βούρτσα, ρολό ή ψεκασμό. Μετά την εφαρμογή τους δημιουργούν μία μονολιθική μεμβράνη (χωρίς ενώσεις) ή διεισδύουν στο υπόστρωμα. Τα βασικά πλεονεκτήματα των επαλειφόμενων στεγανωτικών υλικών είναι ότι έχουν χαμηλό κόστος (υλικών και εφαρμογής), εύκολη εφαρμογή (χωρίς ειδικό εξοπλισμό), δημιουργούν μονολιθική στεγανωτική μεμβράνη (χωρίς ενώσεις), ενώ η επισκευή τους είναι εύκολη και γρήγορη. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι δεν εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη, συνεχής και σταθερού πάχους εφαρμογή τους.¹

Πολυουρεθάνη



Εικόνα 57 Πολυουρεθάνη

www.screkas.gr

Η πολυουρεθάνη παρουσιάζει εξαιρετικά μικρή απορρόφηση υγρασίας. Πρόκειται, δηλαδή, για ένα υλικό αδιάβροχο, εξαιτίας της κλειστής δομής των κυψελίδων του.

Σε όλο τον κόσμο θεωρείται το καλύτερο θερμομονωτικό υλικό γιατί:

α) Ανήκει στην κατηγορία των θερμομονωτικών υλικών με δομή κλειστών κυψελίδων.

β) Έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ) **0,0241 W.m⁻¹.K⁻¹**.

¹ www.alto.gr

- γ) Έχει τη δυνατότητα να διογκώνεται ακαριαία όταν ψεκάζεται σε υγρή μορφή. Ως εκ τούτου, κατανέμεται σε ολόκληρη την επιφάνεια του δώματος, ακόμα κι αν αυτή είναι ανώμαλη.
- δ) Πέφτει ενιαία σε όλη την επιφάνεια, μη επιτρέποντας τη δημιουργία θερμογεφυρών.
- ε) Έχει μεγάλη πρόσφυση επί της επιφανείας του δώματος επειδή κολλά απόλυτα σε μεταλλικές επιφάνειες.¹

¹ www.monotiki.gr

5 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

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

5.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

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

α. Θερμοτεχνικά Χαρακτηριστικά

- Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ .
- Η εξάρτηση του λ από τη θερμοκρασία.
- Η εξάρτηση του λ από την υγρασία. Η τιμή του λ αυξάνει σημαντικά με τη συμπύκνωση υδρατμών μέσα στη μάζα του και αν διαβραχεί όλη η μάζα του τότε παύει να υπάρχει θερμομονωτική δράση.
- Η ειδική θερμότητα.
- Ο συντελεστής θερμικής διαστολής. Όσο χαμηλότερος είναι, τόσο απομακρύνεται ο κίνδυνος οικοδομικών μικροζημιών ή καταστροφής των στεγανώσεων.

β. Τρόπος Εφαρμογής

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

γ. Μηχανικές Ιδιότητες

- Αντοχή σε θλίψη, κάμψη και δονήσεις.

- Αλλοιώσεις με το χρόνο (γήρανση)
- Πυκνότητα
- Ελαστικότητα, ευθραυστότητα.

δ. Χημική συμπεριφορά - ανθεκτικότητα

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

ε. Οικονομικά Στοιχεία

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

Συγκεκριμένα, για τη θερμομόνωση **στεγών τα θερμομονωτικά υλικά** που χρησιμοποιούνται πρέπει να έχουν ιδιότητες κατάλληλες για την εφαρμογή, όπως:

- Χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ για να χρησιμοποιείται το μικρότερο δυνατό πάχος υλικού.
- Αντίσταση στη διαπερατότητα υδρατμών για να μειώνεται ο κίνδυνος συμπύκνωσης υδρατμών στην περιοχή επαφής στοιχείου από σκυρόδεμα και μονωτικού υλικού, όταν το τελευταίο τοποθετείται εσωτερικά.
- Ευκολία χειρισμού όσον αφορά το βάρος, τις διαστάσεις στις μηχανικές αντοχές και στον τρόπο στερέωσης του υλικού.
- Ευκολία κοπής, διαμόρφωσης στα σχήματα των στοιχείων της στέγης.

- Δυνατότητα καλής συναρμογής των τεμαχίων του μονωτικού υλικού, για να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες και οι γραμμές συμπύκνωσης υδρατμών στους αρμούς του.¹

5.2 ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμομονωτικών υλικών όπως:

- Εξηλασμένη πολυστερίνη
- Διογκωμένη πολυστερίνη
- Υαλοβάμβακας
- Πολυουρεθάνη
- Αφρώδες Γυαλί
- Περλιτοειδή
- Πετροβάμβακας
- Φελλός
- PVC
- Κυψελωτό σκυρόδεμα
- Θερμομονωτικά τούβλα
- Πλάκες περλιτοϋάλου²

¹ <http://www.mcit.gov.cy>

² <http://www.mcit.gov.cy>

5.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

5.3.1 Υαλοβάμβακας



Εικόνα 58 Υαλοβάμβακας

www.alto.gr

Ο υαλοβάμβακας, ο οποίος ανήκει στα ανόργανα ινώδη υλικά, προέρχεται από ορυκτές πρώτες ύλες, ενώ τα βασικά συστατικά του είναι το διοξείδιο του πυριτίου, ο δολομίτης, ο ασβεστόλιθος, η ανθρακική σόδα και η αλουμίνα.

Ο υαλοβάμβακας παρασκευάζεται σε κλίβανο μέσω μιας διαδικασίας φυγοκέντρισης, κατά την οποία τα υλικά εξαιτίας της φυγόκεντρης δύναμης υπό τη μορφή ινών παγιδεύουν τον αέρα.

Ο υαλοβάμβακας συναντάται στις εξής εμπορικές μορφές:

- σε μορφή παπλώματος είτε σε ρολά χωρίς επένδυση είτε με επένδυση αλουμινίου (επικάλυψη φύλλου αλουμινίου, υαλοϋφάσματος ή χαρτιού Kraff από τη μία τους πλευρά) είτε με ενισχυμένο μεταλλικό πλέγμα,
- σε μορφή πλακών και
- σε μορφή ειδικά μορφοποιημένων κογχυλιών για μόνωση των σωληνώσεων.

Ο υαλοβάμβακας αποτελεί μία πολύ καλή θερμομονωτική λύση εφ' όσον προστατεύεται από τη διείσδυση της υγρασίας. Όσο μικρότερο είναι το πάχος των ινών και όσο μεγαλύτερο το μήκος τους, τόσο υψηλότερη θερμική προστασία προσφέρει, αυξάνοντας, βέβαια, το κόστος. Όταν προσβάλλεται από υγρασία μειώνεται σημαντικά ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ . Γι' αυτό το λόγο, όταν χρησιμοποιείται ως μονωτικό υλικό στα κτίρια, κρίνεται απαραίτητη η προστασία του τοποθετώντας ένα φράγμα υδρατμών στη θερμή όψη. Αξίζει να σημειωθεί πως λόγω της ινώδους μορφής του, ο υαλοβάμβακας όταν βρίσκεται σε ελεύθερη κατάσταση δεν απορροφά υγρασία. Πολλές φορές, όμως, βρίσκεται κλεισμένος σε άλλα δομικά υλικά, η υγρασία που εγκλωβίζεται σ' αυτά τον προσβάλλει με αποτέλεσμα να εξαπλώνεται σε όλη την έκτασή του.

Όσον αφορά στις ιδιότητες πυραντοχής του υαλοβάμβακα, προσοχή απαιτείται στα υλικά που προστίθενται για την βελτίωση της συνοχής (υδρίδιο του πυριτίου), στα συνδετικά υλικά (ρητίνες φαινοφορμαλδεΰδης), καθώς και στα υδατοαπωθητικά έλαια (σιλικονόνες ή ορυκτέλαια), διότι αυτά τα υλικά μπορεί να υποβαθμίσουν την αντοχή του υαλοβάμβακα σε περίπτωση πυρκαγιάς. Γενικότερα, πάντως, ο υαλοβάμβακας παρουσιάζει καλή συμπεριφορά στην πυρκαγιά καθώς ανήκει στις A1, A2 και B1 κατηγορίες πυραντοχής. Ο υαλοβάμβακας διαθέτει, επίσης, ανθεκτικότητα στη θερμοκρασία για ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών από $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ έως $500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η αντοχή στον εφελκυσμό ($0,005\text{ N/mm}^2$) και το όριο θραύσης του ($0,005\text{ - }0,015\text{ N/mm}^2$) κρίνονται ικανοποιητικές. Ωστόσο, εμφανίζει μικρή αντοχή στη συμπίεση και ως εκ τούτου δεν προσφέρεται η χρήση του για δάπεδα και δώματα με ισχυρές φορτίσεις. Η απόδοσή του ως ηχομονωτικό υλικό θεωρείται ιδιαίτερα καλή σε σύγκριση με άλλα, ως προς αυτήν την ιδιότητα, υλικά. Ο υαλοβάμβακας δεν προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά αλλά ούτε από χημικές ενώσεις με εξαίρεση το υδροχλωρικό οξύ.

Ο πίνακας 10 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του υαλοβάμβακα με τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές να οφείλονται σε διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται από τεχνολογικής πλευράς κατά την διαδικασία παραγωγής.

Πίνακας 10 Τεχνικά χαρακτηριστικά υαλοβάμβακα

Τεχνικά χαρακτηριστικά				
Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	Cm	1	3/4/5/8/10/12/14/15	18
Πυκνότητα	kg/m ³	13	18/23/60/65/80	100
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²		0,005	
Όριο θραύσης	N/mm ²	0,005		0,015
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm ²		0,1	
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10 ⁰ C	W/(mK)	0,030	0,0338	0,045
Εύρος χρήσεως min/max ⁰ C	⁰ C	-100	-	500
Ιδιότητες υγραπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	<1		1
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 ⁰ C και 80% σχ. υγρασία		<0,1	0,2/0,5...1	1
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-	B1	A2	A1

Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-	0,1		0,79
στα 250Hz	-	0,26		0,79
στα 1000Hz	-	0,71		0,97
στα 4000Hz	-	0,96		0,95
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²	5	8/12/18	>35
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³	>25	17/13/10	<5
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	Έτος	30		
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		Όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/ m ³	90	110	430

5.3.2 Πετροβάμβακας



Εικόνα 59 Πάπλωμα πετροβάμβακα
www.monopan.gr



Εικόνα 60 Πετροβάμβακας σε πλάκες
www.madel.gr

Ο πετροβάμβακας είναι ένα υλικό ινώδους μορφής, καθώς αποτελείται από μια μάζα από εξαιρετικά λεπτές ίνες (διαμέτρου < 4 ή $5 \mu\text{m}$) και παρασκευάζεται από ένα μίγμα ορυκτογενών πετρωμάτων, που βρίσκονται σε αφθονία στη φύση, όπως είναι ο βασάλτης, ο μεταβασάλτης, ο διαβάσης, ο αμφιβολίτης, ο ασβεστόλιθος, ο δολομίτης και ο βωξίτης.

Για την παραγωγή του πετροβάμβακα, το μίγμα των ορυκτογενών πετρωμάτων θερμαίνεται και λιώνει είτε μέσα σε υψικάμινο είτε σε ηλεκτρικό φούρνο (πιο σύγχρονη μέθοδος, καθώς επιτυγχάνει διαστασιακή ομοιομορφία στις παραγόμενες ίνες μέσω της σταθερά ελεγχόμενης θερμοκρασίας του τήγματος, καθώς και πολύ μικρή μόλυνση του περιβάλλοντος). Στη συνέχεια, και με τη βοήθεια της

φυγοκέντρισης διαμορφώνεται στην τελική ινώδη μορφή. Οι ίνες συγκολλούνται προσθέτοντας συνθετική φαινολική ρητίνη και σιλικονέλαιο.

Στο εμπόριο βρίσκουμε τον πετροβάμβακα σε πάπλωμα χωρίς επένδυση ή με μία επένδυση μεταλλικού πλέγματος ή σκληρών πλακών, καθώς και σε μορφή κοχυλιών. Ο πετροβάμβακας έχει υψηλή πυκνότητα (30 kg/m^3) και ιδιαίτερος καλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που κυμαίνεται από 0,033 ως 0,045 W/(mK). Η υψηλή θερμομονωτική ικανότητά του επηρεάζεται σημαντικά από την υγρασία, έτσι ώστε να κρίνεται αναγκαία η λήψη μέτρων προστασίας από αυτή είτε με την προσθήκη οργανικών ενώσεων του πυριτίου (σιλάνια) είτε με την τοποθέτηση επικάλυψης φύλλων αλουμινίου ή γύψου. Η θερμομονωτική ικανότητα του πετροβάμβακα επηρεάζεται ακόμη αρνητικά και από την αυξημένη παρουσία συμπαγών σφαιριδίων τήξης, σε χρώμα καφέ ή μαύρο, που δημιουργούνται παράλληλα με τις επιθυμητές ίνες στη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας.

Ο πετροβάμβακας διαθέτει ιδιαίτερα υψηλή αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι οι πρώτες ύλες και τα πρόσθετα στον πετροβάμβακα κατά την παραγωγή λιώνουν σε μεγάλες θερμοκρασίες. Η ανώτερη θερμοκρασία εφαρμογής ($750 \text{ }^\circ\text{C}$) καθορίζει μέχρι ποια θερμοκρασία διατηρεί το μονωτικό υλικό τις ιδιότητές του. Για αυτό και ο πετροβάμβακας βρίσκει εφαρμογή σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, στη μόνωση λεβήτων, σε πόρτες πυρασφάλειας, σε κατασκευές που αφορούν στην πυρασφάλεια σε πλοία, καθώς και στην περιοχή της τεχνολογίας του εξαερισμού (αγωγοί εξαερισμού).

Ο πετροβάμβακας έχει πολύ καλή συμπεριφορά στην πυρκαγιά, καθώς ανήκει στις A1, A2 και B1 κατηγορίες πυραντοχής. Αντίθετα, η αντοχή του στον εφελκυσμό είναι πολύ μικρή ($0,005 \text{ N/mm}^2$) και το όριο θραύσης του είναι χαμηλό από 0,00012 έως $0,0075 \text{ N/mm}^3$. Όσον αφορά στις ακουστικές ιδιότητές του παρουσιάζει χαμηλό βαθμό απορρόφησης του ήχου σε σχέση με τον υαλοβάμβακα στις χαμηλές συχνότητες, αλλά στις υψηλές συχνότητες εμφανίζει πολύ καλές. Δεν προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά ούτε και από χημικές ενώσεις.

Ο πίνακας 11 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγραπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του πετροβάμβακα.

Πίνακας 11 Τεχνικά χαρακτηριστικά πετροβάμβακα

Τεχνικά χαρακτηριστικά				
Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	Cm	2	3-6/8/10/11/16	18
Πυκνότητα	kg/m ³	30	30-40/55/90/100/130	180
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²	0,00012	0,0003/0,002	0,0075
Όριο θραύσης	N/mm ²	0,005	0,02	0,05
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm ²			
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10 ⁰ C	W/(mK)	0,033	0,0375	0,045
Εύρος χρήσεως min/max ⁰ C	⁰ C	-100		750
Ιδιότητες υγραπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	<1		1
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 ⁰ C και 80% σχ. υγρασία		<0,1	0,2	1,5
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία	-	B2	A2	B1

πυραντοχής				
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-	0,05	0,14	0,19
στα 250Hz	-	0,34	0,37/0,55	0,88
στα 1000Hz	-	0,92	0,93/0,96	0,99
στα 4000Hz	-	0,92	0,93	1,06
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²	5	11/12/15/30	70
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	Έτος	30		
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/ m ³	110	250/450/540/600	660

5.3.3 Διογκωμένη πολυστερίνη



Εικόνα 61 Διογκωμένη πολυστερίνη
www.Ru.all.biz

Ο αφρός της πολυστερίνης παράγεται από τη διόγκωση πολυμερισμένου στυρολίου και αποτελείται σύμφωνα με το DIN 18164 από 1,5 έως 2% πολυστερίνη και 98 με 98,5% αέρα, ανάλογα με την πυκνότητα. Ο αέρας βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα σε μεγάλο αριθμό κυψελίδων. Στο εμπόριο τη βρίσκουμε σε πλάκες για εφαρμογές σε τοίχους, τοιχία, πλάκες σκυροδέματος αλλά και σε υπόγεια. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής διογκωμένης πολυστερίνης χρησιμοποιείται σε εφαρμογές στα κτίρια ως θερμομόνωση δωματίων, τοίχων και πατωμάτων.

Η διογκωμένη πολυστερίνη διαθέτει ικανοποιητική θερμομονωτική ικανότητα (0,029-0,041 W/mK). Ωστόσο, απαιτείται προσοχή κατά την παραγωγή της, διότι αν σχηματιστούν κενά που δε διαμορφώνουν κλειστούς πόρους, είναι δυνατόν να εισχωρήσει νερό και να αυξηθεί σημαντικά ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ. Σε γενικές γραμμές, πάντως η διογκωμένη πολυστερίνη παρουσιάζει καλή αντοχή τόσο στη διάχυση υδρατμών όσο και στην απορρόφηση υγρασίας. Επίσης, διαθέτει καλές ιδιότητες όσον αφορά στην αντοχή στον εφελκυσμό και στη συμπίεση.

Το θερμοκρασιακό εύρος χρήσης είναι μικρότερο από αυτό του υαλοβάμβακα και του πετροβάμβακα, καθώς κυμαίνεται από -70°C ως 90°C .

Η διογκωμένη πολυστερίνη ανήκει στα εύφλεκτα υλικά και παρά το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται βρωμιούχοι αλειφατικοί κυκλικοί υδρογονάνθρακες (κυρίως Hexabromocyclododecan), σε ποσοστό 5 έως 7%, ως μέσο αύξησης της πυραντοχής κατατάσσεται στις κατηγορίες πυραντοχής B1 και B2. Η διογκωμένη πολυστερίνη προσβάλλεται από έντομα, τρωκτικά και ποικιλία χημικών διαλυτών (κετόνες, βενζόλιο, βενζίνη κ.ά.) και δεν προτείνεται η χρήση ασφαλτόπανων. Είναι ευαίσθητη στην ηλιακή ακτινοβολία, καθώς σε εκτεταμένης διάρκειας έκθεση στον ήλιο και

ύστερα από την αλλαγή του χρώματός της σε ελαφρώς κιτρινωπό, σκληραίνεται και θρυμματίζεται.

Ένα πολύ καλό χαρακτηριστικό της είναι ότι μπορεί να τοποθετηθεί πολύ εύκολα. Σχετικά με τις ηχομονωτικές ιδιότητες της διογκωμένης πολυστερίνης δεν έχουν καταχωρηθεί στοιχεία στο συγκεντρωτικό πίνακα των ιδιοτήτων της, καθώς δεν παρουσιάζει ηχοαπορροφητικές ιδιότητες και επομένως δεν χρησιμοποιείται για ηχομόνωση.

Ο πίνακας 12 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) της διογκωμένης πολυστερίνης.

Πίνακας 12 Τεχνικά χαρακτηριστικά διογκωμένης πολυστερίνης.

Τεχνικά χαρακτηριστικά				
Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	Cm	1,4	1,6/2/2,5/3/3,5	4,0
Πυκνότητα	kg/m ³	8	13/15/20/30	50
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²	0,15		0,52
Όριο θραύσης	N/mm ²	0,09		0,22
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm ²	0,07		0,26
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10 ⁰ C	W/(mK)	0,029		0,041
Εύρος χρήσεως min/max ⁰ C	⁰ C	-70		90
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής	-	25	30/40/50/60/70	200

αντίσταση στη διάχυση υδρατμών				
Ποσότητα υγρασίας εξομείωσης στους 23 ⁰ C και 80% σχ. υγρασία			5	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής		B2		B1
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz				
στα 250Hz				
στα 1000Hz				
στα 4000Hz				
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²			
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³	60		100
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	Έτος		50	
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/ m ³	151	190	269

5.3.4 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη



Εικόνα 62 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη
www.fibrotermatica.gr

Η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη, είναι ένα θερμομονωτικό υλικό που μοιάζει πολύ με τη διογκωμένη πολυστερίνη καθώς έχει όμοια σύσταση με αυτήν, αλλά για την επεξεργασία τους οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι διαφορετικές. Για την παραγωγή αφρώδους εξηλασμένης πολυστερίνης χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη η πολυστερίνη, το CO₂ ως προωθητικό αέριο σε ποσοστό από 3 ως 7%, στοιχεία που αυξάνουν την πυραντοχή σε ποσοστό από 1 ως 6% και ως βοηθητικές ύλες χρησιμοποιούνται το ταλκ και χρωστικές ουσίες, που δίνουν το χαρακτηριστικό για την κάθε εταιρεία χρώμα στο τελικό προϊόν.

Παράγεται σε μορφή πλακών, διαφορετικής πυκνότητας ανάλογα με την εφαρμογή, με επίπεδη ή ανάγλυφη επιφάνεια, για την επίτευξη καλύτερης πρόσφυσης του κονιάματος που έχει το επίχρισμα. Επίσης, παράγονται πλάκες με επικάλυψη τσιμεντοκονίας ή ψηφίδας, στη μία τους πλευρά, για χρήση σε δώμα που είναι ανεστραμμένο.

Η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη διαθέτει πολύ καλές θερμομονωτικές ιδιότητες με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που κυμαίνεται από 0,025 έως 0,035 W/(mK). Η τιμή αυτού του συντελεστή οφείλεται κυρίως στη θερμική αγωγιμότητα του μίγματος αέρα και αερίων που κατέχουν περίπου το 95% του όγκου του υλικού.

Ωστόσο, είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι οι παραπάνω τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας αποτελούν τις τιμές όταν η εξηλασμένη πολυστερίνη χρησιμοποιείται. Κατά την παραγωγή της ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

είναι μικρότερος αλλά σταδιακά αυξάνεται, γεγονός το οποίο οφείλεται στη διαδικασία εξיסορρόπησης του R12 του αέριου μίγματος με τον εξωτερικό αέρα. Οι υπολογισμοί έχουν δείξει πως το αέριο σε R12 υποδιπλασιάζεται κάθε 50 έτη, περίπου δηλαδή όσο και η διάρκεια ζωής ενός κτιρίου.

Το θερμοκρασιακό εύρος όταν αυτή χρησιμοποιείται είναι σχετικά περιορισμένο, καθώς το κατώτερο όριο είναι -60°C ενώ το ανώτερο όριο ανέρχεται σε 75°C . Ο τρόπος που αυτή παράγεται, δηλαδή η κατεργασία της εξέλασης, ευθύνεται για τη μεγάλη αντοχή που παρουσιάζει στον εφελκυσμό ($0,30$ ως $0,35 \text{ N/mm}^2$) και στη συμπίεση, στην αυξημένη αντίσταση στη διάχυση υδρατμών (80 ως 200) και στην απορρόφηση νερού. Η μέγιστη απορροφητικότητα φθάνει το $0,1$ με $0,2\%$ του όγκου του υλικού.

Η εξηλασμένη πολυστερίνη έχει όμοια συμπεριφορά με την διογκωμένη πολυστερίνη σε σχέση με την προσβολή της από έντομα και τρωκτικά και την ευαισθησία της σε διαλύτες και στην ηλιακή ακτινοβολία, η οποία αποχρωματίζει την επιφάνειά της και καθιστά τις κυψέλες της εύθραυστες. Η τεχνική λύση για την αποφυγή της προσβολής από έντομα και τρωκτικά είναι ο εγκλωβισμός της εξηλασμένης πολυστερίνης στο δομικό στοιχείο ή την επικάλυψη με επίχρισμα. Η προστασία της από την ηλιακή ακτινοβολία επιτυγχάνεται επίσης με επικάλυψή της με τσιμεντοσανίδες, πλάκες ορυκτών ινών και ψευδομωσαϊκού, γυψοσανίδες ή ξηρή χαλικόστρωση.

Παρά τη χρήση επιβραδυντών καύσης με τον εμπλουτισμό της εξηλασμένης πολυστερίνης με στοιχεία αύξησης της πυραντοχής σε ποσοστό από 1 έως 6% κατά τη διαδικασία παραγωγής της, παραμένει εύφλεκτο υλικό και κατατάσσεται στις B1 και B2 κατηγορίες πυραντοχής. Τέλος, δεν χρησιμοποιείται ως ηχομονωτικό υλικό, καθώς δεν διαθέτει ικανοποιητικές ιδιότητες ηχοαπορρόφησης.

Ο πίνακας 13 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγραπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) της εξηλασμένης πολυστερίνης.

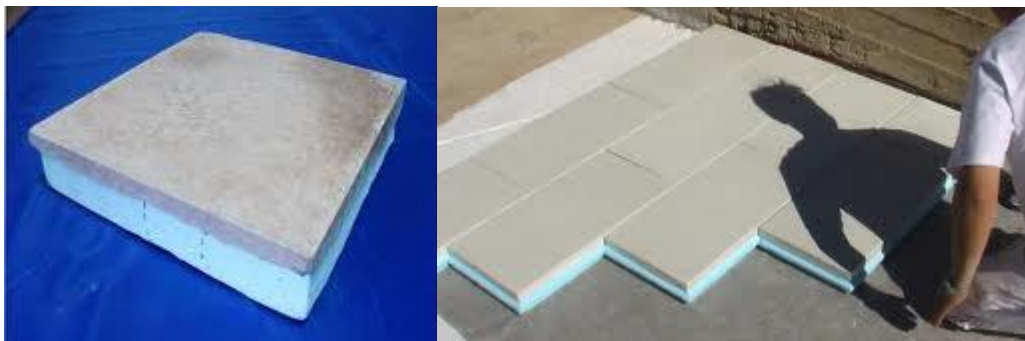
Πίνακας 13 Τεχνικά χαρακτηριστικά εξηλασμένης πολυστερίνης

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	2	2,5/3/4/5	12
Πυκνότητα	kg/m ³	20	30/35/40/60	
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²	0,30	0,33/0,34	
Όριο θραύσης	N/mm ²			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm ²	0,15	0,20/0,25/0,30/0,5	0,70
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10 ⁰ C	W/(mK)	0,025	0,032/0,33	0,035
Εύρος χρήσεως min/max ⁰ C	⁰ C			
Ιδιότητες υγραπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών		80	100/160/200	200
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 ⁰ C και 80% σχ. υγρασία			<1	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής		B2		B1
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός				

απορρόφησης στα 125Hz				
στα 250Hz				
στα 1000Hz				
στα 4000Hz				
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²			
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος		50	
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/ m ³	23	28	32

5.3.5 Θερμομονωτικά πλακίδια



Εικόνα 63 Θερμομονωτικά πλακίδια και τρόπος τοποθέτησης τους

www.monosimacon.blogspot.com

Τα θερμομονωτικά πλακίδια έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να τοποθετηθούν για την μόνωση μιας ταράτσας εκ των υστέρων, στην οποία έχουν παρατηρηθεί μεγάλες θερμικές απώλειες ή στην οποία δεν έχει γίνει εξ' αρχής καμία στεγανοποίηση.

Τα θερμομονωτικά πλακίδια αποτελούνται από εξηλασμένη πολυστερίνη τύπου δωμάτων, της οποίας το πάχος είναι περίπου 5 εκατοστά και η οποία έχει πάνω της ισχυρή τσιμεντοκονία με πάχος περίπου 20 χιλιοστά.

Η τσιμεντοκονία είναι φτιαγμένη με πρόσμικτα κατάλληλα ώστε να προσφύεται καλά στην πολυστερίνη, να μη ρηγματώνεται και να έχει μεγάλη αντοχή σε επιφανειακή τριβή. Το χρώμα της είναι υπόλευκο, γκρι ή και μπλε.

Οι διαστάσεις των πλακιδίων είναι 30*30 ή 30*60 εκατοστά και τα περισσότερα φέρουν πατούρες για τη μείωση του κινδύνου σχηματισμού θερμογεφυρών αλλά και για καλύτερη σταθερότητα.

Ο ρόλος που παίζει η τσιμεντοκονία είναι:

- να προστατεύει την εξηλασμένη πολυστερίνη από τον ήλιο
- να προσθέτει βάρος έναντι κινδύνου ανεμοπίεσης
- και βέβαια βοηθάει στην καλύτερη εκμετάλλευση της ταράτσας η οποία μπορεί να είναι βαθιά

Τα πλεονεκτήματα που έχουν τα θερμομονωτικά πλακίδια είναι ότι η τοποθέτησή τους γίνεται εύκολα και γρήγορα, ενώ εξασφαλίζουν πολύ καλή θερμομόνωση προστατεύοντας μόνιμα τη στεγανοποίηση. Επίσης, μπορούν να βγουν και να χρησιμοποιηθούν ξανά, ενώ απαλλάσσουν από την υποχρέωση να πέσουν μετέα ή

τσιμεντοκονίες. Τέλος, δίνουν πολύ βάρος ($45-50 \text{ kg/m}^2$) κι έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπου δεν υπάρχουν περιθώρια μεγάλων νεκρών φορτίων.

5.3.6 Αφρός πολυουρεθάνης



Εικόνα 64 Τοποθέτηση αφρού πολυουρεθάνης

www.monoseis.webs.com

Ο αφρός πολυουρεθάνης είναι ένας σκληροποιημένος αφρός, του οποίου οι πόροι σε ποσοστό τουλάχιστον 90% είναι κλειστοί και παρασκευάζεται με την βοήθεια καταλυτών και προωθητικών μέσων, μέσω της χημικής αντίδρασης των πολυϊσοκυανικών ενώσεων με συνδετικό μέσο πολυολένιο ή με διάσπαση των πολυϊσοκυανικών ενώσεων. Παλιότερα, ως προωθητικό μέσο, χρησιμοποιούνταν το FCKW (R11), αλλά τώρα έχει αντικατασταθεί με υδρογονάνθρακες όπως το πεντάνιο, CO_2 ή HFCKW.

Διατίθεται στο εμπόριο είτε σε μορφή αφρού, που χρησιμοποιείται για την επικάλυψη των καθαρών από ξένες ουσίες επιφανειών στο εργοτάξιο με επί τόπου ψεκασμό και ιδιαίτερα κυλινδρικών, σφαιρικών και καμπύλων επιφανειών είτε σε μορφή σκληρών πλακών και μορφοποιημένων κομματιών από αφρό, πλακών με επιφανειακή επίστρωση αδιαβροχοποιημένου χαρτιού, πολλαπλών στρωμάτων ή φύλλων αλουμινίου. Οι τελευταίες παράγονται και σχηματοποιούνται από τον αφρό πολυουρεθάνης στο εργοστάσιο και οι πλάκες έρχονται έτοιμες για τοποθέτηση στο εργοτάξιο. Μία τρίτη μορφή χρήσης του αφρού πολυουρεθάνης είναι και τα ειδικά μορφοποιημένα «κοχύλια» που βρίσκουν εφαρμογή στη μόνωση σωληνώσεων. Ο

αφρός πολουρεθάνης αποτελεί το θερμομονωτικό υλικό με τον μικρότερο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,02 \text{ W/(mK)}$. Ωστόσο, από το 1995 που άρχισε η απαγόρευση της χρήσης FCKW ως προωθητικού μέσου και με την αντικατάστασή του από το πεντάνιο αυξήθηκε η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και μέχρι και σήμερα ο αφρός πολουρεθάνης δεν κατάφερε ακόμη να φτάσει στην κατηγορία θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,02 \text{ W/(mK)}$.

Όσον αφορά στην αντοχή του σε εφελκυσμό, ο αφρός πολουρεθάνης αντέχει σε αναπτυσσόμενες τάσεις που κυμαίνονται από 20 έως 30 N/cm^2 και συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών από 50 έως και πάνω από 100 και παρουσιάζει εξαιρετικά μικρή απορρόφηση υγρασίας. Πρόκειται, δηλαδή, για ένα υλικό αδιάβροχο, εξαιτίας της κλειστής δομής των κυψελίδων του.

Το θερμοκρασιακό εύρος χρήσης είναι σχετικά περιορισμένο, αν συγκριθεί με αυτό του υαλοβάμβακα και του πετροβάμβακα με κατώτερο όριο τους -50°C και ανώτερο τους 120°C . Ο αφρός πολουρεθάνης δεν παρέχει ικανοποιητική προστασία αν και κατά την παραγωγή του προστίθενται μέσα αύξησης της πυραντοχής και κατατάσσεται στις B1 και B2 κατηγορίες πυραντοχής. Για την εκπλήρωση των όρων πυρασφαλείας στις εφαρμογές στα κτίρια, ο αφρός μπορεί να περιέχει και άλλα μέσα αύξησης της πυραντοχής. Σημειώνεται ότι κατά την καύση του παράγει σε μικρές ποσότητες τοξικά αέρια.

Ο αφρός πολουρεθάνης επηρεάζεται αν μείνει εκτεθειμένος στην ηλιακή ακτινοβολία, καθώς οι επιφανειακές κυψέλες αδυνατίζουν και το υλικό θρυμματίζεται. Διαθέτει ιδιαίτερα καλές συγκολλητικές ιδιότητες, αφού προσκολλάται στα περισσότερα οικοδομικά υλικά για αυτό και πολλές φορές παρασκευάζεται επί τόπου στα έργα με εκτόξευση με ψεκάσμο. Τέλος, το υλικό δεν παρέχει προστασία ηχομόνωσης και ως εκ τούτου δεν χρησιμοποιείται ως ηχομονωτικό υλικό.



Εικόνα 65 Τοποθέτηση πολυουρεθάνης με ψεκασμό
(www.monosimacon.blogspot.com)

Ο πίνακας 14 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγραπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του αφρού πολυουρεθάνης.

Πίνακας 14 Τεχνικά χαρακτηριστικά αφρού πολυουρεθάνης

Τεχνικά χαρακτηριστικά				
Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm		2-20	
Πυκνότητα	kg/m ³	30	31-35	80
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²			
Όριο θραύσης	N/mm ²			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm ²	0,10		>15
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10 ⁰ C	W/(mK)	0,02		0,027

Εύρος χρήσεως min/max ⁰ C	⁰ C	-50	-50/-40/100	120
Ιδιότητες υγραπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	50	65	>100
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 ⁰ C και 80% σχ. υγρασία			5	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-	B2		B1
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz				
στα 250Hz				
στα 1000Hz				
στα 4000Hz				
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²			
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	Έτος	30	50	50
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		Ναι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς	kWh/ m ³	16	28/33	36

ενέργειας				
-----------	--	--	--	--

5.3.7 Λοιπά θερμομονωτικά υλικά

Ο υαλοβάμβακας, ο πετροβάμβακας, η διογκωμένη, η εξηλασμένη πολυστερίνη και ο αφρός πολυουρεθάνης είναι τα περισσότερο διαδεδομένα θερμομονωτικά υλικά και κυριαρχούν στην ελληνική αλλά και γενικότερα στην ευρωπαϊκή αγορά. Εκτός από τα προαναφερθέντα υλικά διατίθενται και άλλα θερμομονωτικά υλικά των οποίων όμως η χρήση είναι περιορισμένη. Γι' αυτό παρατίθενται συνοπτικά πίνακες με τις κυριότερες ιδιότητες των σημαντικότερων από αυτά θερμομονωτικών υλικών.

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι ιδιότητες του φελλού, στον Πίνακα 7 του προβατόμαλλου, στον Πίνακα 8 του βαμβακόμαλλου, στον Πίνακα 9 του αφρώδους γυαλιού, στον Πίνακα 10 του περλίτη και στον Πίνακα 11 του ξυλόμαλλου.

A) Αφρώδης διογκωμένος φελλός

Ο διογκωμένος φελλός ανήκει στα οργανικά αφρώδη θερμομονωτικά υλικά. Η παραγωγή του γίνεται με τη βοήθεια θερμότητας, του εγκλωβισμένου νερού και ρητίνης, χωρίς την προσθήκη προωθητικού μέσου. Για την κατασκευή πλακών φελλού από κυψελίδες φελλού χρειάζονται ασφαλικά πρόσθετα. Είναι υλικό ελαφρύ και επιπλέει στο νερό. Είναι αδιαπέραστος από το νερό και άλλα υγρά. Έχει μεγάλη συμπίεστικότητα και ελαστικότητα και μεγάλη αντοχή σε αραιά διαλύματα οξέων. Υπάρχει στο εμπόριο με τη μορφή πλακών και κογχυλιών. Επίσης, κατασκευάζονται πλάκες από διογκωμένα πεπιεσμένα τρίμματα φελλού. Ανάλογα με τη συγκόλληση διακρίνονται :

- α. Πλάκες συγκολλημένες με άργιλο με $\lambda = 0,06 \div 0,07 \text{ W/m}^*\text{K}$
- β. Πλάκες συγκολλημένες με ρητίνη με $\lambda = 0,045 \div 0,05 \text{ W/m}^*\text{K}$
- γ. Πλάκες συγκολλημένες με ασφαλτικά υλικά με $\lambda = 0,045 \text{ W/m}^*\text{K}$
- δ. Πλάκες χωρίς συνδετικό υλικό με $\lambda = 0,040-0,045 \text{ W/m}^*\text{K}^1$

Ο πίνακας 15 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υδροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του διογκωμένου φελλού.

¹ Τεχνικά Υλικά τόμος 2, σελ. 23

Πίνακας 15 Τεχνικά χαρακτηριστικά διογκωμένου φελλού.

Τεχνικά χαρακτηριστικά				
Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	Cm	2	2,5/3/4/5/6/7	10
Πυκνότητα	kg/m ³	100	110/120	130
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²		>0,03	
Όριο θραύσης	N/mm ²			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm ²		>0,1	
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10 ⁰ C	W/(mK)	0,040	0,05	0,065
Εύρος χρήσεως min/max ⁰ C	⁰ C	-100		120
Ιδιότητες υγραπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	10		30
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 ⁰ C και 80% σχ. υγρασία			10	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-		B2	

Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-			
στα 250Hz	-			
στα 1000Hz	-			
στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²			
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	Έτος			
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/ m ³		16	

B) Αφρώδες γυαλί

Εικόνα 66 Αφρώδες γυαλί

www.all.biz.com

Το αφρώδες γυαλί είναι ένα υλικό ορυκτής προέλευσης με κυψελωτή δομή ιδανικό για εξειδικευμένες εφαρμογές. Τα βασικά συστατικά του είναι φυσικά. Μερικά από αυτά είναι η άμμος, η οποία είναι το βασικότερο, ο δολομίτης και το ανθρακικό νάτριο.

Με θερμική επεξεργασία και με προσθήκη μικρών ποσοτήτων άνθρακα το αφρώδες γυαλί τελικά στερεοποιείται σε μπλοκ. Επίσης υπάρχουν και μικρές ποσότητες H_2S . Κατά τη δημιουργία του αφρού το μονωτικό υλικό αποκτά κλειστή κυψελοειδή μορφή με σύνθεση των εγκλωβισμένων αερίων (με πίεση 0,25 bar) στις κυψελίδες να είναι 99% CO_2 και 0,5% H_2S .

Το αφρώδες γυαλί χρησιμοποιείται εκτεταμένα για θερμομόνωση, αλλά και σε διάφορες βιομηχανικές και τεχνικές εφαρμογές, όπως είναι η υψηλής θερμοκρασίας μόνωση και η μόνωση σωλήνων. Πρέπει να προστατεύεται από τη βροχή, γιατί μπορεί να διαβρωθεί από το στάσιμο νερό. Είναι ανθεκτικό στη σήψη και στα παράσιτα.

Ο πίνακας 7 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγραπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του αφρώδους γυαλιού.

Από τον σχετικό πίνακα απουσιάζουν οι ακουστικές ιδιότητες, διότι δεν υπάρχουν σχετικά διαθέσιμα στοιχεία.

Πίνακας 16 Τεχνικά χαρακτηριστικά αφρώδους γυαλιού.

Τεχνικά χαρακτηριστικά				
Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή

Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	Cm	2,5	3/7/14/15	18
Πυκνότητα	kg/m ³	100	106/120/165	180
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²	0,24		0,28
Όριο θραύσης	N/mm ²	0,3		0,5
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm ²			
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10 ⁰ C	W/(mK)	0,038		0,063
Εύρος χρήσεως min/max ⁰ C	⁰ C	-260		430
Ιδιότητες υγραπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-		∞	
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 ⁰ C και 80% σχ. υγρασία			0	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-		A1	
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-			
στα 250Hz	-			
στα 1000Hz	-			

στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²			
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	Έτος		50	
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/ m ³	25		50

Γ)Περλίτης



Εικόνα 67 Περλίτης

www.fytosymvoules.blogspot.com

Με το όνομα αυτό ουσιαστικά αναφερόμαστε σε μια ευρύτερη οικογένεια διογκωμένων ανόργανων πορώδων υλικών, από τα οποία όμως το πιο γνωστό είναι ο περλίτης. Το συναντάμε στη φύση με τη μορφή ηφαιστειακού υαλώδους πετρώματος. Αποτελείται από SiO₂ κατά 75%. Τα διογκωμένα πορώδη υλικά αποτελούνται από περλίτη, οξείδιο του πυριτίου και διογκωμένο φυσικό γυαλί το οποίο μπορεί να είναι είτε ηφαιστειακής προέλευσης είτε να προέρχεται από καθαρό γυαλί χωρίς προσθήκες.

Σε θερμοκρασίες άνω των 1000 °C διαστέλλεται, θρυμματίζεται, ο όγκος του αυξάνεται κατά 15÷25 φορές και λαμβάνεται διογκωμένος. Χρησιμοποιείται ως αδρανές υλικό για την κατασκευή μονωτικών πλακών. Λόγω του αυξημένου πορώδους του και αφού αναμιχθεί με τσιμέντο χρησιμοποιείται τόσο ως θερμομονωτική όσο και ως ηχομονωτική στρώση κάτω από τα δάπεδα. Η οικογένεια αυτή των υλικών χρησιμοποιείται κυρίως στη θερμομόνωση κτιρίων, στη θερμομόνωση δωματίων και στην εξασφάλιση των κλίσεων τους, αλλά και στην ηχοπροστασία από κτυπογενείς ήχους δαπέδων και σε περιπτώσεις θερμομόνωσης και εξοικονόμησης βάρους στα επιχρίσματα των οικοδομών.¹

Ο πίνακας 8 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγραπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του περλίτη. Για το πάχος δεν μπορεί να δοθεί μια τυπική τιμή, αφού πρόκειται για χύδην υλικό και αντίστοιχα, η πυκνότητα του οποίου παρουσιάζει μια διακύμανση από 80 kg/m³ έως 800 kg/m³, η οποία οφείλεται στη διαφορετική σύνθεση του βασικού υλικού που όπως προαναφέρθηκε είναι είτε γυαλί ή ηφαιστειακό πέτρωμα. Από τον σχετικό πίνακα απουσιάζουν οι ακουστικές ιδιότητες, διότι υπάρχουν σχετικά διαθέσιμα στοιχεία αν και υπάρχουν εφαρμογές στην ηχομόνωση.

Πίνακας 17 Τεχνικά χαρακτηριστικά περλίτη (www.fibran.gr)

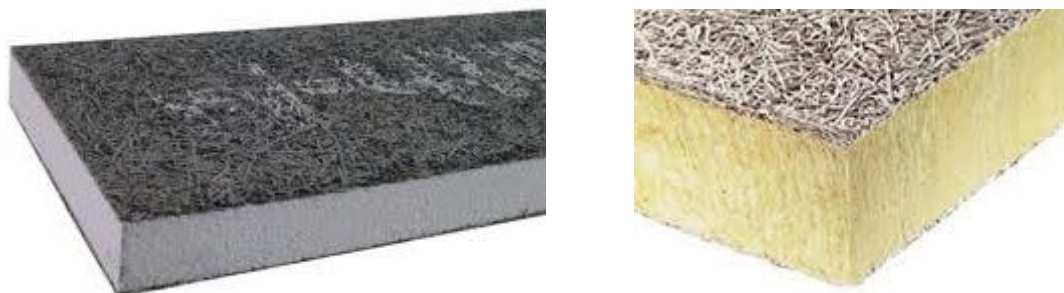
Τεχνικά χαρακτηριστικά				
Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	Cm			
Πυκνότητα	kg/m ³	50	80/90/100/170	800
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²		-	
Όριο θραύσης	N/mm ²		-	
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm ²			

¹ τεχνικά υλικά, τόμος 2, σελ. 21

Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10 ⁰ C	W/(mK)	0,040	0,042	0,065
Εύρος χρήσεως min/max ⁰ C	⁰ C	-273		750
Ιδιότητες υγραπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	3		4
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 ⁰ C και 80% σχ. υγρασία				
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-		A1	
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-	0		0,2
στα 250Hz	-	0,1		0,25
στα 1000Hz	-	0,25		0,6
στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²	1,5		110
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	Έτος			

Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		Όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/ m ³	90		140

Δ) Ξυλόμαλλο



Εικόνα 68 Ξυλόμαλλο με πυρήνα από διογκωμένη πολυστερίνη και ξυλόμαλλο με πυρήνα από πετροβάμβακα
www.domomarket.gr

Το ξυλόμαλλο ανήκει στην κατηγορία των σύνθετων θερμομονωτικών υλικών και αποτελείται από ξυλώδεις ίνες ή ακόμη και καλάμια, φύκια και άλλα λεπτά οργανικά υλικά και συγκολλητική ύλη τσιμέντο ή καυστική μαγνησία. Τρεις ομάδες προϊόντων κυκλοφορούν στο εμπόριο:

-ελαφρές πλάκες από ξυλόμαλλο (HWL): Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται μεγάλες ίνες ξυλόμαλλου από μη επεξεργασμένο ξύλο και τσιμέντο, σύμφωνα με το DIN 1164, μέρος 1, ή αντί του τσιμέντου καυστικό οξείδιο του μαγνησίου. Όταν χρησιμοποιείται το τσιμέντο ως συνδετικό υλικό, μπορεί να προστεθεί χλώριο μέχρι 0,35%.

-σύνθετες πλάκες από ξυλόμαλλο και διογκωμένη πολυστερίνη (HS-ML):

Οι ελαφρές προκατασκευασμένες πολυστρωματικές πλάκες από πολυστερίνη σύμφωνα με το DIN 1101 αποτελούνται από ένα μονωτικό στρώμα πολυστερίνης. Σύμφωνα με το DIN 18164 με επένδυση από τη μία ή και από τις δύο πλευρές με λεπτές πλάκες ξυλόμαλλου.

-σύνθετες πλάκες από ξυλόμαλλο και πετροβάμβακα (Min-ML):

Οι ελαφριές προκατασκευασμένες πολυστρωματικές πλάκες από ορυκτές ίνες, σύμφωνα με το DIN 1101 αποτελούνται από ένα στρώμα μονωτικού ορυκτοβάμβακα, σύμφωνα με το DIN 18165 και δύο επιφάνειες από ορυκτό συνδετικό ξυλόμαλλο, που περιβάλλουν τον ορυκτοβάμβακα.

Ο πίνακας 18 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγραπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) και των 3 κατηγοριών του ξυλόμαλλου.

Πίνακας 18 Τεχνικά χαρακτηριστικά ξυλόμαλλου

Τεχνικά χαρακτηριστικά				
Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	Cm	1,5	3/3,5/4/4,5/5	10
Πυκνότητα	kg/m ³	360		570
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²			
Όριο θραύσης	N/mm ²			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm ²	0,15		0,2
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10 ⁰ C	W/(mK)	0,055		0,065
Εύρος χρήσεως min/max ⁰ C	⁰ C			250
Ιδιότητες υγραπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών		5		10

Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23°C και 80% σχ. υγρασία			6	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής			B1	
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz			0,17	
στα 250Hz			0,22	
στα 1000Hz			0,78	
στα 4000Hz			0,65	
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²			
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	Έτος		>75	
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες			Ναι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/ m ³		65	

E) Διαφανή θερμομονωτικά υλικά

Η διαφανής μόνωση μπορεί να περιγραφεί ως ένας «μηχανισμός» που μας επιτρέπει την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με ελεγχόμενη χρήση του φαινομένου του θερμοκηπίου, αλλά ταυτόχρονα ελαχιστοποιεί τις θερμικές απώλειες, όπως τα

συμβατικά αδιαφανή μονωτικά υλικά. Ο διττός αυτός μηχανισμός επιτυγχάνεται με τη χρήση στα διαφανή μονωτικά υλικά επικαλυπτικών στρωμάτων χαμηλής ακτινοβολίας, που μειώνουν τη διαπερατότητα του γυαλιού στη θερμική ακτινοβολία, ενώ δεν επηρεάζεται η διαπερατότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι, το μεν φως μπορεί να περάσει, η δε θερμότητα εμποδίζεται.

Η συνεχής εξέλιξη των διαφανών μονωτικών υλικών οδήγησε στην εξέλιξη δύο γεωμετρικών κατηγοριών, τα απορροφητικά κάθετα στρώματα και τις ημιμογενείς δομές.

Ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών των διαφανών θερμομονωτικών υλικών έχει ως αποτέλεσμα την επίτευξη ενός συντελεστή θερμικής διαπερατότητας χαμηλότερο από $1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ενώ διατηρείται η ηλιακή διαπερατότητα σε ποσοστό υψηλότερο του 70%.

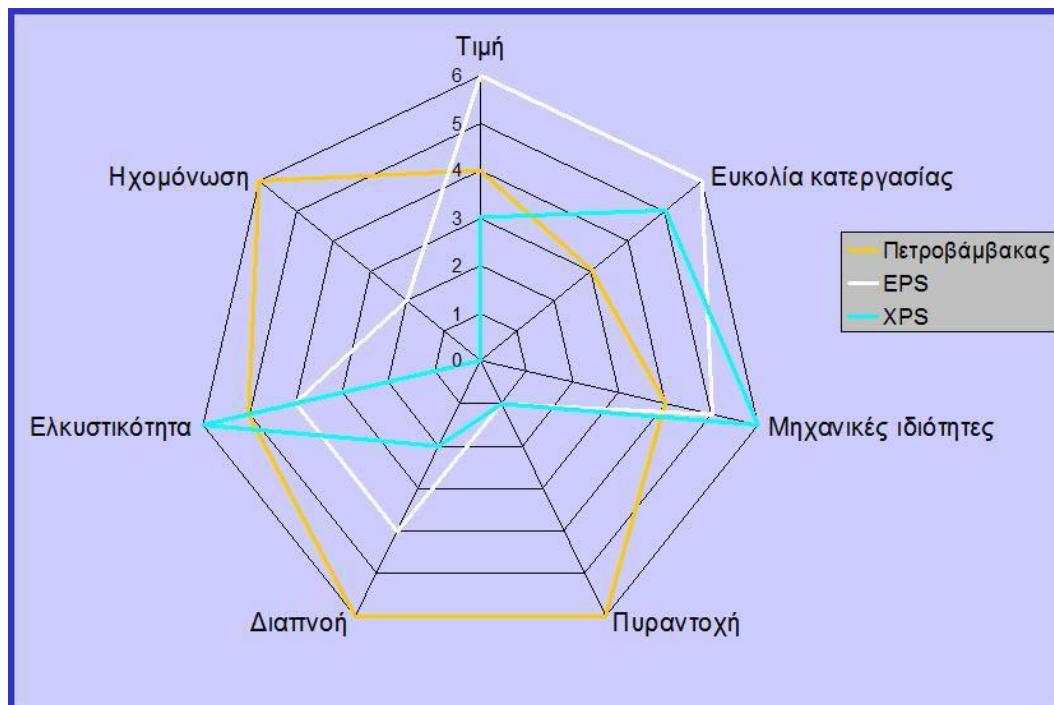
ΣΤ) Ίνες Κάνναβης

Η μόνωση από ίνες κάνναβης έχει εξαιρετικά θερμομονωτικά και ηχομονωτικά χαρακτηριστικά και είναι πιστοποιημένη από εγκεκριμένα εργαστήρια δοκιμών. Στόχος της είναι να αντικρούσει τον κοινωνικό μύθο της χρήσης θερμομονωτικών υλικών από γυαλί, πέτρα ή πολυστερίνη. Είναι ένα είδος θερμομόνωσης με θερμικά χαρακτηριστικά ίδια με αυτά των συμβατικών υλικών αλλά με καλύτερη συμπεριφορά στην υγρασία. Βασική ιδέα για τη δημιουργία αυτών των προϊόντων αποτελεί η χρήση φυσικών υλικών για ένα υγιέστερο περιβάλλον. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας κυμαίνεται από $\lambda=0.039\sim 0.043 \text{ W/mK}$, συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών (μ):1-2.

5.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Επειδή σήμερα διατίθενται στην αγορά πάρα πολλά θερμομονωτικά υλικά ο μελετητής μηχανικός πρέπει να λάβει υπ' όψιν του πολλές παραμέτρους όπως: θερμομονωτικές απαιτήσεις, θερμοκρασίες λειτουργίας των κατασκευών, επίπεδα υγρασίας, κόστος και αισθητική. Επομένως, για να χαρακτηριστεί κάποιο υλικό πρέπει να εξετάζεται από πολλές πλευρές και όχι με κριτήριο ένα μόνο χαρακτηριστικό του. Δηλαδή, δε θα πρέπει να διαλέγουμε το θερμομονωτικό υλικό μόνο με βάση το χαμηλότερο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας.

Αρχικά, δινόταν βάση στις φυσικές ιδιότητες και στις δυνατότητες και ευκολία εφαρμογής του. Λοιπά χαρακτηριστικά, όπως η ασφάλεια και η υγεία των εργαζομένων και των χρηστών καθώς και οι επιπτώσεις που τα υλικά έχουν στο περιβάλλον, άρχισαν αργότερα να εξετάζονται.



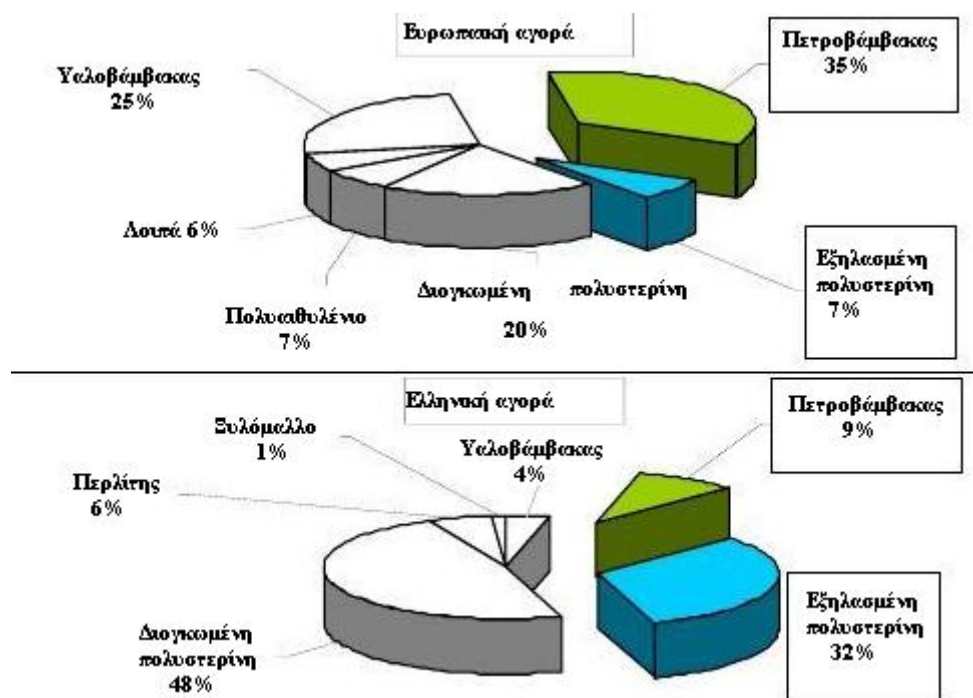
Εικόνα 69 Σύγκριση πετροβάμβακα, εξηλασμένης και διογκωμένης πολυστερίνης

Παλαιότερα, εξετάζονταν οι επιπτώσεις των υλικών στο περιβάλλον μόνο σε σχέση με τη διαχείριση τους μετά το πέρας της διάρκειας ζωής τους κι έτσι φιλικά προς το περιβάλλον χαρακτηρίζονταν τα βιοδιασπώμενα ή ανακυκλώσιμα υλικά.

Η αλματώδης αύξηση της τιμής του πετρελαίου οδήγησε στην εκτεταμένη έρευνα θερμομονωτικών υλικών. Εξετάζεται πλέον τόσο η εξοικονόμηση της ενέργειας με τη χρήση των υλικών αλλά και αυτή που δαπανάται για να παραχθούν, να μεταφερθούν και να τοποθετηθούν τα υλικά. Όταν η διάρκεια ζωής κάποιου υλικού πρόκειται να είναι μικρή γίνεται εκτίμηση της ενέργειας διαχείρισής του ως απόβλητο ή των δυνατοτήτων ανάκτησης ενέργειας από αυτό. Για να αξιολογήσουμε περιβαλλοντικά και να εκτιμήσουμε τα υλικά χρησιμοποιούμε τη μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (A.K.Z.), η οποία χρησιμοποιείται ευρέως στη διαχείριση του περιβάλλοντος και στη λήψη αποφάσεων για την αποτίμηση των επιπτώσεων χρήσης της ενέργειας και επεξεργασίας των υλικών, ακόμη και την απόρριψη των αποβλήτων στο περιβάλλον και εκτίμηση των δυνατοτήτων επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων

σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας κατά τη διάρκεια ζωής των υλικών.

Στην Ευρώπη προτιμούνται τα ινώδη θερμομονωτικά υλικά, ενώ στην Ελλάδα τα οργανικά αφρώδη. Η διογκωμένη πολυστερίνη υπερτερεί σε πωλήσεις σε σχέση με την εξηλασμένη.



Εικόνα 70 Μερίδα αγοράς θερμομονωτικών υλικών σε Ευρώπη και Ελλάδα (2003)

<http://library.tee.gr>

Αυτό συμβαίνει επειδή:

-Στη βόρεια και στην κεντρική Ευρώπη γίνεται η μεγαλύτερη κατανάλωση θερμομονωτικών υλικών. Εκεί το πάχος της θερμομόνωσης πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο κι έτσι χρησιμοποιείται περισσότερο ο πετροβάμβακας που είναι πιο οικονομικός.

-Σε μεγάλες χώρες όπου η κατανάλωση είναι μεγάλη, οι κανονισμοί πυροπροστασίας είναι πιο αυστηροί. Απλά παραδείγματα είναι η Μεγάλη Βρετανία και η Γερμανία. Στη Μεγάλη Βρετανία οι περισσότερες κατασκευές είναι ξύλινες και άρα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην πυρασφάλεια. Στη Γερμανία, έχοντας σημειωθεί αρκετά ατυχήματα λόγω πυρκαγιών με ανθρώπινες απώλειες, οι κανονισμοί για τις πυρκαγιές έγιναν πιο αυστηροί. Ο πετροβάμβακας είναι πιο ασφαλές υλικό έναντι πυρκαγιάς συγκριτικά με την πολυστερίνη

-Καθώς τα οργανικά αφρώδη υλικά διατίθενται σε μορφή πλακών η τοποθέτησή τους είναι πιο εύκολη. Ακόμη, δε χρειάζονται μέτρα προστασίας κατά την εφαρμογή τους κι έτσι στην Ελλάδα, όπου η ενημέρωση των εργατών σε θέματα ασφαλείας δεν είναι επαρκής, τέτοιου είδους υλικά είναι προτιμότερα.

Η διογκωμένη πολυστερίνη κοστίζει λιγότερο από την εξηλασμένη με αποτέλεσμα να κατέχει υψηλή θέση στην αγορά.

Από τη στιγμή όμως που οι κανονισμοί για τη θερμομόνωση, την πυρασφάλεια και την οικολογική μόνωση έγιναν πιο αυστηροί, αυξήθηκαν και οι πωλήσεις του πετροβάμβακα. Το γεγονός ότι η εξηλασμένη πολυστερίνη έχει πολύ καλή αντοχή σε θλίψη και υγρασία την κάνει να προτιμάται έναντι άλλων υλικών σε κάποιες περιπτώσεις, όπως σ' αυτή της θερμομόνωσης στοιχείων σκυροδέματος. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, στο μέλλον η αγορά του πετροβάμβακα στην Ελλάδα θα πλησιάσει τα ευρωπαϊκά δεδομένα, ενώ η εξηλασμένη πολυστερίνη θα αυξήσει τα ποσοστά της και στις δύο αγορές.

Τα θερμομονωτικά υλικά συμβάλλουν στην εξοικονόμηση της ενέργειας και άρα στη μείωση της εκπομπής επικίνδυνων ρύπων, αλλά κατά την παραγωγή τους υπάρχουν ενεργειακοί και περιβαλλοντικοί περιορισμοί. Έτσι, στην Ευρωπαϊκή Ένωση οι κατασκευαστές υποχρεούνται να φέρουν περιβαλλοντική πιστοποίηση στα προϊόντα.

Για την περιβαλλοντική αυτή πιστοποίηση πρέπει να εξετάζονται διάφορα μεγέθη, όπως:

- **Η περιεχόμενη ενέργεια.** Έτσι ονομάζεται η χρησιμοποιούμενη ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή μονάδας μάζας του υλικού. Περιλαμβάνει την ενέργεια για καθεμία από τις διεργασίες που γίνονται από τη στιγμή της εξόρυξης των πρώτων υλών έως την τοποθέτησή τους στα κτήρια. Εκφράζεται σε kWh/kg υλικού. Πολλές φορές υπολογίζεται η ανηγμένη στο εμβαδόν περιεχόμενη ενέργεια. Αυτή είναι η ενέργεια που απαιτείται για την παράγωγη και την τοποθέτηση ποσότητας θερμομονωτικού υλικού, ικανής να μονώσει μια μονάδα επιφάνειας, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο κατάλληλος συντελεστής θερμοπερατότητας. Για να βρισκεται ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου μέσα στα όρια που ορίζει ο Ελληνικός Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων, πρέπει ο συντελεστής θερμοπερατότητας του μονωτικού υλικού να είναι περίπου $0,8\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$.

- Οι εκπομπές ρύπων κατά τη διάρκεια ζωής του θερμομονωτικού υλικού. Πρόκειται για τους επικίνδυνους ρύπους που εκπέμπονται, κυρίως, κατά την παραγωγή του υλικού. Κυριότεροι θεωρούνται το CO, που είναι τοξικό και το CO₂, που αποτελεί το βασικότερο αέριο του θερμοκηπίου.¹

Πίνακας 19 Σύγκριση σε ενεργειακό επίπεδο πετροβάμβακα-εξηλασμένης πολυστερίνης κατά την παραγωγή (library.tee.gr)

Output flows (kg emission/kg material)	Stone wool	Extruded polystyrene
CO ₂	0,800	0,900
CO	0,070	0,080
SO ₂	0,012	0,002
Liquid waste	0,100	0,001
Ash	0,040	0,040
Other solid waste	0,050	0,040

Πίνακας 20 Σύγκριση παραγωγής πετροβάμβακα σε δύο διαφορετικά εργοστάσια (library.tee.gr)

Σύγκριση αέριων εκπομπών συστημάτων παραγωγής πετροβάμβακα		
Αέρια εκπομπή	FIBRAN	ROCKWOOL
CO ₂	0,8	1,2
CO	0,07	0,08
SO ₂	0,012	0,005
NO _x	0,003	0,002
N ₂ O	21,6*10 ⁻⁴	2,0*10 ⁻⁴
CH ₄	0,0002	0,0008
HF	0,65*10 ⁻⁴	10 ⁻⁴
Σωματίδια	0,0013	0,001
HCL	3,2*10 ⁻⁴	5,0*10 ⁻⁴
NMVOC	14,0*10 ⁻⁴	5,9*10 ⁻⁴

5.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- Η εξηλασμένη πολυστερίνη είναι ενεργειακά πιο δαπανηρή στην παραγωγή από τον πετροβάμβακα.
- Η διαφορά αυτή όμως μικραίνει κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής.

¹ <http://library.tee.gr>

- Ο πετροβάμβακας και η εξηλασμένη πολυστερίνη αποτελούν τα σημαντικότερα μονωτικά υλικά αφού η θερμομονωτική ικανότητά τους είναι πολύ καλή. Ο πετροβάμβακας έχει θερμοκρασιακές αντοχές, πυραντοχή, χαμηλό κόστος και ηχοαπαρροφικότητα. Αφού οι κανονισμοί για την πυροπροστασία και τη θερμομόνωση γίνονται πιο αυστηροί η ζήτησή του αναμένεται να αυξηθεί. Ακόμη είναι από τα λίγα υλικά που μπορούν να έχουν εφαρμογή στη βιομηχανία.

Η εξηλασμένη πολυστερίνη έχει πολύ καλή αντίσταση στην υγρασία. Είναι η μόνη που χρησιμοποιείται για θερμομόνωση φερόντων στοιχείων από σκυρόδεμα. Επιπλέον, λόγω της υψηλής μηχανικής αντοχής της, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε έτοιμα προϊόντα συνδυασμένων υλικών (sandwich panels). Βέβαια, το κόστος της παραμένει υψηλό και κάποιοι νέοι τύποι πετροβάμβακα υψηλής μηχανικής αντοχής (πετροβάμβακας πλεκτής ίνας) απειλούν την κυριαρχία της στο συγκεκριμένο μερίδιο αγοράς. Τέλος, η υποχρέωση οικολογικής σήμανσης στα μονωτικά υλικά, δίνει προβάδισμα στον πετροβάμβακα που έχει περισσότερο οικολογικό χαρακτήρα από την εξηλασμένη πολυστερίνη εμφανίζοντας χαμηλότερη ενέργεια παραγωγής και μικρότερες εκπομπές CO και CO₂, ρύποι που συμβάλλουν σημαντικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.¹

¹ <http://library.tee.gr>

6 ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ

Το υλικό επικάλυψης της στέγης εξαρτάται συνήθως από την γενικότερη αρχιτεκτονική του κτιρίου, τις στέγες των κτιρίων που το περιβάλλουν και γενικότερα από το φυσικό και δομημένο περιβάλλον. Το υλικό επικάλυψης μιας στέγης είναι απαραίτητο να παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε έντονες υγροσκοπικές και θερμικές μεταβολές, χωρίς να υφίσταται μηχανική φθορά, αισθητική αλλοίωση και, τόσο το υλικό επικάλυψης όσο και η στέγη ως σύνολο, πρέπει να αντέχουν στις μηχανικές καταπονήσεις και τα φορτία (ίδια βάρη, χιόνι, άνεμος).

Για την επικάλυψη της στέγης χρησιμοποιούνται συνήθως φυσικά ή τεχνητά υλικά σε μικρά ή μεγάλα στοιχεία, τα οποία μπορούν να προσαρμοστούν σε επιφάνειες με κατάλληλες κλίσεις και σχήματα.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως για την επικάλυψη των στεγών διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος των στοιχείων τους.

- Τα **μικρά στοιχεία επικάλυψης** είναι διαφόρων ειδών κεραμίδια, διάφορα πλακίδια από φυσική πέτρα, από ασφαλτικά υλικά, από μέταλλο ή από συνδυασμούς αυτών των υλικών. Αποτελούν το συνηθέστερο υλικό επικάλυψης στεγών με ξύλινους φορείς στην Ελλάδα και προτιμώνται για την ευελιξία τους καθώς προσαρμόζονται σε διάφορα σχήματα και κλίσεις στέγης. Μικρά στοιχεία επικάλυψης είναι τα κεραμίδια, τα μεταλλικά πλακίδια, οι φολίδες¹ κ.α. Για την τοποθέτηση των μικρών στοιχείων απαιτείται ωστόσο αρκετός κόπος και χρόνος, αφού τοποθετούνται ένα προς ένα.
- Τα **μεγάλα στοιχεία επικάλυψης** είναι διαφόρων τύπων αυλακωτά ή επίπεδα φύλλα ή ρολά, από διάφορα μέταλλα, όπως χαλκό, αλουμίνιο, γαλβανισμένο χάλυβα, τσίγκο, μόλυβδο, καθώς και από αμιαντοτσιμέντο, γυαλί και ειδικά πλαστικά υλικά.

¹ Οι λίθινες φολίδες είναι προϊόντα απόσπασης από κάποιο φυσικό πέτρωμα

Κριτήρια επιλογής υλικού επικάλυψης

Τα κριτήρια με τα οποία γίνεται η επιλογή ενός υλικού επικάλυψης στέγης για ένα συγκεκριμένο κτίριο είναι κυρίως τα ακόλουθα.

- **Αισθητικά.** Η στέγη αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό αρχιτεκτονικό στοιχείο του κτιρίου και πρέπει να συνδυάζεται με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του και να προσαρμόζεται με το φυσικό και δομημένο περιβάλλον του. Σε περιοχές πολιτιστικού και τουριστικού ενδιαφέροντος που η δόμηση νέων κτιρίων ή η αποκατάσταση παλαιών πρέπει να ικανοποιεί ορισμένες αρχιτεκτονικές προδιαγραφές, το σχήμα, ο τύπος και το υλικό της επικάλυψης της στέγης είναι συνήθως καθορισμένα.
- **Τεχνικά.** Η κλίση αποτελεί σημαντικότερο παράγοντα για την επιλογή του υλικού επικάλυψης. Γενικά, τα μεγάλα στοιχεία επικάλυψης προσαρμόζονται σε μικρότερες κλίσεις σε σύγκριση με τα μικρότερα στοιχεία που προσαρμόζονται σε διάφορες και μεγαλύτερες κλίσεις με τον κατάλληλο όμως τρόπο εφαρμογής. Όμως και για αυτά υπάρχουν κατώτερα και ανώτερα όρια κλίσεων εφαρμογής. Η διαδικασία εφαρμογής της τελικής επικάλυψης, τα ευαίσθητα σημεία και οι πιθανές αστοχίες της πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη. Επίσης, πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι ανά περίπτωση ανάγκες θερμομόνωσης, στεγάνωσης, αερισμού και πυροπροστασίας, που απαιτούνται για κάθε στέγη και για κάθε υλικό επικάλυψης.
- **Κλιματικά και περιβαλλοντικά.** Τα χαρακτηριστικά των βροχοπτώσεων, των χιονοπτώσεων και των ανέμων που επικρατούν στην περιοχή, καθώς και ο βαθμός έκθεσης του κτιρίου στα διάφορα καιρικά φαινόμενα αποτελούν κύρια κριτήρια επιλογής του υλικού επικάλυψης αλλά και της μορφής της στέγης.
- **Οικονομικά.** Το αρχικό κόστος της στέγης συναποτελείται από το κόστος των υλικών του φορέα της στέγης και της επικάλυψης καθώς και από το κόστος εφαρμογής τους. Το λειτουργικό κόστος της στέγης θα πρέπει να περιλαμβάνει τις εργασίες συντήρησης και επιδιόρθωσης κατά τη διάρκεια της αναμενόμενης ζωής της στέγης.

6.1 ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ

Τα αργιλικά κεραμίδια¹ αποτελούν το συνηθέστερο παραδοσιακό υλικό επικάλυψης στεγών στην Ελλάδα. Στις σύγχρονες κατασκευές προσαρμόζονται σε πολλές αρχιτεκτονικές επιλογές και προτιμώνται για τις λειτουργικές και αισθητικές του ιδιότητες αλλά και για την αντοχή τους στο χρόνο (ανθεκτικότητα). Επίσης η χρήση τους επιβάλλεται κατά τόπους (παραδοσιακούς οικισμούς κ.α.) από ειδικούς οικοδομικούς κανονισμούς.

Βασική λειτουργική ιδιότητα των κεραμιδιών είναι η στεγανότητα που παρέχουν στη στέγη σε συνδυασμό με την δυνατότητα αερισμού. Όταν κατασκευάζονται σωστά, τα κεραμίδια δημιουργούν στεγανές επιφάνειες, ενώ ταυτόχρονα λόγω των τριχοειδών πόρων του κεραμικού υλικού, επιτρέπουν την εξάτμιση του νερού (διαπνοή) που συγκεντρώνεται στην κάτω επιφάνεια τους από πιθανή συμπύκνωση της υγρασίας του εσωτερικού χώρου. Αποτελούν δηλαδή ένα διαπνέον σύστημα επικάλυψης, μη σφραγιστικό. Επιπλέον τα κεραμίδια είναι σχετικά θερμομονωτικά εξαιτίας της θερμοχωρητικότητας του κεραμικού υλικού, όπως και άκαυστα.

Οι αισθητικές δυνατότητες των κεραμιδιών οφείλονται και στο εύπλαστο αργιλικό τους υλικό, που μπορεί να πάρει διάφορα σχήματα, ενώ διαφορετικές ποιότητες αργίλου ή πρόσθετες χρωστικές ουσίες τους δίνουν επιπλέον χρωματικές δυνατότητες. Με τη βοήθεια θερμών αποχρώσεων τα κεραμίδια προσαρμόζονται αρμονικά στο φυσικό περιβάλλον. Αυτός ο συνδυασμός μορφών και χρωμάτων δημιουργούν κεραμίδια που δίνουν ξεχωριστό χαρακτήρα στα κτίρια.

Τέλος ένα σημαντικό πλεονέκτημα των αργιλικών κεραμιδιών είναι η δυνατότητα να αντικαθίστανται, όταν είναι αναγκαίο, μόνο τα τμήματα της επικάλυψης που έχουν υποστεί φθορές. Επίσης, σε επισκευές ή αποκαταστάσεις ολόκληρων στεγών, μπορεί να ξαναχρησιμοποιείται το μεγαλύτερο μέρος των παλιών κεραμιδιών.

¹ Τα πρώτα ευρήματα κεραμιδιών καταγράφονται στην αρχαία Λέρνα, στο Σπίτι των Κεράμων (κατασκευάστηκε περίπου το 2.500 π.Χ.). Η διάδοση τους ως κύριο υλικό επιστεγάσεων θα γίνει από τους ρωμαίους πολλά χρόνια αργότερα.

Κατασκευή αργιλικών κεραμιδιών

Η διαδικασία κατασκευής των κεραμιδιών με την εξέλιξη της τεχνολογίας έχει εκσυγχρονιστεί, αλλά ακολουθεί τις ίδιες βασικές αρχές των πρώτων κατασκευαστών. Η βασική πρώτη ύλη είναι η άργιλος, με διάφορες προσμίξεις. Αυτές μπορούν να είναι λεπτόκοκκα αδρανή, ίνες κλπ για βελτίωση των τεχνικών ιδιοτήτων του υλικού ή διάφορες χρωστικές, όπως διοξείδιο του μαγνησίου ή οξείδια του τιτανίου.

Η άργιλος λοιπόν μαζί με τις προσμίξεις της αναμιγνύεται καλά, μέσα σε ειδικούς αναμίκτης. Το μίγμα αυτό ανάλογα με το σχήμα του κεραμιδιού που πρόκειται να κατασκευαστεί πιέζεται σε πρέσα ή καλουπώνεται ή γίνεται συνδυασμός των δύο αυτών μεθόδων. Ακολουθεί ξήρανση για να εξατμιστεί η μεγαλύτερη ποσότητα νερού και στη συνέχεια το ψήσιμο σε φούρνο με μεταβλητή ή σταθερή φλόγα επί 6 - 36 ώρες σε θερμοκρασία όπτησης της τάξεως των 1000°C.

ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΚΕΡΑΜΙΔΙΩΝ

Τα κεραμίδια διακρίνονται σε τρεις βασικούς τύπους, ανάλογα με το σχήμα τους, που υπαγορεύει την εφαρμογή τους σε διαφορετικές κατασκευές και με διαφορετικούς τρόπους. Ο διαχωρισμός είναι βέβαια ενδεικτικός, γιατί κατασκευάζονται πολλοί συνδυασμοί των βασικών τύπων.

1. Πτυχωτά και κυματοειδή (Γαλλικά, Ολλανδικά, Ρωμαϊκά) κεραμίδια
2. Κοίλα (Βυζαντινά) κεραμίδια
3. Επίπεδα κεραμίδια

6.1.1 ΠΤΥΧΩΤΑ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΟΕΙΔΗ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ

Έχουν διάφορες μορφές με επίπεδη, καμπύλη ή σύνθετη επιφάνεια. Στις δύο μεγαλύτερες πλευρές τους έχουν αντίστοιχες εσοχές και προεξοχές, ώστε να εφαρμόζονται σταθερά μεταξύ τους. Στη μικρή τους διάσταση από την πίσω πλευρά, έχουν νεύρωση με οπή για να στερεώνονται και να δένονται στις δοκίδες.

Μπορούν να έχουν περιμετρικά μια ή περισσότερες παράλληλες αυλακώσεις και αντίστοιχες προεξοχές. Αν υπάρχουν εγκάρσιες νευρώσεις και σε άλλα σημεία εκτός από τη μικρή πλευρά, μπορούν να προσαρμόζονται ευκολότερα στις επιφάνειες, μεταβάλλοντας την αλληλοεπικάλυψη τους.



Εικόνα 71 Χαρακτηριστικά πτυχωτά και κυματοειδή κεραμίδια (γαλλικό, ολλανδικό, ρωμαϊκό).

Ορατές είναι οι χαρακτηριστικές αυλακώσεις, ώστε να προσαρμόζονται μεταξύ τους.

Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt

Με τα κεραμίδια αυτά χρειάζεται μικρή αλληλοεπικάλυψη των γειτονικών στοιχείων για να δημιουργηθεί στεγανή επιφάνεια. Ο απαραίτητος αριθμός των κεραμιδιών είναι μικρότερος από τα άλλα είδη αργιλικών κεραμιδιών, καθώς και τα φορτία που καταπονούν τον φέροντα οργανισμό της στέγης και όλης της κατασκευής, γι' αυτό και θεωρείται οικονομική λύση επικάλυψης.

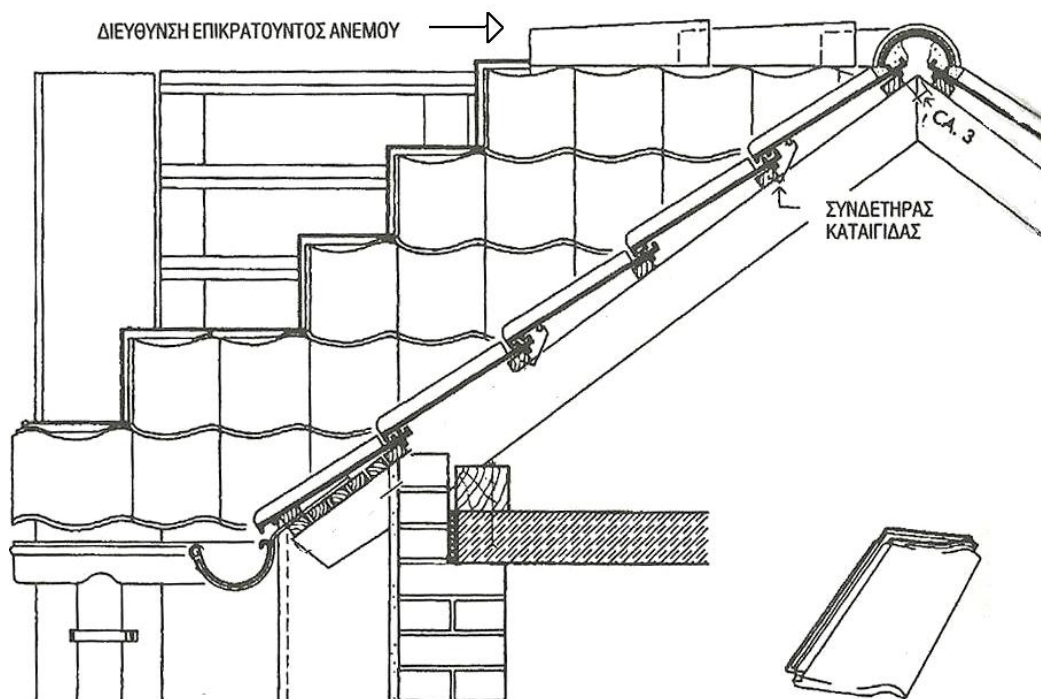
Οι κλίσεις που μπορούν με ασφάλεια να χρησιμοποιηθούν με αυτά τα κεραμίδια εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τις διαστάσεις της στέγης σε οριζόντια προβολή και το συνολικό της ύψος.

Η ελάχιστη κλίση στέγης για τα ολλανδικά και τα ρωμαϊκά κεραμίδια είναι 30% ενώ για τα γαλλικά 36%.

Ο φέρων οργανισμός της στέγης μπορεί να είναι είτε από ξύλο είτε από μέταλλο είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα (κεκλιμένη πλάκα). Τα κεραμίδια στερεώνονται συνήθως σε ξύλινα καδρόνια που τοποθετούνται ανά αποστάσεις ανάλογες με το μήκος των κεραμιδιών, ενώ στην περίπτωση της πλάκας από Ο.Σ. τον ρόλο των καδρονιών μπορούν να παίξουν και νευρώσεις στο σκυρόδεμα.

Τοποθέτηση πτυχωτών και κυματοειδών κεραμιδιών

Η τοποθέτηση των κεραμιδιών γίνεται σε σειρές, αρχίζοντας από τη γραμμή απορροής της στέγης (κατώτερη σειρά). Οι νευρώσεις τους στερεώνονται στα καδρόνια, όπου καρφώνονται ή δένονται με σύρμα. Κάθε κεραμίδι στη σειρά επικαλύπτει το προηγούμενο ώστε να εφαρμόζουν οι εσοχές και προεξοχές τους. Οι αρμοί διαμορφώνονται συνεχείς ή εναλλασσόμενοι από σειρά σε σειρά.

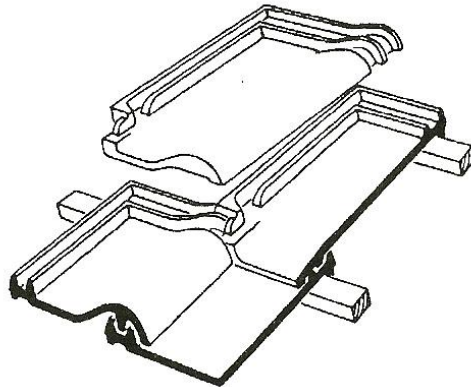


Εικόνα 72 Κεράμωση με πτυχωτά - χοανωτά κεραμίδια

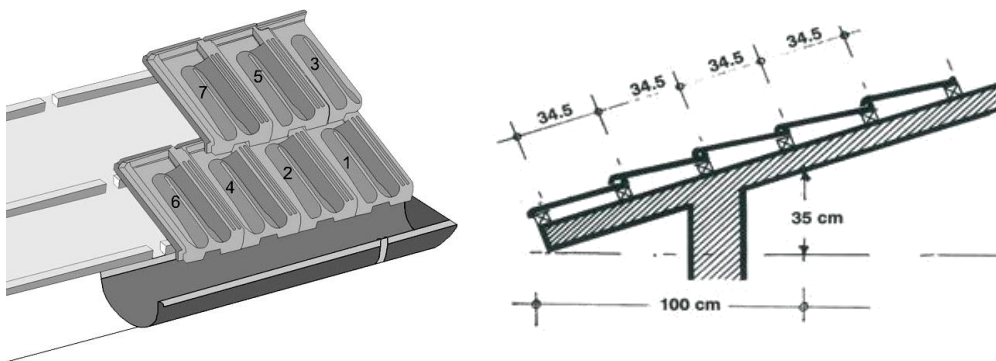
Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt

Για μικρές κλίσεις στέγης και σε περιοχές με όχι πολύ ισχυρούς ανέμους η στερέωση των κεραμιδιών στα καδρόνια γίνεται σε μερικές μόνο σειρές. Συνήθως σε μία κάθε πέντε σειρές. Για στέγες μεγαλύτερης κλίσης ή σε περιοχές με ισχυρούς ανέμους, όλες οι σειρές κεραμιδιών δένονται ή καρφώνονται στις δοκίδες. Σε όλες τις

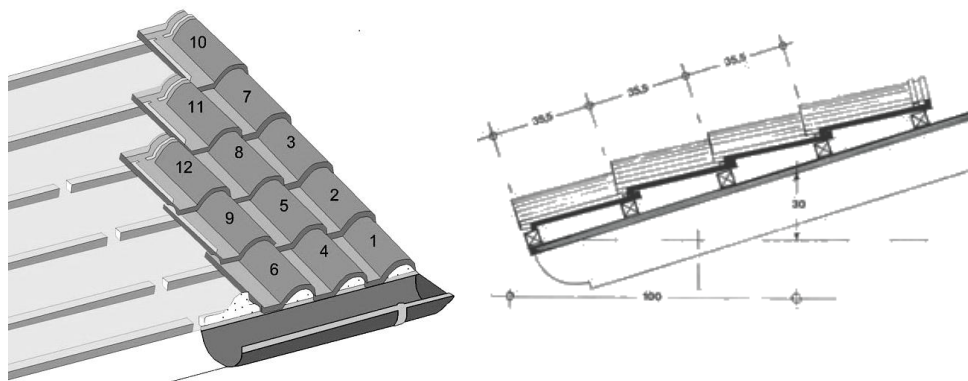
περιπτώσεις όμως τα κεραμίδια των κορυφογραμμών (κορφιάδες) και των ραχών τοποθετούνται κολυμβητά με τσιμεντοκονίαμα.



Εικόνα 73 Σκαρίφημα εφαρμογής εσοχών και προεξοχών πτυχωτών κεραμιδιών
Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt



Εικόνα 74 τοποθέτηση γαλλικών κεραμιδιών
(www.anagnostaras.gr, www.xalkis-sa.com)



Εικόνα 75 τοποθέτηση ρωμαϊκών κεραμιδιών
(www.anagnostaras.gr, www.xalkis-sa.com)

6.1.2 ΚΟΙΛΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ

Κεραμίδια ημικυλινδρικής ή ελαφρά κωνικής μορφής. Διακρίνουμε τους στρωτήρες και τους καλυπτήρες¹ που είναι ίδιων διαστάσεων ή οι στρωτήρες λίγο μεγαλύτεροι. Οι στρωτήρες μπαίνουν πρώτοι με το κυρτό μέρος προς τα κάτω και επικαλύπτονται από τους καλυπτήρες. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και συνδυασμοί με κεραμίδια επίπεδα με νευρώσεις. Παραλλαγή του ημικυλινδρικού κεραμιδιού είναι το κεραμίδι με σύνθετη καμπύλη επιφάνεια με κυρτά και κοίλο τμήμα ή κυρτά και επίπεδο τμήμα (ρωμαϊκό κεραμίδι).



Εικόνα 76 Παραδοσιακά κοίλα (βυζαντινά) κεραμίδια

Τοποθέτηση κοίλων κεραμιδιών

Τοποθετούνται κολυμβητά, ημικολυμβητά (τοποθετούνται πάνω σε πέτσωμα με την χρήση κονιάματος) ή και καρφωτά αρχίζοντας από τη γραμμή της απορροής της στέγης και έτσι ώστε να προεξέχουν από την άκρη του σανιδώματος.

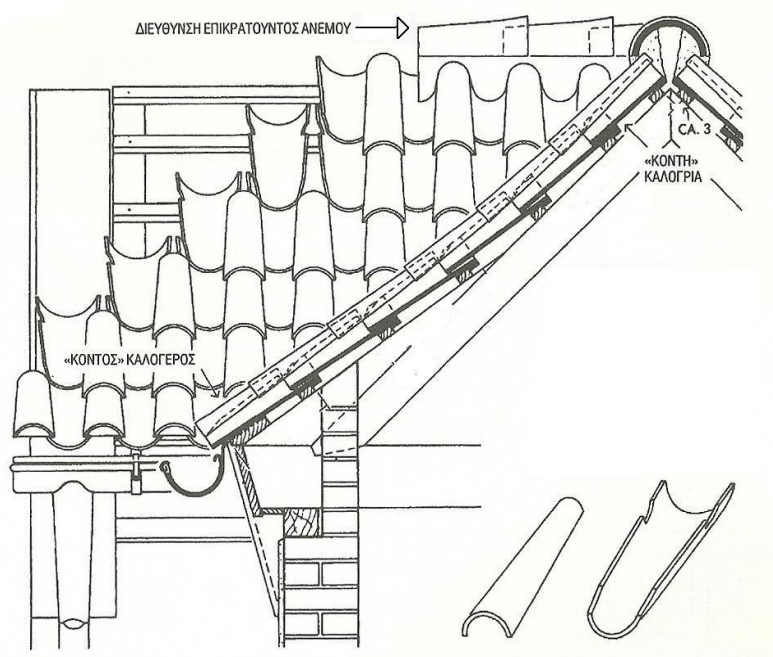
- Όταν τοποθετούνται κολυμβητά στρώνονται πρώτα οι στρωτήρες και μετά τοποθετούνται οι καλυπτήρες με κονίαμα, σε όλη τους την κοιλότητα. Όπου χρησιμοποιείται, το κονίαμα θα πρέπει να περιέχει ασβέστη για να παρουσιάζει μεγαλύτερη ελαστικότητα.
- Όταν τοποθετούνται ημικολυμβητά το κονίαμα μπαίνει στις άκρες των καλυπτήρων, στο σημείο που καλύπτονται μεταξύ τους. Καλό είναι όταν η

¹ Οι στρωτήρες είναι επίσης γνωστοί ως καλογριές και οι καλυπτήρες ως καλόγεροι.

επικεράμωση είναι ημικολυμβητή να τοποθετείται ανά μέτρο προς τις δυο διευθύνσεις μια σειρά κολυμβητών καλυπτήρων. Κατά αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιούμε περίπου τη μισή ποσότητα ασβεστοκονιάματος ανά τετραγωνικό μέτρο στέγης, σε σχέση με την κολυμβητή τοποθέτηση.

- Στην ξηρή τοποθέτηση με κονίαμα τοποθετούνται μόνο τα κεραμίδια κατά μήκος των κορφιάδων και των μαχιάδων. Η στερέωση των κεραμιδιών μπορεί να ενισχυθεί μόνο σε συγκεκριμένους άξονες με κονίαμα. Μπορούν εξάλλου κατά διαστήματα να υπάρχουν άγκιστρα που να τα συγκρατούν. Με τη ξηρή τοποθέτηση χρησιμοποιούμε περίπου το ένα όγδοο της ποσότητας ασβεστοκονιάματος ανά τετραγωνικό μέτρο στέγης, σε σχέση με την κολυμβητή τοποθέτηση.

Σε κάθε περίπτωση πάντως, όποιος και αν είναι ο τύπος τοποθέτησης που θα εφαρμοστεί τα κεραμίδια της κορυφογραμμής και των ραχών τοποθετούνται πάντα κολυμβητά.



Εικόνα 77 κεράμωση με βυζαντινά κεραμίδια (τύπου καλόγερος - καλογριά)

Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt



Εικόνα 78 Διαδικασία τοποθέτησης κοίλων κεραμιδιών. Τοποθέτηση πρώτα των στρωτήρων και στη συνέχεια των καλυπτήρων.



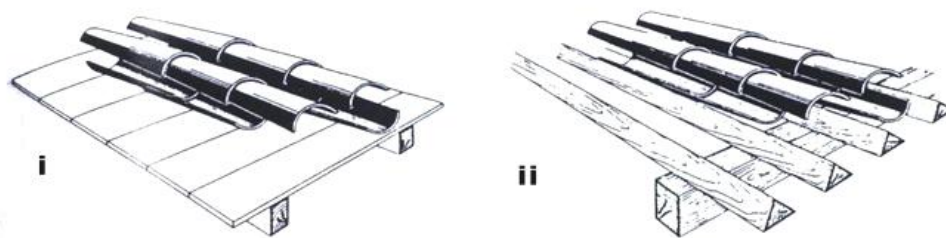
Εικόνα 79 Κολυμβητή τοποθέτηση. Πάνω σε κονίαμα τοποθετούνται οι στρωτήρες και στη συνέχεια οι καλυπτήρες με κονίαμα σε όλη τους τη κοιλότητα

Ειδικού τύπου κοίλα κεραμίδια τοποθετούνται σε δοκίδες που έχουν απόσταση μεταξύ τους όση το μήκος των κεραμιδιών ελαττωμένο κατά 8-10 cm. Στην περίπτωση αυτή οι στρωτήρες έχουν νεύρωση για να στηρίζονται στις δοκίδες.

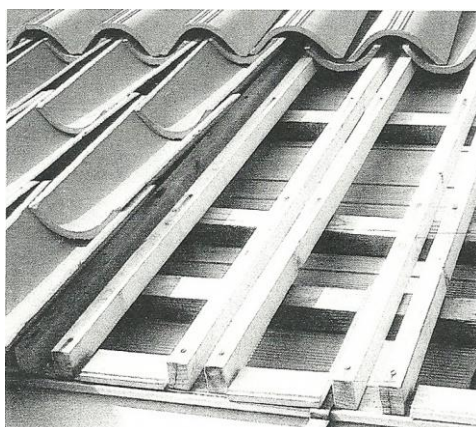
Για ένα τετραγωνικό μέτρο χρειάζονται περίπου 25 μεγάλα ή 35 μικρά κεραμίδια σε αντίθεση με τα πτυχωτά που φτάνουν περίπου τα 15 κομμάτια.

Οι κλίσεις στέγης που μπορούν να διαμορφωθούν, εξαρτώνται και εδώ από τη μορφή και την περιοχή του έργου. Σε κάθε περίπτωση το εύρος των δυνάμενων να πραγματοποιηθούν κλίσεων είναι μεταξύ των 22-35 %.

Παραλλαγές βυζαντινών κεραμιδιών μπορούν να έχουν επιπλέον εγκοπές και αυλακώσεις περιμετρικά και νευρώσεις για τη στερέωση. Αποτελούν συνδυασμό και βελτίωση των δύο προηγούμενων περιπτώσεων και τοποθετούνται με συνδυασμένη τεχνική.



Εικόνα 80 Κοίλα κεραμίδια σε i. πέτσωμα, ii. Καδρόνια
περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ



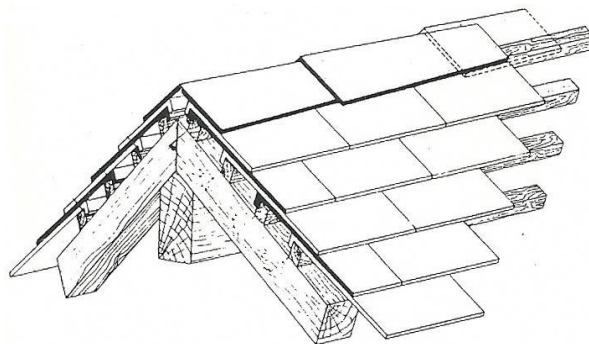
Εικόνα 81 Ξηρή τοποθέτηση κοίλων βυζαντινών κεραμιδιών
περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ

6.1.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ

Τα επίπεδα κεραμίδια χρησιμοποιούνται σπάνια στην Ελλάδα. Είναι παραλληλόγραμμα, επίπεδα κεραμικά στοιχεία με διαστάσεις κατά μέσο όρο 15x30 cm και πάχος 1 cm. Για λόγους διακόσμησης από τη μία τους πλευρά, στο ορατό τους άκρο μπορούν να έχουν σχήμα κυκλικού τόξου, ημικύκλιου ή γωνίας¹.

Από τη μια πλευρά τους κατά τη μικρή διάσταση έχουν από το κάτω μέρος μια ή δυο προεξοχές αγκύρωσης και μια ή δυο οπές για κάρφωμα. Τα κεραμίδια καρφώνονται ή αγκιστρώνονται σε τεγίδες παράλληλες με τη κορυφογραμμή της στέγης ή εάν υπάρχει πέτσωμα σε δοκίδες στερεωμένες πάνω σε αυτό. Στη περίπτωση συνεχούς σανιδώματος, μεταξύ σανιδώματος και δοκίδων παρεμβάλλονται εγκάρσιες δοκίδες, απαραίτητες για τον αερισμό της στέγης. Σε μικρές κλίσεις δέκα περίπου κεραμίδια στερώνονται και καρφώνονται σε ένα τετραγωνικό μέτρο. Σε μεγάλες κλίσεις και έντονες ανεμοφορτίσεις καρφώνονται όλα τα κεραμίδια. Σε όλες τις περιπτώσεις καρφώνονται τα κεραμίδια της κορυφογραμμής, που συνήθως είναι ειδικά στοιχεία γωνιακής διατομής, όπως και αυτά των ραχών.

Τοποθέτηση επίπεδων κεραμιδιών



Εικόνα 82 επίπεδα κεραμίδια σε ξύλινη στέγη
περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ

Η γραμμή απορροής της στέγης, αν δεν έχει οριζόντια υδρορροή διαμορφώνεται με πολλαπλή σειρά κεραμιδιών. Η αλληλοεπικάλυψη των κεραμιδιών είναι μεγάλη για να εξασφαλίσει τη στεγανότητα της στέγης. Περίπου τα 2/3 κάθε κεραμιδιού και

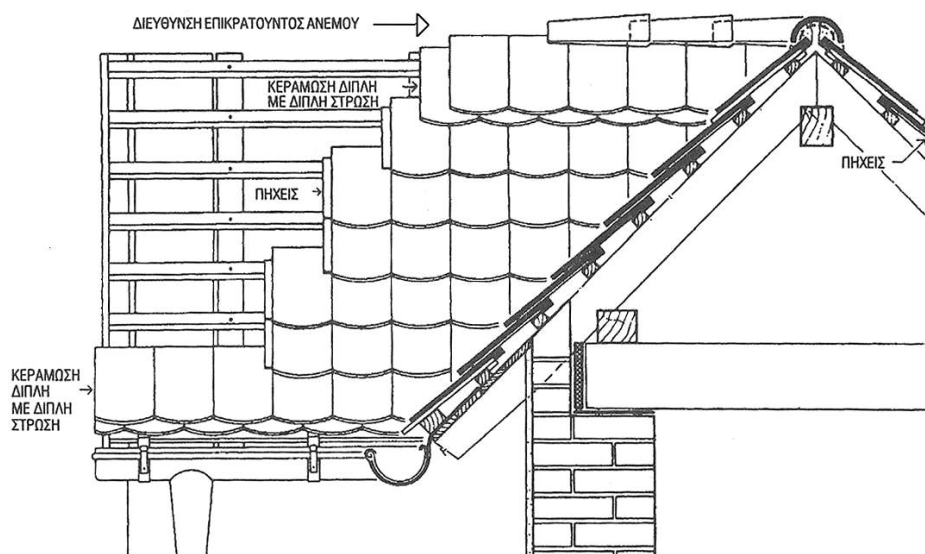
¹ Αυτά είναι γνωστά στην αγγλική ορολογία ως beaver tail, κεραμίδια ουράς κάστορα.

τουλάχιστον 7-8 cm αλληλοεπικαλύπτονται κατά τη μεγάλη του διάσταση. Πλευρικά τα κεραμίδια απλά εφάπτονται.

Σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις, η κεράμωση του φορέα της στέγης με τα κεραμίδια αρχίζει από την κατώτερη περίμετρο της στέγης και από τη δεξιά γωνία, ενδεχομένως όμως και από την αριστερή, ανάλογα με τη μορφή της στέγης και συνεχίζεται προς τα επάνω και αριστερά. Πιο συγκεκριμένα για κάθε τρόπο τοποθέτησης των επίπεδων κεραμιδιών.

Απλή κεράμωση

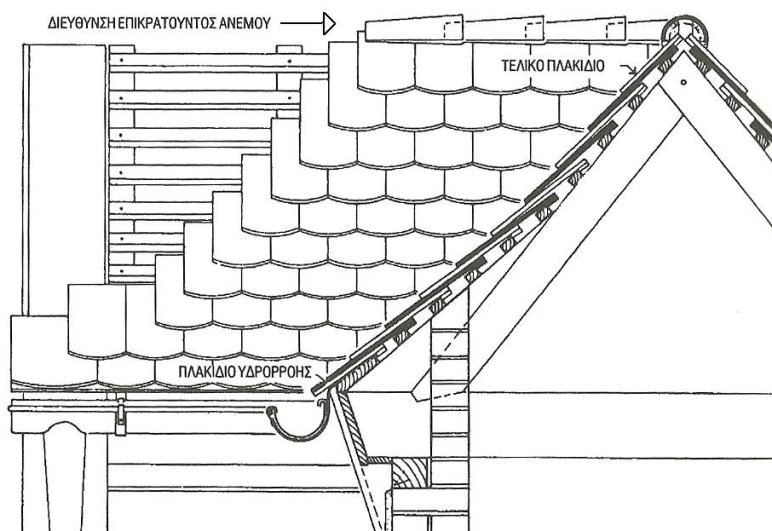
Η τοποθέτηση των επίπεδων κεραμιδιών γίνεται σε κατακόρυφες σειρές. Η διαδικασία αυτή έχει ως πλεονέκτημα ότι το σημείο απορροής κάθε κεραμιδιού βρίσκεται στο μέσο του πλάτους του αμέσως από κάτω κεραμιδιού. Στην ανώτατη σειρά (κορυφογραμμής) και στην κατώτερη (απορροής), καλό είναι να τοποθετείται διπλή κεράμωση με διπλή στρώση, όπως στο σχήμα.



Εικόνα 83 Απλή κεράμωση με επίπεδα κεραμίδια (καμπύλο το ορατό άκρο του κεραμιδιού)
Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt

Κεράμωση διπλή σε απλή στρώση

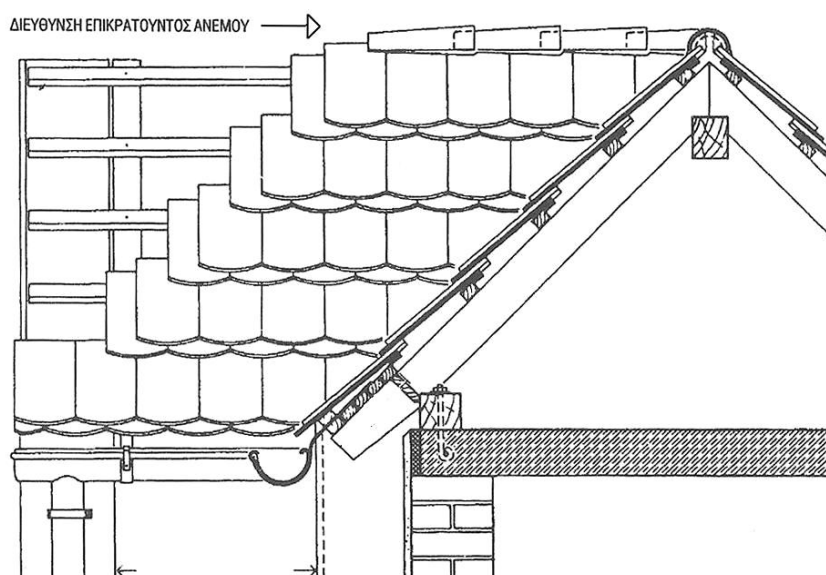
Η διαφορά της διπλής από την απλή κεράμωση είναι πως κάθε κατακόρυφος αρμός τοποθετείται κατά μισό πλάτος κεραμιδιού σε σχέση με τον αντίστοιχο της υπερκείμενης σειράς. Αυτή τη πρακτική αποδίδει μια ιδιαίτερη εμφάνιση στη στέγη.



Εικόνα 84 Κεράμωση διπλή με απλή στρώση
Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt

Κεράμωση διπλή με διπλή στρώση

Στο είδος αυτό της κεράμωσης αναρτώνται πάντα δύο σειρές κεραμιδιών, σαν στρώσεις έδρασης και κάλυψης στην ίδια τεγίδα ή καδρόνι. Υπάρχει μεταξύ τους μετατόπιση πλάτους μισού κεραμιδιού έτσι ώστε η στρώση της κάλυψης να σκεπάζει τους αρμούς της στρώσης έδρασης. Προφανώς απαιτείται ο διπλάσιος αριθμός κεραμιδιών σε σχέση με τις άλλες δύο πρακτικές κεράμωσης.



Εικόνα 85 Κεράμωση διπλή με διπλή στρώση
Κτιριακές κατασκευές / Heinrich Schmitt

6.2 ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ

Τα ασφαλτικά υλικά επικάλυψης είναι ένα υλικό πολύ διαδεδομένο στο εξωτερικό και τα τελευταία χρόνια αρχίζει να χρησιμοποιείται και στην Ελλάδα. Πρόκειται για σύνθετα πλακίδια από ασφαλτικά και ανόργανα



αδρανή υλικά με οπλισμό από λεπτό πλέγμα υαλοϊνών. Η πάνω τους επιφάνεια προστατεύεται και διακοσμείται από ανόργανα υλικά σε μορφή λεπτών κόκκων φυσικής πέτρας ή χαλκού. Η σύνθεση αυτή παρέχει στα ασφαλτικά υλικά επικάλυψης υψηλή μηχανική αντοχή, ελαστικότητα, σταθερότητα διαστάσεων, αντοχή στο σπάσιμο, στις κλιματολογικές και ατμοσφαιρικές συνθήκες.

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν σε σχέση με άλλα υλικά επικάλυψης είναι το μικρό τους βάρος, $10-12 \text{ kg/m}^2$ σε σύγκριση με τα τιμιεντένια κεραμίδια που ζυγίζουν περίπου 60 kg/m^2 και τα κλασσικά πήλινα $45-55 \text{ kg/m}^2$ (χωρίς να συμπεριλαμβάνεται το βάρος του απαραίτητου κονιάματος).



Εικόνα 86 Διάφοροι τύποι και χρώματα ασφαλτικών κεραμιδιών

Είναι απολύτως στεγανά ακόμη και κάτω από παρατεταμένες καταρρακτώδεις βροχές. Σ' αυτό συντελεί το μεγάλο ποσοστό επικάλυψης (από 2,3 m² αναπτύγματος ασφαλτικού υλικού επικάλυψης προκύπτει 1 m² ωφέλιμο). Είναι μη διαπερατά από τον αέρα και το χιόνι σε μορφή πούδρας γι' αυτό χρησιμοποιούνται χωρίς πρόβλημα σε μεγάλα υψόμετρα. Είναι απρόσβλητα από τον παγετό χάρη στη μηδενική απορροφητικότητα νερού, ενώ δεν έχουν παρατηρηθεί ιδιαίτερα προβλήματα μετά από χαλαζοπτώσεις.

Τα ασφαλτικά υλικά επικάλυψης αντέχουν σε μεγάλο θερμοκρασιακό φάσμα, από τους -50°C έως τους +90°C. Παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις γρήγορες μεταβολές της θερμοκρασίας, στα λεγόμενα θερμοκρασιακά σοκ. Διαφορές των 25°C σε ημερήσια βάση και 60°C σε ετήσια δεν αποτελούν πρόβλημα. Η συνεχής έκθεση όμως σε υψηλές θερμοκρασίες μειώνει την λειτουργική ζωή των ασφαλτικών υλικών επικάλυψης. Στα θερμότερα λοιπόν μέρη αναμένεται γρηγορότερη γήρανση. Τα ασφαλτικά πλακίδια σε θερμοκρασίες άνω των 30°C είναι μη βατά.

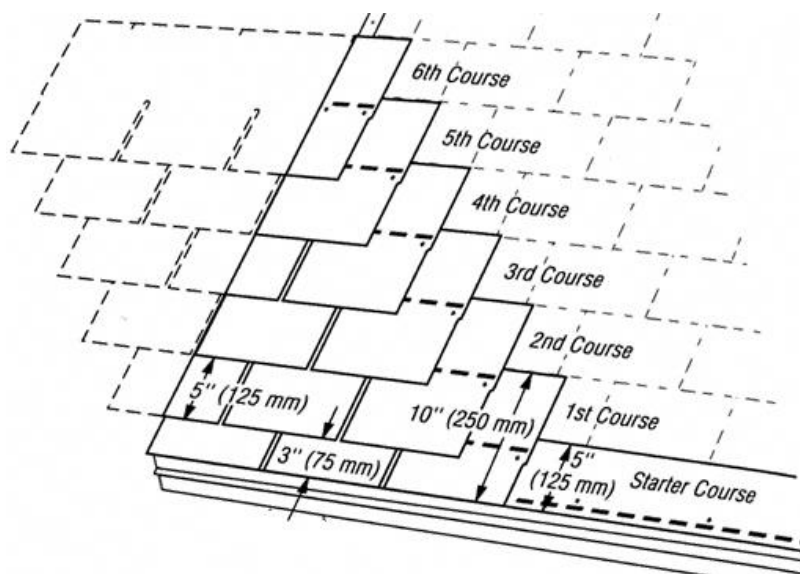
Από αισθητικής άποψης το μεγάλο πλεονέκτημα των ασφαλτικών υλικών επικάλυψης είναι ότι παραδίδονται σε πολλούς τύπους π.χ. ορθογωνικά, ημικυκλικά, εξαγωνικά, ανισόπαχα κλπ, αλλά και σε πολλά χρώματα και μάλιστα σε συνδυασμούς χρωμάτων. Αυτή η μεγάλη ποικιλία των προσφερόμενων τύπων επιτρέπει την εξατομίκευση του τελικού αποτελέσματος.

Είναι από τα υλικά που χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση αν και η διάρκεια ζωής τους στην καλύτερη περίπτωση μπορεί να φθάσει τα 15-20 χρόνια ενώ στην χειρότερη δεν ξεπερνά τα 5 χρόνια. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον αερισμό του υποστρώματος των ασφαλτικών κεραμιδιών, αφού όταν δεν αερίζεται το υπόστρωμα οι μεγάλες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται το καλοκαίρι τα καταπονούν ιδιαίτερα. Πολύ δε περισσότερο όταν από κάτω υπάρχει κολλητά θερμομόνωση. Πιθανή κακοτεχνία μειώνει τη διάρκεια ζωής του συστήματος σημαντικά.

Η εφαρμογή τους γίνεται σε στέγες με ελάχιστη κλίση 20% με κάρφωμα και επικόλληση σε συνεχές υπόβαθρο από πέτσωμα ή καδρονιών προσαρμοσμένα στο φορέα της στέγης. Μπορούν επίσης να στερεωθούν σε πλάκα από οπλισμένο σκυροδέμα με κατάλληλα δκιαμορφωμενη την άνω επιφάνεια. Σε επιφάνειες κλίσης

από 30% ως και σχεδόν κατακόρυφες τα ασφαλτικά κεραμίδια είναι δυνατόν να τοποθετηθούν με συρραφή στο πέτσωμα με ειδικούς χαλύβδινους συνδετήρες.

Η τοποθέτηση ξεκινάει από την κάτω περίμετρο της στέγης. Τοποθετείται πρώτα η λωρίδα επικόλλησης και πάνω σε αυτήν το πρώτο πλακίδιο. Η διαδικασία συνεχίζεται με πλευρική και κατακόρυφη μετάθεση των επόμενων πλακιδίων κατα μισό μήκος της μικρής τους πλευράς.



Εικόνα 87 Τοποθέτηση ασφαλτικών πλακιδίων
www.ashireporter.org

Τέλος, τα ασφαλτικά υλικά επικάλυψης συγκεντρώνουν μεγάλα ποσά θερμότητας που εκπέμπονται και στους υποκείμενους χώρους. Για να υπάρχει μέγιστη δυνατή αντανάκλαση της θερμικής ακτινοβολίας από τα κεραμίδια πρέπει να προτιμούνται ανοικτότερες αποχρώσεις.

Το μικρό τους βάρος τα καθιστά ιδανικά για χρήση σε μια σεισμογενή χώρα όπως είναι η Ελλάδα. Από την άλλη πλευρά η δραστική μείωση του χρόνου ζωής τους από την συνεχή έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες, σε συνδυασμό με την αντοχή τους στο παγετό τα κάνει να αποτελούν μια εξαιρετική λύση κυρίως για κατασκευές σε περιοχές που ανήκουν στις κλιματικές ζώνες Γ και Δ, δηλαδή σε ψυχρότερα κλίματα και μεγάλα υψόμετρα.

6.3 ΣΧΙΣΤΟΠΛΑΚΕΣ

Οι σχιστόπλακες αποτελούσαν το πιο συνηθισμένο υλικό επικάλυψης των στεγών στα περισσότερα ορεινά χωριά της Ελλάδας. Σταδιακά, οι πλάκες αυτές άρχισαν να εκτοπίζονται από τα κεραμίδια ή από μεταλλικά υλικά επικάλυψης και σε κάποιες περιοχές αντικαταστάθηκαν εξ' ολοκλήρου. Σήμερα, σχιστόπλακες χρησιμοποιούνται κυρίως στα χωριά του Πηλίου και σε μερικά χωριά της Ηπείρου, της Μακεδονίας και της Θράκης για να προσδώσουν ιδιαίτερο, παραδοσιακό χαρακτήρα σε στέγες με μέτριες ή μικρές κλίσεις.

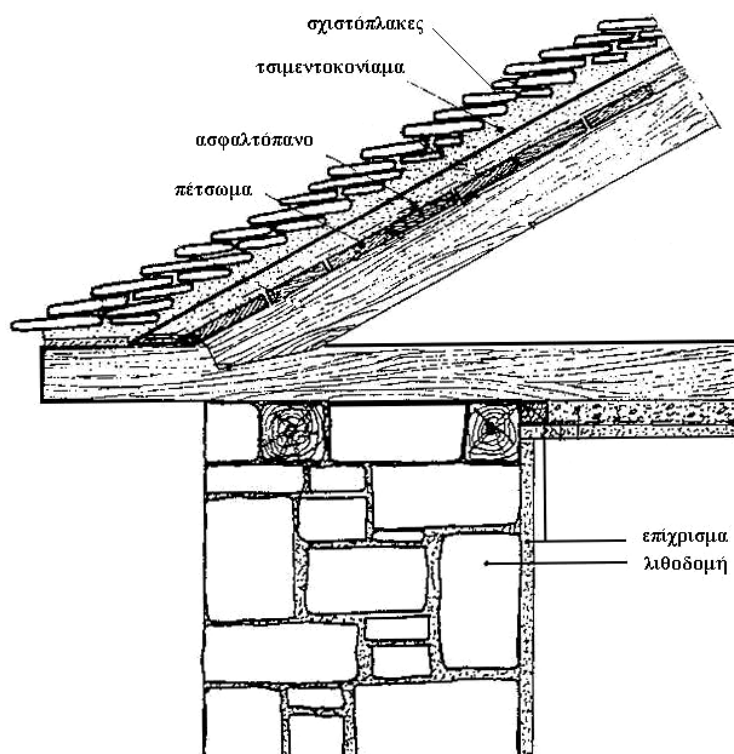


Εικόνα 88 Παραδοσιακή πηλιορείτικη στέγη με επικάλυψη από σχιστόπλακες

Η κλίση της στέγης καθώς και η αλληλοεπικάλυψη των πλακών καθορίζεται ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Γενικά, οι πέτρινες επικάλυψεις ενδείκνυνται για στέγες που σχηματίζουν κλίση μικρότερη από 25° με το οριζόντιο επίπεδο, ενώ κλίση πάνω από 40° θεωρείται απαγορευτική. Σε στέγες με μεγαλύτερες κλίσεις είναι πιθανό να μειωθεί η στεγανότητα ή να παρουσιαστούν φαινόμενα ολισθήσεων πλακών κάτω από το βάρος του χιονιού.

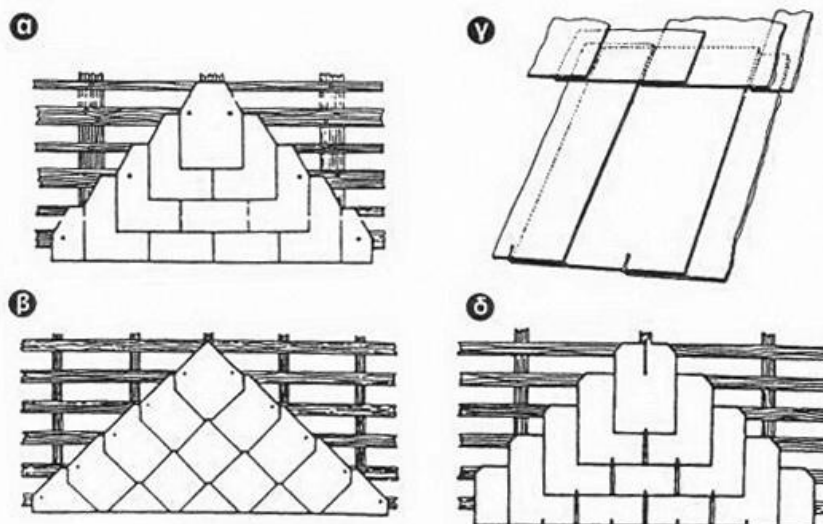
Κατά τόπους εφαρμόζονται διαφορετικοί τρόποι τοποθέτησης των πλακών που δίνουν στις στέγες τη χαρακτηριστική αισθητική κάθε περιοχής. Στις παραδοσιακές κατασκευές, οι πλάκες τοποθετούνταν πάνω στο πέτσωμα ξύλινων ζευκτών, συνήθως

με την παρεμβολή λάσπης (τσιμεντοκονιάματος) που χρησίμευε τόσο για την καλή έδραση των πλακών όσο και ως μονωτικό και στεγανωτικό υλικό.



Εικόνα 89 Τυπική τομή παραδοσιακής στέγης με επικάλυψη από σχιστόπλακες που εδράζονται σε πέτσωμα με παρεμβολή λάσπης (τσιμεντοκονίαμα)

Πολλές φορές οι πλάκες στερεώνονταν επιπλέον στους αμείβοντες με μεταλλικά άγκιστρα ή καρφιά, κυρίως στις κορυφογραμμές και στις περιμέτρους των στεγών. Μεγάλη σημασία είχε η επιλογή και επεξεργασία των πλακών, έτσι ώστε να αποκτούν μεγάλη επιφάνεια έδρασης η μία πάνω στην άλλη. Παραλλαγές τοποθέτησης των πλακών αποτελούσαν το ισόδομο σύστημα, το σύστημα με εναλλασσόμενους αρμούς και μεγάλη αλληλοεπικάλυψη κατά μήκος των πλακών, το διαγώνιο σύστημα, το στρώσιμο σε "λέπια" κ.ά. Στις σύγχρονες κατασκευές ακολουθείται κατά κανόνα το σύστημα με εναλλασσόμενους αρμούς.



Εικόνα 90 Διάφορες μορφές και τρόποι τοποθέτησης πλακών από φυσική πέτρα.
(α,β) με κάρφωμα (γ,δ) με ειδικά μεταλλικά αγκύρια
περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ

❖ Η επεξεργασία των σχιστοπλακών

Οι σχιστόπλακες μπορεί να έχουν διαφορετική ποιότητα και εμφάνιση ανάλογα με τον τόπο από τον οποίο προέρχονται. Μεγάλη σημασία για την εμφάνιση και τη στεγανότητα της στέγης έχει η κοπή και διαμόρφωση των πλακών. Για το λόγο αυτό η κοπή των πλακών είναι προτιμότερο να γίνεται επιτόπου από τους εξειδικευμένους τεχνίτες.

Ο σχιστόλιθος αποτελείται από φύλλα σκληρού πετρώματος τα οποία είναι συγκολλημένα μεταξύ τους με μαλακότερα υλικά. Ο τεχνίτης χτυπά με ειδική τεχνική τη διατομή των πλακών έτσι ώστε να ξεχωρίσουν λεπτά φύλλα του σκληρού πετρώματος. Στη συνέχεια τα φύλλα αυτά διαμορφώνονται στο επιθυμητό σχήμα, με επεξεργασία της περιμέτρου με τη βοήθεια ειδικού σφυριού.

Με την επεξεργασία αυτή προκύπτει σημαντική απώλεια υλικού στην κάτω πλευρά της πλάκας η οποία διαμορφώνεται με αρκετές ανωμαλίες. Οι ανώμαλες πλευρές τοποθετούνται στην πάνω πλευρά της επικάλυψη της στέγης. Οι πλευρές που τοποθετούνται προς τα κάτω πρέπει να είναι κατά το δυνατόν επίπεδες για να εδράζονται καλά και για το λόγο αυτό συχνά μπορεί να χρειάζεται να υποστούν πρόσθετη λεπτομερή επεξεργασία.

Προσοχή πρέπει να δίνεται επίσης έτσι ώστε να μην υπάρχουν κοιλώματα που θα συγκεντρώνουν το νερό της βροχής στην πάνω πλευρά των πλακών. Το μέγεθος των πλακών καθορίζεται ανάλογα με την επιφάνεια και την κλίση της στέγης και οι διαστάσεις τους ποικίλλουν συνήθως από 15x20 cm ως 40x50 cm. Στις στέγες με μεγάλες επιφάνειες που δε διακόπτονται από καπνοδόχους ή από εξαρτήματα αερισμού ταιριάζουν μεγάλα μεγέθη πλακών, ενώ σε αντίθετη περίπτωση προτιμώνται μικρότερα μεγέθη. Μπορεί εξάλλου να γίνει συνδυασμός πλακών διαφόρων μεγεθών στην ίδια στέγη. Οι μεγαλύτερες πλάκες τοποθετούνται στην περίμετρο και στις κορυφογραμμές της στέγης και οι μικρότερες ταξινομούνται σε ομάδες περίπου ίσου μεγέθους και κατανέμονται από την περίμετρο προς τις κορυφογραμμές με μειούμενο μέγεθος.

Το μήκος των πλακών πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το πλάτος. Επιδιώκεται η χρήση πλακών με περίπου σταθερό μήκος στην ίδια στέγη ή τουλάχιστον στην ίδια σειρά, ενώ η ποικιλία του πλάτους δίνει μια καλαίσθητη, φυσική εμφάνιση. Γενικά με τις λεπτές και μεγάλες πλάκες επιτυγχάνονται καλύτερες επικαλύψεις οι οποίες κατασκευάζονται ταχύτερα και χωρίς υπερβολική φόρτιση των φορέων της στέγης.

Λαμβάνοντας υπόψη πλάκες μέτριου πάχους και τηρώντας τις απαραίτητες αλληλοεπικαλύψεις μεταξύ των σειρών των πλακών, η επιβάρυνση που η πέτρινη επικάλυψη επιφέρει στο ξύλινο ζευκτό υπολογίζεται σε 300 kgf/m² περίπου συνυπολογίζοντας και το τσιμεντοκονίαμα έδρασης τους. Μεταξύ τεγίδων και αμειβόντων συγκρατείται στεγανωτικό φύλλο που προσφέρει στον εσωτερικό χώρο στεγανότητα από το νερό που μπορεί να εισχωρήσει μεταξύ των πλακών και από τον αέρα

Η θερμομόνωση της στέγης μπορεί να γίνει με δυο τρόπους ανάλογα με τη χρήση του χώρου κάτω από τη στέγη:

- Αν ο χώρος κάτω από το φορέα της στέγης ανήκει στον εσωτερικό χώρο του τελευταίου ορόφου (εμφανής στέγη) ή κατοικείται (σοφίτα)¹, η θερμομόνωση τοποθετείται πάνω από τους αμειβόντες και το πέτσωμα. Για να εξασφαλιστεί

¹ η περίπτωση σοφίτας είναι εξαιρετικά σπάνια λόγω της μικρής κλίσης της στέγης, που επιτρέπει η επικάλυψη με σχιστόλακες

ο αερισμός της στέγης, πρέπει να αφήνεται διάκενο αερισμού πλάτους τουλάχιστο 5 cm μεταξύ της πέτρινης επιστέγασης και της μόνωσης.

- Αν ο χώρος αυτός δεν είναι κατοικήσιμος, τότε κατασκευάζεται ψευδοροφή στο επίπεδο των δοκών της οροφής και η θερμομόνωση τοποθετείται οριζόντια, πάνω από την ψευδοροφή. Στην περίπτωση αυτή οι υδρατμοί που δημιουργούνται από τις δραστηριότητες του κτιρίου διαφεύγουν μέσα από την ψευδοροφή και συγκεντρώνονται στο χώρο μεταξύ της ψευδοροφής και του κεκλιμένου τμήματος της στέγης. Για το λόγο αυτό, ο χώρος αυτός είναι καλό να είναι αεριζόμενος, με την τοποθέτηση κατάλληλων στομιών ή εξαρτημάτων αερισμού στην περίμετρο και στην κορυφογραμμή του ζευκτού.

Εκτός από την υγιεινή του εσωτερικού χώρου της στέγης, ο αερισμός της πέτρινης επιστέγασης συμβάλλει στη διατήρηση της καλής της κατάστασης. Οι σχιστόπλακες έχουν αρκετό πορώδες, κατά συνέπεια απορροφούν το νερό της βροχής ή την υγρασία. Οι μεγάλες αλληλοεπικαλύψεις μεταξύ των πλακών συμβάλλουν στη διατήρηση της υγρασίας μέσα στη μάζα τους. Αν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές, το νερό που έχουν απορροφήσει οι πλάκες μετατρέπεται σε πάγο και η αύξηση του όγκου του προκαλεί στις πλάκες μικρορηγματώσεις που μπορεί να καταλήξουν σε αποκολλήσεις τμημάτων τους.

❖ *Η τοποθέτηση των πλακών*

Οι σχιστόπλακες μπορούν να στερεώνονται και στις τεγίδες του φέροντα οργανισμού της στέγης. Αυτές πρέπει να είναι τοποθετημένες σε κατάλληλη απόσταση μεταξύ τους, έτσι ώστε σε κάθε σημείο το πάχος της επικάλυψης να ισούται με τρία πάχη πλακών. Για να συμβεί αυτό η απόσταση μεταξύ των τεγίδων πρέπει να είναι τέτοια ώστε κάθε πλάκα να καλύπτει περίπου τα 2/3 των πλακών της πιο κάτω σειράς ή το κάτω μέρος κάθε πλάκας να επικαλύπτει κατά 7-8 cm το πάνω μέρος της πλάκας που βρίσκεται δυο σειρές πιο κάτω. Για να ισχύει η δεύτερη σχέση, η απόσταση ή βήμα μεταξύ των τεγίδων μπορεί να υπολογιστεί πρακτικά με τον τύπο:

$$\text{Απόσταση τεγίδων} = \frac{[\text{μήκος πλάκας} - (\text{αλληλοεπικάλυψη} + 25)]}{2} \text{ mm}$$

Για παράδειγμα, αν το μήκος των πλακών είναι 510 mm και η αλληλοεπικάλυψη 77mm, τότε

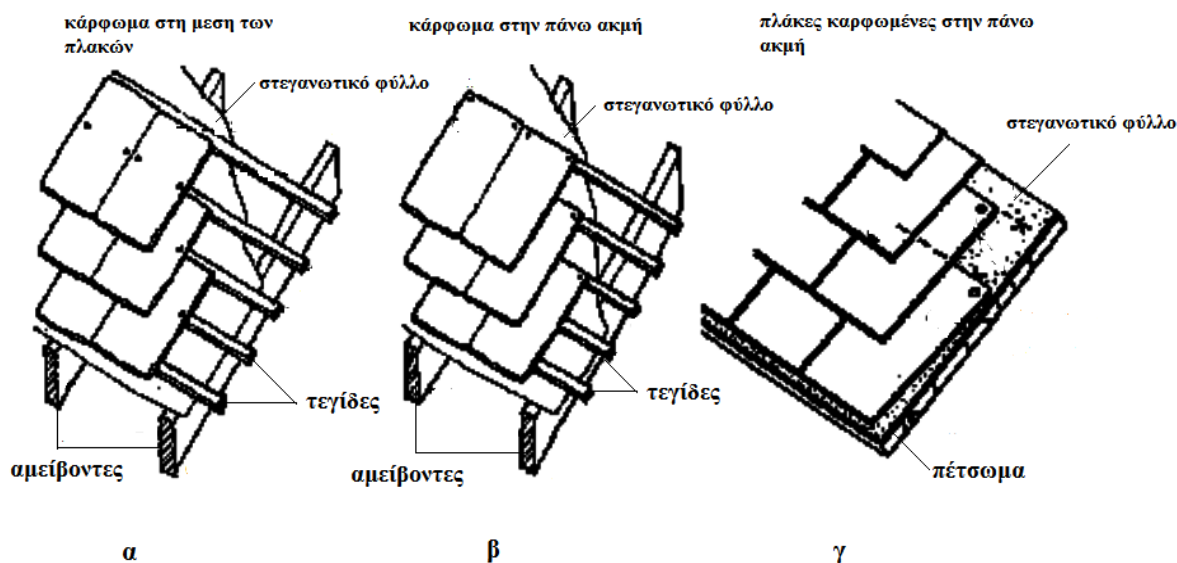
$$\text{Απόσταση τεγίδων} = \frac{[510 - (77 + 25)]}{2} = 204 \text{ mm}$$

Με την αλληλοεπικάλυψη τριών σειρών πλακών, η κλίση απορροής της επικάλυψης της στέγης μειώνεται αισθητά σε σχέση με την αρχική κλίση του ζευκτού. Για το λόγο αυτό ενδείκνυται η τοποθέτηση πλακών με μεγαλύτερο πλάτος από τις υπόλοιπες στις χαμηλές περιοχές της στέγης. Στις περιοχές αυτές συγκεντρώνεται μεγαλύτερη ποσότητα νερού της βροχής, οπότε είναι προτιμότερο να υπάρχουν όσο το δυνατό λιγότεροι κατακόρυφοι αρμοί.

Για τη στερέωση των πλακών στις τεγίδες χρησιμοποιούνται καρφιά από ανοξείδωτο χάλυβα ή χαλκό. Τα σιδερένια καρφιά πρέπει να αποφεύγονται γιατί σκουριάζουν και επιτρέπουν στις πλάκες να μετακινηθούν. Ο απαραίτητος αριθμός οπών είναι ανάλογος με το πλάτος των πλακών.

Για το κάρφωμα ανοίγονται κατάλληλες οπές στην πάνω ακμή των πλακών. Η στεγανότητα της επικάλυψης εξασφαλίζεται επειδή η περιοχή όπου γίνεται το κάρφωμα καλύπτεται από δυο πάχη πλακών.

Αν το μήκος των πλακών είναι μεγάλο και η στέγη αρκετά επικλινή, τότε αυξάνεται η πιθανότητα ανύψωσης των πλακών από ισχυρούς ανέμους. Για την αποφυγή τέτοιου προβλήματος, οι οπές μπορεί να διανοιχτούν λίγο ψηλότερα από το μέσο του μήκους των πλακών. Στην περίπτωση αυτή, η περιοχή όπου γίνεται το κάρφωμα καλύπτεται μόνο από ένα πάχος πλάκας, οπότε μπορεί να παρουσιαστούν προβλήματα στεγανότητας. Αν πάνω από από τις τεγίδες του φέροντα οργανισμού της στέγης υπάρχει πέτσωμα, τότε οι πλάκες μπορεί να καρφωθούν απευθείας στο πέτσωμα, με την παρεμβολή στεγανωτικού φύλλου. Η λύση αυτή επιλέγεται όταν στην περιοχή επικρατούν ιδιαίτερα ισχυροί άνεμοι.



Εικόνα 91 Οι σχιστόπλακες καρφώνονται στις τεγίδες του ζευκτού είτε στο μέσο τους (α), είτε κατά μήκος της πάνω ακμής (β). Κάρφωμα των σχιστοπλακών σε πέτσωμα (γ).

περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ

Με τον τρόπο αυτόν αποφεύγεται η προσθήκη τεγίδων στη στέγη. Στο πέτσωμα πρέπει ωστόσο να αφήνονται λεπτοί αρμοί μεταξύ των σανίδων για αερισμό της επικάλυψης και αποφυγή παραμορφώσεων από απορρόφηση υγρασίας. Οι πλάκες καρφώνονται στο πέτσωμα κατά μήκος της πάνω ακμής ή στο μέσο τους.

Κατασκευαστικές οδηγίες

- Η περίμετρος της στέγης.

Η πέτρινη επικάλυψη δεν πρέπει να προεξέχει από την περίμετρο του κτιρίου πάνω από 10-15 cm. Μεγαλύτερα γείσα μπορεί να κινδυνεύσουν να σπάσουν υπό την επίδραση χιονοφορτίσεων, λόγω και του σημαντικού βάρους της επικάλυψης. Για να υπάρχουν δυο πάχη πλακών στο γείσο, εφαρμόζεται μια περιμετρική σειρά πλακών η οποία επικαλύπτεται εξ' ολοκλήρου από την αμέσως υψηλότερη σειρά. Η περιμετρική αυτή σειρά πρέπει να έχει ύψος ίσο με το άθροισμα της απόστασης μεταξύ των τεγίδων, της αλληλοεπικάλυψης των πλακών συν 25 mm. Η σειρά αυτή είναι καλύτερο να αποτελείται από πλάκες μεγαλύτερου πλάτους σε σχέση με τις άλλες σειρές.

- Η κορυφογραμμή της στέγης.

Αυτή διαμορφώνεται με δυο σειρές πλακών που στερεώνονται με κονίαμα. Οι σειρές αυτές σχηματίζουν τη γωνία της κορυφογραμμής και εκείνη η οποία βρίσκεται προς την πλευρά των επικρατούντων ανέμων επικαλύπτει το πάχος της άλλης και προεξέχει κατά λίγα εκατοστά. Η κορυφογραμμή μπορεί εξάλλου να διαμορφωθεί με ειδικά εξαρτήματα κορυφογραμμής στέγης από κεραμικό, χαλκό ή μόλυβδο, τα οποία μπορεί να είναι αεριζόμενα.

- Η συναρμογή της καπνοδόχου με τη στέγη.

Η συναρμογή αυτή αποτελεί ευαίσθητη περιοχή κάθε στέγης. Με την τοποθέτηση πρόσθετων περιμετρικών πλακών αυξάνεται το πάχος της επικάλυψης. Διαμορφώνεται έτσι περιμετρικά της βάσης της καπνοδόχου μια επιφάνεια ελαφρά ανυψωμένη και με κλίση που απομακρύνει το νερό της βροχής. Η μέθοδος αυτή, που προέρχεται από παραδοσιακούς τεχνίτες, είναι πολύ πιο αποτελεσματική από τις διπλωμένες λαμαρίνες με τις οποίες επιχειρείται η στεγάνωση της συναρμογής της καπνοδόχου σε πρόχειρες κατασκευές. Η βάση της καπνοδόχου μπορεί επίσης να στεγανωθεί ικανοποιητικά με ειδικά εξαρτήματα στεγάνωσης από εύκαμπτα μεταλλικά φύλλα. Το σφράγισμα των αρμών των πλακών της περιοχής αυτής με κονίαμα δεν ενδείκνυται, γιατί το κονίαμα είναι πολύ πιθανό να ρηγματωθεί από τις υψηλές θερμοκρασίες που δημιουργούνται από τη λειτουργία της καπνοδόχου.

- Οι ρύσεις της στέγης.

Οι παραδοσιακοί τεχνίτες κατάφεραν να δημιουργήσουν ρύσεις ή αλλαγές επιπέδων στέγης με την κατάλληλη επιλογή μεγεθών των πλακών, έτσι ώστε να διατηρείται η αισθητική συνέχεια της επίστρωσης. Στις σύγχρονες κατασκευές, οι ρύσεις διαμορφώνονται με πατητό κονίαμα ή με ειδικά μεταλλικά εξαρτήματα, μέσα στα οποία απολήγουν οι ακμές των πλακών. Κατά μήκος των ρύσεων, οι πλάκες είναι προτιμότερο να είναι πλατύτερες από τις άλλες για να υπάρχουν κατά το δυνατό λιγότεροι αρμοί.

6.4 ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ

Οι μεταλλικές επικαλύψεις χρησιμοποιούνται παγκοσμίως, κατά κύριο λόγο για επικαλύψεις στεγών μεγάλων ανοιγμάτων αλλά και για επικάλυψη στεγών οικιών. Αντίθετα στη χώρα μας οι μεταλλικές επικαλύψεις σε συνήθεις οικιακές κατασκευές είναι σπάνιες.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι ο χαλκός, ο ψευδάργυρος, το αλουμίνιο, ο χάλυβας με προστατευτικές επικαλύψεις και ο μόλυβδος. Συνήθως χρησιμοποιούνται τα μέταλλα αυτά σε φύλλα (πάνελ) και σε ρολά διαφόρων μηκών, πλατών και παχών¹. Τα φύλλα αυτά συνήθως είναι επίπεδα ή έχουν ένα ελαφρό ανάγλυφο διαμορφωμένο με τρόπο ώστε να απομιμείται το σχήμα των κεραμιδιών. Για στέγαση βιομηχανικών κτιρίων χρησιμοποιούνται κυρίως πτυχωτά τραπεζοειδή και αυλακωτά φύλλα.



Εικόνα 92 Τραπεζοειδή και αυλακωτά φύλλα

Τα μέταλλα είναι ανθεκτικά στις μηχανικές καταπονήσεις και στις καιρικές επιδράσεις, απόλυτα στεγανά, ενώ επιφέρουν στο κτίριο σημαντικά μικρότερο βάρος επικάλυψης σε σχέση με την αντίστοιχη στέγη από αργιλικά κεραμίδια.

Τα μη σιδηρούχα μέταλλα καλύπτονται από ένα λεπτό στρώμα οξειδωσης που τα προστατεύει από τη διάβρωση και βελτιώνει την αισθητική τους, την πατίνα. Χρειάζεται όμως προσοχή ώστε οι μεταλλικές επικαλύψεις να μην έρχονται σε επαφή με άλλα μεταλλικά στοιχεία με τα οποία κινδυνεύουν να δημιουργηθούν φαινόμενα διμεταλλικής διάβρωσης.

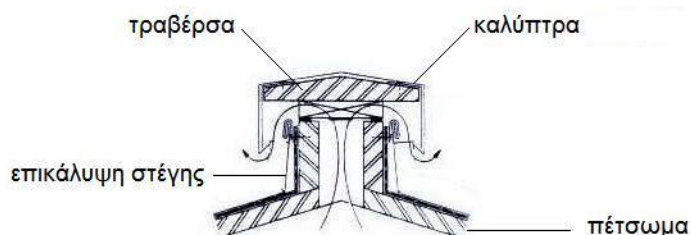
Όλες οι μεταλλικές επικαλύψεις στεγών πρέπει να εκτελούνται ως αεριζόμενες κατασκευές διπλού δίσκου, δηλαδή να εξασφαλίζεται και ενδιάμεσος αερισμός

¹ Συνηθέστερη διάσταση φύλλων 1m x 2m

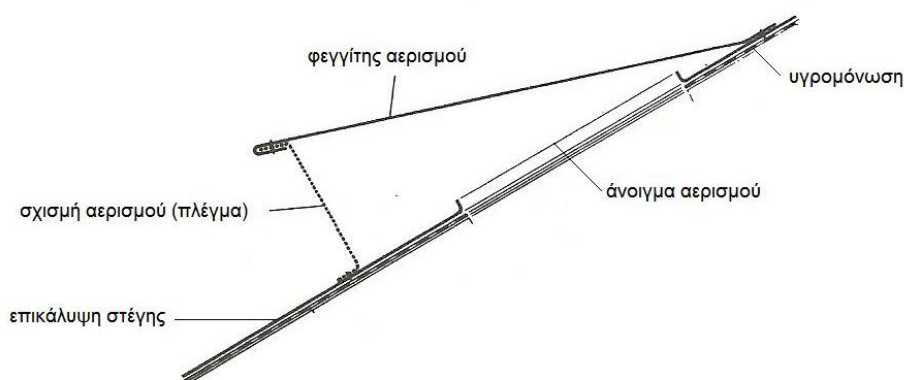
Συνηθέστερη διάσταση ρολών: πλάτος 0.60m και μήκος 40m. Πλάτη επίσης 0,50m, 0,70m

Πάχη 0,60 έως 1 mm με βήμα 0,05 mm

μεταξύ θερμομόνωσης και υλικού επικάλυψης. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατάλληλη διαμόρφωση των φέροντων στοιχείων της επικάλυψης. Για ομοιόμορφο αερισμό της στέγης πρέπει τα ανοίγματα εισαγωγής του αέρα να είναι κατανομημένα ομοιόμορφα και σχετικά μικρά. Τα ανοίγματα γίνονται σε ένα οριζόντια τρέχον φύλλο ή στο σανίδωμα της παρυφής. Μια άλλη δυνατότητα διαμόρφωσης του εξαερισμού είναι η κατασκευή φεγγιτών αερισμού.



Εικόνα 93 Διαμόρφωση κορυφής στέγης, με επικάλυψη μεταλλικών φύλλων, με εξαερισμό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ



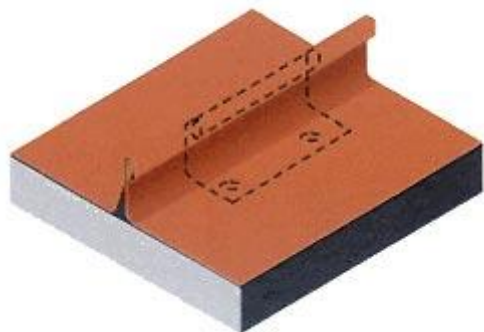
Εικόνα 94 φεγγίτης αερισμού
Στέγες - δώματα / Walter Meyer-Bohe

Το αρχικό κόστος αγοράς και τοποθέτησης των μεταλλικών φύλλων και ρολών επικάλυψης είναι ιδιαίτερα υψηλό, αλλά τα έξοδα αυτά αντισταθμίζονται από τις μικρές δαπάνες συντήρησης και το μεγάλο χρόνο ζωής τους.

Τέλος, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην εκτέλεση των συνδέσεων μεταξύ των μεταλλικών φύλλων, αφού πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μετακίνηση λόγω συστολοδιαστολών πάνω από το σημείο σύνδεσης.

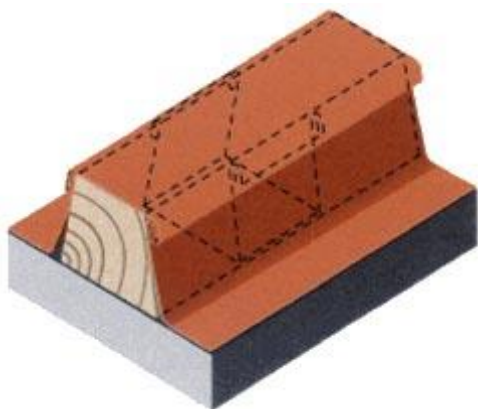
Οι βασικοί τύποι τοποθέτησης και συνένωσης των επίπεδων μεταλλικών στοιχείων είναι δύο :

α. η συνένωση κάθετης ραφής με αναδίπλωση



Σε αυτή την απλή μορφή τα μεταλλικά φύλλα ενώνονται με αναδίπλωση των άκρων τους αφού τοποθετηθεί σύνδεσμος ανάμεσά τους.

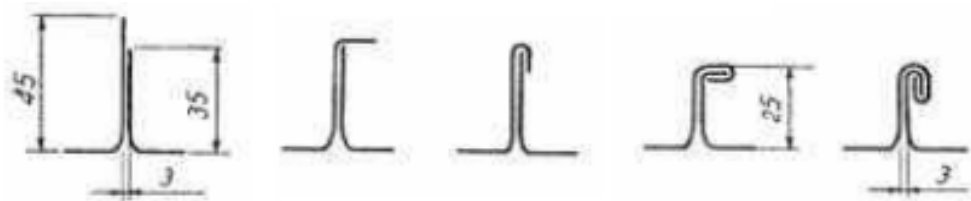
β. η χρήση συνδέσμων και η αναδίπλωση με χρήση δοκίδων



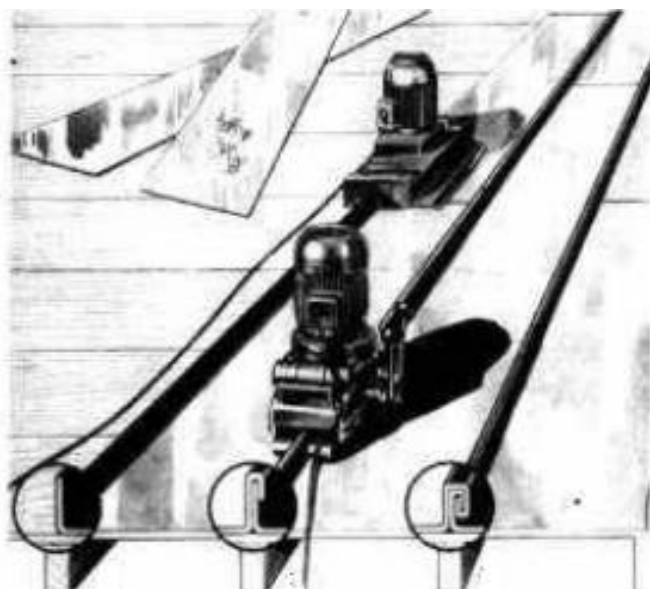
Σε αυτή τη πιο παραδοσιακή μορφή υπάρχουν οριζόντια δοκάρια, συνήθως από ξύλο, πάνω στα οποία αναδιπλώνονται οι άκρες των μεταλλικών φύλλων που ενώνονται με τη βοήθεια μιας μεταλλικής λωρίδας που εφαρμόζεται από πάνω και ενώνει τα δύο φύλλα με το δοκάρι.



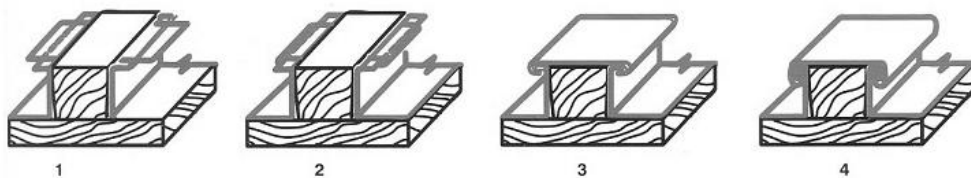
Εικόνα 95 Συνενώσεις επίπεδων μεταλλικών στοιχείων σε τομή
Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού



Εικόνα 96 Συνένωση κάθετης ραφής σε βήματα
Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού



Εικόνα 97 Συνένωση κάθετης ραφής. Στραντζάρισμα, 1^ο πέρασμα και 2^ο πέρασμα
Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού



Εικόνα 98 Χρήση συνδέσμων και αναδίπλωση με χρήση δοκίδων σε βήματα

1. Τα αναδιπλωμένα φύλλα τοποθετούνται αντικριστά με το δοκάρι
2. Διπλώνει ο σύνδεσμος στο φύλλο
3. Μπαίνει το καπάκι με διπλωμένα τα άκρα
4. Τα αναδιπλώνουμε μαζί, κλείνει η ένωση

Η συνένωση, στη περίπτωση των αυλακωτών και πτυχωτών τραπεζοειδών φύλλων, γίνεται διαμορφώνοντας αρμούς με αλληλοεπικάλυψη ή με αναδίπλωση. Κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την εξασφάλιση της στεγανότητας.

6.4.1 ΧΑΛΚΙΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ

Στέγες χαλκού κατασκευάζονται σε ολόκληρο τον κόσμο εδώ και αρκετούς αιώνες, προσδίδοντας μεγαλοπρέπεια και υψηλή αισθητική σε πολλές εντυπωσιακές κατασκευές όπως, μνημεία, μουσεία, εκκλησίες, κτίρια αλλά και σε αναρίθμητες απλές κατοικίες. Είναι η ιδανική επιλογή για μέρη με δυσμενείς καιρικές συνθήκες αφού αντέχουν σε μεγάλες μεταβολές της θερμοκρασίας, χιονοπτώσεις, συχνές βροχοπτώσεις, πάγο και δυνατούς ανέμους. Οι στέγες χαλκού με την επιβλητική τους εμφάνιση κάνουν τα κτήρια να ξεχωρίζουν. Η μεγάλη επεξεργασιμότητα του χαλκού επιτρέπει τη δημιουργία οποιουδήποτε σχήματος στέγης. Επίσης, είναι η λύση όταν η μορφή ή το σχήμα της στέγης παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες συντήρησης ή προσβασιμότητας μιας και πρακτικά δε χρήζει καμίας συντήρησης καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του έργου.

Η χρήση χάλκινων στοιχείων σε επιστεγάσεις ανήκει στις παλαιότερες και ανθεκτικότερες κατασκευαστικές λύσεις και η διάρκεια ζωής τους περιορίζεται μόνο από τη διάρκεια ζωής της υποκατασκευής, μάλιστα αναφέρονται εφαρμογές του σε στέγες στο εξωτερικό με ηλικία άνω των 600 ετών.

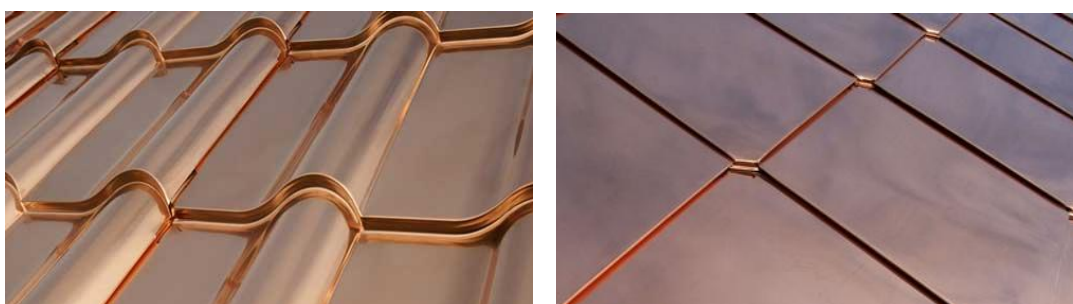
Οι στέγες χαλκού χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες.

- Επίπεδες πλάκες εύκαμπτες, τοποθετούμενες πάνω σε συνεχές υπόστρωμα (ξύλινο πέτσωμα ή πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα). Συνήθως χρησιμοποιούνται για τις επικαλύψεις αυτές φύλλα χαλκού 1m x 2m και ρολά πλάτους 0,60m και μήκους 40m. Το πάχος τους ποικίλλει μεταξύ 0,4 και 1 mm. Τοποθετούνται με συνένωση κάθετης ραφής ή με χρήση συνδέσμων και αναδίπλωση με χρήση δοκίδων.
- Στοιχεία σχετικά άκαμπτα που τοποθετούνται πάνω σε ασυνεχές υπόστρωμα (δοκίδες παράλληλες προς την γραμμή υδροροής). Αυτά μπορούν να έχουν διάφορα σχήματα, όπως επίπεδα, κυματοειδή, γαλλικού τύπου κεραμίδια κλπ. Οι διαστάσεις του είναι από 200 x 200 mm έως 600 x 600 mm (μπορούν να είναι και ορθογωνικά).



Εικόνα 99 Στέγη επικαλυμμένη με ρολό χαλκού

www.ktiriodesign.gr



Εικόνα 100 Μικρά στοιχεία χαλκού

(www.Metal-roofing.com www.Euroclad.com)

Για δύσκολες μορφές στεγών που απαιτούν σφυρηλάτηση των φύλλων και έκταση και πίεση των γυρισμάτων και πτυχώσεων της σύνδεσης χρησιμοποιείται μαλακός χαλκός, ενώ για επίπεδες ή ομαλής γενικά επιφάνειας στέγες, χαλκός μέσης σκληρότητας.



Εικόνα 101 Μεταβολή του χρώματος του χαλκού από την οξείδωση.

Στη φυσική τους μορφή τα φύλλα χαλκού έχουν μια κοκκινωπή απόχρωση που μετατρέπεται, από την οξείδωση κατά την έκθεση στον αέρα και την πάροδο του χρόνου, σε σκούρα καφέ ή πράσινη¹. Για να επιτευχθεί αυτός ο χρωματισμός, που

¹ Σε κατακόρυφα δομικά μέλη η πατίνα δεν έχει πράσινη αλλά γκρί (ανθρακίτη) ή σκούρα καφέ απόχρωση.

φυσιολογικά θα γίνει μετά από έξι ως οκτώ μήνες, από την στιγμή ήδη της συναρμολόγησης, γίνεται οξείδωση του χαλκού με χημικά μέσα.

Αυτό το λεπτό στρώμα οξειδίου που αναπτύσσεται στην επιφάνεια του χαλκού (πατίνα) προστατεύει το υποκείμενο μέταλλο από διαβρωτικούς παράγοντες. Με αυτό τον τρόπο η διάρκεια ζωής του χαλκού πρακτικά είναι απεριόριστη. Έτσι η συμπεριφορά του χαλκού στην επίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων ή άλλων υλικών είναι γενικά πολύ καλή. Ειδικότερα :

- Παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στις περισσότερες **συνθήκες ατμοσφαιρικής έκθεσης**
- Σε επαφή με τα **οικοδομικά υλικά** έχει πολύ καλή αντοχή με εξαίρεση την αμμωνία (περιέχεται σε ορισμένους τύπους αφροσκυροδέματος) και τα οργανικά οξέα (επαφή με ξύλο¹).
- Από το **νερό** μπορεί να προσβληθεί όταν γίνεται όξινο από οργανικά αίτια και έρχεται σε επαφή με τα χάλκινα στοιχεία ή όταν περιέχει σημαντικές ποσότητες διαλυτού διοξειδίου του άνθρακα.
- Σε επαφή με **άλλα μέταλλα**² παρουσιάζει μεγάλη αντοχή, καλό θα είναι όμως να γίνεται διαχωρισμός των υλικών με κατάλληλες στρώσεις.

Κλίσεις από 3° έως 30° θεωρούνται ιδανικές με οικονομικά κριτήρια, ενώ κατασκευές από 30° έως 90° είναι πραγματοποιήσιμες χωρίς προβλήματα, με δεδομένα την εύκολη επεξεργασία του υλικού, τις μηχανικές αντοχές του και τη δυνατότητα σωστής στερέωσης του.

Η σύγκριση των μηχανικών ιδιοτήτων μετάλλων που εφαρμόζονται σε επικαλύψεις στεγών, αποδεικνύει ότι ο χαλκός πλεονεκτεί σημαντικά ως προς το αλουμίνιο τον ψευδάργυρο και το μόλυβδο αναφορικά με την αντοχή του σε εφελκυσμό,

¹ Χαλκός - Ξύλινα στοιχεία: Διαχωρισμός με ασφαλόχαρτα, πισσόχαρτα, υαλουφάσματα, συνθετικά φύλλα ανθεκτικά σε γήρανση.

² Χαλκός - Μεταλλικά στοιχεία: Κάλυψη με ασφαλικές επαλείψεις.

Χαλκός - Σκυρόδεμα: Διαχωρισμός με ασφαλόχαρτα, πισσόχαρτα, υαλουφάσματα, διπλές επαλείψεις ασφαλικών υλικών, συνθετικά φύλλα ανθεκτικά σε γήρανση.

επιμήκυνση θραύσης, θερμοκρασία τήξης και συντελεστή θερμικής διαστολής, υστερώντας μόνο απέναντι στο χάλυβα.

Παρ' ότι το κόστος αγοράς του χαλκού είναι μεγάλο σε σχέση με άλλα υλικά επικάλυψης (αργιλικά, ασφαλτικά, σχιστόπλακες κλπ) πρόσφατες έρευνες απέδειξαν ότι οι στέγες χαλκού είναι το πιο οικονομικό είδος στέγης μακροπρόθεσμα. Στις στέγες χαλκού μετά την τοποθέτηση, δεν προστίθεται άλλο κόστος, σε αντίθεση με άλλα είδη στέγης που χρειάζονται συντήρηση, επισκευή ή αντικατάσταση αυξάνοντας τελικά το συνολικό τους κόστος.

Η γνώση των ιδιοτήτων του υλικού και των τεχνικών εφαρμογής του, κάνει εφικτές οικονομικές κατασκευαστικές λύσεις που καλύπτουν απόλυτα τις σύγχρονες κτιριοδομικές απαιτήσεις προσφέροντας υψηλές αντοχές σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες, ενώ το μικρό βάρος επικάλυψης (80% μικρότερο της αντίστοιχης στέγης από αργιλικά κεραμίδια), αποτελεί σημαντική παράμετρο ιδιαίτερα για μεγάλες επιφάνειες καλύψεων.

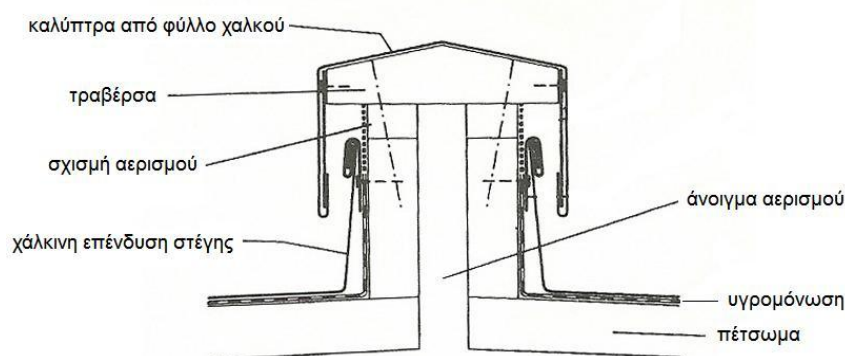
Πίνακας 21 Σχέση πάχους και βάρους χαλκού ανά τ.μ. στέγης

Πάχος (mm)	Βάρος (kg/m ²)
1	8,9
0,8	7,12
0,6	5,34
0,5	4,45
0,4	3,56

Ο αερισμός επιτυγχάνεται με την κατάλληλη διαμόρφωση των φερόντων στοιχείων της επικάλυψης. Για ομοιόμορφο αερισμό της στέγης πρέπει τα ανοίγματα εισαγωγής του αέρα να είναι κατανομημένα ομοιόμορφα και σχετικά μικρά.

Τα ανοίγματα γίνονται σε ένα οριζόντιο τρέχον φύλλο χαλκού ή στο σανίδωμα της παρυφής. Για την διαμόρφωση των ανοιγμάτων εξαερισμού στην κορυφή τοποθετούνται δυο κατακόρυφες σανίδες που έχουν σχισμές σε κανονικές αποστάσεις και καλύπτονται από μια τραβέρσα με κλίση και προς τις δύο πλευρές. Στις πλευρές αυτής της τραβέρσας ή κάτω από αυτήν τοποθετούνται λωρίδες στερέωσης για μια καλύπτρα από χαλκό. Μια άλλη δυνατότητα διαμόρφωση του εξαερισμού είναι η

κατασκευή φεγγιτών αερισμού πρακτική που χρησιμοποιείται κυρίως σε οξύκορφες στέγες.



Εικόνα 102 Διαμόρφωση ανοιγμάτων εξαερισμού στην κορυφή στέγης με επικάλυψη φύλλων χαλκού
Στέγες - δώματα / Walter Meyer-Bohe

Τέλος, ο χαλκός σέβεται το περιβάλλον και είναι υλικό πλήρως ανακυκλώσιμο διαφυλάσσοντας τα φυσικά αποθέματα του πλανήτη.

6.4.2 ΦΥΛΛΑ ΤΙΤΑΝΙΟΥΧΟΥ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ

Ο ψευδάργυρος σε μορφή φύλλων και ρολλών χρησιμοποιείται για επικαλύψεις στεγών και πάσης φύσεως εξαρτημάτων διακοσμητικών και συστημάτων αποροής ομβρίων υδάτων σχεδόν 200 χρόνια στο Βέλγιο, τη Γαλλία και σε άλλες χώρες. Από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης οπότε εμφανίστηκαν τα πρωτοποριακά για την εποχή εκείνη υλικά, ο ψευδάργυρος κατείχε πρωτεύοντα ρόλο στις αρχιτεκτονικές εφαρμογές λόγω της υψηλής αισθητικής του, της πολύ καλής εργασιμότητας και των φυσικών του ιδιοτήτων.



Εικόνα 103 Στέγη επικαλυμμένη με πλάκες τιτανιούχου ψευδάργυρου
www.euroclad.com

Σήμερα τα φύλλα τιτανιούχου ψευδάργυρου έχουν αντικαταστήσει τα φύλλα ψευδαργύρου. Το υλικό αυτό είναι κράμα ψευδάργυρου που παράγεται με ηλεκτρόλυση καθαρότητας 99,995% και περιέχει ελάχιστα πρόσθετα στοιχεία (π.χ. τιτάνιο και χαλκό). Ο συνδυασμός αυτός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των μηχανικών του αντοχών.

Με την απόθεση της προστατευτικής οξειδωσης η αρχικά στιλπνή ασημένια επιφάνεια του τιτανιούχου ψευδάργυρου αποκτά μια γκριζογάλαζη πατίνα που ταιριάζει ιδιαίτερα στα σύγχρονα υλικά. Σε περιπτώσεις μεγάλων καταπονήσεων (π.χ. σε βιομηχανική ατμόσφαιρα) ενδείκνυται η χρήση προστατευτικών επιχρώσεων για την αύξηση της διάρκειας ζωής των φύλλων. Το ίδιο ισχύει και για δομικά στοιχεία από τιτανιούχο ψευδάργυρο που έρχονται σε άμεση επαφή με απορρέοντα ύδατα από ασφαλικά που δεν προστατεύονται από υπεριώδη ακτινοβολία. Σ' αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται μια μερική επίχρωση στο άμεσα προσβαλλόμενο σημείο ή ακόμα και συνολική επίχρωση.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στα υλικά με τα οποία έρχεται σε επαφή ο τιτανιούχος ψευδαργύρος. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η συμβατότητα του άλλα μέταλλα.

Πίνακας 22 Συμβατότητας τιτανιούχου ψευδάργυρου σε επαφή με άλλα μέταλλα

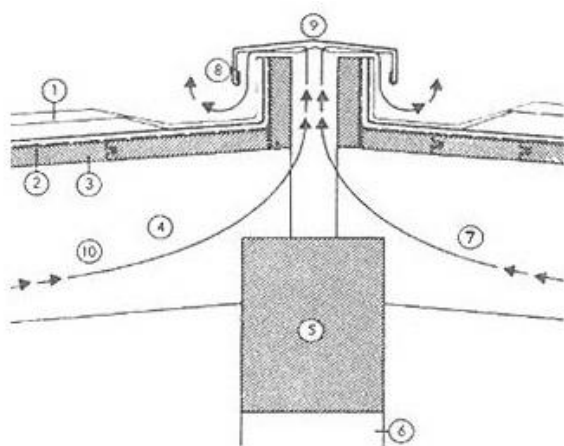
ΜΟΛΥΒΔΟΣ	ΚΑΛΗ
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	ΑΡΚΕΤΑ ΚΑΛΗ
ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟ ΑΤΣΑΛΙ	ΑΡΚΕΤΑ ΚΑΛΗ
ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟ ΑΤΣΑΛΙ	ΑΡΙΣΤΗ
ΜΗ ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟ ΑΤΣΑΛΙ	ΑΣΥΜΒΑΤΑ
ΧΑΛΚΟΣ	ΑΣΥΜΒΑΤΑ

Ο τιτανιούχος ψευδάργυρος παράγεται σε διάφορες διαστάσεις και πάχη. Σε φύλλα 1m x 2m, 1m x 3m και σε ρολά πλάτους 500mm, 600mm 650mm κ.α. Με πάχη που κυμαίνονται μεταξύ 0.55mm - 1mm. Επίσης υπάρχουν και μικρότερα στοιχεία, πιο σπάνια χρησιμοποιούμενα, μορφής πλακιδίων.

Πίνακας 23 Σχέση πάχους και βάρους τιτανιούχου ψευδάργυρου ανά τ.μ. στέγης

Πάχος (mm)	Βάρος (kg/m ²)
0,55	4,00
0,60	4,30
0,65	4,68
0,70	5,04
0,80	5,74
1,00	7,20

Ο πλέον χρησιμοποιούμενος τύπος, ρολό διάστασης των 600 mm έχει πλεονεκτήματα. Παρέχει οικονομική τοποθέτηση και δεν προσφέρει μεγάλη επιφάνεια καταπόνησης σε ανυψωτικές τάσεις λόγω του ανέμου. Για μορφολογικούς λόγους χρησιμοποιούνται μικρότερες και στενότερες λωρίδες.



- 1 Λωρίδα τιτανιούχου ψευδάργυρου πάχους 0,7 mm με διπλή όρθια αναδίπλωση
- 2 Ασφαλτόχαρτο
- 3 Πέτσωμα πάχους 20 mm
- 4 Αμείβοντες
- 5 Κορυφομηκίδα
- 6 Υποστύλωμα
- 7 Αερισμός
- 8 Σύνδεση
- 9 Καλύπτρα τιτανιούχου ψευδάργυρου πάχους 0,7 mm

Εικόνα 104 Λεπτομέρεια κορυφής σύνδεσης επικάλυψης με φύλλα τιτανιούχου ψευδάργυρου
Στέγες - δώματα / Walter Meyer-Bohe

6.5 ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ

Τα πολυμερικά κεραμίδια αποτελούν ένα πολύ καινοτόμο, απόλυτα ανακυκλώσιμο υλικό επικάλυψης που παραρουσιάστηκε πρόσφατα στην αγορά και παρουσιάζει σημαντικότερα πλεονεκτήματα απέναντι στα υπόλοιπα είδη επικάλυψης.



Εικόνα 105 πολυμερικό κεραμίδι μορφής διπλού ρωμαϊκού τεμαχίου
www.doukas.com.gr

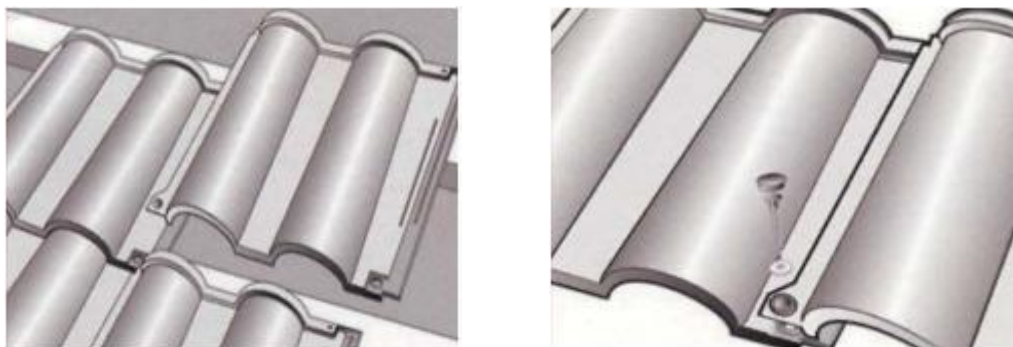
Παράγονται σε διάφορες μορφές με χαρακτηριστικότερα τα μεγάλα φύλλα (πάνελ 2040 x 1070mm), σε μορφή διπλού ρωμαϊκού τεμαχίου (2 διαδοχικές καμάρες, 39 cm x 35,8 cm) όπως και μονού τεμαχίου, αλλά πάντα προσομοιάζοντας τις παραδοσιακές κεραμοσκεπές σε ποικιλία χρωμάτων.



Εικόνα 106 πολυμερικά φύλλα (πάνελ)

Το κυριότερο χαρακτηριστικό τους είναι το μικρό τους βάρος, μόνο 5kg/m². Έχουν δηλαδή μόνο το 1/10 του βάρους των ισοδύναμων αργιλικών κεραμιδιών ρωμαϊκού τύπου (50kg/m²), με αποτέλεσμα την εύκολη μεταφορά και ανέλκυσή τους, την δυνατότητα τοποθέτησης σε στέγες μεγάλης κλίσης και την μεγάλη δομοστατική ελάφρυνση της οικοδομής για καλύτερη αντισεισμική συμπεριφορά. Επίσης

τοποθετούνται και αντικαθίστανται πολύ εύκολα αφού βιδώνονται σε δοκίδες, ενώ δεν απαιτούν βαριές εσωτερικές επιστρώσεις συνδετικής οικοδομικής τσιμεντοκονίας. Χαρακτηριστικά το συνολικό βάρος της στέγης με αργιλικά κεραμίδια φθάνει να είναι έως και 25 φορές μεγαλύτερο από εκείνο της στέγης με πολυμερικά κεραμίδια συνυπολογίζοντας το τσιμεντοκονίαμα και την βαρύτερη στήριξη της επικάλυψης των αργιλικών κεραμιδιών.



Εικόνα 107 Τοποθέτηση πολυμερικών κεραμιδιών με βίδωμα σε ξύλινες δοκίδες
www.doukas.com.gr

Τα πολυμερικά κεραμίδια κατασκευάζονται από συμπολυμερές πολυπροπυλένιο. Το πολυπροπυλένιο είναι ένα θερμοπλαστικό υλικό που έχει απεριόριστη αντοχή σε κρούση (πρακτικά άθραυστο έως 80°C). Επίσης το πολυπροπυλένιο είναι ένα άμορφο πλαστικό υλικό, χωρίς κρυσταλλική δομή. Επομένως δεν παρουσιάζει ρωγμές από εναλλασσόμενες συστολές διαστολές που προκαλούνται από τις γρήγορες εναλλαγές θερμοκρασίας περιβάλλοντος, ιδίως κατά το χειμώνα, και αυτό τα καθιστά απρόσβλητα και από τον παγετό.

Το πολυπροπυλένιο είναι υλικό με μεγάλες χημικές αντοχές. Παραμένει απολύτως αδιάβρωτο όταν έρχεται σε επαφή με οξειδωτικούς παράγοντες ή με ισχυρά όξινα και αλκαλικά ουσίες (π.χ. όξινη βροχή και αέριοι ρύποι), καθώς και απέναντι στους συνηθισμένους διαλύτες που χρησιμοποιούνται στην ανθρώπινη καθημερινότητα.

Το συμπολυμερές πολυπροπυλένιο, όπως κάθε πλαστικό υλικό, καίγεται. Όμως με ειδική παραγγελία είναι δυνατόν να παραχθεί με περιεχόμενα αντιαναφλεκτικά πρόσθετα, έτσι ώστε να παρουσιάζει σημαντική αντίσταση στην ανάφλεξη και να μην συντηρεί ή διαδίδει τη φλόγα. Παράλληλα περιέχουν στην σύνθεσή τους ειδικά χημικά πρόσθετα, ώστε να παρουσιάζουν μακροχρόνια αντίσταση στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία.

Τέλος το συμπολυμερές πολυπροπυλένιο από το οποίο κατασκευάζονται τα πλαστικά κεραμίδια, είναι υλικό που από τη φύση του διαθέτει εξαιρετικά χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ($0,2 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{grad}$, έναντι $1.3 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{grad}$ του πηλού) και επομένως υψηλή θερμομόνωση καθώς και μεγάλη ικανότητα απορρόφησης απόσβεσης θορύβων σε χαμηλές συχνότητες.

Τα πολυμερικά κεραμίδια είναι ένα υλικό επικάλυψης με αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα, καλύπτοντας τις ανάγκες και την ιδιαιτερότητα κάθε στέγης. Το σημαντικότερο μειονέκτημα τους είναι το μεγάλο κόστος αγοράς τους. Είναι ακριβότερα από όλα τα αργιλικά και ασφαλτικά κεραμίδια και φθηνότερα από τα μεταλλικά είδη επικάλυψης.

6.6 ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΙΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ

Τα τσιμεντένια κεραμίδια αναπτύχθηκαν στις βόρειες χώρες της Ευρώπης γιατί τα παραδοσιακά κεραμικά κεραμίδια δε άντεχαν τον πάγο και τις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

Το κύριο χαρακτηριστικό τους λοιπόν είναι η ανθεκτικότητα σε ακραίες καιρικές συνθήκες. Επειδή είναι απόλυτα υδατοστεγανά, δεν απορροφούν υγρασία, με άμεσο αποτέλεσμα να αντέχουν στον πάγο και στις μεταβολές της θερμοκρασίας. Αντέχουν έως και τους $-50 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ εξίσου καλά ανταποκρίνονται και σε υψηλές θερμοκρασίες (έως $+60 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

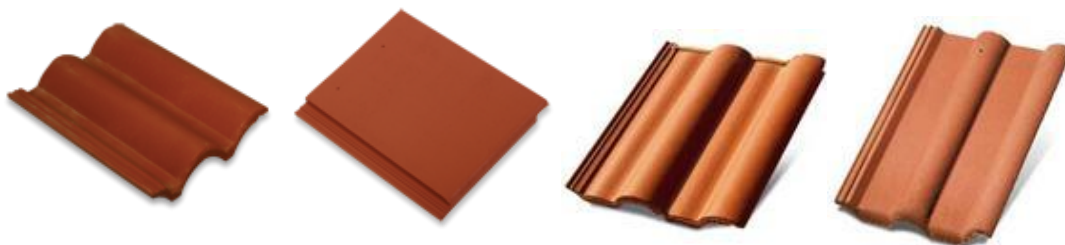
Τα τσιμεντένια κεραμίδια θεωρούνται τα πιο βαριά μεταξύ των υλικών επικάλυψης στέγης. Πλέον κατασκευάζονται με ελαφρύτερα υλικά και μπορούν να είναι από ισοβαρή έως και δέκα κιλά ελαφρύτερα ανά τετραγωνικό μέτρο στέγης σε σχέση με αργιλικά κεραμίδια. Παρ' όλη τη προσπάθεια να μειωθεί το βάρος τους παραμένει ένα ιδιαίτερα βαρύ υλικό επικάλυψης που θα επιβαρύνει αρκετά τον φέροντα οργανισμό της στέγης αλλά και του κτιρίου συνολικά.

Ο λειτουργικός χρόνος ζωής τους είναι αρκετά μεγάλος, περίπου στα 50 χρόνια. Απόδειξη του μεγάλου χρόνου ζωής τους είναι και οι μεγάλες εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές τους (άνω των 30 ετών).

Παρουσιάζουν αξιοσημείωτη αντοχή σε κρούση και κάμψη, ωστόσο πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε κατά την τοποθέτηση τους να μην είναι «φρέσκα», αλλά να έχουν αποθηκευτεί αρκετό καιρό πριν γιατί υπάρχει ο κίνδυνος σπασίματος.

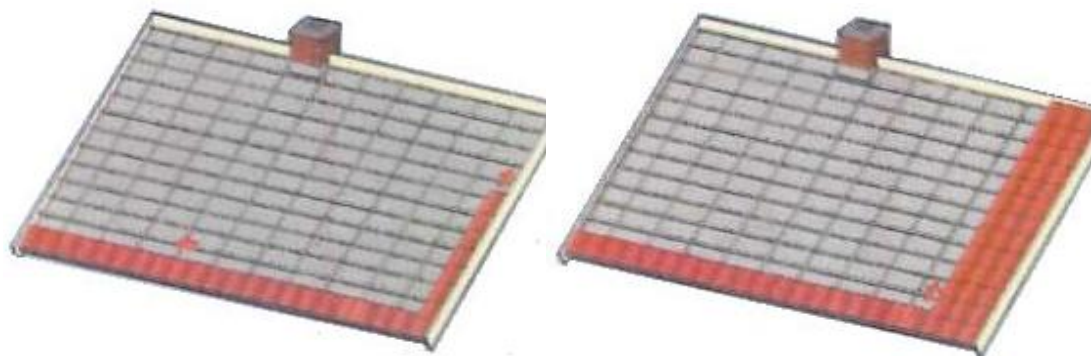
Κατασκευάζονται σε διάφορα σχέδια δημοφιλέστερα εκ των οποίων είναι τα επίπεδα και τα κυματοειδή (με μία ή και δύο καμπύλες), που προσπαθούν να μιμηθούν τα παραδοσιακά αργιλικά κυματοειδή κεραμίδια. Επιπροσθέτως συνοδεύονται και από ποικιλία χρωμάτων για να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις κάθε χρήστη.

Στις δύο μεγαλύτερες πλευρές τους έχουν αντίστοιχες εσοχές και προεξοχές, ώστε να εφαρμόζουν σταθερά μεταξύ τους. Στη μικρή τους διάσταση από την πίσω πλευρά, έχουν νεύρωση με οπή για να στερεώνονται και να καρφώνονται στις δοκίδες.



Εικόνα 108 Διάφορα σχέδια τιμεντένιων κεραμιδιών

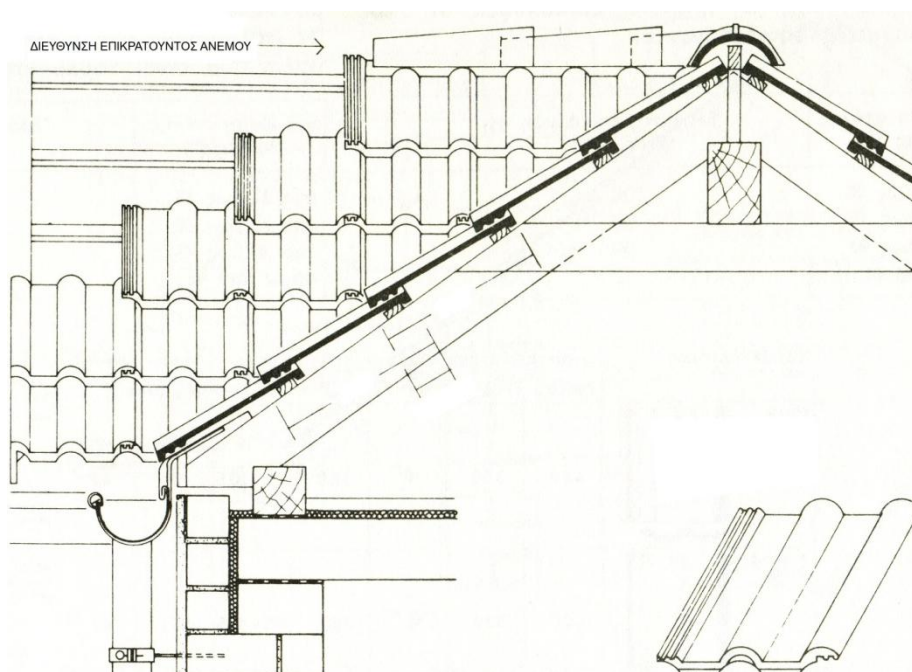
Η τοποθέτηση τους είναι αρκετά απλή. Αφού τοποθετηθούν δοκίδες σε όλο το μήκος και πλάτος της στέγης, ξεκινά η στερέωση των κεραμιδιών πάνω στις δοκίδες. Από την δεξιά κάτω γωνία, καρφώνεται όλη η πρώτη σειρά, από τα δεξιά προς τα αριστερά προσέχοντας να εφαρμόζουν σταθερά τα κεραμίδια μεταξύ τους (εσοχές και προεξοχές). Στη συνέχεια καρφώνεται η πρώτη στήλη καθ' ύψος, από τη βάση μέχρι τη κορυφή της στέγης και συνεχίζουμε στις επόμενες στήλες κατα τον ίδιο τρόπο.



Εικόνα 109 Τοποθέτηση τσιμεντένιων κεραμιδιών

Οι δύο εξωτερικές σειρές κεραμιδιών της στέγης πρέπει πάντα να στερεώνονται με κάρφωμα. Στη περίπτωση που η κλίση της στέγης είναι μεγαλύτερη των 30° πρέπει να γίνεται πυκνότερη στερέωση κεραμιδιών (κάθε πέμπτο κεραμίδι που τοποθετείται να καρφώνεται). Ομοίως και στην περίπτωση που επικρατούν στη περιοχή ακραίες καιρικές συνθήκες.

Για όσους θέλουν να δημιουργήσουν μια απόλυτα στεγανή και ανθεκτική σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες επικάλυψη, χωρίς απαιτήσεις συντήρησης, τα τσιμεντένια κεραμίδια είναι αναμφισβήτητα η καλύτερη επιλογή μεταξύ των υλικών επικάλυψης.



Εικόνα 110 Τοποθέτηση τσιμεντένιων κεραμιδιών

Βιβλιογραφική αναδρομή

Κτιριακές κατασκευές : τα δομικά στοιχεία και η συναρμογή τους : βασικές αρχές της σύγχρονης δόμησης / Heinrich Schmitt, Andreas Heene, μετάφραση Δ. Μαλασπίνας, Μ. Γκιούρδας , 1994

Οικοδομική / Ζ. Α. Τζαρτζάνου, Ίδρυμα Ευγενίδου , 1995

Ξύλινες κατασκευές / Ελισσαίος Σ. Κατσαραγάκης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο , 2000

Οι στέγες στην οικοδομή : σαν μορφολογικά και φέροντα στοιχεία / Παύλου Χ. Ιωαννίδη

Στέγες - δώματα : στοιχεία της κατασκευής / Walter Meyer-Bohe ; μετάφραση της 3ης γερμανικής έκδοσης από τον Δ. Μαλασπίνα, Μ. Γκιούρδας , 1984

Τεχνικά υλικά, τόμος 2 / Κορωναίος, Πουλάκος, Εκδοσεις ΕΜΠ 2005

Ξύλινες κατασκευές / Gerhard Werner ; επεξεργασία από Gunter Steck, μετάφραση. Χαράλαμπος Σαρρής, Μ. Γκιούρδας , 1995

Μελέτη και υπολογισμός ξύλινων κατασκευών : στέγες : κατασκευή - στατικοί υπολογισμοί - δομικά χαρακτηριστικά / Horst Schulze; μεταφράση Χάρης Γαντές, Μ. Γκιούρδας , 1987

Ξύλινη σκεπή : κοπή και συναρμολόγηση / Αλέκος Αγγελίδης, ΕΟΜΜΕΧ , 1990

Η τέχνη της ξύλινης κατασκευής : ιστορία και εξέλιξη της κατασκευαστικής τεχνικής ξύλινων πλαισίων / Jack Sobon, Roger Schroeder, μετάφραση Δέσποινα Γαντέ, Μ. Γκιούρδας , 1993

Επιστημονικά άρθρα

Ο Ευρωκώδικας 5 και ο υπολογισμός των ξύλινων κατασκευών / Ελευθερία Τσακανίκα - Θεοχάρη, δελτίο ΣΠΜΕ

Στέγη με σχιστόπλακες : η τεχνική της κατασκευής / Κατερίνα Τριανταφύλλου, περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ, τεύχος 123

Εργαστήριο στέγης χαλκού / Βασιλική Κ.Κυριακοπούλου, Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού

Τεχνικές σελίδες, περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ , τεύχος100

Αφιέρωμα Ξύλινη Στέγη, περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ

Αφιέρωμα Υλικά επικάλυψης, περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ

Αφιέρωμα Επικαλύψεις Ξύλινης στέγης, περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ

Ιστολόγιο

<http://www.copper.org.gr/>, Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού

www.anagnostaras.gr

<http://diocles.civil.duth.gr/links/home/museum/mater/wood/wood5.html>,

Ηλεκτρονικό μουσείο πολιτικού μηχανικού

<http://www.giannoulis-m.gr/>

[http://\(www.ktirio.gr\)](http://(www.ktirio.gr))

<http://www.tekto.gr>

<http://www.mcit.gov.cy>

<http://trans.dei.gr>

<http://www.rizakos.gr>

<http://www.alphamonosi.gr>

<http://www.steganosi.blogspot.com>

<http://www.dowxenergy.eu>

<http://www.zapounidis.gr>

<http://www.tektohellas.gr>

<http://www.faryal.net>

<http://www.macon.gr>

<http://www.monotiki.gr>

<http://www.alto.gr>

www.screkas.gr

<http://www.monopan.gr>

<http://www.Ru.all.biz>

<http://www.fibrotermatica.gr>

<http://www.monosimacon.blogspot.com>

<http://www.fibran.gr>

<http://library.tee.gr>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 24 Βάρος, ενδεικτική τιμή και ελάχιστη κλίση τοποθέτησης υλικών επικάλυψης

		Βάρος (kg/m ²)	Ενδεικτική τιμή (€/m ²)	Ελάχιστη κλίση (%)
Αργιλικά κεραμίδια	Ρωμαϊκά	46	5,6	30
	Γαλλικά	43	5,9	36
	Ολλανδικά	44	6,2	30
	Βυζαντινά	52	15	20
Ασφαλτικά κεραμίδια		10	11	20
Πολυμερικά κεραμίδια		4	16	15
Μεταλλικά	Χάλκινα	5	45	5
	Τιτανιούχου ψευδάργυρου	5	15	5
Σχιστόπλακες		150	50	30
Τσιμεντένια		50	8	15

Πίνακας 25 Πρόσθετη επιβάρυνση φέροντα οργανισμού στέγης, ανάλογα με το τρόπο τοποθέτησης κοίλωνκεραμιδιών

Τρόπος τοποθέτησης	Πρόσθετη επιβάρυνση φέροντα οργανισμού στέγης (kg/m ²)
Κολυμβητή	60
Ημικολυμβητή	30
Ξηρή	7,5








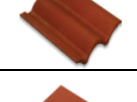






Πίνακας 26 Μετατροπής κλίσης επί τοις % σε μοίρες

Κλίση επί %	Γωνία σε μοίρες
0	0
5	2,9
10	5,7
15	8,5
20	11,3
25	14,0
30	16,7
35	19,3
40	21,8
45	24,2
50	26,6
55	28,8
60	31,0
65	33,0
70	35,0
75	36,9
80	38,7
85	40,4
90	42,0
95	43,5
100	45,0
105	46,4
110	47,7
115	49,0
120	50,2
125	51,3
130	52,4
135	53,5
140	54,5
145	55,4
150	56,3
155	57,2
160	58,0
165	58,8
170	59,5
175	60,3
180	60,9
185	61,6
190	62,2


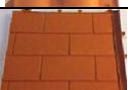














Πίνακας 27 Μετατροπής μοιρών σε κλίση επί τοις %

Γωνία σε μοίρες	Κλίση επί %
0	0
5	8,7
10	17,6
15	26,8
20	36,4
25	46,6
30	57,7
35	70,0
40	83,9
45	100,0
50	119,2
55	142,8
60	173,2
65	214,5
70	274,7
75	373,2
80	567,1
85	1143,0
90	-

ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

			Διαστάσεις πλάτος/μήκος (cm)	Βάρος kg/m ²	Ενδεικτική τιμή €/m ²
ΑΡΓΙΛΙΚΑ	ΟΛΛΑΝΔΙΚΑ		25/42	46,4	6,53
	ΡΩΜΑΪΚΑ		28/42	49,4	5,20
	ΓΑΛΛΙΚΑ		27/41	42,9	5,85
	ΡΩΜΑΪΚΑ		27.5/42	41,6	6,24
	ΒΥΖΑΝΤΙΝΟ ΧΕΙΡΟΠΟΙΗΤΟ			51	15,36
	ΒΥΖΑΝΤΙΝΟ ΚΑΡΦΩΤΟ- ΒΙΔΩΤΟ			53	14,56
ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΙΑ	ΚΥΜΑΤΟΕΙΔΗ		33/42	36	7,65
	ΠΤΥΧΩΤΑ		33/42	50	6,80
	ΕΠΙΠΕΔΟ		33/42	50	11,00
ΑΡΓΙΛΙΚΑ	ΟΛΛΑΝΔΙΚΑ		25/42	42	5,88
	ΡΩΜΑΪΚΑ		28/42	45,5	5,46
	ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ		31/48	43	4,90
	ΜΑΚΕΔΟΝΗΤΙΚΟ		31/48	45	4,90
ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΑ	ΔΙΠΛΟ ΡΩΜΑΙΚΟ		35,8/39	4,13	17,84

ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

	ΔΙΠΛΟ ΡΩΜΑΙΚΟ		35,8/39	4,13	15,00
	ΚΑΝΑΔΕΖΙΚΟ		43,5/41,8	3,96	17,84
ΑΡΓΙΛΙΚΑ	ΡΩΜΑΙΚΑ			44,2	6,11
	ΟΛΑΝΔΙΚΑ			40,6	6,82
ΑΡΓΙΛΙΚΑ	ΕΠΙΠΕΔΑ		27,5/40,8	40,8	16,92
	ΕΠΙΠΕΔΑ		18/38	70	45,85
	ΕΠΙΠΕΔΑ		20/30	57	53,20
	ΚΟΙΛΟ		18/40,8	48	14,70
	ΚΟΙΛΟ		21/51	48	13,40
	ΚΟΙΛΟ		12,5/25	42	47,60
	ΓΑΛΛΙΚΟ		25,7/43	38,4	12,48
	ΡΩΜΑΙΚΟ		29,6/47	43,05	11,03
ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ	ΓΑΛΛΙΚΟ		37/127	6,88	36,77
	ΡΩΜΑΙΚΟ		37/100	7,5	45,25
	ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ			6,4	27,49
	ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ			6,4	21,19

Εξηλασμένη πολυστερίνη:

Περιγραφή	Συσκευασία	Πάχος	Τεμ/ δέμα	m ³ /δέμα	m ² /δέμα	Αρχ. Τιμή ευρώ	Μονάδα
Μόνωση δωματων και δαπέδων γενικής χρήσης βάρους 32- 35 kg/m ³	1250*600 (mm)	20	20	0,3	15	7,30	m ²
Μόνωση δωματων και δαπέδων γενικής χρήσης βάρους 32- 35 kg/m ³	1250*600 (mm)	30	14	0,315	10,5	10,40	m ²
Μόνωση δωματων και δαπέδων γενικής χρήσης βάρους 32- 35 kg/m ³	1250*600 (mm)	40	10	0,3	7,5	12,20	m ²
Μόνωση δωματων και δαπέδων γενικής χρήσης βάρους 32- 35 kg/m ³	1250*600 (mm)	50	8	0,3	6	15,60	m ²
Μόνωση δωματων και δαπέδων γενικής χρήσης βάρους 32- 35 kg/m ³	1250*600 (mm)	60	7	0,315	5,25	18,35	m ²

ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

35 kg/m ³							
Μόνωση δωματών και δαπέδων γενικής χρήσης βάρους 32- 35 kg/m ³	1250*600 (mm)	70	6	0,3	4,5	20,90	m ²
Μόνωση δωματών και δαπέδων γενικής χρήσης βάρους 32- 35 kg/m ³	1250*600 (mm)	80	5	0,3	3,75	24,15	m ²
Μόνωση δωματών και δαπέδων γενικής χρήσης βάρους 32- 35 kg/m ³	1250*600 (mm)	100	4	0,3	3	33,90	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας 30-32 kg/m ³	2500*600 (mm)	25	16	0,6	24	8,10	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας 30-32 kg/m ³	2500*600 (mm)	30	14	0,63	21	9,10	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας 30-32 kg/m ³	2500*600 (mm)	40	10	0,6	15	11,65	m ²
Μόνωση στεγών και	2500*600 (mm)	50	8	0,6	12	14,75	m ²

διπλής τοιχοποιίας 30-32 kg/m ³							
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας 30-32 kg/m ³	2500*600 (mm)	60	7	0,63	10,5	17,40	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας 30-32 kg/m ³	2500*600 (mm)	70	6	0,6	9	19,50	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας 30-32 kg/m ³	2500*600 (mm)	80	5	0,6	7,5	21,75	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας 30-32 kg/m ³	2500*600 (mm)	100	4	0,6	6	30,65	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	40	10	0,3	7,5	8,10	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	50	8	0,3	6	10,40	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	60	7	0,315	5,25	12,50	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	70	6	0,315	4,5	14,55	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	80	5	0,3	3,75	16,70	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	100	4	0,3	3	22,50	m ²
για θερμομόνω ση κεραμοσκε πών	1250*630 (mm)	30	14	0,66	22,05	6,05	m ²
για θερμομόνω ση κεραμοσκε	1250*630 (mm)	40	10	0,63	15,75	7,90	m ²

ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

πών							
για τοίχους και στέγες με πατούρα	2850*610 (mm)	50	14		23,94	12,60	m ²
για τοίχους και στέγες με πατούρα	2850*610 (mm)	30	8		13,68	8,00	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	30	14	0,315	10,5	7,40	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	40	10	0,3	7,5	8,90	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	50	8	0,3	6	11,45	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	60	7	0,315	5,25	13,75	m ²
ROOFMATE XENERGY SL για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	70	6	0,315	4,5	16,00	m ²
για δώματα και δάπεδα	1250*600 (mm)	80	5	0,3	3,75	18,35	m ²
Μόνωση δωμάτων, στεγών	1250*600 (mm)	20	20	0,3	15	7,30	m ²
Μόνωση δωμάτων, κεραμοσκεπών	1250*600 (mm)	30	14	0,315	10,5	10,40	m ²
Μόνωση δωμάτων, κεραμοσκεπών	1250*600 (mm)	40	10	0,3	7,5	12,20	m ²
Μόνωση δωμάτων, κεραμοσκεπών	1250*600 (mm)	50	8	0,3	6	15,60	m ²
Μόνωση δωμάτων, κεραμοσκεπών	1250*600 (mm)	60	7	0,315	5,25	18,35	m ²
Μόνωση δωμάτων, κεραμοσκεπών	1250*600 (mm)	70	6	0,315	4,5	20,90	m ²
Μόνωση δωμάτων, κεραμοσκεπών	1250*600 (mm)	80	5	0,3	3,75	24,15	m ²

στεγών							
Μόνωση δωμάτων, στεγών	1250*600 (mm)	100	4	0,3	3	33,90	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας	2500*600 (mm)	25	16	0,6	24	8,10	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας	2500*600 (mm)	30	14	0,63	21	9,10	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας	2500*600 (mm)	40	10	0,6	15	11,65	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας	2500*600 (mm)	50	8	0,6	12	14,75	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας	2500*600 (mm)	60	7	0,6	10,50	17,40	m ²
Μόνωση στεγών και διπλής τοιχοποιίας	2500*600 (mm)	70	6	0,63	9	19,50	m ²
Μόνωση δωμάτων	50*600 (mm)	30	14	0,315	10,5	12,20	m ²
Μόνωση δωμάτων	1250*600 (mm)	50	8	0,3	6	19,00	m ²

Διογκωμένη πολυστερίνη:

Περιγραφή	Πάχος	Διαστάσεις	Αρχ. Τιμή ευρώ	Μον άδα
Διογκωμένη πολυστερίνη 10-12 kg/m ³	Διάφορες διαστάσεις	1*2 m & 0.5*1 m	60,00	m ³
Διογκωμένη πολυστερίνη 13-15 kg/m ³	Διάφορες διαστάσεις	1*2 m & 0.5*1 m	90,00	m ³

Διογκωμένη πολυστερίνη 18-20 kg/m ³	Διάφορες διαστάσεις	1*2 m & 0.5*1 m	120,00	m ³
Διογκωμένη πολυστερίνη 20-22 kg/m ³	Διάφορες διαστάσεις	1*2 m & 0.5*1 m	132,00	m ³
Διογκωμένη πολυστερίνη 25-27 kg/m ³	Διάφορες διαστάσεις	1*2 m & 0.5*1 m	162,00	m ³

Θερμομονωτικές πλάκες:

Περιγραφή	Διαστάσεις	Τεμ/δέμα	m ² /δέμα	Πάχος	Αρχ. Τιμή ευρώ	Μονάδα
Θερμομονωτικές πλάκες από 5 cm εξηλασμένη πολυστερίνη και 1 cm λευκή ρητινούχα τσιμεντοκονία αντιολισθητική με ειδικά διαβαθμισμένα αδρανή	30*30*6 (cm)			6	19,00	m ²
Θερμομονωτικές πλάκες από 5 cm εξηλασμένη πολυστερίνη και 2 cm λευκή ρητινούχα τσιμεντοκονία με ειδικά διαβαθμισμένα αδρανή	30*30*7 (cm)	112	20,16	7	35,20	m ²
Θερμομονωτικές πλάκες	30*30*6 (cm)	112	20,16	6	35,20	m ²

από 4 cm εξηλασμένη πολυστερίνη και 2 cm λευκή ρητινούχα τσιμεντοκον ία με ειδικά διαβαθμισμέ να αδρανή						
Θερμομονωτ ικές πλάκες από 5 cm εξηλασμένη πολυστερίνη και 2 cm λευκή ρητινούχα τσιμεντοκον ία με ειδικά διαβαθμισμέ να αδρανή	30*30*6 (cm)	112	20,16	7	38,00	m ²

Πετροβάμβακας:

Όνομα	Περιγραφή	Πάχος (mm)	Διαστ άσεις (mm)	Τεμ/ συσκευασία	Συσκευασία m ²	Αρχ. Τιμή ευρώ	Μονάδα
Πετρο- βάμβακας	Πλάκες δωμάτων πυκνότητας περίπου 150 kg/m ³	20	1200* 600	12	8,64	5,14	m ²
Πετρο- βάμβακας	Πλάκες δωμάτων πυκνότητας περίπου 150 kg/m ³	30	1200* 600	8	5,76	7,73	m ²
Πετρο- βάμβακας	Πλάκες δωμάτων πυκνότητας περίπου 150 kg/m ³	40	1200* 600	6	4,32	10,26	m ²
Πετρο- βάμβακας	Πλάκες δωμάτων πυκνότητας περίπου	50	1200* 600	5	3,6	12,87	m ²

	150 kg/m ³						
Πετρο-βάμβακας	Πλάκες δωμάτων πυκνότητας περίπου 150 kg/m ³	60	1200* 600	4	2,88	15,41	m ²
Πετρο-βάμβακας	Πλάκες δωμάτων πυκνότητας περίπου 150 kg/m ³	80	1200* 600	3	2,16	20,53	m ²
Πετρο-βάμβακας	Σκληρές πλάκες δωμάτων πυκνότητας περίπου 175 kg/m ³	20	1200* 600	12	8,64	6,00	m ²
Πετρο-βάμβακας	Σκληρές πλάκες δωμάτων πυκνότητας περίπου 175 kg/m ³	30	1200* 600	8	5,76	9,03	m ²
Πετρο-βάμβακας	Σκληρές πλάκες δωμάτων πυκνότητας περίπου 175 kg/m ³	40	1200* 600	6	4,32	12,03	m ²
Πετρο-βάμβακας	Σκληρές πλάκες δωμάτων πυκνότητας περίπου 175 kg/m ³	50	1200* 600	5	3,6	15,04	m ²

Υαλοβάμβακας:

Περιγραφή	Πάχος (mm)	Διαστάσεις (cm)	Συσκευασία m ²	Αρχ. Τιμή ευρώ	Μονάδα
Πλάκες υαλοβάμβακα με επικάλυψη κίτρινου υαλοπιλήμα	30	270*60	15	4,05	m ²

ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

τος, πυκνότητας 20 kg/m ³					
Πλάκες υαλοβάμβα κα με επικάλυψη κίτρινου υαλοπιλήμα τος, πυκνότητας 20 kg/m ³	40	270*60	11,25	5,20	m ²
Πλάκες υαλοβάμβα κα με επικάλυψη κίτρινου υαλοπιλήμα τος, πυκνότητας 20 kg/m ³	50	270*60	9	6,32	m ²
Θερμομονω τικό πάπλωμα πυκνότητας 13 kg/m ³	30	2400*120	28,8	1,55	m ²
Θερμομονω τικό πάπλωμα πυκνότητας 13 kg/m ³	40	1800*120	21,6	2,00	m ²
Θερμομονω τικό πάπλωμα πυκνότητας 13 kg/m ³	50	1500*120	18	2,50	m ²
Θερμομονω τικό πάπλωμα πυκνότητας 13 kg/m ³	60	1200*120	14,4	3,10	m ²
Θερμομονω τικό πάπλωμα πυκνότητας 13 kg/m ³	80	900*120	10,8	4,02	m ²
Θερμομονω τικό πάπλωμα	100	720*120	8,64	5,00	m ²

πυκνότητας 13 kg/m ³					
Θερμομονωτικό πάπλωμα με αλουμίνιο πυκνότητας 13 kg/m ³	30	2400*120	28,8	3,10	m ²
Θερμομονωτικό πάπλωμα με αλουμίνιο πυκνότητας 13 kg/m ³	40	1800*120	21,6	3,63	m ²
Θερμομονωτικό πάπλωμα με αλουμίνιο πυκνότητας 13 kg/m ³	50	1500*120	18	4,12	m ²

Θερμομονωτικές πλάκες αφρώδους πολυουρεθάνης:

Τύπος	Πάχος (mm)	Διαστάσεις (cm)	Τεμ/ δέμα	m ² / δέμα	Αρχ. Τιμή ευρώ	Μονάδα
Φ. ΧΑΡΤΟΥ	25	250*60	16	24		m ²
Φ. ΧΑΡΤΟΥ	30	250*60	14	21	22,45	m ²
Φ. ΧΑΡΤΟΥ	40	250*60	10	15	29,56	m ²
Φ. ΧΑΡΤΟΥ	50	250*60	8	12	35,33	m ²
Φ. ΧΑΡΤΟΥ	80	250*60	5	7,5	56,45	m ²
Φ. ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	25	250*60	16	24	20,88	m ²
Φ. ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	30	250*60	14	21	23,35	m ²
Φ. ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	40	250*60	10	15	30,65	m ²
Φ. ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	50	250*60	8	12	36,22	m ²

ΝΙΟΥ						
Φ. ΑΛΟΥΜΙ ΝΙΟΥ	80	250* 60	5	7,5		m ²

Περλιτοκονίαμα:

Περιγραφή	Ανάλωση kg/ m ²	Αρχ. Τιμή ευρώ	Μονάδα
θερμοηχομονωτικό περλιτόδεμα. Κατανάλωση 11 kg τσιμέντο/ σάκο	30 σάκοι των 50 lt ανά παλέτα	87,50	m ³
θερμοηχομονωτικό περλιτόδεμα. Κατανάλωση 11 kg τσιμέντο/ σάκο	40 σάκοι των 50 lt ανά παλέτα	87,50	m ³

Θερμομονωτικά κονιάματα και ελφροσκυροδέματα:

Περιγραφή	Ανάλωση kg/ m ²	Συσκευασία	Αρχ. Τιμή ευρώ	Μονάδα
Ετοιμόχρηστο ελαφροσκυροδέμα δωμαίων με βάση τις πέρλες διογκωμένης πολυστερίνης κοκκομετρικής διαβάθμισης 3-6 mm (χοντρόκοκκο), τσιμέντο και ειδικά πρόσθετα. Για πυκνότητα 250 kg/m ³	13 -14 σακιά / m ³	70 lt (σάκος)	15,55	Τεμάχιο
Κόκκοι διογκωμένης πολυστερίνης, για την παραγωγή θερμομονωτικών ελαφροσκυροδεμάτων σε δώματα. Κοκκομετρική διαβάθμιση Φ3/6		50 lt (σάκος)	6,42	Τεμάχιο

ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

mm (χονδρόκοκκο).					
Κόκκοι διογκωμένης πολυστερίνης, για την παραγωγή θερμομονωτικών ελαφροσκυδεμάτων σε δώματα. Κοκκομετρική διαβάθμιση Φ3/6 mm (χονδρόκοκκο).		170 (σάκος)	lt	20,75	Τεμάχιο
Κόκκοι διογκωμένης πολυστερίνης, για την παραγωγή θερμομονωτικών ελαφροσκυδεμάτων σε δώματα. Κοκκομετρική διαβάθμιση Φ3/6 mm (χονδρόκοκκο).		420 (σάκος)	lt	45,36	Τεμάχιο