

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΒΑΣΙΛΑΤΟΣ

Αρχιτέκτονας Μηχανικός, Αναπληρωτής Καθηγητής
Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

*Από τη λεπτομέρεια
της σύνθεσης,
στη σύνθεση
της λεπτομέρειας.*

ΚΑΛΛΙΠΟΣ
ανοικτές
διαδόσεις
ακαδημαϊκές



Εθνικό
Πρόγραμμα
Ανάπτυξης
2021-2025



Αρχιτεκτονική Δομή και Τεχνολογία
Από τη λεπτομέρεια της σύνθεσης, στη σύνθεση της λεπτομέρειας

Συγγραφή

Παναγιώτης Βασιλάτος

Συντελεστές έκδοσης

Γλωσσική Επιμέλεια: Μαρία Τριαντάρη

Γραφιστική Επιμέλεια: Μαρία Τριαντάρη

Copyright © 2024, ΚΑΛΛΙΠΟΣ, ΑΝΟΙΚΤΕΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ
(ΣΕΑΒ + ΕΛΚΕ-ΕΜΠ)



Το παρόν έργο αδειοδοτείται υπό τους όρους της άδειας Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής επισκεφτείτε τον ιστότοπο <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.el>

ΚΑΛΛΙΠΟΣ

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου

www.kallipos.gr

ISBN: 978-618-228-128-4

Βιβλιογραφική Αναφορά: Βασιλάτος Π. (2024). *Αρχιτεκτονική Δομή και Τεχνολογία* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-363>

*Αφιερώνεται σε όλους
τους συναδέλφους και σπουδαστές
με τους οποίους μέσα σε όλα αυτά τα χρόνια
διασταυρώσαμε σκέψεις.*

Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων	7
Εισαγωγή.....	17
Μέρος Α	21
Κεφάλαιο 1. Αρχιτεκτονική Πρακτική και Ύλη	23
1.1. Πώς κτίζουμε; Ιδεολογία, τεχνολογία και οικονομία	23
1.1.1. Η εξέλιξη της κατασκευής.....	27
1.1.2. Τελειότητα επεξεργασίας των φυσικών υλικών	28
1.1.4. Μέχρι και τον Μεσαίωνα	40
1.1.5. Τα βιομηχανικά υλικά	44
1.1.6. Οδηγώντας τα υλικά στα όριά τους	48
1.1.7. Μοντέρνοι καιροί	50
1.2. Τι είναι ο φέρων οργανισμός.....	62
1.2.1. Τα φορτία.....	62
1.2.2. Ο σεισμός	66
1.3. Οι απαιτήσεις από τον φέροντα οργανισμό	71
1.3.1. Αντοχή	73
1.3.2. Ακαμψία.....	77
1.3.3. Ευστάθεια	81
1.4. Αρχές σχεδιασμού του φέροντος οργανισμού.....	82
1.4.1. Τοιχώματα.....	83
1.4.2. Σεισμικοί αρμοί (αρμοί διαστολής).....	83
1.4.3. Τα υλικά για τη δημιουργία του φέροντος οργανισμού	86
Βιβλιογραφία.....	92
Κεφάλαιο 2. Ο Φορέας ως Συνθετικό Εργαλείο	95
2.1. Ο σχεδιασμός του φορέα.....	95
2.1.1. Επιλογή και συνθετική οργάνωση του φορέα	95
2.1.2. Τεχνικά κριτήρια επιλογής φορέα	102
2.1.3. Παραδείγματα οργάνωσης φορέων	107
2.2. Στατική λειτουργία και μορφή.....	116
2.2.1. Πώς οι δυνάμεις δίνουν σχήμα στον φορέα	118
2.2.2. Φορείς υπό τάση καθαρού εφελκυσμού ή θλίψης.....	122
2.2.3. Αντιστροφή των αξονικών δυνάμεων	134
2.2.4. Κελύφη υπερβολικά παραβολοειδή.....	137
2.2.5. Η χρήση ευθύγραμμων φορέων	142
2.2.6. Λίγα λόγια για τα επίπεδα δικτυώματα	143
Βιβλιογραφία.....	151

Κεφάλαιο 3. Τυπολογίες του Φέροντος Οργανισμού	153
3.1. Είδη και τυπολογίες του φέροντος οργανισμού	153
3.2. Οι χυτοί φορείς και οι «ελαφροί» γραμμικοί φορείς	157
3.2.1. Οι διαστασιολογικές απαιτήσεις γραμμικών φορέων από ξύλο και μέταλλο	157
3.2.2. Λογική της τοποθέτησης δοκών και «επιδοκών» μέχρι την τελική επιφανειακή επικάλυψη	159
3.3. Τυπολογία φορέων κάλυψης ανοιγμάτων, μεγέθη – διαστάσεις	159
3.3.1. Ξύλινοι φορείς	159
3.3.1.1. Σανίδωμα	160
3.3.1.2. Δοκίδες ξύλου	161
3.3.1.3. Δοκοί φυσικής ξυλείας	162
3.3.1.4. Δοκοί σύνθετης (επικολητής ή αντικολητής) ξυλείας	163
3.3.1.5. Απλά ψαλίδια ή ζεύγη από αμείβοντες	165
3.3.1.6. Ελαφρά προκατασκευασμένα δικτυώματα δαπέδου ή στέγης	166
3.3.1.7. Δικτυώματα	167
3.3.1.8. Τριαρθρωτοί φορείς αντικολητής ξυλείας	169
3.3.1.9. Καμπύλα τόξα αντικολητής ξυλείας	170
3.3.2. Μεταλλικοί φορείς	171
3.3.2.1. Πατώματα από τραπεζοειδή λαμαρίνα	172
3.3.2.2. Χαλύβδινες δοκοί	173
3.3.2.3. Ελαφρά μεταλλικά δικτυώματα	173
3.3.3. Παράδειγμα για τον προκαταρκτικό σχεδιασμό μεταλλικής ή ξύλινης κατασκευής από γραμμικά στοιχεία	173
3.3.3.1. Δοκοί μορφής ανεστραμμένου τριγώνου, ενισχυμένες με ορθοστάτη και ελκυστήρες	176
3.3.3.2. Ελαφρές μεταλλικές γαλβανισμένες διατομές	178
3.3.3.3. Μονώροφα άκαμπτα πλαίσια	179
3.3.3.4. Επίπεδα δικτυώματα	179
3.3.3.5. Δικτυώματα ειδικής διατομής	181
3.3.3.6. Εσχάρα δοκών	182
3.3.3.7. Εσχάρα δικτυωμάτων	182
3.3.3.8. Τόξα	183
3.3.3.9. Χωροδικτυώματα	184
3.3.3.10. Αντιστηριζόμενες και αναρτημένες καλωδιωτές κατασκευές	185
3.3.3.11. Καλωδιωτές με διπλή καμπυλότητα	186
3.3.4. Φορείς από οπλισμένο σκυρόδεμα	187
3.3.4.1. Συμπαγείς πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος	188
3.3.4.2. Τα δοκάρια	193
3.3.4.3. Πλάκες χωρίς δοκάρια	195
3.3.4.4. Δοκιδωτές πλάκες με νευρώσεις στη μία διεύθυνση	196
3.3.4.5. Πλάκες με φατνώματα	197
3.3.4.6. Θόλοι και κελύφη από σκυρόδεμα	201
3.3.4.7. Πτυχωτές πλάκες και κελύφη	202
3.3.5. Τούβλα και λιθοδομές	204
3.3.6. Φουσκωτές κατασκευές (Pneumatic)	205
3.3.6.1. Αεροβασταζόμενες (Air Supported)	205
3.3.6.2. Φουσκωτές κατασκευές (Air Inflated)	206
3.3.7. Τέντες	207
3.4. Τα υπόλοιπα μέρη του φέροντος οργανισμού	211
3.4.1. Τα υποστυλώματα	211
3.4.2. Κλίμακες και ράμπες	216

3.4.3. Οι θεμελιώσεις.....	217
3.4.3.1. Διαστασιολόγηση μεμονωμένων θεμελίων	218
3.4.3.2. Συνδετήριες δοκοί θεμελίων.....	219
3.4.3.3. Περιμετρικά τοιχώματα υπογείων.....	221
3.4.3.4. Εξυγίανση του εδάφους για τις θεμελιώσεις	222
3.5. Η σημασία των εκσκαφών	224
3.5.1. Αντιστηρίξεις πρανών	225
3.5.2. Υποθεμελιώσεις.....	229
3.6. Σχεδίαση φέροντος οργανισμού και ξυλότυπων	230
Βιβλιογραφία.....	237
Κεφάλαιο 4. Το Κέλυφος, η Επιδερμίδα του Κτιρίου.....	239
4.1. Το κέλυφος ή η επιδερμίδα που περιβάλλει το κτίριο.....	239
4.1.1. Η προστατευτική επιδερμίδα.....	243
4.1.2. Εξωτερική επιδερμίδα, κατασκευαστικές προσεγγίσεις.....	244
4.1.3. Τοίχοι από φέρουσα λιθοδομή ή τούβλα.....	244
4.1.4. Διπλοί τοίχοι με κενό ανάμεσά τους.....	246
4.1.5. Τοίχοι εμφανούς σκυροδέματος μόνον εξωτερικά	250
4.1.6. Εμφανές σκυρόδεμα εξωτερικά και εσωτερικά	251
4.1.7. Λιθοδομή και σκυρόδεμα.....	252
4.1.8. Θερμομονωτικά πανέλα πλαγκοκάλυψης	253
4.1.9. Προκατασκευασμένα πανέλα οπλισμένου σκυροδέματος	257
4.1.10. Λιθεπένδυση όψης	258
4.1.11. Τουβλότοιχοι αναρτημένοι στην όψη (χωρίς κτίσιμο).....	260
4.1.12. Αεριζόμενη όψη.....	261
4.2. Ανοίγματα, παράθυρα, υαλοπετάσματα, πόρτες	265
4.2.1. Τυπικά παράθυρα και σύνθετα υαλοστάσια μη φέροντα	266
4.2.2. Υαλοπετάσματα (curtain walls)	269
4.2.3. Αυτοφερόμενα υαλοστάσια όψεων	274
4.2.4. Πόρτες	280
4.3. Έλεγχος σκίασης και προστασία από τον ήλιο.....	287
4.3.1. Η φυσική του ηλιασμού.....	288
4.3.2. Τυπολογία και τεχνικές σκίασης	295
4.3.3. Η γεωμετρία του σκιασμού	303
Βιβλιογραφία.....	308
Μέρος Β.....	309
Κεφάλαιο 5. Υλικά Δόμησης.....	311
5.1. Τα υλικά που χρησιμοποιούμε και οι φυσικές τους ιδιότητες, όρια και αντοχές	311
5.2. Λίθοι	312
5.3. Είδη λίθων	316
5.4. Τσιμέντο	317
5.4.1. Οπλισμένο σκυρόδεμα.....	320
5.4.2. Πρόσμεικτα σκυροδέματος	322
5.4.3. Έγχρωμα σκυροδέματα.....	323

5.5.	Τούβλα	325
5.5.1.	Η πρώτη κατηγορία: τούβλα από πηλό.....	325
5.5.1.1.	Ομόπλινθοι	325
5.5.1.2.	Οπτόπλινθοι.....	326
5.5.1.3.	Συμπαγείς οπτόπλινθοι.....	327
5.5.1.4.	Κεραμικά πλακίδια	327
5.5.1.5.	Πυρότουβλα.....	328
5.5.2.	Η δεύτερη κατηγορία: τούβλα από τσιμέντο	328
5.5.2.1.	Τσιμεντόλιθοι και πορομπετόν	328
5.5.2.2.	Τσιμεντότουβλα και Τσιμεντοκυβόλιθοι.....	329
5.5.3.	Η τρίτη κατηγορία: τούβλα από γυαλί	330
5.5.3.1.	Γαλότουβλα	330
5.5.3.2.	Γαλόπλακες.....	330
5.6.	Ξύλο	331
5.6.1.	Φυσική ξυλεία.....	333
5.6.2.	Είδη ξύλου.....	333
5.6.3.	Παθολογία του ξύλου	336
5.6.3.1.	Ποιοτικός έλεγχος ξύλου	338
5.6.3.2.	Προστασία του ξύλου.....	341
5.6.3.2.1.	Φυσική ξήρανση (<i>natural drying</i>)	342
5.6.3.2.2.	Ξήρανση σε κλιβάνους, φουρνιστή ξυλεία (<i>kiln drying</i>)	342
5.6.3.2.3.	Εμποτισμός με εμβάπτιση ή σε κλιβάνους	342
5.6.3.2.4.	Επιφανειακή προστασία	342
5.6.3.2.5.	Βερνίκια, λάδια εμποτισμού και κεριά.....	342
5.6.3.2.6.	Λούστρα, λαδομπογιές, ανιλίνες	343
5.6.4.	Τυποποιημένες διατομές ξύλων.....	343
5.6.4.1.	Πελεκητή φυσική ξυλεία	344
5.6.4.2.	Πριστή (πριονισμένη) φυσική ξυλεία.....	344
5.6.4.2.	Σανίδες.....	345
5.7.	Επιφάνειες από βιομηχανικά διαμορφωμένα προϊόντα του ξύλου (ξυλόπλακες)	345
5.7.1.	Επιφάνειες συγκολλητής ξυλείας.....	345
5.7.1.1.	Πλακάζ (Blockboard)	345
5.7.1.2.	Κόντρα πλακέ (<i>Plywood</i>).....	345
5.7.1.3.	Νοβοπάν, μορισσανίδες, μοριόπλακες (<i>chip-board, particle-board</i>).....	346
5.7.1.4.	Ινοσανίδες μεσαίας πυκνότητας, MDF (<i>Medium Density Fibreboard</i>)	347
5.7.1.5.	OSB (<i>Oriented Strand Board</i>)	347
5.7.1.6.	Καπλαμάς	347
5.7.1.7.	Hardboard	348
5.7.2.	Σύνθετη ξυλεία (επικολητή ή συγκολλητή ή αντικολλητή)	349
5.8.	Μέταλλο	350
5.8.1.	Είδη μετάλλων και κράματα	351
5.8.1.1.	Ο σίδηρος (Fe) και οι χάλυβες.....	351
5.8.1.2.	Χυτοσίδηρος	354
5.8.1.3.	Χάλυβας.....	354
5.8.1.4.	Ανοξείδωτος Χάλυβας.....	355
5.8.2.	Μορφές διατομών χάλυβα	356
5.8.2.1.	Ανοικτές διατομές θερμής έλασης	357
5.8.2.2.	Κοίλες διατομές.....	367
5.8.2.3.	Ορθογωνικές διατομές θερμής έλασης – RHS-Hot	368

5.8.2.4. Στρογγυλές διατομές θερμής έλασης, CHS-Hot	368
5.8.2.5. Στρογγυλές διατομές ψυχρής έλασης, CHS-Cold	369
5.8.2.6. Στρογγυλές διατομές ψυχρής έλασης γαλβανισμένες, CHS-Cold	369
5.8.2.7. Στρατζαριστές διατομές, ψυχρής έλασης, μαύρος σίδηρος και γαλβανιζέ	369
5.8.2.8. Συμπαγείς διατομές	370
5.8.2.9. Λαμαρίνες	371
5.8.3. Γαλβανισμένες διατομές «C» και «Z»	372
5.8.4. Corten	373
5.8.5. Τιτάνιο (Ti)	374
5.8.6. Τιτανιούχος ψευδάργυρος (Ti, Zn)	374
5.8.7. Μόλυβδος (Pb).....	375
5.8.8. Αλουμίνιο (Al)	375
5.8.9. Χαλκός	376
5.8.10. Διάβρωση και προστασία Μετάλλων	378
5.8.10.1. Διάβρωση και σκουριά.....	378
5.8.10.2. Επιμετάλλωση	379
5.8.10.3. «Διμεταλλικό» Φαινόμενο	380
5.9. Γυαλί.....	380
5.9.1. Κοινά κρύσταλλα υαλοπινάκων	381
5.9.2. Ειδικά κρύσταλλα	381
5.9.2.1. Πολλαπλοί υαλοπίνακες με κενό (διπλοί, τριπλοί)	382
5.9.2.2. Ηχομονωτικοί υαλοπίνακες	382
5.9.2.3. Κρύσταλλα Χαμηλής Εκπομπής (Low -E)	382
5.9.2.4. Αυτοκαθαριζόμενα κρύσταλλα	382
5.9.2.5. Κρύσταλλα ασφαλείας (security, tempered).....	382
5.9.2.6. Άθραυστοι υαλοπίνακες (laminated, triplex)	383
5.9.2.7. Υαλοπίνακες με συμμάτινο πλέγμα	383
5.9.2.8. Λευκό γυαλί (Clear white glass).....	383
5.9.2.9. Profilit	383
5.9.2.10. Ειδικές παραλλαγές γυαλιού	383
5.10. Πλαστικά	384
5.10.1. Συνθετικά τζάμια	386
5.10.2. Συνθετικά υφάσματα και μεμβράνες.....	387
5.11. Επιλογή δομικών υλικών σε σχέση με τη συμβατότητά τους ως δομικά μέλη κτιριακής κατασκευής	388
Βιβλιογραφία.....	391
Κεφάλαιο 6. Μορφοποίηση Υλικών, οι Συνδέσεις τους και οι Ανοχές τους	395
6.1. Λίθοι από φυσικά υλικά	395
6.1.1. Φέρουσες τοιχοποιίες.....	395
6.1.1.1. Λαξευτή λιθοδομή	395
6.1.1.2. Ημιλαξευτή λιθοδομή.....	395
6.1.1.3. Σύμμεικτη τοιχοποιία λιθοδομής με σκυρόδεμα	396
6.1.1.4. Αργολιθοδομή.....	397
6.1.2. Μη φέρουσες τοιχοποιίες	398
6.1.2.1. Ξερολιθιές	398
6.1.2.2. Συρματοκιθώτια.....	399
6.1.3. Επενδύσεις όψεων	400
6.1.3.1. Επένδυση με μη φέρουσα λιθοδομή	400
6.1.3.2. Λιθεπένδυση, μαρμαροεπένδυση, τεχνητοί λίθοι.....	400

6.1.3.3. Αναρτημένη επένδυση	400
6.1.4. Τα εργαλεία	401
6.2. Σκυρόδεμα.....	402
6.2.1. Χύτευση σε καλούπια (ξυλότυποι, μεταλλότυποι)	402
6.2.2. Εμφανή σκυροδέματα.....	403
6.2.3. Επεξεργασία της όψης με φαλτσογωνιές.....	407
6.2.4. Αρμοί διακοπής εργασιών	408
6.2.5. Σε φέρουσες κατασκευές	409
6.2.6. Σε διαστρώσεις, τελικά δάπεδα	410
6.2.7. Επιτρεπόμενες αποκλίσεις διαστάσεων (ανοχές) κατά ΕΛΟΤ	410
6.3. Τούβλα	411
6.3.1. Ωμόπλινθοι, οπτόπλινθοι, τσιμεντόλιθοι, τούβλα από πορομπετόν, υαλότουβλα, υαλόπλακες, ανοπτημένο γυαλί.....	411
6.3.2. Ωμόπλινθοι	412
6.3.3. Συμπαγείς οπτόπλινθοι και τσιμεντότουβλα	412
6.3.4. Οπτόπλινθοι με οπές.....	413
6.3.5. Κτίσιμο	413
6.3.6. Πορομπετόν	416
6.3.7. Τσιμεντόλιθοι.....	416
6.4. Γυαλί.....	418
6.4.1. Υαλότουβλα	418
6.4.2. Υαλόπλακες.....	419
6.4.3. Υαλότοιχοι	419
6.5. Ξύλο.....	420
6.5.1. Κοπή και μορφοποίηση	420
6.5.2. Κοπή, πριόνισμα	420
6.5.3. Σκάλισμα	421
6.5.4. Καμπύλωση.....	422
6.5.5. Β. Λείανση.....	423
6.5.6. Πλάνισμα.....	423
6.5.7. Γυαλοχάρτισμα	423
6.5.8. Γ. Συνδέσεις ξύλων	423
6.5.9. Συγκόλληση.....	423
6.5.10. Κάρφωμα	423
6.5.11. Καρφοελάσματα.....	425
6.5.12. Ξυλόβιδες.....	425
6.5.13. Μπουλόνια.....	425
6.5.14. Ξυλοσυνδέσεις.....	426
6.5.15. Μόρσα.....	426
6.5.16. Ραμποτέ.....	427
6.5.17. Καβίλιες.....	427
6.5.18. Γκινησόπηχη.....	428
6.5.19. Μισοχαρακτά.....	428
6.5.20. «Δάκτυλα»	428
6.5.21. Δοκοθήκες.....	428
6.6. Μέταλλα	435
6.6.1. Μορφοποίηση μεταλλικών στοιχείων	435
6.6.2. Χύτευση	436

6.6.3.	Κοπή.....	438
6.6.4.	Στρατζάρισμα.....	439
6.6.5.	Καμπύλωση.....	440
6.6.6.	Πρεσάρισμα.....	440
6.6.7.	Τόρνος.....	441
6.6.8.	Συνδέσεις μετάλλων.....	442
6.6.9.	Ηλώσεις.....	442
6.6.10.	Πριτσίνια.....	443
6.6.11.	Βίδωμα.....	444
6.6.12.	Οι κοχλιώσεις.....	445
6.6.13.	Μεταλλόβιδες, λαμαρινόβιδες.....	446
6.6.14.	Ηλεκτροσυγκόλληση.....	447
6.6.15.	Δίπλωμα.....	451
6.7.	Υφάσματα, μεμβράνες.....	453
6.8.	Συνθετικά υλικά.....	457
6.8.1.	Εξόλκηση.....	457
6.8.2.	Φούσκωμα σε καλούπια.....	457
6.8.3.	Έκχυση σε καλούπια.....	457
6.8.4.	3D Printing.....	458
6.8.5.	Κατεργασία CNC (<i>milling</i>).....	458
6.8.6.	Πολυεστερικές κατασκευές.....	459
6.9.	Σύμμεικτες συνδέσεις.....	460
6.9.1.	Συνδέσεις μεταξύ μετάλλου, ξύλου και οπλισμένου σκυροδέματος.....	460
6.9.2.	Οπλισμένο σκυρόδεμα και μέταλλα.....	460
6.9.3.	Οπλισμένο σκυρόδεμα και ξύλα.....	463
6.9.4.	Μέταλλο και ξύλο.....	464
6.9.5.	Σύμμεικτες κατασκευές.....	465
6.10.	Διαχωριστικοί τοίχοι ξηρής δόμησης.....	466
6.10.1.	Γυψοσανίδες.....	466
6.10.2.	Παραλλαγές τοίχων γυψοσανίδας.....	469
6.10.3.	Ελαφρά εσωτερικά διαχωριστικά.....	469
6.10.4.	Ψευδοροφές.....	470
6.10.5.	Ψευδοροφές γυψοσανίδων.....	470
6.10.6.	Ψευδοροφές πλακιδίων ορυκτών ινών.....	471
6.11.	Δαπεδοστρώσεις.....	472
6.11.1.	Ηχομόνωση δαπέδων.....	474
6.11.2.	Ξύλινα δάπεδα.....	474
6.11.3.	Πλωτά δάπεδα.....	475
6.11.4.	Δαπεδοστρώσεις εξωτερικών χώρων.....	475
6.11.5.	Αρμοί Δαπέδων.....	478
6.11.6.	Υπερυψωμένα δάπεδα εσωτερικών χώρων.....	479
6.12.	Σύνοψη μεθόδων επεξεργασίας και μορφοποίησης υλικών.....	480
	Βιβλιογραφία.....	483
	Μέρος Γ.....	487
	Κεφάλαιο 7. Προδιαγραφές του Αρχιτεκτονικού Έργου.....	489
7.	Προδιαγραφές του αρχιτεκτονικού έργου.....	489

7.1.	Άνεση και ασφάλεια κτιρίων	491
7.1.1.	Φυσικός φωτισμός και αερισμός	491
7.2.	Κλίμακες κτιρίων	493
7.2.1.	Στηθαία	497
7.3.	Προσβασιμότητα	498
7.3.1.	Προσβάσιμη διαδρομή	499
7.3.2.	Προσβάσιμη είσοδος	499
7.3.3.	Κεκλιμένα επίπεδα – ράμπες	499
7.3.4.	Ράμπες πεζών σε δημόσιους χώρους	502
7.3.5.	Ραμπόσκαλες	503
7.3.6.	Αναβατόρια	505
7.3.7.	Ανελκυστήρες.....	505
7.3.8.	Χώροι προσβάσιμων χώρων αναμονής και διαφυγής	507
7.4.	Χώροι υγιεινής.....	507
7.5.	Στάθμευση αυτοκινήτων.....	510
7.6.	Στεγασμένοι χώροι Στάθμευσης.....	510
7.6.1.	Είσοδοι – έξοδοι χώρων στάθμευσης.....	511
7.6.2.	Σκάλες και κεκλιμένα επίπεδα-ράμπες σε χώρους στάθμευσης	514
7.6.3.	Προσαρμογή καμπύλων κι ευθύγραμμων τμημάτων κυκλοφορίας αυτοκινήτων	515
7.7.	Μετρικά στοιχεία για σχεδίαση χώρων	516
7.7.1.	Σχεδιασμός ορατότητας σε θέατρα	517
7.7.2.	Ράφια βιβλιοθηκών	519
7.7.3.	Πάγκοι και ντουλάπια οικιακής κουζίνας	520
7.8.	Προστασία από πυρκαγιά	521
7.8.1.	Πληθυσμός ενοίκων στα κτίρια.....	522
7.8.2.	Οδεύσεις διαφυγής.....	524
7.8.3.	Μήκος οδεύσεων διαφυγής.....	526
7.8.4.	Έξοδοι κτιρίου	526
7.8.5.	Πόρτες διαφυγής	527
7.8.6.	Πυροδιαμερίσματα	528
7.8.7.	Περιορισμός διάδοσης φωτιάς σε γειτονικά κτίρια	529
7.8.8.	Δείκτες αντίστασης στη φωτιά των δομικών στοιχείων	529
7.8.9.	Πυραντίσταση Υλικών	530
7.8.10.	Πυραντοχή φορέων από χάλυβα	535
7.8.11.	Πυραντοχή φέρουσας δομικής ξυλείας.....	537
	Βιβλιογραφία	538
	Κεφάλαιο 8: Σχεδιαστική Διαχείριση του Αρχιτεκτονικού Έργου	541
8.1.	Περιεχόμενο και προδιαγραφές της αρχιτεκτονικής μελέτης.....	541
8.1.1.	Κτιριακά έργα.....	544
8.1.1.1.	Αρχιτεκτονική προμελέτη	544
8.1.1.2.	Οριστική μελέτη αρχιτεκτονικών	545
8.1.1.3.	Αρχιτεκτονική μελέτη εφαρμογής.....	546
8.1.2.	Ειδικά κτιριακά έργα: Διατηρητέα κτίρια, μνημεία κ.ά.....	551
8.1.2.1.	Προμελέτη.....	551

8.1.2.2. Οριστική μελέτη	553
8.1.2.3. Μελέτη εφαρμογής.....	553
8.1.3. Ειδικά κτιριακά έργα: Μελέτες διαμορφώσεων - αναπλάσεων	554
8.1.3.1. Προμελέτη.....	554
8.1.3.2. Οριστική μελέτη	555
8.1.3.3. Μελέτη εφαρμογής.....	556
8.2. Συγκρότηση της πληροφορίας στο σχέδιο	556
8.2.1. Κλίμακες σχεδίου	558
8.2.2. Οι συμβολισμοί του σχεδίου, πίνακας υλικών και πίνακας συμβολισμών	564
8.2.3. Οι διαστάσεις.....	564
8.2.4. Διαστασιολόγηση και οι διαστάσεις στο σχέδιο	566
8.3. Ζητήματα απόδοσης γραφικών σχεδιαστικών στοιχείων σε αρχιτεκτονικά σχέδια	569
8.3.1. Χάραξη δρόμων και κεκλιμένων επιπέδων σε ισοϋψείς καμπύλες	569
8.3.2. Σχεδιαστική απόδοση της σκάλας.....	573
Βιβλιογραφία	574
Λεξικό αγγλο-ελληνικής ορολογίας δομικών όρων	575
Λεξικό ελληνο-αγγλικής ορολογίας δομικών όρων	587

Εισαγωγή

-
- 2.024 *Η ουσία είναι αυτό που υπάρχει ανεξάρτητα από αυτό που συμβαίνει.*
- 2.025 *[Η ουσία] είναι μορφή και περιεχόμενο.*
- 2.032 *Ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται τα αντικείμενα σε μια κατάσταση πραγμάτων είναι η δομή της κατάστασης πραγμάτων.*
- 2.033 *Η μορφή είναι η δυνατότητα της δομής.*

Ludwig Wittgenstein, *Tractatus Logico-Philosophicus*

Οι σημειώσεις αυτές ξεκίνησαν να γράφονται ως υλικό για το συνθετικό μάθημα του 7ου και 8ου εξαμήνου που διδάσκεται στη σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών, το αντικείμενο του μαθήματος αφορά κτίριο δημόσιου χαρακτήρα με σύνθετες λειτουργίες και διεξάγεται στο πλαίσιο συνεργασίας του τομέα των Αρχιτεκτονικών Συνθέσεων και του τομέα της Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας. Διδάσκεται 6 ώρες εβδομαδιαίως και οι σπουδαστές δουλεύουν το θέμα σε διμελείς και τριμελείς ομάδες.

Το μάθημα επεκτείνεται σε δύο συνεχόμενα εξάμηνα δίνοντας στους σπουδαστές τον απαραίτητο χρόνο να εμβαθύνουν σε προβληματισμούς ικανούς να ανταποκριθούν στο σύνολο της αρχιτεκτονικής διαδικασίας.

Κατά το 7ο εξάμηνο θίγονται θέματα σύζευξης αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και τεχνολογίας. Δίνεται έμφαση στην ένταξη του κτιρίου στον αστικό ιστό, στην καθ' ύψος ανάπτυξη και στην κατακόρυφη δομή των λειτουργιών, στην οργάνωση και στον χαρακτήρα του εσωτερικού χώρου, στη γενική επιλογή των υλικών και στον σχεδιασμό της φέρουσας δομής του κτιρίου και στη διαμόρφωση του υπαίθριου δημόσιου χώρου.

Το θέμα συνεχίζεται και ολοκληρώνεται στο 8ο εξάμηνο με τις ίδιες διδακτικές ομάδες. Εδώ δίνεται έμφαση στην κατασκευαστική δομή του κτιρίου και στις υλικές του ποιότητες. Σε αυτό το στάδιο οι σπουδαστές εμβαθύνουν σε ζητήματα που προκύπτουν με την επεξεργασία του θέματος σε μεγαλύτερες κατασκευαστικές κλίμακες και επιτρέπουν να αποδοθεί με πληρότητα ο αρχιτεκτονικός χαρακτήρας του κτιρίου, όπως ειδικοί χώροι, αμφιθέατρα, χώροι εκθέσεων, βιβλιοθηκών κλπ. Προσεγγίζονται οι παράμετροι —λειτουργικές, χωρικές, μορφολογικές— που καθορίζουν την αρχιτεκτονική έκφραση και προσδιορίζονται με μεγάλη σαφήνεια η εσωτερική οργάνωση του κτιρίου, ο ιδιαίτερος χαρακτήρας του και η ποιότητα των επιμέρους εσωτερικών του χώρων, με τον σχεδιασμό στοιχείων όπως είναι τα κλιμακοστάσια, οι όψεις, οι άμεσες εξωτερικές διαμορφώσεις, με κατασκευαστικά σχέδια και λεπτομέρειες σε κλίμακες από 1:20 έως και 1:1. Στη συνέχεια καθορίζονται τα υλικά και ο τρόπος κατασκευής με κριτήριο επιλογής τη συμβολή τους στη διαμόρφωση των επιθυμητών χωρικών σχέσεων και αισθήσεων.

Το εύρος των θεμάτων που θίγονται κατά τη διάρκεια των δύο εξαμήνων είναι τεράστιο και αποτελεί ουσιαστικά τη συνολική θεώρηση αυτών που έχουν διδαχτεί οι σπουδαστές σε άλλα μαθήματα, όλα τα προηγούμενα εξάμηνα. Ωστόσο από τη διδακτική εμπειρία, ειδικά σε αυτό το

μάθημα, προκύπτουν προβληματισμοί και αναφύονται συχνά απορίες για ζητήματα σύνδεσης των προηγούμενων αυτών γνώσεων.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, η επιλογή και η ταξινόμηση της ύλης βασίστηκαν στην πολύχρονη εμπειρία διδασκαλίας του μαθήματος και στις απορίες που έθεταν οι σπουδαστές μέσα σε αυτά τα χρόνια και οι οποίες εμφάνιζαν χαρακτηριστικά επανάληψης.

Η ταξινόμηση της εξέλιξης της αρχιτεκτονικής γίνεται μόνο με τεχνικά κριτήρια. Ταυτόχρονα όμως, επιχειρείται και η σύνδεσή της με άλλα επιστημονικά πεδία —για παράδειγμα με τη γεωλογία—, καθώς και με την ιστορική εξέλιξη της τεχνολογίας των κοινωνιών, από το μακρινό παρελθόν μέχρι σήμερα. Έτσι, προβάλλεται η αξία της «συνέχειας του πολιτισμού» και αποδεικνύεται ότι η τόλμη και η πρωτοπορία εδράζονται στη στέρεη γνώση των όσων κληρονομήσαμε ως μία αναπόσπαστη συνέχεια της ιστορίας των κοινωνιών. Βέβαια, πρέπει να σημειώσουμε ότι δεν θίγονται καθόλου (ή γίνεται μόνο συνοπτική αναφορά σε) άλλα σημαντικά θέματα και πτυχές της κατασκευής, όπως ζητήματα περιβαλλοντικού σχεδιασμού και μηχανολογικά ζητήματα. Αυτό είναι λογικό, γιατί η έκταση της έκδοσης θα γινόταν τεράστια και οπωσδήποτε θα ξέφευγε από το στενότερο επιστημονικό πεδίο που καλείται να υπηρετήσει.

Η ύλη διατάσσεται με μια σειρά ταξινόμησης από τα πολύ γενικά ζητήματα, που αφορούν τον σχεδιασμό του φορέα σε μεγάλες κλίμακες, έως και τις μικρές κλίμακες λεπτομερειών, ενώ ολοκληρώνεται με τεχνικές προδιαγραφές του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού.

Οι φωτογραφίες είναι από το προσωπικό μου αρχείο, η εικόνα 1.44 παραχωρήθηκε ευγενικά από την Καθηγήτρια Ε. Αλεξάνδρου και η εικόνα 6.48 από τον αρχιτέκτονα Δ. Αναστασιάδη. Τα σχέδια με ελεύθερο χέρι έγιναν με μηχανικά μολύβια με μύτες 2B και 4B. Για τα έγχρωμα σχέδια χρησιμοποιήθηκαν ακουαρέλες της Winsor & Newton και White Nights, St. Petersburg.

Τα γραμμικά σχέδια έγιναν με πρόγραμμα CAD και όλες οι αξονομετρικές και προοπτικές αποδόσεις έγιναν με διδιάστατη ψηφιακή σχεδίαση, ακολουθώντας τη μέθοδο των αξονομετρικών προβολών χωρίς να προηγηθούν μοντέλα τριών διαστάσεων. Έγινε προσπάθεια όλα τα γραμμικά σχέδια, ως προς την πληροφορία που έπρεπε να μεταφέρουν, να είναι ακριβή, με ορθές αποδόσεις σύμφωνα με τις σχεδιαστικές συμβάσεις. Ταυτόχρονα, επιδιώχθηκε να είναι και επαρκώς αφαιρετικά, ενώ με ειδικές ενδείξεις να επισημαίνονται τα κρίσιμα για την κατανόησή τους σημεία. Στα γραμμικά σχέδια χρησιμοποιήθηκαν μόνον τρία πάχη γραμμών και δύο βασικά χρώματα, το κυανό και το κόκκινο. Το κυανό (R:50 G:0 B:150) επιλέχθηκε ως αναφορά στο χρώμα που είχαν οι ηλιοτυπίες στις πρώτες φωτοτυπίες αρχιτεκτονικών σχεδίων, ενώ με κόκκινο αποδόθηκαν τα κείμενα, οι διαστάσεις και ό,τι άλλο απαιτούσε επισήμανση. Όπου ήταν απαραίτητο για τη σχεδιαστική ολοκλήρωση, χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον τέσσερις τόνοι του γκρι (μαύρο 40, 60, 80 και 90%) για τα υλικά και τις σκιές και το γαλαζοπράσινο με το οποίο αποδίδεται ο ουρανός και πολλές φορές το γυαλί.

Η παρούσα έκδοση δεν υποκαθιστά τα διδακτικά βιβλία άλλων μαθημάτων, αλλά φιλοδοξεί να είναι ένα εκτενές εγχειρίδιο άμεσης αναφοράς, το οποίο πιστεύουμε ότι θα εκπληρώσει καλύτερα τον σκοπό του εάν λειτουργήσει και ως αφορμή για περαιτέρω έρευνα, μελέτη και εμπάθυνση επάνω στα θέματα που θίγονται. Τέλος, ευελπιστούμε ότι θα υπάρξουν παρατηρήσεις ή υποδείξεις, αλλά και διορθώσεις, οι οποίες είναι ευπρόσδεκτες και θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε μελλοντική αναθεωρημένη έκδοση.

Ευχαριστίες

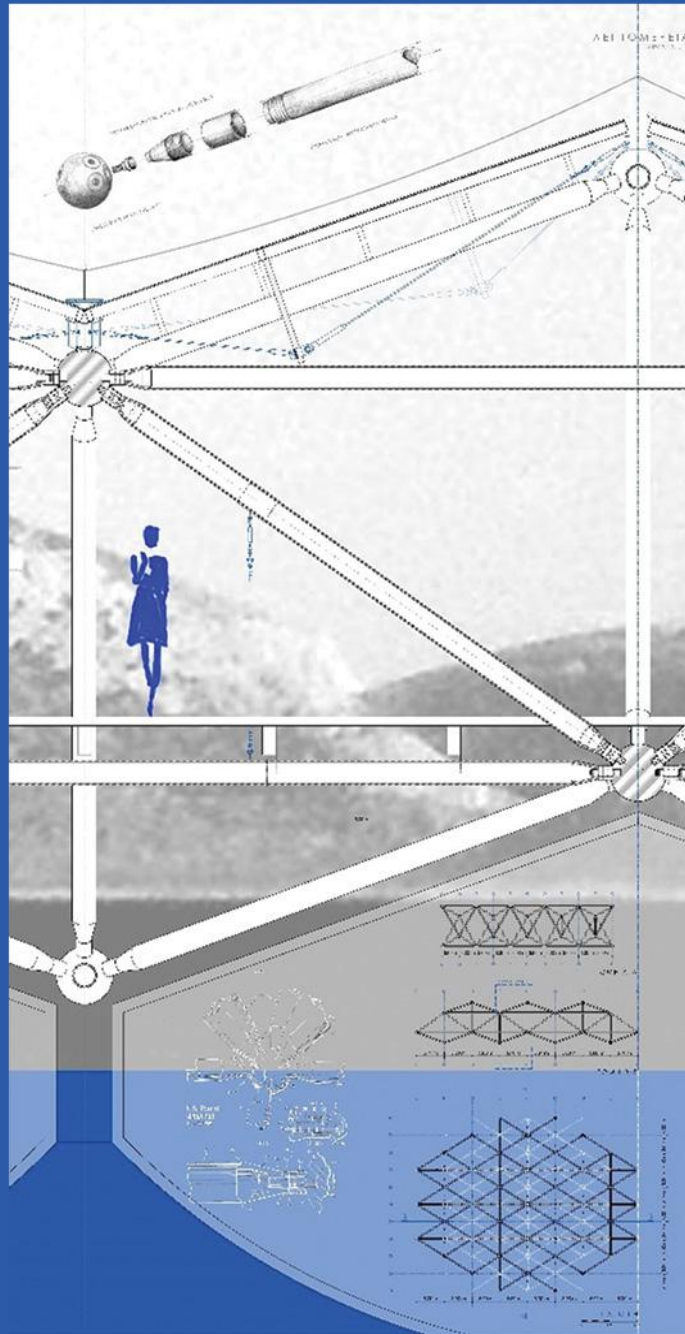
Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον Καθηγητή Γιώργο Λευκαδίτη για τις σημαντικές παρατηρήσεις και υποδείξεις του σε ζητήματα γεωμετρικών αποδόσεων των αξονομετρικών και προοπτικών σχεδίων, στον Αναπληρωτή Καθηγητή Γιώργο Αγγελή για τις πολύτιμες υποδείξεις, συμβουλές και διορθώσεις, στην αρχιτέκτονα Αγγελική Λαμπράκη για τη συνδρομή της σε τεχνικές απαιτήσεις, στον Αλέξανδρο Αλεξανδρόπουλο για τις μεταλλικές κατασκευές και στη σπουδάστρια αρχιτεκτονικής Μάρθα Βασιλάτου για τη βοήθεια.

Εικόνα του εξωφύλλου

Η εικόνα του εξωφύλλου είναι από τη διπλωματική εργασία των αρχιτεκτόνων Αθανασίας Κοκκάλα και Μυρσίνης Μαυραπίδη με τίτλο «Ετεροτοπίες της φθοράς, ποιητικές κατασκευές στις λιμενικές εγκαταστάσεις του βιομηχανικού Πειραιά». Η διπλωματική εργασία παρουσιάστηκε τον Σεπτέμβριο του 2021 στη Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ, με επιβλέποντες καθηγητές τους Κ. Ντάφλο και Π. Βασιλάτο.

Οι αρχιτεκτονικές κατασκευές αντλούν μορφολογικά και κατασκευαστικά στοιχεία από ερειπωμένους βιομηχανικούς χώρους και ναυπηγικές δομές στο λιμάνι του Πειραιά. Η συνθετική διαδικασία επανάχρησης υλικών και ανενεργού βιομηχανικού εξοπλισμού χρησιμοποιεί τη δομική γνώση για να πλάσει τις μορφές ενώ συγχρόνως επιχειρεί μια υπέρβαση σε μια χρονικότητα φανταστική, ενός κόσμου σε διαρκή διαδικασία μετασχηματισμού και αποσύνθεσης.

Μέρος Α



Η εικόνα είναι από τη διπλωματική της Σοφίας Παντελαίου που παρουσιάστηκε τον Ιούνιο του 2022 με θέμα: «Δίκτυο πειραματισμού στο αρχιπέλαγος». Σε αυτήν προτείνεται ένα σύστημα πλωτών δικτυωματικών κατασκευών που στέκονται απέναντι στο τοπίο χωρίς να το αγγίζουν, ενεργοποιώντας σε αυτό το δίπολο μιας μορφής διάλογο με τρόπο ώστε οι δράσεις αλλά και η κατοίκηση να αναφέρονται στην ιδέα των «εντοπιών» του Κ. Δοξιάδη όπου «...οι ουτοπίες δεν είναι οι στόχοι που κατακτούμε αλλά οι στόχοι τους οποίους ονειρευόμαστε».

Κεφάλαιο 1. Αρχιτεκτονική Πρακτική και Ύλη

Σύνοψη

Εξετάζονται από την ιστορία της αρχιτεκτονικής, επιλεγμένα βασικά στάδια της εξέλιξης της αρχιτεκτονικής μέχρι το πρόσφατο παρελθόν που σηματοδοτούνται από τεχνολογικά ορόσημα, τα οποία άνοιγαν κάθε φορά καινούριες εκφραστικές δομικές δυνατότητες και που χαρακτήρισαν ολόκληρες εποχές, αλλά και στάδια του πολιτισμού.

Κάθε οικοδόμημα, ως ένας οργανισμός, πρέπει και μπορεί να φέρει με ασφάλεια τα φορτία του. Κατά συνέπεια, υπόκειται στους φυσικούς νόμους της ύλης, και όχι μόνον, ειδικά σε μια χώρα όπως η Ελλάδα, όπου η κρίσιμη παράμετρος της έντονης σεισμικής δραστηριότητας παράγει απαιτητικές δεσμεύσεις. Σε αυτό το πλαίσιο εξετάζονται και αναλύονται οι τρεις πολύ βασικές συνθήκες του φέροντος οργανισμού: να έχει επαρκή **αντοχή**, δηλαδή να φέρει με ασφάλεια τα φορτία για τα οποία έχει σχεδιαστεί, να είναι **άκαμπος**, δηλαδή να μην παραμορφώνεται, και να είναι **ευσταθής**, ώστε να μην ανατρέπεται. Στη συνέχεια, για την εξασφάλιση των προηγούμενων συνθηκών εξετάζονται οι βασικές αρχές του σχεδιασμού και στο τέλος εξετάζονται τα κριτήρια επιλογής των υλικών.

Προαπαιτούμενη γνώση

Η γνώση από την Ιστορία της Αρχιτεκτονικής και τις παραδόσεις της Δομικής Μηχανικής.

1.1. Πώς κτίζουμε; Ιδεολογία, τεχνολογία και οικονομία

«...μια και η αρχιτεκτονική είναι κατασκευή, ας μην αγνοήσουμε και το υλικό, που κάθε φορά —σε κάθε εποχή— την βοηθάει —και την δεσμεύει— για να σηκώσει ένα ανάστημα και να συνθέσει ένα χώρο».

Άρης Κωνσταντινίδης, Τα παλιά Αθηναϊκά σπίτια

Για την κατασκευαστική πράξη μπορούμε να θέσουμε ένα κρίσιμο ερώτημα: Με ποια υλικά κτίζει ο άνθρωπος; Ο άνθρωπος κατασκευάζει τα κτίρια με όλα τα διαθέσιμα υλικά που του παρέχει η φύση. Η επίμονη παρατήρηση και η πείρα τον έχουν οδηγήσει στην κατανόηση των ιδιοτήτων της δομής και στον τρόπο με τον οποίο μπορεί να την υποστηρίξει τεχνικά. Κάνει χρήση των διαθέσιμων υλικών με τρόπο ώστε να παίρνει από αυτά τη μέγιστη απόδοση και κάθε φορά οι κατασκευαστικές καινοτομίες σηματοδοτούνται από την τελειοποίηση της χρήσης τους. Είναι προφανές ότι αυτή η εξέλιξη είναι αργή και πολλές φορές χαρακτηρίζεται από συντηρητισμό ως προς τη χρήση των καινούριων υλικών και των μεθόδων χρήσης τους. Αυτός ο **συντηρητισμός** προκύπτει εξαιτίας της φύσης των κτιριακών κατασκευών που οφείλουν να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και που πάντα έχουν **υψηλό κόστος**, αφού δεν μπορούν να αναλάβουν την αβεβαιότητα της απόδοσης νέων τεχνικών. Αντίθετα, σε άλλους τομείς της βιομηχανίας, όπως είναι ο σχεδιασμός και η παραγωγή αυτοκινήτων ή αεροσκαφών, τα σχεδιαστικά εγχειρήματα είναι τολμηρότερα, επειδή έχουμε να κάνουμε με σαφώς μικρότερη κλίμακα μεγέθους και με πολύ μικρότερους κύκλους ζωής, αλλά επίσης και γιατί είναι διαφορετικές οι δυνατότητες συντήρησης, αλλαγών και επισκευών που απαιτούνται για να παραμείνουν αυτά λειτουργικά μέσα στον χρόνο.

Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι η αρχιτεκτονική δεν γεννιέται από το «τίποτε», ακολουθείται μια επίπονη, σχολαστική **οιονεί μαθητεία** με παράλληλη ανάγνωση του παρελθόντος, τη μεταφορά γνώσης και εμπειρίας. Τα βασικά στοιχεία που διαφοροποιούν την αρχιτεκτονική από τις άλλες επιστήμες είναι η βαθύτερη ανάγκη για πολλαπλές προσλήψεις, η ανάγκη για βαθύ-

τερη κατανόηση πολλών και διαφορετικών επιστημονικών πεδίων, ο παράλληλος **διάλογος** με το **παρελθόν** και, τέλος, η σχεδόν υπαρξιακή ανάγκη για πρόσληψη εμπειριών και για συνεχή **διάλογο** με όλες τις **συνιστώσες της κοινωνίας**.

Για να προσεγγίσουμε ήδη από τα προκαταρκτικά στάδια τη στρατηγική που θα ακολουθήσουμε κατά τον **σχεδιασμό** ενός κτιρίου και εν γένει ενός οικοδομήματος πρέπει, ανάμεσα σε άλλα, να απαντήσουμε σε τέσσερις βασικές συνθήκες που είναι απαραίτητο να ικανοποιούνται:

- ποιοι είναι οι διατιθέμενοι **οικονομικοί πόροι** για την υλοποίηση του,
- ποιος έχει τη δυνατότητα να αναλάβει τη **σχεδίαση** του,
- ποιος μπορεί να αναλάβει την **υλοποίηση** της κατασκευής, δηλαδή τι τεχνικά μέσα διαθέτει και τι εμπειρία έχει σε ανάλογες κατασκευές και τέλος,
- ποιος θα επωμιστεί το μελλοντικό κόστος της **συντήρησης** κατά τη χρήση του.

Προσπαθώντας να απαντήσουμε σε αυτά τα τέσσερα σημεία και αναλογιζόμενοι τη σημασία του έργου οδηγούμαστε αβίαστα σε αποφάσεις και κρίσιμες επιλογές για τον σχεδιασμό.

Η **επιλογή του φορέα** έρχεται ως λογική συνέχεια των προηγούμενων και οι κρίσιμες παράμετροι για την επιλογή του μπορεί να είναι οι ακόλουθες:

- Οι **χρήσεις** που θα στεγάζει. Αυτές συνήθως καθορίζουν τα φορτία που θα παραλάβει ο φορέας. Στο ένα άκρο μπορεί να βρίσκονται ελαφρά περίπτερα και στο άλλο άκρο τα πολυώροφα κτίρια και τα κτίρια με βιομηχανικό εξοπλισμό.
- Το **μέγεθος** και η **κλίμακα** του έργου είναι στοιχεία καθοριστικά. Στη μια άκρη της κλίμακας μπορεί να βρίσκονται μικρά χρηστικά οικήματα και στην άλλη άκρη της κλίμακας οι ουρανοξύστες και οι γέφυρες.
- Η **σημασία** και ο συμβολικός χαρακτήρας του έργου. Στη μια άκρη μπορεί να έχουμε μικρές αποθήκες και στην άλλη άκρη σημαντικά κτίρια υποδομών, όπως σχολεία, νοσοκομεία και τεχνικά έργα παραγωγής ενέργειας.
- Ο **χρόνος ζωής** του, εάν είναι έργο προσωρινού ή μόνιμου χαρακτήρα. Σε ένα κτίριο, ως οικονομικός χρόνος ζωής νοείται η χρονική διάρκεια κατά την οποία δεν απαιτούνται εκτεταμένες εργασίες συντήρησης και επισκευών.
- Ειδικές **απαιτήσεις του περιβάλλοντος**, ιδιαίτερα εάν αυτό είναι επιθετικά διαβρωτικό, όπως όταν το κτίσμα βρίσκεται σε επαφή με τη θάλασσα ή σε περιοχές με έντονη σεισμική δραστηριότητα.
- Η **οικονομία του έργου**, οι πόροι δηλαδή. Η οικονομία αναφέρεται στους πόρους που μπορούν να διατεθούν σε σχέση με την ωφέλεια που θα προκύψει για τον κύριο του έργου ή την κοινότητα.

Από τα διατιθέμενα υλικά που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε προκύπτουν κρίσιμες παράμετροι για την επιλογή του **υλικού** του φορέα, οι οποίες είναι:

- Η **αφθονία** στη φύση και η ευχέρεια βιομηχανικής παραγωγής. Για παράδειγμα, για το αλουμίνιο, το οποίο είναι το πλέον άφθονο μέταλλο στον στερεό φλοιό της γης και το τρίτο σε αφθονία χημικό στοιχείο (ακολουθεί ο σίδηρος), δεν υπήρχε η δυνατότητα βιομηχανικής παραγωγής του μέχρι τον 18^ο αιώνα.
- Η επιθυμητή **αντοχή** σε φορτίσεις. Όλα τα υλικά επιλέγονται με βάση την ικανότητά τους να παραλάβουν φορτία και, για παράδειγμα, είναι χαρακτηριστικές οι διαφορετικές αντοχές των λίθων, από την άριστη ποιότητα αντοχής του γρανίτη έως τα εύθρυπτα ιζηματογενή πετρώ-

ματα. Επίσης να επισημάνουμε ότι η τεχνολογία δίνει συνεχώς νέες δυνατότητες στα υλικά, βελτιώνοντας διαρκώς τις ιδιότητές τους.

- Η ευκολία **κατεργασίας, μεταφοράς και συναρμολόγησης**.
- Η αντοχή στη **φθορά χρήσης**. Για παράδειγμα, οι φθορές που παρατηρούνται στο ξύλο ή σε λίθους, ειδικά κατά την έντονη καταπόνησή τους σε δημόσιους χώρους.
- Η ευκολία στη **συντήρηση**. Για παράδειγμα, το σκυρόδεμα ή το αλουμίνιο, σε αντίθεση με τα ξύλινα και τα μεταλλικά στοιχεία, απαιτούν συχνότερη συντήρηση.
- Η ευκολία σε **επισκευές** ή και ενδεχόμενη **αντικατάστασή** τους. Σε αυτό το πεδίο, υλικά όπως το ξύλο, τα μέταλλα και τα συνθετικά υλικά πλεονεκτούν έναντι του σκυροδέματος και των λίθων.
- Η αντοχή στη **φθορά του χρόνου**, όπως η σκουριά των μετάλλων ή ο αποπολυμερισμός των πλαστικών υλικών ή η αποσύνθεση των ωμόπλινθων από το νερό της βροχής. Ας έχουμε κατά νου ότι η διάρκεια ζωής κτιρίων από λίθους είναι αξεπέραστη μέχρι σήμερα και κανένα κτίριο από σκυρόδεμα ή μέταλλο δεν θα μπορέσει να φτάσει σε χρόνο ζωής τα λίθινα έργα του παρελθόντος.
- Ο **συμβολικός χαρακτήρας** του υλικού. Είναι βέβαιο ότι κάθε υλικό, εκτός από τις προηγούμενες απαιτήσεις, έχει και μια πρόδηλη συμβολική διάσταση. Για παράδειγμα καταλαβαίνουμε ότι μέχρι το πρόσφατο παρελθόν στη δημόσια αρχιτεκτονική αυτό συνέβαινε με το μάρμαρο, ενώ στη νεότερη εποχή συμβαίνει με τα νέα υλικά, όπως το μέταλλο και το σκυρόδεμα.

Η αρχιτεκτονική ως πράξη χαρακτηρίζει τον άνθρωπο από τα πρώιμα στάδια της ύπαρξής του και σηματοδοτεί μαζί με άλλα χαρακτηριστικά την ανάπτυξη κοινωνικής ζωής και την αυγή του πολιτισμού. Για τον δρόμο που ακολούθησε σε αυτά τα πρώιμα στάδια για την παραγωγή αρχιτεκτονικής, μόνο εικασίες μπορούμε να κάνουμε. Γνωρίζουμε ότι ο άνθρωπος είναι προϊόν **εξελικτικής διαδικασίας** και έχει εγγενή **επιβιωτικά ένστικτα** και από αυτά προφανώς προέκυψε η **απλή και στοιχειώδης ανάγκη** του να **προστατευτεί** από τα στοιχεία της φύσης.



Εικόνα 1.1

Στις κατασκευές χρησιμοποιούμε όλα τα διαθέσιμα υλικά με τον επωφελέστερο τρόπο.

Στην εικόνα μπορούμε να διακρίνουμε φέρουσες τοιχοποιίες από πέτρα και συμπαγή τούβλα, πλάκες και διαζώματα (σενάζ) από οπλισμένο σκυρόδεμα, παράθυρα από ξύλο και εξωτερική βοηθητική σκάλα από σίδηρο.

Στο σημείο αυτό μπορούμε να υποθέσουμε ότι μέσα από τις εμπειρίες του κατά τη διαδικασία αυτής της εξέλιξης, ο άνθρωπος επεξεργάστηκε και καλλιέργησε ένα ιδιαίτερο **στατικό αίσθημα** ώστε να ικανοποιούνται τα **κριτήρια ασφάλειας** σε σχέση με τις δομές που ανακάλυπτε στη φύση και μπορούσε να εμπιστευτεί. Στη συνέχεια αρχίζει ασυναίσθητα να τις μιμείται, ενώ αργότερα με εμπειρικό τρόπο να τις αποκωδικοποιεί και τέλος να τις κατανοεί, να τις αναπαράγει και να τις εξελίσει.

Από πολύ νωρίς άρχισε να χρησιμοποιεί τα διάφορα **υλικά** που του έδινε η φύση για να «**κατασκευάζει χώρους**», οι οποίοι στην αρχή και με απλό τρόπο εξασφάλιζαν τη στοιχειώδη προστασία του. Έψαχνε δηλαδή για συστήματα που μπορούσαν να υποβαστάζουν μια στέγη και να περιβάλλουν προστατευτικά τον μικρό περιορισμένο χώρο κατοίκησης. Ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κοινωνικού βίου του, αυτά τα συστήματα μπορούσαν να είναι μόνιμα, προσωρινά ή ακόμα και φορητά, εάν οι συνθήκες το απαιτούσαν.

Ανάλογα με το τεχνολογικό επίπεδο που είχε κατακτήσει ο άνθρωπος σε κάθε εποχή, τα μέσα έκφρασης άλλαζαν. Χωρίς, φυσικά, να μπορεί να αποδεσμευτεί από τις συνέπειες της **βαρύτητας**, ωστόσο μπόρεσε με θαυμαστό τρόπο να τη **δαμάσει** και να τη **χρησιμοποιήσει** επ' ωφέλεια του μέσα από την αρχιτεκτονική πράξη.

Μια άλλη παρατήρηση επίσης είναι ότι οι κοινωνίες, το συνηθέστερο, **συγκροτούσαν την αρχιτεκτονική πράξη** σε τρία διακριτά επίπεδα. Σε πρώτο επίπεδο βρίσκονταν τα **κτίρια κατοικίας** που κάλυπταν τη στέγαση, δηλαδή την πιο βασική ανάγκη του κύτταρου μιας κοινωνίας· σε δεύτερο επίπεδο, τα **δημόσια κτίρια** που αφορούσαν τις δομές συλλογικού βίου, διοίκησης και λατρείας, ενώ σε τρίτο επίπεδο και συνήθως σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα τα κτίρια και **έργα υποδομών** για την ωφέλεια της οργανωμένης κοινωνίας. Η κλίμακα των έργων και η διάρκεια ζωής τους, οι σύνθετες απαιτήσεις για τον σχεδιασμό και την υλοποίησή τους ώθησαν την αρχιτεκτονική πράξη με φυσικό τρόπο να ξεφύγει από τα στενά χρηστικά όρια και να περάσει στη σφαίρα της τέχνης. Σίγουρα η αρχιτεκτονική είναι μια εξαιρετικά σύνθετη διανοητική πράξη που για την υλοποίησή της επιστρατεύονται διαθέσιμοι πνευματικοί πόροι και αποτελεί κάθε φορά την ακριβέστερη και πιο χαρακτηριστική εικόνα του πολιτιστικού και τεχνολογικού επιπέδου που έχει κατακτήσει μια κοινωνία.

Στην ιστορία του πολιτισμού, οι σημαντικότερες κατασκευές συνήθως αφορούσαν τα δημόσια κτίρια και τα έργα υποδομών. Ο αρχιτέκτονας αρχίζει να βρίσκει τη θέση του στην κοινωνία και ο σχεδιασμός αποκτά κυρίαρχο χαρακτήρα, ενώ τα **υλικά** φθάνουν κάθε φορά **στα όριά** τους. Σε αυτά τα έργα οι κοινωνίες συνήθως **επένδυαν σε γνώση και πειραματισμό** ώστε κάθε φορά να ξεπεράσουν τα προηγούμενα όρια. Το υλικό μεταμορφώνεται σε εργαλείο αρχιτεκτονικής έκφρασης. Ένα κοινό χαρακτηριστικό σε όλους τους πολιτισμούς είναι η κατασκευαστική τόλμη για να καλυφθούν ολοένα και μεγαλύτεροι χώροι.

Έπρεπε να χρησιμοποιούνται τα υλικά με τρόπο που να επιτρέπει την κάλυψη όσο το δυνατόν μεγαλύτερων ανοιγμάτων χώρων. Η αρχιτεκτονική καλείται να εξυπηρετήσει σε πρακτικό-λειτουργικό επίπεδο τις ανάγκες δράσης της κοινωνίας που τη γεννά, αλλά παράλληλα σε υψηλότερο επίπεδο λειτουργεί και **συμβολικά** με την ταυτόχρονη **αισθητική** και **τεχνολογική** έκφραση. Στο μοναδικό κείμενο που σώζεται από την Αρχαιότητα και που με βεβαιότητα εκφράζει κοινές απόψεις της εποχής του, τα *Δέκα Βιβλία περί Αρχιτεκτονικής*, γραμμένο τον 1^ο αιώνα π.Χ. από τον Ρωμαίο Βιτρούβιο Πόλιο (Marcus Vitruvius Pollio), ορίζονται με σαφήνεια ως οι τρεις ικανές και αναγκαίες συνθήκες παραγωγής του αρχιτεκτονικού έργου, η **ομορφιά** (*venustas*), η **στερεότητα** (*firmitas*) και η **λειτουργικότητα** (*utilitas*) και στο **επίκεντρο του σχεδιασμού τίθεται συνειδητά ο άνθρωπος**. Το χαμένο σχέδιο του βιβλίου αποδόθηκε με

αριστοτεχνικό τρόπο, κατά την Αναγέννηση από τον Leonardo Da Vinci, γνωστό ως ο «**Άνθρωπος του Βιτρούβιου**». Το ανθρώπινο σώμα με τέλειες αναλογίες, εγγράφεται στα τέλεια σχήματα του κύκλου και του τετραγώνου και, ειδικά αυτό το σχέδιο, αποκτά κεντρική θέση στη σκέψη των αρχιτεκτόνων και των καλλιτεχνών και εκφράζει στο συλλογικό ασυνείδητο τον πυρήνα ολόκληρης της θεώρησης του πολιτισμού μας όπως τον γνωρίζουμε μέχρι σήμερα. Η ίδια αναζήτηση από τον Le Corbusier οδήγησε στην πρότασή του για το **Modulor**, δηλαδή ένα σύστημα μετρικών μεγεθών στον σχεδιασμό και την κατασκευή, βασιζόμενο στις μελέτες και στις μαθηματικές αναλογίες της **χρυσής τομής** επάνω στο ανθρώπινο σώμα. Η πρακτική της ανθρωπομετρίας υπήρχε στον βιομηχανικό σχεδιασμό ήδη από την αυγή της Βιομηχανικής Επανάστασης και το σύστημα που πρότεινε ο Le Corbusier με το Modulor, επανέφερε το ανθρώπινο σώμα στο κέντρο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού.



Εικόνα 1.2

«Le Modulor»,

Le Corbusier (Charles-Édouard Jeanneret), 1950.
Κολάζ με κομμένο χαρτί, γκούας και σιλική μελάνη.
Κέντρο Τέχνης «Georges Pompidou», Γαλλία.

1.1.1. Η εξέλιξη της κατασκευής

Γιατί χτίζουμε; Αν η φύση ήτανε άνετη, το ανθρώπινο γένος δεν θα είχε εφεύρει την αρχιτεκτονική. ... «Γιατί χτίζω», έ; Από τη μια μεριά, γιατί δεν μπορώ να ζήσω γυμνός μέσα στη φύση. Πρέπει να καλύψω το κορμί μου και να αμυνθώ απέναντι στα εχθρικά στοιχεία που ρίχνει η φύση κατά πάνω μου.

Κ. Θέμελης, Ο λόγος του Αρχιμάστορα, μια συζήτηση με τον Άρη Κωνσταντινίδη.

Μέσα από επιλεγμένα παραδείγματα θα παρακολουθήσουμε αδρομερώς την εξέλιξη της αρχιτεκτονικής τεχνολογίας. Θα γίνουν άλματα που όμως θα ακολουθούν λογικά στάδια και θα δούμε με ποιον τρόπο σε κάθε εποχή η δομή έδινε τον εκφραστικό χαρακτήρα της αρχιτεκτονικής.

Οι πρώιμες μορφές κατοίκησης υπήρξαν νομαδικές, όπως η νομαδική ζωή της Κεντρικής Ασίας που έπρεπε να υποστηρίζει τις **μετακινήσεις κοπαδιών** στην Αραβική Χερσόνησο και **το εμπόριο**. Τέτοιες μορφές κατοίκησης επέβαλλαν τη χρήση ελαφρών συναρμολογούμενων κατασκευών από εφήμερα υλικά. Οι πρώτες εγκαταστάσεις του γεωργού σε εύφορα υδροδοτούμενα εδάφη άλλαξαν τον τρόπο της ζωής με τον καταμερισμό εργασίας και την παράλληλη ίδρυση πόλεων.

Οι τόποι εγκατάστασης σχετίζονταν με την εύρεση πόρων σε εύφορα εδάφη, την αφθονία δηλαδή υλικών και πρώτων υλών. Παράλληλα όμως, τέτοιες περιοχές έχουν έντονη σεισμική δραστηριότητα, όπως η Μεσοποταμία και η Μεσογειακή Λεκάνη που είναι το όριο σύγκλισης τεκτονικών πλακών. Αυτή η τελευταία παράμετρος, του σεισμού, έκανε πιο απαιτητική την υπόθεση της διαχείρισης των υλικών και του τρόπου με τον οποίο ο άνθρωπος τα χρησιμοποιούσε για να οικοδομεί. Σε γενικές γραμμές, τα προφανή εξελικτικά στάδια είναι:

- Η εποχή του **νομάδα**, με δομές **αποσυναρμολογούμενες, ελαφρές και φορητές**.
- Ο άνθρωπος των πρώτων **αγροτικών** κοινωνιών της Μεσοποταμίας, της Ανατολικής Ασίας και του Ειρηνικού, με μόνιμες **δομές κατοίκησης** σε **συνεκτικούς ιστούς**.
- Πολύ αργότερα, ο άνθρωπος των **πόλεων**, με τον καταμερισμό εργασιών, τη δημιουργία της τάξης των τεχνιτών, τους μεταπράτες και τους εμπόρους, αλλά επίσης και τις ισχυρές δομές εξουσίας και θρησκευτικού βίου. Σε αυτήν τη φάση η αρχιτεκτονική πέρασε σε άλλο επίπεδο, με έργα όχι απλώς ωφέλιμα. Έγινε ένα συνειδητό άλμα σε έργα με συμβολικό περιεχόμενο που εκφράζουν την ισχύ, την ευρωστία, αλλά και την ευσέβεια της κοινωνίας.

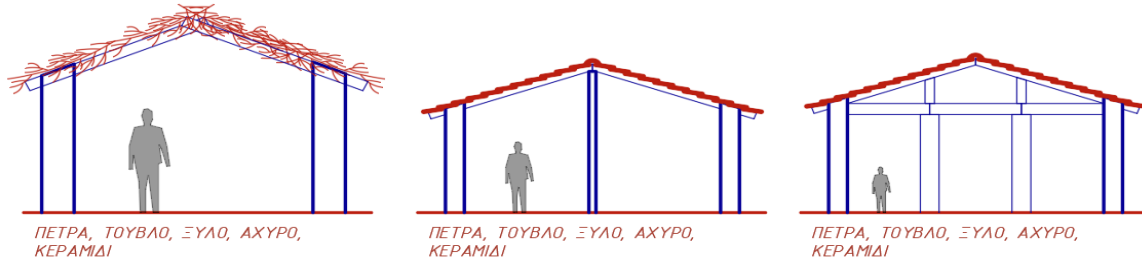
Τα οικοδομήματα από τη φύση τους αφήνουν ένα μόνιμο αποτύπωμα στον χώρο, μια παρουσία με διάρκεια στον χρόνο που είναι η απαραίτητη προαπαίτηση των οργανωμένων κοινωνιών γύρω από χωρικά σταθερές οικονομικές δομές. Το κτίριο είναι η επέμβαση του ανθρώπου στον χώρο με τρόπο που να του επιτρέπει να προφυλαχθεί από τις **εχθρικές** συνθήκες του **περιβάλλοντος** και παράλληλα να υπηρετήσει το συλλογικό όραμα, ένα εγχείρημα που σηματοδότησε με **θετικό πρόσημο στην πολιτιστική του ταυτότητα**. Σε αυτήν του την προσπάθεια, ο άνθρωπος έμαθε να χρησιμοποιεί κάθε πρόσφορο υλικό που μπορούσε να βρει στη φύση, αυτούσιο ή μεταποιημένο.

Ακολούθως θα γίνει μια προσπάθεια να ταξινομηθούν συνοπτικά τα δομικά συστήματα, όπως εμφανίζονται εξελικτικά στην ιστορία και σύμφωνα με τις εκάστοτε επιλογές κρίσιμων φορέων που παράγουν αρχιτεκτονικές μορφές, οι οποίες χαρακτηρίζουν ολόκληρες εποχές του ανθρώπινου πολιτισμού.

1.1.2. Τελειότητα επεξεργασίας των φυσικών υλικών

Το πλέον προφανές πρωτογενές υλικό δομής υπήρξε το **ξύλο**, γιατί διατίθετο σε απόλυτη αφθονία στη φύση, ήταν εύκολα επεξεργάσιμο και αρκετά ελαφρύ ώστε να μεταφέρεται. Πολύ νωρίς, με τις πρώτες εγκαταστάσεις, χρησιμοποιούνται οι **ωμές πλίνθοι** από άργιλο και, παράλληλα, **οι λίθοι** σε διαφόρων βαθμών επεξεργασία, από τις απλούστερες ημιλαξευτές λιθοδομές έως τις πλήρως λαξευμένες με περίτεχνα σκαλίσματα.

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΚΟΥ ΕΠΙ ΣΤΥΛΩΝ



Σχέδιο 1.1 Πρωτογενείς δομικές μορφές

Ο άνθρωπος έμαθε από πολύ νωρίς να αναγνωρίζει σε κάθε πρόσφορο υλικό τις ιδιαίτερες ιδιότητές του και τα πλεονεκτήματά του. Στις περισσότερες κτιριακές δομές συνήθως **συνυπάρχουν** πάνω από ένα **υλικά**. Για παράδειγμα, ένα τυπικό διώροφο κτίριο είχε θεμελίωση και ισόγειο από φέρουσα **λιθοδομή**, όροφο πολλές φορές από **ωμόπλινθους σοβαντισμένες**, πατώματα και φέρουσα στέγη από **ξύλο** με τελική επικάλυψη από **κεραμικά** υλικά ή και ακόμη **άχυρα** ή πατημένο **χώμα** με ειδικές τεχνικές.



Εικόνα 1.3

Στοιχειώδης αυτοσχέδια σύγχρονη κατασκευή με λεπτές μεταλλικές διατομές για κάλυψη στοιχειωδών αναγκών σκίασης με αναρριχητικά κλήματα.

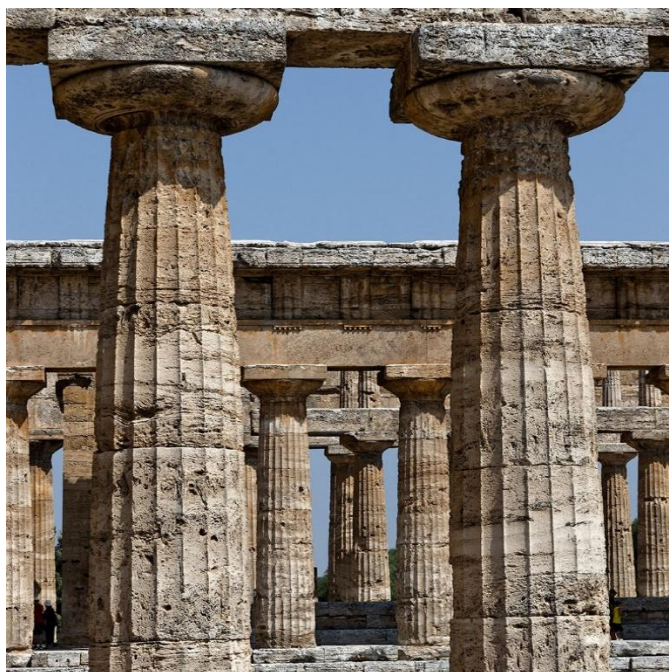
Το πρόβλημα που καλείται να επιλύσει είναι η σχέση τού μέσα με το έξω, δηλαδή με ποιον τρόπο θα εξασφαλίσει μεγάλα ανοίγματα που θα υποβαστάζουν μια στέγη και με ποιον τρόπο η εξωτερική επιδερμίδα μπορεί να διατηρηθεί για να υπάρχει λειτουργική αλλά και οπτική σχέση ανάμεσα στο μέσα και το έξω ενός κτιρίου. Έτσι γεννιέται το πρώτο σύστημα δόμησης, αυτό των **δοκών επί στύλων**. Το σύστημα λειτουργεί εξαιρετικά σε κατασκευές από ξύλο, αλλά σε λίθινα κτίρια παρουσιάζεται ένα όριο ανοίγματος που μπορεί να καλυφθεί και αυτό εξαρτάται αποκλειστικά από τη φύση του λίθου, δηλαδή από την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα του υλικού στο λατομείο. Καθαρά ανοίγματα μεγαλύτερα από επτά μέτρα, σπάνια κατασκευάζονταν και όλα τα σημαντικά έργα της Αρχαϊκής εποχής και της Κλασικής Αρχαιότητας κτίστηκαν με αυτόν τον τρόπο.



Σχέδιο 1.2

Αρχιτεκτονική Κλασικής εποχής με το χαρακτηριστικό σύστημα δόμησης της δοκού επί στύλων. Η άριστης ποιότητας κεράμωση επέτρεπε χαμηλά αετώματα.

ΛΙΘΟΣ, ΜΑΡΜΑΡΟ, ΞΥΛΟ, ΚΕΡΑΜΙΔΙ



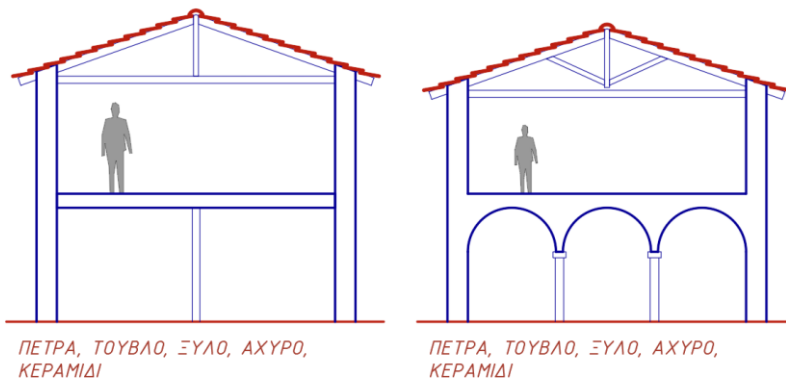
Εικόνες 1.4, 1.5

Δωρικός ναός της Αφαίας στην Αίγινα, 6^{ος} π.Χ. αιώνας και οι ναοί Ήρας I ή Βασιλική (560 π.Χ.) και Ποσειδώνια ή Ήρας II (500 π.Χ.) στην Ποσειδωνία (Paestum). Τα τρίγλυφα, οι πρόμοχθοι και οι ήλοι πιθανώς μαρτυρούν τη μακρινή καταγωγή του Δωρικού ρυθμού από προγενέστερες ξύλινες κατασκευές των οποίων οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες επέζησαν στη λίθινη μορφή του μνημείου.

Έχει υποστηριχθεί ότι οι γλυπτικές λεπτομέρειες των λίθινων Ελληνικών ναών έλκουν τη μορφολογική καταγωγή τους από προγενέστερους ξύλινους ναούς. Δηλαδή το ξύλο αντικαταστάθηκε συνειδητά από τον λίθο, σε επίπεδο λειτουργικό, επειδή ο λίθος έχει μεγαλύτερη **αντοχή** στον **χρόνο**, αλλά και σε επίπεδο συμβολικό, με την ποιότητα του υλικού να ικανοποιεί την αισθητική της γλυπτικής και χρωματικής **έκφρασης**.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι Αρχαίοι Έλληνες ελάχιστα εξέλιξαν τα μαθηματικά που παρέλαβαν από τους Αιγύπτιους και τους Βαβυλώνιους. Η πραγματική επιστημονική πρόοδος υπήρξε στη γεωμετρία που έμεινε αζεπέραστη μέχρι τον 20ό αιώνα. Αυτή ακριβώς η γνώση τους στη γεωμετρία και η ικανότητά τους να εκφράζονται με αναλογίες είναι ίσως το κλειδί που ερμηνεύει την ποιότητα της αρχιτεκτονικής που παρήγαγαν.

Για τη δημιουργία μεγαλύτερων ανοιγμάτων, έπρεπε να ξεπεραστεί το πρόβλημα του περιορισμένου ανοίγματος που κάλυπταν οι δοκοί και η λύση δόθηκε με την αντικατάσταση των οριζόντιων δοκών από **τόξα**. Το πλεονέκτημα είναι προφανές, χρησιμοποιούνται μικρότεροι λίθοι, εύκολα επεξεργάσιμοι και το σχήμα του τόξου είναι απόλυτα ευσταθές. Ωστόσο απαιτούνται προσωρινοί ξυλότυποι.



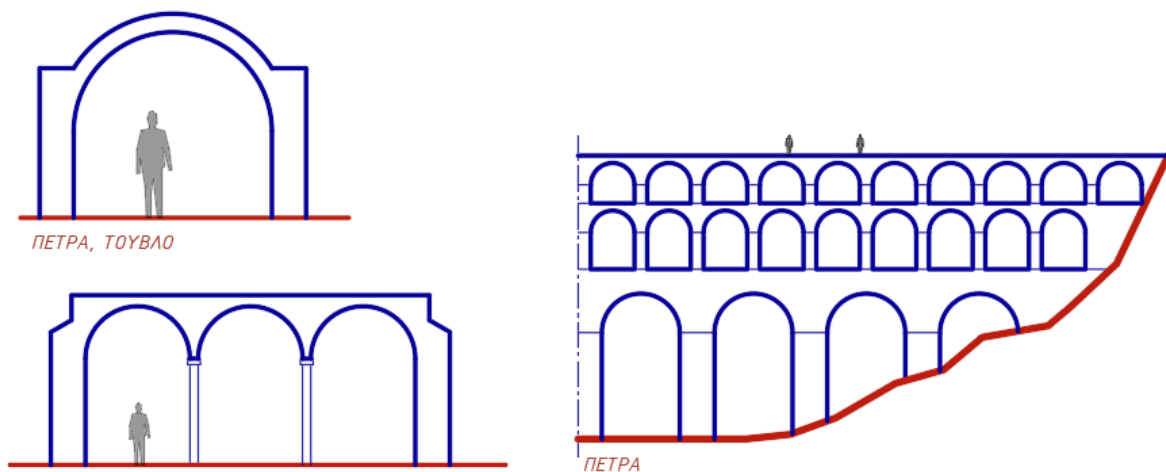
Σχέδιο 1.3

Τυπικές μορφές κάλυψης των ανοιγμάτων σε δάπεδα με δοκούς ή καμάρες, με υλικά την πέτρα, το τούβλο και ενίοτε το ξύλο. Η κάλυψη με κεραμίδια στον Ελληνικό χώρο επέβαλε την κεκλιμένη στέγη με διαφορετικών τύπων συστήματα.

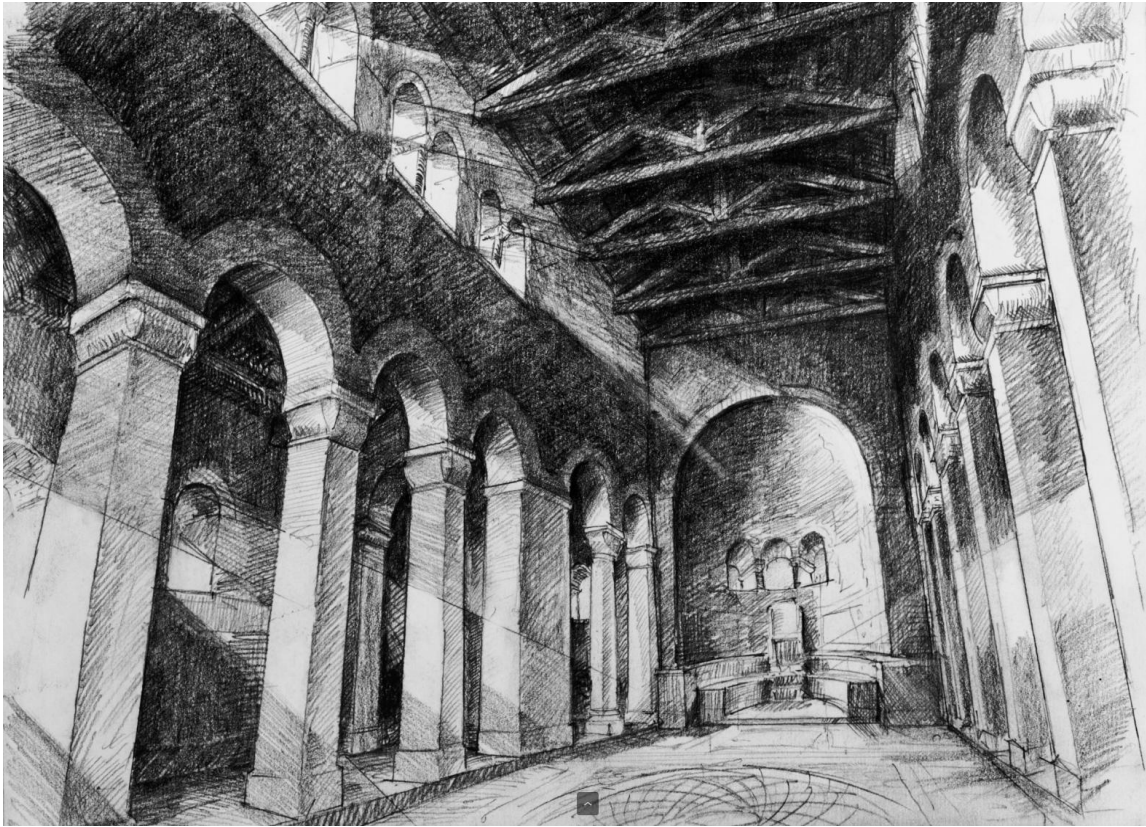
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΜΑΡΑΣ ΚΑΙ ΤΟΞΩΝ

Τοξοστοιχίες επαναλαμβανόμενες επέτρεπαν την κάλυψη χώρων μεγάλου μήκους. Επίσης, ήταν δυνατή η επάλληλη διάταξη των τόξων καθ' ύψος, όπως στα υδραγωγεία της Ρωμαϊκής εποχής. Το πρόβλημα που παρουσιάζει το τόξο είναι οι πλάγιες δυνάμεις ανατροπής, όμως αυτή η συνθήκη αντιμετωπιζόταν εύκολα με ισχυρή αντιστήριξη στα άκρα της τοξοστοιχίας.

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΜΑΡΑΣ ΚΑΙ ΤΟΞΩΝ



Σχέδιο 1.4 Οι καμάρες μπορούν να καλύψουν με ασφάλεια μεγάλα ανοίγματα εφόσον αντιμετωπιστεί το ζήτημα των πλάγιων ωθήσεων στα άκρα.



Εικόνα 1.6 Προοπτική απεικόνιση ξυλόστεγης Παλαιοχριστιανικής βασιλικής.



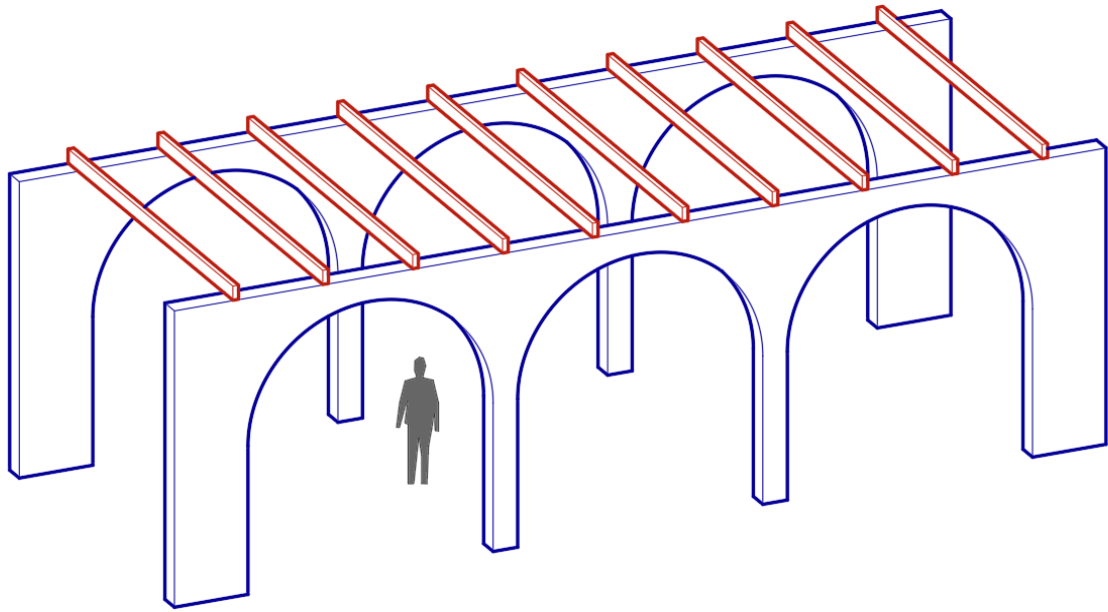
Εικόνα 1.7 Τοξωτή λίθινη γέφυρα τρένου στην Ηλεία.



Εικόνα 1.8 Τοξωτή καμαροσκεπής στοά στη Μονή Αγ. Ιωάννη Ελεήμονα, Ακρωτήρι Χανίων, 16^{ος} αι.



Εικόνα 1.9 Τοξωτές κατασκευές στη Μονή Αγ. Τριάδας των Τζαγκαρόλων, Ακρωτήρι Χανίων, 17^{ος} αι.

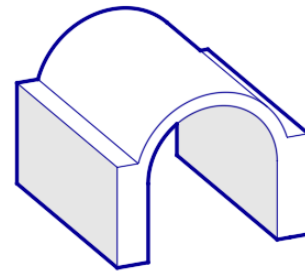
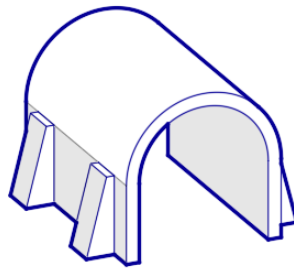
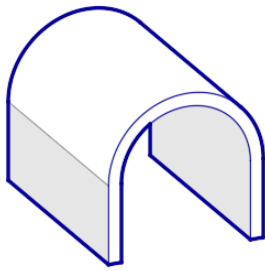


Σχέδιο 1.5 Σύνθετο σύστημα με επάλληλες τοξοστοιχίες και μεταξύ τους γεφύρωση με γραμμικά στοιχεία.

Εικόνα 1.10 Τοξωτές κατασκευές στην παλιά πόλη Χανίων, 17^{ος} αιώνας.



ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΘΟΛΩΝ



ΣΤΕΓΑΣΗ ΕΠΙΜΗΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΜΕ
ΚΑΜΑΡΕΣ ΑΠΟ ΠΕΤΡΑ, ΤΟΥΒΛΟ

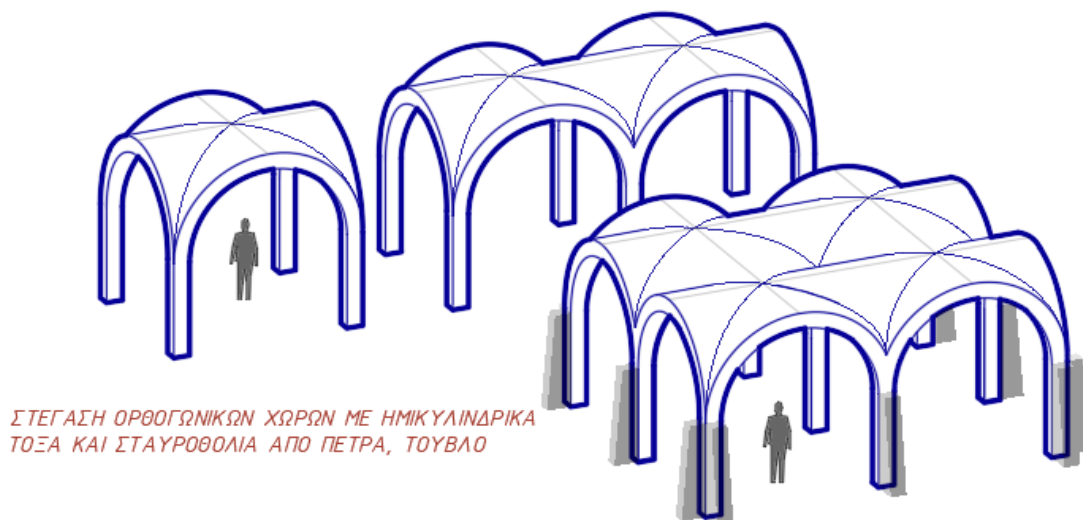
Σχέδιο 1.6 Στην αρχιτεκτονική των ημικυλινδρικών θόλων οι πλάγιες ωθήσεις αντιμετωπίζονται με αντιστηρίξεις ή αύξηση του πάρους των κατακόρυφων τοίχων.

Οι χώροι που στεγάζουν μπορεί να είναι επιμήκεις με τη χαρακτηριστική καμάρα. Ακολούθως η εξέλιξη οδήγησε στην κάλυψη χώρων με **διασταυρούμενες καμάρες** και η αλληλοτομία τους παράγει τα **σταυροθόλια** των οποίων η έξυπνη σχεδίαση απαιτεί εξελιγμένη γνώση γεωμετρίας.



Εικόνα 1.11

Σύστημα εξωτερικών επίστεγων αντηρίδων σε καμαροσκεπές κτίριο της Σαντορί

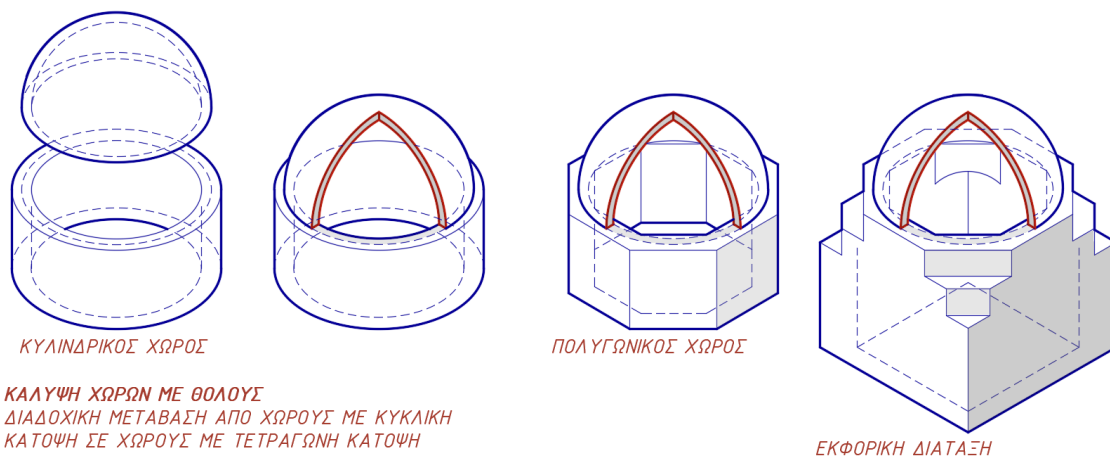


Σχέδιο 1.7 Κάλυψη ορθογωνικών χώρων με ημικυλινδρικά τόξα και σταυροθόλια.

1.1.3. Κάλυψη τεράστιων χώρων

Το τόξο είναι ένα σχήμα που λειτουργεί στο επίπεδο. Οι τρόποι να το χειριστούμε, όπως είδαμε, είναι είτε με εξώθηση κατά μια διεύθυνση παράγοντας θολοσκεπείς επιμήκεις χώρους είτε να το περιστρέψουμε παράγοντας τρούλους. Ο ευκολότερος τρόπος για την κατασκευή ενός **τρούλου** είναι να εδράζεται περιμετρικά σε ολόκληρη τη βάση του σε έναν κυλινδρικό χώρο. Το υλικό κατασκευής του μπορεί να είναι είτε πέτρα, είτε τούβλο, είτε και σκυρόδεμα. Το εκπληκτικότερο παράδειγμα είναι το «**Πάνθεον της Ρώμης**» από το 128 μ.Χ., με διάμετρο του χυτού τρούλου 43,30 m, κατασκευασμένου από σκυρόδεμα, που εδράζεται στο περιμετρικό κυκλικό κτίσμα από τούβλο με πάχος των τοίχων 6,00 m.

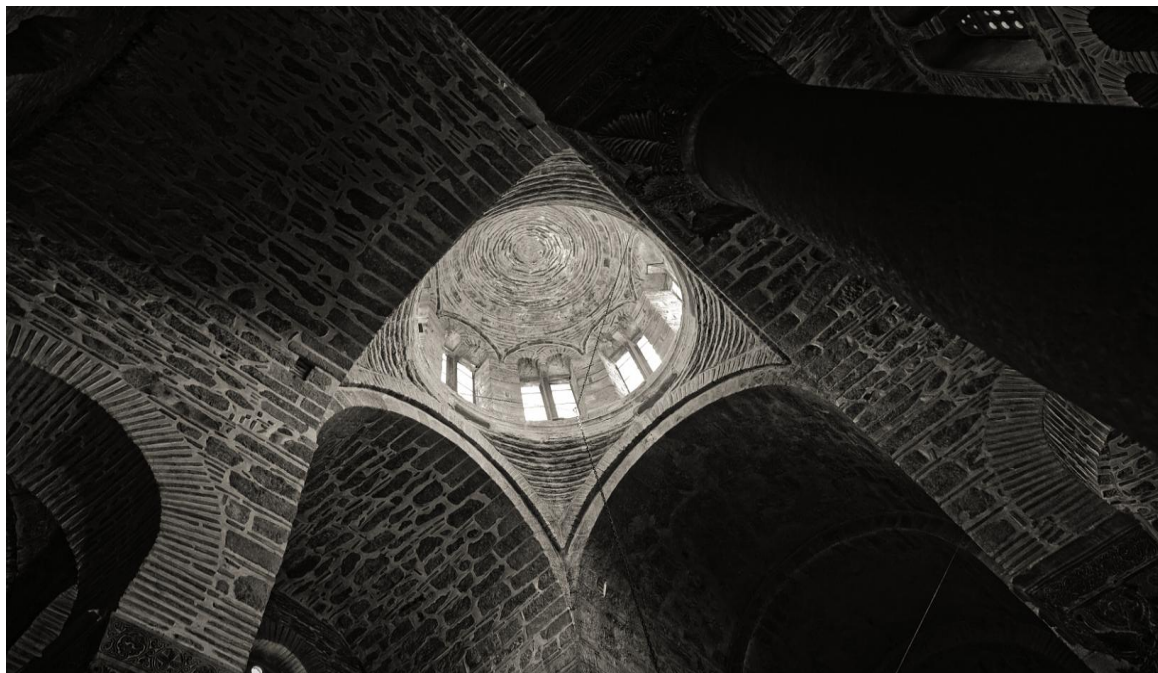
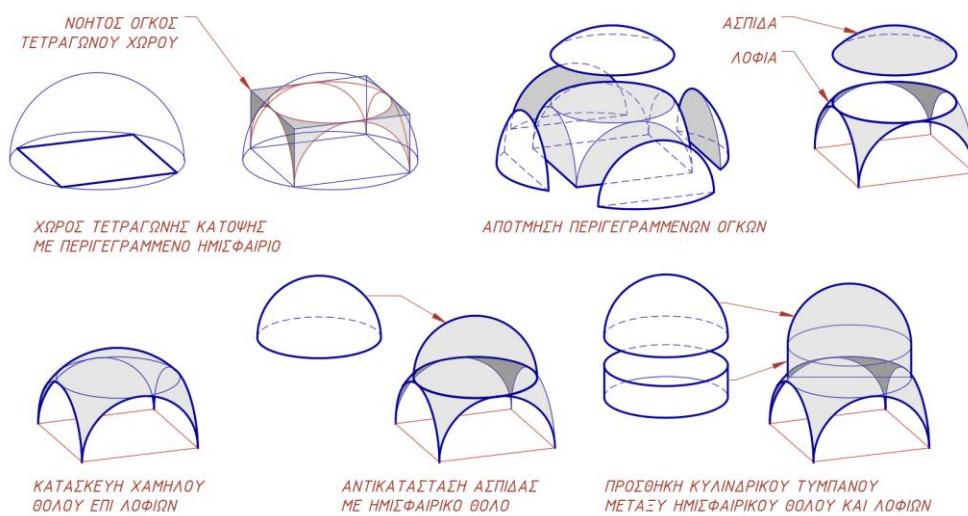
Το πρόβλημα που έπρεπε να λυθεί ήταν η δυνατότητα να καλύψει ορθογώνιους χώρους εκτός από τους κυκλικούς. Οι πρώτες προσπάθειες γίνονταν με την κατασκευή οκταγωνικών χώρων, ως την προφανή μετάβαση από τον κύκλο στο ορθογώνιο. Εξελικτικά ακολούθησαν ιδέες διαδοχικής μετάβασης καθ' ύψος από το τετράγωνο στο οκτάγωνο και στον στρογγυλό τρούλο.



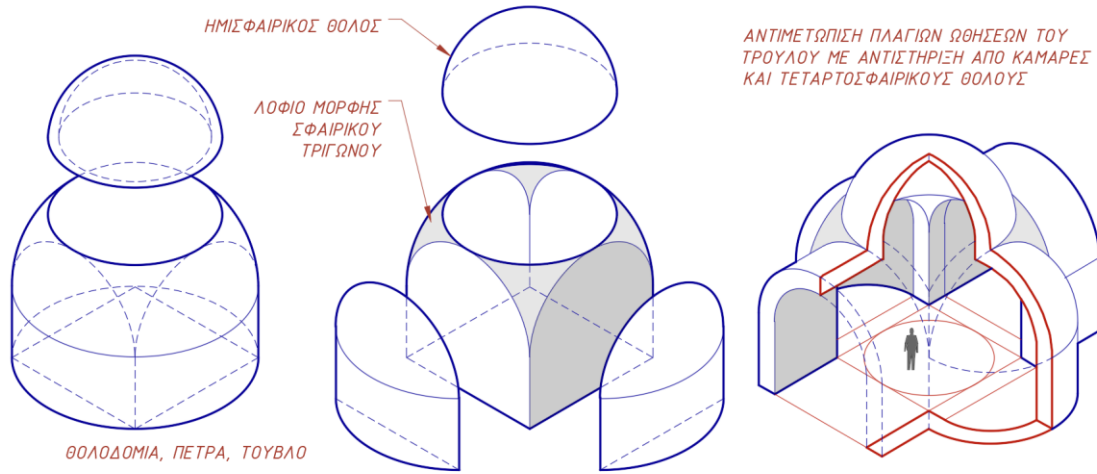
Σχέδιο 1.8 Κάλυψη χώρων με ημισφαιρικούς θόλους και διαδοχική μετάβαση από την κυκλική κάτοψη, στην πολυγωνική και τέλος στον τετράγωνο χώρο.

Η πραγματικά επαναστατική λύση, όμως, δόθηκε με τις **ασπίδες επί λοφίων** κατά τον σχεδιασμό της Αγίας Σοφίας στην Κωνσταντινούπολη από τους μαθηματικούς Ανθέμιο από τις Τράλλεις και Ισίδωρο από τη Μίλητο. Οι δύο αρχιτέκτονες του έργου έλυσαν το πρόβλημα της μετάβασης από τον υποκείμενο τετράγωνο χώρο, στον ημισφαιρικό θόλο διαμορφώνοντας τον δεύτερο σε **ασπίδα επί λοφίων** μορφής **σφαιρικών τριγώνων**, ως μεταβατική γεωμετρική κατασκευή. Αργότερα, μετά από κατάρρευση από σεισμό, ο αρχικός χαμηλός θόλος αντικαταστάθηκε από τον σημερινό σχεδόν ημισφαιρικό τρούλο με διάμετρο 31,5 m. Η τολμηρότητα της κατασκευής επέτρεψε επίσης να καλυφθεί ο τετράγωνος σηκός με πολύ ελαφριά κάλυψη, διάτρητη από φωτιστικά ανοίγματα, ενώ μπόρεσε να φτάσει τη διάμετρο του Πανθέου που είχε κυκλική κάτοψη και φωτιζόταν μόνον από το κεντρικό οπαίο.

Σχέδιο 1.9 Γεωμετρική απόδοση χαράξεων κάλυψης χώρων με ασπίδες επί λοφίων και ημισφαιρικών θόλων.



Εικόνα 1.12 Τρούλος Ναού της Θεοτόκου, Όσιος Λουκάς. Διακρίνεται με σαφήνεια το δομικό σύστημα και ο τρόπος χρήσης της πέτρας και του τούβλου. Στείρι Βοιωτίας, 11^{ος} αιώνας.

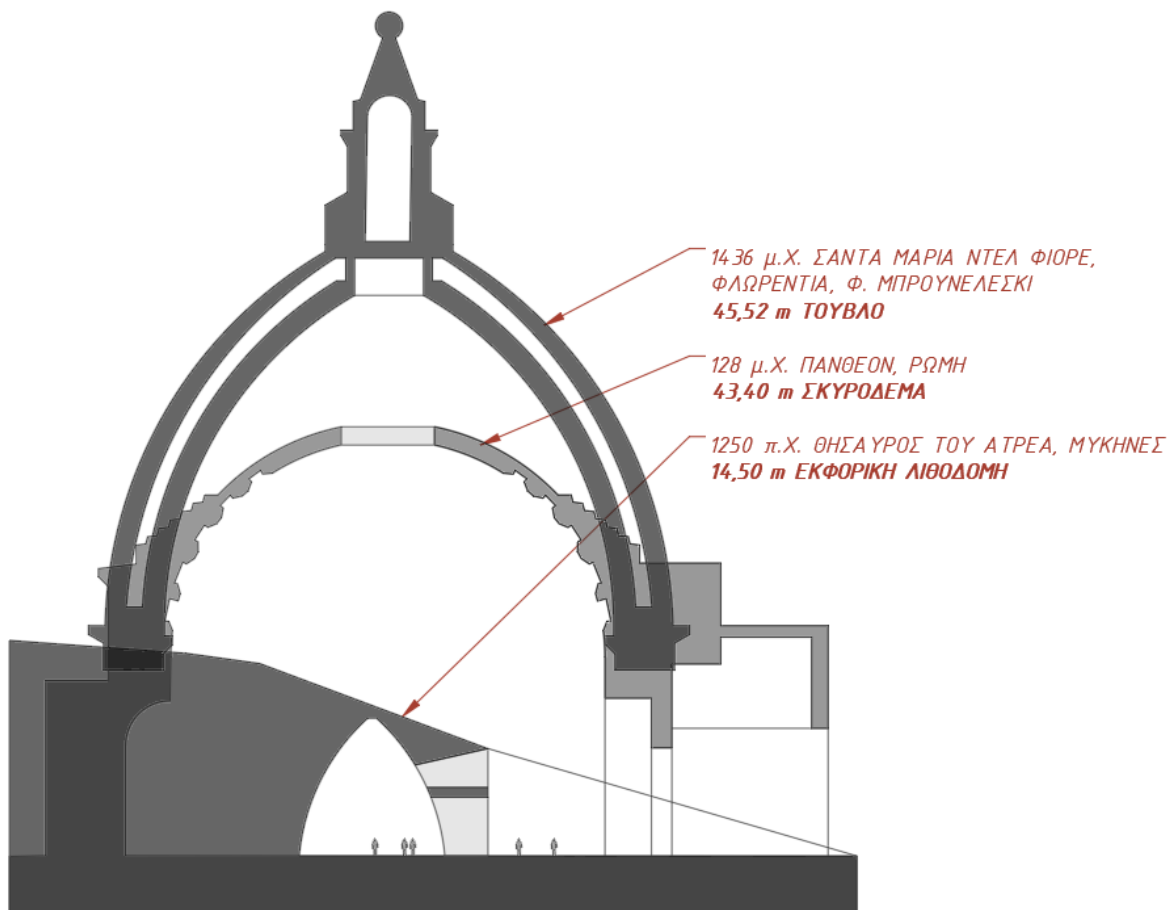


Σχέδιο 1.10 Γεωμετρική απόδοση αντιμετώπισης πλάγιων ωθήσεων των θόλων με τεχνικές αντιστηρίξεων.



Εικόνα 1.13 Τρούλος Οσίου Λουκά: διακρίνονται τα λοφία και τα τέσσερα ημικύκλια που εξασφαλίζουν τη μετάβαση της γεωμετρίας του χώρου από τον κύκλο στο τετράγωνο. Όσιος Λουκάς, Στείρι Βοιωτίας, 11^{ος} αιώνας.

Έχει σημασία να παρατηρήσουμε εδώ ότι τα τεχνολογικά άλματα γίνονται με πολύ βραδείς ρυθμούς. Η φιλοδοξία του ανθρώπου να ξεπεράσει τα προηγούμενα μεγέθη κινείται αργά. Στην ακόλουθη εικόνα φαίνονται χαρακτηριστικά οι τρεις γνωστοί θόλοι στην ιστορία της Αρχιτεκτονικής με χρονική απόσταση περισσότερο από 1.200 χρόνια ο ένας από τον άλλο. Ο αρχαιότερος είναι ο «**Θησαυρός του Ατρέα**» στις Μυκήνες που είναι βασιλικός τάφος κατασκευασμένος το 1.250 π.Χ. με εκφορική λιθοδομή και διάμετρο θόλου 14,5 m. Το επόμενο γνωστό κτίριο είναι το «**Πάνθεον της Ρώμης**» και το τελευταίο ο οκταγωνικός τρούλος στον **καθεδρικό της Φλωρεντίας** του 1.436 μ.Χ., κατασκευασμένος από τον Filippo Brunelleschi και με μεγαλύτερη διάμετρο του οκταγώνου 45,52 m, δηλαδή μόλις 1,80 m μεγαλύτερη από τη διάμετρο στο Πάνθεον, η κατασκευή του οποίου είχε προηγηθεί κατά 1.300 χρόνια.



Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΚΤΙΣΤΩΝ ΘΟΛΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Σχέδιο 1.11

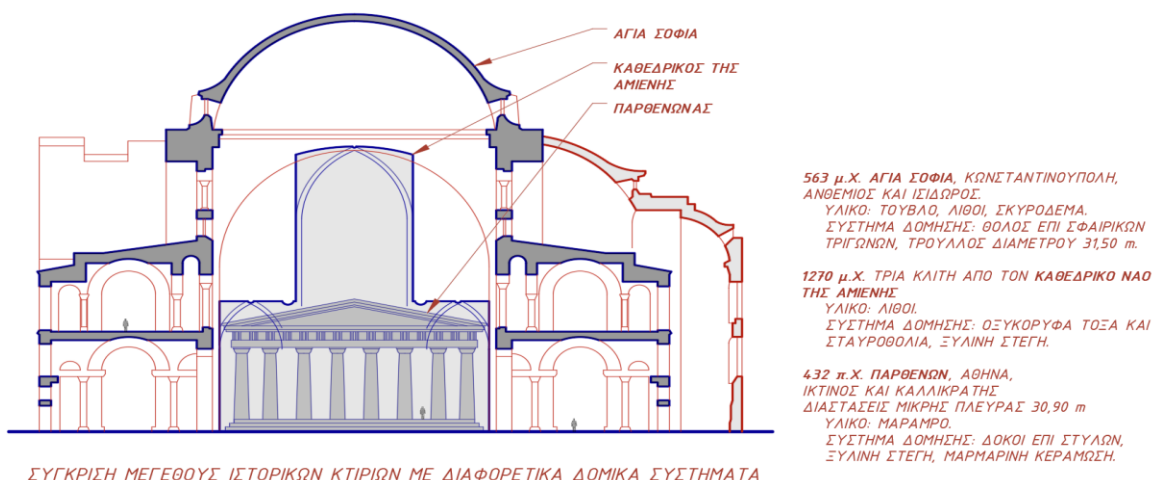
Ιστορική εξέλιξη γεφύρωσης ανοιγμάτων με κτιστούς θόλους από τη Μυκηναϊκή εποχή μέχρι την Αναγέννηση.



Εικόνα 1.14 Θόλος Θησαυρού του Ατρέα, διαμέτρου 14,5 m από λαξευμένους λίθους εκφορικά διατεταγμένους. Μυκήνες, 13^{ος} π.Χ. αιώνας.

1.1.4. Μέχρι και τον Μεσαίωνα

Μετά από δύομιση χιλιετίες πειραματισμών οι δυνατότητες κατασκευής μεγάλων χώρων με κτιστά υλικά από πέτρα, τούβλο, αλλά και χυτό σκυρόδεμα (όχι οπλισμένο) είχαν πλέον φτάσει στα όριά τους. Μονάχα μια τεχνολογική καινοτομία και νέα υλικά μπορούσαν να δώσουν νέα ώθηση. Ωστόσο αυτά τα μεγέθη είναι ήδη καταπληκτικά και μια συγκριτική παράθεση όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί μπορεί να αποκαλύψει το μέγεθος τέτοιων εγχειρημάτων. Βλέπουμε πως η μικρή πλευρά του Παρθενώνα χωράει άνετα κάτω από τον τρούλο της Αγίας Σοφίας ή για την ακρίβεια, μέχρι τον τρούλο μπορούν να χωρέσουν σε υπέρθεση τρεις Παρθενώνες.



Σχέδιο 1.12 Σύγκριση κλίμακας χώρων που δημιουργήθηκαν με ιστορικά συστήματα κατασκευών που χαρακτηρίζουν και τις δυνατότητες των συστημάτων (Πηγή: Grillo, P. (1960). Form Function and Design. Dover).

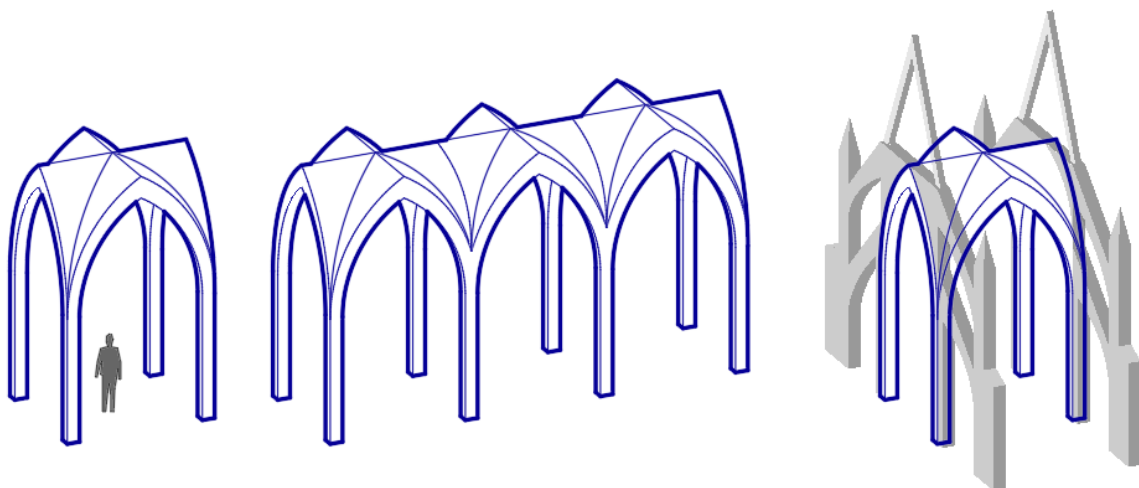
Μια ενδιάμεση εξέλιξη του τόξου που σημάδεψε την Ευρωπαϊκή αρχιτεκτονική τους μέσους αιώνες μέχρι την Αναγέννηση είναι η εκπληκτική είσοδος του οξυκόρφου τόξου που αντικατέστησε το ημικυκλικό τόξο. Οι αλληλοτομίες χώρων με οξυκόρυφα τόξα έδωσαν εκπληκτικές νέες δυνατότητες κάλυψης των χώρων με απίστευτη διαφάνεια και κατασκευή τεράστιων φωτιστικών ανοιγμάτων.

Όμως, οι κατασκευές αυτές κινδύνευαν με ανατροπή και απαιτούσαν ισχυρές αντιστηρίξεις. Το διδακτικά σημαντικό στοιχείο εδώ είναι ότι αυτό το αδύνατο σημείο του δομικού συστήματος, επιλύθηκε με επιτυχία με την ένταξη, με εκπληκτικό τρόπο, των αντηρίδων και των αντιστηρίξεων στην αρχιτεκτονική σύνθεση του έργου.



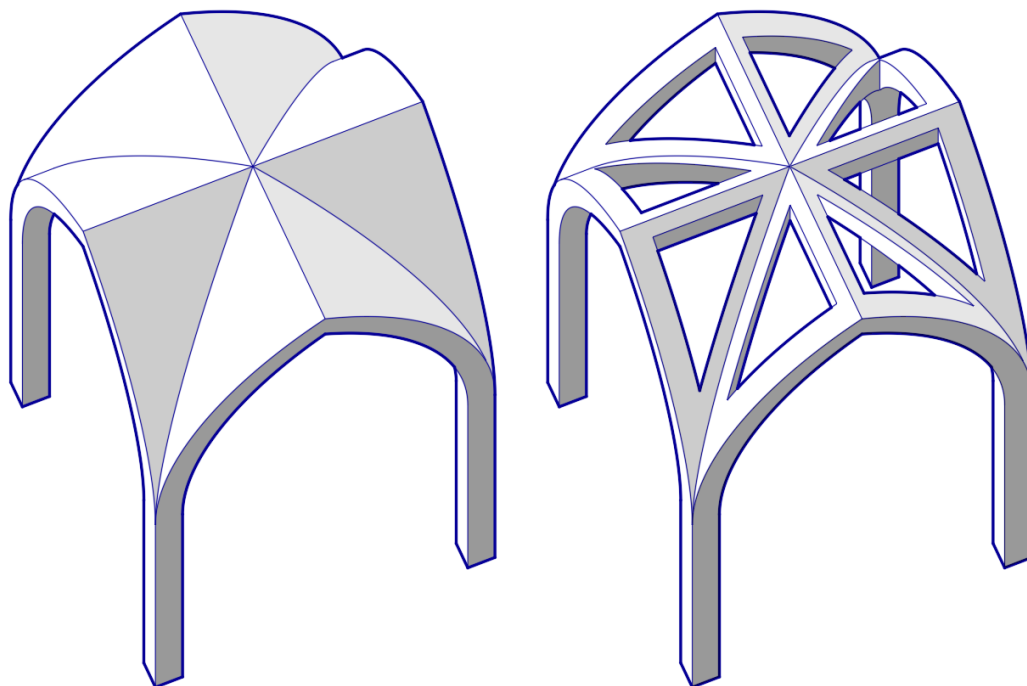
Εικόνα 1.15

Η Εκκλησία του Αγ. Μάρκου στη Βενετία. Πεντάτρουλη Βυζαντινή Βασιλική του 11^{ου} αι. με τη νεότερη προσθήκη του Γοτθικού πρόπυλου.



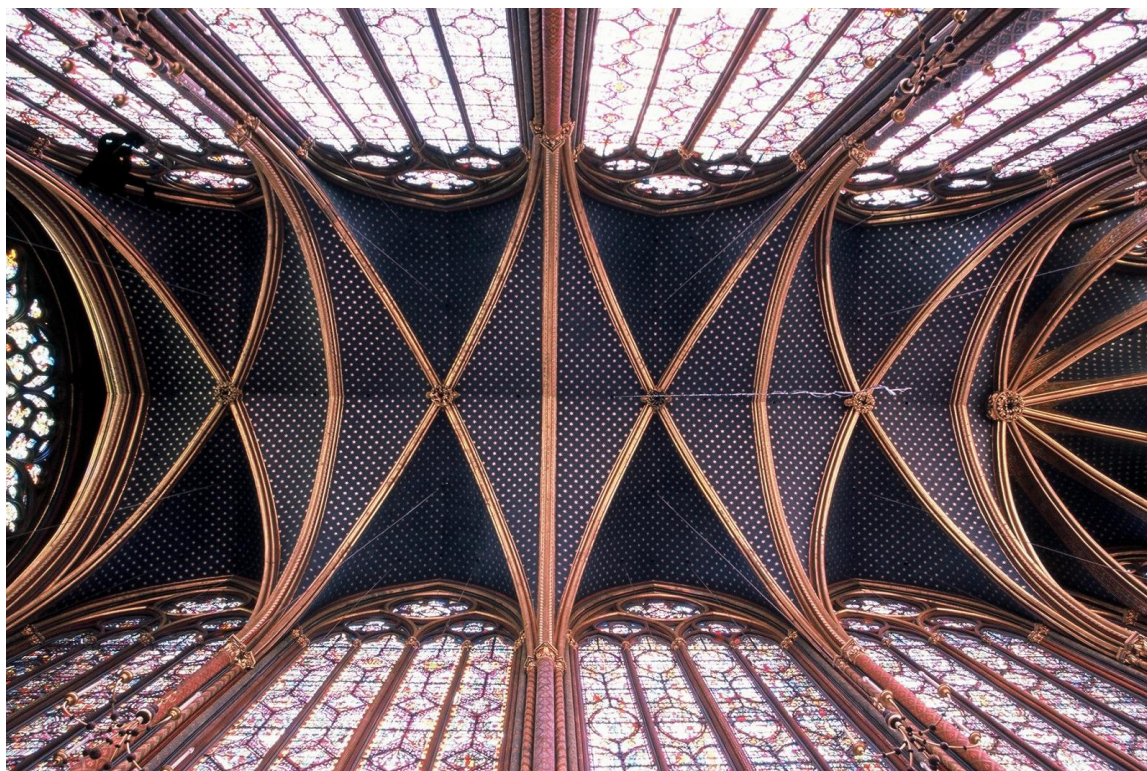
ΣΤΕΓΑΣΗ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΜΕ ΟΞΥΚΟΡΥΦΑ ΤΟΞΑ ΚΑΙ ΣΤΑΥΡΟΘΟΛΙΑ ΑΠΟ ΠΕΤΡΑ, ΤΟΥΒΛΟ

Σχέδιο 1.13 Κάλυψη χώρων με οξυκόρυφα σταυροθόλια και αντιμετώπιση των πλάγιων ωθήσεων με σύστημα εξωτερικών αντηρίδων.

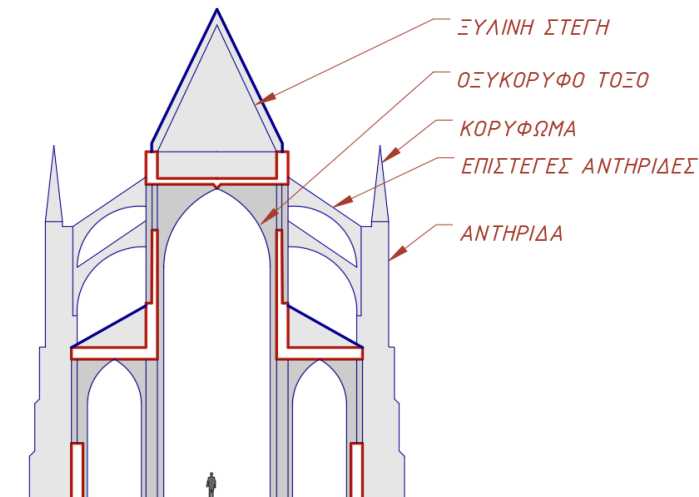


Σχέδιο 1.14 Σχηματική διάταξη νευρώσεων για την πρώτη φάση κατασκευής των οξυκόρυφων σταυροθολίων. Η πλήρωση των κενών γινόταν σε δεύτερη φάση.

Εικόνα 1.16 *Sainte-Chapelle*, άποψη του εσωτερικού της στέγης. Γοτθικός ρυθμός με οξυκόρυφα τόξα από την αλληλοτομία των οποίων σχηματίζονται σταυροθόλια με νευρώσεις. Παρίσι, 13^{ος} αιώνας.



Τα σταυροθόλια επέτρεπαν την κατασκευή νευρώσεων από μικρούς τυποποιημένους λίθους, με περιορισμένη χρήση ξυλοτύπων και τα κενά μεταξύ των νευρώσεων καλύπτονταν αργότερα με λίθους ή τούβλα, χωρίς τις δαπανηρές σκαλωσιές. Το σημαντικότερο στοιχείο όμως της Γοθτικής αρχιτεκτονικής, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα, είναι το σύνθετο και τολμηρό σύστημα αντηρίδων που περιέβαλαν εξωτερικά το κτίριο, ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα παραλαβής των πλάγιων ωθήσεων.



ΤΥΠΙΚΗ ΤΟΜΗ ΓΟΘΘΙΚΟΥ ΝΑΟΥ

Σχέδιο 1.15

Χαρακτηριστική εγκάρσια τομή γοθτικού ναού με λίθινα οξύκορυφα τόξα, σύστημα εξωτερικών αντηρίδων για την παραλαβή των πλάγιων ωθήσεων και επίσης οξύκορυφη ξύλινη στέγη επικαλυμμένη συνήθως με φύλλα μολύβδου ή χαλκού.



Εικόνα 1.17

Παναγία των Παρισίων. Επίστεγες αντηρίδες που υποστηρίζουν εξωτερικά τους τοίχους παραλαμβάνοντας τις πλάγιες ωθήσεις των σταυροθολίων. Για την αύξηση της σταθερότητας έχουν προστεθεί κορυφώματα. Το επιπλέον φορτίο αυξάνει τη σταθερότητα των αντηρίδων απομακρύνοντας τον κίνδυνο της ανατροπής. Παρίσι Γαλλία, 12^{ος} αιώνας.

1.1.5. Τα βιομηχανικά υλικά

Με την **εξέλιξη** των τεχνικών και την **πείρα** που αποκτάται, τα υλικά συνεχώς βελτιώνονται και αγγίζουμε επίπεδα τελειότητας με την αποθέωση του λίθου, ειδικά στη δημόσια αρχιτεκτονική και στα πλέον απαιτητικά τεχνικά έργα. Η αρχιτεκτονική του λίθου διατήρησε τα πρωτεία μέχρι την αυγή της Βιομηχανικής Επανάστασης στα μέσα του 18^{ου} αι., όπου έκαναν τη θριαμβευτική τους είσοδο στο προσκήνιο τα μοντέρνα υλικά, δηλαδή ο χάλυβας και το σπλισμένο σκυρόδεμα ως τεχνητός λίθος.

Φυσικά το σκυρόδεμα είναι γνωστό και έχει ήδη χρησιμοποιηθεί από την Αρχαιότητα. Αυτό που είναι καινούριο είναι ο τεχνητός απρόσκοπτος τρόπος παραγωγής του και, μαζί, η αντίστοιχη έρευνα και οι υπολογισμοί· τώρα πια, με τον κατάλληλο σπλισμό στη μάζα του, μπορεί να παραλάβει και εφελκυστικές τάσεις και, πολύ σημαντικό, μπορεί να πάρει οποιοδήποτε σχήμα με τη χύτευση σε καλούπια. Από την άλλη, η βιομηχανία σιδήρου πριν από το 1760, βασιζόταν μόνο σε μικρές τοπικές εγκαταστάσεις παραγωγής, που βρίσκονταν κοντά σε νερό, κάρβουνο και ασβεστόλιθο. Μετά το 1850, χάρη στον «κλίβανο του Μπέσεμερ», έγινε δυνατή η μαζική παραγωγή ελεγχόμενης ποιότητας χάλυβα.

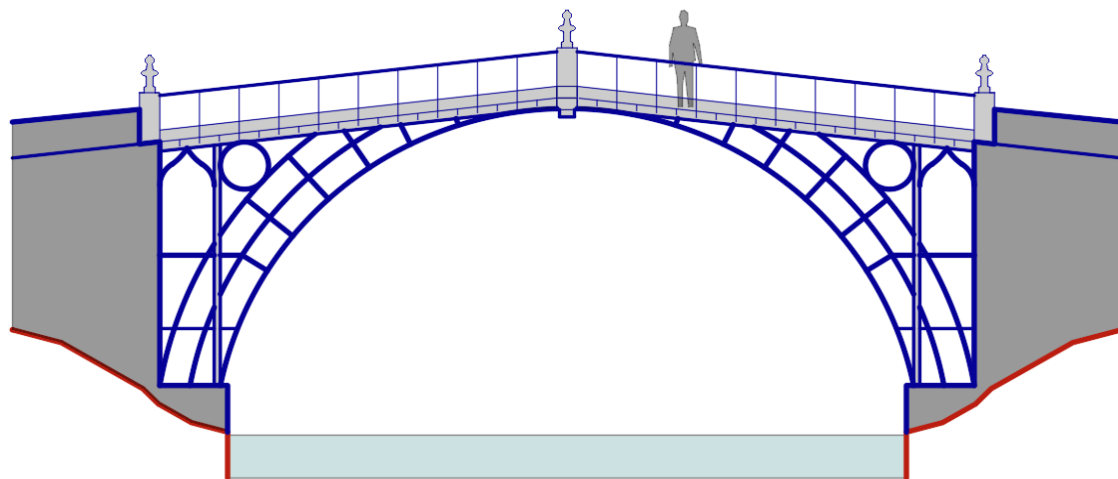
Οι κατασκευές, με τον ακριβή έλεγχο της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων και την πρόοδο της Στατικής επιστήμης, γίνονται πολύ λεπτοφυείς με οριακές διατομές και πλέον διαχωρίζεται επιστημονικά το επάγγελμα του **αρχιτέκτονα** και του **στατικού** (ή **πολιτικού μηχανικού**), ο οποίος και αναλαμβάνει στο εξής τους πολύπλοκους υπολογισμούς των εντατικών μεγεθών στους φορείς.

Ο χάλυβας μαζί με τον ατμό βρίσκουν αμέσως τον δρόμο τους στους σιδηροδρόμους και τη ναυπηγική τέχνη και έτσι απογειώνουν το διεθνές εμπόριο. Η ανάπτυξη των μέσων μεταφοράς, κυρίως των σιδηροδρόμων επέβαλε τον σχεδιασμό και την κατασκευή πρωτοφανών μέχρι τότε δικτύων και, πάνω από όλα, την κατασκευή γεφυρών. Αυτές συνιστούσαν τεχνικά έργα για τα οποία απαιτούνταν τεράστιοι οικονομικοί πόροι, που δικαιολογούνταν μόνον από την ωφέλεια που προκύπτει για την κοινωνία η οποία τα αναλαμβάνει. Σε τέτοια έργα βρίσκουν εφαρμογή τα νέα υλικά με τον πιο **τολμηρό τρόπο** και λειτουργούν ως **παραδείγματα** για την περαιτέρω εξέλιξή τους και τη μετέπειτα χρήση τους σε πιο τυπικές κατασκευές.



Εικόνα 1.18 Saint-Laurent-en-Royans, Γαλλία. Μικρή σιδερένια γέφυρα με μορφή φορέα της πρώιμης Βιομηχανικής εποχής από μεταλλικά καρφωτά δικτυώματα, των οποίων οι ράβδοι διασταυρώνονται.

Αρχικά τα νέα υλικά κάνουν την εμφάνισή τους σε κατασκευές με δειλό τρόπο. Το παράδειγμα που καθιέρωσε τον σίδηρο σε δομικά έργα ήταν η γέφυρα **Iron-Bridge**, που κατασκευάστηκε το **1779** στον ποταμό Severn στο Shropshire της Μεγάλης Βρετανίας.

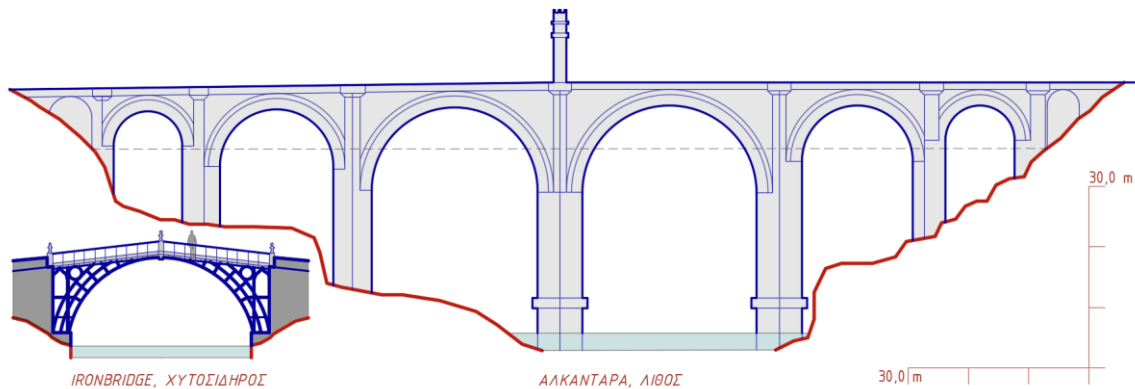


Σχέδιο 1.16 Όψη της πρώτης μεταλλικής γέφυρας Iron Bridge, που κατασκευάστηκε το 1779 στον ποταμό Severn στη Μεγάλη Βρετανία. Το άνοιγμα των χυτοσιδηρών τόξων γεφυρώνει 30 μέτρα.

Σχεδιάστηκε από τον Thomas Farnolls Pritchard για να εξυπηρετεί τη μεταφορά άνθρακα από τα τοπικά ορυχεία στις βιομηχανικές μονάδες της περιοχής. Η γέφυρα είχε ένα τοξωτό άνοιγμα μόλις 30,0 m και κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου από χυτοσίδηρο. Αποτελούνταν από πέντε προκατασκευασμένα χυτά επάλληλα τριαρθρωτά τόξα τα οποία μεταφέρθηκαν και ανεγέρθηκαν με μικρούς γερανούς στην τελική τους θέση. Την πρώιμη εκείνη εποχή δεν είχε ωριμάσει ακόμη η κατασκευή από μέταλλο σε όλες της τις λεπτομέρειες. Έτσι, τα εξαρτήματα χυτεύθηκαν ξεχωριστά για να ταιριάζουν μεταξύ τους σύμφωνα με τις βασικές αρχές ενός σχεδιασμού που, ως προς την κατασκευαστική λογική των λεπτομερειών, ακολουθούσε πρότυπα δανεισμένα από τις ξύλινες κατασκευές.

Η αξία του μετάλλου στις κατασκευές (χυτοσίδηρου στην αρχή, χάλυβα αργότερα), ως φέροντος δομικού υλικού, αποδείχτηκε κατά την ανέγερση αυτής της γέφυρας, όταν δεν χρησιμοποιήθηκαν ξυλότυποι που θα διέκοπταν τη ναυσιπλοΐα στον ποταμό, όπως συνέβαινε στις κατασκευές λίθινων γεφυρών. Επίσης, όμως, αποδείχτηκε και από το γεγονός ότι, στα χρόνια που ακολούθησαν, το μέταλλο κατάφερε να αντισταθεί στις πλημμύρες του ποταμού, κατά τις οποίες οι κοντινές λίθινες γέφυρες κατέρρευσαν.

Για να κατανοήσουμε το τεχνολογικό άλμα που έγινε στις κατασκευές, θα συγκρίνουμε με το παράδειγμα της Ρωμαϊκής γέφυρας στην Αλκάνταρα της Ισπανίας, επάνω από τον ποταμό Τάγο. Η λίθινη αυτή γέφυρα κατασκευάστηκε από τον μηχανικό Γάιο Ιούλιο Λάσερ (Gaius Julius Lacer) το 104-106 μ.Χ. επί βασιλείας του Τραϊανού. Έχει έξι τόξα με συνολικό μήκος 194 m, πλάτος 8,6 m και το άνοιγμα των μεγαλύτερων τόξων είναι 29,2 m. Το ύψος του μεγαλύτερου πυλώνα είναι 45,0 m και στη μέση του ανοίγματος υπάρχει ο πύργος με πύλη που της δίνει το τελικό ύψος 71,0 m, δηλαδή όσο ένα εικοσιπενταώροφο κτίριο. Το υλικό δομής της ήταν ο γρανίτης, ένα υλικό ήδη γνώριμο από αιώνες στη χρήση του και τις αντοχές του. Η δομή της γέφυρας μπορούσε να αντιστέκεται στις βίαιες πλημμύρες του Τάγου, οι οποίες σε αυτό το στενό σημείο του ποταμού έφταναν σε ύψος μέχρι και 30 m.



Σχέδιο 1.17 Σύγκριση σε ίδια κλίμακα δύο κατασκευαστικών μεθόδων, του λίθου και του μετάλλου. Είναι προφανές ότι ο σχεδιασμός με μέταλλο ως νεότερο υλικό στα πρώτα του βήματα ήταν άτολμος.

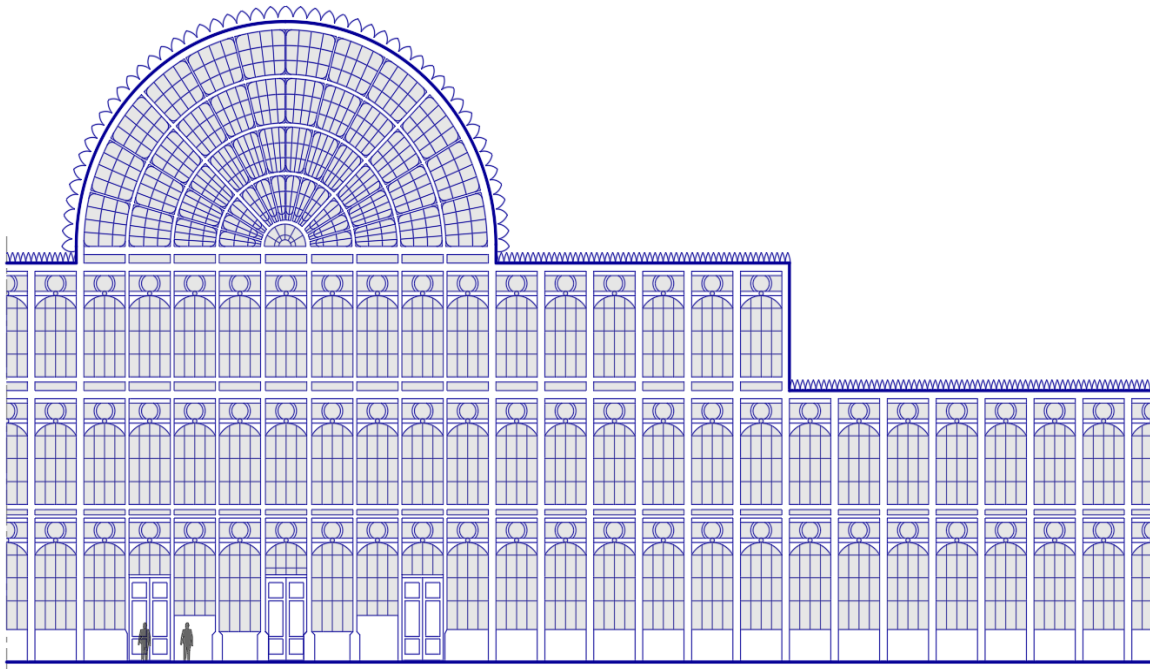
Η σύγκριση υπό ίδια κλίμακα των δύο γεφυρών που στηρίζονται στην ίδια σχεδιαστική αρχή του τόξου και που, όμως, παράγουν διαφορετικές μορφές, μας διδάσκει ότι η τόλμη του σχεδιασμού απαιτεί τη γνώση των υλικών. Η μεγάλη διαφορά στα μεγέθη δείχνει πως στην πρώτη περίπτωση, ο λίθος ήταν ήδη από την Αρχαιότητα ένα ώριμο τεχνολογικά υλικό και επέτρεπε τη χρήση στα όριά του, δίνοντας μια συμπαγή μορφή με βάρος και αδράνεια. Αντίθετα, η σιδερένια γέφυρα έδινε μια ελαφρά μορφή με τα αρθρωτά και εύκαμπτα μέλη, αλλά με πολύ μικρότερο μέγεθος, επειδή το μέταλλο διένυε μόλις τα πρώτα του βήματα ως δομικό υλικό και φυσικά τα πρώτα βήματα υπήρξαν συντηρητικά.



Εικόνα 1.19 Υδραγωγείο στον ποταμό Isère από λίθινες τοξοστοιχίες. Saint-Nazaire-en-Royans, Γαλλία.

Η βιομηχανική παραγωγή παγκοσμίως αποκτά τεράστια σημασία και οι εμπορικές βιομηχανικές εκθέσεις χρησιμοποιούνται για την προβολή εθνικών επιτευγμάτων σε αυτόν τον τομέα. Το **1851** για τη «Μεγάλη Έκθεση των Έργων της Βιομηχανίας όλων των Εθνών» στο Hyde Park του Λονδίνου, κατασκευάστηκε από τον **Joseph Paxton** ένα τεράστιο εκθεσιακό περίπτερο, το **Crystal Palace** (καταστράφηκε από πυρκαγιά το 1936) και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν προκατασκευασμένα και απόλυτα τυποποιημένα από χυτοσίδηρο και γυαλί.

Οι κατασκευαστικές διαστάσεις επιλέχθηκαν με βάση τα διαθέσιμα μεγέθη υαλοπινάκων της εποχής και όλα τα μεγέθη είχαν απλότητα και επαναληπτικότητα βασισμένη σε έναν κάρναβο των 3,70 m, ενώ όλες οι χυτοσιδηρές κολόνες είχαν ύψος 5,0 έως 5,7 m και διάμετρο 20,3 cm. Το γυαλί που κάλυπτε το κτίριο είχε συνολική επιφάνεια 84.000 m².

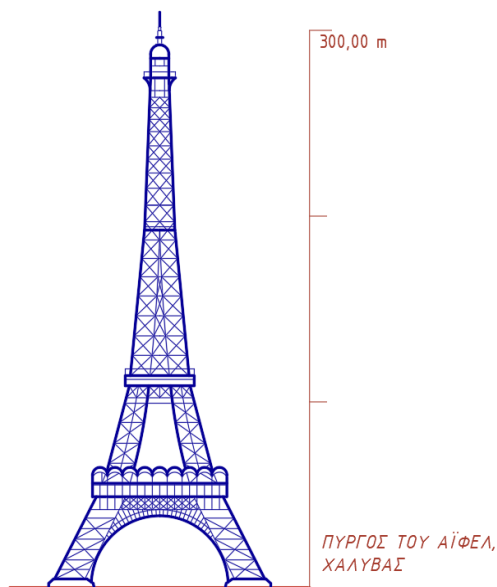


Σχέδιο 1.18

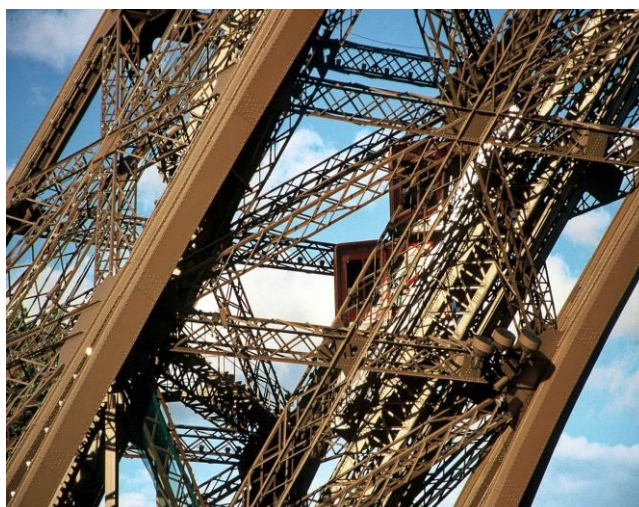
Τμήμα όψης του Crystal Palace, προκατασκευασμένα φέροντα μεταλλικά στοιχεία από χυτοσίδηρο και κάλυψη με γυαλί.

1.1.6. Οδηγώντας τα υλικά στα όριά τους

Αντίστοιχα, στη μεγάλη παγκόσμια εμπορική έκθεση στο Παρίσι του **1889** εγκαινιάστηκε το πιο γνωστό μέχρι σήμερα κτίριο, σχεδιασμένο από τον πολιτικό μηχανικό Γουστάβο Άιφελ (Gustave Eiffel) και με αρχιτέκτονα του έργου τον Stephen Sauvestre, ο ομώνυμος «**Πύργος του Άιφελ**» ή «**Πύργος των 300 μέτρων**». Η χρήση του χάλυβα είχε ήδη ωριμάσει και ήταν η πιο ενδεδειγμένη για την υλοποίηση μιας απόλυτα **εμβληματικής** και τολμηρής κατασκευής που θα σηματοδοτούσε τη δύναμη της Βιομηχανικής Επανάστασης. Ο πύργος θα αποτελούσε ένα εφήμερο έκθεμα, κατασκευασμένο για το χρονικό διάστημα που θα διαρκούσε η έκθεση. Έχει ύψος 300 m, ενώ μέχρι το κορύφωμα φτάνει τα 330 m και αναδεικνύει τις πρωτοφανείς δυνατότητες του νέου υλικού που έψαχνε για νέες τολμηρές εφαρμογές.



Σχέδιο 1.19 Πύργος του Άιφελ από χάλυβα, ύψους 300,0 m.



Εικόνα 1.20 Ο χαλύβδινος Πύργος του Άιφελ σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από τον Γουστάβο Άιφελ για την Παγκόσμια Έκθεση των Παρισίων το 1889.

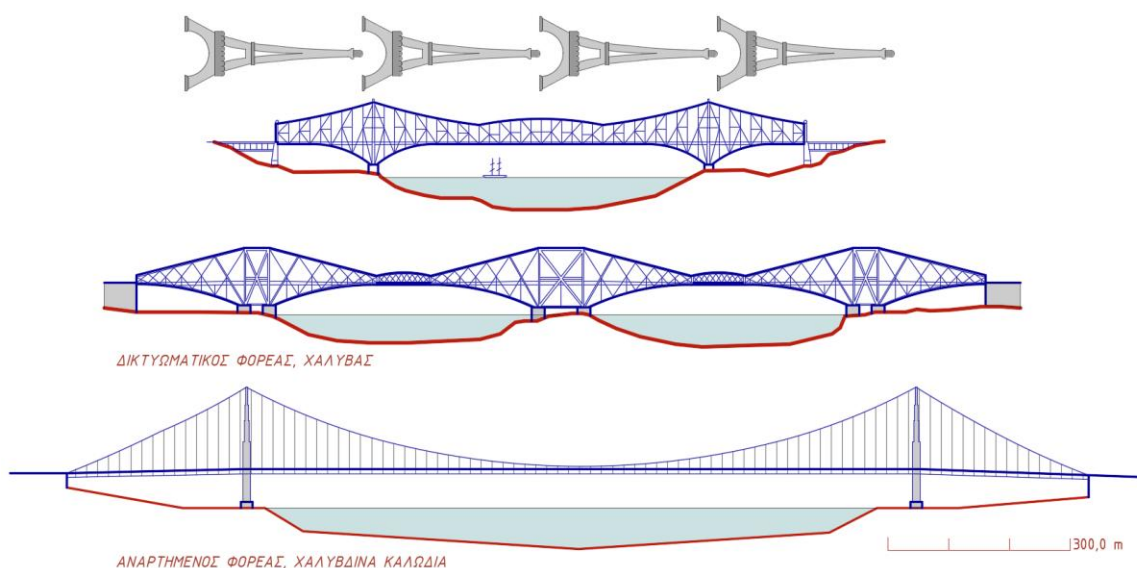
Οι γεωμετρικά αυξανόμενες ανάγκες για εμπορικούς δρόμους με τρένο απαιτούσε την κατασκευή εκτεταμένων σιδηροδρομικών δικτύων. Τότε άρχισαν να σχεδιάζονται δικτυωματικές γέφυρες τρένων που κάλυπταν τεράστια ανοίγματα, όπως αυτή στο «**Firth of Forth**» στη Σκωτία. Η γέφυρα αυτή κατασκευάστηκε το **1890**, είχε πολλαπλά ανοίγματα, το μεγαλύτερο από τα οποία έχει μήκος 520 m. Την ίδια εποχή αρχίζει να κατασκευάζεται και η γέφυρα στον ποταμό **St. Lawrence** στο **Κεμπέκ** του Καναδά με συνολικό μήκος 987 m με το μεγαλύτερο άνοιγμα στα 549 m. Η γέφυρα αυτή άρχισε να κτίζεται το **1896**, ολοκληρώθηκε όμως το **1920** αφού προηγουμένως είχε καταρρευσει δύο φορές (την πρώτη φορά κατέρρευσε το 1907 και τη δεύτερη το 1916). Η ωφέλεια από την κατασκευή τέτοιων έργων υποδομής δικαιολογούσε τα τόσο τολμηρά εγχειρήματα, καθώς και τις σπάνιες (απρόβλεπτες) αποτυχίες που συνέβησαν, κυρίως επειδή η χρήση του νέου υλικού δεν είχε ωριμάσει. Τα πλεονεκτήματα των μεταλλικών φορέων είναι ότι μπορούσαν να γεφυρώσουν ανοίγματα ασύλληπτα μέχρι τότε, αλλά και επίσης —όπως στην Iron-Bridge— ότι η μέθοδος κατασκευής με «**προβολοδόμηση**», εξασφάλιζε σε όλο το χρονικό διάστημα των εργασιών ανέγερσης την ελεύθερη κίνηση των πλοίων και δεν απαιτούσε την

κατασκευή δαπανηρών κριωμάτων που θα είχαν ως συνέπεια και την παρεμπόδιση της ναυσιπλοΐας. Φυσικά, η τελική στάθμη του καταστρώματος ήταν σε τέτοιο ύψος που επέτρεπε την ελεύθερη διέλευση των ιστιοφόρων της εποχής.

Η τεχνική της «**προβολοδόμησης**» στηριζόταν στην ιδέα να κατασκευάζονται ταυτόχρονα διπλοί πρόβολοι, εκατέρωθεν των κεντρικών πυλώνων, που να ισορροπούν μεταξύ τους. Σταδιακά και συμμετρικά οι πρόβολοι επεκτείνονταν, μέχρι που ο καθένας τους να φτάσει και να ενωθεί με τον αντίστοιχο πρόβολο του απέναντι πυλώνα.

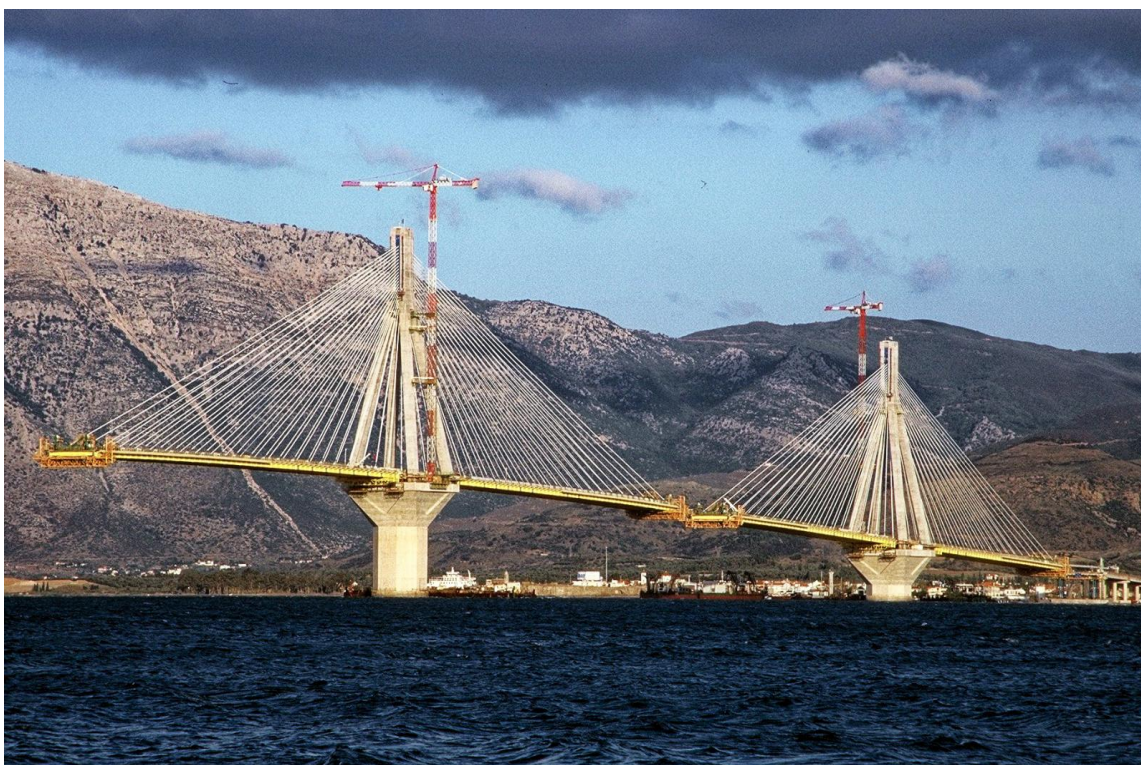
Η τεχνολογία καλπάζει και το **1937** εγκαινιάζεται η γέφυρα «**Golden Gate**» στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ με στατικό τον Joseph Strauss και αρχιτέκτονες τους Irving Morrow και Charles Ellis. Εκεί εφαρμόζεται μια νέα τεχνολογική εκδοχή του μετάλλου, τα **χαλύβδινα καλώδια**, που επιτρέπουν την κατασκευή αναρτημένου καταστρώματος 6 λωρίδων κυκλοφορίας, ενώ το άνοιγμα που γεφυρώνουν ανάμεσα στους πυλώνες έχει μήκος 1.280 m.

Το σχέδιο έχει προκριθεί σε αρχιτεκτονικό διαγωνισμό, όπου τα κριτήρια της επιτροπής είναι τεχνικά —όπως η μη διακοπή της ναυσιπλοΐας κατά την κατασκευή—, αλλά και αμιγώς αρχιτεκτονικά, καθώς ένα τέτοιο έργο έπρεπε να εντάσσεται στο περιβάλλον του κόλπου. Το χρώμα της γέφυρας ήταν το πορτοκαλί βερμιγιόν και επιλέχθηκε από τον Irving Morrow επειδή ήταν συμπληρωματικό χρώμα στο φυσικό περιβάλλον στο οποίο εντασσόταν η γέφυρα και, επιπλέον, βοηθούσε στην ορατότητα της γέφυρας σε περίπτωση ομίχλης.



Σχέδιο 1.20 Συγκριτικά μεγέθη ανοιγμάτων γεφυρών από δικτυώματα και καλώδια.

Τα χρονικά άλματα και οι συγκρίσεις των κατασκευών είναι σίγουρα ακραίες, αλλά συνδέονται όλες κάτω από την ίδια ανάγκη του ανθρώπου, να ικανοποιήσει τις ανάγκες του. Το επάγγελμα του πολιτικού μηχανικού (σε αντιδιαστολή με εκείνο του στρατιωτικού μηχανικού) ανοίγεται σε τεράστιες προκλήσεις της κάθε εποχής. Στη «**Firth of Forth**» τα ανοίγματα των διπλών προβόλων είναι σχεδόν 600 m, δηλαδή κάθε πρόβολος είναι όσο ο «Πύργος του Άιφελ», πρόκειται δηλαδή για την **κατασκευή του Πύργου σε πρόβολο**. Στο παράδειγμα της «Golden Gate», το καθαρό άνοιγμα είναι περισσότερο από το τετραπλάσιο του «Πύργου Άιφελ».



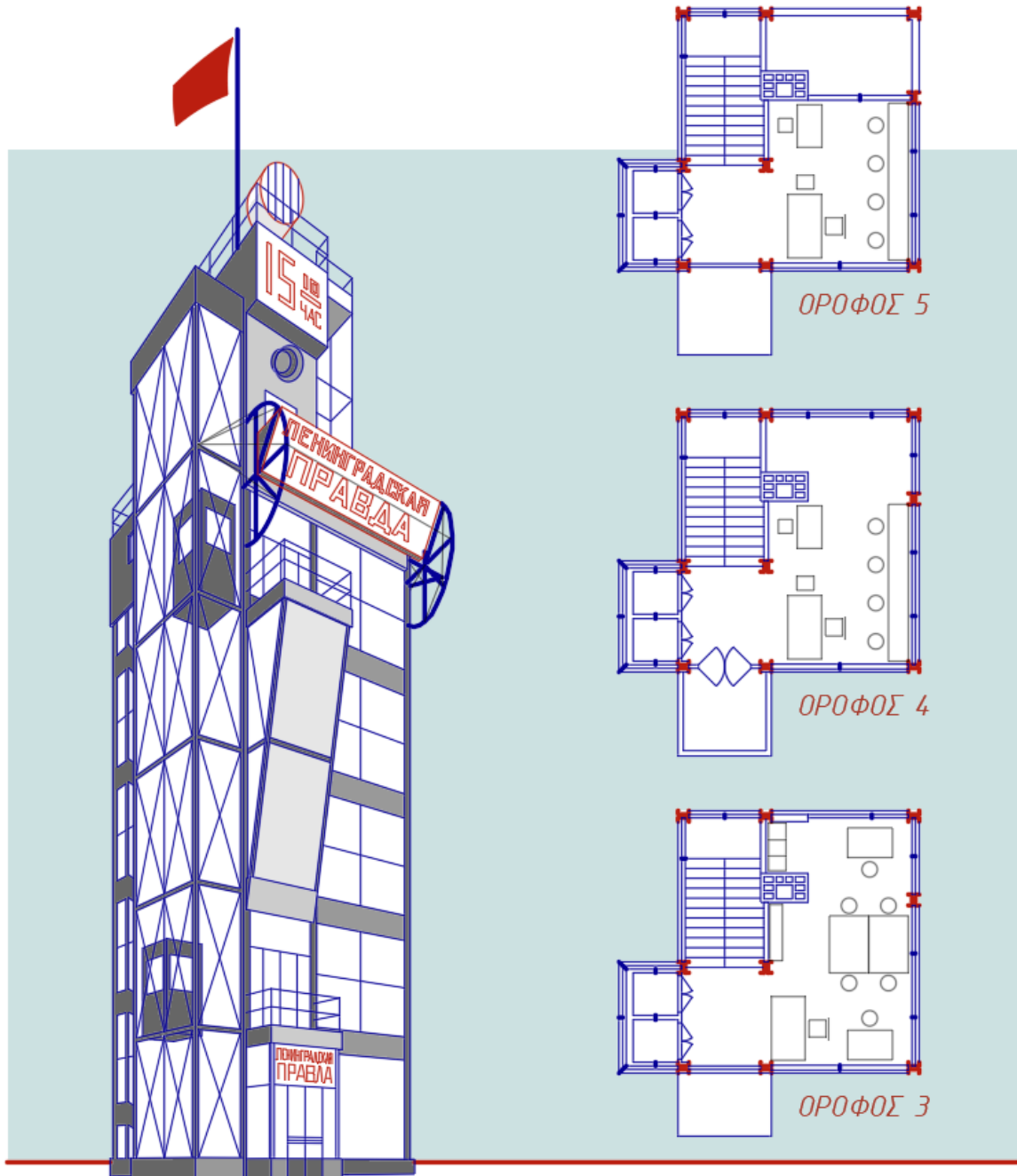
Εικόνα 1.21 Η γέφυρα Ρίου Αντιρρίου κατά το στάδιο της κατασκευής της.

Το κατάστρωμα αναρτάται από πυλώνες με συρματοσχοίνα σε μορφή βεντάλιας. Κτίζεται συμμετρικά εκατέρωθεν των πυλώνων από σκυρόδεμα, με τη μέθοδο της προβολοδόμησης ώστε το στενό να παραμένει συνεχώς ανοικτό στη ναυσιπλοΐα. Η απόσταση μεταξύ των δύο πυλώνων της εικόνας είναι 560 m και είναι η γέφυρα με το μεγαλύτερο συνεχές οδόστρωμα που έχει μήκος 2.252 m. Αποπερατώθηκε το 2004.

1.1.7. Μοντέρνοι καιροί

Ωστόσο το μέταλλο, υλικό από τη φύση του εμβληματικό, δεν είχε βρει ακόμα αυτοτελή χώρο στην αρχιτεκτονική. Οι κατασκευές μιμούνταν ιστορικιστικά πρότυπα με χυτοσιδηρά υποστυλώματα Ιωνικού ρυθμού, όπως για παράδειγμα η «**βιβλιοθήκη Sainte-Geneviève**» στο Παρίσι από τον **Henri Labrouste** που εγκαινιάστηκε το 1851. Πολύς δρόμος είχε να διανυθεί μέχρι το μέταλλο να βρει το λεξιλόγιό του αλλά και να ξεπεράσει τις συνθετικές δυσκολίες για να εφαρμοστεί σε κτίρια που δεν ήταν μνημειακά.

Το 1923 από τους Ρώσους Κονστροκτιβιστές αρχιτέκτονες, **αδελφούς Βεονίν** (Αλέξανδρο, Βίκτωρα και Λεονίντ), προτείνεται ένας μικρός εξώροφος πύργος από μέταλλο και γυαλί με κάτοψη 6x6 m με πρωτοποριακή και ορθολογική μορφή. Το μεταλλικό κτίριο προορίζεται να στεγάσει τα γραφεία της εφημερίδας «**Πράβδα του Λένινγκραντ**» στη Μόσχα. Το κτίριο ήταν απαλλαγμένο από κάθε είδους γλυπτικές γραφικότητες και συνθετικά διακήρυττε την **ανεξάρτητη δομική αρχιτεκτονική μορφή**, η οποία δεν χρειάζεται στολίδια και, όπως θα δούμε αργότερα, θα σημαδέψει προφητικά τον τρόπο με τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί το νέο υλικό όλες τις επόμενες δεκαετίες.



Σχέδιο 1.21 Αδελφοί Βεσνίν, πρόταση για το κτίριο της «Πράβδα του Λένινγκραντ».

Το **οπλισμένο σκυρόδεμα**, προϊόν και αυτό της Βιομηχανικής Επανάστασης, αντίθετα από τον χάλυβα, στην αρχή χρησιμοποιείται δειλά στις κτιριακές κατασκευές, υποκαθιστώντας την πέτρα και το ξύλο χωρίς όμως να έχει αποκτήσει μια ιδιαίτερη ταυτότητα και αυτοτέλεια ως υλικό. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται για πρώτη φορά το 1907 και εντάσσεται συντηρητικά σε κτίρια από λιθοδομή: αντικαθιστά το ξύλο σε πατώματα και στέγες, ενώ τα κτίρια ακολουθούν τα μορφολογικά παραδείγματα του παρελθόντος και εξαντλούνται σε εκλεκτικιστικούς πειραματισμούς.

Η πρώτη θεωρητική καταγραφή η οποία αλλάζει για πάντα τον χάρτη της μέχρι τότε αρχιτεκτονικής είναι η τολμηρή διακήρυξη του 1926 από τον Ελβετό αρχιτέκτονα **Le Corbusier** στα «**Πέντε**

σημεία για μια νέα Αρχιτεκτονική» και η οποία συμπίπτει με τα σχέδιά του για τα σπίτια του οικισμού **Weissenhof** στην **Στουτγάρδη**, στη δεύτερη μεγάλη έκθεση του Γερμανικού καλλιτεχνικού συνδέσμου.

Οφείλουμε να καταλάβουμε ότι αυτή η διακήρυξη σηματοδότησε την τεράστια επιρροή της νέας αρχιτεκτονικής που έβαζε ξανά τον αρχιτέκτονα στο επίκεντρο του σχεδιασμού. Ο Le Corbusier επισημαίνει ότι οι θεωρητικές παρατηρήσεις που κάνει στηρίζονται στη μακρόχρονη πείρα του στον τόπο της δουλειάς και ότι «...η θεωρία απαιτεί σύντομη διατύπωση και δεν πρόκειται για αισθητικές φαντασίες ή επιδίωξη δημιουργίας εντυπώσεων, αλλά για αρχιτεκτονικές πραγματικότητες που σημαίνουν μία εντελώς νέα δόμηση από την κατοικία μέχρι το παλάτι». Τα **πέντε** αυτά **σημεία** της νέας αρχιτεκτονικής είναι τα ακόλουθα:

Πρώτο σημείο, η **σημειακή θεμελίωση** και τα **ελεύθερα υποστυλώματα** ανά τακτά διαστήματα, που αποτελούν πλέον τον φορέα, σε αντίθεση με τους μέχρι τότε περιμετρικούς φέροντες τοίχους από λιθοδομή. Το κτίριο τώρα πια μπορεί να υπερυψωθεί και το ισόγειο να παραμείνει ελεύθερο με την κατασκευή **pilotis**. Οι χώροι του σπιτιού απομακρύνονται από την υγρασία της γης, έχουν περισσότερο φως και αέρα και το έδαφος παραμένει ελεύθερο.

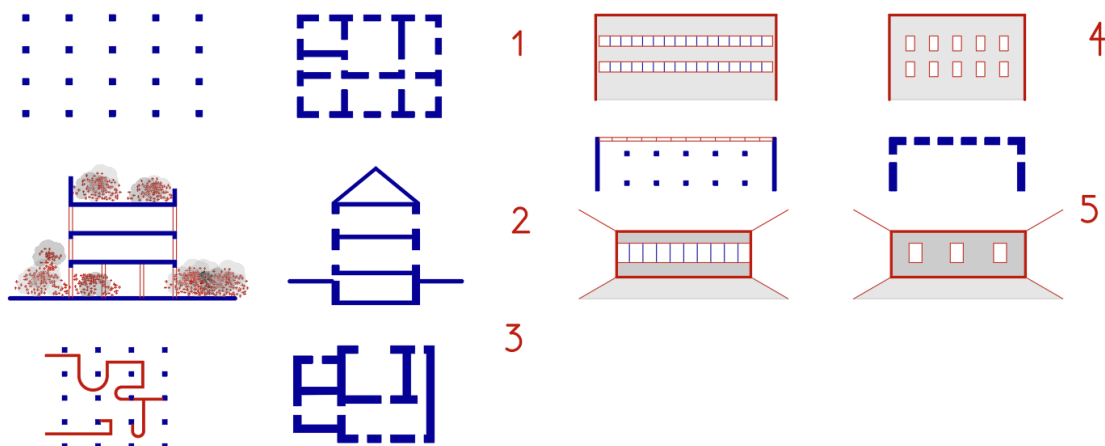
Δεύτερο σημείο, οι **κήποι στα επίπεδα δώματα** με τη φύτευση φυτών ή ακόμα και δέντρων και με τρόπο που να δίνεται στην ταράτσα μια ωφέλιμη εκμετάλλευση.

Τρίτο σημείο, η **ελεύθερη διαμόρφωση** των εσωτερικών χώρων, ανεξάρτητα από τις θέσεις των υποστυλωμάτων, καθώς οι ενδιάμεσοι τοίχοι μπορούν να χτιστούν όπου το απαιτούν οι ανάγκες. Αυτό δίνει απόλυτη ελευθερία για την εσωτερική διαμόρφωση της κάτοψης, αφού δεν υπάρχουν τοίχοι να στηρίζουν, αλλά μεμβράνες με το πάχος που κάθε φορά εμείς θέλουμε.

Τέταρτο σημείο, είναι η δυνατότητα να έχουμε **συνεχή οριζόντια παράθυρα** στην πρόσοψη, μέσα από τα οποία να μπαίνει στο εσωτερικό του σπιτιού πλούσιο το φως και ο αέρας. Έτσι οι κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα έδωσαν για πρώτη φορά τη δυνατότητα του μέγιστου φυσικού φωτισμού των εσωτερικών χώρων.

Πέμπτο σημείο, η **πρόσοψη διαμορφώνεται ελεύθερα** επειδή η πλάκα του πατώματος εξέρχεται από τα υποστυλώματα και στηρίζεται πλέον στο περιμετρικό μπαλκόνι. Έτσι μεταφέρουμε ολόκληρη την πρόσοψη πέρα από το σύστημα των υποστυλωμάτων και αυτή παύει πια να στηρίζει. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να «τραβήξουμε» τα παράθυρα όσο θέλουμε κατά μήκος χωρίς άμεση σχέση με την εσωτερική διαίρεση.

Το μανιφέστο συνοψίζει emphaticά και προφητικά, ότι τα παραπάνω πέντε βασικά σημεία σημαίνουν **μια θεμελιακά νέα αισθητική και δεν μας μένει πια τίποτε από την αρχιτεκτονική προηγούμενων εποχών.**



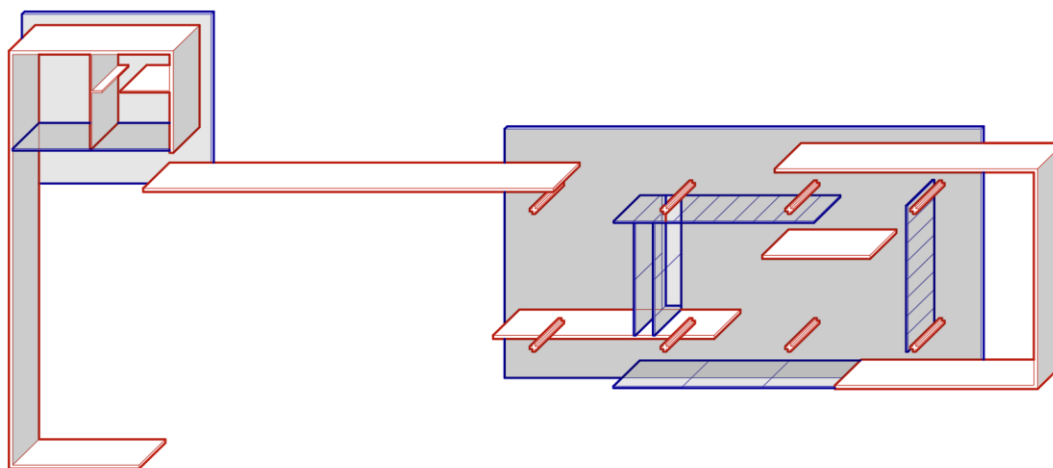
Σχέδιο 1.22 Σκαριφηματική απόδοση των «Πέντε Σημείων για μια νέα Αρχιτεκτονική»

Ολοκληρώνοντας, κάνει σημαντικές κατασκευαστικές παρατηρήσεις, όπου εκλαμβάνει τη δομική **κατασκευή** ως την **ωφέλιμη και συνεπή σύνδεση των δομικών στοιχείων**. Θεωρεί ότι στη νέα εποχή με τη μαζική παραγωγή, έχουμε δομικά στοιχεία στα μέτρα μας, φτηνά και καλά, που μπορούν να παραχθούν σε απεριόριστο αριθμό, ενώ οι **βιομηχανίες** φροντίζουν για τη συμπλήρωση και την τελειοποίηση των δομικών στοιχείων. Ο **αρχιτέκτονας** έχει πλέον στα χέρια του τα υλικά που του χρειάζονται, η αρχιτεκτονική του φαντασία μπορεί να αναπτυχθεί ελεύθερα και μόνον αυτή να καθορίζει —μαζί με το δομικό πρόγραμμα— την αρχιτεκτονική του. Και κλείνει πανηγυρικά **«Έρχεται η εποχή των αρχιτεκτόνων»**.



Εικόνα 1.22 Le Corbusier και Pierre Jeanneret, Κτίριο 14-15, κατασκευάστηκε το 1927 στο συγκρότημα κτιρίων του Weissenhof Estate στη Στουτγάρδη της Γερμανίας. Ενσωματώνει όλες τις σχεδιαστικές αρχές της διακήρυξης των «Πέντε Σημείων για μια νέα Αρχιτεκτονική» του Μοντέρνου κινήματος.

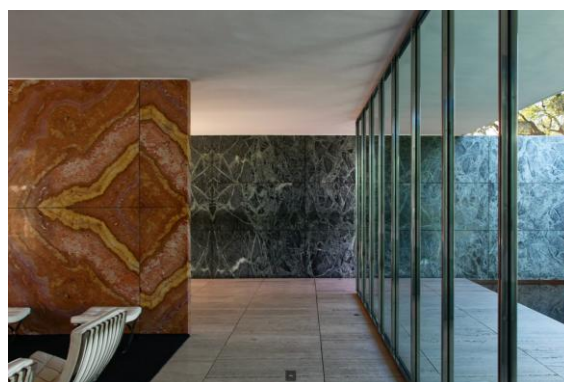
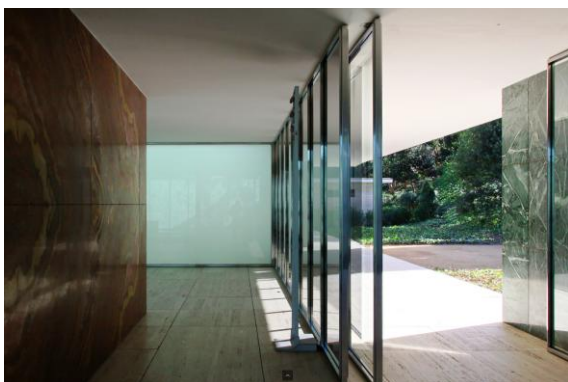
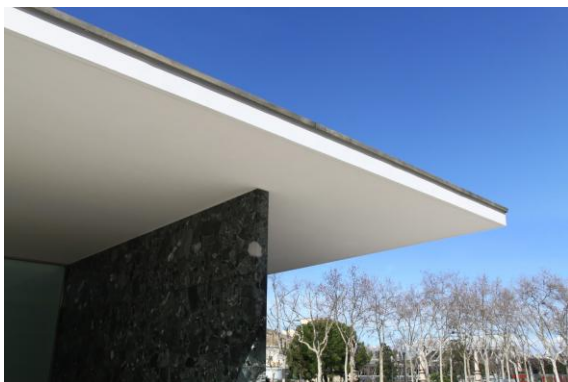
Έναν χρόνο μετά τη διακήρυξη, δηλαδή το **1929**, ο Γερμανός αρχιτέκτονας **Ludwig Mies van der Rohe** με τη Γερμανίδα σχεδιάστρια **Lilly Reich** σχεδίασαν το προσωρινό Γερμανικό περίπτερο για τις ανάγκες των εγκαινίων της Διεθνούς Εμπορικής Έκθεσης της Βαρκελώνης στην Ισπανία [Για την ακρίβεια, το 1927 προτείνεται η προσθήκη των εθνικών περιπτέρων, τον Σεπτέμβριο του 1928 ξεκινά ο σχεδιασμός του Γερμανικού περιπτέρου και αρχές του 1929 η κατασκευή του]. Το κτίριο, παρά το μικρό του μέγεθος, έμεινε στην ιστορία ως το **«Barcelona Pavilion»** και ενσωμάτωσε με εξάισιο τρόπο όλες τις αρχές του λεξιλογίου που καθιέρωσε το Μοντέρνο κίνημα στην αρχιτεκτονική. Μετά την έκθεση κατεδαφίστηκε αλλά ήταν τέτοια η σημασία του που το 1986 ανακατασκευάστηκε στο ίδιο σημείο. Η στέγη από σκυρόδεμα υποβαστάζεται από **χαλύβδινα σταυροειδή υποστυλώματα**, τα οποία περιβάλλουν ελεύθερα διατεταγμένοι περιμετρικοί **τοιχοί**. Αυτοί με τη σειρά τους είναι **επενδυμένοι** με διαφορετικά **πετρώματα**: Ρωμαϊκό τραβερτίνη, πράσινο Αλπικό μάρμαρο, πράσινο μάρμαρο από την Τήνο και χρυσό όνυχα από τα βουνά του Άτλαντα. Η εικόνα συμπληρώνεται με τα διαφανή υαλοπετάσματα που περικλείουν τους χώρους.



ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑΣ.
ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, ΜΕΤΑΛΛΟ, ΓΥΑΛΙ, ΛΙΘΟΣ

Σχέδιο 1.23 Αξονομετρική άποψη εκ των κάτω προς τα άνω, του Γερμανικού περιπτέρου στη Βαρκελώνη.

Όλα λειτουργούν με μια ενότητα, διατηρώντας παράλληλα τη δομική τους αυτοτέλεια και προσφέρουν μια μοναδική χωρική εμπειρία. Με αυτήν του τη χειρονομία ο Mies van der Rohe ανοίγει τη συζήτηση και θέτει επιτακτικά το δεύτερο σημαντικό στοιχείο αναζήτησης, που είναι το ζήτημα της **μορφής στην αρχιτεκτονική**. Σε γράμμα του προς τον αρχισυντάκτη του περιοδικού του καλλιτεχνικού συνδέσμου Deform σχολιάζει ότι «η μορφή ως σκοπός καταλήγει πάντα στο φορμαλισμό, γιατί αυτός ο σκοπός δεν απευθύνεται σε ένα μέσα αλλά σε ένα έξω, αλλά μόνο ένα ζωντανό μέσα έχει ένα ζωντανό έξω».

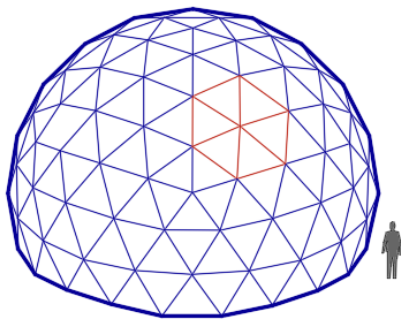


Εικόνες 1.23, 1.24, 1.25, 1.26 Ludwig Mies van der Rohe και Lilly Reich, Γερμανικό περίπτερο στη Διεθνή Εμπορική Έκθεση της Βαρκελώνης. Κατασκευάστηκε το 1929. Επίπεδη στέγη, υλικά, σκυρόδεμα, χάλυβας, μάρμαρα και γυαλί. Το περίπτερο κατεδαφίστηκε το 1930 και το παρόν πανομοιότυπο αντίγραφο ανακατασκευάστηκε το 1986.

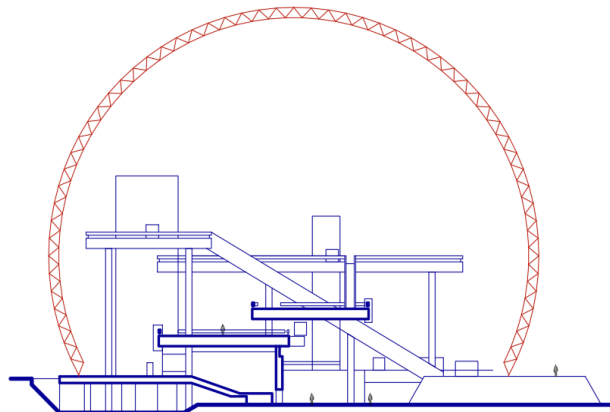
Βέβαια μαζί με το ζήτημα της μορφής συνεχίζεται και το ταξίδι για την ανακάλυψη νέων μορφών στην αρχιτεκτονική που μπορούσαν να καλύψουν χώρους, με τις πειραματικές κατασκευές, τους γεωδαιτικούς θόλους. Ο **Buckminster Fuller**, χωρίς να είναι ο πρώτος που δούλεψε με αυτές τις νέες μορφές, καθιέρωσε τον όρο «**γεωδαιτικός θόλος**» και ο ίδιος καθιερώθηκε στην ιστορία της αρχιτεκτονικής για το «**Αμερικανικό περίπτερο**» στην έκθεση EXPO 67 στο Μόντρεαλ του Καναδά.

Ο γεωδαιτικός θόλος αποτελείται από πανομοιότυπες μεταλλικές ράβδους που συναρμολογούνται μεταξύ τους με απλές συνδέσεις σε κόμβους και χωρικά παράγουν μια σφαίρα. Το σχήμα της σφαίρας, κατά τον Fuller, ήταν ακριβώς η **πολυγωνική επιφάνεια** που παρείχε μια εγγενώς σταθερή δομή, εξαιρετικά ισχυρή για το βάρος της και περικλείει τον **μεγαλύτερο όγκο χώρου** με τη **μικρότερη επιφάνεια κάλυψης**.

Το «Αμερικανικό περίπτερο» αποτελούσε μια κλειστή δομή σφαίρας με διάμετρο 76,0 m και ύψος 62,0 m, ήταν κατασκευασμένο από πανομοιότυπες μεταλλικές ράβδους και καλυπτόταν από ακρυλικά φύλλα. Επρόκειτο για θόλο εικοσάεδρης δομής και διπλού στρώματος, όπου τα στρώματα συνδέονταν μεταξύ τους στον χώρο με πλέγμα αντηρίδων.



ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟΣ ΘΟΛΟΣ
ΜΕΤΑΛΛΟ,
ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ



Σχέδιο 1.24

Γεωμετρική χάραξη γεωδαιτικού θόλου, δεξιά τομή του Περιπτέρου των ΗΠΑ στη Διεθνή Έκθεση του Μόντρεαλ.

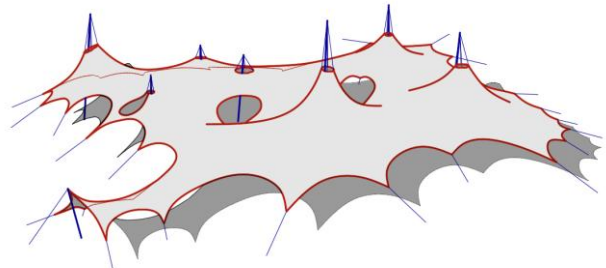
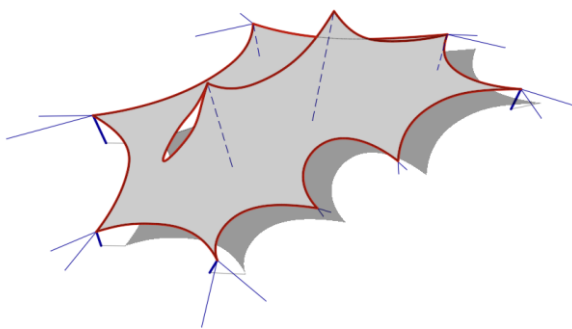
Στην ίδια έκθεση το ίδιο θέμα προσεγγίζεται από διαφορετική διαδρομή από τους Γερμανούς αρχιτέκτονες **Frei Otto** και **Rolf Gutbrod**, που προτείνουν για το «**Γερμανικό περίπτερο**» ένα σύστημα από εφελκυσμένες καλωδιωτές κατασκευές, επικαλυμμένες με συνθετικές μεμβράνες.

Ο πειραματικός φορέας αποτέλεσε τη δοκιμή για το επόμενο φιλόδοξο άλμα, τη μεγαλύτερης έκτασης κάλυψη του σταδίου που θα φιλοξενούσε τους Ολυμπιακούς Αγώνες στο Μόναχο της Γερμανίας το 1972. Το Ολυμπιακό στάδιο έχει διαστάσεις 105,0x68,0 m και χωρητικότητα 69.000 θεατών.



Εικόνες 1.27, 1.28 Στέγαση του Ολυμπιακού σταδίου στο Μόναχο. Εφελκόμενη κατασκευή με δίχτυα διπλής καμπυλότητας από συρματοσχοίνα. Αρχιτέκτονες Günther Behnisch και Frei Otto, με συνεργάτη στην επίλυση πεπερασμένων στοιχείων τον Ι. Χατζηαργύρη. Μόναχο, Γερμανία, 1972.

Η κάλυψη του Ολυμπιακού σταδίου έγινε με πλέγμα διασταυρούμενων καλωδίων διπλής καμπυλότητας και με μήκη από 65,0 έως 400,0 m. Η πλέξη σε κάθε σημείο της άφηνε κενό διαστάσεων 75x75 cm (όχι τετράγωνο) που καλυπτόταν με ακρυλικά φύλλα, ενώ η συνολική καλυμμένη επιφάνεια είχε έκταση 74.800 m² και ενοποιούσε ολόκληρο το συγκρότημα, καλύπτοντας το στάδιο, τις πίστες και τις πισίνες. Οι νέες μορφές με τη διπλή καμπυλότητα προσδιορίστηκαν με βάση τη χρήση Μαθηματικών και με υπό κλίμακα μοντέλα από «σαπουνόφουσκες», που από τη φύση τους βρίσκονται συνεχώς υπό τάση και παίρνουν αυτόματα τις μορφές «ελάχιστης επιφάνειας».



ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ
ΧΑΛΥΒΔΙΝΑ ΣΥΡΜΑΤΟΣΧΟΙΝΑ,
ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ, ΠΑΝΙΑ ΑΠΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Σχέδιο 1.25 Κάλυψη χώρων με εφελκόμενες τέντες όπου αποδίδεται η χαρακτηριστική γεωμετρία διπλής καμπυλότητας και με εναλλασσόμενα υψηλά και χαμηλά σημεία.

Λίγα χρόνια αργότερα, το **1977** στο Παρίσι ολοκληρώνεται το «**Κέντρο Πολιτισμού Georges Pompidou**» με αρχιτέκτονες τους Renzo Piano, Richard Rogers και Gianfranco Franchini, ενώ στη σχεδιαστική ομάδα συμμετείχε και ο Peter Rice από το γραφείο στατικών της Arup.

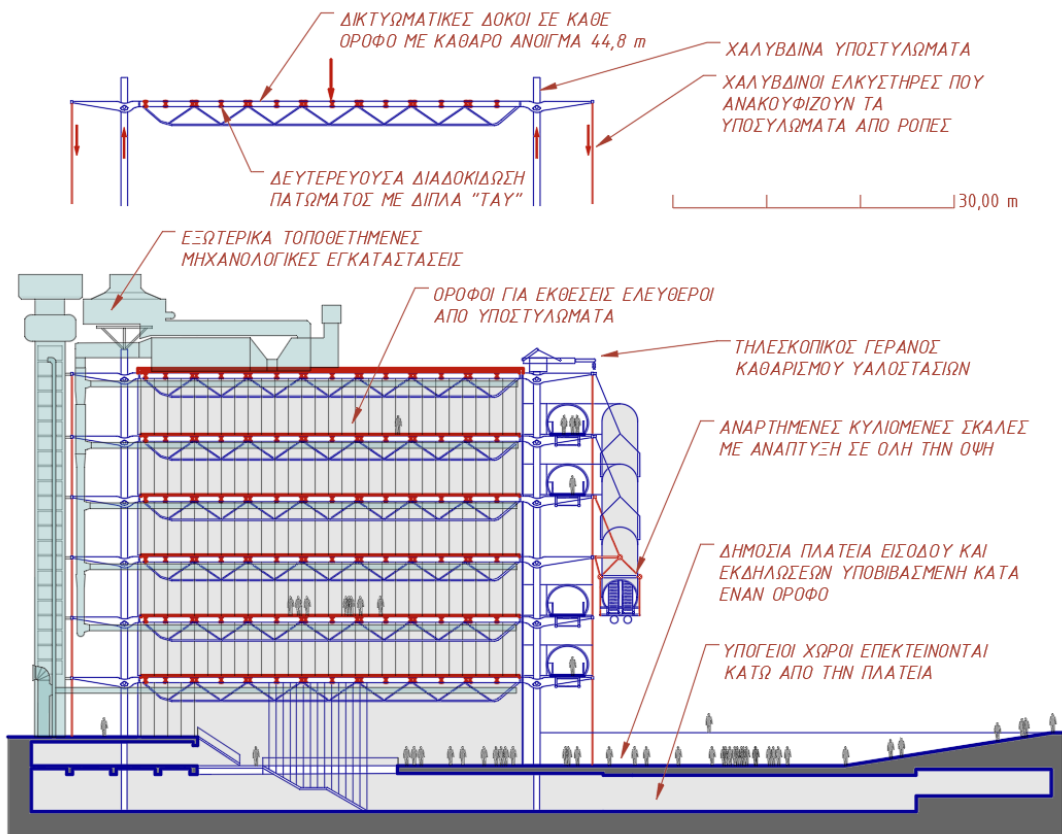
Ολόκληρο το εσωτερικό του κτιρίου είναι ελεύθερο από υποστυλώματα και μπορεί να φιλοξενήσει οποιοσδήποτε εκθέσεις. Για να γίνει αυτό εφικτό, όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός μεταφέρθηκε στην εξωτερική όψη και το δώμα του κτιρίου. Ο δομικός σκελετός με τα τεράστια αρθρωτά μέλη και τα δικτυώματα χυτεύθηκαν στο Βέλγιο και μεταφέρθηκαν οδικώς στο Παρίσι.

Το κτίριο ήταν αποτέλεσμα βραβείου αρχιτεκτονικού διαγωνισμού από το 1971 και η νεαρή ηλικιακά σχεδιαστική ομάδα συγκεντρώθηκε στο Παρίσι, όπου όλοι μαζί εργάζονταν σε ένα γραφείο κοντά στο εργοτάξιο. Αυτό το περιβάλλον, όπως σημειώνει σε άρθρο του ο Andy Sedgwick, διευθυντής της ομάδας μηχανικών κτιρίων της Arup, τους επέτρεψε να προχωρήσουν τον σχεδιασμό σε ένα εκπληκτικά σύντομο χρονικό διάστημα για ένα απίστευτα πολύπλοκο και καινοτόμο κτίριο.

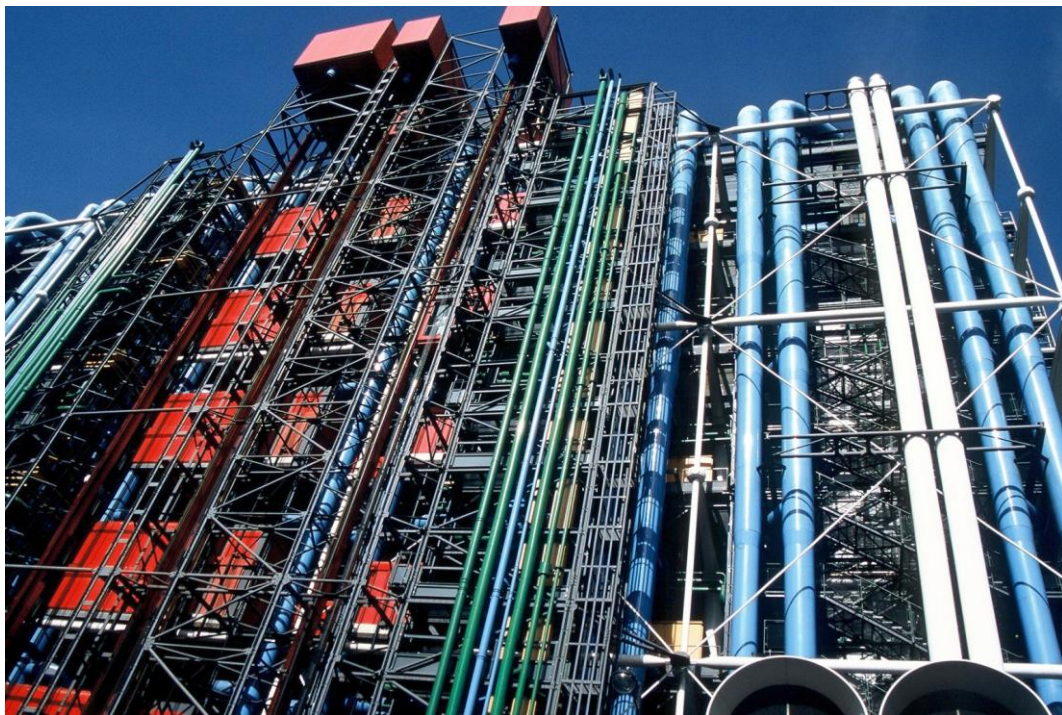


Εικόνα 1.29 Κέντρο Πολιτισμού «Georges Pompidou», αρχιτέκτονες Renzo Piano, Richard Rogers και Gianfranco Franchini, στατικά Arup, Παρίσι 1977. Δυτική όψη από την κεκλιμένη πλατεία εισόδου στο κτίριο.

Σήμερα σε μεγάλα διεθνή έργα, οι ομάδες των μηχανικών μπορούν να είναι διασκορπισμένοι σε όλον τον κόσμο και με αυτόν τον τρόπο η επικοινωνία αναπόφευκτα δεν αποτελεί μια και τόσο λαμπρή υπόθεση. Το νέο στοιχείο που από τότε μέχρι σήμερα αλλάζει τα δεδομένα στη διαδικασία υλοποίησης ενός κτιρίου (αλλά και στον σχεδιασμό του) είναι η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Με τα σημερινά υπολογιστικά εργαλεία εκτιμάται ότι θα μπορούσαμε να εκμεταλλευτούμε το τελευταίο 1% από την απόδοση του φορέα και ίσως να υπήρχε οικονομία 10% στον χάλυβα που χρησιμοποιήθηκε στον μηχανολογικό εξοπλισμό του κτιρίου.

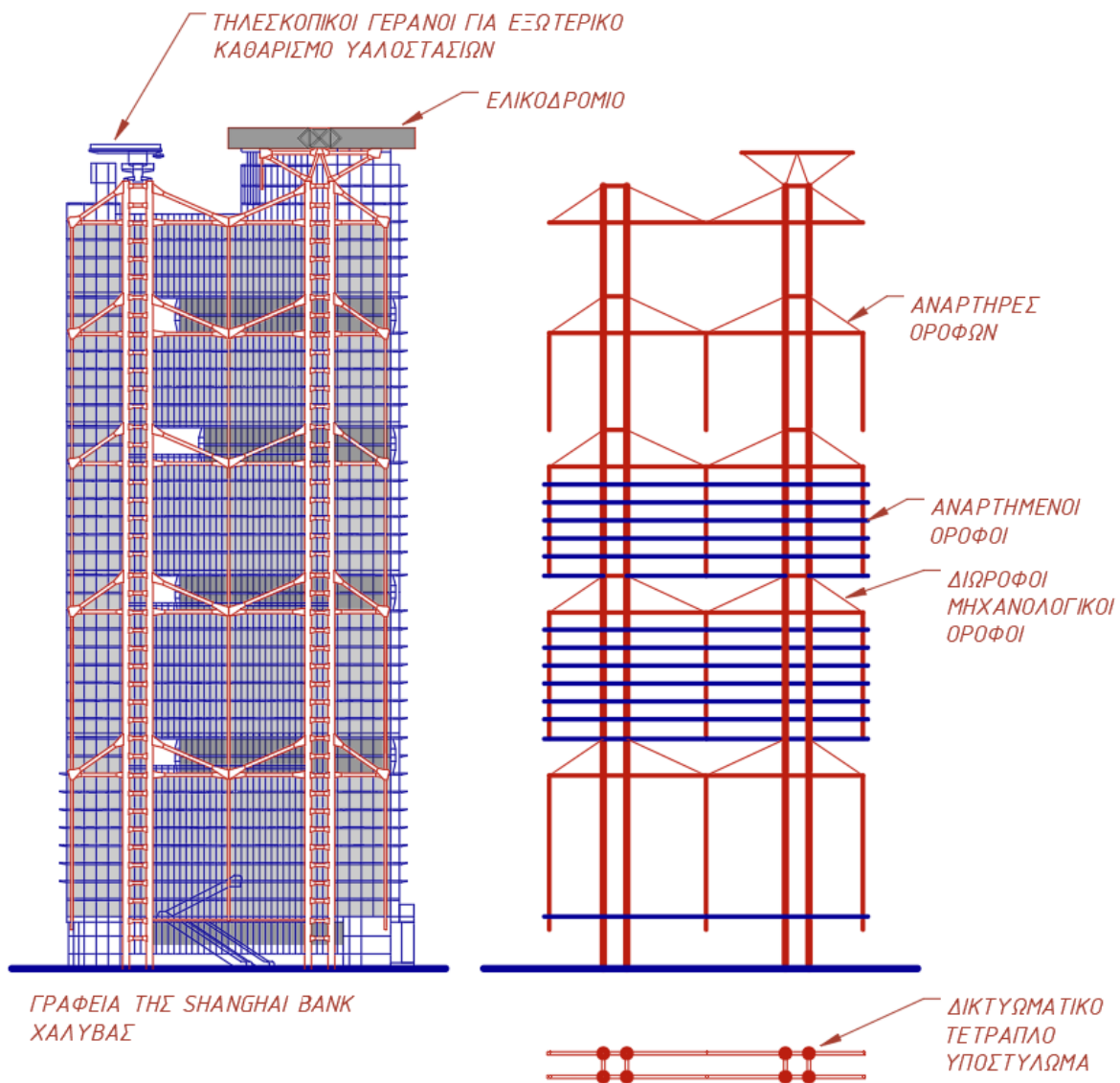


Σχέδιο 1.26 Κέντρο Πολιτισμού «Georges Pompidou», εγκάρσια τομή όπου διακρίνεται η επέκταση του κτιρίου κάτω από την κεκλιμένη πλατεία εισόδου, καθώς και οι διάδρομοι και το κλιμακοστάσιο, αναρτημένα από το σύστημα του φέροντος οργανισμού.



Εικόνα 1.30 Κέντρο Πολιτισμού «Georges Pompidou», ανατολική όψη με εμφανή ολόκληρο τον μηχανολογικό εξοπλισμό του κτιρίου. Το κόκκινο χρώμα δηλώνει κινήσεις, το μπλε δηλώνει κλιματισμό, το πράσινο σωληνώσεις Η/Μ και το κίτρινο ηλεκτρολογικά δίκτυα.

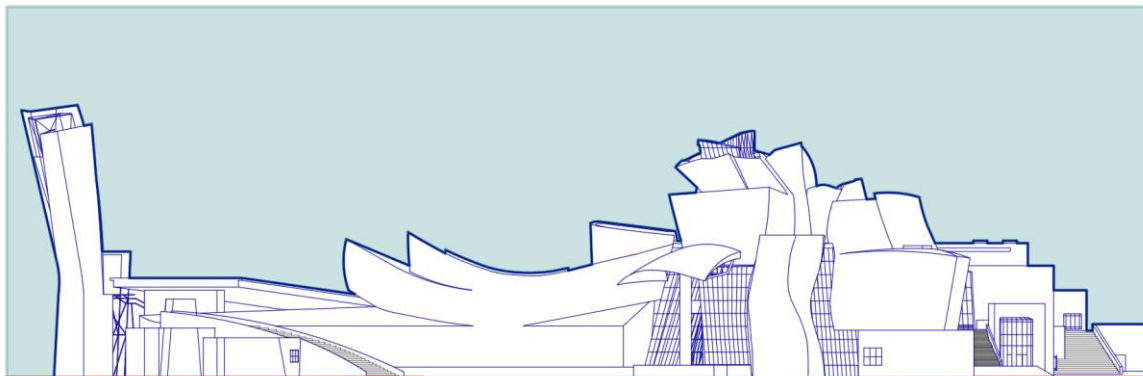
Το **1985** ο Βρετανός αρχιτέκτονας Norman Foster ολοκληρώνει στο Χονγκ Κόνγκ το «**κτίριο των γραφείων της HSBC**». Πρόκειται για έναν μικρό ουρανοξύστη 44 ορόφων, ο οποίος δεν ακολουθεί την προπολεμική παράδοση από τις ΗΠΑ, αλλά ανοίγει νέους δρόμους με τον δομικό σκελετό εμφανή στις όψεις, αλλά και τον ανορθόδοξο τρόπο με τον οποίο οι όροφοι, ανά εννέα, αναρτώνται στα υποστυλώματα αντί να εδράζονται σε αυτά. Τόσο ο μηχανολογικός εξοπλισμός του κτιρίου, που συμμετέχει ισότιμα στην παραγωγή της μορφής του, όσο και η σχέση του με το πυκνό αστικό περιβάλλον οδηγούν σε λύσεις τεχνολογικές. Το εννεαώροφο κλειστό αίθριο στους ισόγειους ορόφους φωτίζεται από ένα περιστρεφόμενο κάτοπτρο στην όψη, που παρακολουθεί την κίνηση του ήλιου και, με ανακλαστήρες στην οροφή του αιθρίου, μεταφέρει το φυσικό φως στο εσωτερικό, μέχρι το ισόγειο.



Σχέδιο 1.27 Κτίριο των γραφείων της HSBC. Όψη και ανάλυση του φέροντος οργανισμού με το σύστημα ανάρτησης των ορόφων.

Η εξέλιξη της ψηφιακής τεχνολογίας με τα σχεδιαστικά προγράμματα τριδιάστατης απεικόνισης και τα ειδικά λογισμικά στατικών υπολογισμών δίνουν δυνατότητες για μεγάλη ελευθερία μορφολογικών αναζητήσεων αν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Το 1997, είκοσι χρόνια μετά το

«Πομπιντού», τέτοιο παράδειγμα αποτέλεσε το «**Μουσείο Guggenheim**» στο Μπιλμπάο της Ισπανίας που σχεδίασε ο Καναδο-αμερικανός αρχιτέκτονας Frank Gehry. Υπήρξε ένα πρωτοποριακό σχεδιαστικά κτίριο με γεωμετρικά ελεύθερες μορφές, φέροντα οργανισμό από χάλυβα επενδεδυμένο. Η βάση του κτιρίου επενδύθηκε με λίθους ενώ το υπόλοιπο κτίριο επενδύθηκε με φολίδες τιτανίου.



Σχέδιο 1.28 Όψη του μουσείου Guggenheim στο Μπιλμπάο.

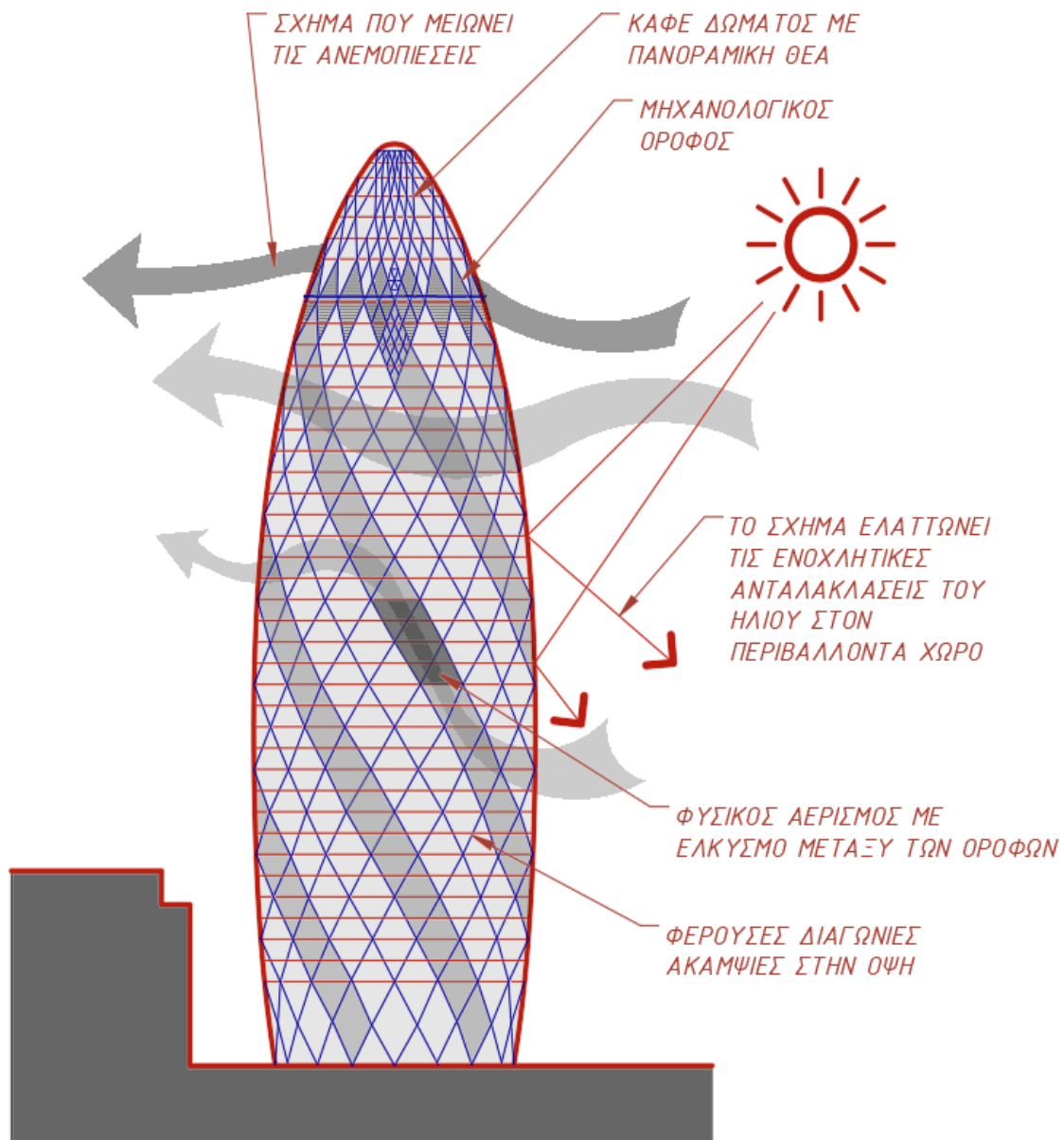
Για τον σχεδιασμό του, αλλά και για τους στατικούς υπολογισμούς, αναπτύχθηκε το ειδικό σχεδιαστικό λογισμικό CATIA (*Computer Aided Three-dimensional Interactive Application*) και ειδικά για αυτόν τον σκοπό χρησιμοποιήθηκαν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές της αεροδιαστημικής εταιρείας Dassault Aviation ώστε να ανταποκριθούν στις υψηλές απαιτήσεις των υπολογισμών. Αυτά τα σχεδιαστικά εργαλεία επέτρεψαν στο πολύπλοκο από άποψη μορφής κτίριο να υλοποιηθεί εντός του χρονοδιαγράμματος και εντός του προϋπολογισμού του.

Τα σχεδιαστικά ψηφιακά εργαλεία εξελίχθηκαν περαιτέρω με την τεχνολογία **BIM** (*Building Information Modeling*) που δίνει δυνατότητες για διαμοίραση σε πραγματικό χρόνο της σχεδιαστικής πληροφορίας του κτιρίου μεταξύ αρχιτεκτόνων, στατικών και μηχανολόγων. Δεν παραμένει όμως ένα απλό εργαλείο σχεδίασης ή οπτικοποίησης. Λειτουργεί γενικότερα ως μια διαδικασία που επιτρέπει τη δημιουργία ενός προτύπου, με δεδομένα που διαμοιράζονται και είναι διαθέσιμα σε όλους όσους έχουν σχέση με το κτίριο και μπορούν να περιέχουν οποιοσδήποτε πληροφορίες. Τέτοιες πληροφορίες δεν αφορούν μόνον τον αρχικό σχεδιασμό του, αλλά και όσες διαδικασίες σχετίζονται με τον κύκλο ζωής του, καθώς και με τις αναμενόμενες απαιτήσεις συντήρησης. Ένας τρόπος χαρακτηρισμού του BIM, αν και όχι αποδεκτός από όλους, είναι με την απόδοση διαστάσεων. Έτσι έχουμε το **3D** που αφορά τους αρχιτέκτονες, στατικούς και μηχανολόγους που συνεργάζονται και συντονίζονται σε πραγματικό χρόνο γύρω από ένα **τριδιάστατο μοντέλο** του κτιρίου. Ως **4D** χαρακτηρίζονται οι επιπλέον πληροφορίες που αφορούν τον **χρονικό προγραμματισμό**, ως **5D** η **εκτίμηση κόστους** και ως **6D** η **βιωσιμότητα**. Όλα αυτά δίνουν πρόσθετες διαστάσεις και δυνατότητες.

«Επειδή αναφέρατε τη λέξη «αισθητικό», εγώ νομίζω ότι τα καλά πράγματα βγαίνουν πάντα μέσα από μια ανάγκη».

Κ. Θέμελης, Ο λόγος του Αρχιμάστορα, μια συζήτηση με τον Άρη Κωνσταντινίδη.

Βέβαια καταλαβαίνουμε ότι στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό τα βοηθητικά σχεδιαστικά προγράμματα δεν είναι τίποτε περισσότερο από εργαλεία και δεν πρέπει να λειτουργούν προσχηματικά ως αυτοσκοπός, με τρόπο δηλαδή που να αντιμεταθέτουν το μέσον με τον επιδιωκόμενο σκοπό.



Σχέδιο 1.29 Κτίριο γραφείων «30 St Mary Axe» στο Λονδίνο ύψους 180,0 m. Αρχιτέκτονας N. Foster, στατικά Arup.

Το κτίριο γραφείων «30 St Mary Axe» στο Λονδίνο κατασκευάστηκε το 2004, με το χαρακτηριστικό αεροδυναμικό σχήμα του, έχει 41 ορόφους και ύψος 180,0 m. Η αρχιτεκτονική πρόταση, εκτός από τη συνέπεια με το κτιριολογικό πρόγραμμα, αποπειράται να απαντήσει σε ερωτήματα, όπως το ζήτημα της ένταξης στο αστικό περιβάλλον, έως τη συνεπή στατική επίλυση και μέχρι την ενεργειακή του απόδοση.

Σήμερα αντιμετωπίζουμε διαφορετικού είδους προκλήσεις, όπως το **ενεργειακό αποτύπωμα** των υλικών και την **ενεργειακή απόδοση** των κτιρίων στον κύκλο ζωής τους, καθώς επίσης και τον τρόπο με τον οποίο τα κτίρια μπορούν να βοηθήσουν την **κοινωνική αλληλεπίδραση**.

Εναπόκειται λοιπόν σε εμάς, τους αρχιτέκτονες, να κατανοήσουμε και να ανταποκριθούμε σε αυτές τις προκλήσεις εξίσου δημιουργικά, αποτελεσματικά και καινοτόμα.

1.2. Τι είναι ο φέρων οργανισμός

«Σε μια αληθινή αρχιτεκτονική, ο αρχιτέκτονας συνθέτει έναν οργανισμό, όπου το μέσα και το έξω αποτελούνε μίαν ενότητα».

Κ. Θέμελης, *Ο λόγος του Αρχιμάστορα, μια συζήτηση με τον Άρη Κωνσταντινίδη*.

Ο φέρων οργανισμός δεν είναι τίποτε περισσότερο από ό,τι τα οστά του σκελετού των ζωντανών οργανισμών. Αποτελεί μια κατάλληλη διάταξη από επαρκώς ανθεκτικά υλικά, ικανά να φέρουν πατώματα και στέγες και, ταυτόχρονα, να δέχονται την επιδερμίδα που διαχωρίζει το έξω από το μέσα και το προφυλάσσει.



Εικόνες 1.31, 1.32 Σκελετός γαλάζιας φάλαινας από το μουσείο φυσικής ιστορίας στο Παρίσι, δεξιά ο ημικυλινδρικός διάδρομος κυκλοφορίας αναρτημένος στην όψη του Κέντρου Πολιτισμού «Georges Pompidou».

1.2.1. Τα φορτία

Εάν φανταστούμε το κτίριο ως ζωντανό οργανισμό, τότε κατ' αναλογία θα θεωρήσουμε τον φορέα του κτιρίου ως τον σκελετό που σηκώνει το βάρος του σώματος και του επιτρέπει να στέκεται και να εκπληρώνει τον σκοπό του με επάρκεια και αυτοτέλεια. Τα βάρη που σηκώνει ο φορέας είναι τα φορτία. Επαρκώς διερευνημένα και ταξινομημένα, βοηθούν στον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών που αναπτύσσονται σε έναν φορέα και συνεπώς τον προσδιορισμό των διαστάσεων του φέροντος οργανισμού. Είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε, όχι μόνο τα φορτία που θα παραλάβει ο φέρων οργανισμός για να τα μεταφέρει σε στέρεο έδαφος, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο αυτά δρουν, τόσο σύμφωνα με τις αναμενόμενες χρήσεις που θα φιλοξενηθούν, όσο και κάτω από εξαιρετικές περιπτώσεις με ποικίλο βαθμό απροσδιοριστίας, όπως ο σεισμός ή άλλες ειδικές καταστάσεις. Τα φορτία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα μόνιμα ή νεκρά και τα κινητά ή ωφέλιμα.

«Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η **κατανόηση των δυνάμεων** που αναπτύσσονται σε μια κατασκευή, ο τρόπος που αυτές κατανέμονται σε ολόκληρο το οικοδόμημα και φτάνουν με ασφάλεια στο έδαφος».

Mario Salvadori, *Η φέρουσα κατασκευή στην αρχιτεκτονική*.

Μόνιμα ή νεκρά θεωρούνται όλα τα **φορτία** των οποίων οι δράσεις αναμένεται να επενεργήσουν κατά τη διάρκεια ζωής του έργου, για την οποία όμως η διαφοροποίηση του μεγέθους τους στον χρόνο είναι αμελητέα. Αυτά είναι τα ίδια βάρη των δομικών στοιχείων του φέροντος οργανισμού, για παράδειγμα το σπλισμένο σκυρόδεμα, ο χάλυβας ή το ξύλο, καθώς και τα βάρη των τοίχων και τα βάρη των επιστρώσεων —επικαλύψεων— των δαπέδων.

Στην κατηγορία των **κινητών φορτίων** περιλαμβάνονται τα κατακόρυφα φορτία που προκύπτουν από τη **χρήση του κτιρίου** και προέρχονται από την παρουσία ανθρώπων, επίπλων, κινητού εξοπλισμού, οχημάτων κλπ. Πρόκειται για τα φορτία των οποίων οι δράσεις μεταβάλλονται μέσα στον χρόνο, ακόμα και σε καθημερινή βάση.

Επιπλέον, εκτός από τα φορτία χρήσης, λαμβάνονται υπόψη και τα φορτία του **χιονιού** και φυσικά η δράση του **σεισμού**, ανάλογα με την περιοχή όπου οικοδομείται το κτίριο και σύμφωνα με τους χάρτες της περιοχής. Συμπληρωματικά λαμβάνεται υπόψη και η δράση του αέρα, δηλαδή της **ανεμοπίεσης**, όπου, εκτός από τις ειδικές γεωγραφικές συνθήκες με τους ενδεχόμενους ισχυρούς επικρατούντες ανέμους, σημαντικό ρόλο παίζουν το ύψος του κτιρίου, η γεωμετρία του και το σχήμα της στέγης.

Οι μεταβλητές δράσεις αυτών των φορτίων, λαμβάνονται ως **ομοιόμορφα κατανεμημένες** και θα πρέπει να τοποθετούνται στον φορέα κατά τον δυσμενέστερο τρόπο, ώστε να καλύπτονται όλες οι περιπτώσεις δυσμενούς επιρροής από αυτές τις φορτίσεις.

Είναι προφανές ότι η ιδιαίτερη φύση αυτών των φορτίων δεν είναι ακριβής, οπότε αυτά προσδιορίζονται εμπειρικά, μέσα από τη στατιστική παρατήρηση και οι τιμές τους επιβάλλονται από τους κανονισμούς.

Πίνακας 1.1: Φορτία που παραλαμβάνει ένα κτίριο			
Είδη φορτίων	Πυκνότητα και ειδικά βάρη		kN/m³
Μόνιμα ή νεκρά	Ίδια βάρη των δομικών στοιχείων	Οπλισμένο σκυρόδεμα	25,0
		Χάλυβας	78,5
	Βάρη των τοίχων	Δρομική οπτοπλινθοδομή	2,1
		Μπατική οπτοπλινθοδομή	3,6
	Βάρη των επιστρώσεων – επικαλύψεων δαπέδων	Ελαφρομετόν εξομάλυνσης	8,0
		Αμμοκονίαμα	20,0
		Μάρμαρο	27,0
Νερό		10,0	
	Χώμα κήπου	25,0	
	Φορτία ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου		kN/m²
Βάρη των τοίχων	Σύμμικτες πλάκες	2,98	
	Ελαφρές επικαλύψεις στέγης	0,4	
Κινητά ή ωφέλιμα	Φορτία των ανθρώπων	Τυπικό φορτίο ανθρώπων	2,0
		Συνωστισμός ανθρώπων	5,0
	Φορτία των επίπλων		
	Φορτία οχημάτων	Επιβατικών αυτοκινήτων	2,5
	Βάρος χιονιού	Σε οριζόντια προβολή στέγης	0,6 – 1,5
Πίεση ανέμου (αυξάνει κατά το ύψος του κτιρίου)	Ανά m ² επίπεδης επιφάνειας, κάθετης προς τη διεύθυνση του ανέμου	1,0 – 1,5	

Παρατηρούμε ότι τα μόνιμα φορτία είναι πολύ μεγαλύτερα από τα ωφέλιμα. Συνήθως τα μέγιστα ωφέλιμα φορτία σε ένα κτίριο κατοικιών είναι της τάξης του 20% των νεκρών φορτίων. Αυτό αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τις κατασκευές, επειδή δαπανώνται πάρα πολλά στα νεκρά φορτία, ώστε να μπορέσουν να παραλάβουν τα ελάχιστα ωφέλιμα.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα **φορτία υπολογισμού για συνήθη κτίρια, σε συνήθεις συνθήκες φόρτισης**. Αυτός ο πίνακας δίνεται κυρίως για λόγους διδακτικούς ώστε να έχουμε μια ιδέα των φυσικών μεγεθών που αφορούν τον σχεδιασμό σε κάθε οικοδόμημα.

Πίνακας 1.2: φορτία υπολογισμού για συνήθη κτίρια με συνήθεις φορτίσεις	
Χρήσεις	Φορτία σε kN/m ²
Οριζόντιες στέγες ή στέγες με κλίση έως 20% με πιθανή συγκέντρωση ανθρώπων	2,0
Κατοικίες, γραφεία, σοφίτες και οι διάδρομοί τους	2,0
Χώροι εκθέσεων και πωλήσεων μέχρι εμβαδού 50 m ²	2,0
Υπνοδωμάτια και βοηθητικοί χώροι ξενοδοχείων	2,0
Στάβλοι μικρών ζώων	2,0
Θάλαμοι νοσοκομείων, ιδρυμάτων και οι διάδρομοί τους.	3,0
Σκάλες και πλατύσκαλα σε κατοικίες, αίθουσες διαλέξεων και διδασκαλίας.	3,5
Αίθουσες συγκεντρώσεως, θέατρα, κινηματογράφοι, εκκλησίες, αίθουσες χορού και γυμναστικής, ξενοδοχεία	5,0
Αμφιθέατρα με σταθερές θέσεις	5,0
Διάδρομοι σε αίθουσες συγκεντρώσεων, διαλέξεων, διδασκαλίας	5,0
Καταστήματα, σφαγεία, εργαστήρια και εργοστάσια μικρής κίνησης	5,0
Χώροι εκθέσεων και πωλήσεων εμβαδού μεγαλύτερου από 50 m ²	5,0
Βιβλιοπωλεία, βιβλιοθήκες, αρχεία	5,0
Οποιοσδήποτε άλλες σκάλες	5,0
Αυλές χωρίς κυκλοφορία οχημάτων	5,0
Στάβλοι μεγάλων ζώων	5,0
Αμφιθέατρα χωρίς σταθερές θέσεις	7,5

Βλέπουμε ότι για τον υπολογισμό των φορτίων, χρησιμοποιούμε ως μονάδα το **kN/m²**. Δηλαδή τη δύναμη που ασκεί το βάρος σε μια επιφάνεια κάτω από την επίδραση της βαρύτητας.

Από τον **2^ο νόμο του Νεύτωνα** γνωρίζουμε ότι η μάζα ενός σώματος (στη Νευτώνεια φυσική) εκφράζεται σε kg και είναι πάντοτε σταθερή σε ολόκληρο το σύμπαν, ενώ η δύναμη που ασκεί το σώμα στο έδαφος αυξάνεται ανάλογα με την επίδραση της βαρύτητας και μπορεί να διατυπωθεί συνοπτικά: **«όσο μεγαλύτερη η μάζα, τόσο μεγαλύτερη η έλξη»**. Η δύναμη «F» που ασκεί μια μάζα «m» στο έδαφος προσδιορίζεται από τον τύπο $F=m \times g$, όπου η μέση επιτάχυνση της βαρύτητας «g» θεωρείται **9,81 m/s²**. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι ένας άνθρωπος βάρους 80 kg ασκεί με τα πόδια του δύναμη στο έδαφος 784,8 N ή 0,8 kN.

Προσοχή στην έννοια της πίεσης που είναι διαφορετική· είναι η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας και μετριέται σε Pascal. Σε σχέση με το προηγούμενο παράδειγμα ένας άνθρωπος ιδίου βάρους 80 kg, που όμως φοράει μεγαλύτερα παπούτσια, ασκεί μικρότερη πίεση στο έδαφος.

Όπως ορίζεται από τον κανονισμό πυροπροστασίας (που αναλύεται σε επόμενο κεφάλαιο), ο στατιστικά αναμενόμενος πληθυσμός ανθρώπων σε χώρους όπου συναθροίζεται κοινό, υπολογίζεται σε 1 άτομο ανά 1,10 m² δαπέδου, ενώ σε χώρους με αναμενόμενο έντονο συνωστισμό (όπως αίθουσες συναυλιών χωρίς σταθερά καθίσματα), υπολογίζεται 1 άτομο ανά 0,30 m² δαπέδου. Δηλαδή οι δυνάμεις που αναμένεται να φορτίσουν το δάπεδο για κάθε περίπτωση είναι από 0,7 έως 2,6 kN/m². Για τα φορτία σχεδιασμού του φέροντος οργανισμού βλέπουμε ότι υπολογίζονται από 2 έως 7,5 kN/m² που περιλαμβάνουν στατιστικές πιθανότητες για όλα τα πιθανά κινητά φορτία χρήσης και τις δυσμενέστερες περιπτώσεις φόρτισης.

Οι φορείς διαμορφώνουν ένα σύστημα που είναι από μόνο του ικανό να φέρει τριών ειδών φορτία, τα οποία ανάλογα με τη θέση τους διακρίνονται σε:

Μόνιμα φορτία, όπου η θέση και το μέγεθος παραμένουν σταθερά στον χρόνο του κτιρίου, όπως είναι:

- **Νεκρά φορτία** (μόνιμα φορτία), το βάρος της κατασκευής ή το ίδιον βάρος της. Η θέση τους παραμένει σταθερή σε ολόκληρη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου όπως το ίδιον βάρος της κατασκευής (κολόνες, δοκοί, πλάκες). Τα φορτία αυτά προκύπτουν από πίνακες και προσδιορίζονται εύκολα, παράδειγμα τα βάρη για το σκυρόδεμα 2.500 kg/m^3 , για τον χάλυβα 7.850 kg/m^3 , για το ξύλο κατά μέσο όρο 500 kg/m^3 .
- **Κινητά φορτία**, όπως μηχανές, ανεμοπίεση, κίνηση αυτοκινήτων σε γέφυρες κλπ.
- **Ισοδύναμα φορτία** επίπλων και ανθρώπων [στατιστική υπόθεση]*.
- **Συμβατικά φορτία** όπως τα πατώματα και οι τοίχοι [υπολογισμός δεδομένων]*.
- **Θερμικά φορτία** όπου οι συστολοδιαστολές επιβαρύνουν με τάσεις τους φορείς [υπολογίζονται].
- **Φορτία ανεμοπιέσεων** [υπολογίζονται με στατιστικές μετρήσεις και χρήση συντελεστή ασφαλείας].
- **Φορτία καθιζήσεων** που αφορούν κυρίως τη θεμελίωση [γίνεται εκτίμηση ύστερα από χρήση συντελεστή ασφαλείας].

Τα φορτία, ανάλογα με τη χρονική συνάρτηση που τα περιγράφει, διακρίνονται σε:

Στατικά φορτία, όταν ο χρόνος εφαρμογής του φορτίου είναι μεγάλος και έχει στατικό χαρακτήρα.

- Το φορτίο του ανέμου αντιμετωπίζεται ως τέτοιο και οι κανονισμοί καθορίζουν τιμές ασφαλείας για ανεμοπιέσεις και υποπιέσεις, ανάλογα το ύψος του κτιρίου.

Δυναμικά φορτία, ο χρόνος εφαρμογής του φορτίου είναι μικρός και έχει δυναμικό χαρακτήρα:

- **κρουστικά** με πολύ μικρό χρόνο εφαρμογής, όπως ο σεισμός,
- **περιοδικά** που επαναλαμβάνονται, όπως η κίνηση μηχανημάτων,
- **αεροδυναμικές ταλαντώσεις**.

Ο χρόνος που απαιτείται ώστε μια κατασκευή να συμπληρώσει μια πλήρη οριζόντια ή κατακόρυφη ταλάντωση ονομάζεται «**βασική περίοδος**». Οι **άκαμπτες κατασκευές**, όπως τα χαμηλά κτίρια, έχουν γρήγορες ταλαντώσεις. Οι **εύκαμπτες κατασκευές**, όπως τα ψηλά κτίρια ακολουθούν αργές ταλαντώσεις. Οι χρόνοι της βασικής περιόδου σε σύγχρονα κτίρια ποικίλλουν από $1/10 \text{ sec}$ έως 8 sec ή και περισσότερο.

Ο ισχυρός άνεμος επάνω σε ένα **άκαμπτο κτίριο** με μικρή περίοδο έχει τις ίδιες συνέπειες με ένα σταθερό στατικό φορτίο. Αντίθετα, ένας ισχυρός άνεμος επάνω σε ένα **εύκαμπτο κτίριο** μπορεί να προκαλέσει εντατικές καταστάσεις δυσμενέστερες από αυτές που αντιστοιχούν στο στατικό φορτίο, έχει δηλαδή δυναμικό χαρακτήρα.

Με αυτόν τον τρόπο ανάλογα με τις **χρήσεις** που θα στεγαστούν στο κτίριο, με τα **υλικά** κατασκευής του, με το **μέγεθος** και το ιδιαίτερο **σχήμα** του, αλλά και με τον τόπο στον οποίο κατασκευάζεται, δηλαδή το **έδαφος** και τη **σεισμικότητα** της περιοχής, καθορίζονται και τα αναμενόμενα

μενα φορτία που θα παραλάβει ο φέρων οργανισμός και το είδος των δυνάμεων που αναμένεται να το καταπονήσουν.

Τα κινητά φορτία είναι κρίσιμη παράμετρος για την υπολογισμένη στατική επάρκεια των κτιρίων. Οποιαδήποτε δυσμενής **αλλαγή χρήσης** ή εκτεταμένη μεταβολή των εσωτερικών τοίχων, και άρα των φορτίων, πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο **ελέγχου στατικής επάρκειας** που ενίοτε μπορεί να οδηγήσει σε ενίσχυση του υπάρχοντα δομικού σκελετού. Συνήθως η **ενίσχυση** φέροντα οργανισμού απαιτεί εξειδικευμένη στατική μελέτη και από τεχνική άποψη είναι αντικείμενο που επίσης απαιτεί εξειδίκευση και υψηλή τεχνική κατάρτιση.

1.2.2. Ο σεισμός

Ο σεισμός έχει κρίσιμη επίδραση στον σχεδιασμό του φέροντος οργανισμού, ειδικά στα μεγέθη των δομικών στοιχείων, όπως είναι τα υποστυλώματα, οι δοκοί και οι πλάκες. Πολλές φορές δημιουργείται σύγχυση από εικόνες λεπτοκαμωμένων δομικών μελών που βλέπουμε σε υλοποιημένα κτίρια, παραβλέποντας το γεγονός της ποιότητας του εδάφους στο οποίο θεμελιώνεται το κτίριο και τη ζώνη σεισμού στην οποία βρίσκεται. Ειδικά η τελευταία επισήμανση που αφορά τον σεισμό είναι ιδιαίτερα κρίσιμη στον Ελλαδικό χώρο. Πρέπει να κατανοήσουμε ότι σε περιοχές με ιδιαίτερη σεισμική επιβάρυνση τα δομικά μέλη στις κατασκευές έχουν διαφορετικές απαιτήσεις από ό,τι σε περιοχές χωρίς σεισμό. Για παράδειγμα, αυτό το στοιχείο διαφοροποιεί δραματικά την εικόνα των κτιρίων της Μεσογειακής Λεκάνης από την εικόνα των κτιρίων της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης. Σχεδιάζοντας, πρέπει να έχουμε πάντοτε κατά νου ότι ο Ελλαδικός χώρος αποτελεί το σημείο συνάντησης των τεκτονικών πλακών της Αφρικής και της Ευρασίας, με μετακινήσεις και συγκλίσεις πλακών που φτάνουν το διόλου αμελητέο μέγεθος των 2,5 εκ. έως 3,5 εκ. ανά έτος¹.



Εικόνα 1.33

Μονή Παναγίας Χοζοβιώτισσας, 11^{ος} αιώνας, η παράδοση ποιητική σχέση του τοίχου αντιστήριξης και του φυσικού βράχου που δημιουργούν μια αγκαλιά κατοίκησης.

Οι άνθρωποι, ήδη από την αυγή του πολιτισμού και κατά τα πρώτα στάδια συγκρότησης οργανωμένων κοινωνιών, επιλέγουν και εγκαθίστανται σε μέρη με ικανοποιητικό κλίμα, με εύφορα εδάφη, με ύπαρξη πόσιμου νερού ώστε να ευνοείται η ανάπτυξη της γεωργίας και της κτηνοτροφίας ή εγκαθίστανται σε ζώνες εμπορικών διαδρομών. Κατά κανόνα, τα μέρη όπου αναπτύ-

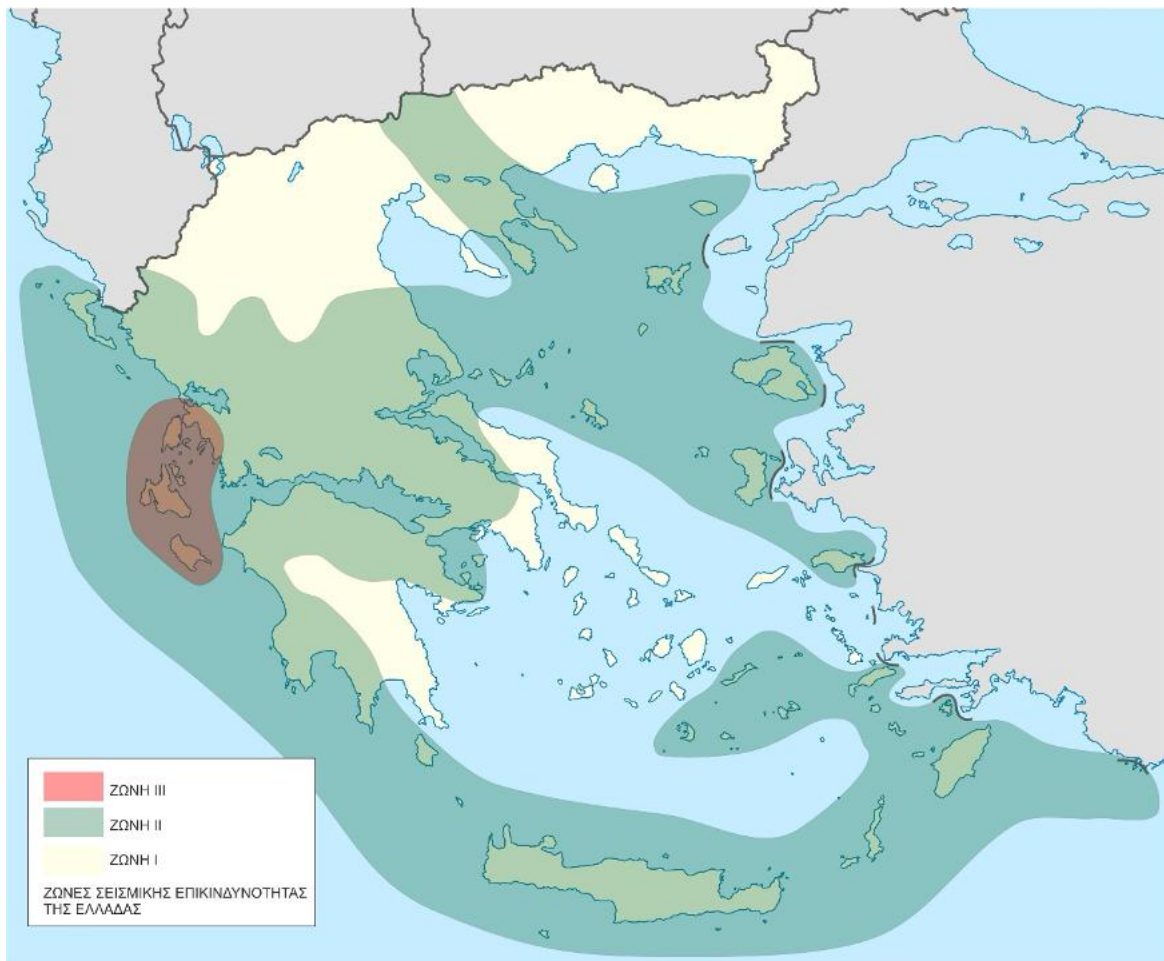
¹ <https://www.meteology.gr/chartis-energon-rigmaton-poy-apeilovn-tin-ellada-metaxy-ayton-kai-to-rigma-tis-anatolias/>

χθηκαν οι ανθρώπινοι πολιτισμοί, σε όλον τον πλανήτη, απλώνονται σε σημεία σύγκλισης των τεκτονικών πλακών και κατά συνέπεια παρουσιάζουν έντονη σεισμική δραστηριότητα. Ο άνθρωπος από πολύ νωρίς προσπάθησε να συμβιβαστεί και να συμβιώσει με αυτό το φαινόμενο, κυρίως με και με την οργάνωση της κοινωνικής μέριμνας και την ετοιμότητα που αφορά τον κτισμένο χώρο.



Εικόνα 1.34 Κτίριο από λιθοδομή και δίρριχτη στέγη με κεραμίδια. Είναι εμφανώς, αθροιστικά αποτυπωμένα, τα σημάδια των σεισμών των τελευταίων τριάντα ετών στην τοιχοποιία των όψεων. Κοθριάς, Κεφαλονιά.

Ο Ελλαδικός χώρος από άποψη **σεισμικής επικινδυνότητας** κατατάσσεται στους πιο επιβαρυνμένους και βρίσκεται **πανευρωπαϊκά στην πρώτη θέση** και **παγκοσμίως στην έκτη θέση**, με μεγέθη σεισμών που έχουν φτάσει και τα 8 ρίχτερ (ο σεισμός στη Ρόδο το 1926). Έτσι σύμφωνα με τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) ο Ελλαδικός χώρος διαιρείται σε **τρεις** σεισμικές ζώνες, τις Z-I, Z-II και Z-III. Οι **καταγραφές των σεισμών** στην **Ελλάδα** με σειсмоγράφους ξεκινούν στην αρχή του 20ού αιώνα (**1911**) με την εγκατάσταση του πρώτου σεισμομέτρου στην Αθήνα. Τα στοιχεία για σεισμούς προγενέστερους του 1911 βασίζονται σε περιγραφές κυρίως μακροσεισμικών αποτελεσμάτων, καθώς και στη μελέτη ιστορικών σεισμών με βάση τις ιστορικές πηγές που αφορούν τη θέση του σεισμού και τις καταγεγραμμένες καταστροφές που προκάλεσε.



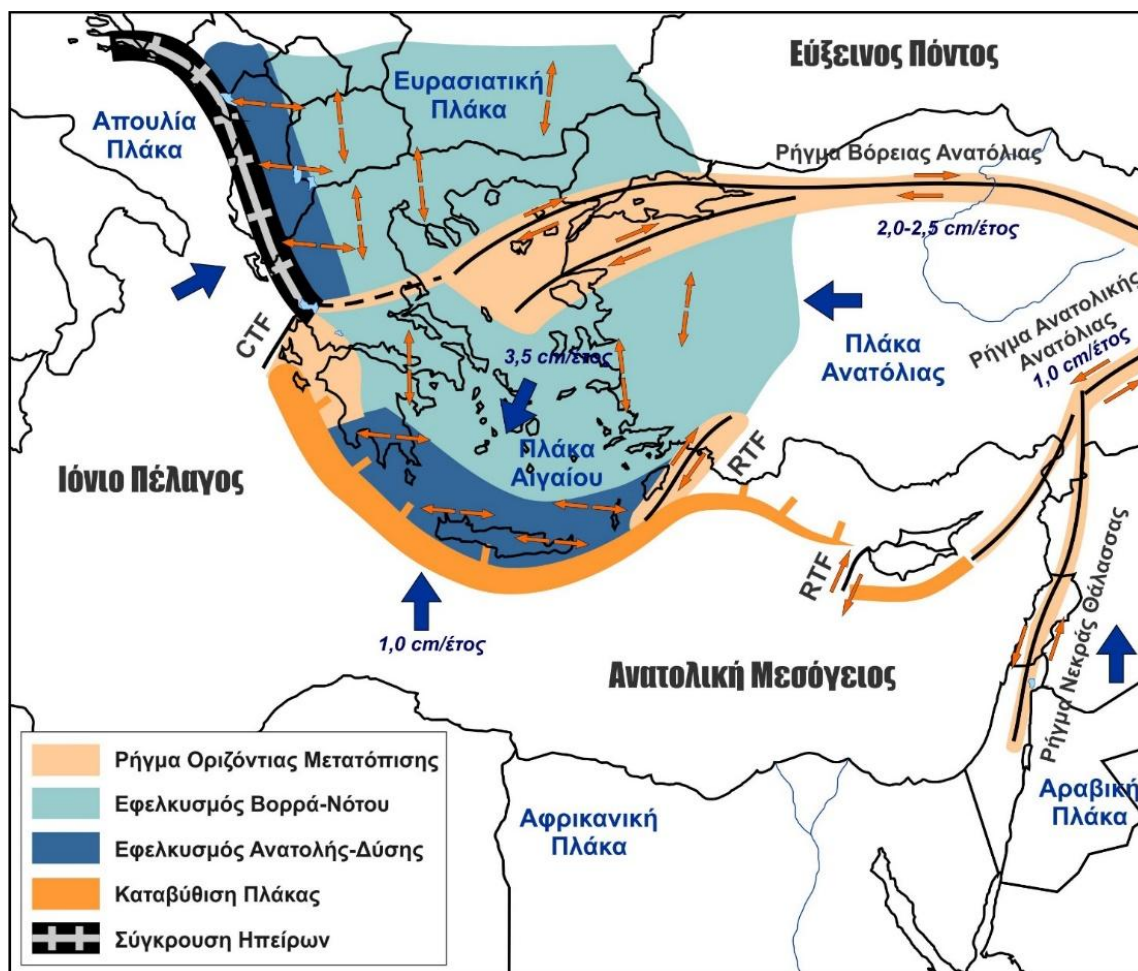
Εικόνα 1.35 Χάρτης του ΟΑΣΠ με τη διαίρεση του Ελλαδικού χώρου σε τρεις σεισμικές ζώνες. Η δυσμενέστερη είναι η «Ζώνη III» στα τρία νησιά των Επτανήσων όπου συμβάλλουν οι τεκτονικές πλάκες. Μπορούμε να δούμε για παράδειγμα το γεωλογικό ρήγμα της Πάρνηθας που διαιρεί την Αττική σε δύο ζώνες διαφορετικής επικινδυνότητας. Πηγή ΟΑΣΠ.

Στον Ελλαδικό χώρο το σημείο με την υψηλότερη σεισμική επικινδυνότητα είναι η στενή ζώνη στα Επτάνησα² όπου βρίσκεται και το σημείο συμβολής τεκτονικών πλακών και τριών ρηγμάτων της Ανατολικής Μεσογείου. Είναι το όριο τριβής της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής πλάκας με τα ρήγματα της Ανατολίας και της Απουλίας να συμβάλλουν στη μικρή γεωγραφική περιοχή των Επτανήσων καθιστώντας την ως την πιο σεισμογενή περιοχή της Ευρώπης.

Ο ισχυρός σεισμός που έγινε το καλοκαίρι του έτους 426 π.Χ. στην περιοχή της Αταλάντης, είχε ως αποτέλεσμα τη μετατόπιση σφονδύλων στη ανατολική όψη του Παρθενώνα. Σήμερα εύκολα κάποιος μπορεί να διακρίνει την οριζόντια μετατόπιση των σφονδύλων του Παρθενώνα που αρχίζει χαμηλά από τον κίονα της βορειο-ανατολικής γωνίας και τη σταδιακή μετατόπισή τους που εκτείνεται στην ανατολική όψη μέχρι το γείσο του ναού.

² <https://oasp.gr/kanonismoj/ellinikos-antiseismikos-kanonismos-2000>

Ο χάρτης που παρατίθεται από τον **Οργανισμό Αντισεισμικής Προστασίας** δίνεται όχι τόσο για να εμβαθύνουμε στην τεκτονική γεωλογία της Ανατολικής Μεσογείου, όσο γιατί έχει τη δύναμη να αποδείξει με τον πιο emphaticό τρόπο το ρευστό γεωλογικό περιβάλλον του Ελλαδικού χώρου, που αναγκαστικά πρέπει να διαφοροποιεί τη σχεδιαστική σκέψη από άλλες πιο «ήσυχες» περιοχές του πλανήτη.



Εικόνα 1.36 Τεκτονική γεωμορφολογία του Ελλαδικού χώρου με τη συμβολή των πλακών και τα ρήγματα. Αξίζει προσοχής το φαινόμενο της διαρκούς κίνησης των τεκτονικών πλακών μεταξύ τους, που δίνει σοβαρούς σεισμούς στα σημεία τριβής τους, φαινόμενο άγνωστο σε βορειοευρωπαϊκές χώρες με ανυπαρξία σεισμών.

Μια σημαντική υπενθύμιση για την κρισιμότητα της παραμέτρου του σεισμού, όσο κι αν φαίνεται παράξενο, είναι η κατάταξη όλων των κτιρίων σε τέσσερις **κατηγορίες σπουδαιότητας**, ανάλογα με τρία βασικά κριτήρια:

- τις **επιπτώσεις** τους για την **ανθρώπινη ζωή** σε περίπτωση κατάρρευσης,
- τη σπουδαιότητά τους για τη **δημόσια ασφάλεια** και την **προστασία των πολιτών** στην άμεση μετασεισμική περίοδο,
- τις **κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις** της κατάρρευσης.



Εικόνες 1.37, 1.38 Παραδείγματα θλάθης κτιρίων από το τον σεισμό στην Κεφαλονιά το 2014. Αριστερά υποστυλώμα δώροφου κτιρίου κατοικίας με *riotis* στο Ληξούρι και δεξιά «κόψιμο» υποστυλώματος στο ισόγειο διώροφου κτιρίου στο Αργοστόλι.

Οι τέσσερις κατηγορίες σπουδαιότητας, περιγραφικά (χωρίς να μπούμε σε λεπτομέρειες που αφορούν συντελεστές υπολογισμού) είναι οι ακόλουθες:

Πίνακας 1.3: Κατηγορίες σπουδαιότητας κτισμάτων ως προς την αντοχή τους στον σεισμό.	
Σπουδαιότητα I	Κτίρια ήσσονος σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια, όπως αγροτικά οικήματα.
Σπουδαιότητα II	Κανονικά κτίρια με τυπικές χρήσεις τα οποία δεν ανήκουν στις υπόλοιπες κατηγορίες.
Σπουδαιότητα III	Κτίρια των οποίων η σεισμική αντίσταση είναι σημαντική σε ό,τι αφορά τις συνέπειες που συνδέονται με πιθανή κατάρρευση, όπως για παράδειγμα τα σχολεία και οι χώροι συνάθροισης κοινού.
Σπουδαιότητα IV	Κτίρια των οποίων η ακεραιότητα κατά τη διάρκεια των σεισμών είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των πολιτών αλλά και για τις ζωτικές δημόσιες λειτουργίες που πρέπει να συνεχιστούν μετά τις καταστροφές του σεισμού, όπως τα νοσοκομεία, οι πυροσβεστικοί σταθμοί, οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας.

Εάν στα προκαταρκτικά στάδια της αρχιτεκτονικής σύνθεσης παραβλέψουμε την παράμετρο του σεισμού και ειδικά στα ζητήματα που αφορούν τη φύση του φέροντος οργανισμού, οδηγούμαστε με βεβαιότητα σε **αποτυχία να γεφυρώσουμε τη συνθετική πρόθεση και το τελικό αποτέλεσμα**. Έτσι καταλήγουμε σε χάσμα με την ίδια την πραγματικότητα που δεν μπορεί να γεφυρωθεί εύκολα, τουλάχιστον όχι χωρίς συνέπειες στην τελική μορφή του φορέα και κατ'

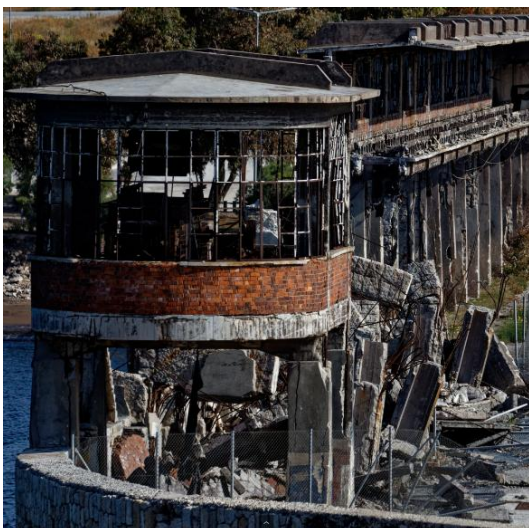
επέκταση του σχεδιασμού. Πρέπει συνεχώς να έχουμε κατά νου ότι ο σχεδιασμός ποτέ δεν αποτελούσε μορφολογική άσκηση αποκομμένη από την υλική πραγματικότητα. Ο αρχιτέκτονας σχεδιάζει τον φορέα και ο στατικός υπολογίζει τα εντατικά μεγέθη. Όσο βαθύτερα κατανοούμε τις δυνάμεις που κυβερνούν τον φυσικό κόσμο στον οποίο ζούμε, τόσο πιο βέβαιες γραμμές σχεδιάζουμε, τόσο πιο βέβαιο και συνεπές θα είναι το τελικό αποτέλεσμα. **Τι άλλο είναι άλλωστε η αρχιτεκτονική εκτός από δεσμεύσεις;**



Εικόνα 1.39 Παραδείγματα βλάβης κτιρίων από το τον σεισμό στην Κεφαλονιά το 2014. Το κορύφωμα του καμπαναριού στο χωριό Κουρουκλάτα μετά από τους σεισμούς του 1953 είχε αποκατασταθεί με ασύμβατα υλικά. Η τετράγωνη βάση παρέμεινε λίθινη ενώ το οκταγωνικό κορύφωμα ανακατασκευάστηκε από σκυρόδεμα.

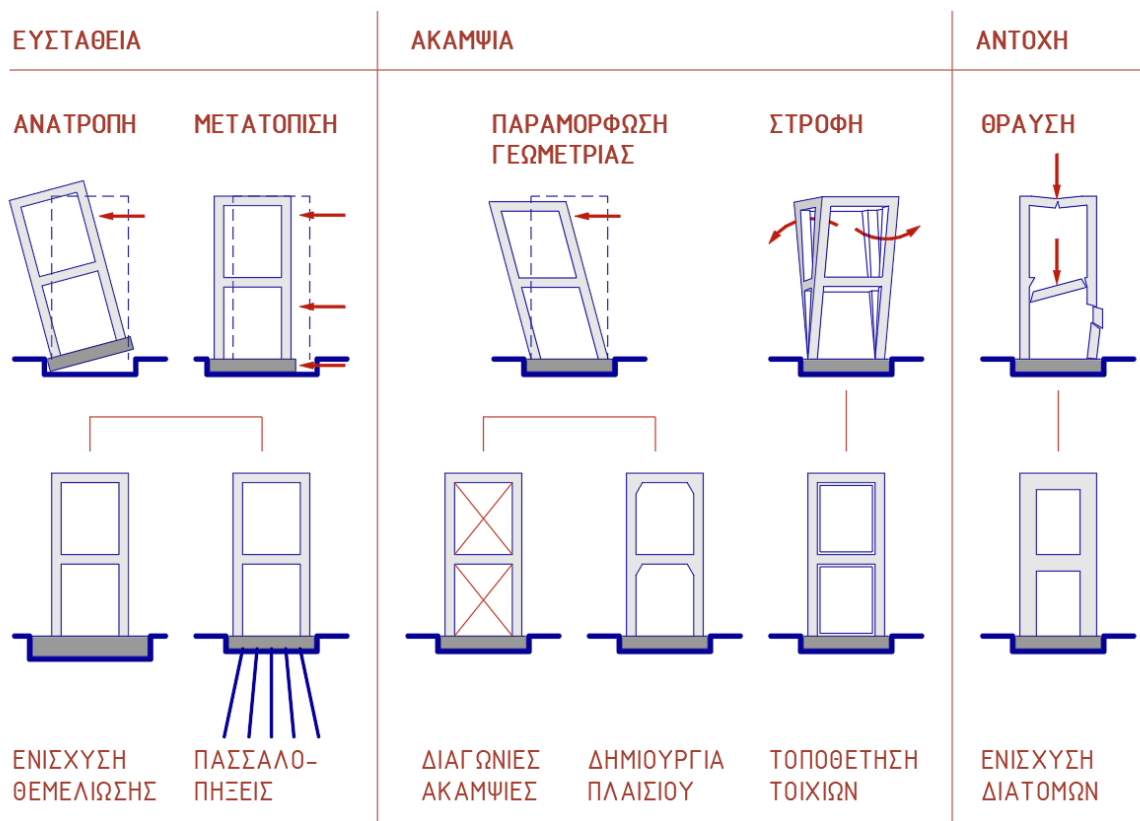
1.3. Οι απαιτήσεις από τον φέροντα οργανισμό

Για να εξασφαλίζεται η ακεραιότητα ολόκληρου του **δομικού φορέα** πρέπει οπωσδήποτε να **ικανοποιούνται ταυτόχρονα** τρία κριτήρια, δηλαδή να εξασφαλίζεται η **αντοχή** του, να παραμένει **απαραμόρφωτος** και να μην κινδυνεύει από **ανατροπή**, αναλυτικά, δηλαδή πρέπει να πληρούνται ταυτόχρονα τρεις απαιτήσεις, να έχει αντοχή, ακαμψία και ευστάθεια.



Εικόνα 1.40

Ταινιοδιάδρομος φόρτωσης λιπασμάτων στο λιμάνι του Πειραιά στη Δραπετσώνα, κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το επιθετικό περιβάλλον του θαλασσινού νερού και οι φθορές από απουσία συντήρησης, είχαν ως αποτέλεσμα την κατάρρευσή του με τον σεισμό του 2019.



ΣΧΗΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΦΟΡΕΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥΣ.

Σχέδιο 1.30 Σχηματική απόδοση της παθολογίας των φορέων και των αντίστοιχων μεθόδων αντιμετώπισής τους (Πηγή: Schodek, D.L., & Bechtold, M. (2014). Structures. Pearson, σ. 13).



Εικόνα 1.41

Παραδείγματα βλάβης από μετακίνηση εδάφους.

Παραμόρφωση των ανώτερων κεντρικών διαζωμάτων στο αρχαίο θέατρο της Επιδαύρου.

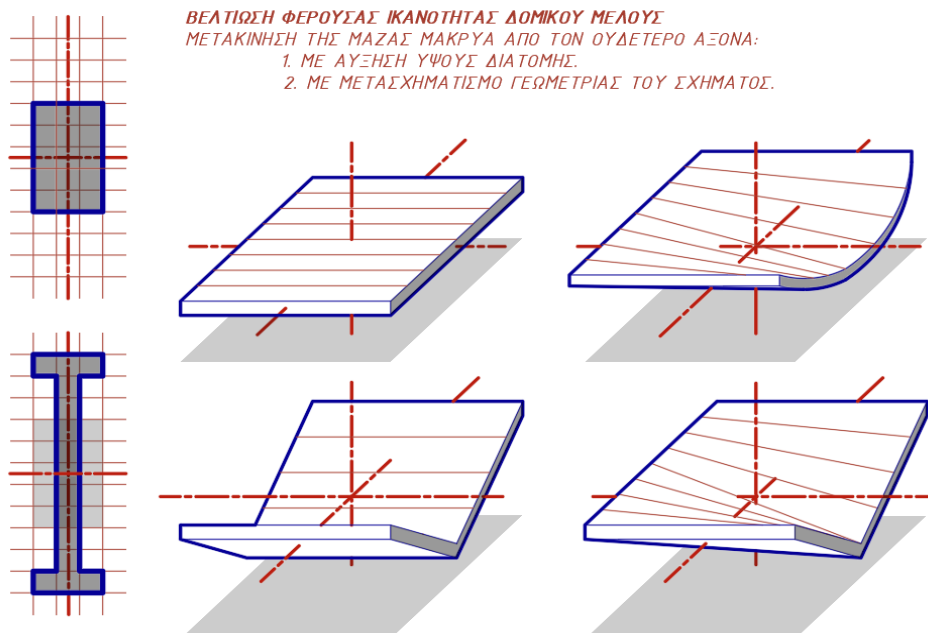
1.3.1. Αντοχή

Η αντοχή διασφαλίζει την κατασκευή από την **κατάρρευση** και έχει να κάνει με το **είδος** του υλικού που χρησιμοποιούμε, τις **φυσικές** και **μηχανικές** του **ιδιότητες**, καθώς και με την **επάρκεια** των διαστάσεων της διατομής του και τις στέρεες **συνδέσεις** των μελών.

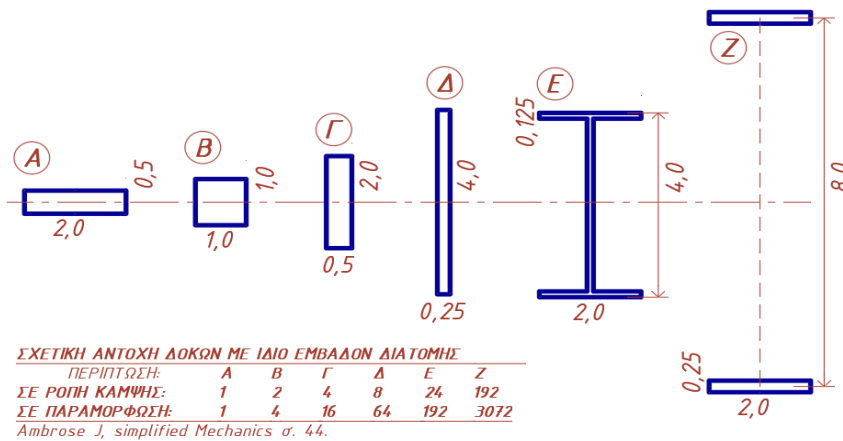
Επάρκεια διατομών. Σε ένα δομικό στοιχείο, όπως για παράδειγμα σε ένα υποστύλωμα, με δεδομένη τη θλιπτική αντοχή του ανά μονάδα επιφάνειας, όσο αυξάνουν τα φορτία που παραλαμβάνει (οι υπερκείμενοι όροφοι ή η κάλυψη μεγάλων ανοιγμάτων), αυξάνει και το μέγεθος της διατομής του.

Σχήμα και μορφή του φορέα. Για παράδειγμα, κατά τη γεφύρωση ανοιγμάτων, το ύψος της δοκού είναι το κρίσιμο στοιχείο που εξασφαλίζει την αντοχή του. Μια διατομή από οποιοδήποτε υλικό, για να γεφυρώσει ένα άνοιγμα και να μπορέσει να παραλάβει φορτία, πρέπει να αποκτήσει υψίκορμο σχήμα. Πρέπει δηλαδή να απομακρύνουμε τη μάζα της από τον **ουδέτερο άξονα**, όσο περισσότερο μπορούμε. Έτσι οι μεταλλικές διατομές αποκτούν το γνωστό σχήμα «Η». Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουμε οικονομία υλικού αφαιρώντας περιττή μάζα από την περιοχή του ουδέτερου άξονα, ελαττώνουμε το ίδιο βάρος του φορέα, ενώ με τα πέλματά τους εξασφαλίζεται η καλύτερη οριζόντια έδραση και αυξάνεται η αντίστασή τους σε πλάγιες καταπονήσεις. Ένα λεπτό φύλλο χαρτί, αν το κρατήσουμε από τη μία άκρη του, διπλώνει κάτω από το ίδιο του το βάρος, εάν όμως του δημιουργήσουμε μία πτύχωση, τότε όχι μόνο μπορεί να παραμείνει οριζόντιο, αλλά είναι σε θέση να παραλάβει βάρος πολλαπλάσιο του ιδίου.

Επιμέρους φυσικές ιδιότητες του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί. Μερικά υλικά είναι ανισότροπα, δηλαδή από τη φύση τους εμφανίζουν διαφορετική συμπεριφορά αντοχής σε καταπονήσεις ανάλογα με τη διεύθυνση κατά την οποία ασκείται η δύναμη στην επιφάνειά τους. Αυτό ισχύει για τα φυσικά υλικά όπως το ξύλο και τα μάρμαρα, όπου τα «νερά» του υλικού καθορίζουν την τοποθέτησή του και την επάρκεια παραλαβής φορτίων.



Σχέδιο 1.31 Η αύξηση της φέρουσας ικανότητας ενός φορέα σε σχέση με την αύξηση του ύψους της διατομής και διαμόρφωση κατάλληλης γεωμετρίας.

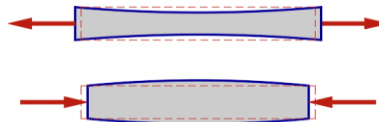


Σχέδιο 1.32 Συγκριτική φέρουσα ικανότητα φορέων με την ίδια επιφάνεια διατομής και διαφορετικές γεωμετρίες.

Είναι προφανές ότι ανάλογα με τις τάσεις που αναπτύσσονται σε ένα δομικό μέλος επιλέγουμε το κατάλληλο υλικό για να τις παραλάβει. Άλλα υλικά αντέχουν σε εφελκυσμό όπως τα μέταλλα, και άλλα σε θλίψη όπως το σκυρόδεμα και οι λίθοι.

ΔΡΑΣΗ ΑΞΟΝΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ
 ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ: ΑΞΟΝΙΚΗ ΜΗΚΥΝΣΗ
 ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΒΡΑΧΥΝΣΗ

ΘΛΙΨΗ: ΑΞΟΝΙΚΗ ΒΡΑΧΥΝΣΗ
 ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΜΗΚΥΝΣΗ

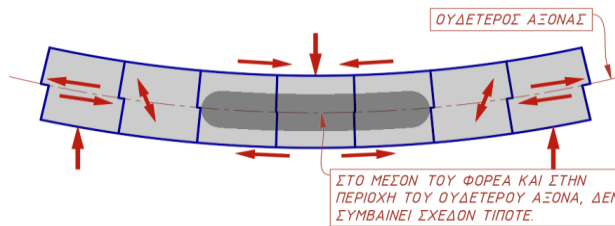


ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΜΨΗΣ ΣΕ ΕΝΑ ΣΩΜΑ

ΑΝΩ ΠΑΡΕΙΑ: ΘΛΙΨΗ

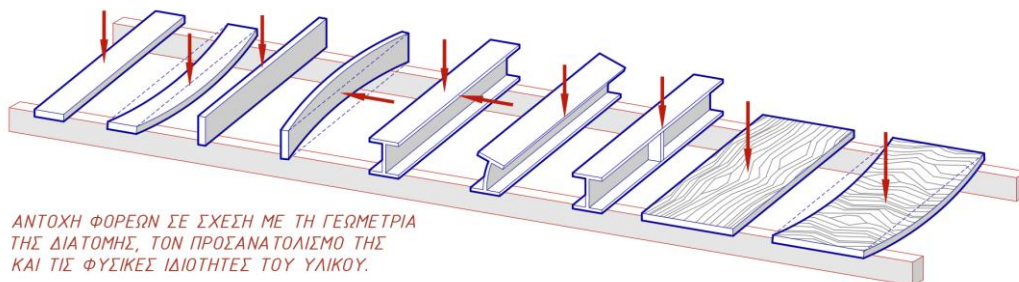
ΚΑΤΩ ΠΑΡΕΙΑ: ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

ΣΤΗΡΙΞΕΙΣ: ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΜΕ ΟΛΙΣΘΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ



Σχέδιο 1.33 Οι αναμενόμενες παραμορφώσεις ενός φορέα κάτω από την επίδραση δυνάμεων.

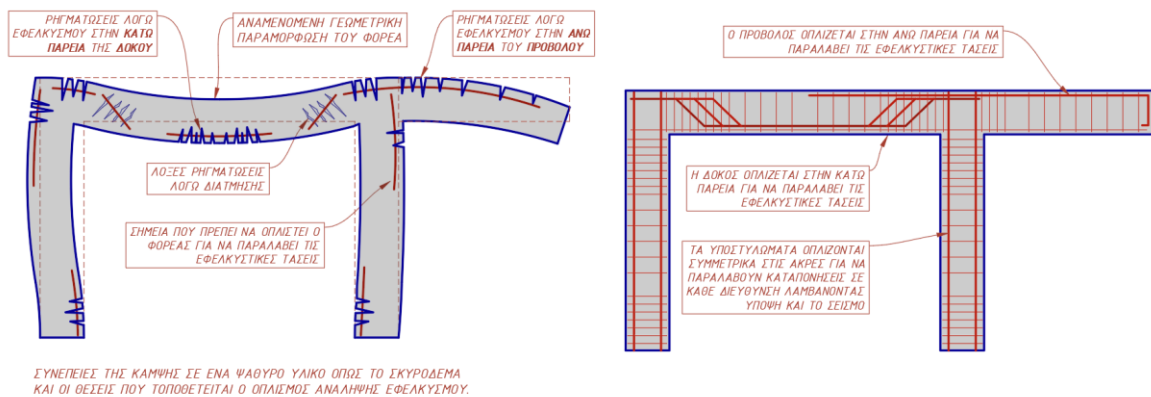
Ένας φορέας ορθογωνικής διατομής, από οποιοδήποτε δεδομένο υλικό, έχει **πενταπλάσια** αντοχή σε **θλίψη** από ό,τι σε **κάμψη**, με την αίρεση βέβαια του λυγισμού στην περίπτωση υποστυλώματος.



Σχέδιο 1.34 Η αντοχή ενός φορέα σε σχέση με την κατάλληλη διαμόρφωση της γεωμετρίας του αλλά και με τη φύση του υλικού του.

Ένας αποτελεσματικός τρόπος χρήσης των υλικών είναι η μεικτή χρήση τους σε μια κατασκευή και η διάταξη του καθενός σε σημεία όπου ανταποκρίνεται καλύτερα στην παραλαβή τάσεων.

Στο ακόλουθο σχήμα δείχνεται με έμφαση ο τρόπος που παραμορφώνεται ένα σύστημα δοκού επί στύλων από σκυρόδεμα που είναι προφανές ότι έχει εξαιρετικές αντοχές σε θλίψη. Οι παραμορφώσεις που παρουσιάζει κάτω από την επίδραση φορτίου οδηγούν σε ρηγματώσεις στα σημεία όπου αναπτύσσονται εφελκυστικές τάσεις. Εκτιμώντας από πριν τη θέση τους, μπορούμε να τις προβλέψουμε και να τις αντιμετωπίσουμε παραλαμβάνοντάς τες με χαλύβδινο οπλισμό, κατάλληλα και σχολαστικά διατεταγμένο μέσα στη μάζα του σκυροδέματος.



Σχέδιο 1.35 Οι παραμορφωτικές συνέπειες επίδρασης φορτίων σε φορέα από σκυρόδεμα και η λογική αντιμετώπισής τους.

Αύξηση αντοχής και προένταση

Εφόσον σε ένα σώμα κάτω από συγκεκριμένες φορτίσεις κατανοήσουμε ποιες τάσεις αναπτύσσονται και με ποιον τρόπο δρουν, μπορούμε να μετασχηματίσουμε τις δυνάμεις αυτές και να αναθέσουμε την ανάληψή τους σε διαφορετικά επιλεγμένα υλικά.

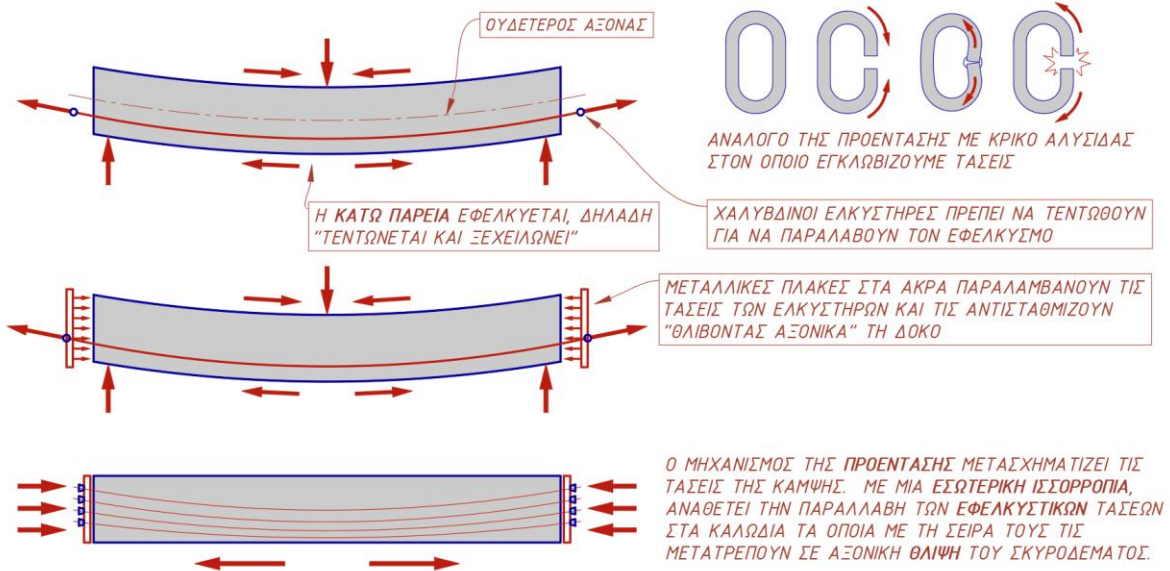
Αυτός ο μηχανισμός ονομάζεται **προένταση** και αυξάνει δραματικά την αντοχή φορέων που καταπονούνται σε κάμψη όπως οι δοκοί από σκυρόδεμα που έχουν πολύ μεγάλο άνοιγμα ή που παραλαμβάνουν πολύ μεγάλα φορτία.

Ο μηχανισμός της προέντασης του οπλισμένου σκυροδέματος συνίσταται στο ότι έχουμε έναν τεχνητό φορέα από δύο υλικά. Το σκυρόδεμα, που αντέχει σε θλίψη, και τον χαλύβδινο οπλισμό του που αντέχει σε εφελκυσμό, επειδή, όπως είδαμε, στην κάμψη αναπτύσσονται ταυτόχρονα και οι δύο δυνάμεις.

Ο μηχανισμός της προέντασης διαχωρίζει τις τάσεις της κάμψης και μέσω ανακατανομής τις μετασχηματίζει σε μια νέα εσωτερική ισορροπία. Έτσι αναθέτει στα χαλύβδινα καλώδια την παραλαβή των εφελκυστικών τάσεων που αναπτύσσονται στην κάτω παρειά και αυτά με τη σειρά τους, μέσω χαλύβδινων πλακών στις άκρες της δοκού, τις μετατρέπουν σε αξονική θλίψη του σκυροδέματος.

Από το σχήμα φαίνεται ότι είναι σημαντικό να οπλιστεί η κάτω παρειά και άρα ο οπλισμός ακολουθεί καμπύλο σχήμα. Ο οπλισμός είναι χαλύβδινα καλώδια που τοποθετούνται σε σωληνώσεις οι οποίες έχουν τοποθετηθεί προηγουμένως στο σκυρόδεμα.

Στη συνέχεια τα **καλώδια τεντώνονται** με υδραυλικούς γρύλους αναπτύσσοντας τάσεις στον φορέα, με μόνιμη αξονική **συμπίεση** της **δοκού**. Η επιτυχία της μεθόδου βασίζεται στο πόσο «σφιχτά» συνεργάζονται τα υλικά μεταξύ τους. Οποιαδήποτε χαλαρότητα ακυρώνει τη μέθοδο.



Σχέδιο 1.36 Ο μηχανισμός λειτουργίας της προέντασης για την ενίσχυση της ικανότητας της διατομής για παραλαβή φορτίων ή για την κατασκευή μεγάλων ανοιγμάτων.

Με την τεχνική της προέντασης φτιάχνουμε δοκούς, κυρίως, που μπορούν να καλύψουν πολύ μεγάλους χώρους, όπως σταδία, εκθεσιακούς χώρους, αποθήκες ή γέφυρες. Πρέπει να έχουμε κατά νου ότι στην Ελλάδα, εξαιτίας του σεισμού, η μέθοδος παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα. Κατά τη διάρκεια της σεισμικής δράσης ο φορέας ενδέχεται να βρεθεί, έστω και στιγμιαία, αφόρτιστος, οπότε οι πάντοτε παρούσες εσωτερικές τάσεις χάνουν την ισορροπία τους και μπορεί να προκαλέσουν αστοχία στο υλικό.

1.3.2. Ακαμψία

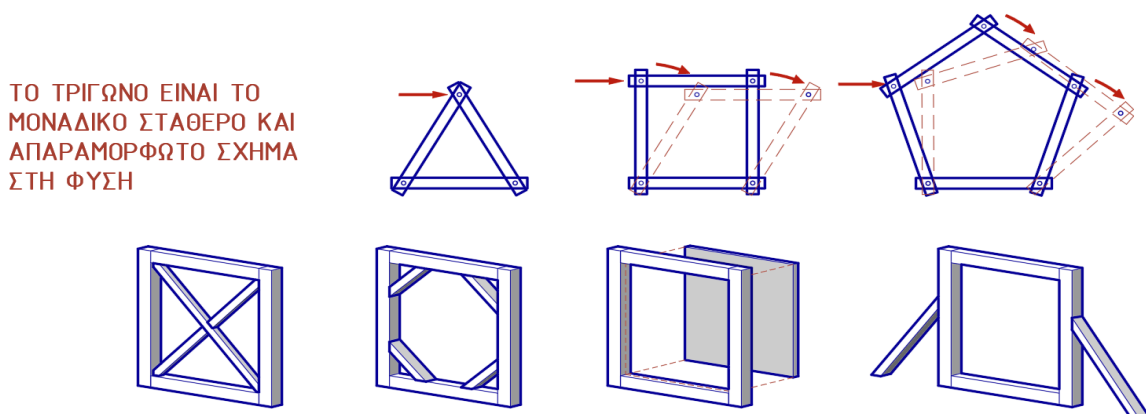
Η ακαμψία, είναι η συνθήκη κατά την οποία διατηρείται και εξασφαλίζεται το **απαραμόρφωτο** της γεωμετρίας του φορέα, δηλαδή δεν θα πρέπει να «στρεβλώνει» κάτω από την επίδραση πλάγιων δυνάμεων όπως είναι οι ανεμοπιέσεις, οι διαφορικές καθιζήσεις, αλλά και η χαλαρότητα των συνδέσεων κυρίως σε αρθρωτές κατασκευές. Αυτή η συνθήκη επιτυγχάνεται με τρεις τρόπους, τον **τριγωνισμό**, την **ενίσχυση των γωνιών** και με τη χρήση **διαφραγμάτων**.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι φορείς από οπλισμένο σκυρόδεμα, λόγω φύσης του υλικού, έχουν επαρκή ακαμψία μεταξύ των μελών. Αντίθετα, σε γραμμικούς φορείς από μέταλλο και ξύλο, είναι απαραίτητο να τοποθετηθούν διαγώνια στοιχεία δυσκαμψίας και στις δύο κατευθύνσεις του φορέα, πράγμα που επηρεάζει τη μορφή του κτιρίου και τις κτιριολογικές λειτουργίες στην κάτοψη.

Τριγωνισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλη τοποθέτηση διαγώνιων στοιχείων δυσκαμψίας που ονομάζονται αντηρίδες ή αντιανέμια ή χιαστί στοιχείων (αν είναι ζευγάρι), που συνδέουν κορυφές του επιπέδου μετασχηματίζοντας την παραλληλεπίπεδη επιφάνεια σε τρίγωνα. Εάν τα αντιανέμια είναι μικρής διατομής και μπορούν να παραλαμβάνουν μόνο εφελκυστικές ή μόνο θλιπτικές δυνάμεις (για παράδειγμα χαλύβδινες ντίζες), τότε τα τοποθετούμε κατά ζεύγη, ώστε να ανταποκρίνονται σε καταπονήσεις από κάθε διεύθυνση, ενεργοποιώντας το αντίστοιχο αντιανέμιο που μπορεί να παραλάβει τη δύναμη.

Η **ενίσχυση των γωνιών** είναι μια μέθοδος επίτευξης ακαμψίας αντίστοιχη με τον τριγωνισμό, όπου όμως ανάλογα με τη σπουδαιότητα της κατασκευής και τις δυνάμεις που την καταπονούν, η ακαμψία μπορεί να επιτευχθεί απλώς ενισχύοντας με τον κατάλληλο τρόπο τις γωνίες του σχήματος ή πακτώνοντας μεταξύ τους τη δοκό και το υποστύλωμα.

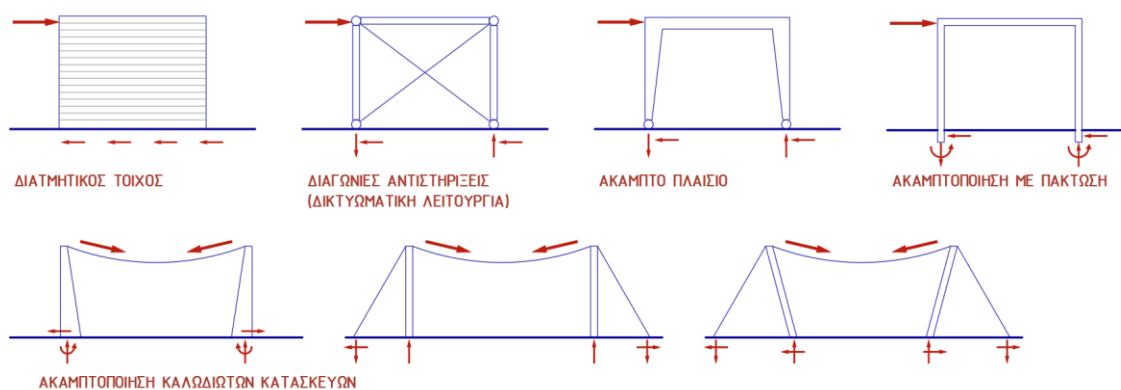
Διάφραγμα, τέλος, έχουμε όταν τοποθετούμε ένα επίπεδο επιφανειακό στοιχείο στις διαστάσεις του περιγράμματος και αυτό ενσωματώνεται και καλύπτει πλήρως αυτή την επιφάνεια του φορέα μεταξύ υποστυλωμάτων και δοκού. Εξαιτίας της συνεκτικότητας της δομής της ύλης του διαφράγματος, αυτό το επιφανειακό στοιχείο παραμένει **απαραμόρφωτο** και έχει την ικανότητα να δανείζει την ακαμψία του στην κατασκευή.



Σχέδιο 1.37 Ενίσχυση ακαμψίας και σταθεροποίησης της γεωμετρίας με τριγωνισμό, ενίσχυση γωνιών, διαφράγματα και αντιστήριξη.

Μπορούμε να ενισχύσουμε την ακαμψία σε ένα πολυγωνικό πλαίσιο με τέσσερις τρόπους:

1. Με **διαγώνια** στοιχεία ή τα αποκαλούμενα «**χιαστί**».
2. Με **ενίσχυση** των **γωνιών** του.
3. Με **διάφραγμα**.
4. Με αντιστήριξη από **αντηρίδες**.



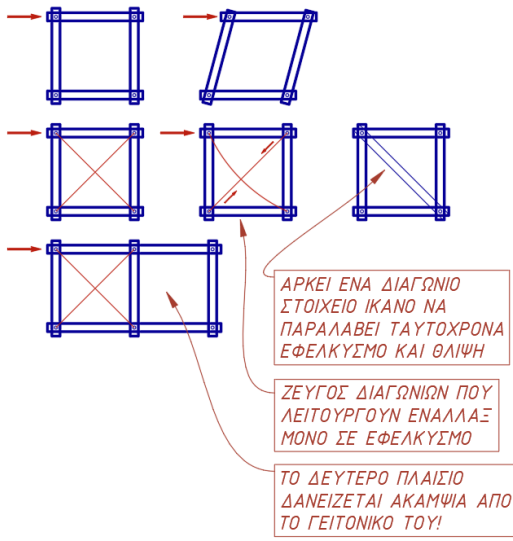
Σχέδιο 1.38 Μηχανισμοί ακαμπτοποίησης φορέων για αντιμετώπιση παραμόρφωσης της γεωμετρίας με τη δράση πλάγιων δυνάμεων. Διακρίνονται οι τάσεις που αναπτύσσονται στις στηρίξεις.



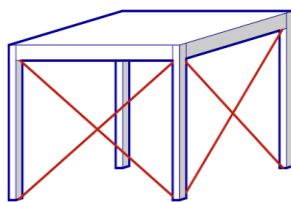
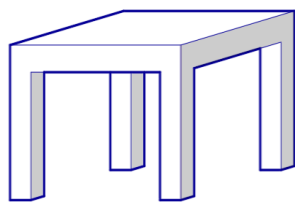
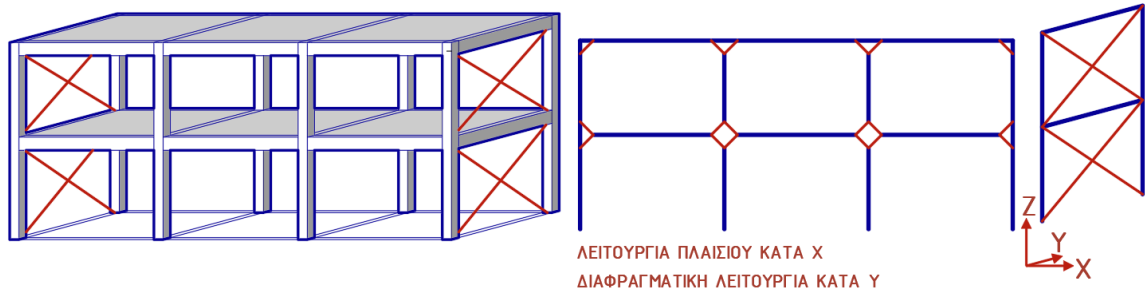
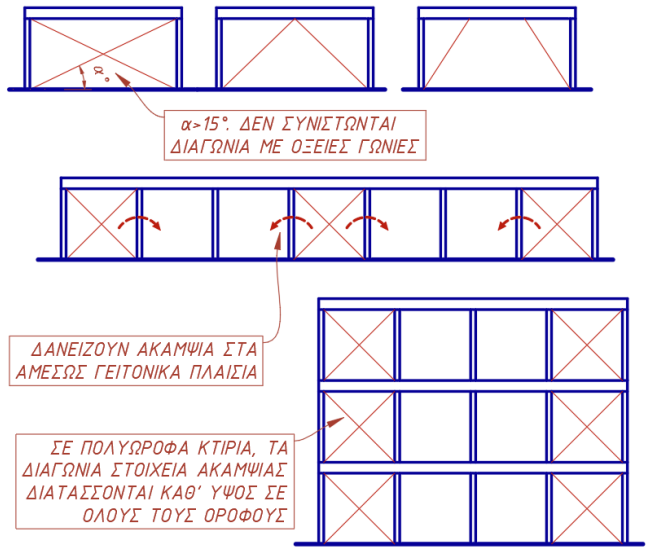
Εικόνα 1.42 Παραλιακό λαϊκό κτίσμα στον Κακόβατο Ηλείας.

Όσο κι αν φαίνεται περίεργο, αρθρώσεις δεν έχουμε κατ' αποκλειστικότητα μόνον σε φορείς από μέταλλο ή ξύλο. Μπορούμε να κατασκευάσουμε **αρθρώσεις** και σε φορείς **οπλισμένου σκυροδέματος**, όπως για παράδειγμα στην κατασκευή τριαρθρωτών τόξων ή στα σημεία που εδράζονται οι γέφυρες από σκυρόδεμα. Πρέπει να έχουμε κατά νου ότι μια σύνδεση, για να θεωρείται άρθρωση, δεν είναι απαραίτητο να παρουσιάζει ορατές μετατοπίσεις.

ΑΚΑΜΨΙΑ ΜΕ ΔΙΑΓΩΝΙΑ "ΧΙΑΣΤΙ" ΣΤΟΙΧΕΙΑ.



ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΚΔΟΧΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΔΙΑΓΩΝΙΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΚΑΜΨΙΑΣ



ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΙΔΙΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΕΠΙ ΣΤΥΛΩΝ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ. ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΑ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ Ή ΞΥΛΟ

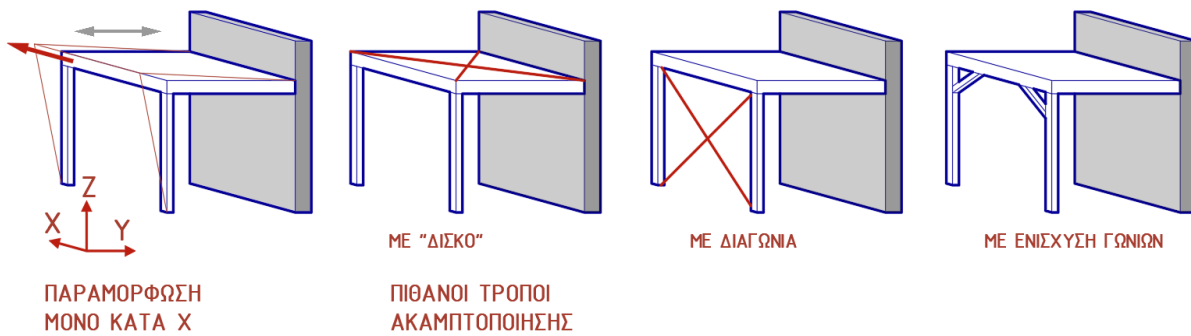
Σχέδιο 1.39

Μηχανισμοί αντιμετώπισης παραμορφώσεων με διαγώνια στοιχεία ακαμψίας σε διαφορετικές περιπτώσεις φορέων.



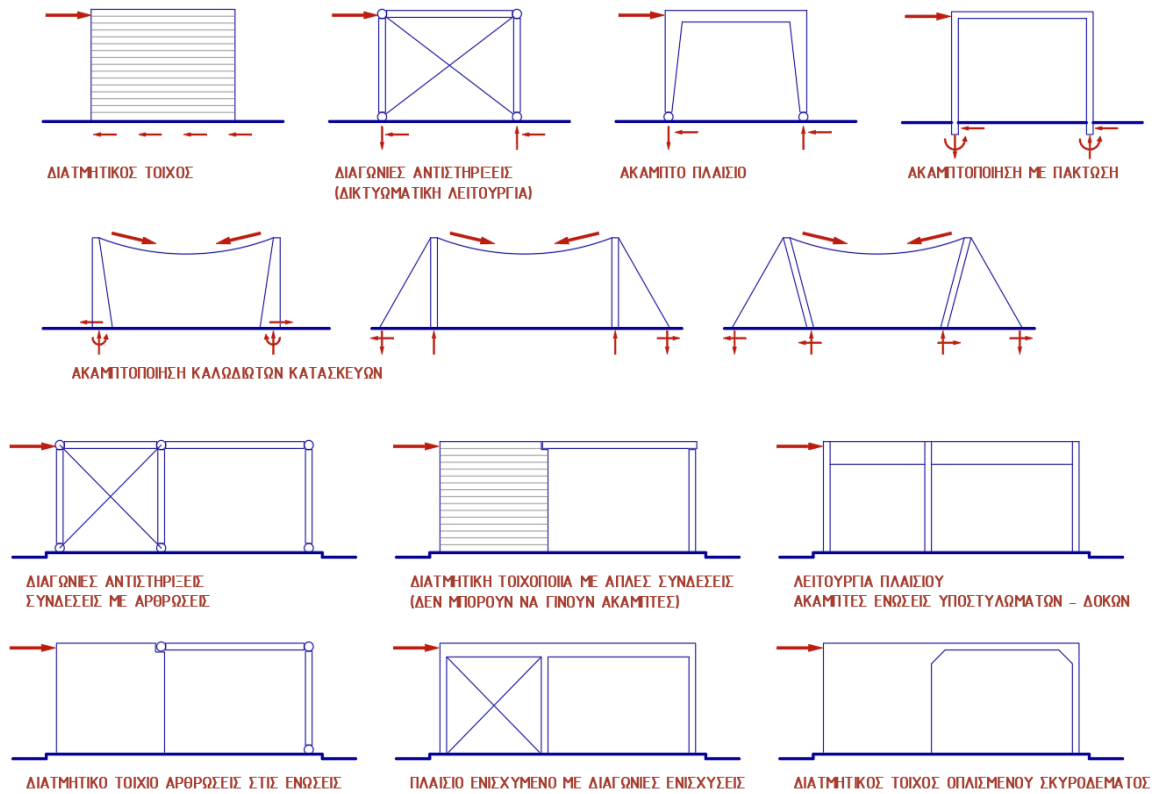
Εικόνα 1.43

Κέντρο Πολιτισμού «Georges Pompidou»: Ζεύγος διαγώνιων στοιχείων ακαμψίας στη νοτιοδυτική γωνία του κτιρίου. Τα χαλύβδινα στοιχεία έχουν χυτευθεί μονολιθικά. Στα κατακόρυφα, επίσης χυτά υποστυλώματα κυκλοφορεί νερό ως ψυκτικό υγρό για την προστασία τους σε περίπτωση πυρκαγιάς.



Σχέδιο 1.40

Ενδεικτικές σκαριφηματικές περιπτώσεις ενίσχυσης ακαμψίας.



Σχέδιο 1.41 Συγκεντρωτικός πίνακας διαχείρισης του ζητήματος της ακαμψίας σε ενδεικτικές διαφορετικές περιπτώσεις φορέων.

1.3.3. Ευστάθεια

Η **ευστάθεια** είναι η ικανοποίηση όλων των συνθηκών στην κατασκευή οι οποίες την εξασφαλίζουν από απαράδεκτες **μετακινήσεις**, κατακόρυφες ή οριζόντιες και από **ανατροπές**. Είναι ανεξάρτητη από τα υλικά και τις διατομές που θα χρησιμοποιηθούν, αλλά και από το είδος των μεταξύ τους συνδέσεων. Αφορά τη **σταθερότητα** της δομής και την εξασφάλιση του κτιρίου από **ανατροπή**. Η ευστάθεια ενός οικοδομήματος εξαρτάται κυρίως από την ποιότητα και την αντοχή των συνδέσεων και από την επιμελημένη θεμελίωση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο Πύργος της Πίζας στην Ιταλία, που άρχισε να αποκτά κλίση ήδη από τα αρχικά στάδια της κατασκευής του το 1178, εξαιτίας του προβληματικού αργιλώδους εδάφους θεμελίωσης και, παράλληλα, με την ύπαρξη υψηλού υδροφόρου ορίζοντα.

Με το πέρασμα του χρόνου, η κλίση συνέχισε να μεγαλώνει και το πρόβλημα επιλύθηκε μόλις το 2001, ύστερα από ένα ειδικό πρόγραμμα εργασιών σταθεροποίησης που εφαρμόστηκε και το οποίο διήρκεσε 10 χρόνια. Ένα αντίστοιχο παράδειγμα εξασφάλισης από ανατροπή είναι η χρήση αντίβαρου στους εργοταξιακούς γερανούς.



Εικόνα 1.44 Κτίριο στη Σκύρο. Αστοχία υποθεμελίωσης από προφανή υποχώρηση του εδάφους. Αξίζει να παρατηρηθεί ότι το κτίριο διατηρεί την ακεραιότητά του από άποψη αντοχής και επίσης ότι έχει επαρκή ακαμψία διατηρώντας απαραμόρφωτη τη γεωμετρία του. Η λήψη της φωτογραφίας έγινε από την Ελένη Αλεξάνδρου.

1.4. Αρχές σχεδιασμού του φέροντος οργανισμού

Αφού καλύψαμε τις αρχές που διέπουν τις βασικές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιεί ο φέρων οργανισμός ενός κτιρίου, στη συνέχεια θα τις οργανώσουμε και σχεδιαστικά, ώστε να εξασφαλίσουμε το κτίριο.

Για τον σχεδιασμό του φέροντος οργανισμού μπορούμε να ακολουθήσουμε δύο διαφορετικές διαδρομές, πάντοτε σε σχέση με τη φύση και τις δυνατότητες του υλικού:

A. Επιλέγουμε το υλικό του φορέα για λόγους εκφραστικούς και σε σχέση με την οικονομία του έργου. Στη συνέχεια οργανώνουμε τους χώρους και τα μεγέθη τους σύμφωνα με τις δυνατότητες που μας δίνει το υλικό.

B. Οργανώνουμε και διατάσσουμε τους χώρους και τα μεγέθη τους με βάση συνθετικές αρχές και στη συνέχεια επιλέγουμε το υλικό για τον φέροντα οργανισμό με κριτήριο τις δυνατότητες κάλυψης που ικανοποιούν τις δεσμεύσεις.

Σε συνήθη κτίρια μικρού έως μεσαίου μεγέθους, όπως είναι οι κατοικίες, δεν έχει τόση σημασία η διαδρομή που θα ακολουθήσουμε. Αντίθετα, όταν η κλίμακα του κτιρίου ξεφεύγει, όπως συμβαίνει όταν πρόκειται για τον σχεδιασμό εκθεσιακών χώρων ή αθλητικών εγκαταστάσεων, με πολύ μεγάλα ανοίγματα, τότε η επιλογή του υλικού είναι μονοσήμαντη με βάση τις κρίσιμες απαιτήσεις κάλυψης των χώρων.

Και στις δύο περιπτώσεις οι χώροι οργανώνονται με βάση τα **επιτρεπτά όρια ασφάλειας και την οικονομία** του υλικού. Αυτά τα όρια με τη σειρά τους ορίζουν τη **διάταξη των υποστυλωμάτων** και το **όριο** των μεταξύ τους **αποστάσεων**.

Ωστόσο, οποιοδήποτε υλικό και αν χρησιμοποιήσουμε για να κτίσουμε, δεν πρέπει να ξεχνάμε ποτέ τον σεισμό. Έτσι η διάταξη κατακόρυφων στοιχείων οπωσδήποτε θα διέπεται από αρχές που να εξασφαλίζουν την ακεραιότητα του φέροντος οργανισμού.

1.4.1. Τοιχώματα

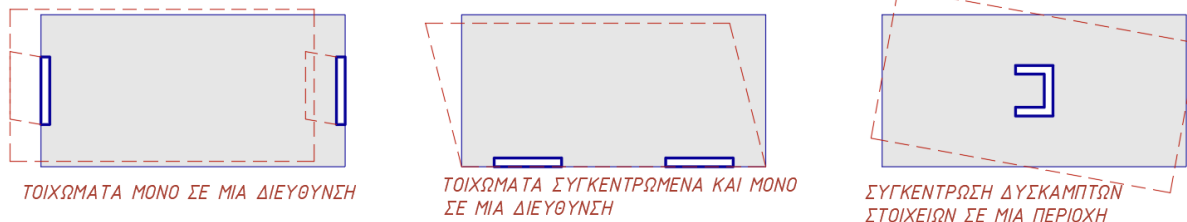
Διατάσσουμε τα κατακόρυφα τοιχώματα ή στοιχεία ακαμψίας σε κατάλληλες θέσεις που να ελαχιστοποιούν τη στρεπτική παραμόρφωση του κτιρίου.

Τα τοιχώματα πρέπει να βρίσκονται στην **περίμετρο** του κτιρίου ή εάν κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό, να φροντίζουμε αυτά να βρίσκονται **πλησίον των τριών πλευρών της περιμέτρου**.

ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ



ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ



Σχέδιο 1.44 Παράδειγμα αρχών τοποθέτησης τοιχωμάτων ακαμψίας στην κάτοψη.

Σε κάθε διεύθυνση πρέπει να προβλέπονται **δύο τουλάχιστον μη συνεπίπεδα** τοιχώματα.

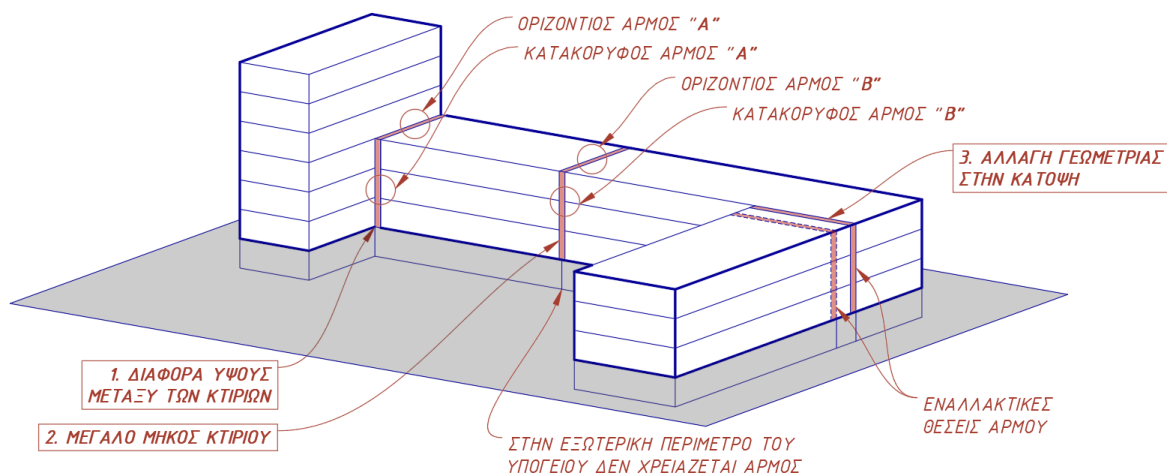
Τα τοιχώματα πρέπει να συνδέονται μονολιθικά με τις πλάκες των ορόφων. Πολλές φορές ένα τοίχωμα προσφέρει μια βολική κατακόρυφη επιφάνεια για τη διέλευση μηχανολογικών εγκαταστάσεων με την παράλληλη διάνοιξη μηχανολογικών σχισμών (*shaft*) ή για φρεάτια κλιμακοστασίων· αυτές οι διατάξεις ωστόσο θέλουν προσοχή γιατί αδυνατίζουν τη σύνδεση της πλάκας με το τοίχωμα.

1.4.2. Σεισμικοί αρμοί (αρμοί διαστολής)

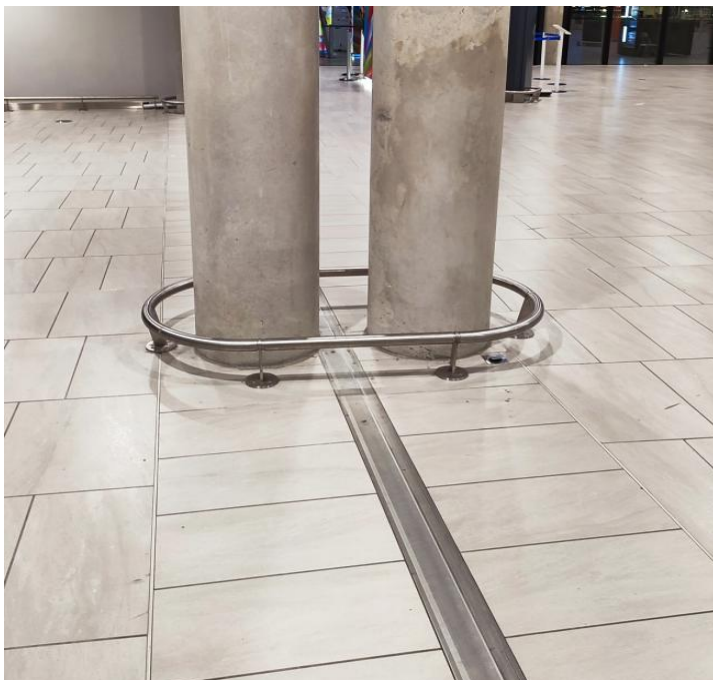
Ένα κτίριο πρέπει να παρουσιάζει ομοιογενή συμπεριφορά σε περίπτωση σεισμικών καταπονήσεων. Αυτή είναι η κυριότερη παράμετρος που επιβάλλει το να το θωρακίσουμε. Το κέντρο ελαστικής στροφής πρέπει να συμπίπτει κατά το δυνατόν με το κέντρο του κτιρίου ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη ταλάντωση κατά τον σεισμό και να αποφεύγονται μεγάλα μεγέθη και ασύμμετρες γεωμετρίες. Ο προφανής τρόπος για να ελέγξουμε αυτές τις ασυμμετρίες είναι να διασπάσουμε τον δομικό σκελετό σε επιμέρους ανεξάρτητα αυτοτελή «κτίρια» και σε κατάλληλα επιλεγμένα σημεία που να έχουν την ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση, ώστε η τελική εντύπωση που

θα δίνεται να παραμένει ενιαία. Οι απλές αρχές σχεδιασμού αντισεισμικών αρμών σε κτίρια από σκυρόδεμα είναι οι ακόλουθες:

- Πρέπει να αποφεύγονται οι **επιμήκεις κατόψεις** και ο **λόγος** μεγάλης πλευράς προς τη μικρή **πλευρά** να μην ξεπερνά το **4/1**.
- Πρέπει να αποφεύγονται κτίρια πολύ **μεγάλου μήκους**. Για κτίρια από **σκυρόδεμα** το όριο είναι **30,0** έως **40,0 m**.
- Πρέπει να αποφεύγονται κατόψεις με **ακανόνιστα σχήματα** και κεραίες όπως σχήματος «Γ» «Π» κλπ.
- Πρέπει να αποφεύγονται κτίρια με μεγάλη **διαφορά ύψους** στην κάτοψη.

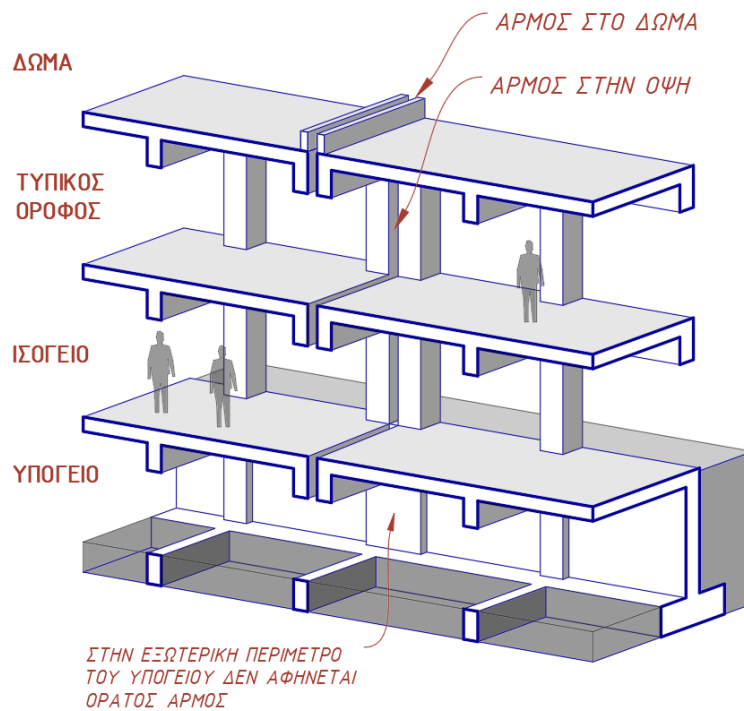


Σχέδιο 1.45 Διάταξη αντισεισμικών αρμών σε κτίρια, κυρίως από σκυρόδεμα, ανάλογα με το μέγεθος και τη γεωμετρία τους.



Εικόνα 1.45

Αρμός διαστολής κτιρίου που περνά στο δάπεδο ανάμεσα από τα δύο ακραία, στρογγυλά υποστυλώματα των δύο τμημάτων του κτιρίου. Ειδικό μεταλλικό αρμοκάλυπτρο καλύπτει το μεταξύ τους κενό. Επιβατικός σταθμός αερολιμένα της Λυών, Γαλλία.



Σχέδιο 1.46 Χααρακτηριστική τομή με την τοποθέτηση και τη γεωμετρία αντισεισμικών αρμών στον φέροντα οργανισμό κτιρίου από σκυρόδεμα.

Όλα αυτά τα προβλήματα αντιμετωπίζονται με τον «τεμαχισμό» του φέροντος οργανισμού σε μικρότερες ενότητες του κτιρίου με τη χρήση σεισμικών αρμών. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι κατασκευάζουμε διαφορετικά μεταξύ τους και στατικά πλήρως ανεξάρτητα κτίρια, σχεδόν σε επαφή.



Εικόνα 1.46 Αυτοσχέδιο κτίσμα από υλικά δεύτερης χρήσης στην Αίγινα. Ο άνθρωπος κτίζει με οποιοδήποτε πρόσφορο υλικό, ακόμη και σε δεύτερη χρήση που μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις του για στέγαση ή να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του.

Σε κτίρια από σκυρόδεμα μπορούμε να ακολουθήσουμε εμπειρικούς κανόνες για τον σχεδιασμό του **πλάτους των αρμών** που είναι οι ακόλουθοι:

- Αρμός **2,5 cm** σε υπόγειους ορόφους.
- Αρμός **4,0 cm** όταν το ύψος του χαμηλότερου από τα δύο κτίρια φτάνει μέχρι τους 3 ορόφους επάνω από το έδαφος.
- Αρμός **8,0 cm** όταν το ύψος του χαμηλότερου από τα δύο κτίρια φτάνει από 4 έως 8 ορόφους επάνω από το έδαφος.
- Αρμός **10,0 cm** όταν το ύψος του χαμηλότερου από τα δύο κτίρια ξεπερνάει τους 8 ορόφους επάνω από το έδαφος.

Σημαντική σημείωση: Οι αρμοί **δεν είναι απαραίτητο να φτάνουν στο υπόγειο και στη θεμελίωση**. Κάτω από το επίπεδο του εδάφους το κτίριο περιβάλλεται από χώμα και λειτουργεί ως ένα σώμα με αυτό. Στους περιμετρικούς τοίχους των υπογείων δεν υπάρχουν ορατοί αρμοί και διακοπές συνέχειας των τοιχιών, αλλά έχουμε συνεχή σκυροδέτηση. Οι περιμετρικοί αρμοί εμφανίζονται ως διαφορά στον σπλισμό των τοιχιών.

Ένα σημαντικό σχεδιαστικό πρόβλημα που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε είναι η διάταξη **διπλών υποστυλωμάτων** στα σημεία των αρμών, ειδικά στις περιπτώσεις που έχουμε εμφανή φέροντα στοιχεία.

1.4.3. Τα υλικά για τη δημιουργία του φέροντος οργανισμού

Είναι προφανές ότι για τον φέροντα οργανισμό χρησιμοποιούμε κάθε πρόσφορο **υλικό** που μπορούμε να πάρουμε από τη φύση και του οποίου μελετάμε τις ιδιότητες ώστε να βρει την κατάλληλη θέση στο οικοδόμημα. Τα κριτήρια για την επιλογή κατάλληλου υλικού είναι:

1 Η οικονομία του υλικού, δηλαδή:

- A. Η αφθονία στη φύση.
- B. Το ενεργειακό αποτύπωμα απόκτησης και χρήσης.
- Γ. Η δυνατότητα ανακύκλωσης.

2 Η δυνατότητα **μορφοποίησης** και **χρήσης**:

- A. Ευκολία επεξεργασίας.
- B. Ευκολία μεταφοράς.

3 Οι μηχανικές **αντοχές** του υλικού:

- A. Ικανοποιητικές μηχανικές αντοχές.
- B. Αντοχή στη διάβρωση, την αποσύνθεση και την αποδιοργάνωσή του σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον και τον χρόνο ζωής του.
- Γ. Ευκολία συντήρησης στον χρόνο.

Γενικά μπορούμε να κατατάξουμε και να μελετήσουμε τα δομικά υλικά ανάλογα με τον τρόπο που δομούνται χωρίζοντας και εξετάζοντάς τα σε τέσσερις διακριτές κατηγορίες. Τα υλικά που **κτίζονται**, αυτά που **χυτεύονται**, αυτά που συνθέτουν επιφάνειες και αποτελούνται από ευθύ-

γραμμα (συνήθως) στοιχεία σε επαλληλία, τους **γραμμικούς φορείς** και τέλος, μια ειδική κατηγορία, τους φορείς που είναι κατά κύριο λόγο **εφελκούμενοι**, δηλαδή που καταπονούνται αποκλειστικά από εφελκυστικές δυνάμεις. Ακολουθεί μια παράθεση των υλικών με τα πλεονεκτήματα χρήσης τους, τα όριά τους και τις δεσμεύσεις τους.

Η ταξινόμηση αυτή γίνεται για να δώσει μια προφανή ιδέα των υλικών που συνήθως χρησιμοποιούμε στις κτιριακές κατασκευές.

Οι φορείς μπορούν να διακριθούν σε δύο γενικές κατηγορίες: στην πρώτη οι φορείς από **μέταλλο και ξύλο** που θεωρούνται **ελαφρύτεροι** και στη δεύτερη κατηγορία οι φορείς από **σκυρόδεμα και λίθους**. Αυτή η γενική αρχή επιβάλλει σε σύμμεικτες κατασκευές την τοποθέτηση των φορέων από ελαφρότερα υλικά να τοποθετούνται καθ' ύψος επάνω στα πιο βαριά υλικά. Δηλαδή στις **χαμηλότερες** στάθμες θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το **σκυρόδεμα** και η **πέτρα**, ενώ σε **υπερκείμενες** στάθμες το **μέταλλο** και κατόπιν το **ξύλο**. **Πλαστικά** υλικά χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά για στεγάσεις.

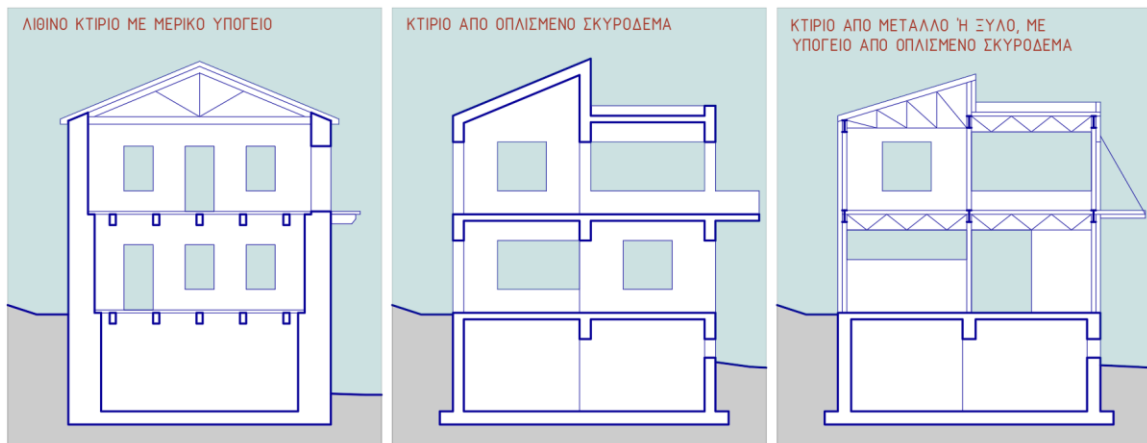
Πίνακας 1.4: Ταξινόμηση φορέων με βάση τον τρόπο δόμησής τους.			
		Πλεονεκτήματα χρήσης (+)	Μειονεκτήματα χρήσης (-)
A. Φορείς από Κτιστά υλικά			
Πέτρα	Αργολιθοδομή	Τοπικά υλικά, μικρή ειδικευση, επαρκής ακαμψία του φορέα.	Μεγάλο πάχος τοίχων (50, 60 cm για μονώροφο κτίριο), μικρές μηχανικές αντοχές σε πλάγιες ωθήσεις και μικρή συνοχή, απαιτεί σοβάντισμα για επαρκή προστασία.
	Λιθοδομή με συνδετικό κονίαμα (με ντουζένια και ξυλοδεσιές)	Τοπικά υλικά, καλύτερες μηχανικές αντοχές, μόνωση εσωτερικού (θερμομόνωση, υγρομόνωση), απαιτεί μικρή ειδικευση, επαρκής ακαμψία του φορέα, ο φέρων οργανισμός ταυτίζεται με την επιδερμίδα του κτιρίου (επικάλυψη).	Μεγάλο πάχος τοίχων (40-50 cm για μονώροφο κτίριο).
Πλίνθοι (τούβλα)	Ωμόπλινθοι (με οπλισμό ενίσχυσης από υαλονήματα, ή άχυρο)	Τοπικά υλικά, μικρή ειδικευση, ικανοποιητικές μηχανικές αντοχές, επαρκής ακαμψία του φορέα. Μέχρι 2 ορόφους.	Μεγάλο πάχος τοίχων (40-60 cm για μονώροφα κτίσματα), απαιτείται ενίσχυση της μάζας του με οπλισμό από άχυρο ή υαλονήματα, απαιτεί σοβάντισμα για προστασία από το νερό.

	Οπτόπλινθοι Τούβλα με οπές	Τοπικά υλικά (συνήθως), μικρή ειδικευση, ικανοποιητικές μηχανικές αντοχές, επαρκής ακαμψία του φορέα. Μπορούν να κτιστούν μέχρι 2 όροφοι.	Μεγάλο πάχος τοίχων (20-40 cm για μονώροφα κτίρια), απαιτεί σοβάντισμα για μόνωση και προστασία από το νερό.
	Οπτόπλινθοι Τούβλα συμπαγή	Δυνατότητα πολυώροφου κτιρίου.	Μεγάλο πάχος τοίχων (30-40 cm για μονώροφα κτίρια), απαιτούν υψηλή ειδικευση, υψηλό κόστος αγοράς.
	Τσιμεντόλιθοι	Τοπικά υλικά, ικανοποιητικές μηχανικές αντοχές, επαρκής αντισεισμική συμπεριφορά του φορέα, ο φέρων οργανισμός ταυτίζεται με την επιδερμίδα.	Είναι υγροσκοπικό υλικό, δεν μονώνει ικανοποιητικά, χρήση εμφανών τσιμεντόλιθων μόνον ως επένδυση όψης.
Β. Φορείς από χυτά υλικά σε καλούπια			
Οπλισμένο Σκυρόδεμα (απαιτείται σιδηρός οπλισμός)		Υψηλές μηχανικές αντοχές, επαρκής ακαμψία, ο φέρων οργανισμός δεν ταυτίζεται με την επιδερμίδα (επικάλυψη), είναι ο αποτελεσματικότερος τρόπος κατασκευής υπογείων χώρων.	Απαιτεί υψηλή ειδικευση, απαιτεί μηχανήματα για τη σκυροδέτηση, πολλές φορές απαιτείται η χρήση πολύπλοκου ξυλότυπου για τη σκυροδέτηση.
Συμπιεσμένη γη (rammed earth)		Οικολογική και οικονομική δόμηση, πολλές φορές το κτίσιμο δεν απαιτεί ειδικευση.	Ευπαθής στο νερό, απαιτεί προστασία, μεγάλο πάχος τοίχων, συνήθως κτίσιμο μόνο ισογείων κτισμάτων, απαιτεί ιδιαίτερο ανεξάρτητο σκελετό για να φέρει τη στέγη.
Γ. Φορείς από Γραμμικά στοιχεία (αρθρωτές κατασκευές)			
Προκατασκευασμένο σκυρόδεμα	Υποστυλώματα, Δοκοί, στοιχεία πατωμάτων.	Σύντομος χρόνος κατασκευής, ευκολία και οικονομία κατασκευής κτιρίων σε επανάληψη.	Απαιτεί βιομηχανικές μονάδες παραγωγής δομικών στοιχείων, σχετικά άκαμπτο σύστημα με δυσκολία σε σχεδιαστικές προσαρμογές.

Χάλυβας	Ανοικτές διατομές (Η, Τ, Π, Γ, κυψελωτές διατομές).	Εύκολη μεταφορά, γρήγορη συναρμολόγηση, ιδανικές για φέροντα στοιχεία.	Απαιτεί ειδικευση, πρέπει να επιλυθούν ζητήματα ακαμψίας του φορέα, ειδική μέριμνα για προστασία από τη διάβρωση.
	Κοίλες διατομές χωρίς ραφή (Ο, RHS κλπ.).	Οικονομική επιλογή, εξαιρετικές μηχανικές αντοχές.	Μη ελεγχόμενη διάβρωση του εσωτερικού τους.
	Κοίλες διατομές με ραφή (Ο, RHS)	Οικονομική επιλογή, εξαιρετικές μηχανικές αντοχές.	Μη ελεγχόμενη διάβρωση του εσωτερικού τους, αποφεύγεται η χρήση τους σε κρίσιμα και κύρια φέροντα δομικά στοιχεία.
	Δικτυώματα	Γεφύρωση μεγάλων ανοιγμάτων, μικρό βάρος φορέα, ιδανικό για διέλευση μηχανολογικών.	Απαιτεί ειδικευση, δίνει φορείς με μεγάλο ύψος, μειώνοντας το ελεύθερο ύψος του χώρου.
Αλουμίνιο		Ευκολία βιομηχανικής παραγωγής ειδικών διατομών, ευκολία μορφοποίησης ειδικών σχημάτων, δεν διαβρώνεται.	Περιορισμένες φέρουσες δυνατότητες, μόνο για ήσσονος σημασίας φέρουσες κατασκευές.
Ξύλο	Φυσική ξυλεία (κορμοί δέντρων χοντροπριονισμένοι)	Εύκολη μεταφορά, γρήγορη συναρμολόγηση, ικανοποιητικές μηχανικές αντοχές.	Απαιτεί ειδικευση, πρέπει να επιλυθούν ζητήματα ακαμψίας του φορέα, ειδική μέριμνα για προστασία από τη σήψη.
	Πριστή ξυλεία (τετράγωνες, παραλληλεπίπεδες διατομές)	Εύκολη μεταφορά, γρήγορη συναρμολόγηση, ικανοποιητικές μηχανικές αντοχές.	Απαιτεί συντήρηση, οπτικά επιβαρυνμένες συνδέσεις σε περίπτωση εφελκυσμένων κόμβων.
	Σύνθετη Ξυλεία	Υψηλές μηχανικές αντοχές, ελεγμένη ποιότητα, δυνατότητα κάλυψης πολύ μεγάλων ανοιγμάτων.	Απαιτεί συντήρηση, οπτικά επιβαρυνμένες συνδέσεις σε περίπτωση

			εφελκόμενων κόμβων.
Δ. Εφελκόμενοι φορείς.			
Γενικά οι φορείς αυτής της κατηγορίας δεν είναι εντελώς άκαμπτοι και παρουσιάζουν ταλαντώσεις.			
Συνθετικά υφάσματα	Υφάσματα, μεμβράνες, τέντες	Εύκολη μεταφορά, μικρό βάρος, δυνατότητα κάλυψης πολύ μεγάλων ανοιγμάτων.	Ζητήματα στεγανότητας, γήρανση του υλικού, ειδικά κάτω από την επίδραση του ηλιακού φωτός, περιορισμένη διάρκεια ζωής, μπορούν να πάρουν σχήματα μόνο με διπλή καμπυλότητα.
	Αεροβασταζόμενες μεμβράνες	Εύκολη μεταφορά, μικρό βάρος, δυνατότητα κάλυψης πολύ μεγάλων ανοιγμάτων.	Απαιτούν μηχανολογική υποστήριξη, γήρανση του υλικού ειδικά κάτω από την επίδραση του ηλιακού φωτός, περιορισμένη διάρκεια ζωής μπορούν να πάρουν μόνο καμπύλα σχήματα.
Χαλύβδινα καλώδια	Καλωδιωτές κατασκευές από χάλυβα.	Γεφύρωση πολύ μεγάλων ανοιγμάτων, ελάχιστο βάρος φορέα.	Απαιτεί σοβαρές αντιστηρίξεις, οι φορείς δεν είναι πλήρως άκαμπτοι και παρουσιάζουν ταλαντώσεις, απαιτεί υψηλή τεχνολογία και ειδίκευση.

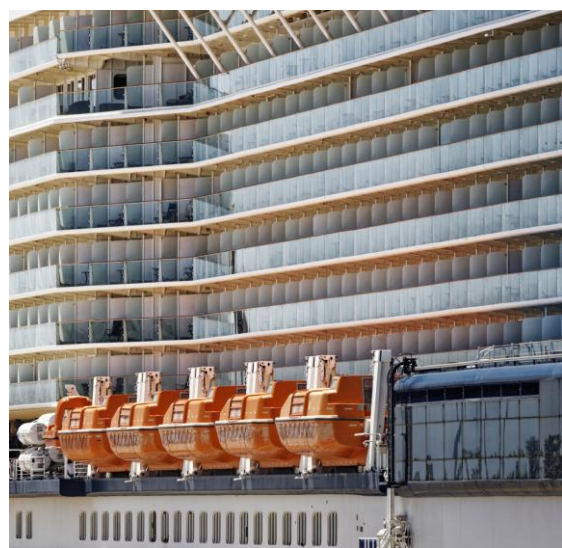
Πρέπει να έχουμε υπόψη μας τον γενικό κανόνα ότι στις **θεμελιώσεις** και την κατασκευή **υπογείων** χρησιμοποιούμε σχεδόν αποκλειστικά το **οπλισμένο σκυρόδεμα** εξαιτίας των άριστων ιδιοτήτων του υλικού να συγκροτεί συμπαγείς δομές, ανθεκτικές σε **πλάγιες ωθήσεις γαιών** και με την ικανότητα να **στεγανώνει** επαρκώς την κατασκευή.



Σχέδιο 1.47 Ενδεικτικές σκαριφηματικές τομές κτιρίων με διαφορετικά υλικά κατασκευής. Τα υπόγεια, λόγω ειδικών απαιτήσεων σταθερότητας θεμελίωσης, αντιμετώπισης πλαγίων ωθήσεων γαιών και υδροστατικής πίεσης, καθώς και στεγανότητας, κατασκευάζονται πάντα από σκυρόδεμα ανεξάρτητα από το υλικό κατασκευής του φορέα επάνω από το έδαφος. Μόνον σε παραδοσιακές κατασκευές συναντώνται ημιυπόγειοι χώροι από πέτρα.

Μια προφανής παρατήρηση είναι ότι δεν χρησιμοποιούμε πάντοτε μονοσήμαντα ένα υλικό δόμησης. Αντίθετα, οι περισσότερες κατασκευές, ανάλογα με τις συνθετικές προθέσεις και τις ειδικές τεχνικές απαιτήσεις, σχεδιάζονται με την ταυτόχρονη χρήση διαφορετικών υλικών. Αυτό συμβαίνει σχεδόν σε όλα τα κτίρια που γνωρίζουμε. Εκμεταλλευόμαστε τα πλεονεκτήματα κάθε υλικού και θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι η ανάμειξη είναι ο κανόνας και όχι η εξαίρεση.

Στις κατασκευές με την ευρεία έννοια μπορούμε να συμπεριλάβουμε και τη **ναυπηγική τέχνη**, όπου σήμερα τα ελαφρά υλικά, δηλαδή ο **πολυεστέρας**, είναι από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους ναυπήγησης μεσαίων και μικρών σκαφών. Αντίθετα, ο **χάλυβας** αφορά σχεδόν αποκλειστικά τα μεγάλα μεταφορικά πλοία και, κατά περίπτωση, γίνεται και χρήση **αλουμινίου**. Τέλος, το **ξύλο** έχει υποχωρήσει αισθητά σχεδόν σε όλες τις κλίμακες σκαφών εξαιτίας της δυσκολίας βιομηχανικής τυποποίησης και της απαίτησης κατ' έτος συντήρησης.



Εικόνες 1.47, 1.48 Η κλίμακα μεγέθους του πλοίου επιβάλλει τη χρήση χάλυβα. Πίσω από την επιδερμίδα της λαμαρίνας, διαγράφεται αδρά το δομικό σύστημα από επάλληλα διατεταγμένους χαλύβδινους νομείς. Αντίθετα, οι μικρές σωστικές λέμβοι είναι πολυεστερικές.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Allen, E. (2005). *How Buildings Work. The Natural Order of Architecture*. NY: Oxford University Press.
- Charleston, A. (2008). *Seismic Design for Architects. Outwitting the Quake*. Oxford: Elsevier.
- Charleston, A. (2015). *Structure as Architecture. A Source Book for Architects and Structural Engineers*. Oxon: Routledge.
- Ching, F.D., Onouye, B.S., & Zuberbuhler, D. (2009). *Building Structures Illustrated. Patterns, Systems, and Design*. New Jersey: Wiley.
- Darnell, L. (2020). *Origins. How the Earth Shaped Human History*. Vintage.
- Grillo, P. (1960). *Form Function and Design*. Dover.
- LeCuyer, A. (2008). *ETFE, Technology and Design*. Basel: Birkhäuser.
- Levy, S.M. (2010). *Construction Databook. Construction Materials and Equipment*. NY: McGraw Hill.
- Millais, M. (2017). *Building Structures. Understanding the Basics*. Oxon: Routledge.
- Pearce, P. (1978). *Structure in Nature is a Strategy for Design*. MIT Press.
- Salvadori, M. (1980). *Why Buildings Stand Up. The Strength of Architecture*. NY: W. W. Norton & Company.
- Salvadori, M. (1990). *The Art of Construction*. Illinois: Chicago Review Press.
- Schierle, G.G. (2006). *Architectural Structures Excerpts*. LA: University of Southern California.
- Schodek, D.L., & Bechthold, M. (2014). *Structures*. Pearson.
- Souder, C. (2015). *Temporary Structure Design*. New Jersey: Wiley.
- Wells, M. (2010). *Engineers. A History of Engineering and Structural Design*. Oxfordshire: Routledge.
- Wittgenstein, L. (2021). *Tractatus Logico-Philosophicus*. (Α. Γεωργαλλίδης, Trans.) Αθήνα: Ίαμβος.
- Yeomans, D. (2016). *How Structures Work, Design and Behaviour from Bridges to Buildings*. Oxford: Wiley.

Ελλόγλωσση βιβλιογραφία

- Zevi, B. (1986). *Η Μοντέρνα Γλώσσα της Αρχιτεκτονικής*. (Λ. Κοτανώφ, Μετ.) Αθήνα: Νεφέλη.

- Αθανασόπουλος, Χ. (2007). *Κατασκευή Κτιρίων, Σύνθεση και Τεχνολογία*. Αθήνα: Αθανασόπουλος.
- Βογιατζάκη, Κ. (2011). *Οικολογική Αρχιτεκτονική με Εναλλακτικά Υλικά Δόμησης και η Περιβαλλοντική τους Αξιολόγηση* (Μεταπτυχιακή Διατριβή ed.). Ξάνθη: ΔΠΘ Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος.
- Θέμελης, Κ. (2000). *Ο Λόγος του Αρχιμάστορα, μια συνομιλία με τον Άρη Κωνσταντινίδη*. Αθήνα: Ίνδικτος.
- Καλογεράς, Ν., Κιρπότην, Χ., Μακρής, Γ., Παπαϊωάννου, Ι., Ραυτόπουλος, Σ., Τζιτζιάς, Μ., & Τουλιάτος, Π. (1986). *Θέματα Οικοδομικής*. Αθήνα: Συμμετρία.
- Κωνσταντινίδης, Ά. (1987). *Για την αρχιτεκτονική*. Αθήνα: Άγρα.
- Κωνσταντινίδης, Ά. (2011). *Τα παλιά Αθηναϊκά σπίτια* (3η ed.). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Μιλτιάδου-Fezans, Α. (2018). *Βασικές έννοιες στατικής και αντοχής των υλικών*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Μπίρης, Τ. (1999). *Με τη Σκέψη στην Αρχιτεκτονική, Δεκαπέντε συν πέντε κείμενα*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Μωρέτη, Μ. (2017). *Αρχές για το σχεδιασμό του φέροντος οργανισμού κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα*. Αθήνα: Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ.
- Πανταλέων, Ε. (2005). *Σχεδιασμός φέροντα οργανισμού κτιριοδομικών έργων*. Αθήνα: Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ.
- Πανταλέων, Ε. (2007). *Κτιριοδομικά έργα με φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Παπαϊωάννου, Τ. (2005). *Η Αρχιτεκτονική του Καθημερινού*. Αθήνα: Καστανιώτη.
- Πικιώνης, Δ. (1986). *Τα κείμενα του Δ. Πικιώνη*. Αθήνα.
- Φατούρος, Δ. (2006). *Ένα Συντακτικό της Αρχιτεκτονικής Σύνθεσης*. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.

Νομοθεσία

- ΟΑΣΠ (2003). Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας. Αθήνα: ΥΠΕΧΩΔΕ.
- ΟΑΣΠ (2001). Ελληνικός κανονισμός ωπλισμένου σκυροδέματος 2000.

Ιστοσελίδες

- Sedgwick, Andy. Would the Pompidou get built today? Τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 2022. <https://www.arup.com/perspectives/would-the-pompidou-get-built-today>
- ΤΕΕ. «Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ». Τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 2022. <https://web.tee.gr/d-e-k-a-d/tmima-epistimonikoy-kai-anaptyxiakoy-ergoy/totee/>

Κεφάλαιο 2. Ο Φορέας ως Συνθετικό Εργαλείο

Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται ο φέρων οργανισμός ως το σημαντικό στοιχείο που δίνει τη μορφή στο κτίριο, αλλά παράλληλα και ο τρόπος που επιλέγουμε υλικά και δομή ώστε να φτάσουμε σε αυτήν την επιθυμητή μορφή. Ακόμη εξετάζονται περιπτώσεις ειδικών φορέων όπου με πειραματικό τρόπο καταλήγουμε στην «εύρεση της μορφής» και τέλος εξετάζονται οι δυνητικοί τρόποι οργάνωσης ενός φορέα ώστε να είναι συμβατός και να υπηρετεί με συνέπεια τις συνθετικές αρχιτεκτονικές επιλογές και παράλληλα αναλύονται τεχνικά κριτήρια που πρέπει να εξετάσουμε για την επιλογή του.

Προαπαιτούμενη γνώση

Προαπαιτείται η γνώση των μαθημάτων της Δομικής Μηχανικής των προηγούμενων εξαμήνων.

2.1. Ο σχεδιασμός του φορέα

2.1.1. Επιλογή και συνθετική οργάνωση του φορέα

Κατά τη σχεδιαστική διαδικασία η επιλογή του δομικού φορέα είναι κρίσιμη και πρέπει να αποφασίζεται ήδη από τα πρώιμα συνθετικά στάδια καθότι είναι καθοριστική για την ίδια τη μορφή και τον χαρακτήρα του κτιρίου. Σε σημαντικά κτίρια που υλοποιήθηκαν στις πρώτες μεταπολεμικές δεκαετίες, για παράδειγμα από το κίνημα του «High Tech», ο φορέας ήταν το κυρίαρχο στοιχείο και δεν συνιστούσε μόνον μέρος της όψης του κτιρίου, αλλά αποκαλυπτόταν ακόμη και στους εσωτερικούς χώρους, αποκτώντας μια σημαντικότητα που νοηματοδοτούσε τις λειτουργίες και γενικότερα τον χαρακτήρα του.

«Και το αρχιτεκτονικό έργο, το αληθινό αρχιτεκτονικό έργο, είναι μια ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ, σαν ένας ανθρώπινος οργανισμός, που ανθεί σε ένα συγκεκριμένο έδαφος (τοπίο) σύμφωνα με τους ίδιους νόμους που πλάθουν ένα φυτό, έναν άνθρωπο ή ένα ζώο. Και που μπορεί να δεχτεί στο σώμα του την οποιαδήποτε παραλλαγή ή προσωρινή πλαστική τελείωση, χωρίς να μολυνθεί στην εσωτερική του διαμόρφωση και να χάσει την ηθική και κατασκευαστική (στατική) αυτάρκεια και πληρότητά του».

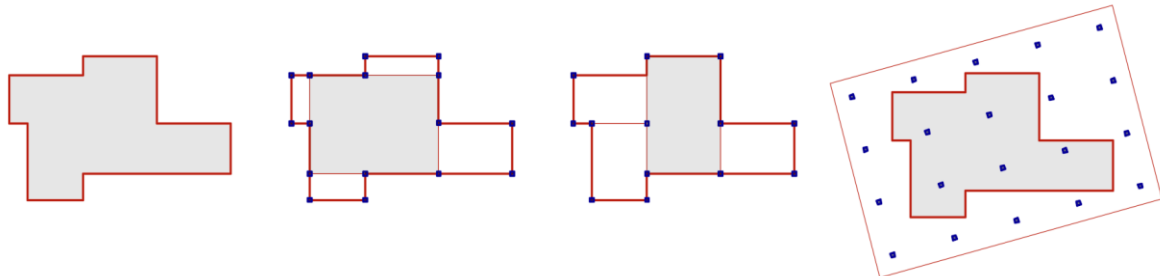
Άρης Κωνσταντινίδης, Τα παλιά Αθηναϊκά σπίτια

Η επιλογή του υλικού και του είδους του φορέα δεν έχει αποκλειστικά μονοσήμαντο «**δομοστατικό χαρακτήρα**»· αντίθετα, οφείλουμε να διαμορφώσουμε πιο σύνθετα κριτήρια. Αυτό σημαίνει ότι η επιλογή του υλικού για τη μόρφωση του φέροντος οργανισμού μπορεί να εκφράζει **αισθητικά κριτήρια** ή να έχει **σημειολογική σημασία** για τον χαρακτήρα και τις χρήσεις που φιλοξενεί το κτίριο ή και προκύπτει από ειδικές **τεχνικές απαιτήσεις** σε σχέση με ειδικές συνθήκες του περιβάλλοντος ή κτιριολογικές απαιτήσεις.

Η πρώτη διαδρομή αναφέρεται στην **εκφραστική επιθυμία** για **χρήση** ενός συγκεκριμένου **υλικού** το οποίο επιλέγουμε με κριτήριο τις **ποιότητες χρώματος** και **υφής**, αλλά επίσης και γιατί μπορεί να έχει έναν γενικότερο **συμβολικό** χαρακτήρα, όπως είναι η οικολογική διάσταση του ξύλου ή η χρήση ανακυκλωμένων συνθετικών υλικών ή, ακόμα, η έκφραση τεχνολογικής πρωτοπορίας από εξωτικά κράματα μετάλλων. Η δεύτερη διαδρομή αφορά την επιλογή φορέα με βάση

ειδικές ανάγκες της **εσωτερικής κτιριολογικής οργάνωσης**, όπως είναι η ύπαρξη ειδικών απαιτήσεων για κάλυψη χώρων με πολύ μεγάλα ανοίγματα ή για πολύ μεγάλο ύψος κτιρίου.

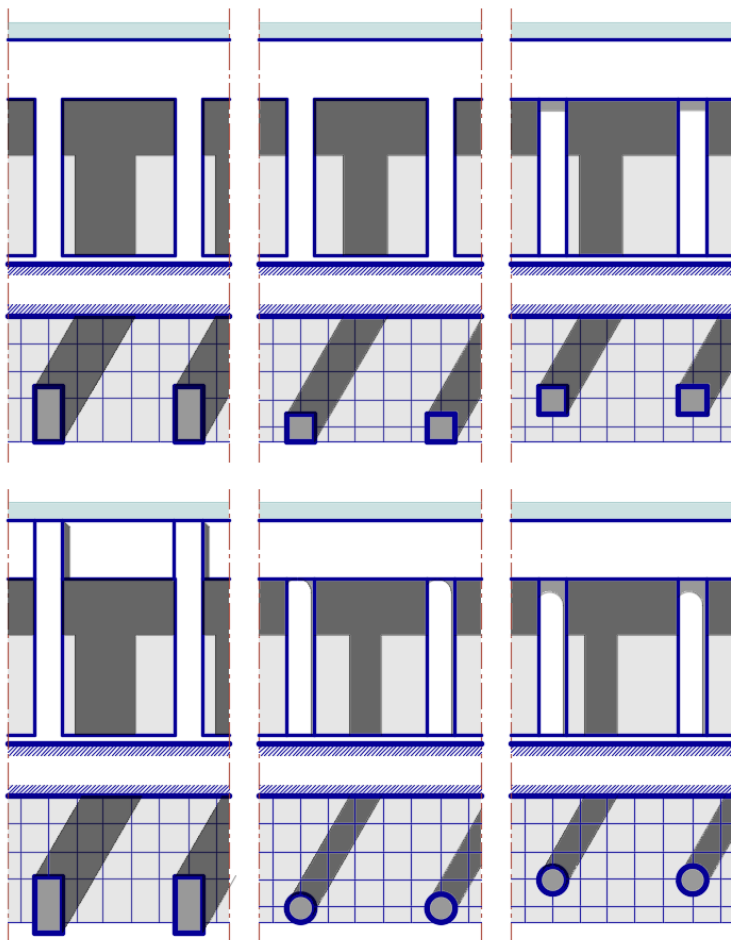
Στο ακόλουθο διάγραμμα δίνεται σε κάτοψη το ίδιο πάντα σχήμα περιγράμματος με τις ενδεχόμενες διαφορετικές προσεγγίσεις δομικών συστημάτων που αντιστοιχούν σε ενδεχόμενες διαφορετικές λειτουργικές απαιτήσεις χώρων.



ΣΧΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΚΑΝΝΑΒΟΥ

Σχέδιο 2.1 Διαγραμματικές περιπτώσεις με τη σχέση λειτουργικού και κατασκευαστικού καννάβου. Η επιλογή του φορέα πρέπει να είναι συνεπής με τις λειτουργίες.

Κατά τον σχεδιασμό δεν πρέπει να παραβλέπουμε και άλλες παραμέτρους όπως η ίδια η οικονομία του έργου ή τα τεχνικά όρια δυνατότητας κατασκευής ή ακόμη ειδικές νομικές παραμέτρους που ενδέχεται να επιδρούν δεσμευτικά στις συνθετικές επιλογές.



Σχέδιο 2.2

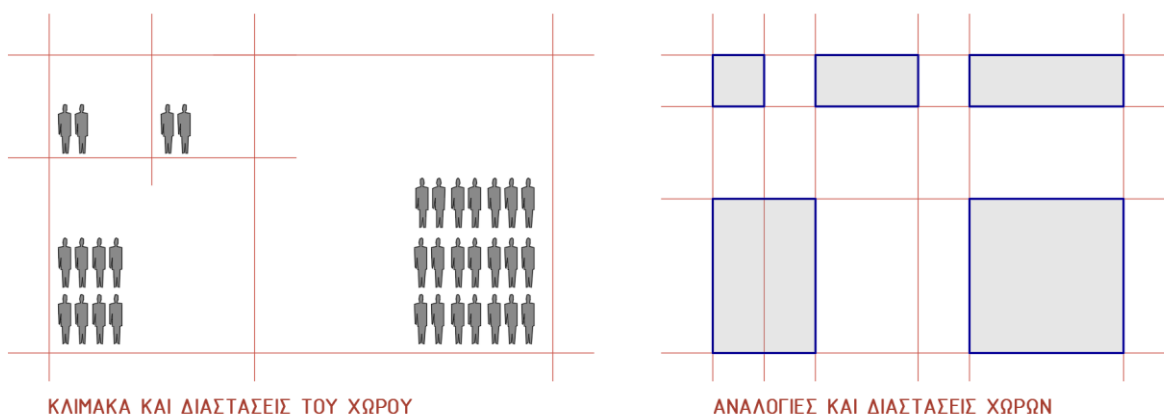
Ενδεικτικές περιπτώσεις υποστυλωμάτων ως προς τη θέση τους στην κάτοψη, του σχήματός τους και τις σκιές που παράγουν στην όψη διαβαθμίζοντας τα επίπεδα.

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΟΨΗΣ ΜΕ ΔΗΛΩΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΠΡΟΘΕΣΕΙΣ, ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ, ΤΗ ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΤΙΣ ΣΚΙΕΣ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΣΤΗΝ ΟΨΗ.

Κάθε φέρων οργανισμός έχει πάντα έναν χαρακτήρα που αφορά **το σύστημα στήριξης** και το σύστημα γεφύρωσης ανοιγμάτων, δηλαδή τα **υποστυλώματα**, τις **δοκούς των πατωμάτων** και τη **στέγη**.

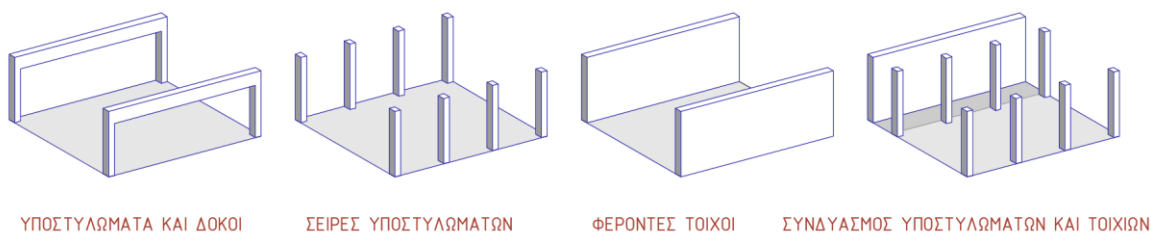
Συνοπτικά λοιπόν, τα ιδιαίτερα στοιχεία που δίνουν χαρακτήρα σε έναν χώρο και επιδρούν καθοριστικά στον σχεδιασμό του φορέα είναι τα ακόλουθα:

- Η φύση και η **υφή** των **υλικών** του φορέα που επιλέγονται.
- Το **σχήμα της κάτοψης** και οι αναλογίες των πλευρών του χώρου.
- Το **ύψος** του **χώρου** σε αναλογία με τις διαστάσεις της κάτοψης.
- Η διάταξη και το μέγεθος των **ανοιγμάτων** που **φωτίζουν** τον χώρο και μπορεί να βρίσκονται στην περιμετρική επιδερμίδα του κτιρίου ή στην οροφή του.
- Η διάταξη και η **θέση των υποστυλωμάτων** ή **τοιχιών** που υποδιαιρούν τον χώρο και του δίνουν ρυθμό.
- Το **σχήμα** των **υποστυλωμάτων** που δίνουν προσανατολισμό.
- Το είδος του φορέα **κάλυψης** του χώρου που με τη **γεωμετρία** του δίνει ποιότητα στην τομή του χώρου.

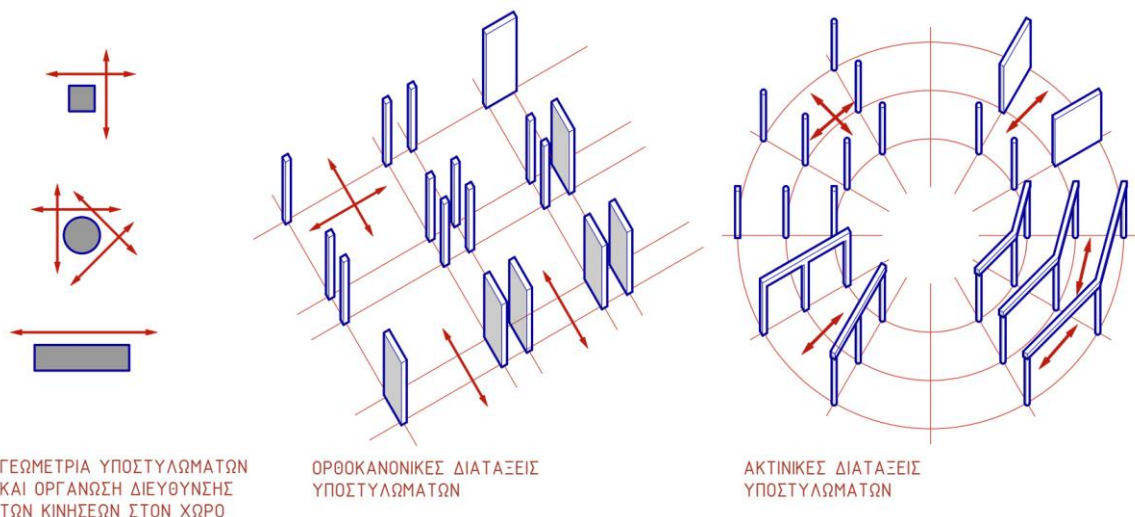


Σχέδιο 2.3 Διαγραμματική απόδοση του καννάβου σε σχέση με την κλίμακα και τις αναλογίες των χώρων.

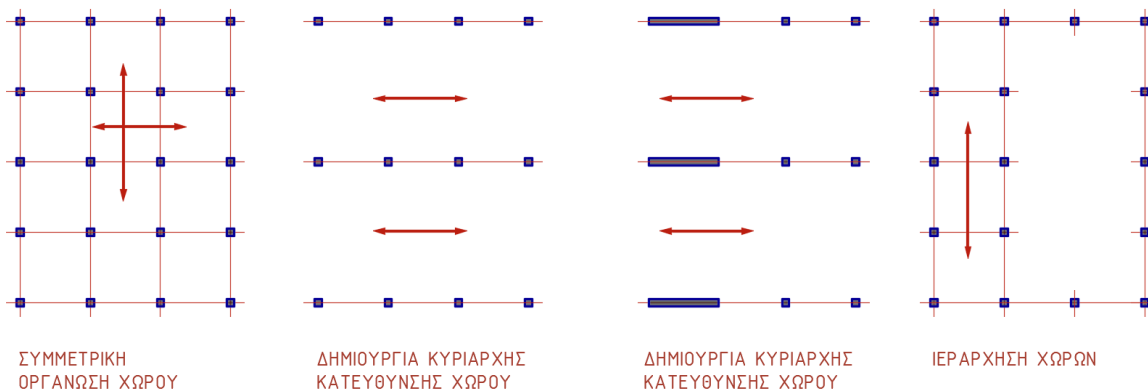
ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗ ΦΕΡΟΝΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Σχέδιο 2.4 Πρωτογενή φέροντα δομικά στοιχεία, υποστυλώματα και τοιχία.



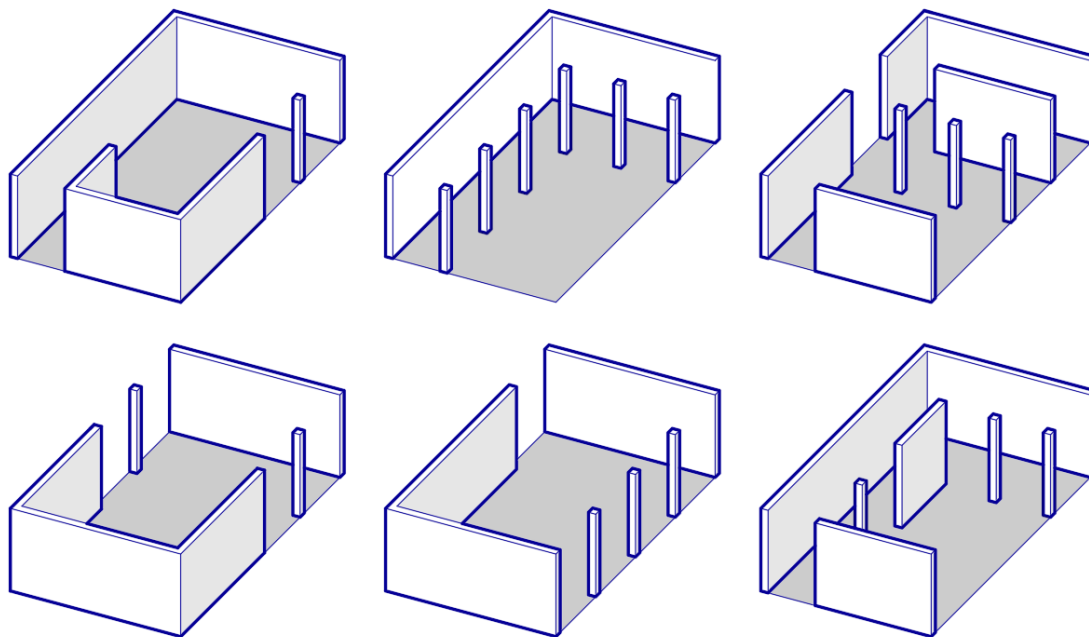
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΧΩΡΩΝ ΜΕ ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



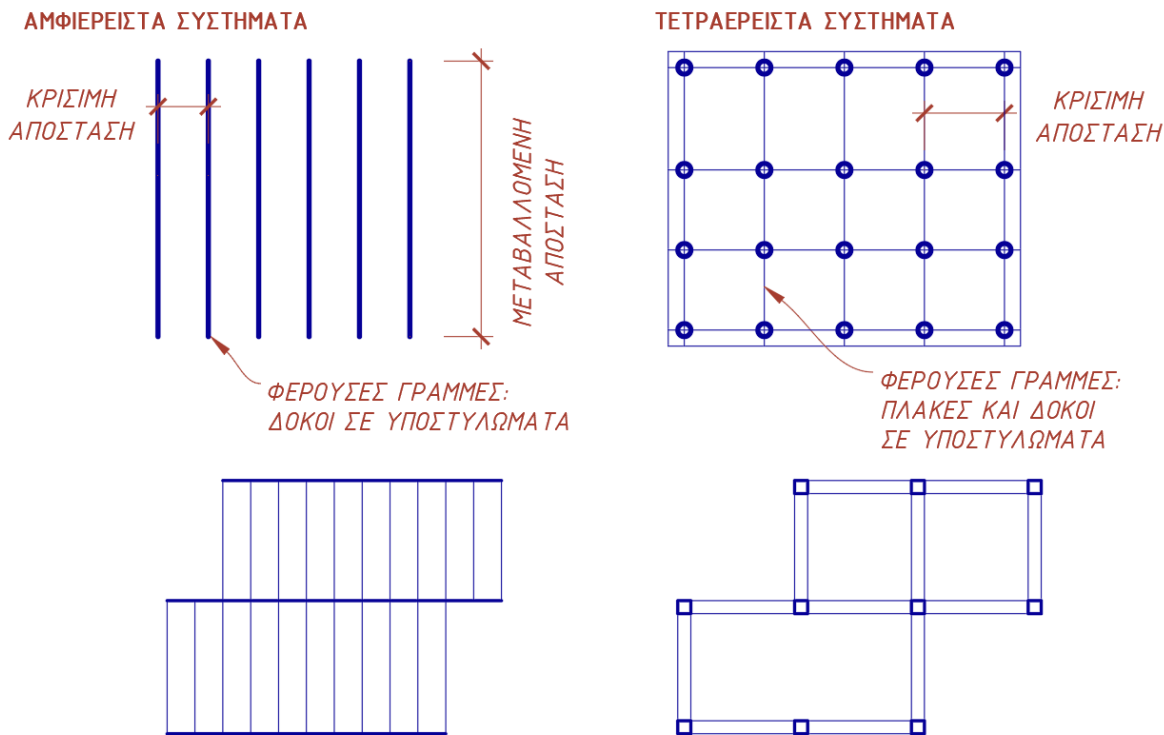
Σχέδιο 2.5

Ενδεικτικά σκαριφηματικά παραδείγματα της γεωμετρίας και της διάταξης δομικών στοιχείων για την παραγωγή και αντιληπτική οργάνωση του χώρου (Πηγή: Ching, F.D., Onouye, B.S., & Zuberbuhler, D. (2009). Building Structures Illustrated. Patterns, Systems, and Design. New Jersey: Wiley).

Αξίζει να σημειώσουμε ότι η πυκνότητα των υποστυλωμάτων που έχει σχέση με τη διάταξη και το μέγεθος των εσωτερικών χώρων που επιθυμούμε, έχει άμεση συνέπεια στα μεγέθη των δομικών στοιχείων. Όσο πιο αραιά διατάσσουμε τα υποστυλώματα, τόσο μεγαλύτερα φορτία αυτά αναγκάζονται να μεταφέρουν και, κατά συνέπεια, τόσο μεγαλύτερες είναι και οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων και των οριζόντιων φορέων κάλυψης. Συνήθως για κάθε δομικό σύστημα — από οποιοδήποτε υλικό— υπάρχει μια σταθερή αναλογία ανάμεσα στο άνοιγμα που γεφυρώνουν και στο στατικό ύψος του φορέα. Όσο μικρότερα είναι τα ανοίγματα, τόσο λεπτότεροι, και συνήθως και οικονομικότεροι, είναι οι φορείς.



Σχέδιο 2.6 Παράδειγμα χρήσης δομικών στοιχείων (φερόντων ή μη) για τη διευθέτηση του χώρου, τη διαχείριση της κλίμακας του και της εσωτερικής του οργάνωσης.



Σχέδιο 2.7 Βασικές αρχές για την οργάνωση της λειτουργίας των δύο βασικών δομικών συστημάτων, αμφιέρειστων και τετραέρειστων φορέων.



ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σχέδιο 2.8 Ενδεικτικό σκαριφηματικό παράδειγμα με τις αναμενόμενες συνέπειες διαστάσεων των δομικών στοιχείων στην επιλογή φορέα, ανάλογα με το συνολικό μέγεθος που καλύπτει και την πυκνότητα διάταξης των υποστυλωμάτων.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΩΡΟΥ ΜΕΓΑΛΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΠΥΚΝΟΤΕΡΟ ΔΟΜΙΚΟ ΣΚΕΛΕΤΟ



- ΙΣΧΥΡΕΣ ΔΟΚΟΙ, ΣΥΝΗΘΩΣ ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, ΜΕΤΑΦΕΡΟΥΝ ΟΛΑ ΤΑ ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΣΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ.
- ΑΛΛΑΓΗ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΓΑΛΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟ ΥΨΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.
- ΧΡΗΣΗ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΥΨΟΥΣ ΟΡΟΦΟΥ.

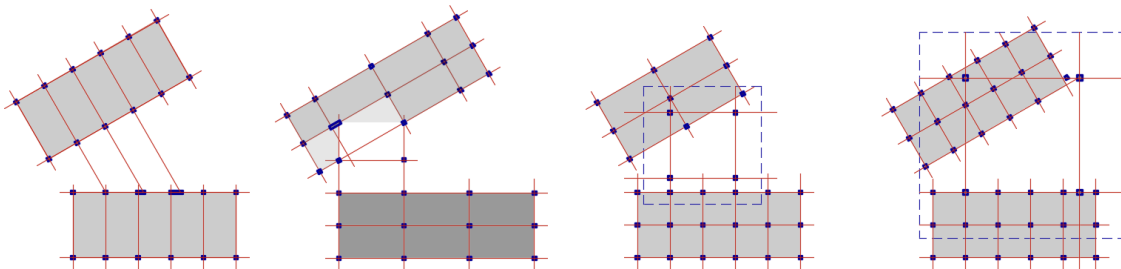


- ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΤΩΝ ΟΡΟΦΩΝ ΣΥΝΗΘΩΣ ΑΠΟ ΙΣΧΥΡΗ ΔΟΚΟ ΠΡΟΕΝΤΕΡΑΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ Ή ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΔΙΚΤΥΩΜΑ.
- ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΓΑΛΟΥ ΧΩΡΟΥ ΨΗΛΑ ΩΣΤΕ ΝΑ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΜΟΝΟ ΜΙΑ ΙΣΧΥΡΗ ΔΟΚΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΤΕΓΑΣΗ ΚΑΙ Η ΟΠΟΙΑ ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΝΑ ΜΕΤΑΦΕΡΕΙ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΟΡΟΦΩΝ.

Σχέδιο 2.9 Σκαριφήματα με ενδεικτικές περιπτώσεις διαχείρισης μεγάλων ανοιγμάτων στον πυρήνα ενός κτιρίου.

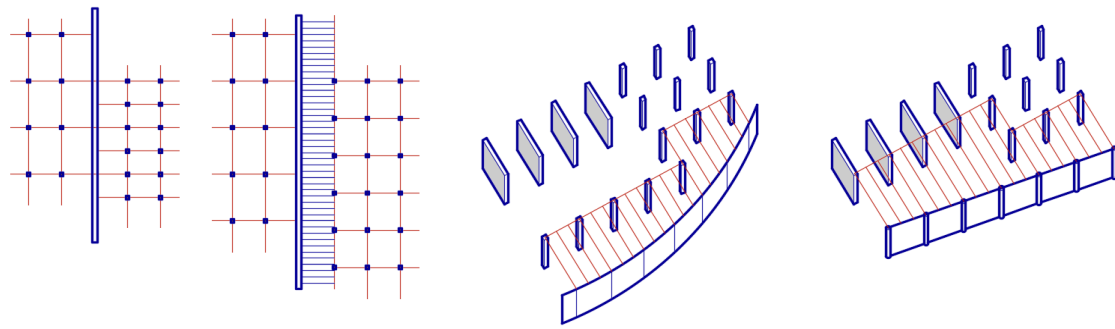
Πολύ συχνά σε επίπεδο σχεδιασμού της κάτοψης, εκτός από την επιλογή και την επίλυση ενός δομικού συστήματος, αντιμετωπίζουμε την ανάγκη συνθετικής οργάνωσης επιμέρους κτιριακών όγκων με τον συσχετισμό και τη σύνδεση δομικών στοιχείων αλλά και δομικών συστημάτων με διαφορετική γεωμετρία. Πολλές φορές το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την παρεμβολή τρίτων στοιχείων γεωμετρικά εύπλαστων.

ΑΛΛΑΓΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ



Σχέδιο 2.10 Ενδεικτικές περιπτώσεις σύζευξης κατασκευαστικών καννάβων σε περιπτώσεις στροφής θέσης.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



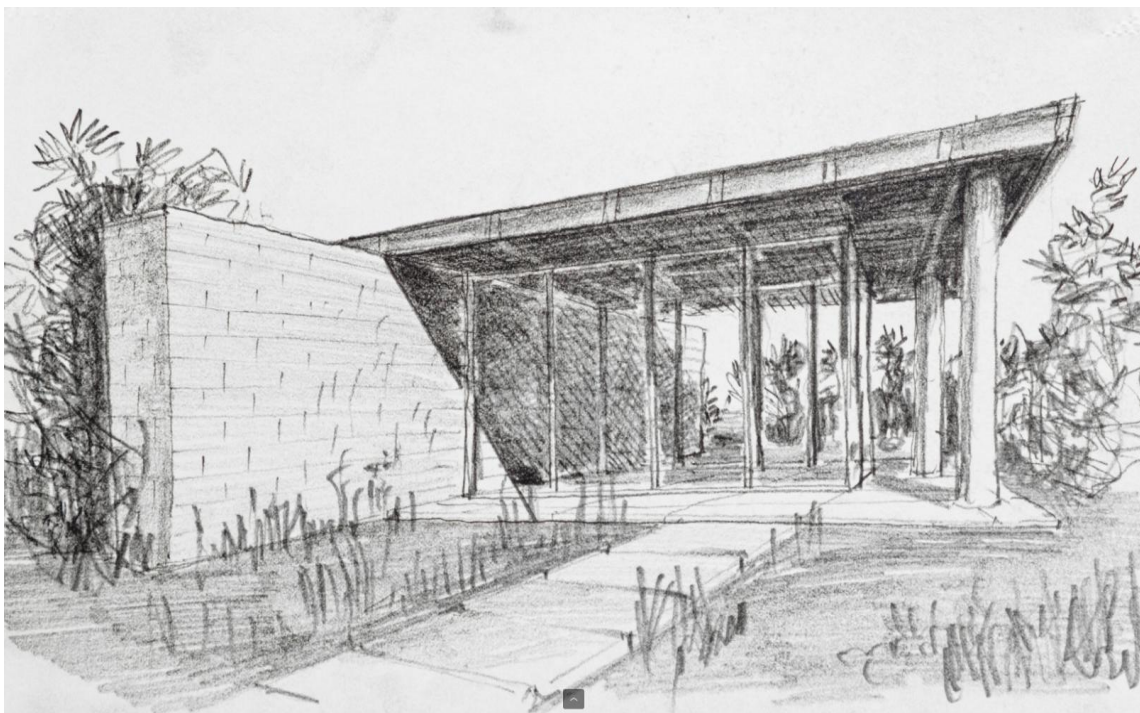
Σχέδιο 2.11 Ενδεικτικές περιπτώσεις μετασχηματισμού και σύζευξης κατασκευαστικών καννάβων. (Πηγή: Ching, F.D., Oonuye, B.S., & Zuberbuhler, D. (2009). Building Structures Illustrated. Patterns, Systems, and Design. New Jersey: Wiley).

Πρέπει να τονιστεί ότι τα παραδείγματα στα σχήματα που παρατίθενται δεν επιχειρούν να δώσουν μονοσήμαντες απαντήσεις στο ερώτημα σύμπλεξης διαφορετικών δομικών συστημάτων και δεν είναι τίποτε περισσότερο από ασκήσεις γεωμετρίας που δίνουν μόνο μια αίσθηση από έναν τεράστιο πλούτο πιθανών απαντήσεων.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΥΠΕΡΘΕΣΗΣ ΚΑΘ' ΎΨΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



Σχέδιο 2.12 Ενδεικτικές περιπτώσεις υπέρθεσης καθ' ύψος κατασκευαστικών συστημάτων.



Εικόνα 2.1 Σπουδή κτιρίου, σκαρίφημα με μολύβι.

2.1.2. Τεχνικά κριτήρια επιλογής φορέα

«Μ' αρέσει ο κανόνας που διορθώνει το συναίσθημα· μου αρέσει όμως και το συναίσθημα που διορθώνει τον κανόνα».

Georges Braque

Εκτός από τις προφανείς επιλογές φορέα, δεν πρέπει να παραβλέπουμε και άλλες δεσμεύσεις όπως κάποιο ειδικό νομοθετικό πλαίσιο που μπορεί να λειτουργεί δεσμευτικά· για παράδειγμα, κατά τη δόμηση σε παραδοσιακούς οικισμούς συνήθως είναι υποχρεωτική η χρήση του λίθου. Επίσης, ειδικές τεχνικές απαιτήσεις οδηγούν σε μονοσήμαντες επιλογές φορέων· τέτοια είναι η περίπτωση του σχεδιασμού εργοστασιακών χώρων με τεράστια ανοίγματα και πολύ μεγάλα εγκατεστημένα φορτία.

Συμπληρωματικά στα προηγούμενα για την επιλογή φορέα, θα μπορούσαμε να θέσουμε επιπλέον κριτήρια που πρέπει να λάβουμε υπόψη μας, όπως τα ακόλουθα:

Πίνακας 2.1: Ειδικές απαιτήσεις επιλογής δομικού φορέα.	
Οι χρήσεις που θα εγκατασταθούν και άρα τα φορτία που θα παραλάβει ο φέρων οργανισμός	Εάν το κτίριο ή μέρος του κτιρίου έχει ειδικές κτιριολογικές απαιτήσεις, όπως για παράδειγμα η ανάγκη γεφύρωσης μεγάλων ανοιγμάτων σε έναν κλειστό αθλητικό χώρο ή η εγκατάσταση βιομηχανικού εξοπλισμού που συνεπάγεται δυνατότητα ανάληψης πολύ μεγαλύτερων φορτίων σε σχέση με συμβατικές χρήσεις κτιρίων, τότε η επιλογή υλικών είναι συνήθως μονοσήμαντη. Στην πρώτη περίπτωση προτιμώνται μεγάλα δικτυώματα ή αναρτημένες καλωδιωτές κατασκευές, ενώ στη δεύτερη περίπτωση προτιμώνται φορείς από οπλισμένο σκυρόδεμα και όχι σπάνια με προένταση.
Πυρανοχή υλικών ανάλογα με τις χρήσεις που στεγάζονται στο κτίριο, τον πληθυσμό που αυτό φιλοξενεί και το ύψος του.	Εάν στο κτίριο στεγάζονται υλικά με μεγάλο πυροθερμικό φορτίο ή εάν συγκεντρώνεται πολύ μεγάλος πληθυσμός ή εάν το κτίριο είναι πολύ υψηλό, τότε δεν μπορεί να χρησιμοποιηθούν εμφανή δομικά στοιχεία από μέταλλο, αλλά αυτά πρέπει να καλύπτονται πλήρως με αντιτυπικά προστατευτικά στοιχεία. Την καλύτερη συμπεριφορά στην πυρκαγιά παρουσιάζει το οπλισμένο σκυρόδεμα και το ξύλο, ενώ τη χειρότερη το εμφανές μέταλλο.
Ειδικές ενεργειακές απαιτήσεις.	Για παράδειγμα, ο δομικός σκελετός από σκυρόδεμα δεν μπορεί να είναι εμφανής και θα πρέπει να θερμομονώνεται ώστε να συμμετέχει στη συνολική θερμοχωρητικότητα του κελύφους. Η απαίτηση για εμφανή σκυροδέματα εσωτερικά και εξωτερικά απαιτεί διπλές σκυροδετήσεις και πολύ μεγάλο πάχος τοίχου.
Ειδικές συνθήκες του πεδίου	Τέτοιες είναι οι εδαφολογικές συνθήκες και ο σεισμός. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι ειδικά στην Ελλάδα η απαίτηση για αντοχή του κτιρίου στον σεισμό έχει ως αποτέλεσμα ενισχυμένες διατάξεις και μεγαλύτερες διατομές φερόντων στοιχείων.
Επιθετικό περιβάλλον υψηλής διάβρωσης	Για παράδειγμα, το παραθαλάσσιο περιβάλλον λειτουργεί διαβρωτικά για τα μέταλλα, οπότε εναλλακτικά προτιμάται το ξύλο ή το οπλισμένο σκυρόδεμα, αλλά με ειδικές προδιαγραφές σκυροδέτησης και μεγάλες επικαλύψεις οπλισμού.
Ο χρόνος που είναι διαθέσιμος για την κατασκευή	Ένα μεσαίου μεγέθους κτίριο με συμβατικό σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα απαιτεί χρόνο κατασκευής που φτάνει από ένα μέχρι και δύο χρόνια. Αντίθετα, φορείς με υψηλό βαθμό προκατασκευής, όπως το μέταλλο ή το ξύλο, που απλώς

	συναρμολογούνται στο εργοτάξιο, έχουν εξαιρετικά σύντομο χρόνο ανέγερσης και μπορεί να αρκούν λίγες εβδομάδες ή μήνες.
Ειδικές πολεοδομικές απαιτήσεις ή προδιαγραφές	Πολλές φορές ειδικές πολεοδομικές απαιτήσεις προδιαγράφουν υλικά, όπως είναι η απαίτηση στέγης με κεραμίδια ή η υποχρεωτική χρήση πέτρας σε προστατευόμενους παραδοσιακούς οικισμούς.
Η γενικότερη οικονομία του έργου	Συνήθως μια κατασκευή είναι οικονομικότερη όταν χρησιμοποιούμε τοπικά υλικά δόμησης και ειδικευμένα ντόπια συνεργεία. Σε άλλες περιπτώσεις, αρθρωτές κατασκευές που απλά συναρμολογούνται ταχύτερα στο εργοτάξιο, συμβάλλουν στην οικονομία του έργου.
Επεμβάσεις σε υφιστάμενα κτίρια	Οι στρατηγικές επεμβάσεων και τα υλικά σε επεμβάσεις κυρίως διατηρητέων κτιρίων έχουν σχέση με την ειδική κατάσταση στην οποία βρίσκονται, τις αντοχές του φορέα αλλά και τη σημασία και μοναδικότητα του κτιρίου. Αυτές οι παράμετροι τις περισσότερες φορές προσδιορίζουν μονοσήμαντα το είδος των υλικών και τη μέθοδο που θα χρησιμοποιήσουμε για την αποκατάστασή τους.
Πολιτισμικοί και πολιτιστικοί παράγοντες	

Κατά τον σχεδιασμό χώρων, τα υποστυλώματα πάντοτε διατάσσονται με μια «**κατασκευαστική κανονικότητα**», η οποία συχνά εκφράζεται με τη μορφή **καννάβου**, άλλοτε περισσότερο και άλλοτε λιγότερο κανονικού. Γενικά πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι όσο απομακρυνόμαστε από την κανονικότητα και ο **φορέας** γίνεται **ακανόνιστος**, τόσο αυξάνονται οι **σχεδιαστικές** και **κατασκευαστικές** απαιτήσεις και συχνότατα και το **κόστος** κατασκευής.



Εικόνα 2.2

Στέγαστρο του Ολυμπιακού Σταδίου της Αθήνας. Το τόξο ανάρτησης του στεγαστρου κατά την κατασκευή. Αποτελείται από μεταλλικά δακτυλίδια, ηλεκτροσυγκολλημένα μεταξύ τους, με διάμετρο 3,00 m και πάχος μετάλλου 5 cm.

Αρχιτέκτονας Santiago Calatrava, Αθήνα 2004.

Πολύ σημαντικά σύγχρονα κτίρια με εξαιρετικά ακανόνιστες μορφές είναι προϊόντα ειδικού σχεδιασμού από πολύ μεγάλες αρχιτεκτονικές ομάδες και πίσω από τη μελέτη του φορέα τους βρίσκονται τα πιο σημαντικά γραφεία στατικών του πλανήτη· ταυτόχρονα, η υλοποίηση των μελετών γίνεται με απολύτως εξειδικευμένα (και εξωτικά) σχεδιαστικά προγράμματα, τα οποία, όχι σπάνια, αναπτύσσονται από εταιρείες λογισμικών ειδικά για ένα συγκεκριμένο έργο. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφερθήκαμε στο Μουσείο Guggenheim στο Μπιλμπάο της Ισπανίας, σχεδιασμένο

από τον F. Gehry. Ένα αντίστοιχο σχετικά πρόσφατο παράδειγμα στην Ελλάδα είναι το στέγαστρο για το Ολυμπιακό Στάδιο της Αθήνας, που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το 2004 από τον Ισπανό αρχιτέκτονα S. Calatrava. Μόνο για τη μετακίνηση κατά 50 m των δύο χαλύβδινων τόξων της αναρτημένης στέγης, από την αρχική τους θέση συναρμολόγησης μέχρι την τελική τους θέση, χρειάστηκε η συγκρότηση ειδικής ομάδας μελέτης στατικών και η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης που διατέθηκαν ειδικά γι' αυτόν το σκοπό. Είναι φανερό ότι τέτοιες απαιτήσεις έχουν επιρροή στο κόστος κατασκευής και φυσικά μόνον η σημασία και η κλίμακα του έργου είναι ικανή να τις δικαιολογήσει.

Τα υποστυλώματα ή καλύτερα τα **κατακόρυφα φέροντα στοιχεία**, έχουν πρακτική αξία για την ασφαλή μεταφορά φορτίων των ορόφων και της στέγης μέχρι τα θεμέλια, αλλά συμβάλλουν αποφασιστικά και στην οργάνωση του χώρου. **Αυτή η ποιητική συγκρότηση του χώρου έχει να κάνει με το υλικό του φορέα, την υφή και το χρώμα του, τις αναλογίες των ενοτήτων που δημιουργούν τα κατακόρυφα στοιχεία, την κλίμακα των διαστημάτων μεταξύ των υποστυλωμάτων, το φως και τις σκιές που δημιουργούν.** Ο χώρος που παράγεται με αυτόν τον τρόπο είναι εν τέλει αυτό ακριβώς που αντιλαμβάνεται το σώμα.



Εικόνα 2.3 Το γερμανικό περίπτερο στη Διεθνή Έκθεση της Βαρκελώνης, Ludwig Mies van der Rohe και Lilly Reich, Βαρκελώνη 1929.

Πίνακας 2.2: Τεχνικά κριτήρια για την επιλογή συστήματος φέροντος οργανισμού.	
A. Εμφανής σκελετός με υψηλή πυραντίσταση	
Δομικά συστήματα που έχουν υψηλή αντοχή στη φωτιά και τη θερμότητα.	<ul style="list-style-type: none"> • Όλοι οι φορείς από οπλισμένο σκυρόδεμα, με πιθανή αύξηση του πάχους δοκών και πλακών, όπου απαιτείται. • Ξύλινος σκελετός φυσικής πριστής ή αντικολλητής ξυλείας. (Ο δομικός χάλυβας χάνει την αντοχή του με την έκθεση σε πυρκαγιά και πρέπει να προστατεύεται με πυράντοχα επιφανειακά τελειώματα).
B. Δημιουργία ακανόνιστης μορφής κτιρίου	
Επιλογή απλών συστημάτων πατώματος και στέγης που	<ul style="list-style-type: none"> • Φορείς από χυτό οπλισμένο σκυρόδεμα, όλα τα συστήματα με πλάκες χωρίς δοκούς.

κατασκευάζονται κατά κύριο λόγο στο εργοτάξιο.	<ul style="list-style-type: none"> • Σύστημα με ελαφρύ μεταλλικό σκελετό, κυρίως σε χαμηλά κτίρια. • Σύστημα με ελαφρύ ξύλινο σκελετό. • Τοιχοποιίες από τούβλο ή πέτρα με πλάκες, είτε από σκυρόδεμα είτε με ελαφριά ξύλινη διαδοκίδωση.
Γ. Τοποθέτηση υποστυλωμάτων εκτός κανονικότητας του καννάβου	
Χρήση συστημάτων που δεν περιλαμβάνουν δοκούς στην κατασκευή πατωμάτων ή οροφών.	<ul style="list-style-type: none"> • Πλάκες από χυτό οπλισμένο σκυρόδεμα, κυρίως διέριστες ή πλάκες μικρών ανοιγμάτων χωρίς δοκούς. • Μεταλλικά χωροδικτυώματα.
Δ. Ελαχιστοποίηση πάχους του πατώματος για μείωση του συνολικού ύψους του κτιρίου	
Τα πλέον λεπτά συστήματα πατωμάτων είναι πλάκες σκυροδέματος χωρίς νευρώσεις.	<ul style="list-style-type: none"> • Τετραέριστες πλάκες από χυτό οπλισμένο σκυρόδεμα ή προεντεταμένες πλάκες. • Προκατασκευασμένες πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος. • Αμφιέριστες προεντεταμένες συμπαγείς πλάκες σκυροδέματος.
Ε. Ελαχιστοποίηση του χώρου που καταλαμβάνεται από υποστυλώματα και τοιχία	
Χρήση συστημάτων με δυνατότητα γεφύρωσης μεγάλων ανοιγμάτων.	<ul style="list-style-type: none"> • Μεγάλα ξύλινα τριγωνικά δικτυώματα. • Δοκοί από αντικολλητή ξυλεία. • Τόξα από αντικολλητή ξυλεία. • Μεταλλικοί σκελετοί. • Πατώματα από ελαφρά επίπεδα μεταλλικά δικτυώματα. • Μονώροφα μεταλλικά πλαίσια. • Μεταλλικά δικτυώματα. • Πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος φατνωματικές. • Αμφιέριστοι προεντεταμένοι δοκοί οπλισμένου σκυροδέματος. • Προκατασκευασμένοι πλακοδοκοί οπλισμένου σκυροδέματος. • Άλλα συστήματα μεγάλων ανοιγμάτων όπως ειδικές χαλύβδινες δοκοί, συστήματα αναρτημένα, τόξα, καμάρες, κελύφη.
ΣΤ. Δυνατότητα αλλαγών στο κτίριο μέσα στον χρόνο	
Επιλογή συστημάτων με μικρά αμφιέριστα ανοίγματα που επιτρέπουν τροποποιήσεις.	<ul style="list-style-type: none"> • Ελαφρύς μεταλλικός σκελετός ή συμβατικά μεταλλικά πλαίσια. • Κάθε δομικό σύστημα από ξύλο. • Κάθε σύστημα από χυτό οπλισμένο σκυρόδεμα με αμφιέριστες πλάκες ή αμφιέριστες δοκούς χωρίς προένταση. • Πλάκες από προκατασκευασμένο οπλισμένο σκυρόδεμα.
Ζ. Κατασκευή σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες εργοταξίου	
Συστήματα που ανεγείρονται εύκολα και γρήγορα και δεν εξαρτώνται από ειδικές απαιτήσεις κατασκευής όπως η χημική πήξη του οπλισμένου σκυροδέματος.	<ul style="list-style-type: none"> • Κάθε σύστημα δόμησης με μέταλλο. • Κάθε σύστημα δόμησης με ξύλο. • Χρήση προκατασκευασμένων στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος που ελαχιστοποιούν τη σκυροδέτηση στο εργοτάξιο.
Η. Ελαχιστοποίηση αποτυπώματος του κτιρίου στο έδαφος	
Συστήματα με υποστυλώματα και δοκούς με σημειακές στηρίξεις στο έδαφος, που ελαχιστοποιούν τις απαιτήσεις εκσκαφής.	<ul style="list-style-type: none"> • Δομικά συστήματα από φυσική ξυλεία. • Μεταλλικά πλαίσια.
Συστήματα με μεγάλα ανοίγματα που ελαχιστοποιούν τα φέροντα στοιχεία.	<ul style="list-style-type: none"> • Ξύλινα τριγωνικά δικτυώματα. • Δοκοί αντικολλητής ξυλείας. • Τόξα αντικολλητής ξυλείας. • Μεταλλικά επίπεδα δικτυώματα.
Συστήματα που βασίζονται σε υψηλό βαθμό προκατασκευής ώστε	<ul style="list-style-type: none"> • Μονώροφα πλαίσια. • Κάθε σύστημα προκατασκευασμένου σκυροδέματος.

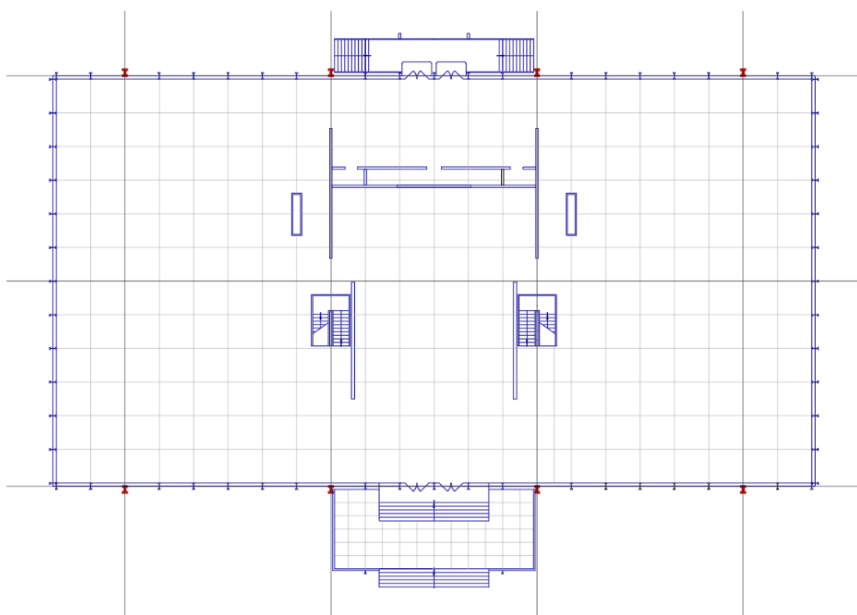
να ελαχιστοποιούνται οι εργασίες στο εργοτάξιο.	
Θ. Ελαχιστοποίηση χρόνου τυποποίησης εκτός εργοταξίου	
Επιλογή για την ανέγερση συστημάτων που μορφοποιούνται με ευκολία στο εργοτάξιο από σχετικά εύκολα υλικά.	<ul style="list-style-type: none"> • Χυτό οπλισμένο σκυρόδεμα. • Μεταλλικοί ελαφριοί σκελετοί. • Ελαφριοί ξύλινοι σκελετοί. • Κάθε σύστημα τοιχοποιίας.
Ι. Ελαχιστοποίηση χρόνου ανέγερσης	
Επιλογή κάθε προκατασκευασμένου ή προετοιμασμένου συστήματος.	<ul style="list-style-type: none"> • Μονώροφα μεταλλικά συστήματα. • Μεταλλικά συστήματα, ειδικά με αρθρωτές συνδέσεις. • Προκατασκευασμένο οπλισμένο σκυρόδεμα. • Συστήματα από φυσική ξυλεία.
ΙΑ. Ελαχιστοποίηση χρόνου ανέγερσης για κτίρια μέχρι δύο ορόφους	
Κάθε ελαφρύ σύστημα που μορφοποιείται εύκολα ή είναι προκατασκευασμένο ή εύκολα συναρμολογήσιμο.	<ul style="list-style-type: none"> • Κάθε μεταλλικό σύστημα. • Συστήματα από φυσική ξυλεία. • Σύστημα ελαφρού ξύλινου σκελετού.
ΙΒ. Ελαχιστοποίηση χρόνου ανέγερσης για κτίρια μεγαλύτερα από τέσσερις ορόφους	
	<ul style="list-style-type: none"> • Προκατασκευασμένο σκυρόδεμα. • Μεταλλικός σκελετός. • Κάθε σύστημα από προκατασκευασμένο ή χυτό οπλισμένο σκυρόδεμα επιτρέπει την άμεση ανέγερση εφόσον δεν υπάρχει χρόνος να προηγηθεί προκατασκευή.
ΙΓ. Αποφυγή διαγώνιων στοιχείων ακαμψίας και τοιχίων	
Επιλογή συστημάτων που είναι ικανά και με οικονομικό τρόπο να μορφώνουν άκαμπτες συνδέσεις.	<ul style="list-style-type: none"> • Κάθε σύστημα χυτού οπλισμένου σκυροδέματος. • Μεταλλικοί σκελετοί με ηλεκτροσυγκολλημένες στιβαρές συνδέσεις. • Μονώροφα μεταλλικά πλαίσια. <p>Συνήθως για να αποκτηθεί η επιθυμητή ακαμψία σε τέτοια συστήματα, αυξάνονται οι διαστάσεις των μελών τους ώστε να αντέχουν τις επιπλέον τάσεις που αναπτύσσονται.</p>
ΙΔ. Ελαχιστοποίηση των νεκρών φορτίων σε υποκείμενους ορόφους ή στη θεμελίωση	
Επιλογή ελαφρών συστημάτων ή φορέων μικρού ανοίγματος.	<ul style="list-style-type: none"> • Κάθε μεταλλικό σύστημα. • Κάθε ξύλινο σύστημα.
ΙΕ. Ελαχιστοποίηση της δομικής καταπόνησης λόγω ασταθούς συνθήκης θεμελίωσης	
Σύστημα με αρθρωτά πλαίσια.	<ul style="list-style-type: none"> • Μεταλλικά πλαίσια με αρθρώσεις. • Σκελετοί από φυσική ξυλεία. • Προκατασκευασμένο σκυρόδεμα. • Σύστημα ελαφρού ξύλινου σκελετού. <p>Είναι καλό να αποφεύγονται οι μεταλλικοί ηλεκτροσυγκολλημένοι φορείς, οι φέρουσες τοιχοποιίες και οι φορείς από χυτό οπλισμένο σκυρόδεμα.</p>
ΙΣΤ. Ελαχιστοποίηση συνθετότητας και πλήθους εργασιών που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της κατασκευής	
Επιλογή συστημάτων που για την ολοκλήρωσή τους απαιτούν ένα μόνο στάδιο εργασιών.	<ul style="list-style-type: none"> • Συστήματα τοιχοποιίας από κάθε υλικό. • Φορείς από προκατασκευασμένα φέροντα πανέλα σκυροδέματος.
ΙΖ. Δημιουργία κενών για διέλευση απαιτητικών μηχανολογικών δικτύων και σωληνώσεων	
Επιλογή συστημάτων που δίνουν τη δυνατότητα να σχηματιστούν κενά και κοιλότητες.	<ul style="list-style-type: none"> • Ελαφρά επίπεδα μεταλλικά δικτυώματα. • Ελαφριοί μεταλλικοί σκελετοί. • Ελαφριοί ξύλινοι σκελετοί. • Συστήματα πλήρωσης με ξηρή δόμηση, όπως οι τοίχοι από γυψοσανίδες που εύκολα μπορούν να δώσουν τέτοιες κοιλότητες.

2.1.3. Παραδείγματα οργάνωσης φορέων

Ως αρχιτέκτονες εκπαιδευόμαστε να αναγνωρίζουμε τις χωρικές ποιότητες ήδη από τα σχέδια των κατόψεων και των τομών. Οι γραμμές προβολών δίνουν το περίγραμμα και το σχήμα, τις αναλογίες των χώρων αλλά και την κλίμακά του σε σχέση με το πραγματικό του μέγεθος. Το σημαντικό στοιχείο στις κατόψεις είναι οι χοντρές τεμνόμενες γραμμές που σημαίνουν την τρίτη διάσταση και τα στοιχεία ύψους του χώρου, ενώ ταυτόχρονα προσδιορίζουν σχέσεις ανοικτού-κλειστού, του μέσα και του έξω και δίνουν εν πολλοίς στοιχεία ποιότητας της τομής των χώρων.

Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζονται επιλεγμένα κτίρια του 20ού αιώνα, μεταξύ των οποίων και ελληνικά παραδείγματα όχι με χρονολογική κατάταξη. Η επιλογή προφανώς δεν εξαντλεί τις δυνατές παραλλαγές, ωστόσο έγινε προσπάθεια να παρουσιαστεί ένα επιλεγμένο χαρακτηριστικό φάσμα από μια ατελείωτη ποικιλία δυνατοτήτων. Από τα κτίρια που ακολουθούν δεν παρουσιάζονται όλες οι κατόψεις, αλλά μόνον αυτές που κρίνονται σημαντικές για την αντίληψη της δομικής οργάνωσής τους. Τα σημαντικά φέροντα στοιχεία αποδίδονται με κόκκινο χρώμα για να τονιστούν, ενώ είναι σχεδιασμένος και ο κάναβος που βοηθάει στην αντίληψη των αναλογιών και της γεωμετρίας του χώρου.

Το πρώτο παράδειγμα είναι το **Crown Hall** στο Illinois Institute of Technology, σχεδιασμένο από τον σπουδαίο Γερμανό αρχιτέκτονα **Ludwig Mies van der Rohe** το 1956. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι χάλυβας και γυαλί. Πρόκειται για την ορθογωνική κάτοψη ενός χώρου πολλών λειτουργιών με διαστάσεις 67,0x36,0m. Τέσσερα χαλύβδινα πλαίσια με οκτώ υποστυλώματα κρατάνε αναρτημένη την επίπεδη στέγη του κτιρίου σε ύψος 7,5m, ενώ τα υποστυλώματα διατάσσονται εξωτερικά και είναι εμφανή στην όψη αφήνοντας εντελώς ελεύθερο τον εσωτερικό χώρο, αντίθετα από τον υποκείμενο χώρο που είναι κανονικά διαμερισματομένος. Ο σχεδιασμός χαρακτηρίζεται από την ομοιομορφία και την ακρίβεια κατασκευής επαναλαμβανόμενων στοιχείων, με πολύ προσεκτικά σχεδιασμένες αναλογίες που του προσδίδουν λιτότητα και κομψότητα

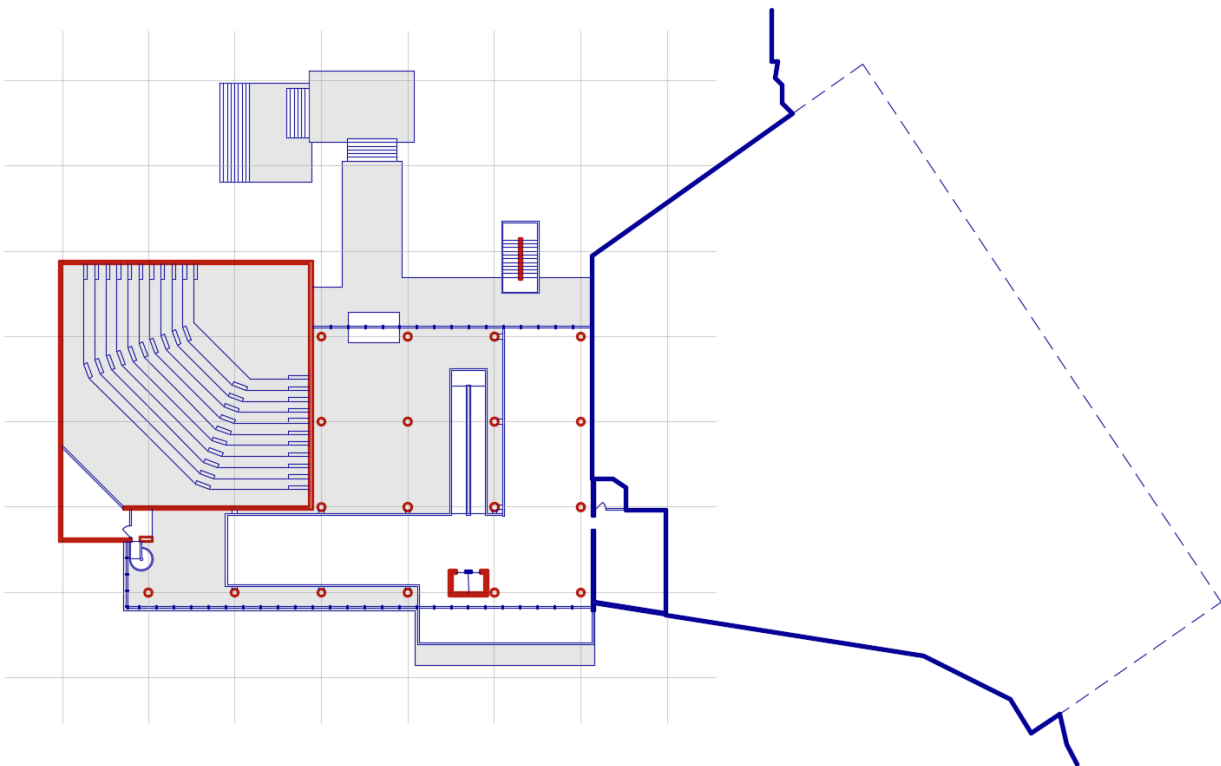


Σχέδιο 2.13 Mies van der Rohe, Crown Hall, Illinois Institute of Technology, Σικάγο, Ιλινόις, ΗΠΑ, 1956.

Το δεύτερο κτίριο είναι το πολιτιστικό κέντρο του **ιδρύματος Ζαχαρίου** στον Πειραιά, σχεδιασμένο το 1974 από τον **Ιωάννη Λιάπη**, ο οποίος διετέλεσε καθηγητής του Τομέα III της

Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ μέχρι το 1993. Από το κτίριο ολοκληρώθηκε μόνον ο φέρων οργανισμός από εμφανές οπλισμένο σκυρόδεμα. Είναι ένα εξαιρετικά πρωτοποριακό κτίριο με κομψές αναλογίες σε κάναβο 6,0x6,0m και η στατική μελέτη έγινε από τον Δ. Μπαϊρακτάρη και υπήρξε εξαιρετικά τολμηρή και πρωτοποριακή για την εποχή της.

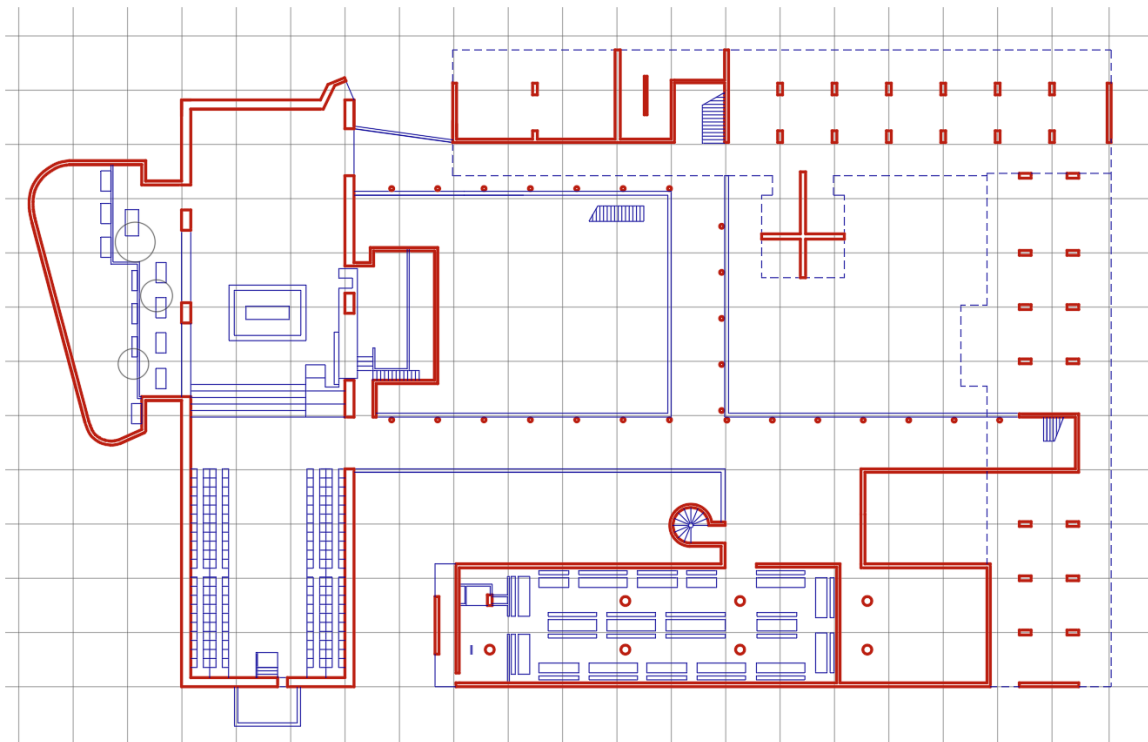
Το κτίριο είναι πολυεπίπεδο, αγκυρωμένο στην άκρη του λόφου της Καστέλας και εξέχει προς το Τουρκολίμανο με το εντελώς κλειστό αμφιθέατρο στην απόληξη προς τη θάλασσα. Στην κάτοψη του ημιώροφου φαίνεται το πατάρι, που δεσπόζει στον πολυώροφο χώρο εισόδου και βρίσκεται σε απόσταση από τα υποστυλώματα, αφήνοντας ένα κενό που του δίνει την αίσθηση της αιώρησης. Το πατάρι εδράζεται με ειδική τεχνική σε βραχείς προβόλους που εξέχουν από τα στρογγυλά υποστυλώματα. Το ίδιο ισχύει και για τις ελεύθερες ράμπες και τα κλιμακοστάσια του χώρου. Αν και ημιτελές, το κτίριο δεν απογοητεύει τον επισκέπτη και παραμένει εντυπωσιακό.



Σχέδιο 2.14 Αρχιτέκτονας Ιωάννης Λιάπης, στατικός Δ. Μπαϊρακτάρης, μηχανολόγος Γ. Κοντορούπης, Ίδρυμα Α. Δ. Ζαχαρίου, Πειραιάς, 1974.

Το τρίτο κτίριο είναι το **Μοναστήρι στη La Tourette** σχεδιασμένο από τον Ελβετό αρχιτέκτονα **Le Corbusier**, το 1956. Πρόκειται για μια σύνθεση τεσσάρων πτερύγων σε ορθογωνική διάταξη γύρω από το αίθριο που σχηματίζουν. Το υλικό είναι εμφανές οπλισμένο σκυρόδεμα και, κατά περίπτωση, σοβάς. Στις πτέρυγες στεγάζονται διαφορετικές λειτουργίες, που περιλαμβάνουν παρεκκλήσι, κελιά μοναχών και χώρους κοινοβιακού βίου.

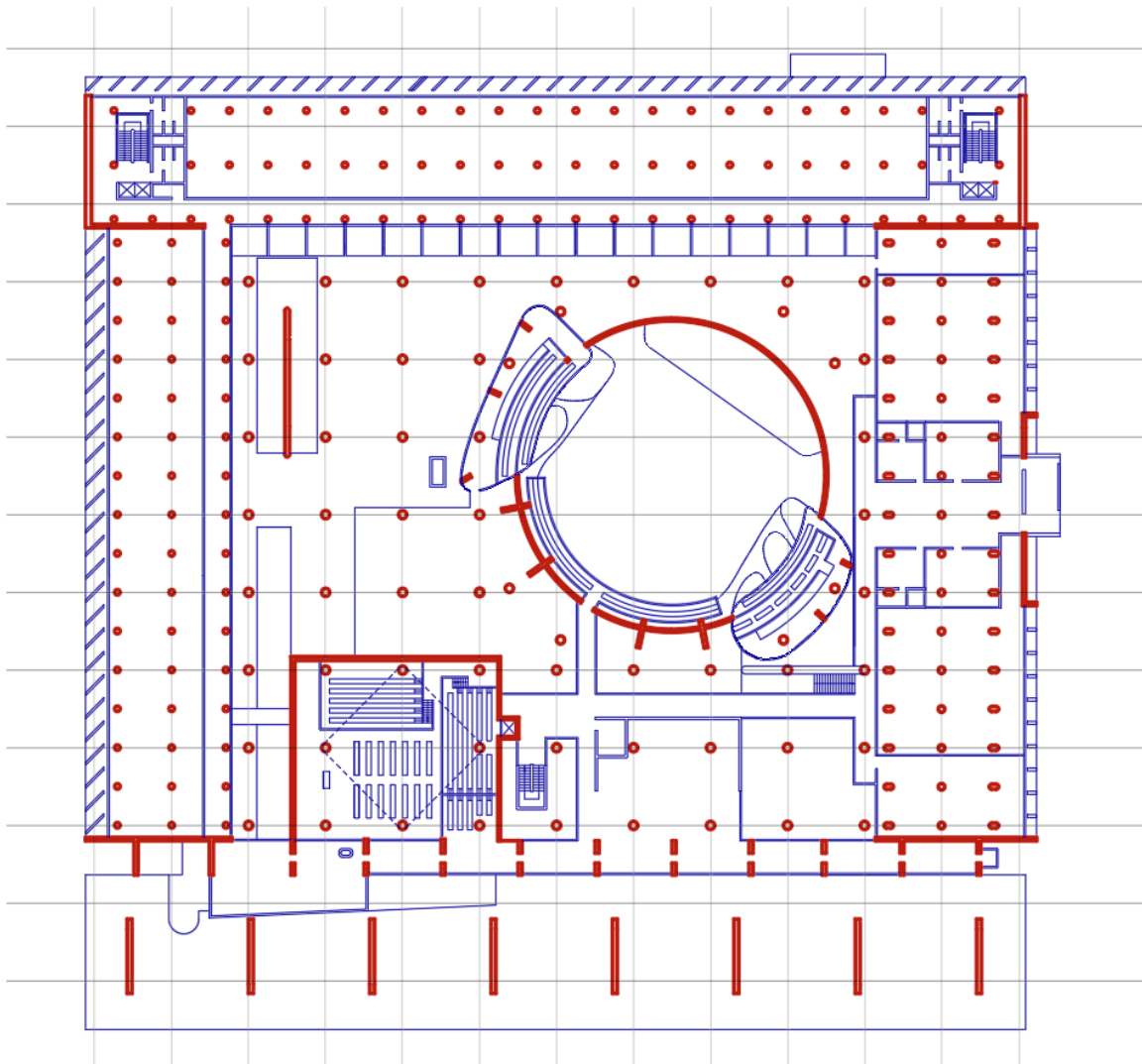
Οι διαφορετικοί χώροι έχουν διαφορετικές λειτουργικές απαιτήσεις· έτσι, διαφοροποιούνται οι αναλογίες και το σχήμα του κάθε χώρου με παράλληλη διαφοροποίηση του φέροντος οργανισμού, των αποστάσεων μεταξύ των υποστυλωμάτων, αλλά και του σχήματός του. Ο χώρος στο παρεκκλήσι (αριστερά) δεν έχει καθόλου υποστυλώματα, ο χώρος της τράπεζας (κάτω) έχει στρογγυλά υποστυλώματα που τον διαιρούν, ενώ οι πτέρυγες των κελιών (δεξιά και επάνω) έχουν ορθογωνικά υποστυλώματα που σε καθεμιά τους είναι αντίστοιχα προσανατολισμένα ώστε να εξυπηρετούν τη διαμερισμάτωση σε στενά επιμήκη κελιά.



Σχέδιο 2.15 *Le Corbusier, Μοναστήρι στη La Tourette, Γαλλία, 1957.*

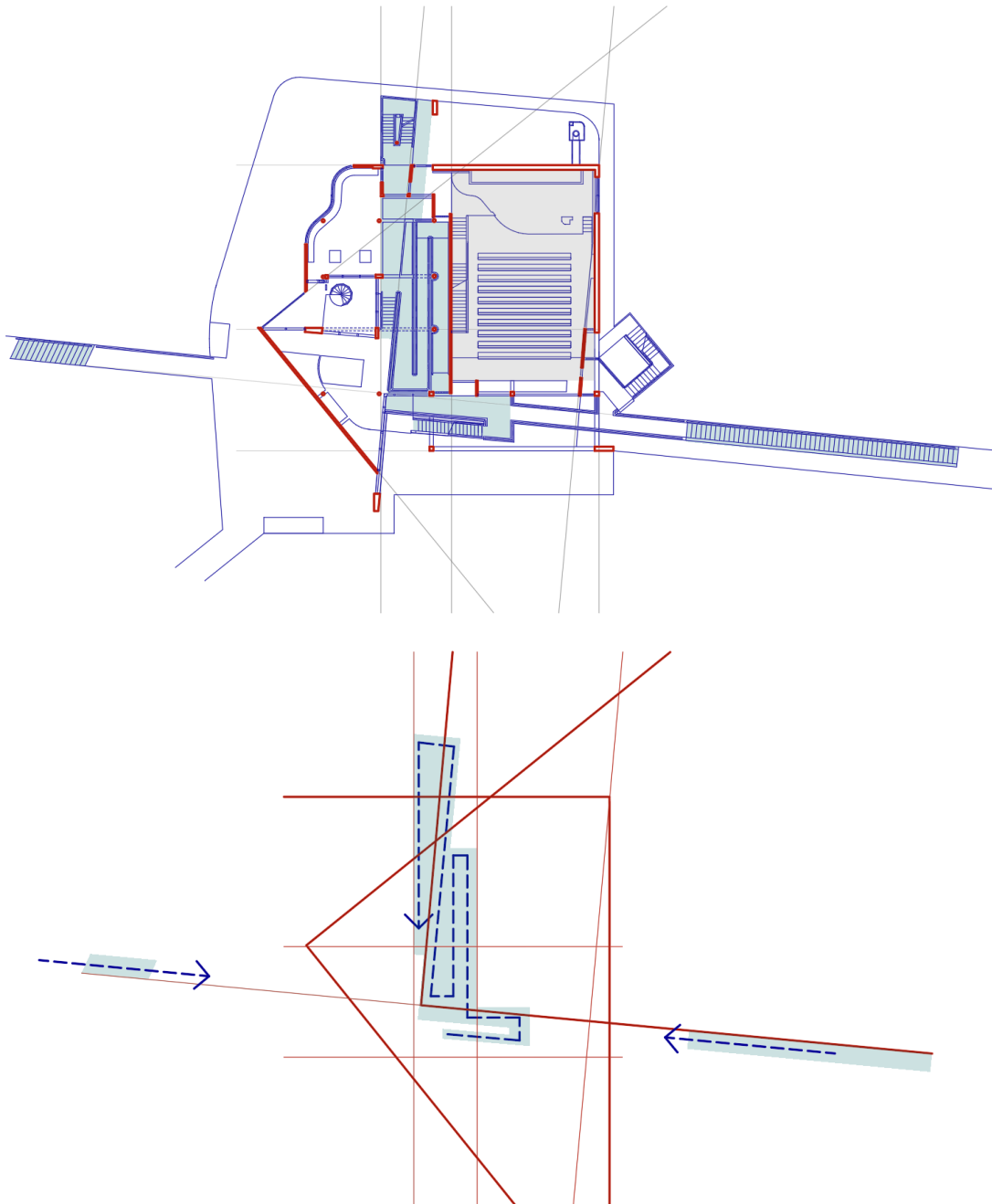
Το κτίριο του **Ινδικού Κοινοβουλίου στη Σαντιγκάρ** της Ινδίας, επίσης από τον **Le Corbusier**, που ολοκληρώθηκε το 1963, είναι μια σύνθεση κλειστή γύρω από ένα μεγάλο ορθογώνιο, κατασκευασμένο εξ ολοκλήρου από εμφανές σκυρόδεμα.

Στις περιμετρικές πτέρυγες στεγάζονται διοικητικές υπηρεσίες με πυκνότερο κάρναβο υποστυλωμάτων, ενώ ο κυρίαρχος, κεντρικός υπόστυλος στεγασμένος χώρος, λειτουργεί ως το συνεκτικό στοιχείο όλων των χρήσεων και των κινήσεων. Αυτός ο κεντρικός χώρος αναδιοργανώνεται για να χωρέσει την στρογγυλή αίθουσα συνεδριάσεων μετασχηματίζοντας την ορθοκανονική διάταξη των υποστυλωμάτων σε ακτινική. Τα ως επί το πλείστον στρογγυλά υποστυλώματα διατάσσονται σε κάθε πτέρυγα σε διαφορετικές αποστάσεις, ανάλογα με τις ειδικές λειτουργικές απαιτήσεις των χώρων, ενώ η πτέρυγα της εισόδου με τα οκτώ τεράστια επάλληλα διατεταγμένα τοιχεία σηματοδοτεί με γενναίο τρόπο την κίνηση από και προς το κτίριο. Η στρογγυλή αίθουσα συνεδριάσεων έχει στον χώρο σχήμα υπερβολικού παραβολοειδούς.



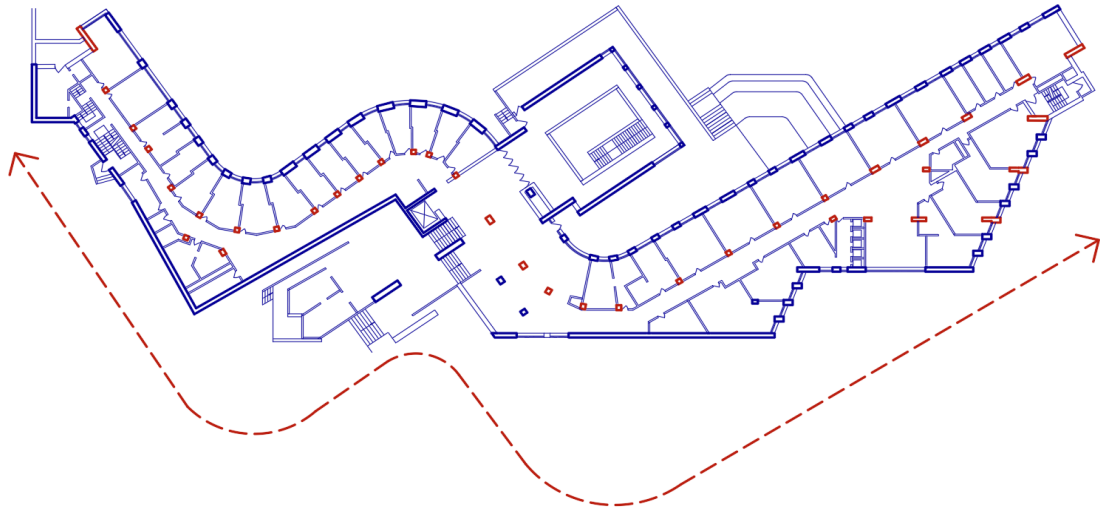
Σχέδιο 2.16 *Le Corbusier, Κτίριο του Κοινοβουλίου, Chandigarh, Ινδία, 1963.*

Το κτίριο **εκδηλώσεων Atheneum**, New Harmony, Indiana, ΗΠΑ σχεδιασμένο από τον Αμερικανό αρχιτέκτονα **Richard Meier** το 1979, αποτελεί ένα έξοχο δείγμα μιας διαφορετικής προσέγγισης της οργάνωσης των χώρων. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα «πλέξιμο» τριών διαφορετικών ορθοκανονικών καννάβων που μεταξύ τους σχηματίζουν μια μικρή στροφή. Το κάθε σύστημα αντιστοιχεί και αναφέρεται σε χώρους με συγκεκριμένες λειτουργίες που στεγάζει το κτίριο, αλλά επίσης όλα αναφέρονται και στο ευρύτερο περιβάλλον χωροθέτησης, με τις εξωτερικές σκάλες και ράμπες από όπου προσεγγίζεται το κτίριο. Εσωτερικά η μετάβαση από το ένα σύστημα καννάβου στο άλλο γίνεται στα στεγασμένα αίθρια γύρω από τα οποία είναι οργανωμένες οι κατακόρυφες κινήσεις του κτιρίου, ενώ οι στροφές των καννάβων παραλαμβάνονται από τους κλάδους των κλιμακοστασίων και των ραμπών.



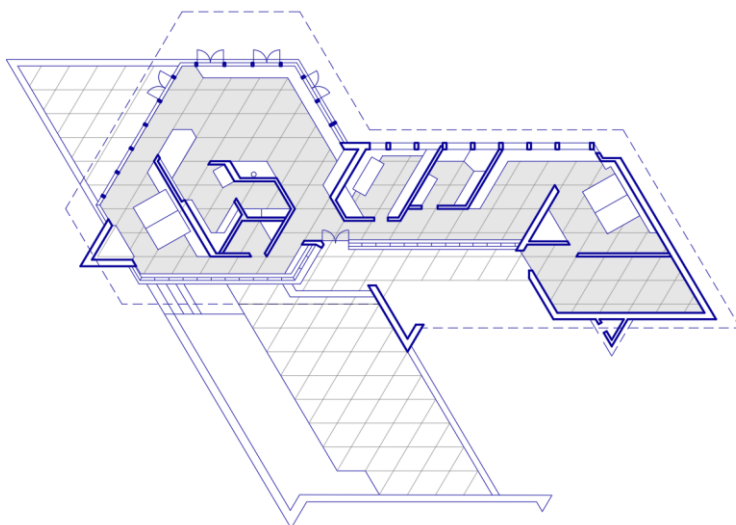
Σχέδια 2.17, 2.18 Richard Meier, Atheneum, New Harmony, Indiana, ΗΠΑ, 1979.

Το κτίριο φοιτητικών εστιών, **Baker house**, στο Ίδρυμα Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης των ΗΠΑ, σχεδιασμένο από τον Φιλανδό αρχιτέκτονα **Alvar Aalto** το 1940, έχει μια απλή επιμήκη κάτοψη που ακολουθεί οφιοειδή διάταξη με τους επιμέρους χώρους διατεταγμένους πυκνά και κάθετα στη βασική συνθετική γραμμή. Ο φορέας είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα και η όψη επενδυμένη από εμφανή συμπαγή τούβλα. Τα ορθογωνικά υποστυλώματα προσανατολίζονται ακολουθώντας τις στροφές της βασικής συνθετικής γραμμής.



Σχέδιο 2.19 Alvar Aalto, Baker house, Ίδρυμα Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης, Κάιμπριτζ, Μασαχουσέτη, ΗΠΑ, 1940.

Η **οικία Palmer**, στο Μίσιγκαν, σχεδιασμένη από τον Αμερικανό αρχιτέκτονα **Frank Lloyd Wright** το 1952. Πρόκειται για ένα μονώροφο κτίριο κατοικίας, με πρισματικές στέγες και κάλυψη από κεραμίδια. Το ενδιαφέρον σε αυτό το κτίριο είναι ο τριγωνικός κάρναβος με τον οποίο ο αρχιτέκτονας συνθέτει τους χώρους. Ο αρχιτέκτονας χρησιμοποίησε κάρναβο που παράγει ισόπλευρα τρίγωνα και είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε την απόλυτη συνέπεια με την οποία οργάνωσε τα στοιχεία που συγκροτούν όχι μόνον τους χώρους, αλλά και όλα τα επιμέρους στοιχεία τους, με τρόπο ώστε να βρίσκονται σε απόλυτη συμφωνία με το δομικό σύστημα που είχε επιλέξει.

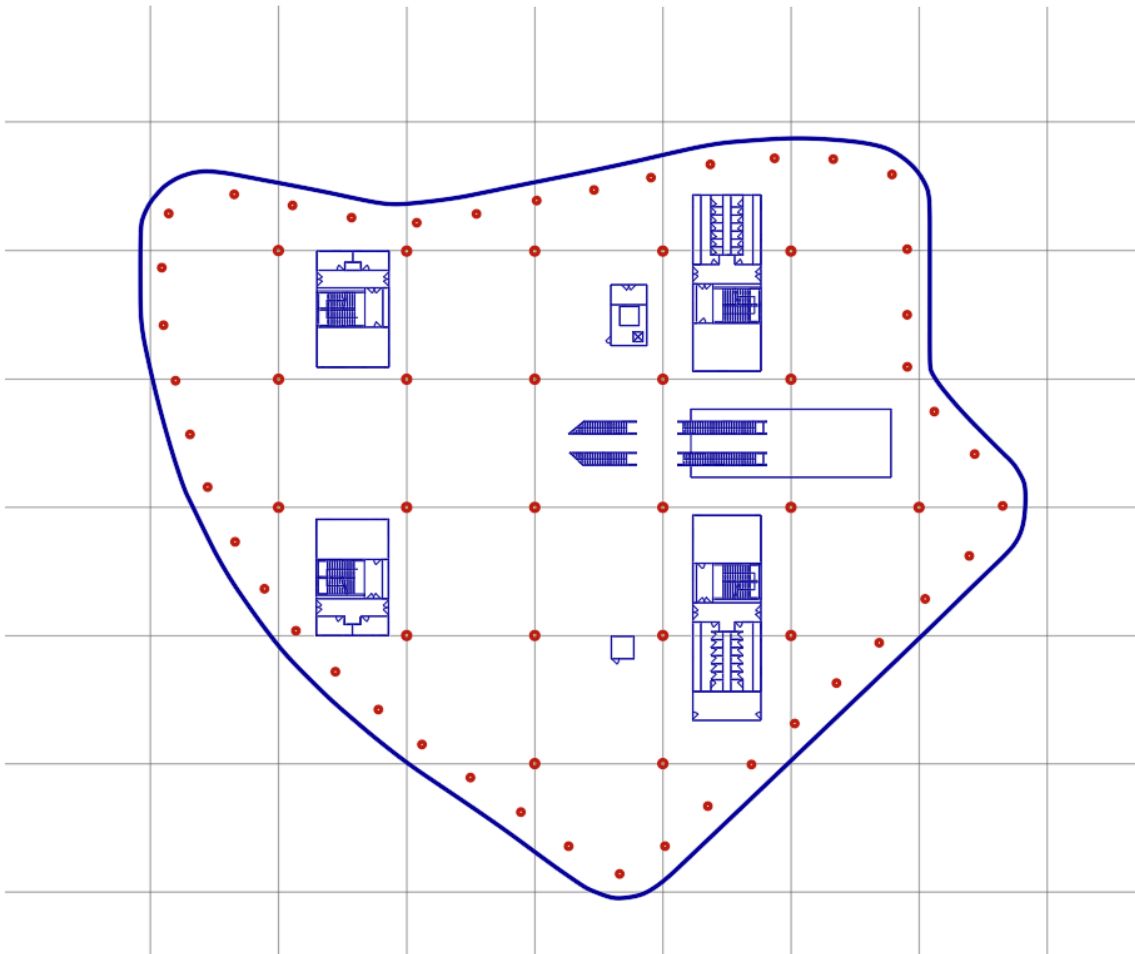


Σχέδιο 2.20

Frank Lloyd Wright, Οικία Palmer, Ann Arbor, Μίσιγκαν, ΗΠΑ, 1952.

Το κτίριο των κεντρικών **γραφείων Willis, Faber & Dumas** στη Μεγάλη Βρετανία, σχεδιασμένα από τον Άγγλο αρχιτέκτονα **Norman Foster** το 1975. Πρόκειται για ένα οικόπεδο με ακανόνιστο σχήμα. Ο αρχιτέκτονας επέλεξε ένα ελεύθερο σύστημα καμπύλου εξωτερικού περιγράμματος και μέσα σε αυτό εγγράφει ένα απόλυτα αυστηρό ορθοκανονικό σύστημα καννάβου με στρογγυλά υποστυλώματα.

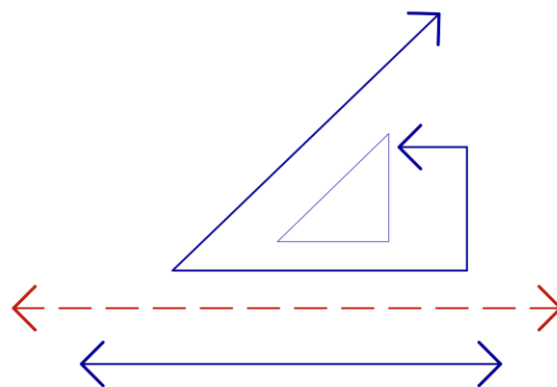
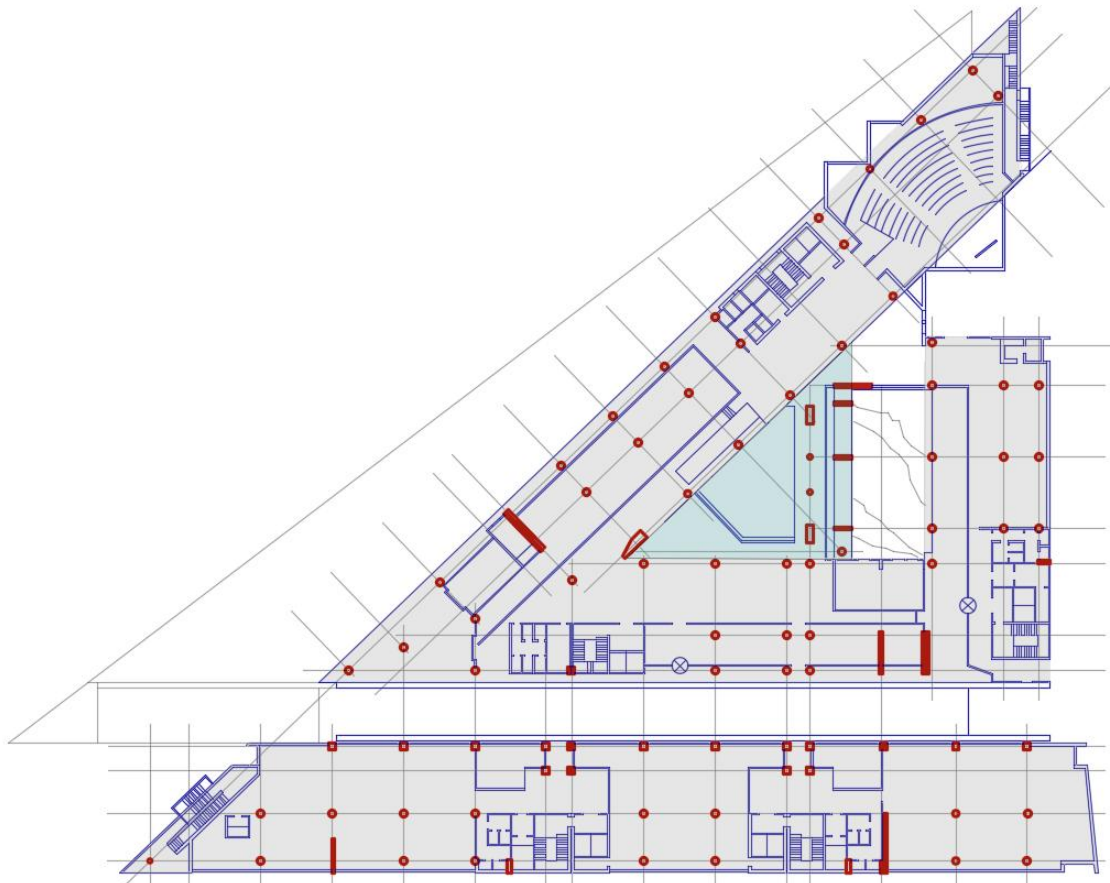
Στο όριο του περιγράμματος, για να αποφύγει τους μεγάλους προβόλους, διατάσσει πυκνότερα και εκτός καννάβου, μια σειρά επίσης στρογγυλών υποστυλωμάτων μικρότερης διαμέτρου. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι το σπλισμένο σκυρόδεμα για τα υποστυλώματα και τις πλάκες, ενώ η όψη επενδύθηκε με ένα σύστημα από αυτοφερόμενα υαλοστάσια.



Σχέδιο 2.21 Norman Foster, Κεντρικά Γραφεία της Willis, Faber & Dumas, Ipswich, HB, 1975.

Το κτίριο **γραφείων της εταιρείας ΕΛΛΑΚΤΩΡ** στην Κηφισιά το 2009, σχεδιασμένο από τον αρχιτέκτονα **Αναστάσιο Μπίρη**, Ομότιμο Καθηγητή της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ. Το κτίριο είναι σχεδιασμένο πάνω σε ένα τριγωνικό οικόπεδο και το πολύ ενδιαφέρον στην οργάνωση της κάτοψής του είναι η συμβολή των τριών πτερυγών σε τριγωνική διάταξη, με μια «χειρονομία» κίνησης σε μορφή σπείρας που οδηγεί στο εσωτερικό στεγασμένο αίθριο.

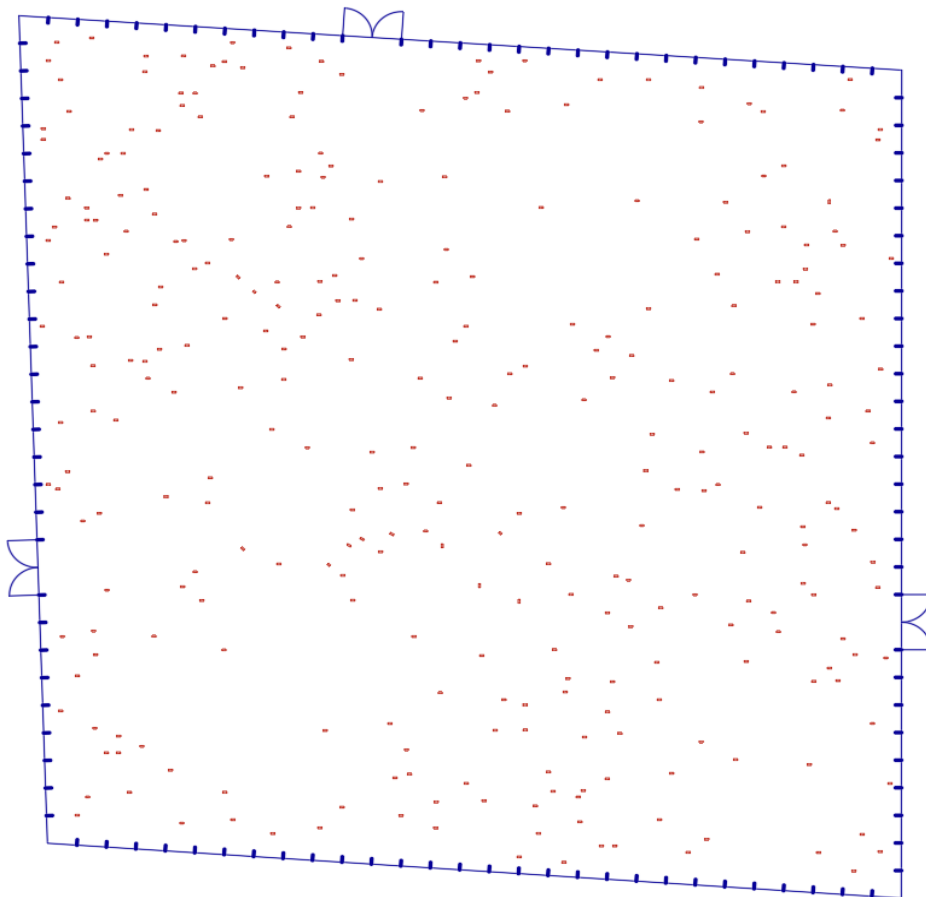
Αξίζει να παρατηρήσουμε τον μετασχηματισμό και τις στροφές στη διάταξη των υποστυλωμάτων που συμπλέκονται στα σημεία συμβολής των όγκων. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι, παρά το γενικό σχήμα της σύνθεσης, δεν υπάρχουν εσωτερικοί χώροι τριγωνικού σχήματος.



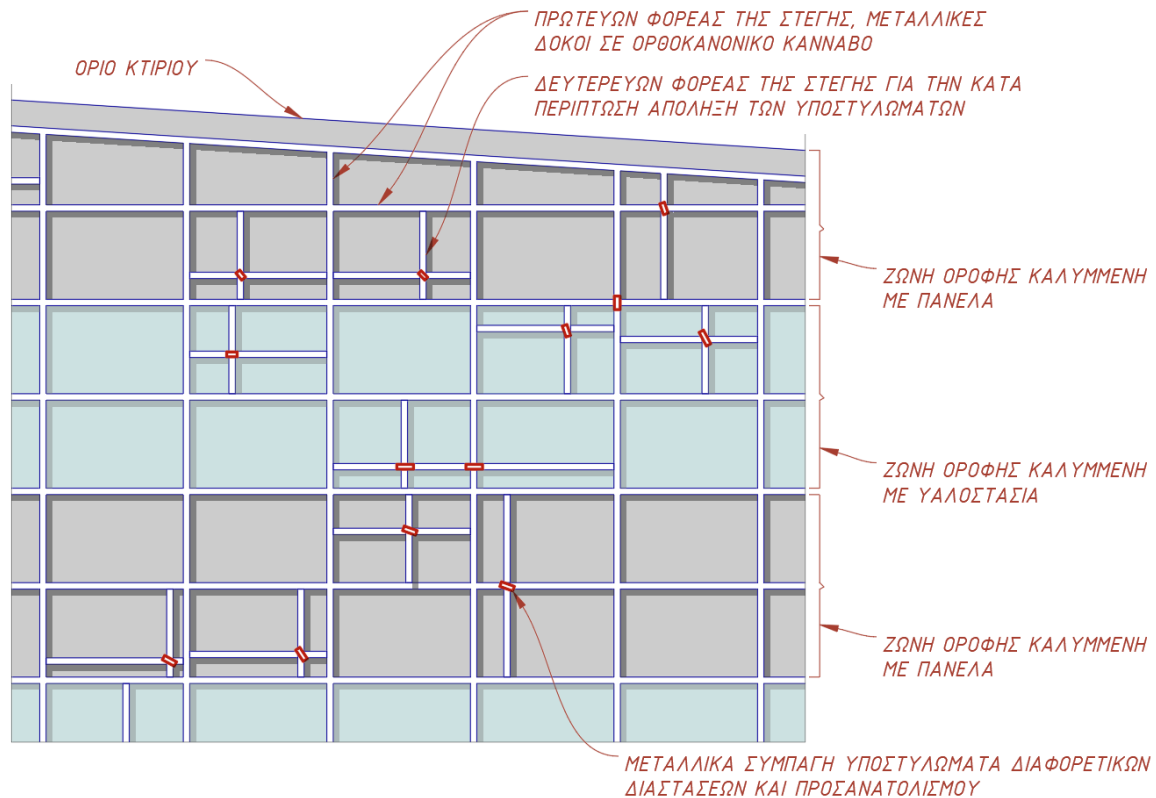
Σχέδιο 2.22 Κτίριο γραφείων στην Κηφισιά, Α. Μπίρης, Αθήνα 2009.

Το τελευταίο παράδειγμα είναι το εργαστήριο στο **Ινστιτούτο Τεχνολογίας** της πόλης **Kanagawa** στην Ιαπωνία, σχεδιασμένο από τον Ιάπωνα αρχιτέκτονα **Junya Ishigami** το 2008. Το εργαστήριο είναι ένα ισόγειο, μονόχρωμο κτίριο, με προσόψεις από γυαλί και καταλαμβάνει επιφάνεια 2.000 m². Ο δομικός σκελετός είναι από χαλύβδινα ορθογωνικά υποστυλώματα, έτσι τη στήριξη της επίπεδης στέγης αναλαμβάνουν οι 305 συμπαγείς μεταλλικές κολόνες, που είναι πακτωμένες στην πλάκα του δαπέδου από σκυρόδεμα. Η οροφή σε ύψος 4,0 m είναι κατασκευασμένη από μεταλλικές δοκούς με διατομή «διπλού ταυ», σε απόλυτα ορθογωνικό κάναβο και φέρεται από όλες αυτές τις κολόνες.

Οι κολόνες έχουν όλες σχεδόν διαφορετικά μεγέθη και προσανατολισμό ενώ οι διαστάσεις τους κυμαίνονται στη μικρή πλευρά από 22 έως 50 mm και στη μεγάλη πλευρά από 90 έως 160 mm. Αυτές οι διαφορές των υποστυλωμάτων στις διαστάσεις και τον προσανατολισμό υπαγορεύονται από τον δομικό σκοπό τους και δεν έχουν χρησιμοποιηθεί αντισεισμικά τοιχεία ή άλλα διαγώνια στοιχεία ακαμψίας. Τα υποστυλώματα είναι κατανεμημένα έτσι ώστε να δημιουργούν ομάδες χώρων, παράγοντας ένα τοπίο σαν δάσος με ξέφωτα, πάνω στα οποία χωροθετούνται οι διάφορες λειτουργίες του εργαστηρίου. Για όσα από τα υποστυλώματα στην επάνω απόληξή τους δεν αντιστοιχούν δοκοί στον κάναβο της στέγης, έχουν τοποθετηθεί επιπλέον ενδιάμεσες δευτερεύουσες διαδοκιδώσεις, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σχέδιο 2.23 Junya Ishigami, Kanagawa Institute of Technology Workshop, Kanagawa, Ιαπωνία, 2008.



Σχέδιο 2.24 Kanagawa Institute of Technology Workshop, άνοψη στέγης με τις δοκούς διατεταγμένες σε ένα αυστηρό σύστημα επάλληλης διάταξης για τη δημιουργία φωτιστικών ζωνών. Τα υποστυλώματα την υποβασιάζουν μέσω ενός αυστηρού ενδιάμεσου συστήματος δοκίδων καρτεσιανά διατεταγμένων.

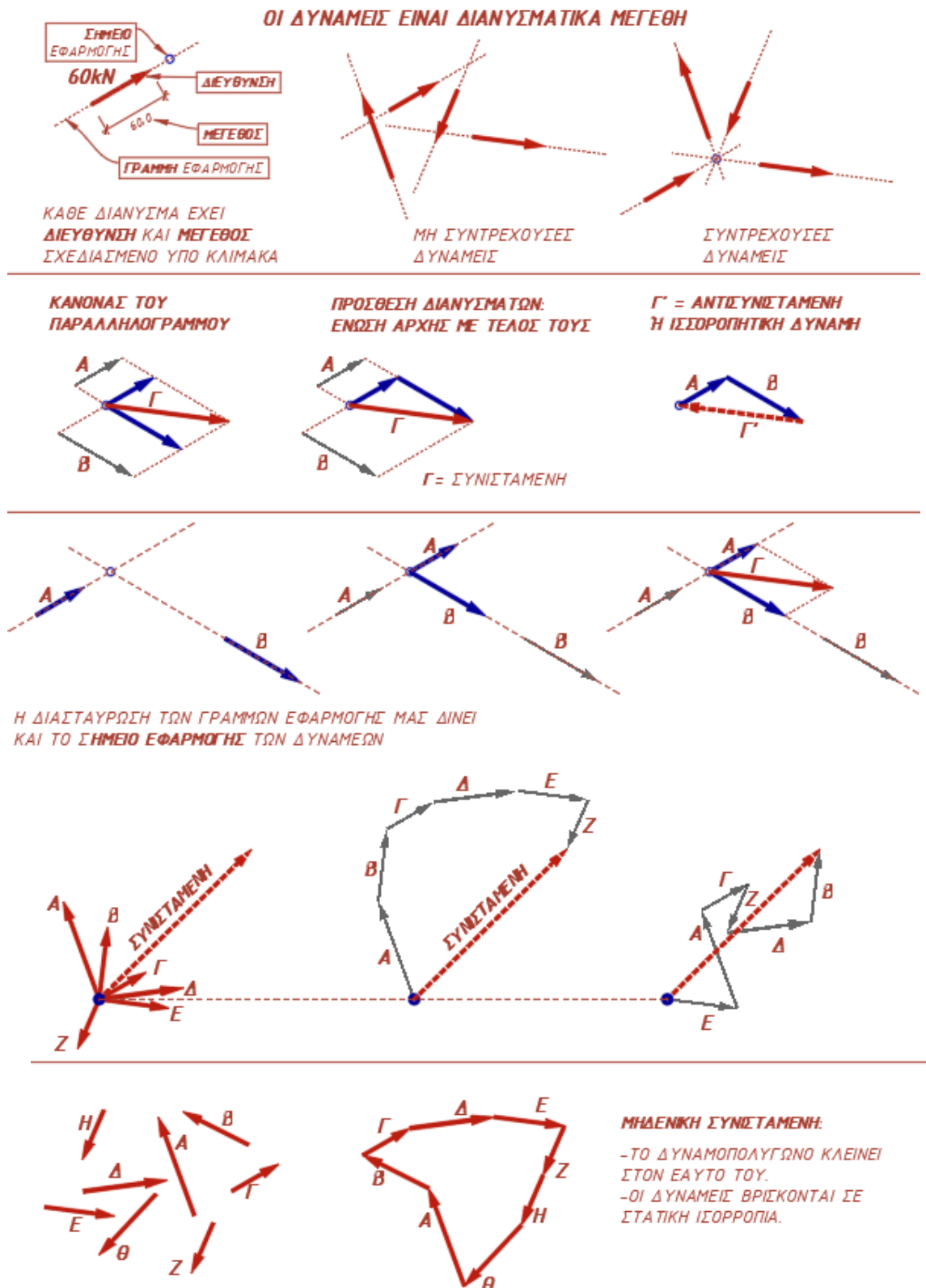
2.2. Στατική λειτουργία και μορφή

Η γεωμετρία κάθε φορέα υπακούει σε φυσικούς νόμους, τους οποίους πρέπει να κατανοούμε ώστε να οδηγηθούμε σε έναν αποτελεσματικό σχεδιασμό· πρέπει δηλαδή να μπορούμε να επιλέγουμε ως μέσον έκφρασης το κατάλληλο υλικό με την κατάλληλη γεωμετρία. Οι μορφές που μπορούμε να παράγουμε υποτάσσονται στους φυσικούς νόμους που υπαγορεύουν στις δυνάμεις να «ταξιδέψουν» μέσα από τις μορφές και να φτάσουν με ασφάλεια στο έδαφος. Οι δρόμοι που μπορούμε να ακολουθήσουμε είναι ποικίλοι και στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται διαφορετικές περιπτώσεις που μας βοηθούν να κατανοήσουμε την παραγωγή μορφών ως αποτέλεσμα αυτής ακριβώς της οικονομίας των δυνάμεων.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε πως, σε κάθε φορέα, η εκτίμηση του ιδίου βάρους και των ωφέλιμων φορτίων μάς δίνουν τις κατακόρυφες και τις αξονικές δυνάμεις, τις οποίες και πρέπει να υπολογίσουμε. Αναπτύσσεται όμως και μια σειρά από άλλες δυνάμεις, εξίσου σημαντικές, όπως είναι οι σεισμικές **δυναμικές καταπονήσεις**, η **ανεμοπίεση**, οι **θερμικές συστολοδιαστολές**, οι ενδεχόμενες **διαφορικές καθιζήσεις** των θεμελίων. Όλες αυτές οι παράμετροι κάνουν τους υπολογισμούς εξαιρετικά σύνθετους, απαιτούν σύγχρονα εργαλεία υπολογισμών και ξεπερνούν το γνωστικό πεδίο των μαθημάτων.

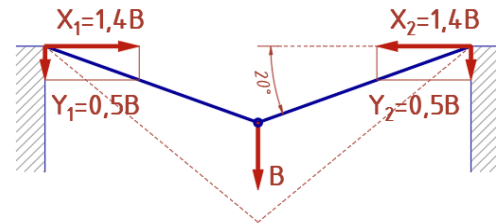
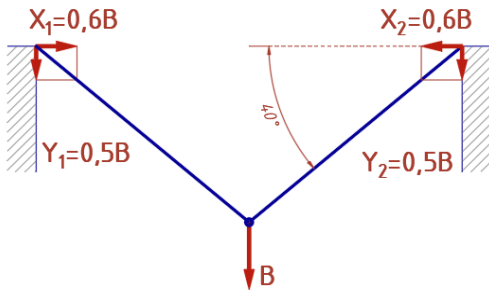
Στα παραδείγματα που επιλέχθηκαν χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για την ανάλυση των δυνάμεων η μέθοδος διαγραμμάτων Cremona, γνωστή και ως μέθοδος Cremona-Maxwell. Πρόκειται για μια γραφική μέθοδο που χρησιμοποιείται στη στατική των δικτυωμάτων για τον προσδιορι-

σμό των δυνάμεων με τη γραφoστατική μέθοδο. Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε από τον Ιταλό μαθηματικό Luigi Cremona, από τον οποίο πήρε και το όνομά της.



Σχέδιο 2.25 Διανυσματική δράση των δυνάμεων. (Πηγή: Allen, E., & Zalevski, W. (2010). Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures. New Jersey: Wiley, σ. 6-10).

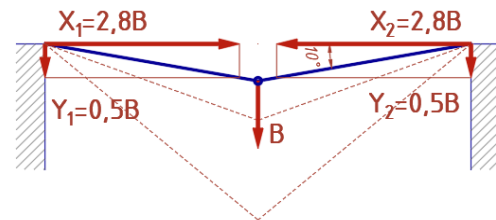
Η αρχή που ακολουθείται είναι απλή και συνίσταται στο να κατανοήσουμε τα φορτία του φορέα, ο οποίος πρέπει να ισορροπεί στον χώρο. Εφόσον η ισορροπία ισχύει για τις εξωτερικές δυνάμεις, το ίδιο πρέπει να ισχύει και για τις εσωτερικές δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε ράβδο και σε κάθε άρθρωση. Για να είναι μια άρθρωση σε ισορροπία, το άθροισμα των δυνάμεων πρέπει να είναι ίσο με μηδέν.



Η ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΣΤΑΘΕΡΗ ΟΣΟ ΤΟ ΗΜΙΣΥ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ.

Η ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΥΠΕΡΜΕΤΡΑ ΟΣΟ ΕΛΑΤΤΩΝΕΤΑΙ Η ΓΩΝΙΑ.

Η ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΑΠΕΙΡΙΖΕΤΑΙ ΟΤΑΝ Η ΓΩΝΙΑ ΓΙΝΕΙ 0° .



ΟΣΟ ΕΛΑΤΤΩΝΟΝΤΑΙ ΟΙ ΓΩΝΙΕΣ ΦΟΡΕΩΝ, ΟΙ ΑΞΟΝΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΥΞΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠΕΡΜΕΤΡΑ. ΟΤΑΝ ΣΧΕΔΙΑΖΟΥΜΕ ΦΟΡΕΙΣ ΑΠΟΦΕΥΓΟΥΜΕ ΟΞΕΙΕΣ ΓΩΝΙΕΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ 15° .

Σχέδιο 2.26 Γραφοστατική γεωμετρική απόδειξη πως οι οξείες γωνίες σύγκλισης στοιχείων του φέροντος οργανισμού αναμένεται να δημιουργήσουν δυσμενείς συνθήκες καταπόνησης και απαιτούν δυσανάλογη ενίσχυση.

Το σημαντικό στοιχείο των διαγραμμάτων, σε αυτήν την απλουστευτική μορφή, είναι ο εποπτικός χαρακτήρας που αποκαλύπτει τις θεμελιώδεις **δυνάμεις** των φορτίων και τον τρόπο με τον οποίο αυτές απλώνονται και δρουν επάνω σε έναν φορέα. Έτσι αποδίδονται οπτικά όχι μόνο οι **ροές** των δυνάμεων, αλλά και τα **μεγέθη** τους, αποκαλύπτοντας τον τρόπο με τον οποίο όλα αυτά σχετίζονται με τη **γεωμετρία** του φορέα. Ταυτόχρονα όμως μας βοηθούν να διερευνήσουμε και τις μορφές που μπορούμε να δώσουμε στους φορείς, καθώς και να κατανοήσουμε ότι όλες οι **μορφές** που παράγονται είναι **προϊόντα ισορροπίας** και **οικονομίας δράσης** των **φυσικών δυνάμεων** και **όχι μορφές τυχαιότητας**.

2.2.1. Πώς οι δυνάμεις δίνουν σχήμα στον φορέα

Στα ακόλουθα σχήματα δίνονται σχηματικά οι μορφές που μπορεί να πάρει ή δεν μπορεί να πάρει ένας εύκαμπτος φορέας, για παράδειγμα ένα καλώδιο. Παρατηρούμε ότι κάτω από την επίδραση φορτίου παίρνει και το ανάλογο σχήμα. Αυτό σε γενικές γραμμές ισχύει για κάθε φορέα του οποίου το σχήμα επηρεάζουν καθοριστικά οι δυνάμεις. Σε έναν άκαμπτο φορέα, διαφορετικά σχήματα παράγουν αντισυμβαλλόμενες διατομές.



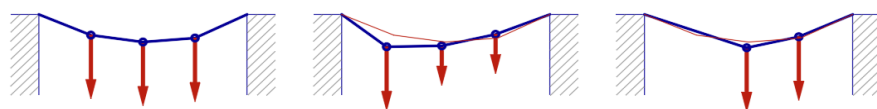
Εικόνα 2.4

Πύργος με κεραία τηλεπικοινωνιών για τους Ολυμπιακούς αγώνες της Βαρκελώνης. Ο ιστός της κεραίας βρίσκεται σε ισορροπία και εδράζεται μόνο σε τρία σημεία, ενώ ο κεντρικός πυλώνας είναι κεκλιμένος ώστε να μη δημιουργούνται ροπές ανατροπής του.

Αρχιτέκτονας S. Calatrava, Βαρκελώνη, Ισπανία 1992.



ΟΙ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΜΟΡΦΕΣ ΠΟΥ ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΑΡΕΙ ΕΝΑ ΚΑΛΩΔΙΟ



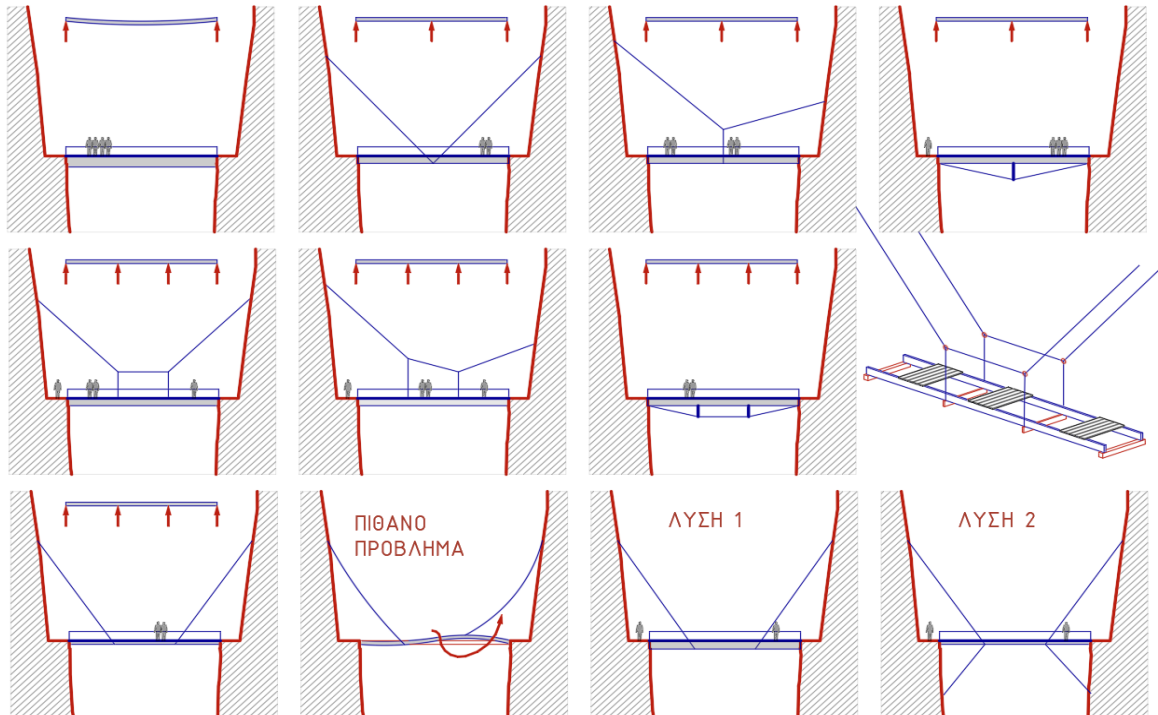
ΑΛΛΑΓΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

Σχέδιο 2.27 Οι δυναμικές μορφές που μπορούν ή δεν μπορούν να πάρουν οι εύκαμπτοι φορείς (συνήθως καλώδια) κάτω από την επίδραση του φορτίου και της βαρύτητας (Πηγή: Allen, E., & Zalevski, W. (2010). Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures. New Jersey: Wiley, σ. 43).

Σε μια γέφυρα αναρτημένη από καλώδια μπορούμε να εξετάσουμε τις διαφορετικές εναλλακτικές δυνατότητες σχεδιαστικών προσεγγίσεων, όπως είναι η ανάρτηση από ένα ή περισσότερα σημεία, καθώς και στοιχεία ακαμπτοποίησης του καταστρώματος με αύξηση του πάχους και ενισχύσεις. Οι λεπτές διατομές παράγουν ένα σύστημα **ευπαθές σε παραμορφώσεις, οι οποίες** μπορεί να προκληθούν από διάφορους λόγους, όπως:

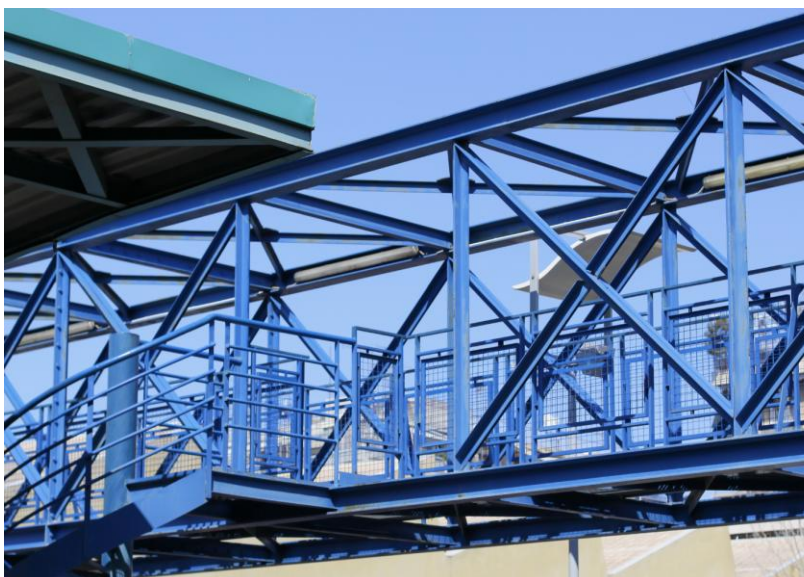
- **Ταλαντώσεις από συντονισμό βηματισμού** μεγάλου αριθμού ατόμων.
- **Ταλαντώσεις συντονισμού από ριπές αέρα** μέσα στο στενό φυσικό περιβάλλον.
- **Παραμορφώσεις από έντονη ανεμοπίεση.**
- **Παραμορφώσεις από τη μετατόπιση κινητών φορτίων**, όπως είναι η έκκεντρη συγκέντρωση ανθρώπων στο κατάστρωμα.

Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα, χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνικές ενίσχυσης που αλλάζουν την εικόνα της γέφυρας και παράγουν έναν πλούτο αρχιτεκτονικών μορφών όπως φαίνεται στα ακόλουθα σχήματα, όπως η αύξηση του ύψους διατομής του καταστρώματος, η υποστήριξη του καταστρώματος με επιπλέον ελκυστήρες.



ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ ΜΙΚΡΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΣΤΗΡΙΞΗΣ. ΑΠΟΦΥΓΗ ΤΑΛΑΝΤΩΤΩΣΕΩΝ ΜΕ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ Ή ΜΕ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

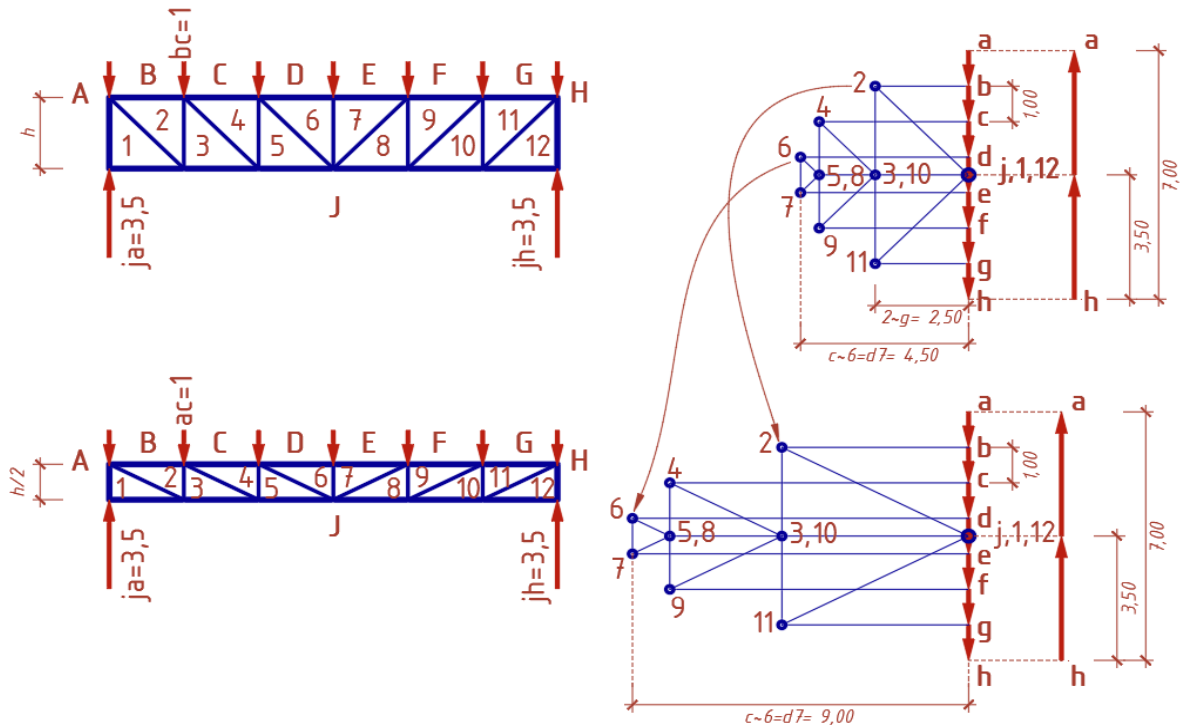
Σχέδιο 2.28 Ενδεικτικό σκίτσο με τις δυνατότητες σχεδίασης μιας μικρής κρεμαστής γέφυρας. Η γνώση των δυνάμεων που επιδρούν και η οικονομία της κατασκευής οδηγούν σε έναν πλούτο πιθανών επιλύσεων (Πηγή: Allen, E. και Zalevski W. Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures. New Jersey: Wiley).



Εικόνα 2.5

Δικτυωματική μεταλλική πεζογέφυρα στον σταθμό ΗΣΑΠ Ν. Ιωνίας.

Με βάση τα προηγούμενα, διαπιστώνουμε εύκολα από τα ακόλουθα συγκριτικά παραδείγματα ότι η μείωση ύψους ενός δικτυώματος αυξάνει υπέρμετρα τις τάσεις που αναπτύσσονται σε αυτό και κατ' επέκταση σε οποιονδήποτε φορέα, ακόμη και αν τα φορτία που εφαρμόζονται σε αυτόν παραμένουν τα ίδια.



Η ΜΕΙΩΣΗ ΥΨΟΥΣ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ, ΕΧΕΙ ΩΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑ ΤΗ ΔΥΣΜΕΝΗ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΜΕΛΗ ΤΟΥ. ΑΥΤΟ ΙΣΧΥΕΙ ΓΙΑ ΟΛΑ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΓΙΑ ΟΛΑ ΤΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ.

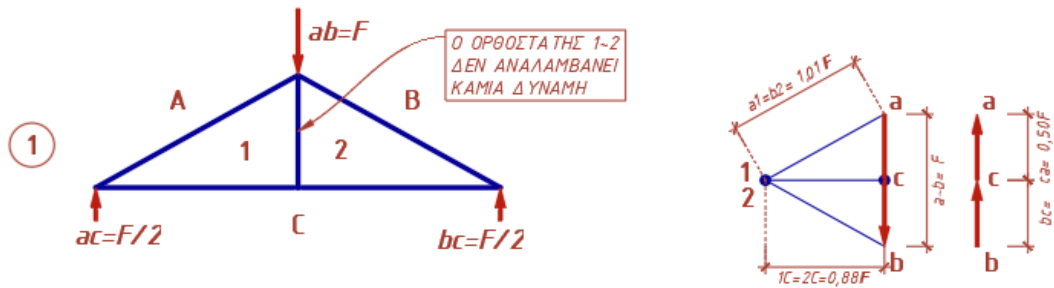
Σχέδιο 2.29 Γραφοστατική γεωμετρική απόδειξη της αύξησης των τάσεων σε μια δικτυωματική δοκό με τη μείωση του ύψους της διατομής της (Πηγή: Allen, E., & Zalevski, W. (2010). Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures. New Jersey: Wiley, σ. 167).



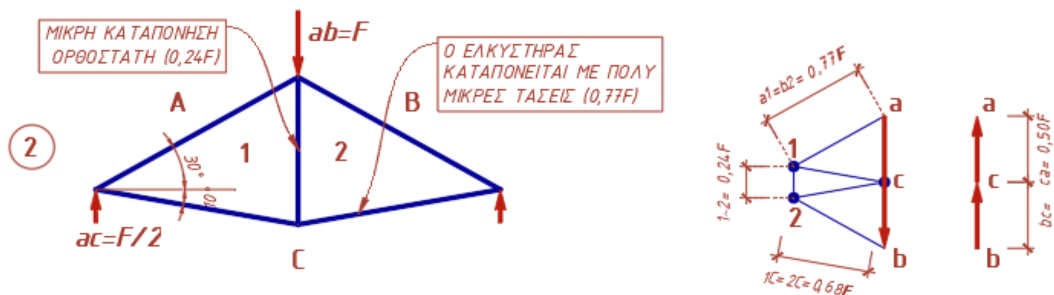
Εικόνα 2.6

Κέντρο Πολιτισμού «Georges Pompidou». Χατά χαλύβδινα δικτυώματα φέρουν τα πατώματα. Συνδέονται στα υποστυλώματα με πλήρεις αρθρώσεις. Αρχιτέκτονες, Richard Rogers, Renzo Piano και Gianfranco Franchini, Παρίσι, Γαλλία 1977.

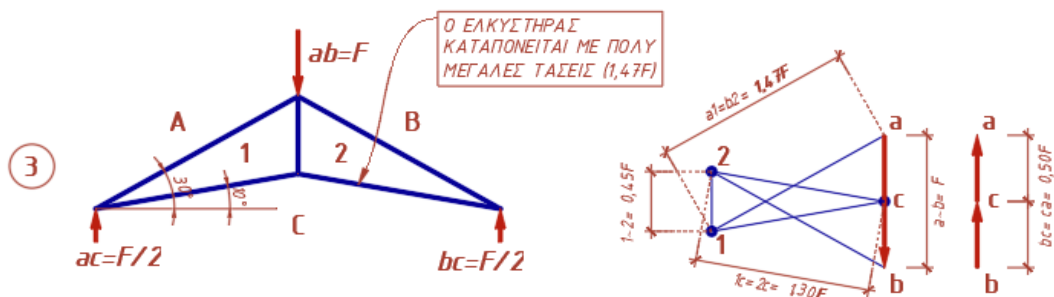
Το ίδιο ισχύει και για απλά τριγωνικά δικτυώματα σε στέγες, όπου η εφαρμογή της τρίτης περίπτωσης (βλ. σχέδιο 2.30), με ανασηκωμένο τρίγωνο που δίνει μεγαλύτερο ύψος στον χώρο, αυξάνει υπέρμετρα τις τάσεις που αναπτύσσονται στα μέλη τους. Αντίθετα, στην πρώτη περίπτωση, ο ορθοστάτης δεν αναλαμβάνει κανένα φορτίο και θα μπορούσε να παραλειφθεί.



ΤΟ ΤΡΙΓΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΩΜΑ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΑΝΑΠΤΥΣΣΕΙ ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙ ΟΡΘΟΣΤΑΤΗ. ΑΥΤΟ ΦΑΙΝΕΤΑΙ ΣΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΠΟΥ ΤΑ 1 ΚΑΙ 2 ΤΑΥΤΙΖΟΝΤΑΙ.



ΤΟ ΧΑΜΗΛΩΜΕΝΟ ΤΡΙΓΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΩΜΑ ΑΝΑΠΤΥΣΣΕΙ ΤΙΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ ΑΛΛΑ ΧΑΜΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΥΨΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ.



ΤΟ ΑΝΑΣΗΚΩΜΕΝΟ ΤΡΙΓΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΩΜΑ ΔΙΝΕΙ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΥΨΟΣ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΑΛΛΑ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΙ ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ ΤΟΥ. ΑΥΤΟ ΣΥΝΗΘΩΣ ΔΙΝΕΙ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΟΠΤΙΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ, ΙΔΙΩΣ ΟΤΑΝ ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΕΙΝΑΙ ΑΠΟ ΞΥΛΟ.

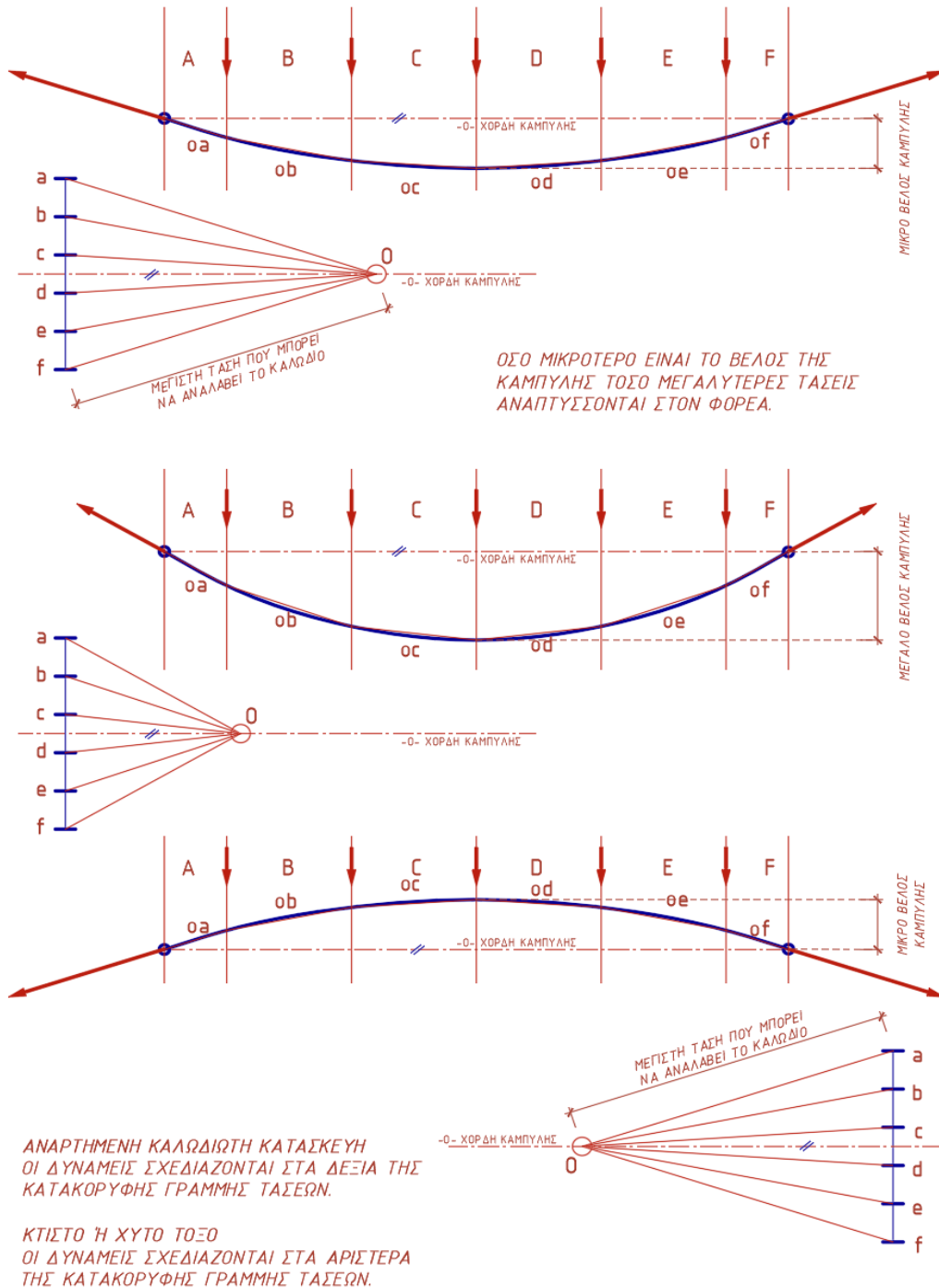
ΟΠΩΣ ΦΑΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕ ΜΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ 10° ΣΤΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΑΥΞΑΝΟΝΤΑΙ ΟΙ ΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑ 50% .

Σχέδιο 2.30 Γραφοστατική γεωμετρική απόδειξη της συμπεριφοράς ενός τριγωνικού δικτυώματος ανάλογα με τη γεωμετρία του.

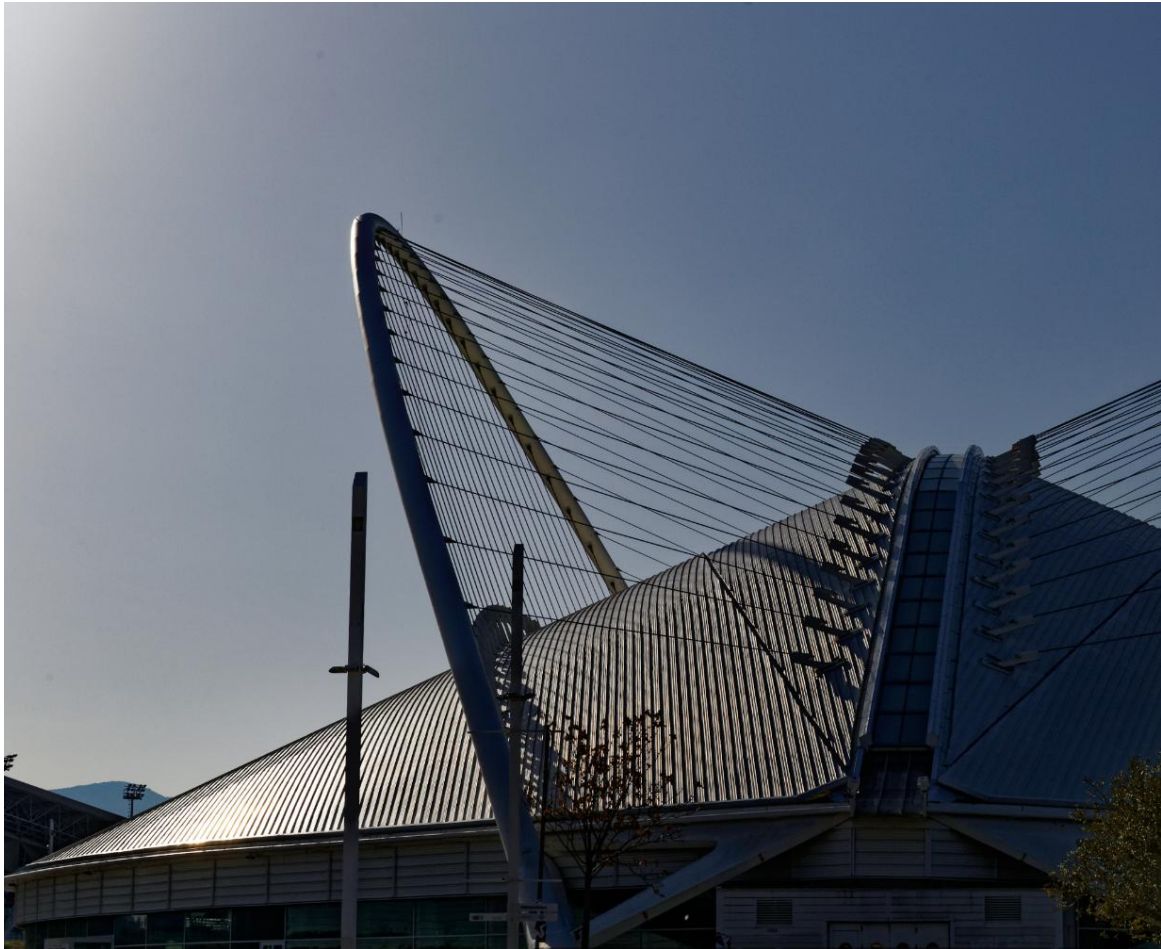
2.2.2. Φορείς υπό τάση καθαρού εφελκυσμού ή θλίψης

Μια ειδική κατηγορία φορέων είναι οι περιπτώσεις **αναρτημένων καλωδίων** ή η ανάποδη μορφή **χαμηλών θόλων** σε κελύφη. Η γεωμετρία τους είναι αυτή της **αλυσσοειδούς καμπύλης** και πλησιάζει πολύ στο σχήμα της **παραβολής**. Τα καλώδια καταπονούνται αποκλειστικά σε εφελ-

κυσμό και οι χαμηλοί θόλοι σε θλίψη. Είναι πολύ αποδοτικοί φορείς, μπορούν να καλύψουν ανοίγματα που κανένας άλλος φορέας δεν μπορεί να φτάσει, αλλά απαιτούν σοβαρές αντιστηρίξεις στα άκρα τους. Χρησιμοποιούνται συνήθως για γέφυρες και για τη στέγαση αθλητικών ή εκθεσιακών χώρων. Στα ακόλουθα διαγράμματα απεικονίζεται ο τρόπος με τον οποίο προσδιορίζεται η καμπύλη τους. Είναι προφανές ότι όσο πιο μικρό είναι το βέλος τους, τόσο μεγαλύτερες είναι και οι τάσεις που αναπτύσσονται.



Σχέδιο 2.31 Οι αναρτημένοι εφελκόμενοι φορείς και οι αντίστοιχοι θλιβόμενοι τοξωτοί απαιτούν αυστηρή γεωμετρία που προσδιορίζεται από τα φορτία που παραλαμβάνουν (Πηγή: Allen, E., & Zalevski, W. (2010). *Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures*. New Jersey: Wiley, σ. 39).

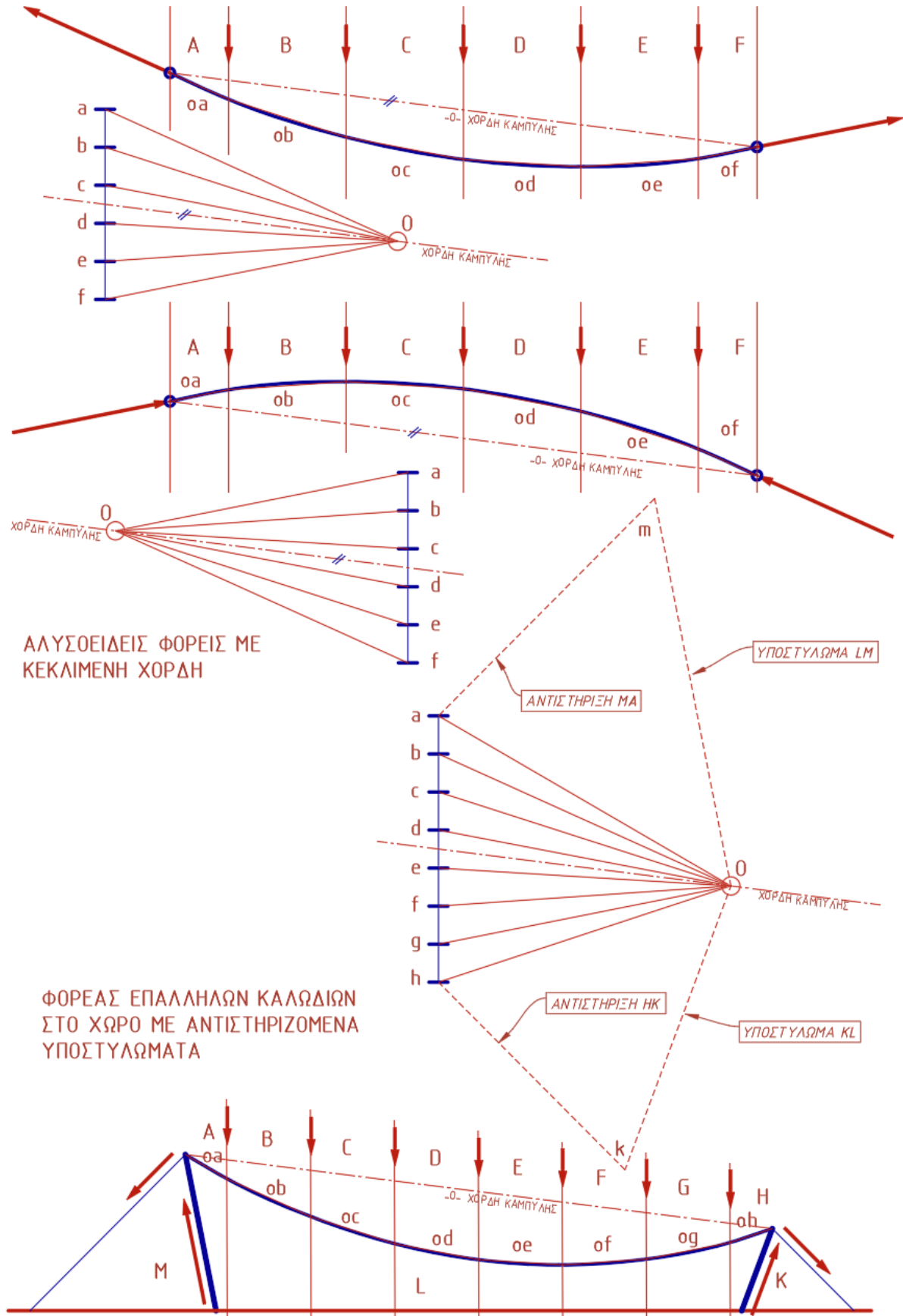


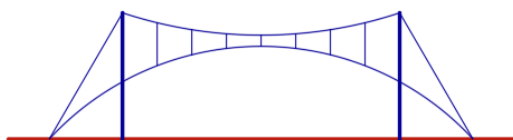
Εικόνα 2.7

Στέγαστρο του Ολυμπιακού σταδίου της Αθήνας. Αρχιτέκτονας Santiago Calatrana, Αθήνα 2004.

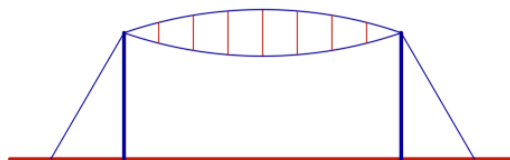
Σχέδιο 2.32 (επόμενη σελίδα)

Οι αναρτημένοι εφελκόμενοι φορείς και οι αντίστοιχοι θλιβόμενοι τοξωτοί απαιτούν αυστηρή γεωμετρία που προσδιορίζεται από τα φορτία που παραλαμβάνουν. (Πηγή: Allen, E., & Zalevski, W. (2010). Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures. New Jersey: Wiley, σ. 50).

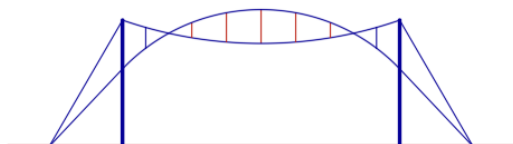




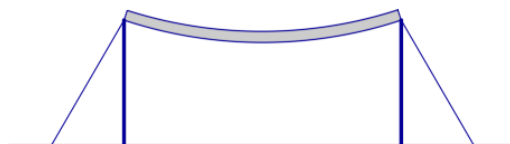
ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΜΕ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΟΥΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥΣ ΕΝΤΑΤΗΡΕΣ



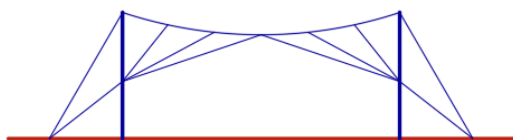
ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΜΕ ΘΛΙΒΟΜΕΝΟΥΣ ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ



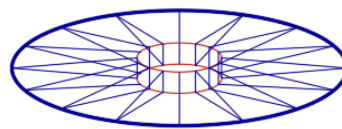
ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΜΕ ΘΛΙΒΟΜΕΝΟΥΣ ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥΣ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΟΥΣ ΕΝΤΑΤΗΡΕΣ



ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΜΕ ΜΕΓΑΛΟ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΟ ΦΟΡΤΙΟ



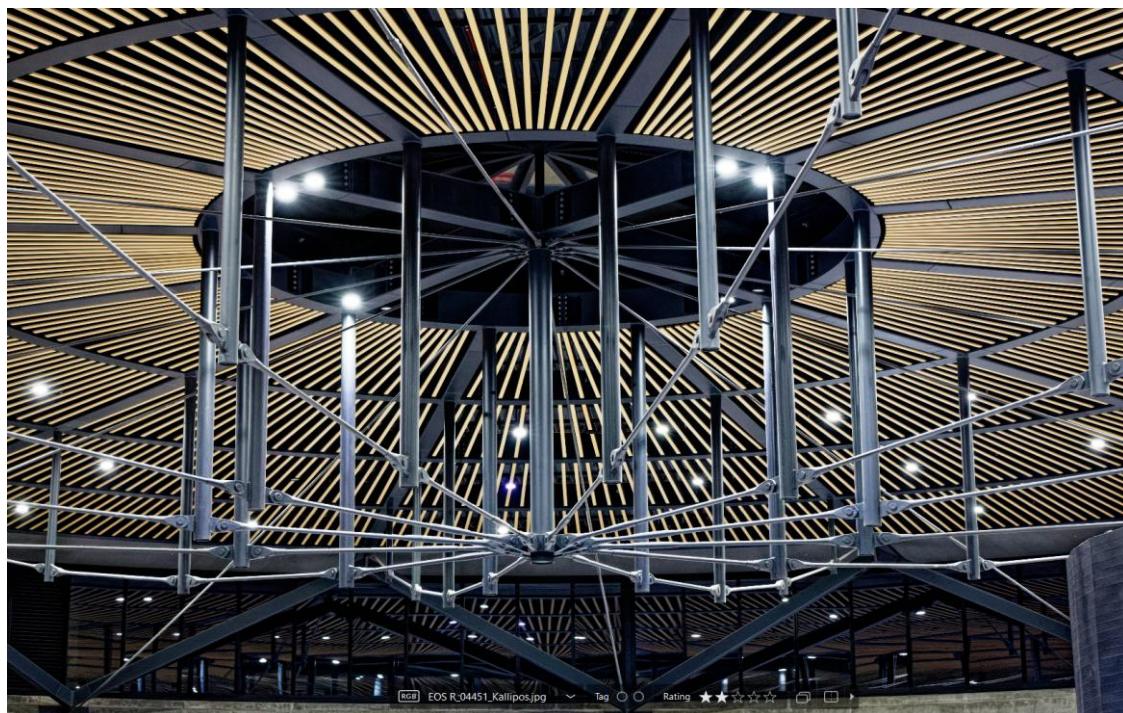
ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΜΕ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥΣ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΟΥΣ ΕΝΤΑΤΗΡΕΣ



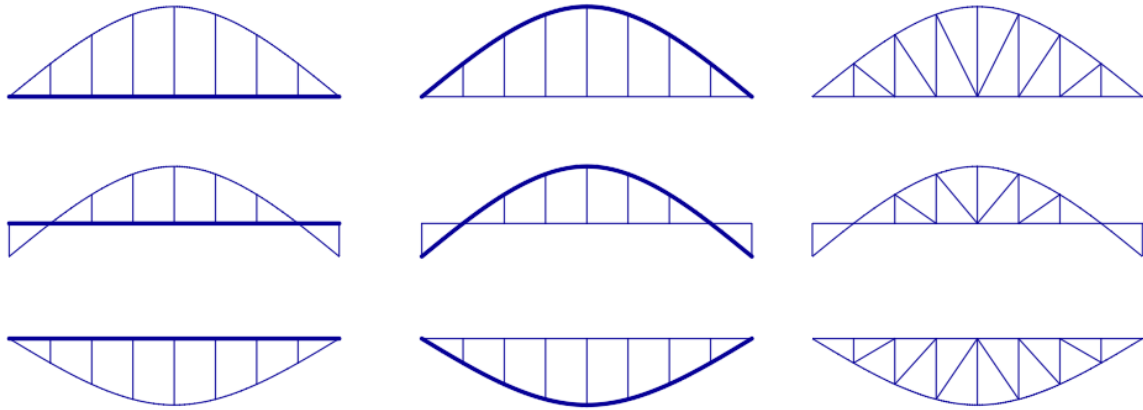
ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟΙ ΔΑΚΤΥΛΙΟΙ
Ο ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΘΛΙΒΟΜΕΝΟΣ
Ο ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΟΣ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΚΑΜΠΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Σχέδιο 2.33 Ενδεικτικές περιπτώσεις με διάφορες μεθόδους ακαμπτοποίησης καλωδιωτών φορέων.



Εικόνα 2.8 Αίθουσα αναμονής, Αεροδρόμιο Saint-Exupéry, Λυών. Αρχιτέκτονας S. Calatrava, Λυών, Γαλλία 1994.



ΑΚΑΜΠΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ

ΑΚΑΜΠΤΟ ΤΟΞΟ

ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΙΚΗ ΑΚΑΜΨΙΑ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΚΑΜΠΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΞΟΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Σχέδιο 2.34

Ενδεικτικές περιπτώσεις με διάφορες μεθόδους ακαμπτοποίησης τοξωτών φορέων. (Πηγή: Allen, E., & Zalevski, W. (2010). Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures. New Jersey: Wiley, σ. 306).



Εικόνα 2.9

Μεταλλική τοξωτή γέφυρα στον ποταμό Σηκουάνα με αναρτημένο κατάστρωμα. Παρίσι, Γαλλία.

Μια παραλλαγή, όπως φαίνεται στα ακόλουθα διαγράμματα, είναι οι φορείς μορφής **άρπας**, **βεντάλιας** και **δέντρου**, και αυτοί σε δύο παραλλαγές, εφελκυσμένης μορφής με καλώδια ανάρτησης και θλιβόμενης μορφής με αντηρίδες. Και σε αυτές τις περιπτώσεις, οι κρεμαστοί εφελκυσμένοι φορείς, μπορούν να καλύψουν πολύ μεγάλα ανοίγματα και χρησιμοποιούνται συνήθως σε γέφυρες. Αντίθετα, οι **δενδροειδείς φορείς**, χρησιμοποιούνται για καλύψεις χώρων. Ειδικά στους τελευταίους έχει σημασία η συμμετρική γεωμετρική χάραξη με τρόπο ώστε να κατανέμονται ομαλά τα φορτία της στέγης προς τα κλαδιά, μετά τον κορμό και, τέλος, να φτάνουν στο έδαφος.



Εικόνα 2.10

Κέντρο Πολιτισμού «Georges Pompidou».

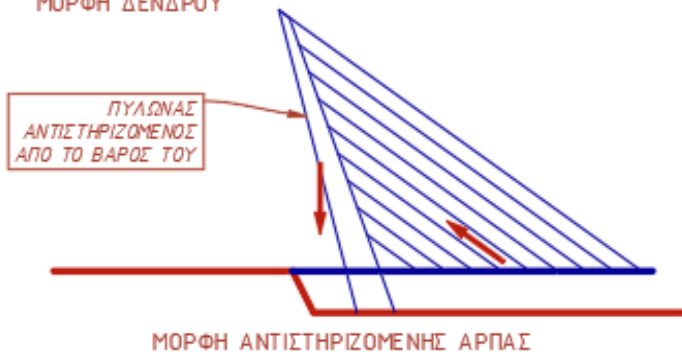
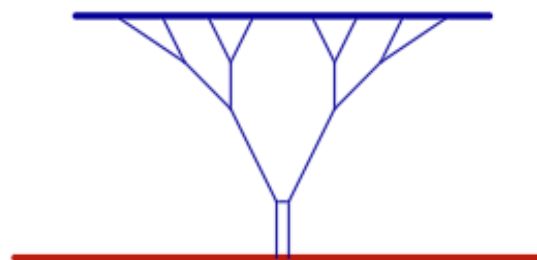
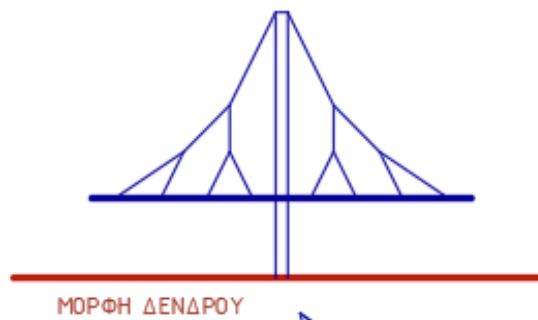
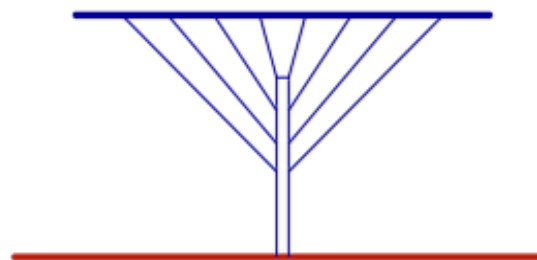
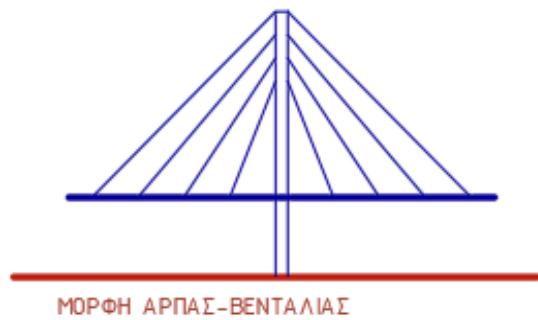
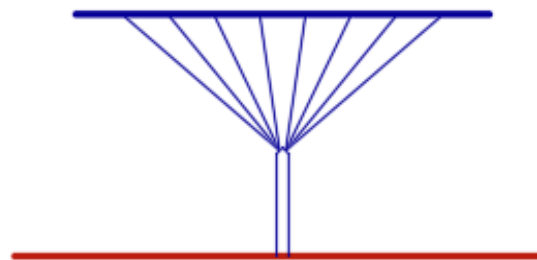
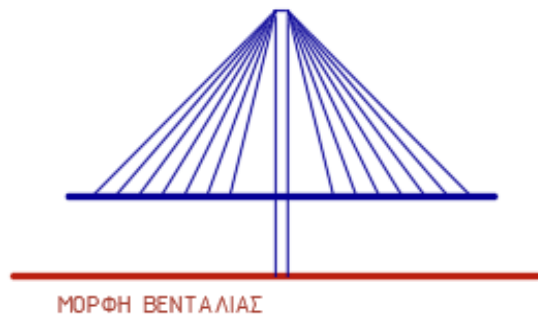
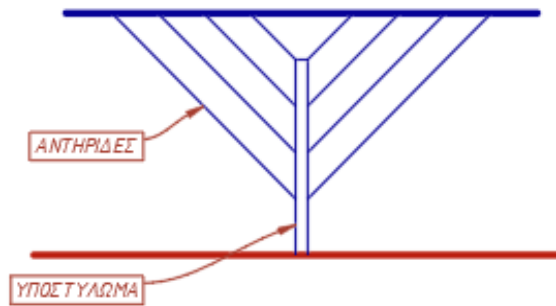
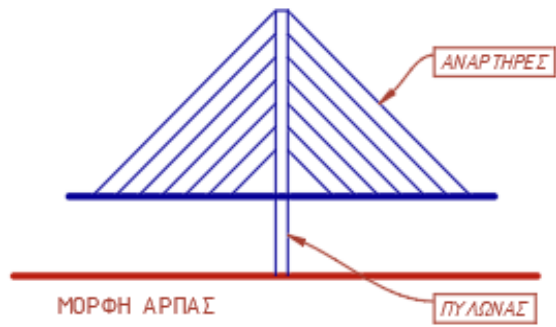
Αναρτημένη μεταλλική σκάλα στον χώρο υποδοχής.
Αρχιτέκτονες Richard Rogers, Renzo Piano και Gianfranco Franchini, Παρίσι, Γαλλία 1977.

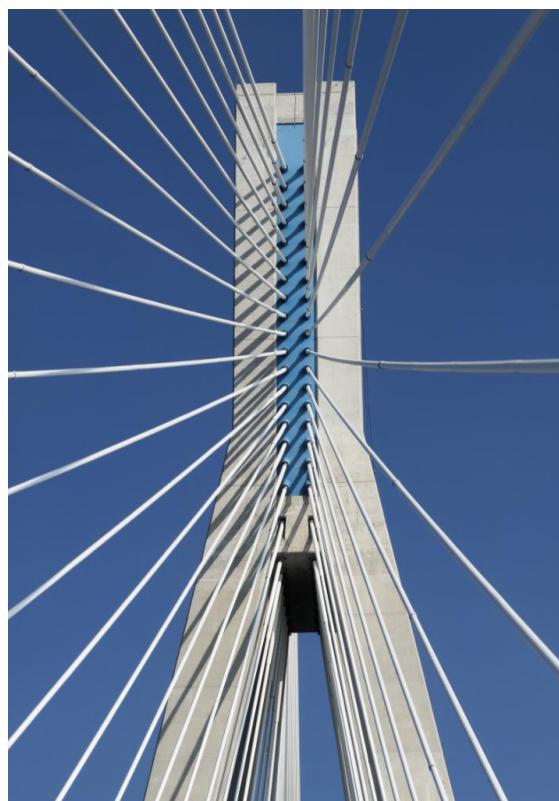
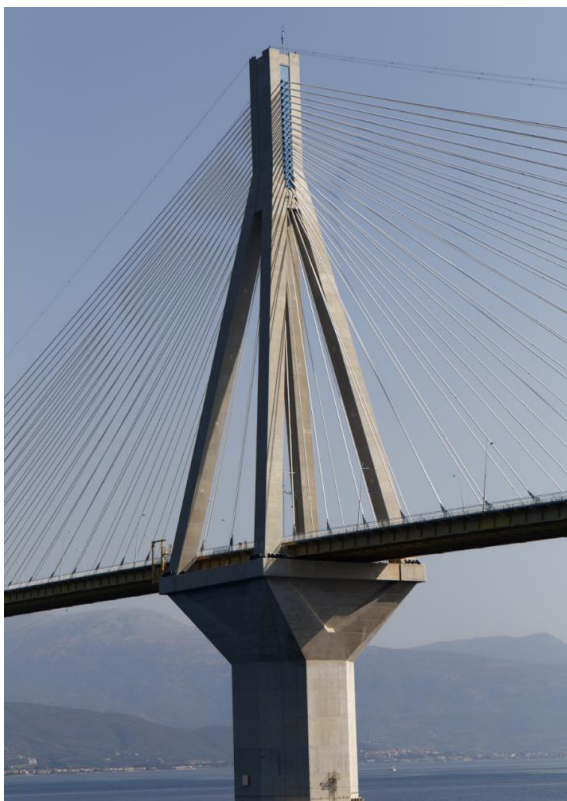
Σχέδιο 2.35 (επόμενη σελίδα)

Ενδεικτικές περιπτώσεις με διάφορες μεθόδους στηριξης αναρτημένων ή υποβασταζόμενων φορέων με αυστηρή γεωμετρία ώστε τα στοιχεία από τα οποία αναρτώνται ή υποβαστάζονται να καταπονοούνται μόνο με αξονικές δυνάμεις αντίστοιχα εφελκυσμού ή θλίψης (Πηγή: Allen, E., & Zalevski, W. (2010). Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures. New Jersey: Wiley, σ. 187).

ΚΡΕΜΑΣΤΟΙ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ

ΣΤΗΡΙΖΟΜΕΝΟΙ ΘΑΛΙΒΟΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΦΟΡΕΙΣ





Εικόνες 2.11, 2.12

Κρεμαστή γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου «Χαρίλαος Τρικούπης». Τέσσερις πυλώνες από σκυρόδεμα και συνεχές οδόστρωμα κυκλοφορίας αναρτημένο από καλώδια σε μορφή βεντάλιας. Ρίο-Αντίρριο, Ελλάδα 2004.



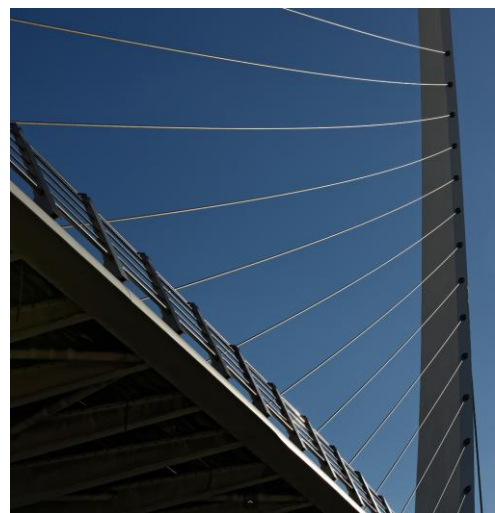
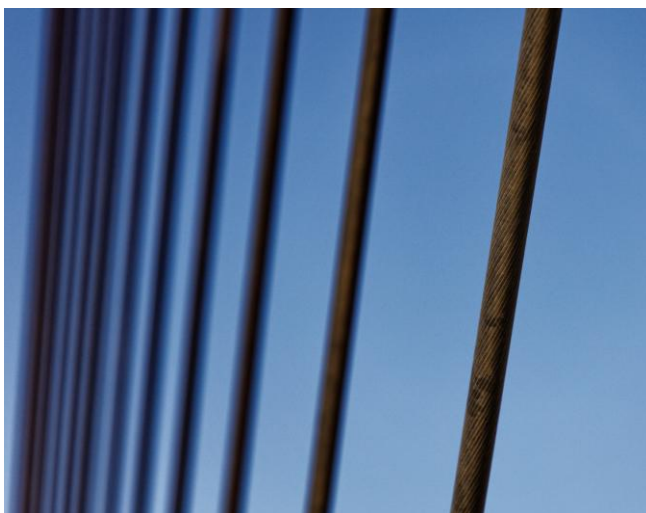
Εικόνα 2.13

Κρεμαστή πεζογέφυρα στον Κηφισό μορφής βεντάλιας γεφυρώνει άνοιγμα περίπου 67,0 m.



Εικόνα 2.14

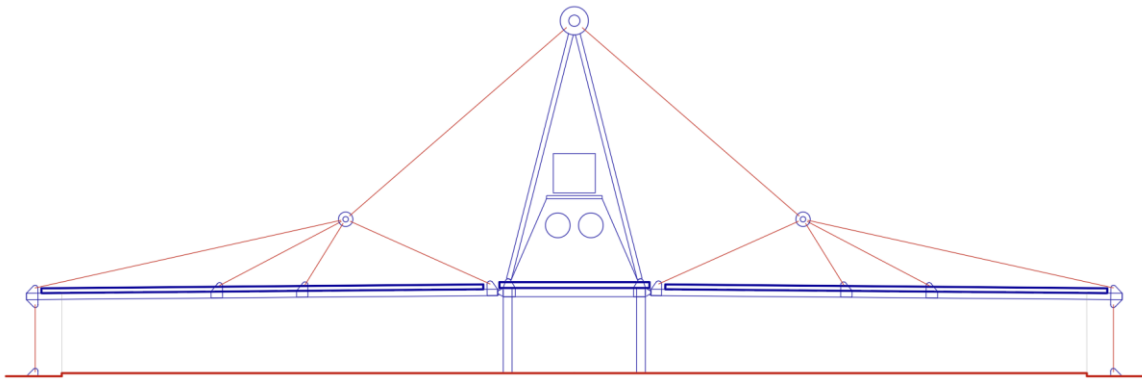
Κρεμαστή καλωδιωτή πεζογέφυρα στη συμβολή των λεωφόρων Μεσογείων και Κατεχάκη που γεφυρώνει άνοιγμα περίπου 80,0 m. Η πεζογέφυρα έχει μορφή άρπας και ο πυλώνας της αντιστηρίζεται από ζεύγος καλωδίων. Αρχιτέκτονας S. Calatrana, Αθήνα 2004.



Εικόνες 2.15, 2.16

Κρεμαστή καλωδιωτή πεζογέφυρα, στη λεωφόρο Μεσογείων. Λεπτομέρειες των χαλύβδινων πολύκλωνων καλωδίων.

Αρχιτέκτονας S. Calatrana, Αθήνα 2004.



RICHARD ROGERS, INMOS MICROPROCESSOR FACTORY, HB, 1987

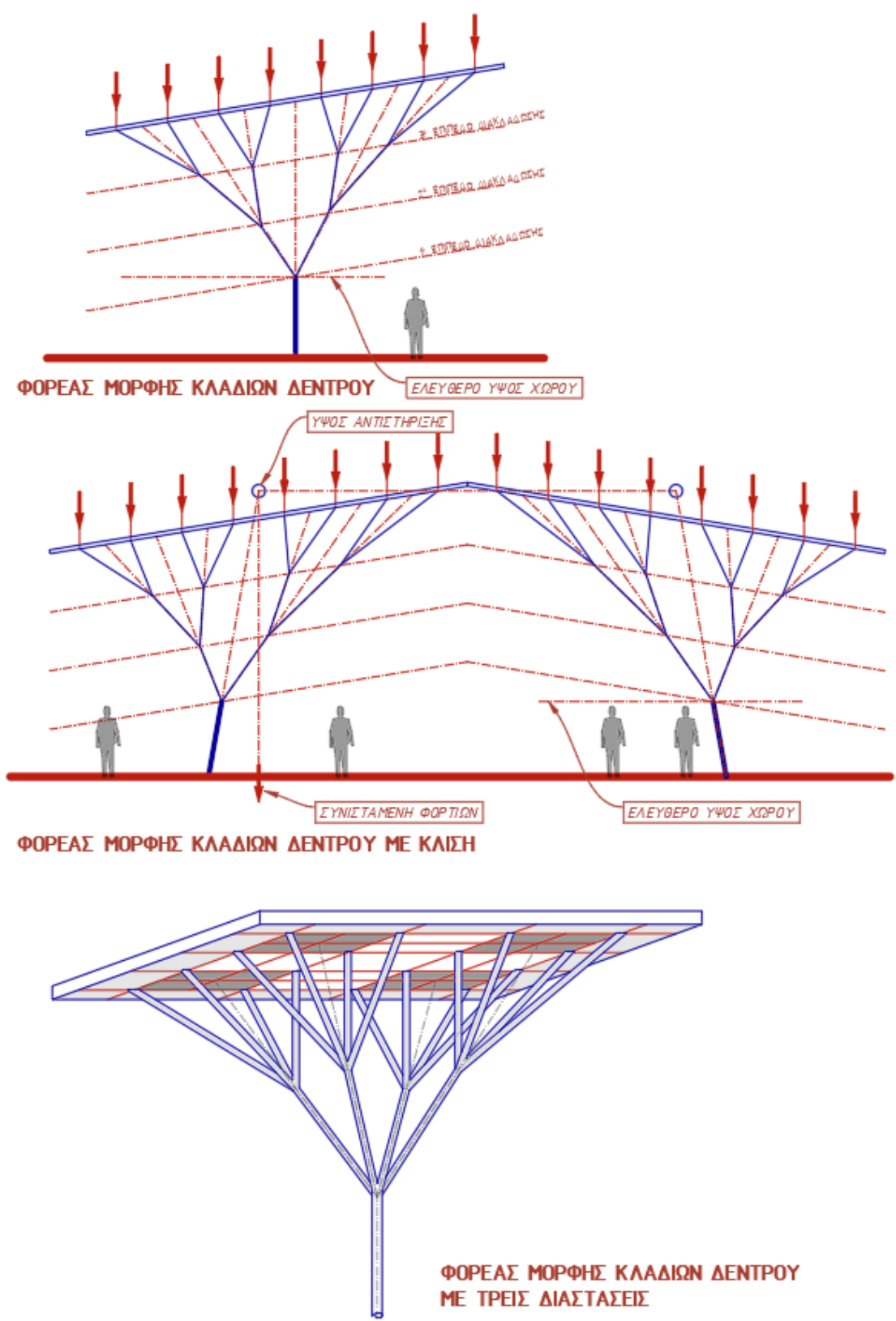
Σχέδιο 2.36

Δημιουργία στέγης με επάλληλα συστήματα ζεύγους δοκών αναρτημένων από πυλώνες τριγωνικής μορφής. Οι δοκοί στα ελεύθερα άκρα τους είναι αγκυρωμένες στο έδαφος για να αντισταθμίσουν τις δυνάμεις ανατροπής λόγω πολύ μεγάλου εκπετάσματος, καθώς και πιθανής υφαρπαγής από τον αέρα.



Εικόνα 2.17

Ναΐδριο σε πυλωτή πολυκατοικίας. Η πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι αναρτημένη από τη φατνωματική πλάκα με μεταλλικούς ελκυστήρες. Οδός Κραναού, Πλατεία Κουμουνδούρου, Αθήνα.



Σχέδιο 2.37

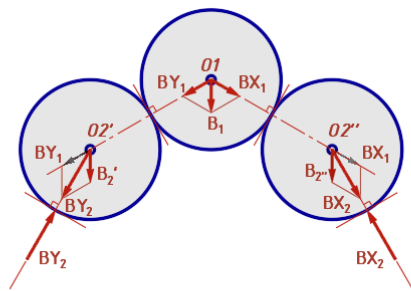
Γεωμετρική σχεδίαση και λειτουργία φορέων μορφής δέντρου (Πηγή: Allen, E., & Zalevski, W. (2010). Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures. New Jersey: Wiley, σ. 201-203).



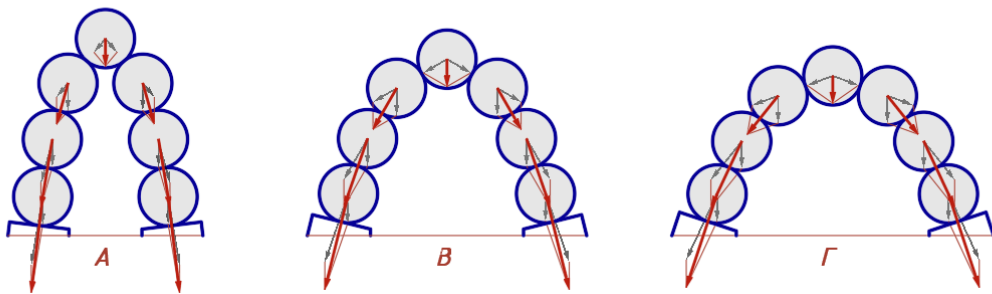
Εικόνα 2.18 Επιβατικός σταθμός 1 του αερολιμένα της Στουτγάρδης. Η επίπεδη ελαφρά κεκλιμένη στέγη στηρίζεται σε χαρακτηριστικά μεταλλικά δενδρόσχημα υποστυλώματα. Αρχιτέκτονες, M. von Gerkan, K. Brauer. Στουτγάρδη, Γερμανία 1991.

2.2.3. Αντιστροφή των αξονικών δυνάμεων

Ένας ιδιαίτερος τρόπος εύρεσης μορφών είναι τα πολύ γνωστά παραδείγματα με τα **ανεστραμμένα υπό κλίμακα μοντέλα** με γνωστότερα παραδείγματα από το έργο του Ισπανού αρχιτέκτονα Antoni Gaudí, όπου οι πρώτες αναζητήσεις του είχαν ήδη ξεκινήσει με το «**παρεκκλήσι Güell**» και έφτασε στο απόγειο την τεχνική αυτή με τον καθεδρικό της «**Sagrada Familia**» στη Βαρκελώνη. Η ιδέα, ήδη γνωστή και στον ίδιο, ήταν ότι υλικά όπως ο λίθος, εμφανίζουν άριστες αντοχές μόνον όταν φορτίζονται σε θλίψη, ενώ άλλα υλικά, όπως το μέταλλο, σε εφελκυσμό. Επίσης, είχε συνειδητοποιήσει ότι η **κάμψη** είναι σύνθετη και ένα δομικό μέλος από λίθο είναι αποδοτικό και εμφανίζει καλύτερη συμπεριφορά, μόνον όταν φορτίζεται σε θλίψη και όχι σε κάμψη, κατά την οποία αναπτύσσεται επιπλέον ανεπιθύμητος, για τον λίθο, εφελκυσμός αλλά και διάτμηση. Κατέληξε λοιπόν στο λογικό συμπέρασμα ότι χρησιμοποιώντας φορείς που καταπονούνται σε κάμψη απαιτούνταν μεγαλύτερες και πιο σπάταλες σε υλικό διατομές, οι οποίες παράγουν οπτικά βαρύτερες μορφές φορέων ικανών να παραλάβουν αυτές τις «ξένες» προς τη φύση του υλικού δυνάμεις.



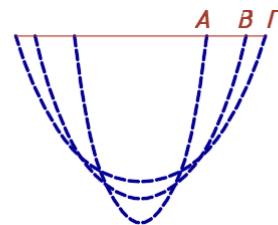
Ο ΤΡΟΠΟΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΗΣ ΑΛΥΣΘΕΙΔΟΥΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΣΕ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ



ΑΛΥΣΘΕΙΔΕΙΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΞΟΝΙΚΩΝ ΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΖΑ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ.

Η ΙΔΑΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ ΜΕ ΑΝΤΙΘΕΤΟ ΤΡΟΠΟ, ΑΠΟ ΤΟ ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΟΠΟΥ ΟΙ ΑΞΟΝΙΚΕΣ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΔΙΝΟΥΝ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΤΗΣ ΑΛΥΣΘΕΙΔΟΥΣ.



Σχέδιο 2.38 Η φυσική λειτουργία και η μορφή της αλυσσειδούς καμπύλης.

Το υλικό που είχε επιλέξει, δηλαδή ο λίθος, είναι αποδοτικό μόνον σε θλίψη, δηλαδή μια αξονική φόρτιση που το «συμπιέζει». Ποια όμως είναι αυτή η μορφή στην οποία θα δρουν μονάχα αξονικές θλιπτικές δυνάμεις, εκτός από τα υποστυλώματα; Το πρόβλημα εντοπιζόταν στις δοκούς πατωμάτων και τις στέγες.

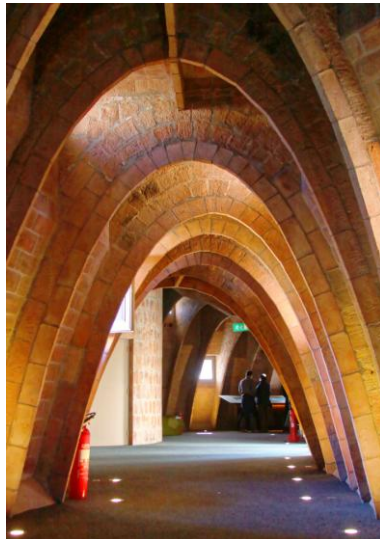
Προχώρησε έτσι στην τολμηρή ιδέα εύρεσης μιας μορφής που να παραλαμβάνει μόνον αξονικές δυνάμεις, κατασκευάζοντας ανάποδα μοντέλα κτιρίων υπό κλίμακα. Η λογική ήταν ότι ο εφελκυσμός, όπως ακριβώς και η θλίψη, είναι δύναμη αξονική και γι' αυτό θα επέτρεπε στη βαρύτητα να δράσει ελεύθερα επάνω στα εύκαμπτα σχοινάκια, τα οποία με τη σειρά τους, εφελκόμενα, θα έπαιρναν με φυσικό τρόπο, από μόνα τους, το «τέλεια αποδοτικό» σχήμα. Στη συνέχεια, αντέγραφε την παραγόμενη γεωμετρία της μορφής που προέκυπτε από τα κρεμαστά μοντέλα, αντέστρεφε το σχέδιο και αυτό του έδινε την τομή του κτιρίου που καταπονούνται μόνον από αξονικές δυνάμεις, αλλά σε θλίψη. Η ιδέα προχώρησε και σε πιο πολύπλοκα προπλάσματα, στα οποία κρεμούσε σακουλάκια που γέμιζε με μολυβένια σφαιρίδια, προσεκτικά ζυγισμένα ώστε να αντιστοιχούν στο αναλογούν υπό κλίμακα υπερκείμενο φορτίο της πέτρας· αυξομειώνοντας το μήκος των σχοινιών μέχρι ο φορέας να πάρει ικανοποιητική μορφή, πετύχαινε να φτιάξει έναν φορέα όπου η απουσία δράσης άλλων δυνάμεων εκτός από τη θλίψη, έδινε εκφραστικούς μορφολογικά και αποδοτικούς τύπους.

Η αυτόματη αντιστροφή του μοντέλου και η υλοποίησή του από λίθους μετέτρεπε τις αξονικές-εφελκυστικές τάσεις του σε **αξονικές-θλιπτικές τάσεις** με την επιθυμητή μορφή, στην οποία το υλικό ανταποκρινόταν άριστα και με τη μέγιστη οικονομία χάρη στην απουσία δράσης άλλων δυνάμεων, κυρίως πλάγιων ωθήσεων, που θα έκαναν βαρύτερο οπτικά το τελικό οικοδόμημα.



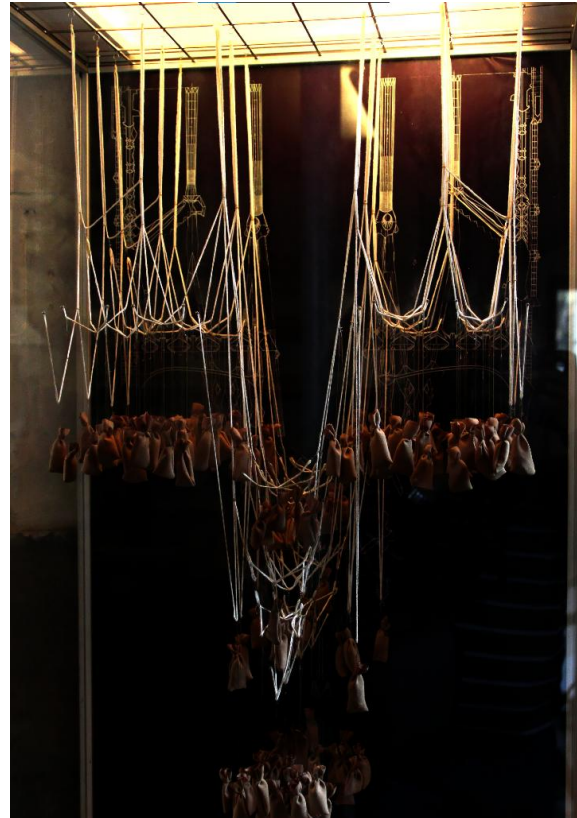
Εικόνα 2.19

Η Κρύπτη Güell. Αποτελεί το ανολοκλήρωτο έργο του Antoni Gaudí, πάνω στο οποίο μελέτησε τις ιδέες του για έναν πειραματικό τρόπο εύρεσης της μορφής. Τα κεκλιμένα υποστυλώματα έχουν ακριβή γεωμετρία όπου σε συνδυασμό με το βάρος της στέγης φορτίζονται αξονικά μόνον σε θλίψη. Κρύπτη Colonia Güell, Αρχιτέκτονας A. Gaudí. Sant Vicenç dels Horts, Ισπανία 1915.



Εικόνες 2.20, 2.21, 2.22

Εύρεση μορφής με αναρτημένα ανεστραμμένα αλυσσοειδή μοντέλα. Το παραγόμενο αποτέλεσμα είναι λεπτά, επάλληλα τούβλινα τόξα μορφής αλυσσοειδούς καμπύλης στη στέγη της οικίας Milà και η στέγη με τα κεκλιμένα υποστυλώματα στην Κρύπτη Güell. Αρχιτέκτονας A. Gaudí.

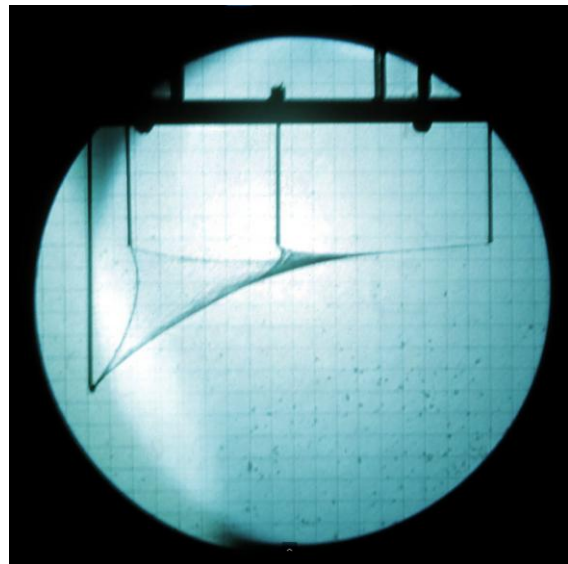
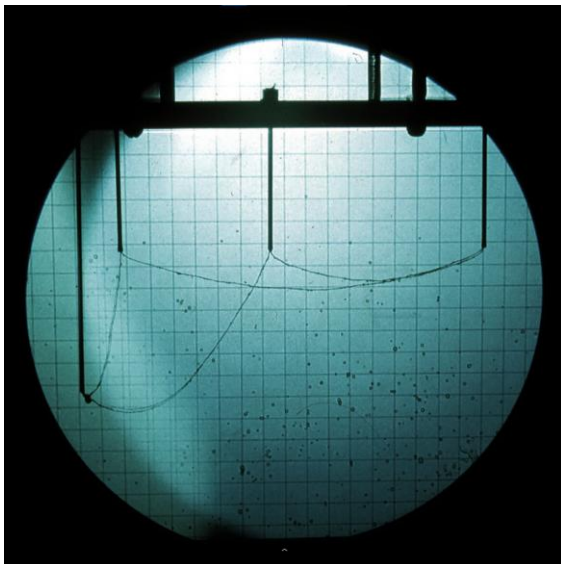
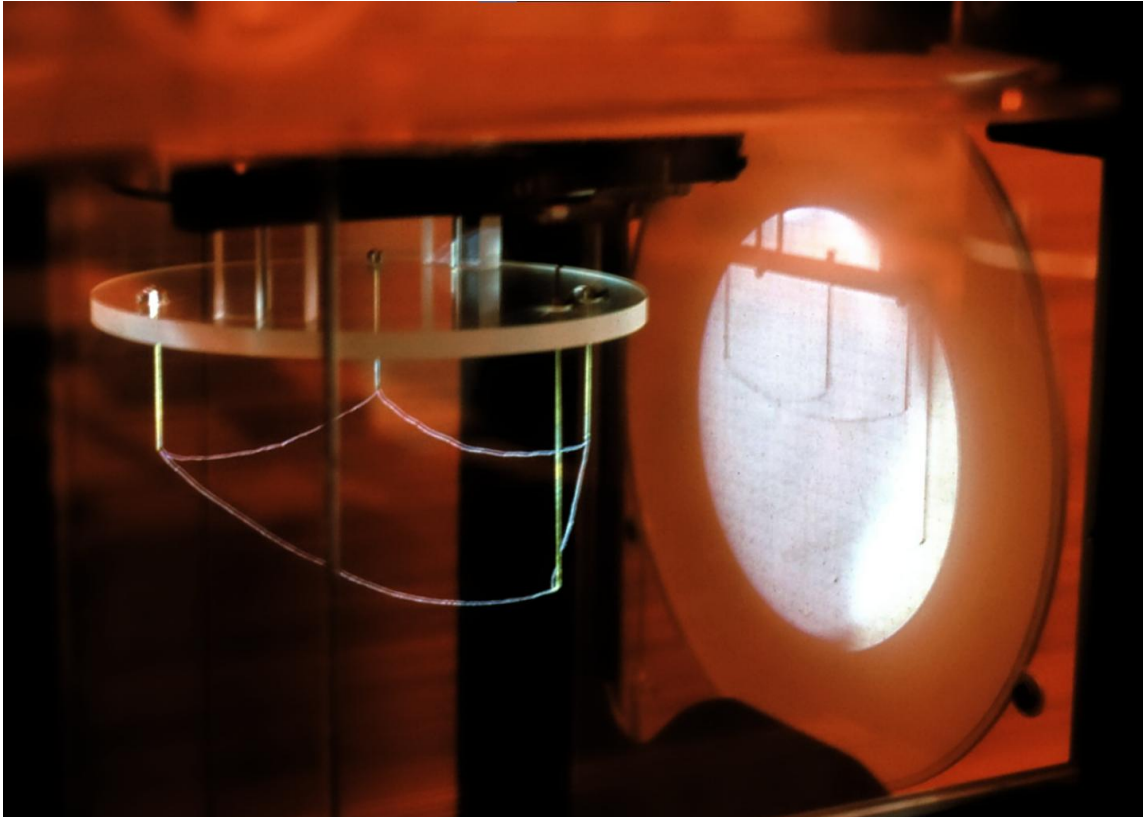


Εικόνες 2.23, 2.24, 2.25, 2.26 Πειραματική «εύρεση μορφής» με πολύπλοκα αναρτημένα, ανεστραμμένα μοντέλα, που βρίσκονται στον μουσειακό χώρο του καθεδρικού ναού της Sagrada Família στη Βαρκελώνη. Κατασκευάζονται με εξαιρετική ακρίβεια και με τη ρύθμιση της δράσης αξονικών δυνάμεων ελέγχεται η τελική τους μορφή. Στο δεύτερο αναρτημένο, απλούστερο, ρηχό μοντέλο, φαίνεται καθαρότερα η χαρακτηριστική μορφή του σηκού και τα πλάγια κλίτη του ναού, καθώς και η σπουδή των στεγών με τα κορυφώματα και τα κωδωνοστάσια, τα οποία με το φορτίο τους συμβάλλουν στην τελική κλίση των υποστυλωμάτων. Αρχιτέκτονας A. Gaudí, Βαρκελώνη, Ισπανία. Ο ναός άρχισε να κατασκευάζεται το 1883 και έμεινε ανολοκλήρωτος μέχρι τον θάνατο του αρχιτέκτονα το 1926.

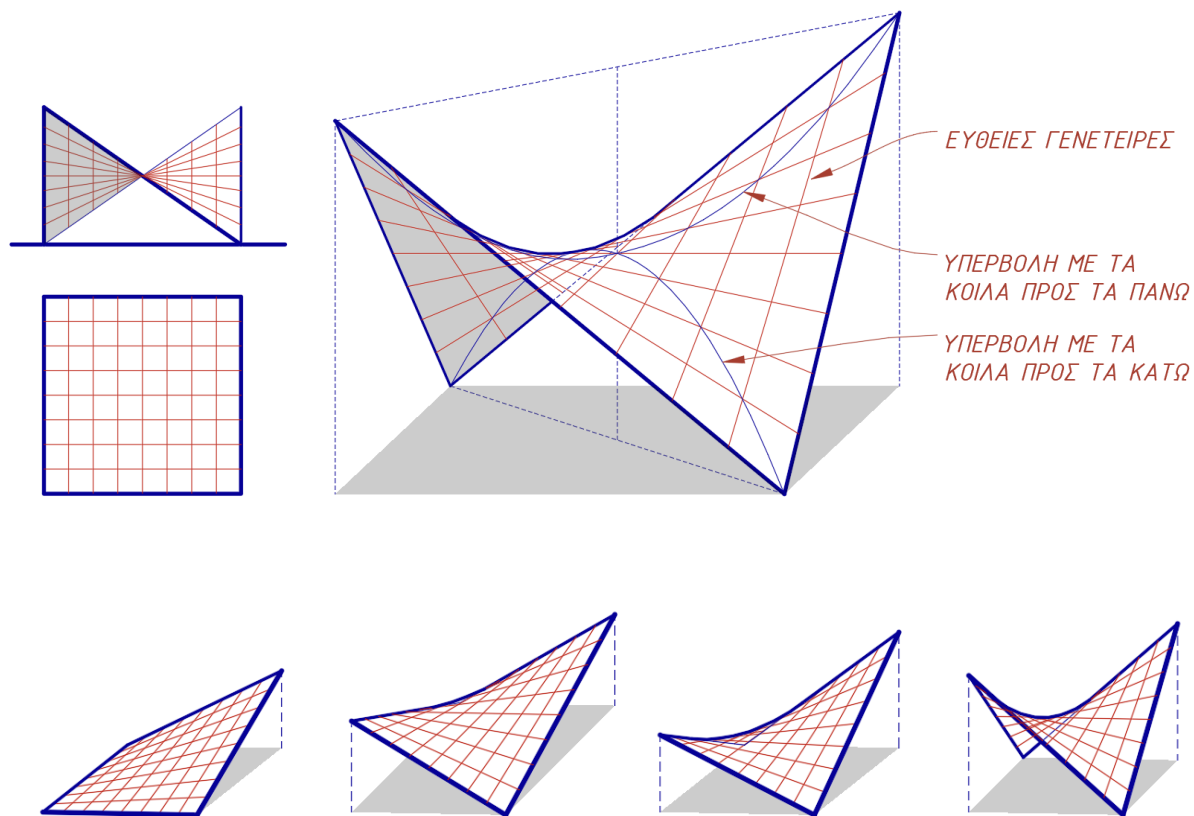
2.2.4. Κελύφη υπερβολικά παραβολοειδή

Μια ειδική κατηγορία φορέων είναι τα **υπερβολικά παραβολοειδή κελύφη**, μορφές με **διπλή καμπυλότητα** που λόγω της γεωμετρίας τους παράγουν πολύ λεπτούς φορείς και μπορούν να καλύψουν πολύ μεγάλα ανοίγματα. Σε τέτοιους φορείς, ολόκληρη η μάζα της ύλης είναι απομακρυσμένη από τον ουδέτερο άξονα, με αποτέλεσμα αυτοί να γίνονται πολύ αποδοτικοί. Για να κατανοήσουμε τη φύση τους ας φανταστούμε ένα φύλλο χαρτί που κρατάμε στο χέρι μας και το οποίο διπλώνει κάτω από το βάρος του. Ο ουδέτερος άξονας ταυτίζεται με το ελάχιστο πάχος αυτής της «πλάκας» χαρτιού. Αντίθετα, όταν με τα τρία δάκτυλα το τσακίσουμε σε μορφή

δίδρης γωνίας, τότε αυτό όχι μόνο μπορεί να σταθεί οριζόντιο, αλλά μπορεί να σηκώσει και το φορτίο ενός μολυβιού ή και περισσότερο. Αποκτώντας την ειδική γεωμετρία της μορφής δίδρης γωνίας, πετύχαμε να μεταφέρουμε ολόκληρη τη μάζα του χαρτιού μακριά από τον ουδέτερο άξονα.



Εικόνα 2.27, 2.28, 2.29 Πειραματική «εύρεση μορφής» με μικρά αναρτημένα, ανεστραμμένα μοντέλα. Το πρόπλασμα από σπάγκο βυθίζεται σε σκάφη με σαπουνόνερο. Η σαπουνόφουσκα παίρνει το τέλειο σχήμα της «ελάχιστης επιφάνειας». Ακολούθως το μοντέλο φωτογραφίζεται σε διάφορες θέσεις, μπροστά από τον προβαλλόμενο φωτεινό κώννα, όπου με φωτογραμμετρικές μεθόδους και παραστατική γεωμετρία εξάγεται η ακριβής μορφή που μπορεί να πάρει η εφελκυσμένη μεμβράνη. Εργαστήριο Ελαφρών Κατασκευών «IL» (Institut für Leichte Flächentragwerke) που ίδρυσε ο Frei Otto στο Πανεπιστήμιο της Στουτγάρδης. Έρευνα στο πλαίσιο μεταπτυχιακό πρόγραμμα του ΕΜΠ με υπεύθυνο καθηγητή τον Δ. Μπίρη. Στουτγάρδη, Γερμανία, 2000.



Σχέδιο 2.39

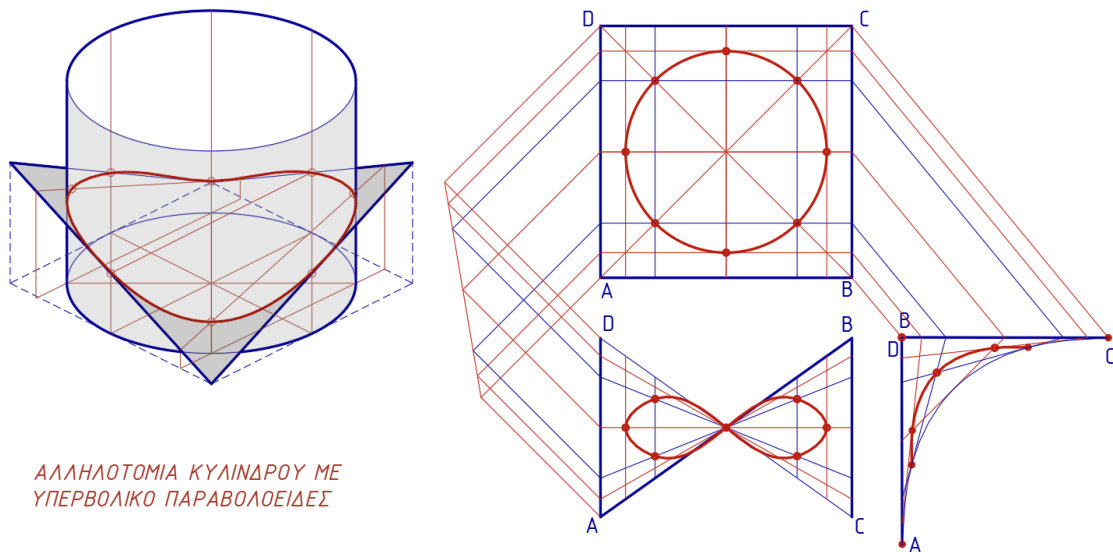
Γεωμετρία υπερβολικού παραβολοειδούς, δηλαδή ευθειογενούς επιφάνειας διπλής καμπυλότητας.

Αυτού του είδους οι μορφές προσδιορίζονται επίσης με πειραματικό τρόπο. Πρόκειται για εφελκόμενες μεμβράνες, σχήματα διπλής καμπυλότητας με μη επίπεδο ανάπτυγμα του πανιού. Πρωτοποριακή έρευνα σε αυτό το πεδίο ξεκίνησε από τον Frei Otto στο εργαστήριο μελέτης ελαφρών κατασκευών «IL», της Στουτγάρδης. Στις εικόνες **2.27**, **2.28**, **2.29** φαίνεται ανεστραμμένο πρόπλασμα υπό κλίμακα με περίγραμμα από λεπτά κορδόνια, στη συνέχεια βυθίζεται σε διάλυμα με νερό και σαπούνι παράγοντας μια σαπουνόφουσκα. Η ίδια η φύση παράγει ένα τέλειο σχήμα υπερβολικού παραβολοειδούς με την ελάχιστη επιφάνεια. Το αποτέλεσμα προβάλλεται σε καρτεσιανό σύστημα αναφοράς και φωτογραφίζεται από διάφορες απόψεις. Από τις παραγόμενες φωτογραφίες αποδίδεται με φωτογραμμετρικό τρόπο η τελική υπό κλίμακα μορφή της τέντας. Σήμερα υπάρχουν ειδικά υπολογιστικά εργαλεία που βοηθούν να προσδιορίσουμε τέτοιες μορφές.

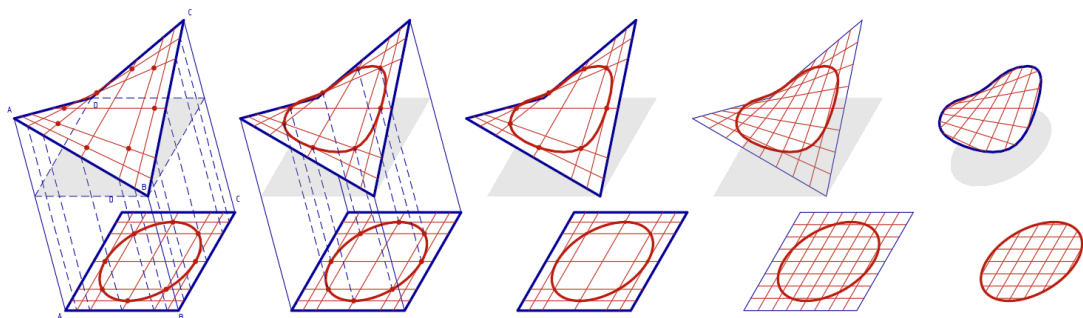
Παρόμοια λειτουργούν οι φορείς με διπλή καμπυλότητα ή αλλιώς τα υπερβολικά παραβολοειδή. Αυτής της μορφής φορείς έχουν σε κάθε διεύθυνση διαφορετικά τα κοίλα και έχουν επιλεγεί επειδή έχουν ευθειογενή γεωμετρία. Αυτό σημαίνει ότι είναι εύκολο να σχεδιαστούν γεωμετρικά, αλλά επίσης είναι εύκολο και να υλοποιηθούν, είτε με ευθύγραμμα στοιχεία είτε, στην περίπτωση χυτών φορέων από σκυρόδεμα, με την ευχερή δημιουργία ξυλοτύπων από ευθύγραμμες σανίδες.



Εικόνα 2.30 Στάδιο «Ειρήνης και Φιλίας» χωρητικότητας 11.000 θέσεων. Η στέγαση γίνεται με περιμετρικό θλιβόμενο δακτύλιο από οπλισμένο σκυρόδεμα, κιβωτιοειδούς διατομής, σε σχήμα σέλας, διαστάσεων 5,5x8,0 m και διαμέτρου 114,0 m. Ο δακτύλιος εδράζεται σε ακτινωτά διατεταγμένους νομείς από σκυρόδεμα που φέρουν επίσης και τις κερκίδες του σταδίου. Το άνοιγμα γεφυρώνεται με διασταυρούμενα καλώδια διπλής καμπυλότητας, διαμέτρου 60 mm και 46 mm σε κάρναβο 4,0x4,0 m. Αρχιτέκτονας Θ. Παπαγιάννης και συνεργάτες, στατικά Δ. Μπαϊρακτάρης. Πειραιάς, 1984.



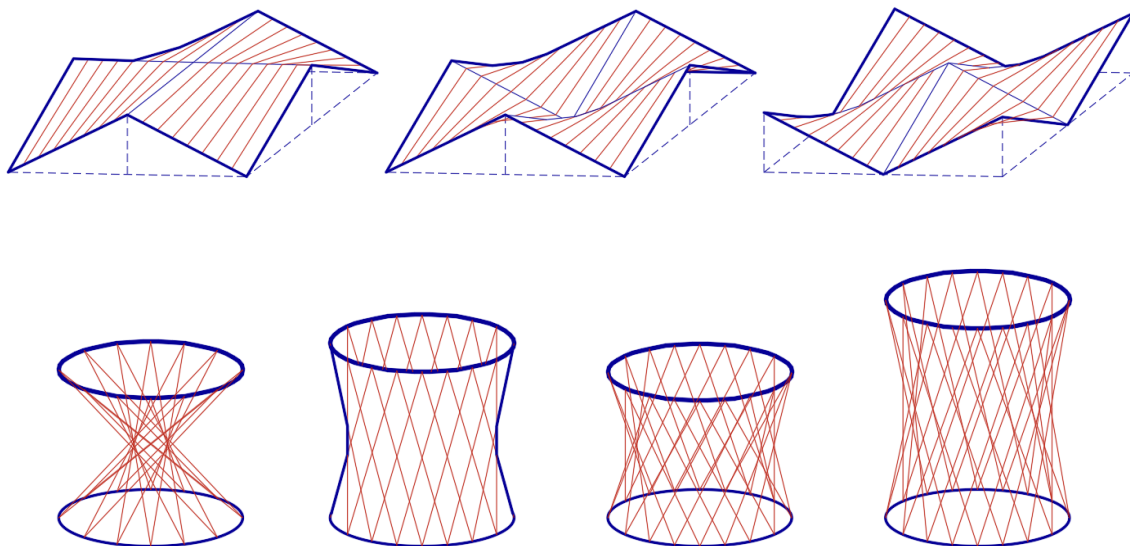
ΑΛΛΗΛΟΤΟΜΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ ΜΕ ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΟ ΠΑΡΑΒΟΛΟΕΙΔΟΣ



Σχέδιο 2.40 Παραγωγή υπερβολικού παραβολοειδούς κυκλικής κάτοψης με αλληλοτομία επιφάνειας με κύλινδρο.



Εικόνα 2.31 Άποψη του Εργαστηρίου Ελαφρών Κατασκευών «IL» (Institut für Leichte Flächentragwerke) που ίδρυσε ο Frei Otto στο Πανεπιστήμιο της Στουτγάρδης. Η τεράστια πειραματική στέγη είναι από εφελκυσμένο δίκτυο καλωδίων, που υποβαστάζονται από έναν μεταλλικό ιστό στο κέντρο. Ακαμπττοποιείται με περιμετρική προένταση και αγκύρωση στο έδαφος. Η κάλυψη γίνεται με ξύλινα καδρόνια, σανίδωμα και τελική επένδυση με διπλωμένες μεταξύ τους φολίδες τιτανιούχου ψευδαργύρου. Στουτγάρδη, Γερμανία, 1968.



Σχέδιο 2.41

Παραγωγή επιφανειών διπλής καμπυλότητας με ένωση επιμέρους στοιχείων ή με ευθύγραμμες γενέτειρες εκ περιστροφής.

2.2.5. Η χρήση ευθύγραμμων φορέων

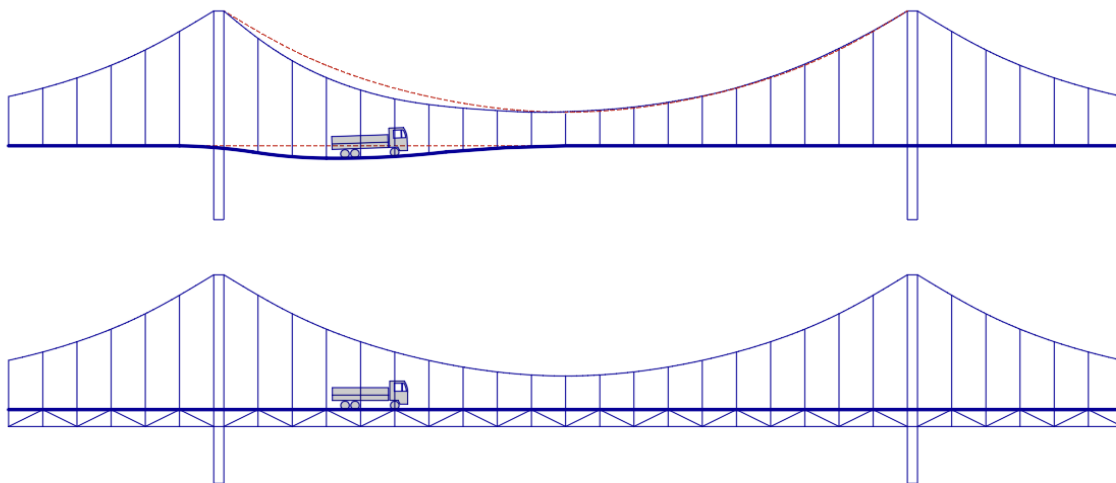
Το μέγεθος ενός φορέα, δηλαδή οι γεωμετρικές του διαστάσεις, προκύπτουν από τις δυνάμεις που παραλαμβάνει. Όσο μεγαλύτερο είναι το άνοιγμα, τόσο περισσότερα φορτία αναλαμβάνει και άρα τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι η διατομή του για να εξασφαλιστεί η απαραίτητη αντοχή. Είναι προφανές ότι οι ευθύγραμμοι ορθογωνικής διατομής δοκοί είναι από τη φύση τους λιγότερο αποτελεσματικές και περισσότερο σπάταλες σε χρήση υλικού που απαιτούν για να κατασκευαστούν.

- Κατά μέσο όρο, το υλικό μιας ομοιόμορφα φορτισμένης αμφιέριστης δοκού ορθογωνικής διατομής, λειτουργεί μόνον στο 1/3 της φέρουσας ικανότητάς του και σπαταλούνται τα υπόλοιπα 2/3 της αντοχής του υλικού ενώ, παράλληλα, αυξάνεται και το ίδιο βάρος της δοκού.
- Για ομοιόμορφο φορτίο, η ροπή κάμψης σε ολόκληρο το άνοιγμα είναι μόνον τα 2/3 της μέγιστης ροπής κάμψης που εμφανίζεται στο μέσον της δοκού, ενώ στην περιοχή του ουδέτερου άξονα οι τάσεις είναι σχεδόν μηδενικές.
- Σε μια δοκό, οι εφελκυστικές και θλιπτικές τάσεις είναι κατά μέσο όρο μόνον το 1/2 της μέγιστης φόρτισης που μπορεί αυτή να παραλάβει.
- Σε περίπτωση συγκεντρωμένου φορτίου στο μέσον του ανοίγματος μιας διατομής, είναι αδρανές το 75% του υλικού.
- Καθώς το άνοιγμα μιας δοκού μεγαλώνει (σε αντίθεση με κατασκευές όπως τα δικτυώματα, τα τόξα και τα καλώδια), το ίδιο βάρος του υλικού αυξάνεται υπέρμετρα σε αναλογία προς το ωφέλιμο φορτίο και αυτό συμβαίνει μέχρι ένα οριακό άνοιγμα, όπου μια δοκός μπορεί να φέρει μόνον τον εαυτό της.

Αντίθετα, σε μορφές φορέων που φορτίζονται αξονικά, όπως οι κατασκευές με τόξα, κελύφη ή κρεμαστά καλώδια, κάτω από πλήρη φόρτιση ενεργοποιείται το 100% του υλικού.

Παρόλο που οι ορθογωνικοί φορείς είναι σπάταλοι από άποψη ποσότητας υλικού που απαιτείται, τους χρησιμοποιούμε σχεδόν πάντοτε και οι λόγοι που μας οδηγούν σε αυτό είναι πολύ σημαντικοί και είναι οι ακόλουθοι:

- Οι δοκοί ορθογωνικής διατομής (γενικά πρισματικής διατομής) αφήνουν **μεγαλύτερο ελεύθερο ύψος** μεταξύ των ορόφων, παράμετρος ιδιαίτερα κρίσιμη ειδικά σε ψηλά κτίρια.
- Οι ευθύγραμμες παρειές τους δίνουν **οριζόντια πατώματα και καθαρά ταβάνια**.
- Οι αξονικές δυνάμεις σε μια δοκό ισορροπούν μεταξύ τους και **δεν απαιτούνται** επιπλέον **αντιστηρίξεις** και αγκυρώσεις στα άκρα τους, σε αντίθεση με τις τοξωτές ή καλωδιωτές κατασκευές, οι οποίες απαιτούν να διατεθεί **επιπλέον χώρος** στα άκρα τους.
- Οι δοκοί μπορούν να **παραλάβουν** ποικιλία **συνδυασμών φορτίσεων, χωρίς αισθητή παραμόρφωση**, σε αντίθεση, για παράδειγμα, με τις καλωδιωτές κατασκευές, όπου η μετατόπιση ή μετακίνηση των φορτίων τείνουν να παραμορφώσουν τη γεωμετρία τους.
- Οι ορθογωνικές δοκοί **κατασκευάζονται** και διαμορφώνονται ευκολότερα και **παραγωγικότερα** με τον ίδιο επαναλαμβανόμενο τρόπο και άρα είναι πιο οικονομικές.



ΟΙ ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΝΟΝΤΑΙ ΟΤΑΝ ΔΕΝ ΦΟΡΤΙΖΟΝΤΑΙ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΑ.
Η ΛΥΣΗ ΜΕ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΤΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ Ή ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ.

Σχέδιο 2.42 Παραμόρφωση κατασκευών αναρτημένων από εύκαμπτα καλώδια. Αυτού του είδους οι παραμορφώσεις προκαλούνται από την ασύμμετρη δράση του φορτίου κατά τη χρήση της κατασκευής και απαιτούν ενίσχυση της ακαμψίας της (Πηγή: Allen, E., & Zalevski, W. (2010). *Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures*. New Jersey: Wiley, σ. 303).

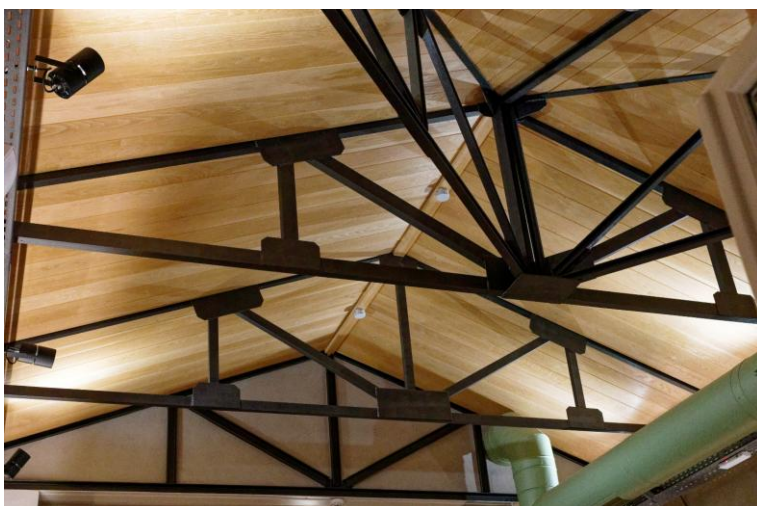
2.2.6. Λίγα λόγια για τα επίπεδα δικτυώματα

Τα επίπεδα δικτυώματα είναι ουσιαστικά «δοκοί» με ειδική διατομή, είτε παραλληλεπίπεδη είτε τριγωνική, για τη δημιουργία στεγών. Διατάσσονται επάλληλα μεταξύ τους ανά κανονικές αποστάσεις και στη συνέχεια τα μεταξύ τους διαστήματα καλύπτονται με επιφανειακά στοιχεία που συνθέτουν το τελικό πάτωμα ή τη στέγη. Τα ονομάζουμε «**επίπεδα δικτυώματα**» ή απλά «**δικτυώματα**» για να τα διαχωρίσουμε από τα «**χωροδικτυώματα**» που συντίθενται επίσης από ράβδους, οι οποίες όμως διατάσσονται και στις τρεις διαστάσεις του χώρου συνθέτοντας επιφάνειες.

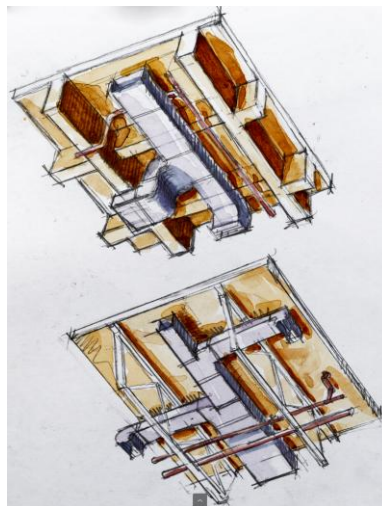
Από τη μάζα κάθε τέτοιας «δοκού» έχει αφαιρεθεί η περιττή ύλη και έχουν απομείνει μόνο λεπτά **γραμμικά μέλη**, σε κατάλληλες γεωμετρίες, που θα καταπονηθούν αποκλειστικά σε **εφελκυσμό** ή **θλίψη**. Ο φορέας, δηλαδή, απαλλάσσεται στον μέγιστο βαθμό από ανεπιθύμητες καμπτικές καταπονήσεις, επιτυγχάνοντας τη μέγιστη οικονομία υλικού. Όλα αυτά τα ευθύγραμμα στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους σημειακά σχηματίζοντας τους κόμβους του δικτυώματος. Ας σημειωθεί εδώ με έμφαση ότι στηρίζονται και παραλαμβάνουν **φορτία** μόνο στους **κόμβους** και ποτέ στις ενδιάμεσες θέσεις των ράβδων.

Οι λόγοι για τους οποίους προτιμώνται φορείς από **ελαφρά επίπεδα (ευθύγραμμα ή τριγωνικά) δικτύωματα** είναι οι ακόλουθοι:

- Μένουν εμφανή στην οροφή για αρχιτεκτονικούς λόγους ώστε να δίνουν **αίσθηση ελαφράδας** στην εικόνα του φορέα.
- Είναι οι ιδανικότεροι φορείς για τη **γεφύρωση μεγάλων ανοιγμάτων**, εκτός ίσως από τους καλωδιωτούς φορείς, οι οποίοι όμως είναι λιγότερο άκαμπτοι και συνήθως απαιτούν προένταση και εξεζητημένες αντιστηρίξεις.
- Έχουν πολύ **μικρό βάρος** σε σχέση με άλλους φορείς.
- Είναι αποδοτικότεροι γιατί μπορούν να παραλάβουν το μεγαλύτερο δυνατό φορτίο και να καλύψουν το μεγαλύτερο δυνατό άνοιγμα με τη μικρότερη μάζα υλικού.
- Εξασφαλίζουν σημαντική **οικονομία** στον **χρόνο ανέγερσης**, επειδή οι ράβδοι έρχονται έτοιμες από το εργοστάσιο και απαιτούν μόνον συναρμολόγηση.
- Συνήθως, σε κατάλληλου μεγέθους δικτύωματα, τα κενά που αφήνουν μεταξύ τους οι ράβδοι χρησιμοποιούνται επωφελώς για τη **διέλευση** στην οροφή των **μηχανολογικών** δικτύων. Τα δίκτυα αυτά είναι αγωγοί κλιματισμού, σωληνώσεις υδραυλικών, πυρόσβεσης και κανάλια ηλεκτρολογικών δικτύων.



Εικόνα 2.32 Επίπεδα τριγωνικά μεταλλικά δικτύωματα στέγης σε κτίριο στην Αίγινα.



Εικόνα 2.33 Διέλευση μηχανολογικών εγκαταστάσεων, αγωγών κλιματισμού από την οροφή.

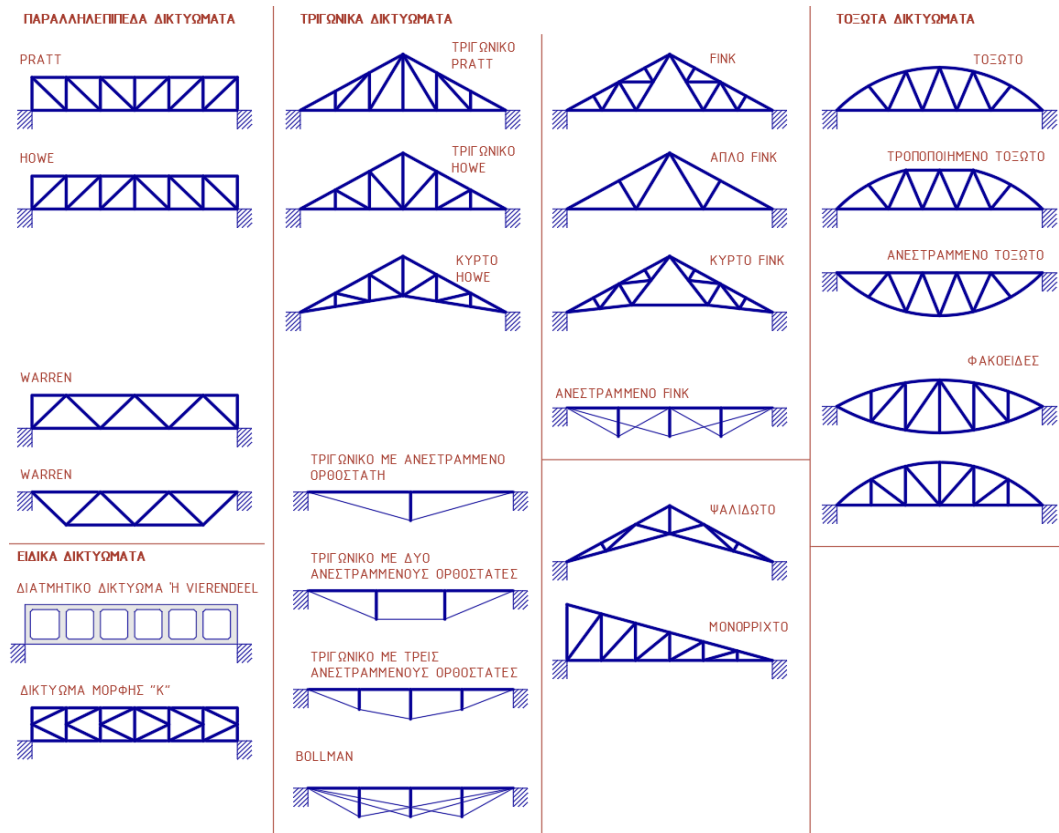
Ο λόγος που μπορεί να μην προτιμώνται τα δικτύωματα σε σχέση με άλλους ευθύγραμμους φορείς είναι ότι έχουν **μεγαλύτερο ύψος** και γι' αυτόν τον λόγο καταλαμβάνουν περισσότερο χώρο μέσα σε ένα κτίριο αφήνοντας μικρότερο ελεύθερο ύψος που είναι κρίσιμη παράμετρος σχεδιασμού, ειδικά σε πολυώροφα κτίρια.

Τα επίπεδα δικτυώματα ταξινομούνται ονομαστικά με τις ιδιαίτερες ιδιότητές τους και είναι τα ακόλουθα:

1. Δικτυώματα **Pratt** (σχεδιάστηκαν από τους Thomas και Celeb Pratt το 1840). Έχουν **εφελκυσμένα διαγώνια μέλη**. Τα διαγώνια μακριά μέλη μπορούν να είναι λεπτά χωρίς τον κίνδυνο να λυγίσουν. Τα κατακόρυφα στοιχεία θλίβονται αλλά είναι κοντύτερα από τα διαγώνια και καταπονούνται με μικρότερες θλιπτικές δυνάμεις. Πρέπει να παρατηρήσουμε ότι τα **διαγώνια μέλη έχουν διαφορετική διεύθυνση** στα παραλληλεπίπεδα και στα τριγωνικά δικτυώματα. Η κατηγοριοποίηση αυτή αφορά τη στατική τους λειτουργία και όχι την αναπαραστατική διάστασή τους.
2. Δικτυώματα **Howe** (σχεδιάστηκαν από τον William Howe το 1840). Έχουν **θλιβόμενα διαγώνια μέλη** και προτιμώνται για την κατασκευή τους από το ξύλο. Οι σημειακές συνδέσεις στους κόμβους των δικτυωμάτων όταν έχουμε εφελκυσμένα μέλη είναι ιδανικές όταν το υλικό είναι το μέταλλο, αλλά από ξύλο δίνουν πολύ αδύναμες συνδέσεις.
3. Δικτυώματα **Warren** (επίπεδα δικτυώματα Fink). Έχουν μόνο **διαγώνια μέλη**, δίνουν πολύ ευχάριστη όψη στην οροφή του χώρου, αποτελούνται από ίδια μέλη ίσου μήκους και με ίδιες συνδέσεις. Είναι ιδανικά για διέλευση μηχανολογικών στοιχείων ανάμεσα από τα τρίγωνα των ράβδων τους.
4. Δικτυώματα **Fink**. Επιτρέπουν να διατάσσονται σε **πυκνότερα** διαστήματα οι **τεγίδες** επάνω στα ψαλίδια της στέγης.
5. Δικτυώματα **κυρτού Fink**. Αναπτύσσονται μεγαλύτερες δυνάμεις στα μέλη από ό,τι στο απλό Fink, με αντιστάθμισμα ότι δίνει **μεγαλύτερο ελεύθερο ύψος** στον εσωτερικό χώρο.
6. **Ψαλιδωτό** δικτυώμα. Δίνει ευχάριστο εσωτερικό χώρο με **μεγάλο ελεύθερο ύψος**. Οι οξείες γωνίες μεταξύ των στοιχείων, αναπτύσσουν υπερβολικά μεγαλύτερες τάσεις και δύσκολα μπορούν να σχεδιαστούν οι κόμβοι. Αποφεύγεται η χρήση του ξύλου επειδή μορφοποιούνται δύσκολα οι κόμβοι.
7. **Τοξωτά δικτυώματα**. Είναι τα πλέον αποδοτικά από στατικής άποψης. Κάτω από ιδανικές συνθήκες τα διαγώνια στοιχεία μεταφέρουν **ελάχιστα φορτία**, ενώ τα φορτία στις χορδές κατανομονται αξονικά όπως στα τόξα και τις καλωδιωτές κατασκευές.
8. Δικτυώματα **Vierendeel** (Βίρεντελ) ή **διατμητικά δικτυώματα**. Είναι μια μορφή δικτυωμάτων που έχουν μόνο κατακόρυφα μέλη, χωρίς καθόλου διαγώνια στοιχεία. Οι καμπτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται έχουν ως αποτέλεσμα τη διαστολή της κάτω παρειάς και τη συστολή της άνω παρειάς του δικτυώματος. Το αποτέλεσμα είναι να καταπονούνται τα κατακόρυφα μέλη από διατμητικές τάσεις στα σημεία σύνδεσής τους. Το πολύ χαρακτηριστικό γνώρισμα του φορέα είναι οι μεγάλες διατομές και οι ενισχυμένες στηρίξεις των κατακόρυφων στοιχείων επάνω στα οριζόντια στοιχεία του φορέα. Το υλικό κατασκευής είναι ο χάλυβας, αλλά και το σκυρόδεμα.
9. Δικτυώματα τύπου «**K**». Είναι επίσης **υψηλής απόδοσης** δικτυώματα που στατικά συμπεριφέρονται ως συμπαγείς δοκοί.

Τα δικτυώματα μπορεί να είναι κατασκευασμένα και από οποιοδήποτε υλικό, όπως το σκυρόδεμα, το ξύλο και το μέταλλο. Από όλα τα υλικά, το μέταλλο είναι το πιο συνηθισμένο, γιατί πλεονεκτεί σε σχέση με τα υπόλοιπα, χάρη στην αντοχή του σε εφελκυσμό και συνεπώς την παραγωγή λεπτότερων διατομών. Αντίθετα, το ξύλο αποφεύγεται στους τύπους δικτυωμάτων που έχουν εφελκυσμένα διαγώνια μέλη, γιατί είναι ένα υλικό κατεξοχήν ανθεκτικό σε θλίψη, οπότε δίνει συνδέσεις με πολύ βαρύ οπτικό αποτέλεσμα, συνήθως με ενισχυτικά ελάσματα και πολλές βίδες. Από τα τρία υλικά, τη βαρύτερη εντύπωση από πλευράς πάχους διατομών δίνουν

τα δικτυώματα από σκυρόδεμα. Τέτοια δικτυώματα συναντάμε συχνότερα σε σιδηροδρομικές γέφυρες, συνήθως μικρών ανοιγμάτων.



Σχέδιο 2.43 Τυπολογία επίπεδων δικτυωμάτων, συνήθως από μέταλλο. Η χρήση του ξύλου συνιστάται σε δικτυώματα των οποίων τα διαγώνια μέλη καταπονούνται σε θλίψη. Τα διατμητικά δικτυώματα Vierendeel κατασκευάζονται είτε από μέταλλο είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Γενικά για τον σχεδιασμό δικτυωμάτων ακολουθούμε τις εξής αρχές:

- Φροντίζουμε να υπάρχει **κανονικότητα** μεταξύ των **διαστημάτων**. Συνήθως τα υποδιαίρουμε σε **ζυγό** αριθμό ίσων **διαστημάτων**.
- Οι **διαγώνιες** και κατακόρυφες ράβδοι τοποθετούνται **συμμετρικά** ως προς τον κατακόρυφο άξονα που περνάει από το μέσον ανοίγματος του δικτυώματος.
- Όταν έχουμε **μόνο αριθμό διαστημάτων**, τότε το μεσαίο τμήμα **δεν απαιτεί διαγώνια** στοιχεία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διέλευση μηχανολογικών αγωγών. Πολλές φορές, για οπτικά μορφολογικούς λόγους, τοποθετείται ζεύγος χιαστί ράβδων.
- Οι γωνίες μεταξύ των ράβδων δεν πρέπει να είναι υπερβολικά οξείες ή αμβλείες, γιατί τότε αναπτύσσονται πολύ υψηλές τάσεις. Καλό είναι να σχεδιάζουμε τα μέλη σε **γωνίες μεταξύ 15° και 75°**.
- Μπορούμε να έχουμε και **κατακόρυφα δικτυώματα** που λειτουργούν ως υποστυλώματα.



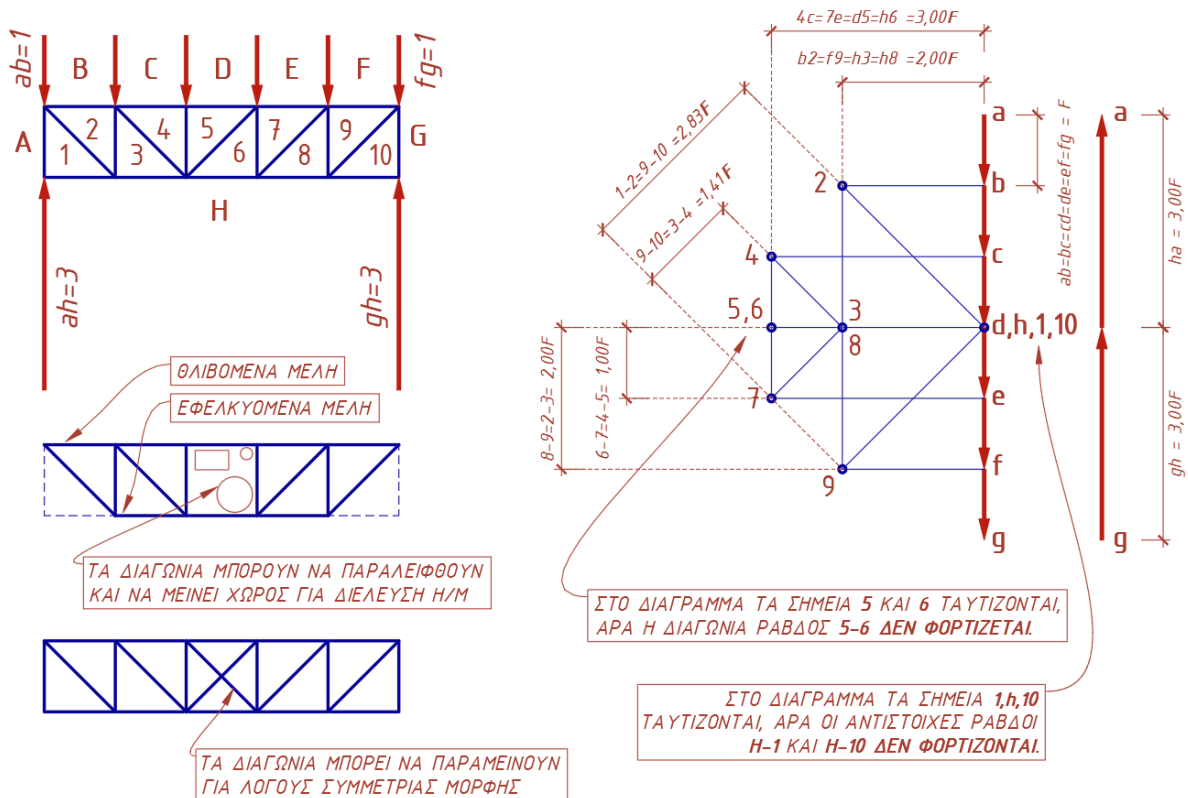
Εικόνα 2.35

Γέφυρα από σκυρόδεμα με ζεύγη τόξων από τα οποία, με κατακόρυφα στοιχεία, αναρτάται το οδόστρωμα κυκλοφορίας. Γέφυρα διέλευσης οχημάτων στον ποταμό Λάδωνα, Πελοπόννησος.

Εικόνα 2.34 (προηγούμενη σελίδα)

Κτίριο γραφείων. Εξωτερικές κατακόρυφες γυάλινες περσίδες αναρτημένες από μεταλλικά δικτυώματα σε απόσταση από το κτίριο.

Αρχιτέκτονας Α. Τομπάζης, στατικά Γ. Παρηγόρης, Αθήνα 1998.



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΟΝΟ ΑΡΙΘΜΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ.

Σχέδιο 2.44 Γραφοστατική απόδειξη για τη λειτουργία επίπεδου δικτύωματος με μονό αριθμό διαστημάτων (Πηγή: Allen, E., & Zalevski, W. (2010). Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures. New Jersey: Wiley, σ. 168).

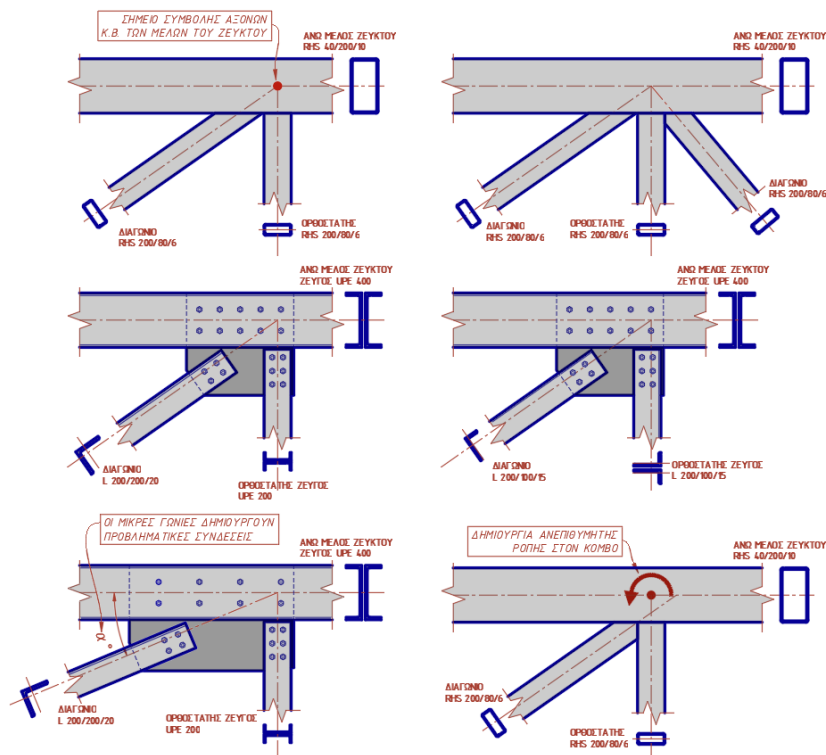


Εικόνα 2.36 Μεταλλική πεζογέφυρα Vierendeel στο αεροδρόμιο της Λυών. Είναι χαρακτηριστική η μορφή του διατμητικού δικτύωματος με τα κατακόρυφα στοιχεία, που είναι ενισχυμένα και, άρα, φαρδύτερα στις στηρίξεις. Αρχιτέκτονας Santiago Calatrava.

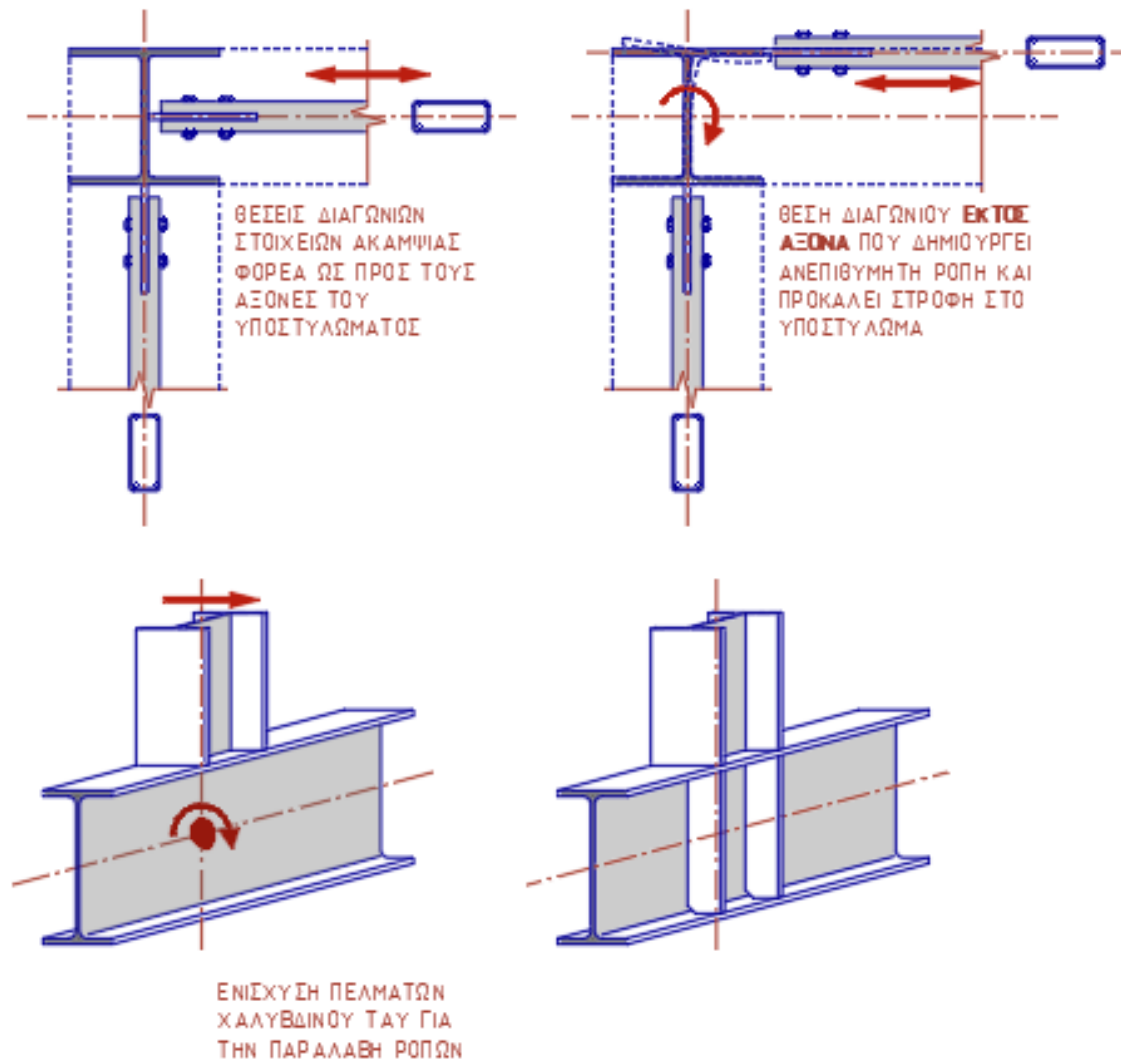


Εικόνα 2.37 Δικτύωμα στέγης που διαιρείται σε μονό αριθμό τομέων με το χαρακτηριστικό «Χ» στον μεσαίο τομέα. Από την επέκταση των ράβδων στους κόμβους καθ' ύψος, στηρίζεται υπερωψωμένο πλαίσιο που δημιουργεί γραμμικό φωτιστικό φεγγίτη. Επιβατικός σταθμός αερολιμένα Γενεύης.

Κατά τον σχεδιασμό των δικτυωμάτων φροντίζουμε επίσης οι άξονες συμμετρίας όλων των ράβδων που τα αποτελούν να ταυτίζονται με το στατικό μοντέλο. Δηλαδή πρέπει όλοι οι ουδέτεροι άξονες των ράβδων να συμβάλλουν επάνω στους κόμβους. Σε αντίθετη περίπτωση, αναπτύσσονται ροπές στους κόμβους με αποτέλεσμα αστοχίες στις συνδέσεις.



Σχέδιο 2.45 Σχεδίαση επίπεδων δικτυωμάτων πάντα με απαίτηση συμβολής σε σημείο των αξόνων συμμετρίας των ράβδων.



Σχέδιο 2.46

Συμβολή γραμμικών στοιχείων στον χώρο με τρόπο ώστε να αποφεύγονται εκκεντρότητες και ανατροπή του στατικού ρόλου των επιμέρους στοιχείων του φορέα.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Adriaenssens, S., Block, P., Veenendaal, D., & Williams, C. (2014). *Shell Structures for Architecture. Form Finding and Optimization*. Oxon: Routledge.
- Allen, E., & Zalevski, W. (2010). *Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures*. New Jersey: Wiley.
- Bralla, J.G. (2007). *Handbook of Manufacturing Processes, How Products, Components and Materials are Made*. New York: Industrial Press Inc.
- Charleston, A. (2008). *Seismic Design for Architects. Outwitting the Quake*. Oxford: Elsevier.
- Charleston, A. (2015). *Structure as Architecture. A Source Book for Architects and Structural Engineers*. Oxon: Routledge.
- Ching, F. D., Onouye, B. S., & Zuberbuhler, D. (2009). *Building Structures Illustrated. Patterns, Systems, and Design*. New Jersey: Wiley.
- Chudley, R., & Greeno, R. (2010). *Building Construction Handbook*. Oxford: Elsevier.
- Clinton, J. (2000). *Space Grid Structures*. Oxford: Architectural Press.
- Engel, H. (2001). *Atlante delle Strutture*. Torino: UTET.
- Holgate, A. (1995). *The Art of Structural Engineering. The Work of Jörg Schlaich and his Team*. Alex Menges.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., & Auer, T. (2007). *Facades, Principles of Construction*. Basel: Birkhäuser.
- Liebing, R.W. (2009). *Handbook of Detailing. The Graphic Anatomy of Construction*. NY: Springer.
- Macdonald, A.J. (1998). *Structural Design for Architecture*. Oxford: Architectural Press.
- Macdonald, A.J. (2001). *Structure and Architecture*. Oxford: Architectural Press.
- Madan, M., Scarborough, W., & Armpriest, D. (2013). *Building Construction, Principles, Materials, and Systems*. Boston: Pearson Education.
- Millais, M. (2017). *Building Structures. Understanding the Basics*. Oxon: Routledge.
- Minke, G. (2006). *Building with Earth, Design and Technology of a Sustainable Architecture*. Basel: Birkhäuser.
- Motro, R. (2003). *Tensegrity. Structural Systems for the Future*. London: Kogan Page Science.
- Pearce, P. (1978). *Structure in Nature is a Strategy for Design*. MIT Press.
- Salvadori, M. (1980). *Why Buildings Stand Up. The Strength of Architecture*. NY: W. W. Norton & Company.
- Salvadori, M. (1990). *The Art of Construction*. Illinois: Chicago Review Press.

- Sandaker, B.N., Eggen, A.P., & Cruvellier, M.R. (2011). *The Structural Basis of Architecture*. Oxon: Routledge.
- Schodek, D.L., & Bechthold, M. (2014). *Structures*. Pearson.
- Seidel, M. (2009). *Tensile Surface Structures. A Practical Guide to Cable and Membrane Construction*. Berlin: Ernst & Sohn.
- Seike, K. (2020). *The Art of Japanese Joinery* (27η ed.). Boulder, Colorado: Weatherhill.
- Souder, C. (2015). *Temporary Structure Design*. New Jersey: Wiley.
- Vandenberg, M. (1998). *Cable Nets*. Sussex: Wiley.
- Wells, M. (2010). *Engineers. A History of Engineering and Structural Design*. Oxfordshire: Routledge.
- Yeomans, D. (2016). *How Structures Work, Design and Behaviour from Bridges to Buildings*. Oxford: Wiley.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- Hunt, T. (2003). *Το Σημειωματάριο των Κατασκευών*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Silver, P., McLean, W., & Whitsett, D. (2008). *Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Αθανασόπουλος, Χ. (2007). *Κατασκευή Κτιρίων, Σύνθεση και Τεχνολογία*. Αθήνα: Αθανασόπουλος.
- Αντωνίου, Δ., Δημόπουλος, Γ., Κονταξάκης, Δ., Συμεωνίδου, Ι., & Τσινίκας, Ν. (2020). *Ελαφρές Κατασκευές, Βιομημητικές, Εφήμερες, Ψηφιακές*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Καλογεράς, Ν., Κιρπότην, Χ., Μακρής, Γ., Παπαϊωάννου, Ι., Ραυτόπουλος, Σ., Τζιτζάς, Μ., & Τουλιάτος, Π. (1986). *Θέματα Οικοδομικής*. Αθήνα: Συμμετρία.
- Κουκής, Σ. (2001). *Δομική Τεχνολογία*. Αθήνα: Κουκής.
- Μιλτιάδου-Fezans, Α. (2018). *Βασικές έννοιες στατικής και αντοχής των υλικών*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Μωρέτη, Μ. (2017). *Αρχές για το σχεδιασμό του φέροντος οργανισμού κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα*. Αθήνα: Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ.
- Πανταλέων, Ε. (2005). *Σχεδιασμός φέροντα οργανισμού κτιριοδομικών έργων*. Αθήνα: Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ.
- Πανταλέων, Ε. (2007). *Κτιριοδομικά έργα με φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Τ.Ε.Ε. «Πρακτικά επιστημονικού τριημέρου». (1990). *Στέγαση Μεγάλων Χώρων*. Αθήνα: ΤΕΕ.
- Τσινίκας, Ν. (2001). *Αρχιτεκτονική Ενάντια στη Βαρύτητα*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Τσινίκας, Ν. (2016). *Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Κεφάλαιο 3. Τυπολογίες του Φέροντος Οργανισμού

Σύνοψη

Ταξινομούνται και εξετάζονται τα διαφορετικά είδη του φέροντος οργανισμού και οι ιδιότητές τους ως προς τη φύση του υλικού, τη γεωμετρία τους και τα ανοίγματα που καλούνται να γεφυρώσουν. Γίνεται ανάλυση στις στατικές αρχές και στη φυσική των δυνάμεων που παραλαμβάνουν, τον τρόπο με τον οποίο αποκτούν επαρκή μορφή και τη συμβατότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην επιλογή της μορφής του φορέα και των διαστάσεών του, πάντα σε επίπεδο προκαταρκτικού σχεδιασμού και προμελέτης, σε σχέση με το άνοιγμα που αυτός μπορεί να καλύψει, τη θέση του στον δομικό σκελετό, τη συμβατότητα με την κλίμακα του έργου και το μέγεθος των χώρων που παράγονται.

Προαπαιτούμενη Γνώση

Είναι απαραίτητη η γνώση αυτών που έχουν διδαχτεί κατά τα προηγούμενα έτη στα μαθήματα Δομικής Μηχανικής και Δομήσιμων Υλών.

3.1. Είδη και τυπολογίες του φέροντος οργανισμού

Ένας φορέας γεφυρώνει ανοίγματα υποστηρίζοντας τα πατώματα και καλύπτει χώρους με **στέγες**, παραλαμβάνοντας τα φορτία του κτιρίου, τα οποία με τη σειρά τους μεταβιβάζονται σε ένα **απαραίτητο** αυστηρό **σύστημα υποστυλωμάτων** που διατρέχει **κατακόρυφα** το κτίριο **σε ολόκληρο το ύψος του** για να καταλήξουν με ασφάλεια στη **θεμελίωση** και να σκορπίσουν στο υγιές έδαφος.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύντομη περιγραφική επισκόπηση διαφορετικών δομικών συστημάτων, σύμφωνα με τη **φύση του υλικού** και την **ειδική γεωμετρία** του, που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση για τη μόρφωση του φορέα. Εξετάζονται οι φορείς από τα πιο κοινά υλικά που χρησιμοποιούμε στις κατασκευές, δηλαδή το **ξύλο**, τον **χάλυβα** και το **οπλισμένο σκυρόδεμα**, αλλά και τα **συνθετικά υλικά**. Ειδικά στο σκυρόδεμα δίνεται ιδιαίτερη έμφαση επειδή αποτελεί το πιο κοινό σύγχρονο δομικό υλικό στην Ελλάδα.

Στους πίνακες δίνεται κατά προσέγγιση ο προσδιορισμός των μεγεθών των φορέων, ακολουθώντας τη χρήση εμπειρικών κανόνων. Αυτοί οι **εμπειρικοί κανόνες διαστασιολόγησης** φορέων αναφέρονται σε **συνήθη κτίρια** και —εκτός από τις στεγασείς— στις περιπτώσεις **πατωμάτων** που αναλαμβάνουν **τυπικά φορτία**, όπως είναι τα κτίρια κατοικιών και γραφείων. Οι κανόνες δεν έχουν εφαρμογή σε πατώματα ειδικών κτιρίων, όπως βιομηχανικά και βιοτεχνικά κτίρια, των οποίων οι φορείς θα παραλάβουν πολύ μεγαλύτερα φορτία μηχανημάτων.

Σημαντικό είναι να θυμίσουμε ότι οι κανόνες αυτοί πρέπει να **χρησιμοποιούνται με προσοχή**, επειδή προέκυψαν από την εμπειρία, μετά την εξέταση άλλων όμοιων κατασκευασμένων δομών. Έτσι η χρήση τους στον σχεδιασμό μεταφέρει αυτήν την προηγούμενη κατάσταση και ενδεχομένως να **αποκλείει καινοτόμες δομικές λύσεις**, που βασίζονται στη βαθύτερη κατανόηση και εφαρμογή της θεωρίας για τη δομή των φορέων.

Στο σημείο αυτό, θα τονιστεί επίσης με έμφαση ότι αυτοί οι **κανόνες προδιαστασιολόγησης**, από διάφορες βιβλιογραφικές πηγές, με κανέναν τρόπο **δεν υποκαθιστούν τον στατικό υπολογισμό**, ο οποίος είναι **αποκλειστική** αρμοδιότητα της επιστήμης του **στατικού** (πέρα από τα καινοφανή προνόμια της ανάμειξης επαγγελματικών δικαιωμάτων του Ελληνικού τεχνικού κόσμου).

Τέλος, δεν πρέπει να μας διαφεύγει ότι στην Ελλάδα υπάρχει επιπλέον το ζήτημα του **σεισμού** και καλό είναι κάθε φορά που χρησιμοποιούμε αυτούς τους πίνακες για την προδιαστασιολόγηση να **επιλέγουμε** τις **δυσμενέστερες σχέσεις** ανοίγματος προς ύψος φορέα.

Οι **κανόνες** αυτοί — πάντοτε σε **επίπεδο προμελέτης**— μας βοηθούν να σχεδιάσουμε τους φορείς και να **προσεγγίσουμε** τις διαστάσεις τους με μεγάλη σχεδιαστική ακρίβεια. Έτσι κατά την πορεία της μελέτης —και πάντοτε με τη συνεργασία του στατικού— δεν θα προκύψουν σοβαρές αποκλίσεις των μεγεθών. Με αυτόν τον τρόπο θα οδηγηθούμε σε ένα τελικό επιθυμητό αρχιτεκτονικό αποτέλεσμα, συνεπές με την πραγματικότητα, χωρίς ανατροπές και εκπλήξεις.

*Στη στατική επιστήμη οι φορείς διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τους **Ισοστατικούς** και τους **Υπερστατικούς**. Οι **Ισοστατικοί** ή **στατικά ορισμένοι φορείς** είναι αυτοί που οι εξισώσεις ισορροπίας αρκούν για τον πλήρη προσδιορισμό της εντασιακής τους κατάστασης, δηλαδή των αντιδράσεων στήριξης και των φορτίων διατομής τους. Αντίθετα, οι **Υπερστατικοί** ή **στατικά αόριστοι φορείς** είναι αυτοί που οι συνθήκες ισορροπίας δεν επαρκούν για τον προσδιορισμό των εντασιακών τους μεγεθών.*

Οι φορείς, ανεξάρτητα από το υλικό κατασκευής τους και ανάλογα με τη μορφή τους και, άρα, τον τρόπο που παραλαμβάνουν τις δυνάμεις, διακρίνονται σε:

1. Επιφανειακούς που είναι κατασκευές μικρού πάχους και αναπτύσσονται σε «μέση επιφάνεια». Ανάλογα με τη μορφή της μέσης επιφάνειας, διακρίνονται σε:

- **Κελυφωτούς**, των οποίων η μέση επιφάνεια είναι καμπύλη και δέχονται τυχούσες δυνάμεις.
- **Επίπεδους**, οι οποίοι είναι σώματα μικρού πάχους (σταθερού ή μεταβλητού) και απλώνονται σε επίπεδη επιφάνεια. Αυτοί, με τη σειρά τους, διακρίνονται σε δίσκους και πλάκες, των οποίων η μέση επιφάνεια είναι επίπεδη. Η διαφορά ανάμεσά τους βρίσκεται στα εξωτερικά φορτία:
- **Στους δίσκους** τα εξωτερικά φορτία κείνται στο επίπεδο του φορέα.
- **Στις πλάκες** τα εξωτερικά φορτία είναι κάθετα στο επίπεδο του φορέα.

2. Γραμμικούς που είναι σώματα σταθερής ή μεταβλητής διατομής, της οποίας το κεντροειδές γράφει οποιαδήποτε επίπεδη γραμμή που ονομάζεται άξονας.

Οι γραμμικοί φορείς, ανάλογα με τη μορφή του άξονά τους, διακρίνονται στους:

- **Ευθύγραμμους**, όταν ο άξονας είναι ευθεία γραμμή.
- **Τοξωτούς**, όταν ο άξονας είναι κυκλικό, παραβολικό ή γενικά καμπύλο τόξο.
- **Πλαισιωτούς**, όταν ο άξονας είναι οποιαδήποτε τεθλασμένη γραμμή.
- **Σύνθετους**, όταν ο άξονας έχει σύνθετη μορφή, καλύπτοντας περισσότερες της μιας από τις παραπάνω περιπτώσεις.

3. Χωρικούς που είναι σώματα τριών διαστάσεων και παραλαμβάνουν τυχούσες δυνάμεις στον χώρο.

Υπάρχουν ωστόσο και άλλοι τρόποι να ταξινομήσουμε τους φορείς, όπως για παράδειγμα εάν ένας φορέας είναι στιβαρός ή εύκαμπτος. Οι καλωδιωτές και οι φουσκωτές κατασκευές είναι κατεξοχήν εύκαμπτοι φορείς και αλλάζουν το σχήμα τους ανάλογα με το σημείο στο οποίο δέχονται τη φόρτιση.

Για παράδειγμα, ας πάρουμε ένα φορτηγό που κινείται σε οριζόντια γέφυρα αναρτημένη από καλώδια: πάντοτε αυτή η κίνηση είναι ανηφορική επειδή, με την έκκεντρη φόρτιση, τα καλώδια από τα οποία είναι αναρτημένο το οδόστρωμα αλλάζουν τη γεωμετρία παραμορφώνοντας το οδόστρωμα. Είναι προφανές, λοιπόν, ότι το οδόστρωμα παραμένει οριζόντιο μόνο κάτω από συνεχές φορτίο.

Κατά τον σχεδιασμό, για την επιλογή του φορέα σε ένα κτίριο ακολουθούμε κάποια στοιχειώδη βήματα διαμορφώνοντας κριτήρια με βάση τις θεμελιώδεις ιδιότητές των φορέων. Αντλώντας από τη βιβλιογραφία, τα κριτήρια επιλογής μπορούν να ταξινομηθούν σε έξι βασικές κατηγορίες:

- Ο συνηθέστερος τρόπος επιλογής είναι ανάλογα με το βασικό **υλικό δόμησης** του φορέα που επιθυμούμε και αυτό μπορεί να είναι πέτρα, τούβλο, ξύλο, χάλυβας, συνθετικά υφάσματα ή και σύμμεικτες κατασκευές με συνδυασμό υλικών.
- Ανάλογα με τη **γεωμετρία** του φορέα, που είναι συνυφασμένη με το **στατικό μοντέλο γεφύρωσης**, δηλαδή εάν πρόκειται για τετραέρεια επίπεδα στοιχεία, για γραμμικά αμφιέρεια, για καμπύλα σχήματα, για περίπλοκη γεωμετρία κελύφη ή εάν είναι αναρτημένα κλπ.
- Ανάλογα με τον **τρόπο δόμησης**, δηλαδή εάν οι φορείς είναι κτιστοί, χυτοί, συναρμολογούμενοι ή συγκολλητοί.
- Ανάλογα με το **άνοιγμα** που επιθυμούμε να καλύψουμε· στην περίπτωση αυτή, χώροι με ιδιαίτερα μεγάλα ανοίγματα μας οδηγούν μερικές φορές σε μονοσήμαντες επιλογές φορέων.
- Ανάλογα με τη στιβαρότητα των φορέων και το πόσο **εύκαμπτοι** ή **άκαμπτοι** είναι. Συνήθως οι ελαφροί φορείς είναι λιγότερο δύσκαμπτοι και προτιμώνται σε στεγάσεις λόγω του μικρού βάρους τους αλλά είναι ακατάλληλοι για πατώματα.

Επίσης, από τις ακόλουθες ταξινομήσεις απουσιάζουν σύγχρονα υλικά, όπως είναι τα πλαστικά, που επί του παρόντος έχουν μόνον περιορισμένη χρήση, συνήθως σε δευτερεύοντα μη φέροντα στοιχεία επικάλυψης.

Αυτό συμβαίνει γιατί κατά τον σχεδιασμό ενός **φορέα**, εκτός από τις προφανείς στατικές απαιτήσεις, μια κρίσιμη παράμετρος (για την επιλογή του) είναι η **δοκιμασμένη αντοχή του υλικού στον χρόνο** και η **ευκολία συντήρησης**.

Τα συνθετικά υλικά έχουν το πρόβλημα ότι αποπολυμερίζονται με την έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, ειδικά σε γεωγραφικές περιοχές με πολύ έντονη ηλιοφάνεια, όπως η Ελλάδα.

Πίνακας 3.1: Κριτήρια ταξινόμησης φορέων

Γεωμετρία, στατικό μοντέλο		Τρόπος δόμησης	Υλικά Δόμησης		Άνοιγμα που γεφυρώνουν σε m.
Αμφιέριστα στοιχεία	Δοκοί	Συναρμολόγηση	Ξύλο	Σανίδες	2,00
				Δοκοί	8,00
				Δοκοί αντικολλητής ξυλείας	24,00
				Κιβωτιοειδείς δοκοί	28,00
		Χύτευση	Οπλισμένο σκυρόδεμα	Πλάκες	6,00
				Δοκοί	20,00
				Δοκοί «Π»	18,00
				Προκατασκευασμένες πλάκες	12,00
				Προκατασκευασμένες δοκοί «Π»	20,00
				Προκατασκευασμένες πλακοδοκοί	36,00
		Συναρμολόγηση Συγκόλληση	Μέταλλο	Πάτωμα από πτυχωτή λαμαρίνα	6,00
				Πλατύπελμες δοκοί διπλού «Τ»	20,00
	Υψίκορμες δοκοί διπλού «Τ»			24,00	
	Πτυχωτές πλάκες	Συναρμολόγηση	Ξύλο	Κόντρα πλακέ	30,00
		Χύτευση	Σκυρόδεμα	Σκυροδετημένες πτυχωτές πλάκες	43,00
	Επίπεδα δικτυώματα	Συναρμολόγηση	Ξύλο	Τριγωνικά δικτυώματα	18,00
				Επίπεδα δικτυώματα	30,00
				Ειδικής διατομής	44,00
		Συναρμολόγηση Συγκόλληση	Μέταλλο	Επίπεδα δικτυώματα	35,00
	Τόξα	Συναρμολόγηση	Ξύλο	Τριαρθρωτά αντικολλητής ξυλείας	42,00
Συναρμολόγηση Συγκόλληση		Μέταλλο	Τόξα	>90,00	
Χύτευση		Σκυρόδεμα	Τόξα	73,00	
Κρεμαστές κατασκευές	Συναρμολόγηση	Μέταλλο	Καλώδια	>90,00	
Τετραέριστα στοιχεία	Επίπεδες πλάκες	Χύτευση	Σκυρόδεμα	Πλάκα χωρίς δοκούς	8,00
				Τετραέριστη πλάκα με δοκούς	10,00
				Φατνωματική πλάκα	24,00
	Κελύφη	Συναρμολόγηση Συγκόλληση	Μέταλλο	Χωροδικτύωμα	36,00
Χύτευση		Σκυρόδεμα	Χυτός θόλος	70,00	
Προεντεταμένες	Μεμβράνες	Ράψιμο Συγκόλληση	Συνθετικά υφάσματα	Τέντες	>90,0
				Φουσκωτές	Συγκόλληση
	Εφελκυσόμενες	Συναρμολόγηση, βίδωμα	Μέταλλο	Δίχτυα καλωδίων	>90,0

Για τις ειδικότερες ιδιότητες των υλικών και επιμέρους χρήσεις στις κατασκευές, βλέπε και πίνακα 7.64

3.2. Οι χυτοί φορείς και οι «ελαφροί» γραμμικοί φορείς

Στο Αρχιτεκτονικό έργο, η επιλογή των υλικών καλύπτει ολόκληρο φάσμα απαιτήσεων, από τη διαθέσιμη **τεχνολογία**, την **οικονομία** έως την **κλίμακα του έργου** στην οποία πρέπει να ανταποκρίνεται. Όλα αυτά τα στοιχεία αντιπροσωπεύουν τις γενετικές απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτει ο σχεδιασμός, ώστε το κτίριο να λειτουργεί ως οργανισμός. Η πιο θεμελιώδης και κρίσιμη παράμετρος, αυτή της επιλογής του φέροντος οργανισμού, διαμορφώνει τον χαρακτήρα και τη μορφή του, ακόμη και την ιδεολογία του.

Ο τρόπος υλοποίησης μιας κατασκευής, είτε πρόκειται για κτίρια είτε για μικρότερα κατασκευάσματα, προσδιορίζεται από τη χρήση διαφορετικών υλικών και, κατά συνέπεια, μας απασχολεί το πώς αυτά δομούνται, ώστε ο φορέας να είναι ευσταθής και να αποκτήσει εκφραστικά μια αρχιτεκτονική μορφή συμβατή, αλλά και συνεπή με τα υλικά που χρησιμοποιήσαμε.

Στην περίπτωση του **οπλισμένου σκυροδέματος**, μορφώνουμε τον φορέα με καλούπια αρνητικού σχήματος, όπου στη συνέχεια **χυτεύουμε** το σκυρόδεμα, το οποίο γεμίζει τα κοιλώματα του καλούπιου. Εννοείται ότι έχει προηγουμένως προστεθεί και ο κατάλληλος σιδηρός οπλισμός. Μετά την πήξη του υλικού, αφαιρώντας τον ξυλότυπο, αποκαλύπτεται η κατασκευή ως ένα σύνολο, συνεχές με τις πλάκες, τις δοκούς και τα υποστυλώματα, αλλά και τα ανάγλυφα της επιφάνειας.

Αντίθετα, η λογική των **«ελαφρών» γραμμικών φορέων**, είναι η χρήση αυτοτελών επιμήκων στοιχείων (ευθύγραμμων ή καμπύλων ή και τεθλασμένων) που διατάσσονται μεταξύ τους σε επάλληλες σειρές (ή και ακτινωτά), ανά κανονικές αποστάσεις και συνδέονται στα άκρα τους με ειδικές συνδέσεις (συνήθως αρθρώσεις) ανάλογα με τη φύση και την κλίμακα του υλικού.

Κάθε δομικό μέλος διατηρεί την αυτοτέλειά του και επιτελεί έναν συγκεκριμένο στατικό ρόλο, είτε ως υποστύλωμα, είτε ως περιμετρική δοκός, είτε ως διαδοκίδωση. Στη συνέχεια, για να ολοκληρωθεί η κατασκευή ακολουθεί η επένδυση των κατακόρυφων επιφανειών με επιφανειακά φύλλα «πλαγιοκάλυψης» και η κάλυψη των πατωμάτων, με επίσης επιφανειακά στοιχεία (πέτσωμα) για τη δημιουργία δαπέδων και στεγών.

Τα γραμμικά στοιχεία είναι από κατάλληλα υλικά —συνήθως χάλυβα ή ξύλο— με ικανές διαστάσεις και μήκος, ώστε να μπορούν να διαμορφωθούν σε διατομή ορθογωνική, στρογγυλή ή διπλότυπη, για να χρησιμοποιηθούν ως υποστυλώματα ή δοκοί. Ενίοτε, ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιούμε (χάλυβας ή σύνθετη-αντικολλητή ξυλεία) μπορεί να είναι και καμπύλα με απλή ή σύνθετη καμπυλότητα.

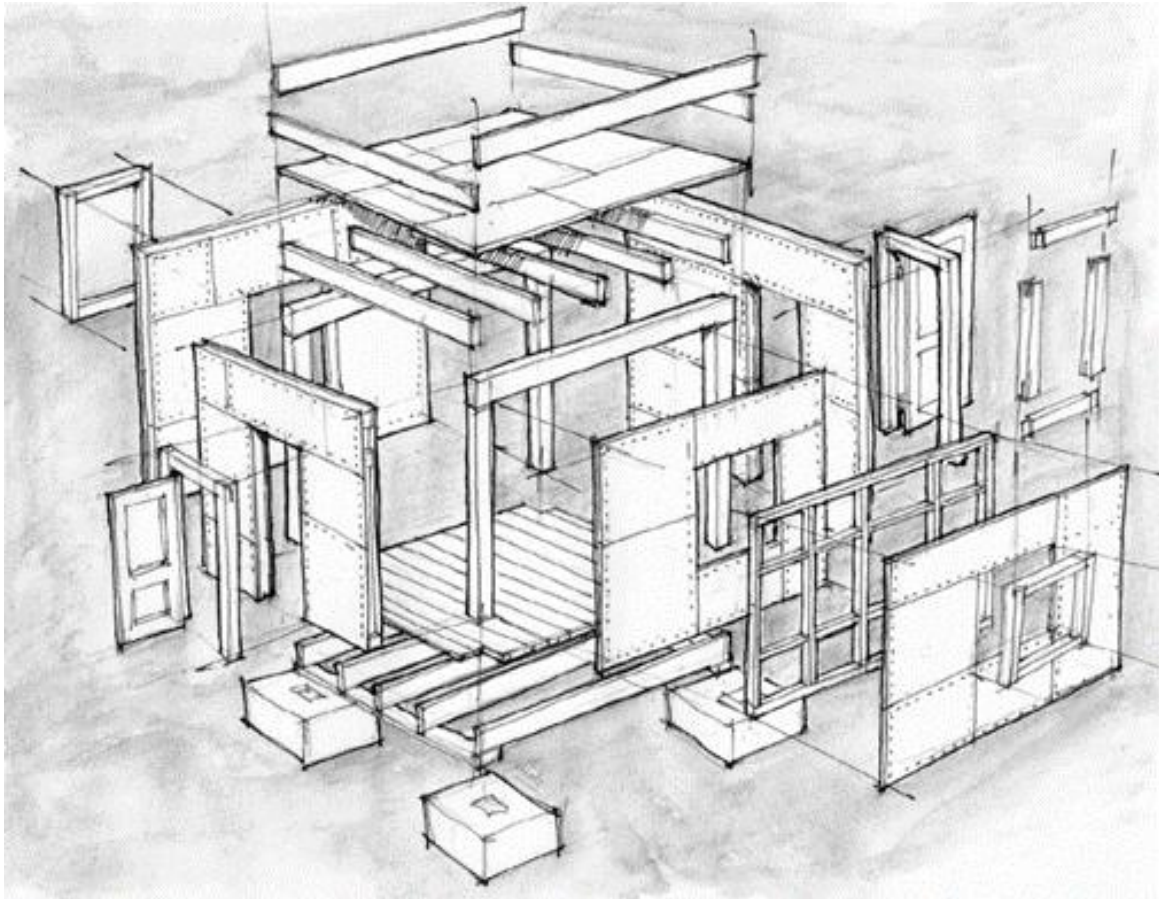
Κρίσιμο στοιχείο στη διαμόρφωση όλων των φορέων είναι οι τρεις θεμελιώδεις απαιτήσεις που πρέπει να εξασφαλίζονται: η **Αντοχή**, ή **Ακαμψία** και η **Ευστάθεια**.

3.2.1. Οι διαστασιολογικές απαιτήσεις γραμμικών φορέων από ξύλο και μέταλλο

Για τον σχεδιασμό ενός φορέα πρέπει να γνωρίζουμε ότι τα όρια του μεγέθους του καθορίζονται από τις **φυσικές ιδιότητες των υλικών** του. Για τα φυσικά υλικά όπως το ξύλο, τα μήκη ξυλείας καθορίζονται από τα μεγέθη των δέντρων, που είναι συνήθως 6,00 ή 8,00 μέτρα και σπανιότερα φτάνουν μέχρι 12,00 μέτρα, πάντα ανάλογα με το είδος των δέντρων από το οποία προέρχονται και τη διαθεσιμότητά τους στο εμπόριο.

Αντίθετα, στη σύνθετη ξυλεία ισχύει ό,τι και στα μέταλλα. Μπορούμε δηλαδή να κατασκευάσουμε φέροντα δομικά στοιχεία πολύ μεγάλου μήκους μέχρι και 15,00 m, με μοναδικό όριο τη

δυνατότητα μεταφοράς τους. Το ίδιο ισχύει και σε φορείς από χάλυβα που είναι προϊόντα ειδικής επεξεργασίας και οι οποίοι μπορούν να αποκτήσουν οποιοδήποτε μέγεθος, με όρια που καθορίζονται από τη δυνατότητα μεταφοράς τους στο εργοτάξιο.



Εικόνα 3.1 Αποσυναρμολογημένο αξονομετρικό ξύλινου οικίσκου.

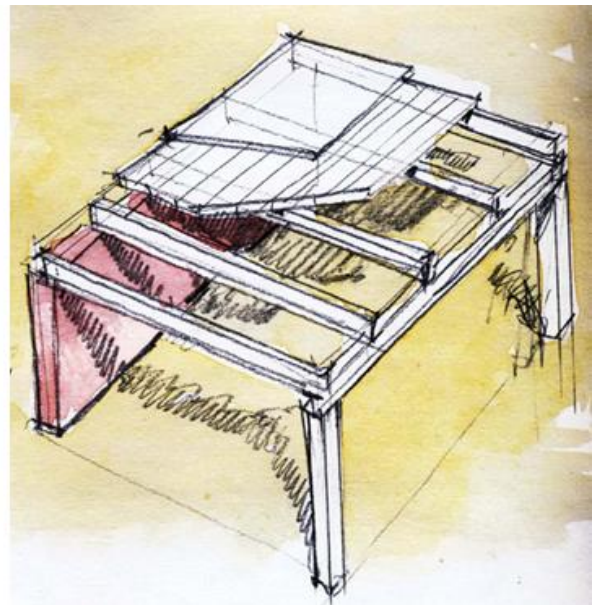
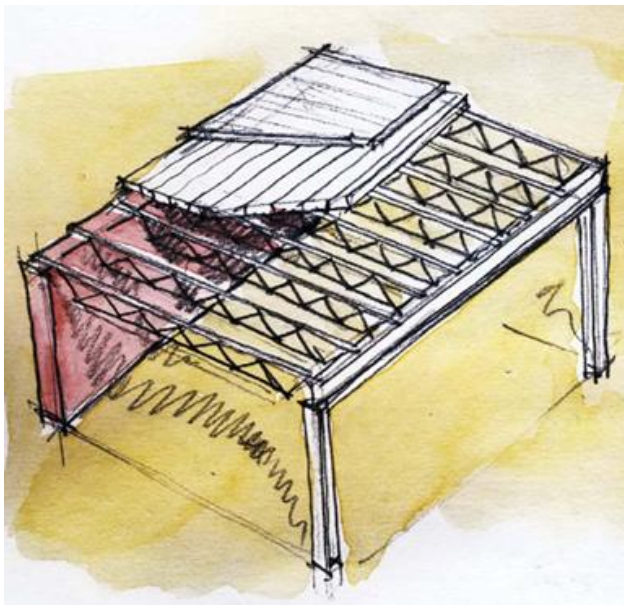
Ο χάλυβας ως δομικό υλικό μπορεί να παραχθεί σε όποιο μέγεθος απαιτεί η κατασκευή. Πέρα από τις έτοιμες τυποποιημένες διαστάσεις που υπάρχουν στο εμπόριο, μπορούμε να κατασκευάσουμε μεγαλύτερους φορείς στο εργοστάσιο από επιμέρους συναρμωσμένες διατομές. Για να το πετύχουμε αυτό, καταφεύγουμε σε μια διπλή τεχνική.

Πρώτα, διαμορφώνουμε στο εργοστάσιο τα επιμέρους τμήματα με ελεγμένη κατεργασία, όπως είναι η χύτευση, η κοπή, το τρύπημα (για τις κοχλιώσεις) και η υπό αυστηρούς όρους ελεγμένη ηλεκτροσυνκόλληση των διαφόρων μερών (πάντα στο εργοστάσιο και με αυστηρό έλεγχο των ραφών). Ύστερα μεταφέρουμε τα ήδη έτοιμα διαμορφωμένα τμήματα στο εργοτάξιο, όπου ακολουθεί η συναρμολόγηση στην τελική τους θέση με κοχλίωση, δηλαδή το βίδωμά τους. Δεν ξεχνάμε ότι τα σημεία σύνδεσης αποτελούν και ένα κρίσιμο αρχιτεκτονικό πρόβλημα: οι συνδέσεις αυτές γίνονται πάντα σε στατικά καθορισμένα σημεία και η μορφή τους είναι έντονα εμφανής στο τελικό αποτέλεσμα.

3.2.2. Λογική της τοποθέτησης δοκών και «επιδοκών» μέχρι την τελική επιφανειακή επικάλυψη

Οι γραμμικοί φορείς έχουν τη δική τους λογική σχεδίασης μεταξύ υποστυλωμάτων και δοκών, μέχρι να φτιάξουμε το τελικό δάπεδο. Αυτή αφορά την πλαισίωση των υποστυλωμάτων με κύριες δοκούς που κλείνουν την περίμετρο του σχήματος.

Ανάμεσα σε δύο αντικρουστές δοκούς και κατά κανόνα στο μικρότερο άνοιγμα, τοποθετείται δευτερεύουσα διαδοκίδωση σε επάλληλη διάταξη και με τις κατάλληλες ίσες αποστάσεις μεταξύ των δοκίδων. Αυτές μπορεί είτε να ενσωματωθούν στο ύψος των περιμετρικών δοκών, οπότε έχουμε οικονομία στο ύψος κατασκευής του πατώματος είτε να τοποθετηθούν στην επάνω παρειά των περιμετρικών δοκών, με αντίστοιχη αύξηση του ύψους του πατώματος. Η δεύτερη περίπτωση είναι και οικονομικότερη, γιατί δεν απαιτεί «κοψίματα» των δοκίδων και σύνθετες στερεώσεις στις κύριες περιμετρικές δοκούς.



Εικόνες 3.2, 3.3 Κατασκευή πατώματος με μεταλλικά δικτυώματα και δοκούς, μορφής διπλού ταυ.

3.3. Τυπολογία φορέων κάλυψης ανοιγμάτων, μεγέθη – διαστάσεις

3.3.1. Ξύλινοι φορείς

Στον ακόλουθο πίνακα, για διάφορους τύπους φορέων από ξύλο, δίνεται σύμφωνα με το σχήμα και τη γεωμετρία τους, η αναλογία ύψους-πάχους (H) προς το άνοιγμα (L) που μπορούν να καλύψουν για κατασκευή πατωμάτων ή στεγών.

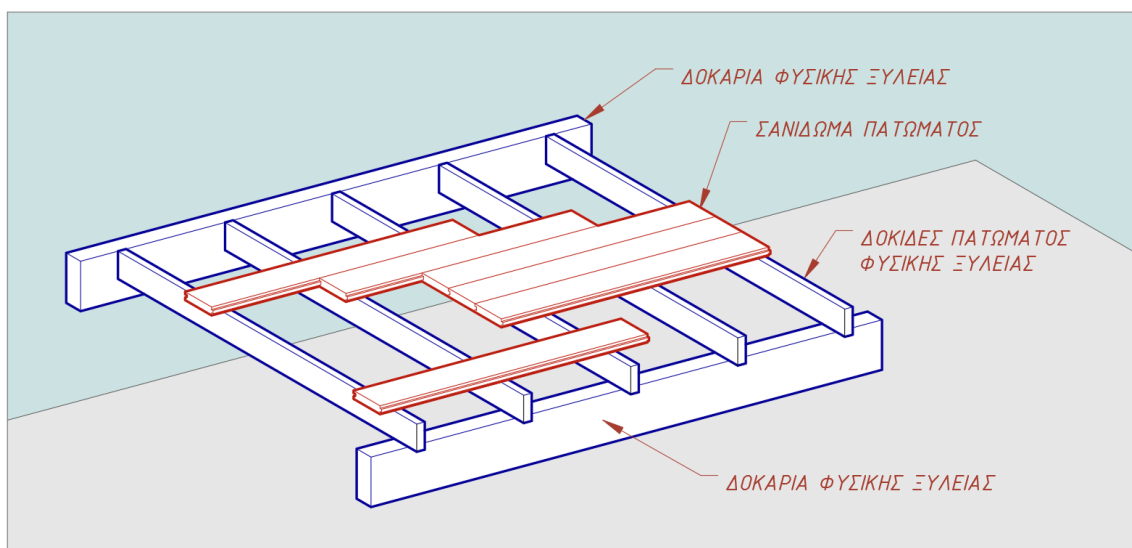
Τα τυπικά όρια ελαχίστων και μεγίστων ανοιγμάτων που δίνονται δεν είναι δεσμευτικά, αλλά ενδεικτικά της οικονομίας του φορέα. Αυτό σημαίνει ότι όταν θέλουμε να σχεδιάσουμε έναν φορέα με άνοιγμα πέρα από τα ενδεικνυόμενα, θα πρέπει να έχουμε ισχυρούς λόγους για να τον επιβάλουμε, καθότι είναι πιθανό κάποια από τις άλλες επιλογές να ήταν οικονομικότερη από την προτεινόμενη.

Πίνακας 3.2: Δομικά συστήματα ξύλου, προσέγγιση διαστάσεων φορέα				
Τύπος φορέα	Ύψος φορέα (H)	Ελάχιστο άνοιγμα (m)	Τυπικό άνοιγμα και μήκη φορέα (m)	Μέγιστο άνοιγμα (m)
Σανίδωμα ραμποτέ	L/25 – L/35	0,60	1,20	2,40
Δοκοί φυσικής ξυλείας	L/18 – L/20	2,00	5,00	8,00
Πανέλα επιδερμίδας υπό τάση (Stressed Skin Panels)	L/24 – L/30	2,50	5,00	8,00
Δοκοί επικολητής ξυλείας	L/18 – L/20	3,50	9,00	24,00
Κιβωτιοειδείς δοκοί	L/18 – L/20	5,00	12,00	30,00
Τριγωνικά δικτυώματα	L/5 – L/7	6,00	9,00	20,00
Επίπεδες δικτυωματικές δοκοί	L/18 – L/20	9,00	18,00	30,00
Επίπεδα ορθογωνικά δικτυώματα	L/10 – L/15	12,00	24,00	36,00
Επίπεδα καμπύλα δικτυώματα	L/7 – L/10	18,00	36,00	45,00
Τριαρθρωτά τόξα αντικολλητής ξυλείας	L/4 – L/6	10,00	24,00	42,00

Πηγές: Schodek, D.L., & Bechthold, M. (2004). *Structures*. Pearson, σ. 490.
Καλογεράς, Ν., Κιρπότην, Χ., Μακρής, Γ., Παπαϊωάννου, Ι., Ραυτόπουλος, Σ., Τζιτζάς, Μ., & Τουλιάτος, Π. (1986). *Θέματα Οικοδομικής*. Αθήνα: Συμμετρία, σ. 221.

3.3.1.1. Σανίδωμα

Το σανίδωμα (*decking*) συνιστά την επιφάνεια επικάλυψης του φέροντος πατώματος και δεν πρέπει να συγχέεται με τα τελικά ξύλινα παρκέ δάπεδα που τοποθετούνται σε υπόστρωμα από καδρόνια ή επάνω σε ψευδοπάτωμα (πέτσωμα). Οι αντοχές των σανίδων στο σανίδωμα και τα ανοίγματα που μπορούν να καλύψουν αυξάνουν όταν οι σανίδες ραμποταριστούν ή όταν έχουν μήκος πάνω από δύο καννάβους, δηλαδή όταν καλύπτουν **συνεχόμενα ανοίγματα**. Σε εξωτερικούς χώρους πρέπει να αφήνεται **κενό** μεταξύ των σανίδων περίπου **5 mm** για να αποπλένονται και να στεγνώνουν εύκολα από τα νερά της βροχής.



Σχέδιο 3.1 Αξονομετρική απόδοση ξύλινου φορέα πατώματος.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής το $h = 1 \div 20 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

Οι σανίδες έχουν διάφορα **πλάτη** με συνηθέστερα **15** και **20 cm**. Τυπικά πάχη διατομών και ανοίγματα που καλύπτουν:

2,5 cm, καλύπτουν έως **0,4 m** έως **0,50 m** και σε στεγασείς 0,8 m έως 1,40 m.

3,8 cm, καλύπτουν έως **1,8 m**

6,4 cm, καλύπτουν από **1,8 m** έως **3,0 m**

9,0 cm, καλύπτουν από **3,0 m** έως **4,0 m**

14,0 cm, καλύπτουν από **4,5 m** έως **6,5 m** προτείνεται η χρήση μόνον σκληρής ξυλείας.

Μαδέρια πάχους 3,5 cm έως 6,0 cm και με **πλάτος 20 έως 30 cm** καλύπτουν:

3,5 cm, καλύπτουν έως **0,8 m** και σε στεγασείς έως **1,2 m**.

έως **6,0 cm**, καλύπτουν έως **0,8 m** και σε στεγασείς έως **2,40 m**.

Εάν τα ξύλα είναι ραμποτέ τότε καλύπτουν μεγαλύτερα ανοίγματα.

Η ποιότητα του ξύλου επηρεάζει τις αντοχές τους, έτσι τα προηγούμενα **μέγιστα μήκη** μπορούν να αυξηθούν κατά **0,5** έως **1,0 m** όταν χρησιμοποιούμε καλής ποιότητας **σκληρά ξύλα**.

3.3.1.2. Δοκίδες ξύλου

Ελαφριά κατασκευή από ξύλινες παράλληλα τοποθετημένες δοκίδες που πλαισιώνονται από ξύλινες δοκούς. Οι συνδέσεις μπορούν να γίνουν με απλές μεταλλικές γαλβανισμένες δοκοθήκες.

Δοκίδες με συνεχόμενο άνοιγμα μπορούν να εδράζονται σε ξύλινες ή μεταλλικές δοκούς διπλού «Τ». Η τελική επικάλυψη γίνεται με σανίδες.

Οι μεταξύ τους αποστάσεις μπορούν να είναι **30, 40 ή 60 cm**.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής το $h = 1 \div 20 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

Τυπικά ύψη διατομών και ανοίγματα που καλύπτουν:

14 cm, καλύπτουν έως 3,0 m

18 cm, καλύπτουν από 2,0 m έως 4,0 m

24 cm, καλύπτουν από 3,0 m έως 5,0 m

28 cm, καλύπτουν από 3,5 m έως 6,0 m. Μετά από τα 4,0 m προτείνεται η χρήση σκληρής ξυλείας.

Η διαφορά στα ανοίγματα που γεφυρώνουν οι δοκίδες οφείλεται στα διαστήματα τοποθέτησής τους· όσο πυκνότερα τοποθετούνται, το καλυπτόμενο άνοιγμα μπορεί να αυξάνει κατά 0,5 m.

Η ποιότητα επίσης του ξύλου επηρεάζει και τις αντοχές των δοκίδων· έτσι, τα **μέγιστα μήκη** μπορούν να αυξηθούν από **0,5** έως **1,0 m** όταν χρησιμοποιούμε καλής ποιότητας **σκληρά ξύλα**.

3.3.1.3. Δοκοί φυσικής ξυλείας

Οι τελικές διαστάσεις της φυσικής ξυλείας είναι μικρότερες κατά ονομαστικό μέγεθος, εξαιτίας της επεξεργασίας κοπής και φινιρίσματος της τελικής επιφάνειας. Το πλάτος είναι κατά 13 mm μικρότερο και το ύψος κατά 10 έως 20 mm μικρότερο της ονομαστικής διατομής.

Συνήθη ονομαστικά ύψη διατομών (και σε παρένθεση τα τελικά ύψη σε cm): 10,0 (9,0) 15,0 (14,0) 20,0 (19,0) 25,0 (24,0) 30,0 (28,0) 35,0 (33,0).

Προεκτίμηση ύψους της διατομής το $h = 1 \div 18 L$ έως $1 \div 20 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

Τα μικρότερα όρια για χρήση μεγαλύτερων φορτίων ή για κύριες δοκούς και τα μεγαλύτερα όρια για μικρότερα φορτία και πιο σκληρά ξύλα.

Όρια ανοιγμάτων για φυσική ξυλεία μέχρι 9,8 m.

Τα μήκη των δοκών, εφόσον καλύπτονται με τελικό δάπεδο από σανίδες, καλό είναι να περιορίζονται σε 6,0 m και για ραμποτέ σανίδες σε 7,5 m.

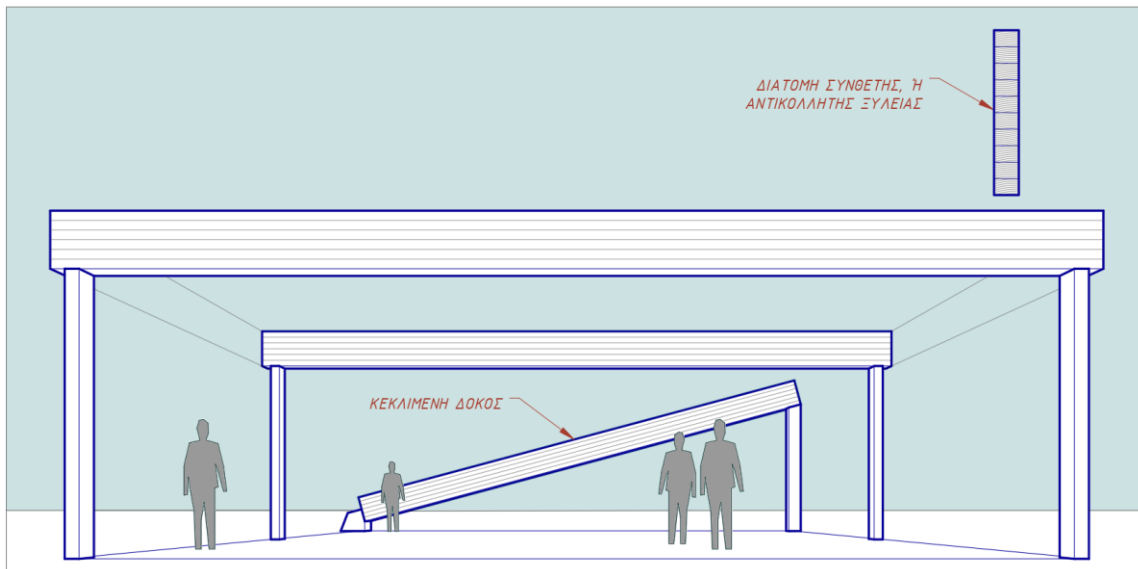


Εικόνα 3.4

Άποψη υπαίθριου καταστρώματος από σανίδες που εδράζονται σε σύστημα δοκών από μεταλλικές κοίλες διατομές.

3.3.1.4. Δοκοί σύνθετης (επικολλητής ή αντικολητής) ξυλείας

Οι δοκοί σύνθετης ξυλείας μπορούν να καλύψουν τυπικά ανοίγματα από **7,5** έως **20,0 m**. Ιδιαίτερα, οι δοκοί αντικολητής ξυλείας μπορούν να διαμορφωθούν και να δώσουν συνεχόμενο άνοιγμα μέχρι 20 m.



Σχέδιο 3.2

Δοκοί σύνθετης ξυλείας. Στο παράδειγμα αυτό, αλλά και στα επόμενα, οι φορείς μπορεί να είναι τοποθετημένοι οριζόντια για πατώματα ή με κλίση για δημιουργία στέγης.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής το $h = 1\div 18 L$ έως $1\div 20 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

Το πλάτος της διατομής (d) σε σχέση με το ύψος της (h): $d = 1\div 4h - 1\div 7 h$ στρογγυλοποιημένο στο επόμενο μεγαλύτερο μέγεθος του εμπορίου.

Οι κύριες δοκοί αντικολητής ξυλείας πρέπει να έχουν μεγαλύτερο ύψος από τις δοκούς που στηρίζονται σε αυτές, τουλάχιστον κατά **4,0 cm**.

Η απόσταση μεταξύ των δοκών ποικίλλει ανάλογα με την κάλυψη.

Έτσι, μπορεί να κυμαίνεται από **1,2 m** για απλές δοκίδες που θα παραλάβουν σανίδωμα, έως **7,0 m** για μεγαλύτερες δοκούς που θα παραλάβουν τεγίδες στέγης.



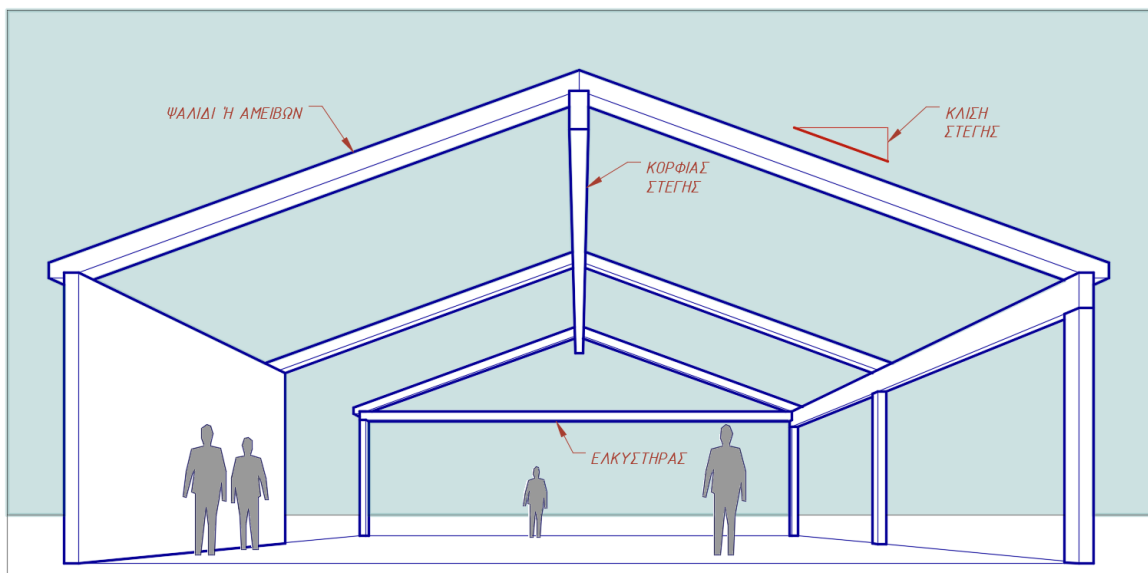
Εικόνα 3.5

*«Θέατρο Τέχνης Κάρολος Κουν» επί της οδού Φρυ-
νίχου 14. Άποψη εσωτερικού εξώστη με σύστημα
στύλων και δοκών από σύνθετες διατομές ξύλου.
Αρχιτέκτονας Μάνος Περράκης, στατικά Δ. Σπέν-
τζος, σύμβουλοι ακουστικής Μ. Τζεκάκης και Ν.
Τσινίκας, Αθήνα 1985.*

3.3.1.5. Απλά ψαλίδια ή ζεύγη από αμείβοντες

Τα απλά ψαλίδια ή ζεύγη από αμείβοντες χρησιμοποιούνται σε απλές κατασκευές για στέγες μικρών ανοιγμάτων, συνήθως από ελαφρύ ξύλινο σκελετό και απλές σανίδες (με σύστημα «κλωβού»). Τα ψαλίδια δημιουργούν πλάγιες ωθήσεις και απαιτούν αντιστηρίξεις ή ελκυστήρες, ενώ στην κορυφή τους εδράζονται επάνω σε διαμήκη κορφιά στέγης ώστε να λειτουργούν ως αμφίεστες δοκοί.

Τυπικά διαστήματα μεταξύ των ψαλιδιών είναι **30,0 - 40,0 - 60,0 cm**.



Σχέδιο 3.3 Απλός φορέας στέγης με ξύλινα ψαλίδια από φυσική ξυλεία.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής το $h = 1 \div 18 L$ έως $1 \div 20 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

Τυπικές διαστάσεις διατομών ξυλείας και ανοίγματα που καλύπτουν:

3,8x28,0 cm, καλύπτουν έως 3,6 m μέχρι 6,0 m.

3,8x24,0 cm, καλύπτουν από 3,0 m έως 5,0 m.

3,8x18,0 cm, καλύπτουν από 2,4 m έως 4,0 m

3,8x14,0 cm, καλύπτουν από 4,5 m έως 6,5 m.

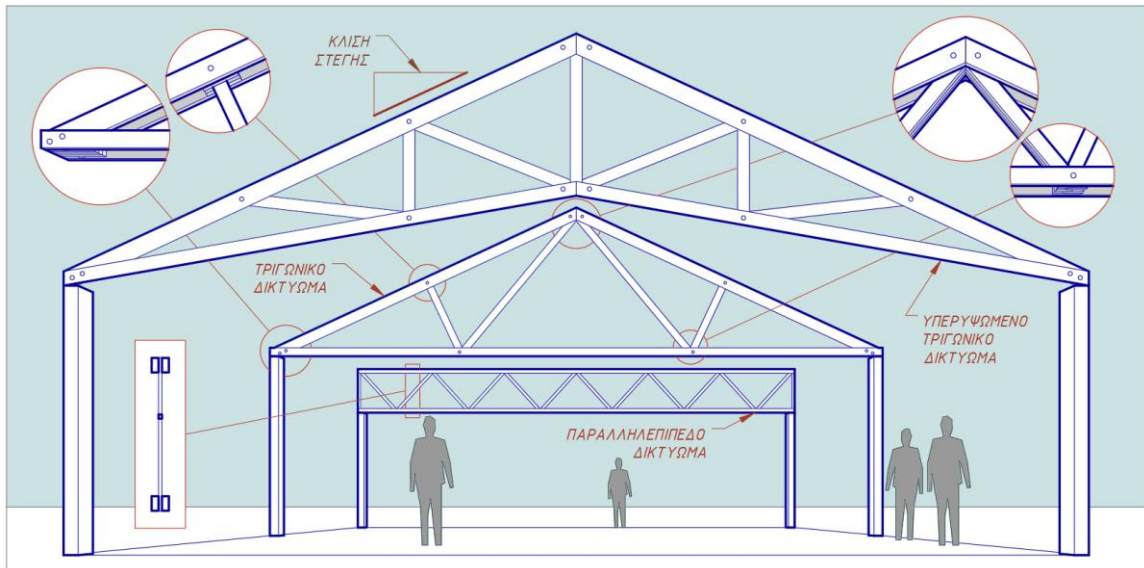
3,8x9,0 cm, καλύπτουν από 4,5 m έως 6,5 m.

Τα μεγαλύτερα όρια αφορούν μικρότερα φορτία και πιο σκληρά ξύλα ή πιο πυκνή διάταξη στα μεταξύ τους διαστήματα.

3.3.1.6. Ελαφρά προκατασκευασμένα δικτυώματα δαπέδου ή στέγης

Πρόκειται για ελαφρά προκατασκευασμένα στοιχεία, που προορίζονται για χρήση σε κατασκευές από ελαφρύ ξύλινο σκελετό. Τα δικτυώματα επιτρέπουν οικονομία χρόνου και προσφέρουν ευκολία ανέγερσης στην κατασκευή. Στην Ελλάδα δεν υπάρχει ιδιαίτερη παράδοση σε τέτοια συστήματα, σε αντίθεση με χώρες όπως η βόρεια Αμερική, όπου η κατασκευή με ελαφρούς ξύλινους σκελετούς είναι διαδεδομένη. Σε δάπεδα χρησιμοποιούνται παραλληλεπίπεδα δικτυώματα, ενώ για τις στέγες τριγωνικά. Συνήθως οι συνδέσεις μεταξύ των μελών γίνονται με καρφοελάσματα.

Τυπική απόσταση μεταξύ των δικτυωμάτων από **40** έως **120 cm**.



Σχέδιο 3.4 Ελαφρά προκατασκευασμένα δικτυώματα από φυσική ξυλεία. Η μορφή τους μπορεί να είναι είτε με παράλληλα πέλματα είτε με τριγωνικά.

Προεκτίμηση ύψους των διατομών για:

Παραλληλεπίπεδα δικτυώματα για πατώματα: $h = 1\div 10 L$ έως $1\div 17 L$ και ανοίγματα από 6,0 έως 12,0 m. Οι μεγαλύτερες τιμές αναφέρονται σε μικρά φορτία.

Παραλληλεπίπεδα δικτυώματα για στέγες: $h = 1\div 12 L$ έως $1\div 20 L$ και ανοίγματα από 6,0 έως 21,0 m.

Ύψος κορφιά σε **τριγωνικά δικτυώματα στεγών:** $h = 1\div 5 L$ έως $1\div 7 L$ και ανοίγματα από 6,0 έως 21,0 m. Όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

Τυπικό ύψος και τα ανοίγματα δαπέδων που γεφυρώνονται από παραλληλεπίπεδα δικτυώματα:

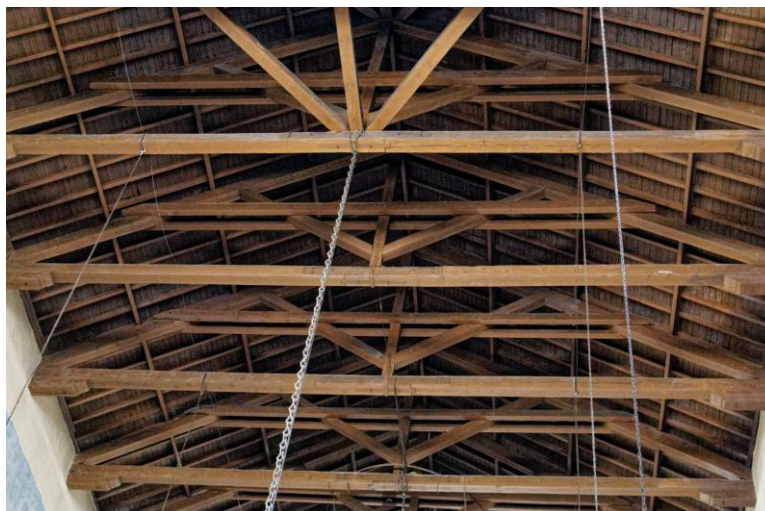
30,0 cm, καλύπτουν ανοίγματα από 3,6 m μέχρι 7,0 m.

70,0 cm, καλύπτουν ανοίγματα από 9,0 m μέχρι 12,0 m.

Τυπικό ύψος και τα ανοίγματα οροφών που γεφυρώνονται από δικτυώματα:

30,0 cm, καλύπτουν ανοίγματα από 3,6 m μέχρι 7,0 m.

70,0 cm, καλύπτουν ανοίγματα από 9,0 m μέχρι 12,0 m.



Εικόνα 3.6 Τριγωνικά ζευκτά στέγης από εμποτισμένες διατομές φυσικής ξυλείας κωνοφόρων. Τα ζευκτά γεφυρώνουν άνοιγμα περίπου 9,0 m.

Εικόνα 3.7 Ξύλινη στέγη του Ι. Ναού της Αχειροποιήτου στη Θεσσαλονίκη. Τα νεότερα ξύλινα ζευκτά της στέγης καλύπτουν το άνοιγμα του κεντρικού κλίτους που είναι περίπου 14,00 m.

3.3.1.7. Δικτυώματα

Για ξύλινες κατασκευές προτιμώνται τα δικτυώματα που έχουν θλιβόμενα διαγώνια μέλη, ενώ αποφεύγονται τα δικτυώματα τύπου Pratt με εφελκυσμένα διαγώνια μέλη που απαιτούν μεγαλύτερες διατομές και δίνουν οπτικά «βαριές» συνδέσεις.

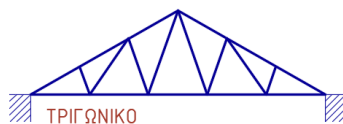
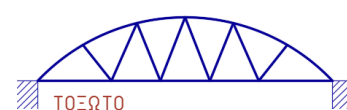
Για αποστάσεις μεταξύ των δικτυωμάτων από 1,20 έως 2,40 m μπορεί να μην απαιτούνται τεγίδες.

Τα παραλληλεπίπεδα δικτυώματα που προορίζονται για **πατώματα** πρέπει να έχουν ελάχιστες διαστάσεις ξύλων **20,0x20,0 cm**, ενώ για **οροφές** μπορεί να είναι **9,0x14,0 cm**.

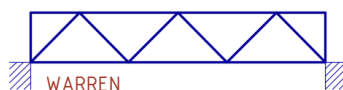
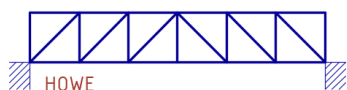
ΤΡΙΓΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ



ΤΟΞΩΤΑ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ



ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΠΙΠΕΔΑ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ



Σχέδιο 3.5 Συνιστώμενοι τύποι και ονοματολογία επίπεδων δικτυωμάτων με θλιβόμενα διαγώνια μέλη, τα οποία και ευνοούν τη χρήση του ξύλου.

Ανάλογα με τον τύπο έχουμε για:

Τριγωνικά δικτυώματα:

Fink: Ύψος τριγώνου $h = 1 \div 10 L$ έως $1 \div 17 L$ και ανοίγματα από **9,0** έως **18,0 m**.
Οικονομικές επιλογές από **12,0** έως **24,0 m**.

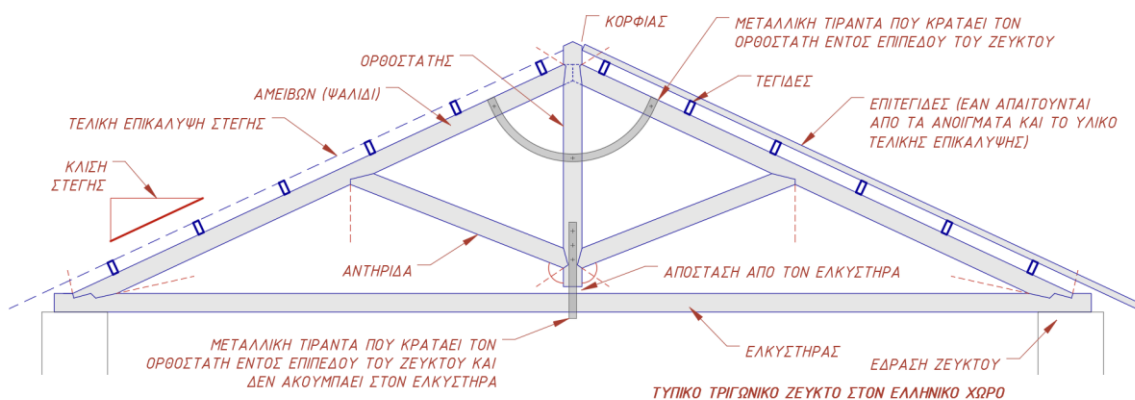
Τριγωνικό Pratt και **Τριγωνικό Howe:** Ύψος τριγώνου $h = 1 / 2,5 L$ έως $1 \div 6 L$ και
ανοίγματα από **6,0** έως **30,0 m**.

Τοξωτό: Ύψος τόξου $h = 1 \div 6 L$ έως $1 \div 8 L$ και ανοίγματα από **6,0** έως **60,0 m**.
Οικονομικές επιλογές από **24,0** έως **44,0 m**.

Τροποποιημένο τοξωτό: Ύψος τόξου $h = 1 \div 6 L$ έως $1 \div 8 L$ και ανοίγματα από **9,0**
έως **60,0 m**. Μπορεί να φτάσει και **90,0 m**.

Παραλληλεπίπεδα δικτυώματα:

Warren, Howe, Pratt: Ύψος δικτυώματος, $h = 1 \div 10 L$ έως $1 \div 12 L$ και ανοίγματα από
6,0 έως **36,0 m**.

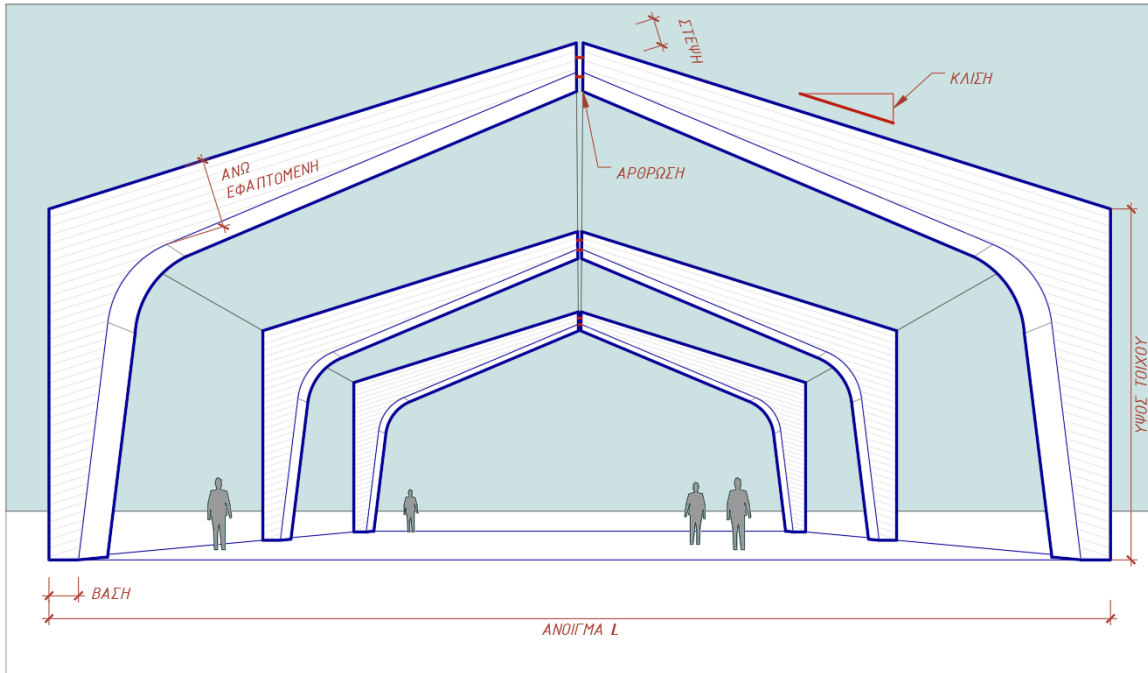


Σχέδιο 3.6

Τυπικό τριγωνικό ζευκτό στον Ελληνικό χώρο. Διακρίνονται οι γεωμετρικές χαράξεις των συνδέσεων μεταξύ των μελών. Τυπικές κλίσεις 20° έως 25° για κάλυψη με κεραμίδια. Γενικά η κάλυψη με σχιστόπλακες λόγω της φύσης και του θάρους του υλικού, απαιτεί μεγαλύτερες ενισχυμένες διατομές και μικρότερες κλίσεις. Εδώ δεν έχουμε την τυπική λειτουργία δικτυώματος, αλλά μάλλον μια «τεθλασμένη δοκό», όπου ο ορθοστάτης δεν ακουμπάει στον ελκυστήρα, ο οποίος και παραλαμβάνει μόνον τις οριζόντιες δυνάμεις ανατροπής των ψαλιδιών.

3.3.1.8. Τριαρθρωτοί φορείς αντικολλητής ξυλείας

Τα τριαρθρωτά τόξα είναι ένας πολύ οικονομικός τρόπος κάλυψης μεγάλων ανοιγμάτων. Το υλικό κατασκευής τους είναι από αντικολλητή ξυλεία και μπορεί να δώσει στον φορέα το κατάλληλο σχήμα με απομείωση των μελών τους, ενώ έχει πολύ μικρό βάρος και διαθέτει εξαιρετική πυρραντοχή. Όπως διαπιστώνουμε, στα σημεία με υψηλή καταπόνηση δίνεται μεγαλύτερο πάχος, σε αντίθεση με τις στηρίξεις, οι οποίες είναι σημειακές. Το πρακτικό όριο μεγέθους του φορέα καθορίζεται από τη δυνατότητα μεταφοράς του από το εργοστάσιο μέχρι το σημείο ανέγερσης.



Σχέδιο 3.7 Τριαρθρωτοί φορείς-πλαίσια αντικολλητής ξυλείας.

Οι τυπικές κλίσεις στέγης για ένα τριαρθρωτό τόξο είναι **3:12 – 8:12**. Σε επίπεδο προμελέτης, για τον προσδιορισμό των διαστάσεων και των γεωμετρικών του στοιχείων ισχύουν γενικά:

Ύψος πλευρικών κατακόρυφων τοίχων: 3,0 έως 5,5 m

Πάχος του τόξου: 8,0 – 13,0 – 17,0 cm

Πάχος ένωσης στην άρθρωση της κορυφής: 19,0 – 68,0 cm

Για **μικρά ανοίγματα** από **9,0 έως 18,0 m** το πάχος της βάσης έδρασης: 20,0 – 75,0 cm

Το πάχος της **άνω επαπτομένης** για χαμηλό ύψος πλευρικών τοίχων και μικρά φορτία: **1÷24 – 1÷33 L**. Εάν έχουμε μεγάλο ύψος πλευρικών τοίχων και μεγάλα φορτία, τότε το πάχος της **άνω επαπτομένης**: **1÷33 – 1÷40 L**

Για **μεγάλα ανοίγματα έως 27,0 m**: το πάχος της βάσης έδρασης: 21,0 – 89,0 cm και το πάχος της επάνω επαπτομένης για χαμηλό ύψος πλευρικών τοίχων και μικρά φορτία: **1÷36 – 1÷48 L**

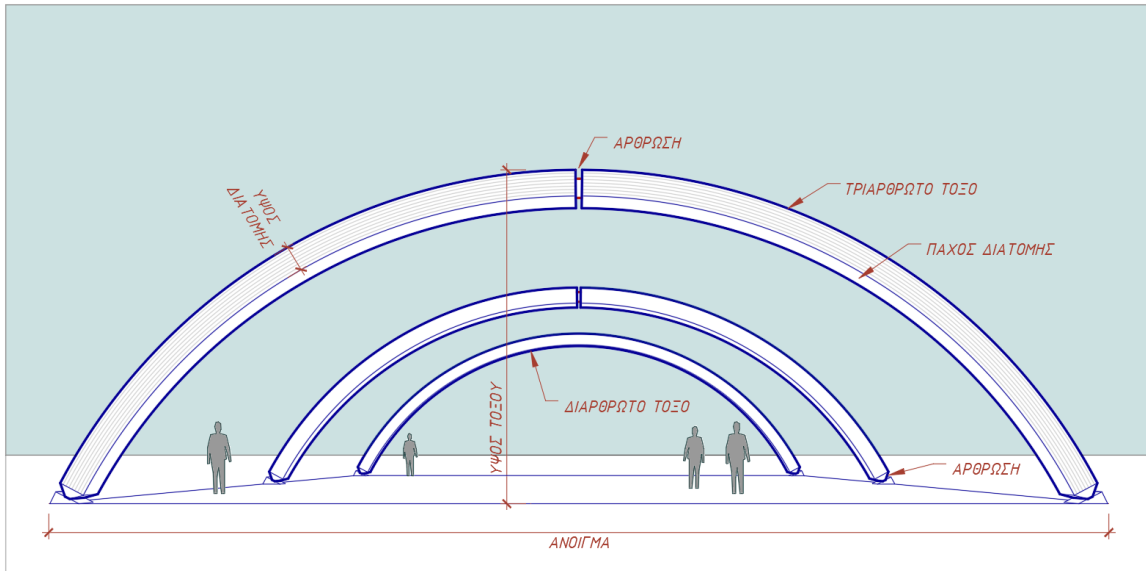
Για μεγάλο ύψος πλευρικών τοίχων και μεγάλα φορτία: **1÷48 – 1÷55 L**

Όπου **L** είναι το συνολικό άνοιγμα του τόξου.

3.3.1.9. Καμπύλα τόξα αντικολητής ξυλείας

Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα απλά τόξα και τα τριαρθρωτά, τα οποία σαφώς μπορούν να καλύψουν μεγαλύτερα ανοίγματα.

Τα απλά καμπύλα τόξα (**διαρθρωτά**) καλύπτουν **ανοίγματα** από **12,0 m** έως **30,0 m**, ενώ τα **τριαρθρωτά** καμπύλα μπορούν να καλύψουν έως και **75,0 m** άνοιγμα. Ο λόγος του ύψους προς το άνοιγμα του τόξου είναι από $1\div 3$ έως $1\div 4$.



Σχέδιο 3.8 Τριαρθρωτά τόξα αντικολητής ξυλείας.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής $h = 1\div 30 L$ έως $1\div 50 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνει και είναι από **30,0 m** έως **50,0 m** ή και περισσότερο.

Το **πάχος** διατομής του φορέα πρέπει να είναι τουλάχιστον το **1÷5** του ύψους της.



Εικόνα 3.8 Τοξωτή γέφυρα από διατομές σύνθετης ξυλείας που γεφυρώνουν κανάλι στην περιοχή του Σταδίου «Ειρήνης και Φιλίας» στο Νέο Φάληρο. Το μεγάλο ύψος της διατομής επιτρέπει να λειτουργεί ως στηθαίο· το κατάστρωμα βρίσκεται στην κάτω πλευρά των τόξων και κατασκευάστηκε με απλή διαδοκίδωση καλυμμένη με σανίδωμα. Λεπτά φύλλα γαλβανισμένης λαμαρίνας προστατεύουν τις λεπτές πλευρές (σόκορα) του φορέα.

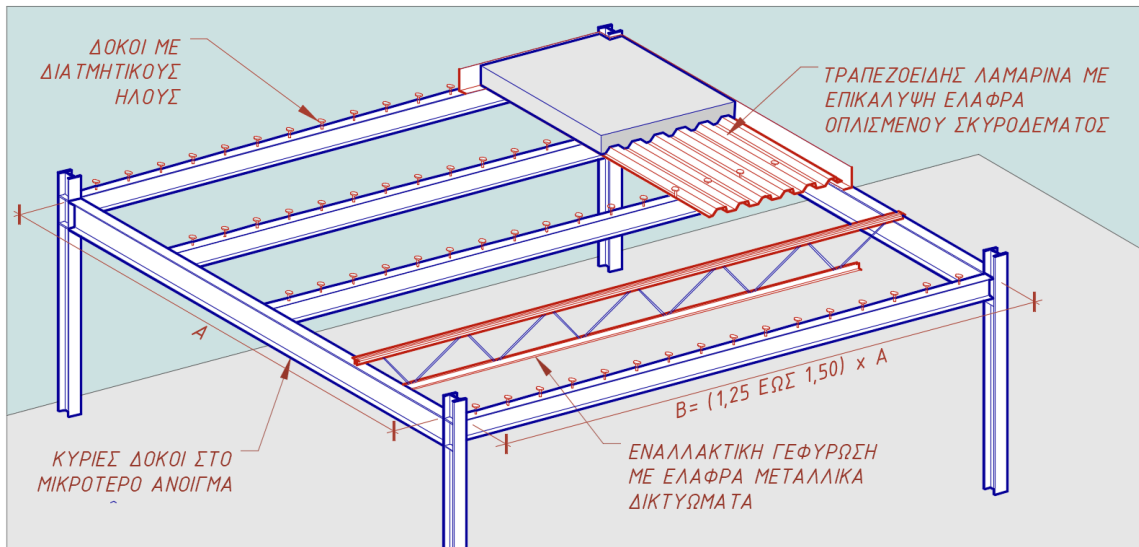
3.3.2. Μεταλλικοί φορείς

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα ύψη (H) μεταλλικών φορέων, ανάλογα με το σχήμα τους και το άνοιγμα (L) που καλούνται να καλύψουν για κατασκευές πατωμάτων ή στεγών. Σε περιπτώσεις δικτυωματικών φορέων δίνεται το ύψος του δικτυώματος (h) ή σε καλωδιωτούς φορείς δίνεται επίσης και το πάχος των καλωδίων (t).

Πίνακας 3.3: Δομικά συστήματα μετάλλου, προσέγγιση διαστάσεων φορέα				
	Ύψος φορέα (H)	Ελάχιστο άνοιγμα (m)	Τυπικό άνοιγμα και τυπικό μήκος φορέα (m)	Μέγιστο άνοιγμα (m)
Πάτωμα τραπεζοειδούς λαμαρίνας	L/30 – L/50	1,50	2,50	7,00
Πλατύπελμες δοκοί	L/18 – L/28	3,00	9,00	20,00
Υψίκορμες δοκοί	L/15 – L/20	8,00	12,00	18,00
Αμφιέριστη δοκός με θλιβόμενο ορθοστάτη και ελκυστήρες	L/35 – L/50	6,00	12,00	60,00
Κυψελωτές δοκοί	L/10 – L/18	6,00	12,00	18,00
Επίπεδα δικτυώματα	L/10 – L/15	6,00	18,00	60,00
Εσχάρα δοκών	L/25 – L/35	10,00		70,00
Εσχάρα δικτυωμάτων	L/15 – L/20	10,00		90,00
Ζυγώματα από υψίκορμες δοκούς	L/30 – L/40	5,00		40,00
Πλαίσια (οι δοκοί και τα υποστυλώματα είναι άκαμπτα συνδεδεμένα μεταξύ τους)	L/10 – L/20 t/a = 1/15 – 1/30	8,00		50,00
Επίπεδες δικτυωματικές δοκοί	L/18 – L/22	3,00	18,00	36,00
Τριγωνικά δικτύωμα τύπου Fink	L/4 – L/5	9,00	15,00	30,00
Τριγωνικά δικτύωμα τύπου Howe	L/4 – L/5	10,00	15,00	32,00
Τοξωτά δικτυώματα	L/6 – L/10	18,00	24,00	36,00
Δικτυώματα τριγωνικής διατομής	L/4 – L/15	22,00	30,00	>60,00
Τόξα κιβωτιοειδούς διατομής	L/4 – L/6 h = 1/50 – 1/70	18,00	36,00	>70,00
Τόξα δικτυωματικά	L/4 – L/6 h/a = 1/30 – 1/50	40,00		120,00
Θόλος με νευρώσεις	L/3 – L/5	15,00	46,00	>60,00
Αναρτημένα καλώδια	L/5 – L/11 t/L = 1/1.000 – 1/10.000	20,00	50,00	150,00
Προεντεταμένα καλώδια με ορθοστάτες ή δικτυώματα	L/5 – L/11 t/L = 1/1.000 – 1/10.000	20,00		150,00
Καλωδιωτές διπλής καμπυλότητας	t/L = 1/1.000 – 1/10.000	20,00		150,00
Χωροδικτυώματα υποβασταζόμενα από υποστυλώματα	L/12 – L/20	9,00	18,00	24,00
Χωροδικτυώματα υποβασταζόμενα από τοίχους	L/12 – L/20	9,00	24,00	40,00

Πηγή: Schodek, D.L., & Bechthold, M. (2004). *Structures*. Pearson, σ. 498.

3.3.2.1. Πατώματα από τραπεζοειδή λαμαρίνα

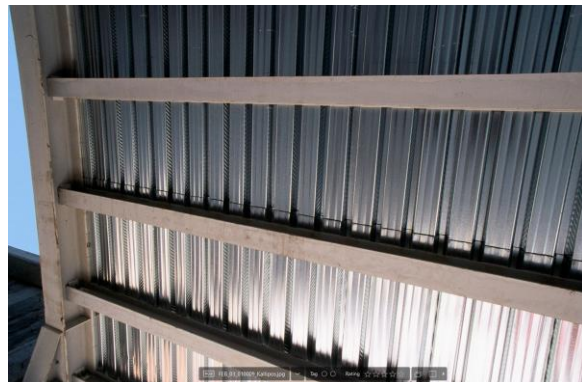


Σχέδιο 3.9 Φορέας πατώματος σύμμεικτης κατασκευής από μεταλλικά γραμμικά στοιχεία και τελική επικάλυψη με ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα επάνω σε τραπεζοειδή λαμαρίνα.

Πρόκειται για τον πλέον κοινό τρόπο διαμόρφωσης επιφάνειας βατών πατωμάτων σε κτίρια κυρίως μεταλλικού σκελετού. Δεν είναι άλλο από φύλλα γαλβανισμένης λαμαρίνας τραπεζοειδούς σχήματος. Επάνω στη λαμαρίνα τοποθετείται δομικό πλέγμα και διαστρώνεται σκυρόδεμα, στο οποίο οι νευρώσεις προσδίδουν αντοχή.

Οι τραπεζοειδείς λαμαρίνες έχουν συνήθη ύψη νευρώσεων 13 mm, 25 mm, 38 mm, 51 mm, 76 mm. Το συνολικό πάχος της πλάκας περιλαμβάνει το ύψος της λαμαρίνας και του σκυροδέματος.

Ο λόγος πάχους της λαμαρίνας (μαζί με το ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα) προς το άνοιγμα που γεφυρώνει είναι $1\div 30$ έως $1\div 50$. Τέτοιες πλάκες μπορούν να γεφυρώσουν άνοιγμα έως **2,5 m** και μπορούν να εφαρμοστούν σε πρόβολο έως **0,40 m**. Ειδικές λαμαρίνες μπορούν να γεφυρώσουν άνοιγμα έως και **7,0 m**.



Εικόνες 3.9, 3.10 Αποψη κατασκευής σύμμεικτου πατώματος από μεταλλικές διατομές, επάνω στις οποίες εδράζεται η τελική επιφάνεια από τραπεζοειδή λαμαρίνα και ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα.

3.3.2.2. Χαλύβδινες δοκοί

Χαλύβδινες δοκοί μορφής «**διπλού T**» χρησιμοποιούνται για πατώματα και οροφές με ανοίγματα από **8,0 m** έως **12,0 m** και με **τυπικό άνοιγμα 9,0 m**. Η απόσταση μεταξύ των δοκών εξαρτάται από τον τύπο πατώματος που θα διαστρωθεί. Για κάλυψη με τραπεζοειδή λαμαρίνα και ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα, τυπικές συνήθειες αποστάσεις διαδοκίδωσης είναι από **1,8 m** έως **4,6 m**. Για οικονομική κατασκευή, μια τυπική επιφάνεια τεσσάρων υποστυλωμάτων είναι περίπου **90,0 m²**.

Οι **κύριες δοκοί** διατάσσονται στο μικρότερο άνοιγμα και επάνω τους εδράζονται οι ελαφρύτερες δοκοί.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής το $h = 1\div 15 L$ έως $1\div 20 L$.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής το $h = 1\div 20 L$ έως $1\div 23 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

Στο επάνω πέλμα των δοκών και μονάχα στις περιπτώσεις που θα τοποθετηθεί τραπεζοειδής λαμαρίνα με ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα, ηλεκτροσυγκολλούνται εργοστασιακά οι λεγόμενοι «**διατμητικοί ήλοι**». Αυτοί είναι μεταλλικοί πείροι που ενσωματώνονται στο πάτωμα με την τραπεζοειδή λαμαρίνα, μέσα στη μάζα του ελαφρά οπλισμένου σκυροδέματος και, έτσι, το σύνολο μαζί με τις δοκούς λειτουργεί ως δίσκος.

3.3.2.3. Ελαφρά μεταλλικά δικτυώματα

Είναι οικονομικότερη εκδοχή από τη χρήση δοκών μορφής διπλού «T» για τη γεφύρωση ανοιγμάτων που είναι μεγαλύτερα από 9,0 m έως 12,0 m. Τα δικτυώματα διατάσσονται στο μεγαλύτερο άνοιγμα και εδράζονται στις περιμετρικές δοκούς. Οι μεταξύ τους αποστάσεις από 0,6 m έως 3,0 m ανάλογα με τον τύπο του πατώματος που θα τοποθετηθεί και τη δυνατότητα γεφύρωσής του.

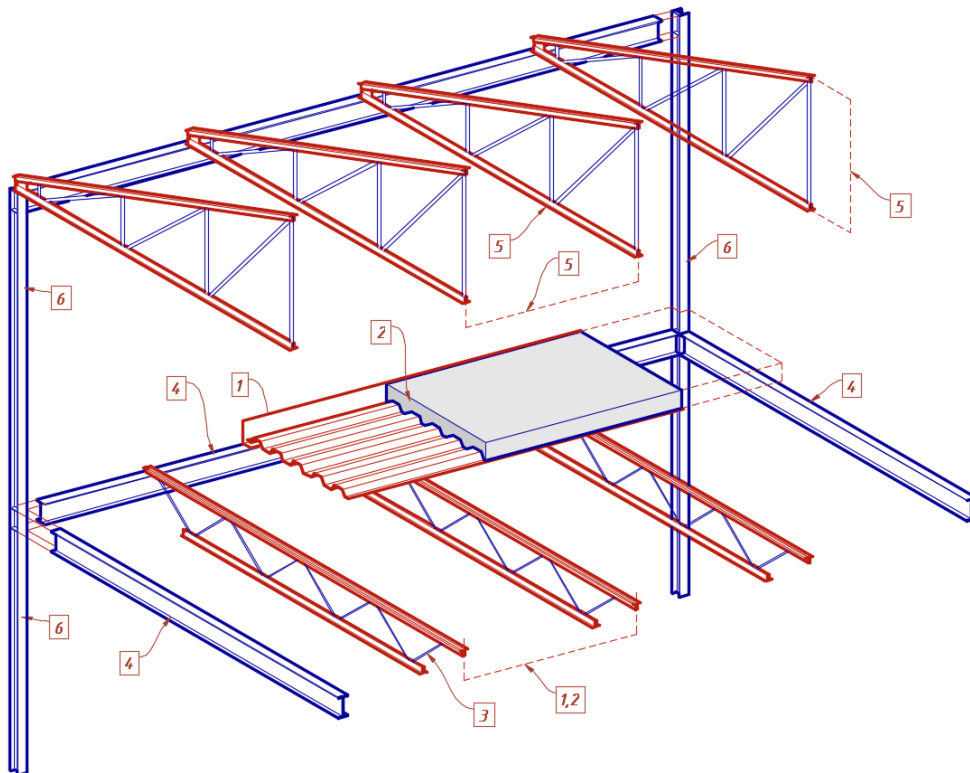
Ύψος της διατομής $h = 1\div 18 L$ έως $1\div 22 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

3.3.3. Παράδειγμα για τον προκαταρκτικό σχεδιασμό μεταλλικής ή ξύλινης κατασκευής από γραμμικά στοιχεία

(Form and Forces, σ. 502)

1. Εκτίμηση του πάχους της τραπεζοειδούς λαμαρίνας του πατώματος ανάλογη του ανοίγματος που γεφυρώνει.
 - Πάχος διατομής: $1\div 40$ του ανοίγματος.
 - Τυπικά πάχη εμπορίου: 25, 38, 50, 100 mm.
2. Εκτίμηση του πάχους της πλάκας ελαφρά οπλισμένου σκυροδέματος που θα διαστρωθεί επάνω στην τραπεζοειδή λαμαρίνα.
 - Συνολικό πάχος (συμπεριλαμβανομένης της τραπεζοειδούς λαμαρίνας): $1\div 24$ του ανοίγματος που γεφυρώνει.
 - Τυπικά πάχη: 6,5 – 8,0 cm.
3. Εκτίμηση του ύψους των ελαφρών μεταλλικών δικτυωματικών δοκών.
 - Ύψος διατομής: $1\div 20$ του ανοίγματος για μεγάλα φορτία πατωμάτων ή με αραιή διάταξη των δικτυωματικών δοκών.

- Ύψος διατομής: $1\div 24$ του ανοίγματος για μικρά φορτία πατωμάτων ή με πυκνή διάταξη των δικτυωματικών δοκών.
 - Οι αποστάσεις των δικτυωματικών δοκών ποικίλλουν ανάλογα το υλικό του πατώματος. Τυπικές αποστάσεις για τραπεζοειδείς λαμαρίνες από 0,60 έως 3,0 m.
4. Εκτίμηση του ύψους των χαλύβδινων δοκών μορφής διπλού «Τ» στην περίμετρο του πατώματος και μεταξύ των υποστυλωμάτων.
 - Ύψος διατομής: $1\div 20$ του ανοίγματος.
 - Για ζυγώματα: $1\div 15$ του ανοίγματος.
 - Το πάχος του πέλματος σε ζυγώματα είναι συνήθως το $1\div 3$ έως $1\div 2$ του ύψους.
 5. Εκτίμηση του ύψους του δικτυώματος της στέγης.
 - Για τριγωνικά δικτυώματα: $1\div 4$ - $1\div 5$ του ανοίγματος που γεφυρώνεται.
 - Για παραλληλεπίπεδα δικτυώματα: $1\div 8$ – $1\div 12$ του ανοίγματος που γεφυρώνεται.
 6. Εκτίμηση διαστάσεων υποστυλωμάτων γίνεται με άθροιση όλων των επιφανειών των πατωμάτων που φέρονται από αυτά.
 - Για παράδειγμα, μια κολόνα **W8** υποστηρίζει δάπεδο συνολικής επιφάνειας 280,00 m², ενώ μια κολόνα **W14** υποστηρίζει δάπεδο συνολικής επιφάνειας 2.300,00 m².
 - Τα υποστυλώματα είναι συνήθως τετράγωνης ή σχεδόν τετράγωνης διατομής.



Σχέδιο 3.10 Κατασκευή φορέα από ελαφρά μεταλλικά στοιχεία. Στο σχέδιο έχουν παραλειφθεί στοιχεία ακαμψίας.

Αυτοί οι προσεγγιστικοί υπολογισμοί είναι χρήσιμοι για τον σχεδιασμό **σε προκαταρκτικό στάδιο** και ίσως και σε επίπεδο **προμελέτης** ενός έργου. Προφανώς, στα επόμενα στάδια σχεδιασμού θα ακολουθήσει η πλήρης στατική μελέτη που θα δώσει και τις τελικές διαστάσεις των

στοιχείων, οι οποίες όμως θα έχουν πολύ μικρές διαφορές από αυτήν την προεκτίμηση και, φυσικά, δεν θα προκύψουν ανεπιθύμητες ανατροπές στις συνθετικές μας επιλογές. Στο παράδειγμα δεν έγινε αναφορά σε στοιχεία ακαμψίας που ενδεχομένως απαιτούνται.



Εικόνα 3.11 Σιδηροδρομικός σταθμός στο Άρνεμ της Ολλανδίας. Κατασκευή με καμπύλες δοκούς και υποστυλώματα. Ελαφρά κάλυψη με τραπεζοειδή λαμαρίνα, θερμομόνωση και φύλλα μετάλλου. Τα υποστυλώματα και οι κύριες δοκοί του φορέα έχουν στρογγυλές κοίλες διατομές, ενώ οι τεγίδες έχουν μεταλλικές διατομές μορφής διπλού «Τ». Ο διάδρομος κυκλοφορίας και η σκάλα αναρτώνται από τον φορέα της στέγης με χαλύβδινες ράβδους ελκυστήρων.



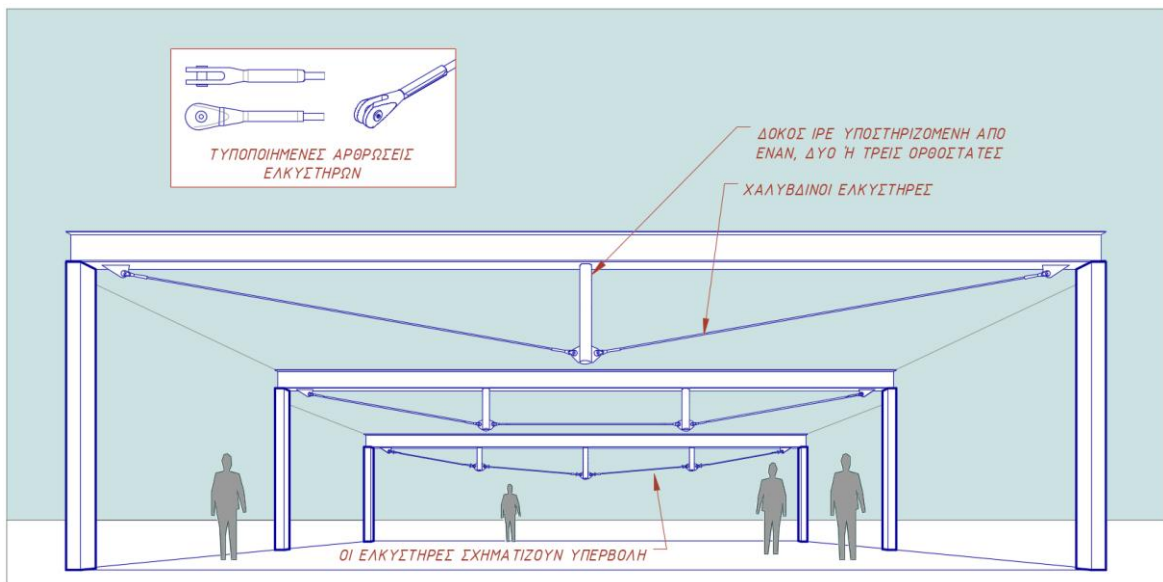
Εικόνα 3.12 Τοξωτό μεταλλικό στέγαστρο ανοίγματος 50,0 m, με μεταλλικούς διαδρόμους κυκλοφορίας επισκεπτών. Αναρτημένους από μεταλλικές ράβδους μέσω αρθρώσεων. Το στέγαστρο καλύπτει τον χώρο ανασκαφών στο «Παλάτι του Νέστορα» στην Πύλο. Έργο του Υπουργείου Πολιτισμού που ολοκληρώθηκε το 2016.

3.3.3.1. Δοκοί μορφής ανεστραμμένου τριγώνου, ενισχυμένες με ορθοστάτη και ελκυστήρες

Πρόκειται για μια διάταξη μορφής ανάποδου τριγωνικού δικτυώματος, από χαλύβδινες διατομές ΙΡΕ ή ΗΕΑ — με έναν ή περισσότερους μεταλλικούς ορθοστάτες που μοιράζουν το άνοιγμά τους— και από ελκυστήρες.

Τέτοιοι φορείς συνήθως γεφυρώνουν **ανοίγματα** από **6,0 m** έως **20,0 m** ή και περισσότερο. Για τον σχεδιασμό τους, προτείνεται οι **γωνίες** των ελκυστήρων να είναι μεγαλύτερες από **10°**.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής: $h = 1 \div 35 L$ έως $1 \div 50 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.



Σχέδιο 3.11

Υποβασταζόμενες χαλύβδινες δοκοί μορφής ανεστραμμένου δικτυώματος, με θλιβόμενους ορθοστάτες και ράβδους ελκυστήρων.

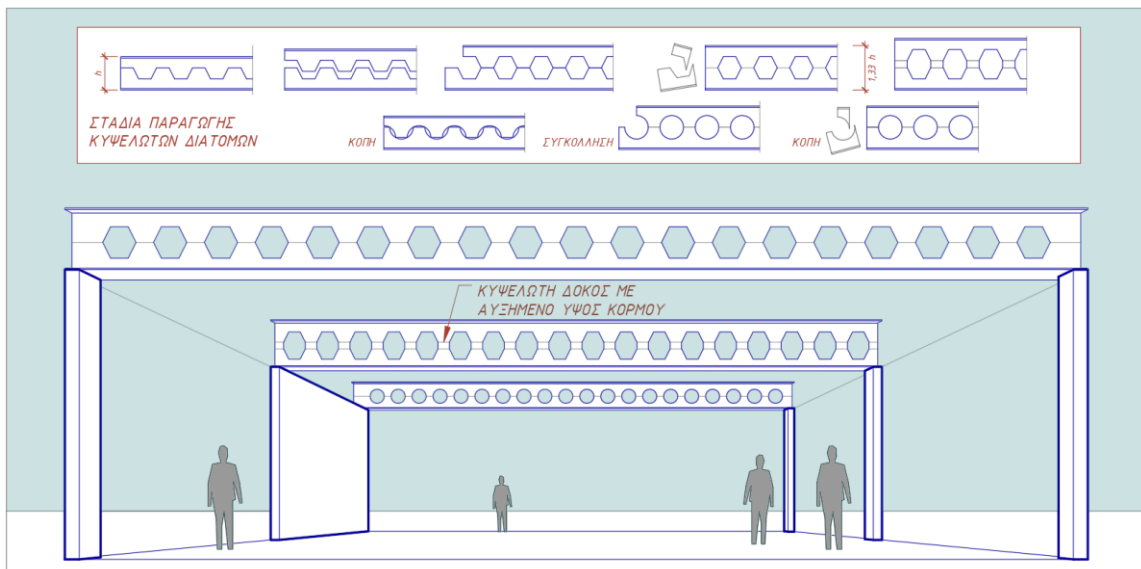
Εικόνα 3.13

Μακέτα του κέντρου διανομής της Renault. Σύστημα στέγασης με χαλύβδινες κυψελωτές διατομές αναρτημένες από σύστημα ιστών και ελκυστήρων και άνοιγμα μεταξύ των υποστυλωμάτων 24,0 m.

Αρχιτέκτονας, Norman Foster, στατικά Ove Arup & Partners, Swindon, ΗΒ. Αποπεράτωση 1982.

Κυψελωτές δοκοί

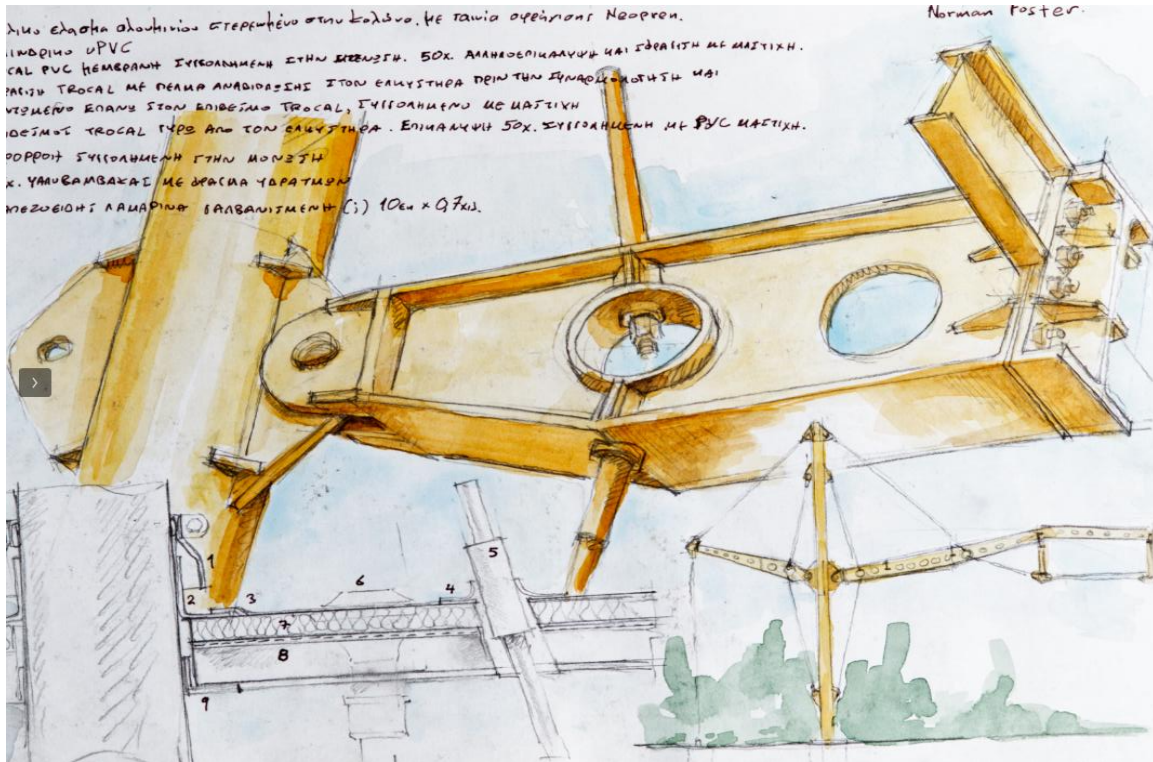
Χαλύβδινες δοκοί μορφής «**διπλού T**» για πατώματα και οροφές με ανοίγματα από **6,0 m** έως **18,0 m**. Πρόκειται για δοκούς ειδικά διαμορφωμένες με κοπή και συγκόλληση του κορμού. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μεγαλύτερο ύψος δοκού, αλλά ταυτόχρονα και ελαττωμένο βάρος, ενώ επιπλέον, από τις οπές του κορμού μπορεί να γίνει και διέλευση μηχανολογικών δικτύων. Οι κυψελωτές δοκοί είναι πολύ αποτελεσματικές στατικά, αλλά απαιτούν επιπλέον κόστος για την επεξεργασία τους και έχουν αρκετή φύρα σε υλικό.



Σχέδιο 3.12 Χαλύβδινες δοκοί κυψελωτής διατομής.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής: $h = 1 \div 10 L$ έως $1 \div 18 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

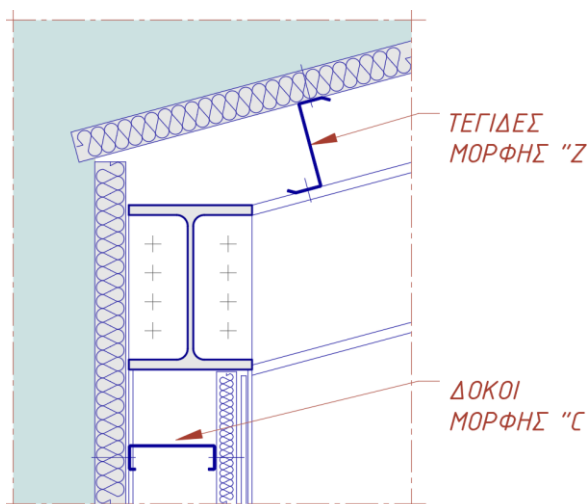




Εικόνα 3.14 Σχέδιο του κέντρου διανομής της Renault. Σύστημα στέγασης με χαλύβδινες κυψελωτές διατομές αναρτημένες από σύστημα ιστών και ελκυστήρων και άνοιγμα μεταξύ των υποστυλωμάτων 24,0 m. Αρχιτέκτονας, N. Foster, στατικά Arup & Partners, Swindon,, HB. Αποπεράτωση 1982.

3.3.3.2. Ελαφρές μεταλλικές γαλβανισμένες διατομές

Μεταλλικές γαλβανισμένες διατομές μορφής «C» για κατασκευές συστημάτων με ελαφρύ σκελετό. Συνήθως χρησιμοποιούνται ως μηκίδες μεταξύ χαλύβδινων υποστυλωμάτων, επάνω στις οποίες στερεώνονται πάνελα πλαγιοκόλυψης του κτιρίου. Τα μήκη τους είναι από 2,0 m έως 14,0 m, **C120, C140, C180, C210, Z140, Z180** και **Z210**.



Σχέδιο 3.13

Ανοικτές στρατζαριστές, γαλβανισμένες διατομές μικρού πάχους, μορφής «Z» και «Ω», κυρίως για δευτερεύουσες χρήσεις ως μηκίδες και τεγίδες στερέωσης ελαφρών πανέλων επικάλυψης.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής: $h = 1 \pm 20 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν, με μέγιστο επιτρεπόμενο άνοιγμα 9,0 m.

3.3.3.3. Μονώροφα άκαμπτα πλαίσια

Πλαίσια μονώροφα καλύπτουν ανοίγματα από **9,0 m** έως **38,0 m** που μπορεί να φτάσουν έως και τα **90,0 m** ή και μεγαλύτερα. Αποστάσεις πλαισίων από **6,0 m** έως **7,6 m** και μέχρι 12,0 m εφόσον το υλικό της οροφής και οι πλαγιοκαλύψεις μπορούν να καλύψουν αυτά τα ανοίγματα.

Τυπικές κλίσεις στέγης **1:12** έως **4:12**.

Ύψος κατακόρυφων τοίχων **2,4 m** έως **9,0 m**.

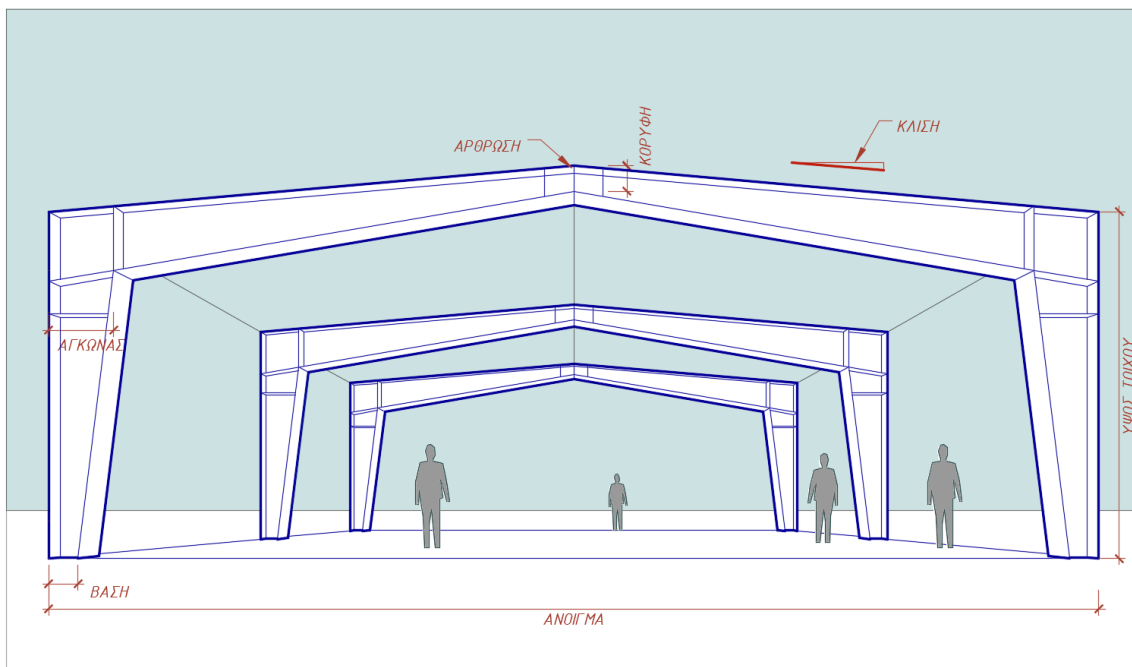
Πλάτος βάσης από **18,0 cm** έως **50,0 cm**.

Για μικρά φορτία: Ύψος ένωσης στην άρθρωση της κορυφής: **15,0 cm** έως **55,0 cm**

Το πάχος αγκώνα **1÷30 – 1÷40 L**

Για μεγάλα φορτία: Ύψος ένωσης στην άρθρωση της κορυφής: **33,0 cm** έως **1,05 m**

Το πάχος αγκώνα **1÷22 – 1÷26 L**



Σχέδιο 3.14 Μεταλλικά πλαίσια.

3.3.3.4. Επίπεδα δικτυώματα

Τα δικτυώματα κατασκευάζονται από χάλυβα και τα μέλη τους έχουν διάφορα σχήματα, από χαλύβδινες ανοικτές διατομές, από κοίλες διατομές ή από στρογγυλές με ποικιλία συνδέσεων.

Τα μεγέθη τους περιορίζονται μόνον από τη δυνατότητα μεταφοράς από το εργοστάσιο κατασκευής στον χώρο συναρμολόγησης και τοποθέτησης.

Οι αναλογίες ύψους (h) προς το άνοιγμα που γεφυρώνουν (L) είναι για:

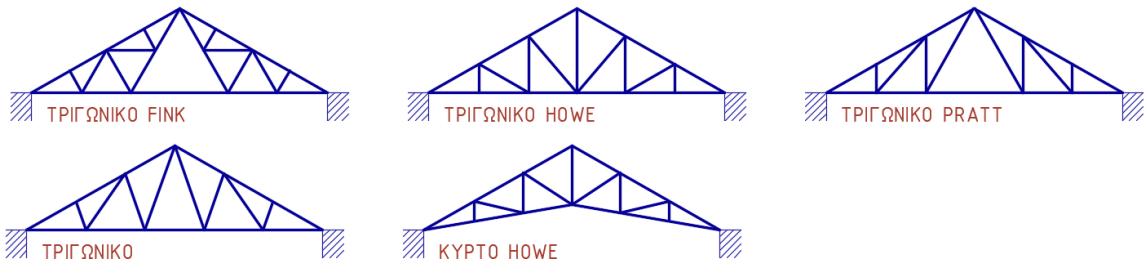
Τριγωνικά δικτυώματα τύπου Fink ή Howe, ύψος τριγώνου $h = 1÷4$ έως $1÷5 L$.

Τοξωτά δικτυώματα, ύψος τόξου $h = 1÷6$ έως $1÷10 L$.

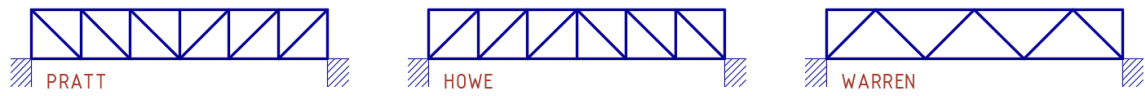
Παραλληλεπίπεδα δικτυώματα, ύψος $h = 1÷10$ έως $1÷15 L$.

Τα παραλληλεπίπεδα δικτυώματα είναι πιο οικονομική επιλογή μέχρι το άνοιγμα των 35,0 m έως 40,0 m.

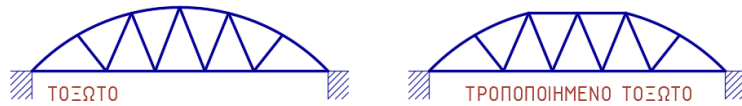
ΤΡΙΓΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ



ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΠΙΠΕΔΑ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ

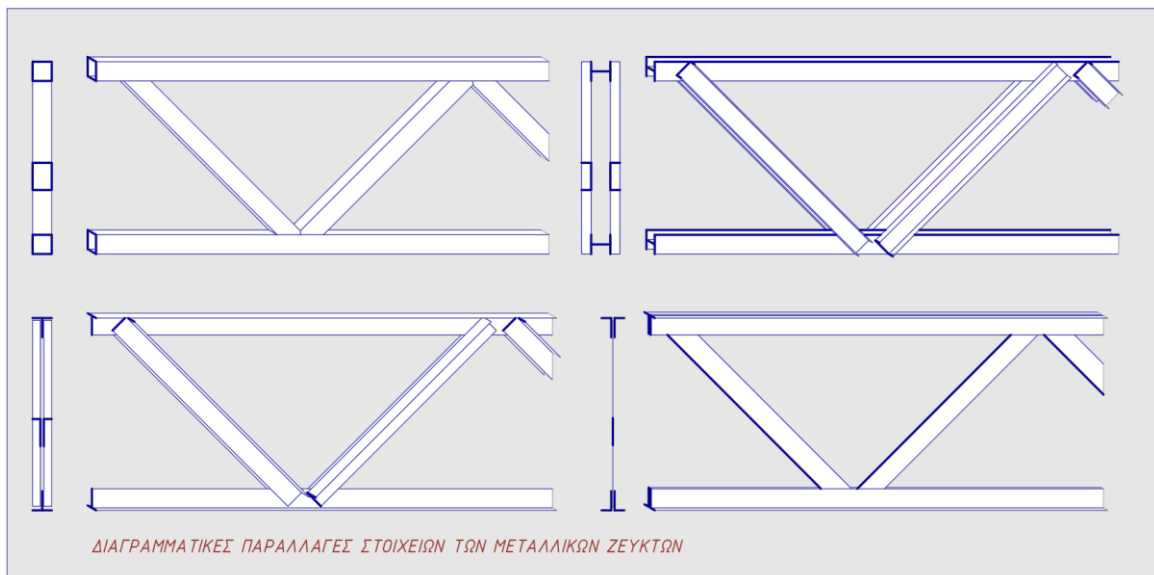


ΤΟΞΩΤΑ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ



Σχέδιο 3.15

Τύποι και ονοματολογία επίπεδων δικτυωμάτων από μεταλλικά μέλη.

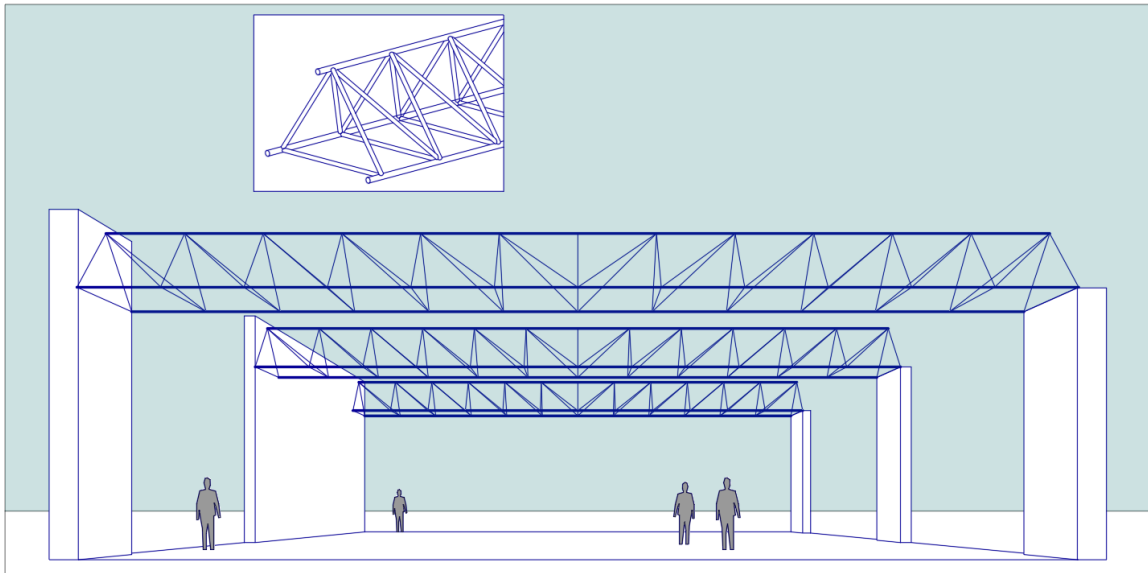


Σχέδιο 3.16

Ενδεικτικά παραδείγματα με διαφορετικές περιπτώσεις κατασκευής μεταλλικών δικτυωμάτων.

3.3.3.5. Δικτυώματα ειδικής διατομής

Υπάρχουν και ειδικού τύπου δικτυώματα, για παράδειγμα **τριγωνικής τομής**, που μπορούν να γεφυρώσουν πολύ μεγάλα ανοίγματα, από 22,0 m μέχρι και περισσότερο από 60,0 m. Τυπικά ανοίγματα που γεφυρώνουν είναι της τάξης των 30,0 m. Αυτά τα δικτυώματα έχουν αναλογίες ύψους προς άνοιγμα $h = 1 \div 4$ έως $1 \div 15 L$.



Σχέδιο 3.17 Μεταλλικά δικτυώματα ειδικής διατομής.

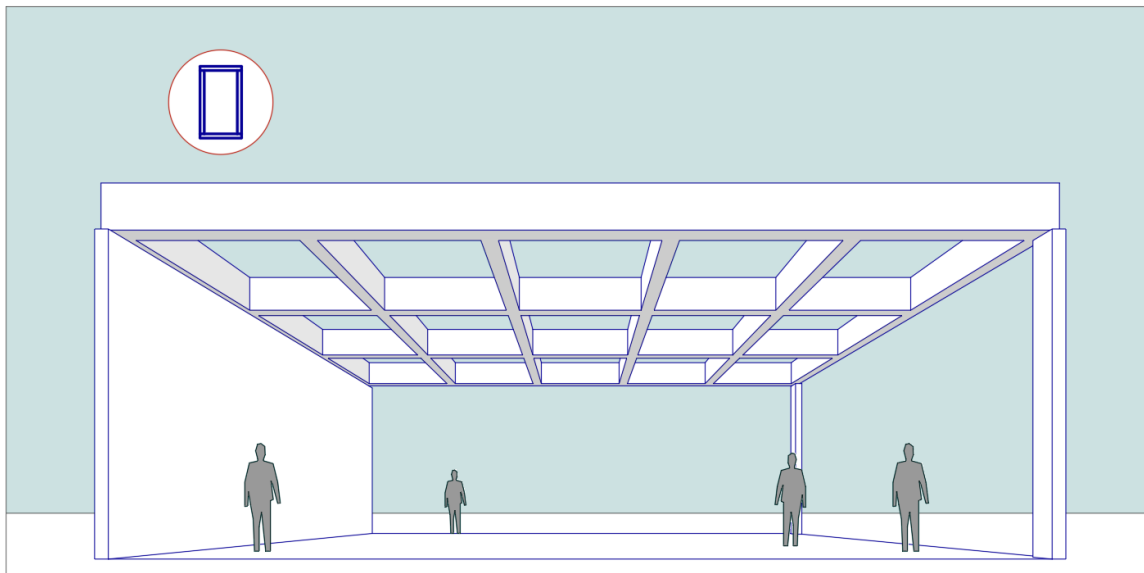


Εικόνα 3.15 Δικτυωματική πεζογέφυρα στη διασταύρωση της Λεωφόρου Καβάλας με την Ε.Ο. Ο φορέας αποτελείται από χαλύβδινες κυκλικές ηλεκτροσυγκολλημένες διατομές. Το άνοιγμα μεταξύ των πυλώνων είναι 52,0 m.

3.3.3.6. Εσχάρα δοκών

Στην εσχάρα δοκών, οι διατομές των δοκών αποτελούνται από χαλύβδινα φύλλα ηλεκτροσυγκολλημένα μεταξύ τους, με τρόπο ώστε να παίρνουν τη μορφή κιβωτίου. Οι εσχάρες δοκών μπορούν να καλύψουν πολύ μεγάλα ανοίγματα από **10,0 m** μέχρι και **70,0 m**.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής: $h = 1 \div 25L$ έως $1 \div 35 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

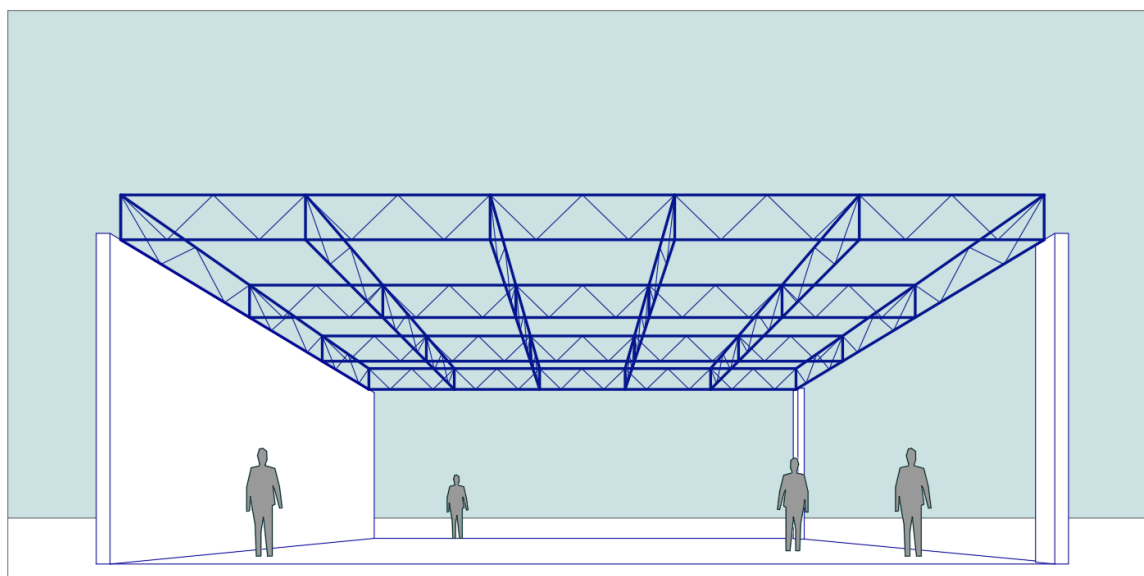


Σχέδιο 3.18 Εσχάρα δοκών κιβωτιοειδούς διατομής.

3.3.3.7. Εσχάρα δικτυωμάτων

Η εσχάρα δικτυωμάτων αποτελείται από διασταυρούμενα επίπεδα δικτυώματα, τα οποία μπορούν επίσης να καλύψουν πολύ μεγάλα ανοίγματα από **10,0 m** έως και **90,0 m**.

Προεκτίμηση ύψους της διατομής: $h = 1 \div 15 L$ έως $1 \div 20 L$, όπου L το μήκος του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

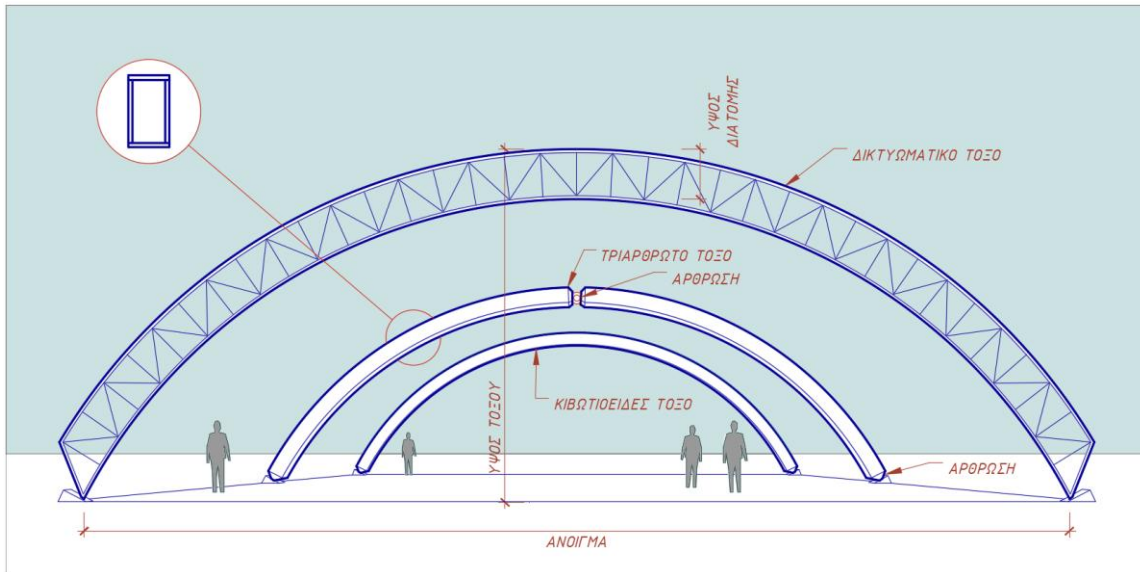


Σχέδιο 3.19 Εσχάρα επίπεδων δικτυωμάτων.

3.3.3.8. Τόξα

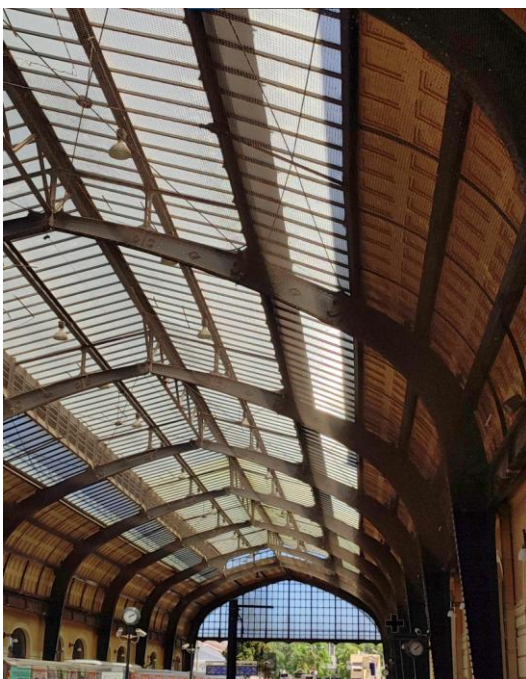
Οι τοξωτές κατασκευές μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες, τα τόξα κιβωτιοειδούς διατομής και τα τόξα από δικτυώματα. Το **ύψος** των τόξων και στις δύο περιπτώσεις είναι από το **1÷4** έως το **1÷6** του ανοίγματος που γεφυρώνουν.

Τα τόξα από χάλυβα που κατασκευάζονται από κιβωτιοειδείς διατομές, δηλαδή από μεταλλικά ελάσματα ηλεκτροσυγκολλημένα μεταξύ τους σε σχήμα κιβωτίου. Τα ανοίγματα που μπορούν να γεφυρώσουν είναι τεράστια και γι' αυτό χρησιμοποιούνται στην κατασκευή γεφυρών. Το **ύψος** (h) της **διατομής** τους ως προς το άνοιγμα που γεφυρώνουν είναι $h = 1÷50 L$ έως $1÷70 L$.



Σχέδιο 3.20 Μεταλλικά τόξα μορφωμένα από επίπεδο δικτύωμα ή από τριαρθρωτές κιβωτιοειδείς διατομές ή από διατομές διπλού ταυ.

Τα τοξωτά δικτυώματα είναι ελαφρύτερα και γεφυρώνουν ακόμη μεγαλύτερα ανοίγματα. Το **ύψος** (h) της **διατομής** τους ως προς το άνοιγμα που γεφυρώνουν είναι $h = 1÷30 L$ έως $1÷50 L$.



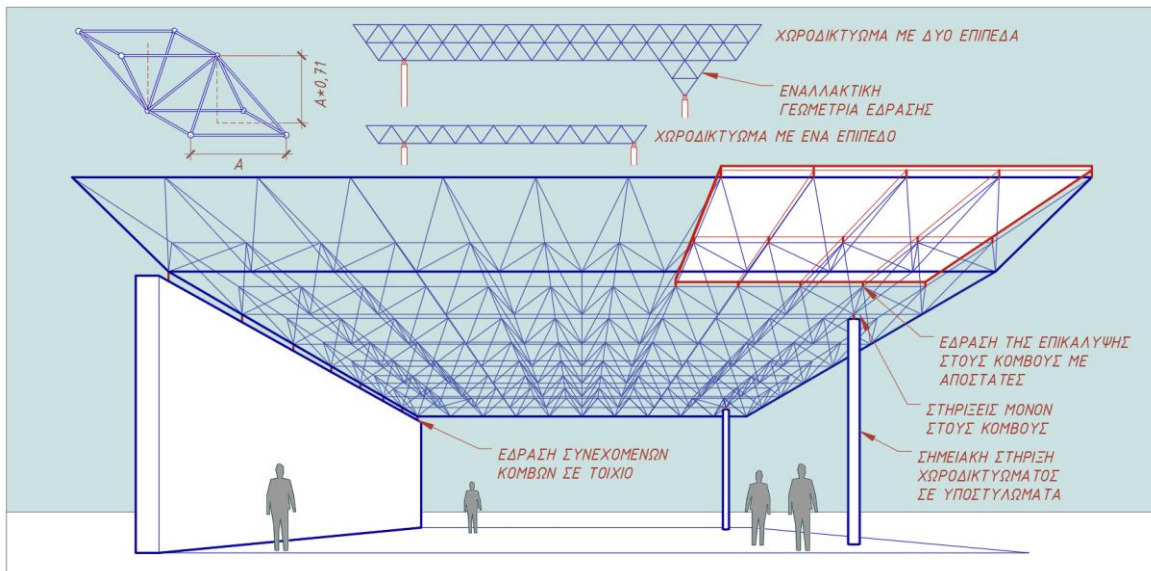
Εικόνα 3.16

Κάλυψη χώρου του σταθμού ΗΣΑΠ Πειραιώς με τριαρθρωτά χαλύβδινα τόξα, διατομής διπλού ταυ, που γεφυρώνουν άνοιγμα περίπου 20,0 m.

Αρχιτέκτονας Ιωάννης Αξελός, στατικός Μιλτιάδης Αξελός, Πειραιάς, 1929.

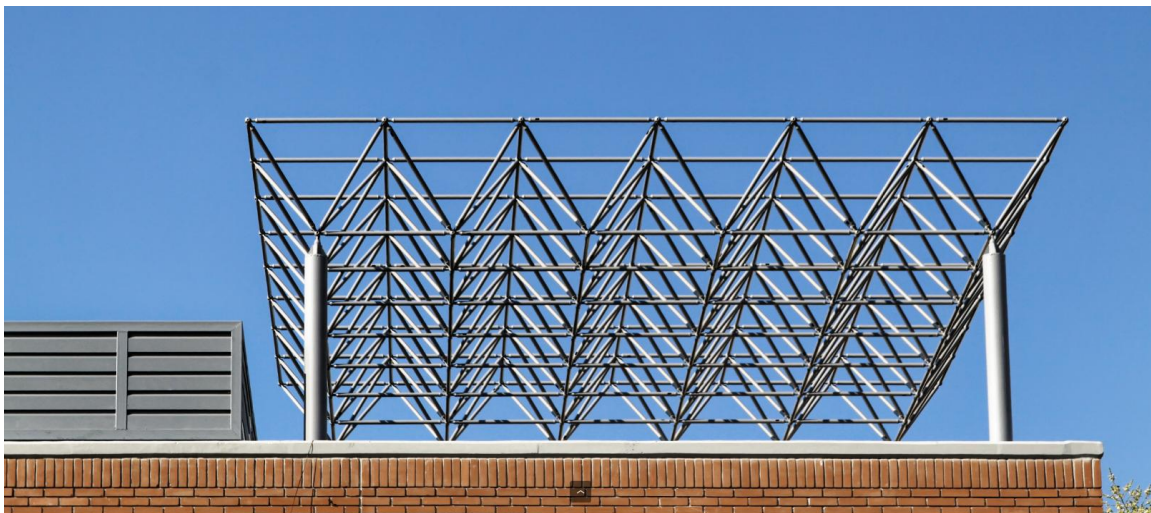
3.3.3.9. Χωροδικτύωματα

Είναι τετραέρειστοι φορείς με τρεις χωρικές διαστάσεις αποτελούμενοι από ράβδους σε διάταξη τετραγωνικών πυραμίδων. Όλα τα μέλη τους είναι ράβδοι ίδιου μεγέθους, που συνδέονται στις κορυφές με ειδικούς κόμβους. Τα χωροδικτύωματα εδράζονται είτε σε υποστυλώματα είτε σε τοίχους, αλλά μόνον σημειακά στους κόμβους των ράβδων και ποτέ στις ίδιες τις ράβδους, οι οποίες δεν πρέπει να καταπονούνται παρά μόνον από αξονικές δυνάμεις. Οποιαδήποτε φόρτιση των ράβδων μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση.



Σχέδιο 3.21 Μεταλλικό χωροδικτύωμα.

Τυπικά μήκη των ράβδων είναι από **0,80 m** έως **1,20 m** και μέχρι **1,50 m**. Το μέγεθος των ράβδων και του κόμβου καθορίζει τη γεωμετρία των τετραγωνικών πυραμίδων και άρα τις διαστάσεις του. Το ύψος (h) του χωροδικτύωματος ως προς το άνοιγμα (L) που γεφυρώνει είναι $h = 1\div 12 L$ έως $1\div 20 L$. Τέτοιοι φορείς καλύπτουν ανοίγματα από **18,0 m** έως **24,0 m**, που μπορεί να φτάσουν και τα **40,0 m**. Γενικά, όταν εδράζονται σε τοιχία, μπορούν να γεφυρώσουν μεγαλύτερα ανοίγματα από ό,τι όταν εδράζονται σε υποστυλώματα.



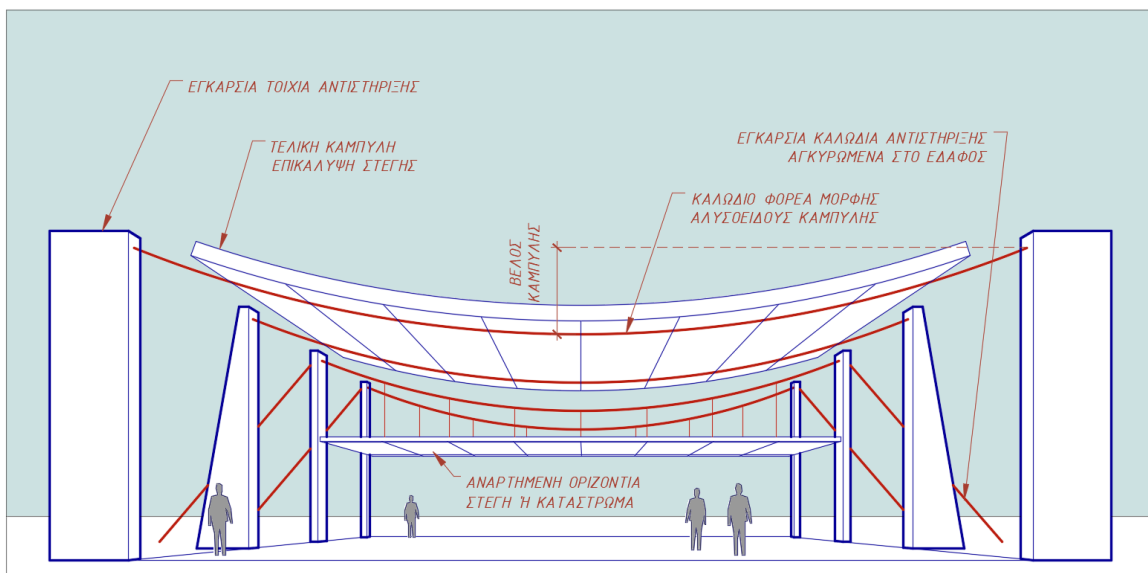
Εικόνα 3.17 Μεταλλικό χωροδικτύωμα στο δώμα του βρεφονηπιακού σταθμού του Οργανισμού Εργατικής Εστίας στο Ίλιον. Αρχιτεκτονικά Ε. Αγγιαντώνη, Π. Βασιλάτος, στατικά, Μελετητική ΑΤΕ. Ίλιον 2003.

3.3.3.10. Αντιστηριζόμενες και αναρτημένες καλωδιωτές κατασκευές

Οι φορείς από πλεγμένα εύκαμπτα χαλύβδινα καλώδια είναι οι πιο αποδοτικοί και μπορούν να καλύψουν τεράστια **ανοίγματα**: με συνήθη μήκη **50 m**, μπορούν να φτάσουν σε **150 m** αλλά και ακόμα μεγαλύτερα. Αυτό συμβαίνει γιατί τα καλώδια καταπονούνται σχεδόν αποκλειστικά σε εφελκυσμό.

Το μειονέκτημα των καλωδιωτών φορέων είναι ότι παραμένουν **εύκαμπτοι** και ταλαντώνονται. Όταν το φορτίο που αναρτάται είναι σημειακό και όχι ομοιόμορφα κατανεμημένο, ο φορέας παραμορφώνεται. Για παράδειγμα, ένα φορτηγό αυτοκίνητο ή ένα τρένο καθώς κινείται σε μια καλωδιωτή γέφυρα, το οδόστρωμα παραμορφώνεται και το όχημα κινείται συνεχώς ανηφορικά. Το μειονέκτημα των κατασκευών αυτών είναι ότι απαιτεί ισχυρές αντιστηρίξεις. Επίσης, στα αναρτημένα οδοστρώματα ή τις στέγες προστίθενται μεγάλα επιπλέον φορτία ώστε να ενισχυθεί η ευστάθεια του φορέα και να μην ταλαντώνεται ακόμα και από τη δύναμη του αέρα.

Το **βέλος** (h) του καλωδίου είναι $h = 1 \div 5 L$ έως $1 \div 11 L$. Το **πάχος** (t) των καλωδίων είναι τόσο λεπτό $t = 1 \div 1.000 L$ έως $1 \div 10.000 L$.



Σχέδιο 3.22 Φορείς από εύκαμπτα καλώδια με τις απαιτούμενες αντιστηρίξεις. Η στέγαση — είτε επικαθήμενη είτε αναρτημένη — είναι συνήθως μεγάλου βάρους ώστε αυτό να συμβάλλει στην ακαμψία του φορέα.

Ο συνηθέστερος τρόπος ανάρτησης φορτίου γίνεται με δευτερεύοντα κατακόρυφα καλώδια (αναρτήρες) διατεταγμένα σε κανονικές αποστάσεις μεταξύ τους και στερεωμένα από τα πρωτεύοντα καλώδια. Το φυσικό **σχήμα** που παίρνει η καμπύλη κάτω από φόρτιση είναι μια «**αλυσοειδής καμπύλη**», η οποία πλησιάζει σχεδόν το σχήμα της παραβολής. Όλες οι συνδέσεις είναι αρθρώσεις που επιτρέπουν την ελευθερία κινήσεων του φορέα.

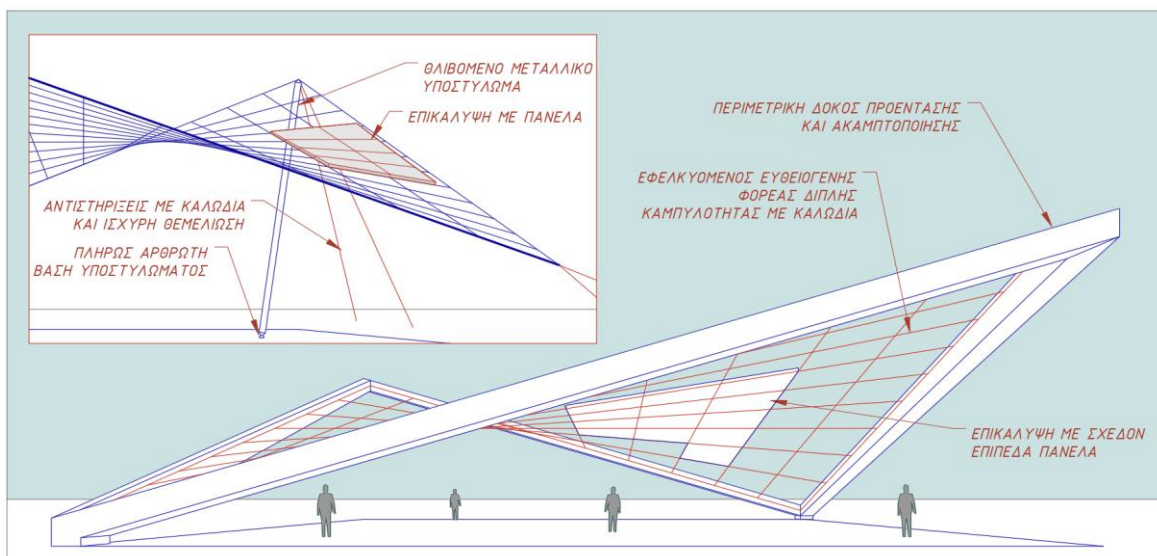
Εξαιτίας του καμπύλου σχήματος των καλωδίων, για τη δημιουργία επαρκούς εσωτερικού χώρου, η στήριξη αναγκαστικά γίνεται σε μεγάλο ύψος και απαιτούνται πυλώνες ή ιστοί.

Για τη δημιουργία στέγης, τα καλώδια διατάσσονται παράλληλα και επάνω τους εδράζεται η στέγη σε μορφή καμπύλης. Η απόσταση των καλωδίων είναι αντίστοιχη του συστήματος στέγασης και του ανοίγματος που μπορεί να καλύψει. Συνήθως οι στέγες είναι μεταλλικά πάνελα, ξύλινο σανίδωμα ή τραπεζοειδείς λαμαρίνες με θερμομόνωση. Η τελική επικάλυψη γίνεται με διάστρωση από συνθετικές στεγανωτικές μεμβράνες ώστε να εξασφαλίζεται ελευθερία των όποιων μετακινήσεων.

3.3.3.11. Καλωδιωτές με διπλή καμπυλότητα

Από τις πιο εκφραστικές μορφές φορέων. Δημιουργείται στον χώρο ένα δίχτυ από καλώδια που καλύπτουν μια μεγάλη επιφάνεια και αγκυρώνονται σημειακά στο έδαφος. Οι φορείς καλύπτονται με ελαφρά υλικά, όπως σανίδες ξύλου, πανέλα μεταλλικά ή διαφανή πολυκαρβονικά ή άλλα συνθετικά υλικά.

Θα μπορούσαμε να το φανταστούμε σαν ένα ύφασμα με πολύ αραιή πλέξη με διασταυρούμενα καλώδια, όπως το «υφάδι» και το «στημόνι» στην υφαντική. Για την ευστάθεια του φορέα απαιτείται τα καλώδια να έχουν αντίθετες καμπυλότητες μορφής υπερβολικού παραβολοειδούς, τα μεν με τα κοίλα προς τα πάνω, τα δε με τα κοίλα προς τα κάτω. Οι αρχές σχεδιασμού προφανώς είναι ίδιες με αυτές που ακολουθούνται στις τέντες από υφαντά υλικά, όπου και δίνονται περισσότερες πληροφορίες για τις τεχνικές απαιτήσεις κατασκευής.



Σχέδιο 3.23 Καλωδιωτή κατασκευή διπλής καμπυλότητας. Η ακαμπτοποίηση των καλωδίων επιτυγχάνεται είτε με περιμετρική προένταση είτε με αγκύρωση σε άκαμπτα περιμετρικά στοιχεία, συνήθως από σπλισμένο σκυρόδεμα.

Καλύπτουν **ανοίγματα** από **20,0 m** και φτάνουν στα **150,0 m** ή και πολύ περισσότερο. Στην περίπτωση καλωδιωτών κατασκευών, το **πάχος** (t) των καλωδίων είναι $t = 1 \div 1.000 L$ έως $1 \div 10.000 L$, όπου «L» το άνοιγμα που καλύπτουν.



Εικόνα 3.18

Χωρική ευθειογενής κατασκευή με συρματοσχοίνα στον Βοτανικό κήπο της Βαρκελώνης. Τα συρματοσχοίνα είναι αγκυρωμένα σε αναλημματικούς τοίχους από Corten ειδικής κατασκευής. Αρχιτέκτονας Carlos Ferrater, Βαρκελώνη, Ισπανία 1999.

3.3.4. Φορείς από οπλισμένο σκυρόδεμα

Οι φορείς από **οπλισμένο σκυρόδεμα, χυτευμένο σε καλούπια** στο εργοτάξιο, αποτελούν την πιο κοινή κατασκευαστική πρακτική. Το οπλισμένο σκυρόδεμα εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα το 1907 και από τότε, με αυτήν τη μέθοδο έχει κατασκευαστεί η συντριπτική πλειονότητα των κτιρίων. Η μέθοδος αυτή αποτελεί τον πλέον διαδεδομένο τρόπο δομής και όχι μόνο στον Ελληνικό χώρο.

Οι φορείς από **προκατασκευασμένα στοιχεία** οπλισμένου σκυροδέματος είναι ξεχωριστή περίπτωση και δεν αποτελούν τυπικές κατασκευές, με την έννοια ότι απαιτείται υποστήριξη με την ύπαρξη κατάλληλης βιομηχανικής παραγωγής. Η μεγάλη διαφορά των δύο μεθόδων είναι ότι η προκατασκευή συνήθως απαιτεί **μεγάλα κτιριακά προγράμματα με λιγότερο προσαρμοστική αρχιτεκτονική** και άλλου είδους οργάνωση στο εργοτάξιο, προσανατολισμένη περισσότερο στην **τυποποίηση** και την **ταχύτητα** κατασκευής.

Οι φέροντες οργανισμοί από οπλισμένο σκυρόδεμα παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία στο σχήμα και τη διάταξη των δοκών, η οποία τους δίνει διαφορετικές δυνατότητες ανάληψης φορτίων και γεφύρωσης ανοιγμάτων.

Έτσι οι τυπικοί φορείς από οπλισμένο σκυρόδεμα με συμπαγείς επίπεδες πλάκες, όπως θα τους εξετάσουμε, διακρίνονται ανάλογα με τη διάταξη των δοκών τους σε:

1. Πλάκες συμπαγείς με περιμετρικές ορθογωνικές δοκούς επίσης από οπλισμένο σκυρόδεμα, όπου θα σταθούμε περισσότερο ως την πλέον τυπική κατασκευή.
2. Πλάκες με κατά μήκος νευρώσεις στη μία διεύθυνση.
 - Νευρώσεις από αφαιρούμενος πλαστικότυπος.
 - Νευρώσεις ορθογώνιες
3. Πλάκες με φατνώματα.
 - Φατνώματα από αφαιρούμενος πλαστικότυπος.
 - Φατνωματικές πλάκες «σάντουιτς».

Πίνακας 3.4: Δομικά συστήματα οπλισμένου σκυροδέματος, προσέγγιση διαστάσεων φορέα				
	Υψος φορέα (H)	Ελάχιστο άνοιγμα (m)	Τυπικό άνοιγμα και τυπικό μήκος φορέα (m)	Μέγιστο άνοιγμα (m)
Πλάκα συμπαγής σκυροδετημένη	Απλή στήριξη L/25 Συνεχόμενη στο ένα άκρο L/30 Συνεχόμενη και στα δύο άκρα L/35	1,50	4,00	6,00
Πλάκα Πρόβολος	L/10		1,50	3,00
Δοκοί σκυροδετημένες	Απλή στήριξη L/20 Συνεχόμενη στο ένα άκρο L/23 Συνεχόμενη και στα δύο άκρα L/26	4,00	8,00	20,00
Δοκός σε πρόβολο	L/10	1,00	2,00	4,00
Πλάκες με νευρώσεις	L/20 – L/25	5,00	10,00	15,00
Πτυχωτές πλάκες	L/8 – L/15	12,00	24,00	40,00
Ημικυλινδρικές πλάκες	L/8 – L/15	14,00	24,00	38,00

Πλάκες προκατασκευασμένες	L/25 – L/40	4,00	8,00	12,00
Επίπεδες πλάκες σκυροδετημένες	L/30 – L/40	4,00	5,00	6,00
Πλάκες με κιονόκρανο	L/30 – L/40	5,00	8,00	11,00
Πλάκα τετραέριστη με δοκούς περιμετρικά	L/30 – L/40	6,00	8,00	11,00
Φατνωματικές πλάκες/ Πλάκες «σάντουιτς»	L/23 – L/35 και $\geq 0,35m$ Διαστάσεις φατνώματος 60 – 150 cm Πλάτος νευρώσεων 13 – 20 cm Πάχος πλάκας 6 – 11 cm Πάχος προπλάκας σε σάντουιτς 5 cm	8,00	10,00	20,00
Θόλοι σκυροδετημένοι	L/4 – L/8	8,00	40,00	>60,00
Πηγές: Schodek, D.L., & Bechthold, M. (2004). <i>Structures</i> . Pearson, σ. 496. Schierle G. (2006). <i>Architectural Structures</i> . Univ. of S. California, σ. 23-12.				

3.3.4.1. Συμπαγείς πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος

Οι πλάκες, οριζόντιες ή κεκλιμένες, αποτελούν «**επιφανειακά στοιχεία**» του φέροντος οργανισμού που παραλαμβάνουν τα φορτία της οικοδομής, δηλαδή τα νεκρά φορτία, τα κινητά φορτία κλπ. και τα μεταφέρουν στις στηρίξεις τους, που είναι τα περιμετρικά δοκάρια. Οι πλάκες μπορούν να πάρουν διάφορα σχήματα, όπως ορθογώνιες παραλληλεπίπεδες, τραπέζια, τριγωνικές, κυκλικές ή οποιοδήποτε άλλο σχήμα.

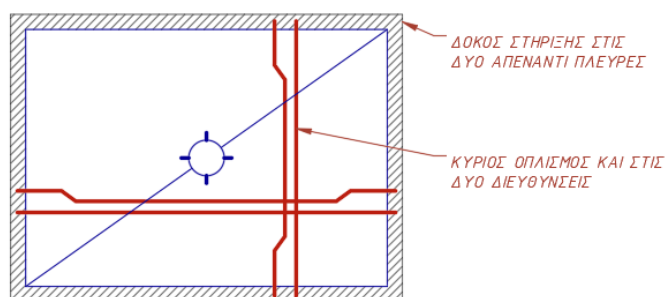
Οι ακόλουθες κατηγορίες αφορούν τις **συμπαγείς ορθογωνικές πλάκες σκυροδέματος** που χυτεύονται επιτόπου σε καλούπια και διακρίνονται σε:

Τετραέριστες πλάκες

Λαμβάνεται υπόψη η στατική λειτουργία και στις δύο διευθύνσεις. Οι πλάκες αυτές εδράζονται σε δοκούς σε όλη τους την περίμετρο. Για να είναι τετραέριστη μια πλάκα, απαιτείται ο λόγος της μεγάλης (α) προς τη μικρή πλευρά (β) να είναι: $\alpha / \beta \leq 2$.

Τα φορτία κατανέμονται και στις τέσσερις πλευρές. Ο οπλισμός κατανέμεται και κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις.

ΤΕΤΡΑΕΡΙΣΤΗ ΠΛΑΚΑ

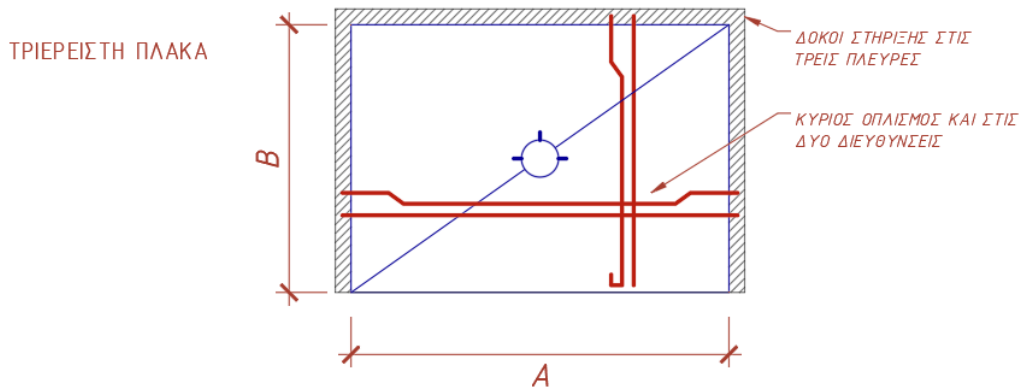


Σχέδιο 3.24 Τετραέριστη πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.

Τριέριστες πλάκες

Εδράζονται σε δοκούς στις τρεις πλευρές τους, ενώ η τέταρτη είναι ελεύθερη. Ο λόγος της μεγάλης πλευράς (α) προς τη μικρή πλευρά (β) να είναι: $\alpha / \beta \leq 2$.

Τα φορτία κατανέμονται στις τρεις πλευρές. Παραδείγματα τριέριστων πλακών είναι τα πλατύσκαλα των κλιμακοστασίων στον όροφο ή, πολλές φορές, τα σκέπαστρα από βεράντες. Και εδώ ο οπλισμός αναπτύσσεται και κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις.



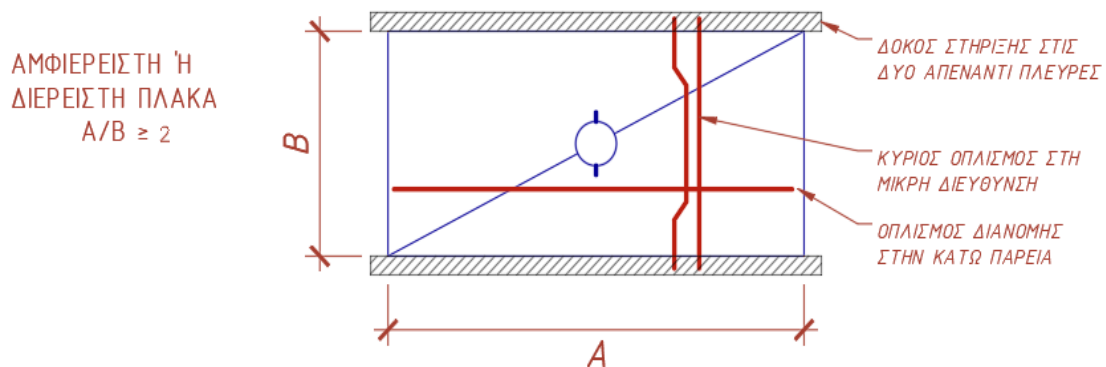
Σχέδιο 3.25 Τριέριστη πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.

Αμφιέριστες (διέριστες) πλάκες

Αναλαμβάνουν το φορτίο τους μόνο στη μία διεύθυνση και κατά το μικρότερο άνοιγμα.

Ο λόγος της μεγάλης πλευράς (α) προς τη μικρή πλευρά (β) πρέπει να είναι: $\alpha / \beta > 2$.

Οι αμφιέριστες πλάκες οπλίζονται και κατά τις δύο διευθύνσεις, αλλά κατά τη διεύθυνση του μικρού ανοίγματος τοποθετείται ο κύριος οπλισμός αντοχής, ενώ κατά την άλλη τοποθετείται ο δευτερεύων οπλισμός διανομής που είναι ίσος με το 1/5 του κύριου οπλισμού.

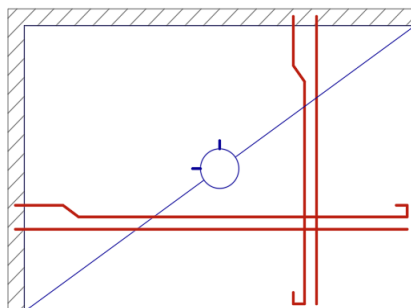


Σχέδιο 3.26 Αμφιέριστη πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.

Αμφιέριστες (διέριστες) κατά γωνία

Είναι μια παραλλαγή των διέριστητων πλακών που εδράζονται σε δύο συνεχόμενες πλευρές, όπως για παράδειγμα σε εξώστες που βρίσκονται σε εσοχή γωνίας κτιρίου.

ΔΙΕΡΙΣΤΗ ΚΑΤΑ ΓΩΝΙΑ

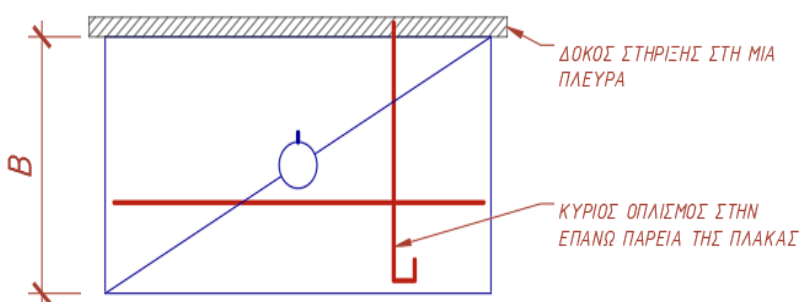


Σχέδιο 3.27 Διέριστη κατά γωνία πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.

Πρόβολοι

Το σύνηθες μήκος του προβόλου για μια συμβατική κατασκευή μπορεί να είναι έως 3,00 m. Σε κάθε άλλη περίπτωση καταφεύγουμε σε ειδικές τεχνικές, σχεδιαστικές και κατασκευαστικές (φουρούσια, προένταση). Ο κύριος οπλισμός τοποθετείται στην επάνω παρεία του προβόλου και συνεχίζει σε ίσο μήκος ώστε να αγκυρώνει στην πλάκα στην οποία εφάπτεται. Γενικά πρέπει να αποφεύγεται η κατασκευή «τρύπας» στον δομικό σκελετό, όταν αυτή συνορεύει με πρόβολο, γιατί το δοκάρι επάνω στο οποίο στηρίζεται ο πρόβολος δεν μπορεί να «ζυγίσει» και καταπονείται υπέρμετρα σε στρέψη.

ΠΡΟΒΟΛΟΣ



Σχέδιο 3.28 Πρόβολος οπλισμένου σκυροδέματος.

Προεκτίμηση διαστάσεων πλακών οπλισμένου σκυροδέματος

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, το μικρό άνοιγμα μιας πλάκας από οπλισμένο σκυρόδεμα ως όριο σε συμβατική κατασκευή μπορεί να είναι μέχρι **8,00 m** έως **10,00 m**. Μετά τα 8,00 m οι πλάκες γίνονται αντιοικονομικές, ενώ μετά τα 10,00 m φτάνουμε στα όρια του συστήματος και καλό είναι να αλλάξουμε δομικό σύστημα και να χρησιμοποιηθούν δοκιδωτές ή φατνωματικές πλάκες ή ακόμη και να αλλάξουμε υλικό κάνοντας χρήση του χάλυβα.

Για πλάκες τετραέρειστες, τριέρειστες και αμφιέρειστες το πάχος πρέπει να είναι:

$d1 = (\alpha \times L / 30) + 3 \text{ cm}$. όπου: L είναι το μικρότερο άνοιγμα της πλάκας.

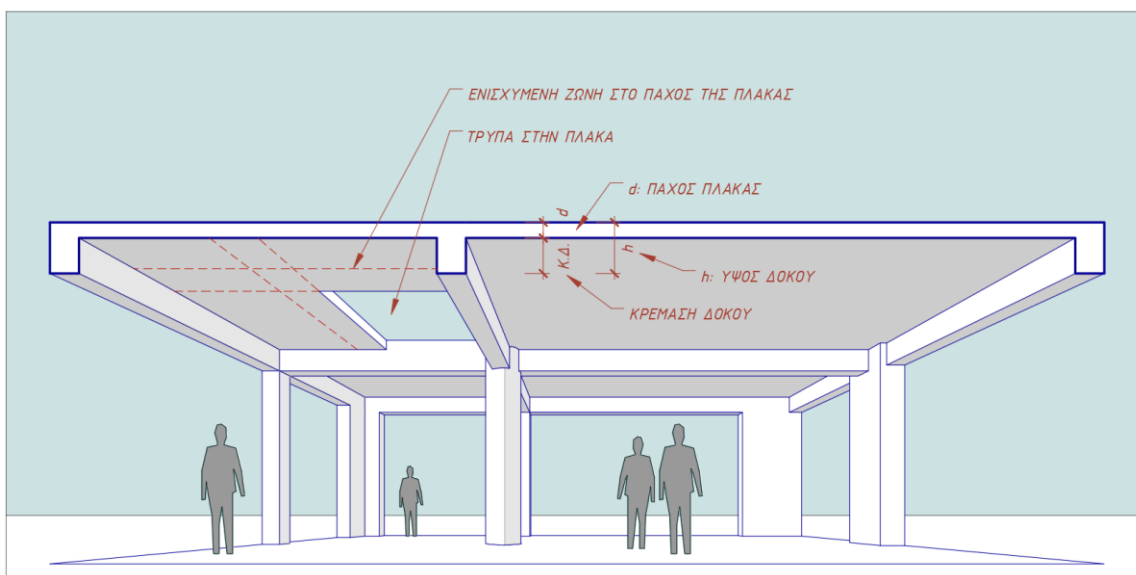
$\alpha = 1,0$ για αμφιέριστη πλάκα.

$\alpha = 0,8$ εάν η πλάκα έχει συνέχεια στη μία πλευρά.

$\alpha = 0,6$ εάν η πλάκα έχει συνέχεια και στις δύο πλευρές.

Πρόβολοι οπλισμένου σκυροδέματος:

Οι **πρόβολοι** μπορούν να έχουν μήκος **2,5 m** έως **3,0 m**. Υπάρχουν τεχνικές για να αυξηθεί το μήκος τους, όπως για παράδειγμα με προένταση. Για προβόλους ισχύει: $d2 \geq L_{\text{πρ}} / 10$, όπου $L_{\text{πρ}}$ είναι το μήκος του προβόλου.



Σχέδιο 3.29 Τυπική κατασκευή φορέα οπλισμένου σκυροδέματος με δοκούς και στύλους.

Στην ακόλουθη εικόνα φαίνεται ο οπλισμός του προβόλου. Προσέξτε πώς τα σίδερα είναι στερεωμένα «ψηλά» με κατάλληλους αποστάτες για να οπλίσουν την επάνω παρειά της πλάκας και πώς αυτά προσπερνούν το δοκάρι κατά την οριζόντια διεύθυνση και αγκυρώνονται στην πλάκα δεξιά. Επίσης, προσέξτε στο βάθος τις αναμονές του υποστυλώματος να ξεπροβάλλουν από το σώμα της πλάκας.



Εικόνα 3.19

Χαλύβδινος οπλισμός πλάκας σε φορέα από σκυρόδεμα. Στο βάθος διακρίνεται ο οπλισμός αναμονής των υποστυλωμάτων.

«Σιδέρωμα» της οροφής ισογείου. Παρατηρήστε τη θέση και τη μορφή του οπλισμού των δοκαριών, της πλάκας καθώς και της τρύπας στον φορέα. Εστιάστε στην πλαισίωση της τρύπας από δοκάρια.



Εικόνες 3.20, 3.21

Απόψεις όπλισης πλακών σκυροδέματος. Διακρίνονται αριστερά η τρύπα για τη σκάλα στον όροφο και οι περιμετρικές δοκοί. Στην εικόνα δεξιά διακρίνεται καθαρά ο κύριος οπλισμός της τετραέρειστης πλάκας με τα στραβά σίδερα και στις δύο διευθύνσεις, καθώς και ο οπλισμός διανομής.

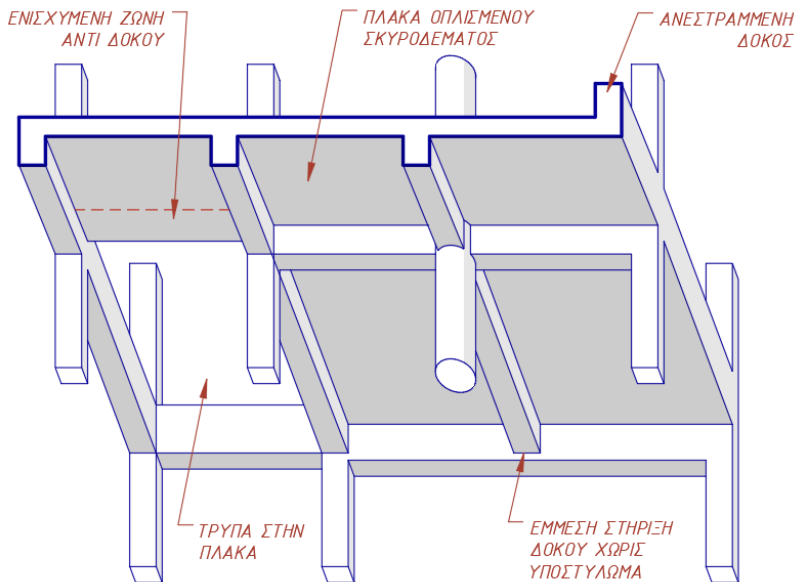
Οπλισμός ενισχυμένης ζώνης για τη δημιουργία τρύπας στην οροφή του ισογείου ώστε να μην υπάρχουν εμφανείς κρεμάσεις δοκαριών στο ταβάνι του υποκείμενου ορόφου.



Εικόνα 3.22 Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος. Διακρίνονται οι ενισχυμένες ζώνες που περιβάλλουν την τρύπα στην πλάκα.

3.3.4.2. Τα δοκάρια

Τα δοκάρια είναι τα οριζόντια «γραμμικά στοιχεία» του φέροντος οργανισμού, τα οποία παραλαμβάνουν τα φορτία από τις πλάκες και τα μεταφέρουν στα υποστυλώματα. Μερικές φορές είναι δυνατόν κάποιο δοκάρι να μην καταλήγει σε υποστυλώματα, αλλά να εδράζεται σε ένα άλλο δοκάρι, δημιουργώντας έτσι μία «έμμεση στήριξη».



Σχέδιο 3.30 Αξονομετρικός φορέας από οπλισμένο σκυρόδεμα με διάφορες περιπτώσεις διαμόρφωσης των μελών.

Είναι επίσης δυνατόν, για λειτουργικούς λόγους, να τοποθετηθεί ένα δοκάρι «ανεστραμμένο», ώστε να αποφευχθεί η κρέμασή του, που θα είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί το ύψος του υποκείμενου ορόφου. Σε ορισμένες περιπτώσεις ένα δοκάρι μπορεί να αντικατασταθεί από μία «ενισχυμένη ζώνη», η οποία έχει πάχος όσο η πλάκα του σκυροδέματος και πλάτος περίπου 80εκ. έτσι ώστε τελικά να μην είναι εμφανές.



Εικόνα 3.23 Διασταύρωση δοκών με στρογγυλό υποστυλώμα. Ο φορέας από εμφανές οπλισμένο σκυρόδεμα. Στις δοκούς διακρίνονται τα ίχνη των μεταλλότυπων με τις χαρακτηριστικές οπές.

Οι διαστάσεις των δοκών

Το ελάχιστο πλάτος (d) της δοκού συνιστάται να είναι μεγαλύτερο από **25 cm** και το ελάχιστο ύψος (h) της **35 cm**.

Το ύψος (h) της δοκού πρέπει να είναι: $h / L = 1 / 10$

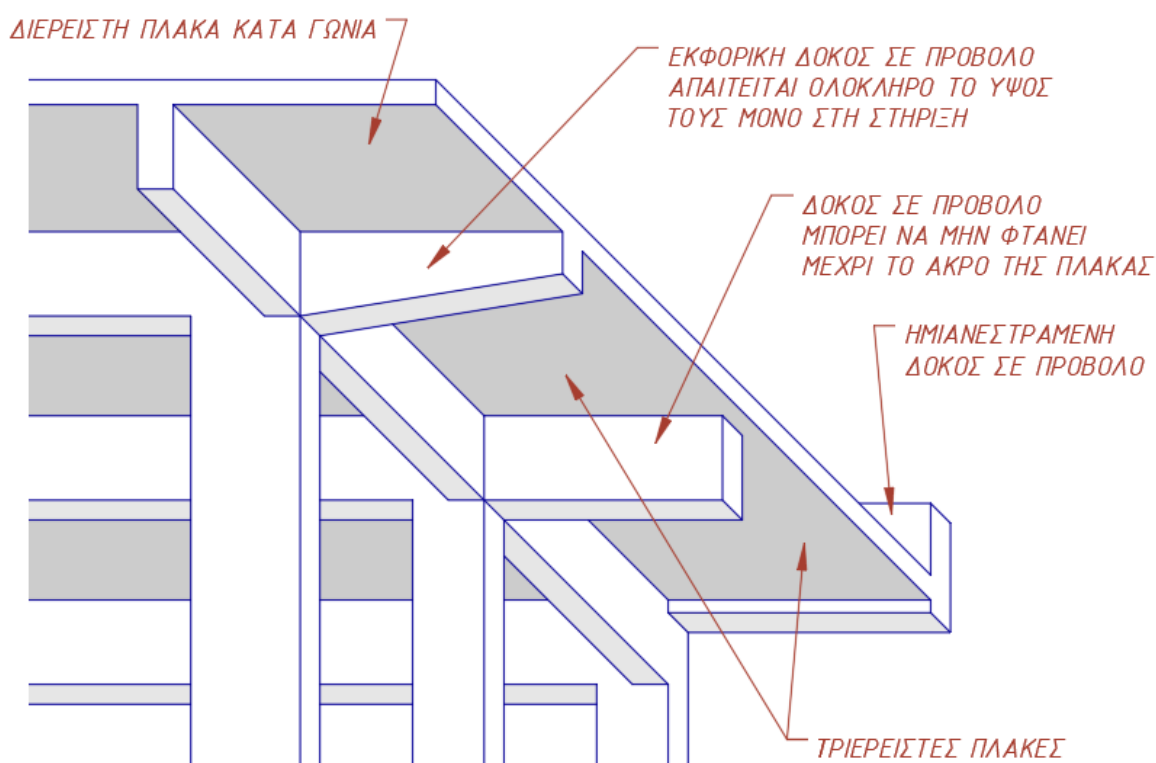
Προσοχή: στο ύψος της δοκού συμπεριλαμβάνεται και το πάχος της πλάκας.

Οι ενισχυμένες ζώνες έχουν πλάτος τουλάχιστον **0,80 m** και συνιστάται το μήκος τους να μην υπερβαίνει τα **3,0 m** έως **4,0 m**.

Θα σημειώσουμε ότι οι διαστάσεις των δοκών στρογγυλοποιούνται στα μεγαλύτερα ακέραια **5 cm**. Δηλαδή, εάν από τον υπολογισμό εκτίμησης ύψους προκύψει αριθμητικό αποτέλεσμα για παράδειγμα 62 cm, τότε στρογγυλοποιούμε στα 65 cm.

Για την ονοματολογία των δοκών στις κατόψεις ξυλοτύπων των στατικών σχεδίων ακολουθείται ο συμβολισμός σύμφωνα με το καρτεσιανό σύστημα αναφοράς του κάθε σχεδίου: Αύξων αριθμός δοκού, πλάτος δοκού(X) / ύψος δοκού(Y), για παράδειγμα: **Δ8 25/65**.

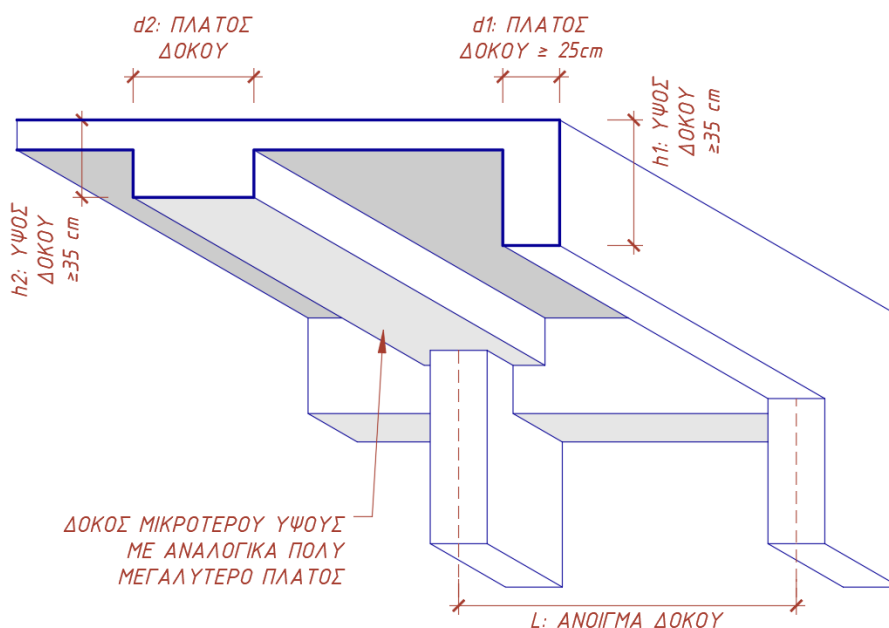
Κατά τη μόρφωση των όψεων σε κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα που δεν έχει τακτικές αποστάσεις υποστυλωμάτων, προφανώς προκύπτουν δοκοί με διαφορετικά ύψη. Για λόγους **ομοιομορφίας** στην όψη, επιλέγουμε ως ύψος όλων των δοκών το **μεγαλύτερο**, δηλαδή αυτό που γεφυρώνει το μεγαλύτερο άνοιγμα. Τα δοκάρια σε μικρότερα ανοίγματα προφανώς θα έχουν λιγότερα σίδερα.



Σχέδιο 3.31 Αξονομετρικό σχέδιο με περιπτώσεις κατάσκευής φορέα σκυροδέματος με υποστήριξη δοκών σε πρόβολο.

Απαίτηση για δοκούς μικρότερου ύψους

Πρέπει επίσης να σημειώσουμε ότι εάν θέλουμε, είτε για συνθετικούς είτε για τεχνικούς λόγους, να έχουμε **μικρότερα ύψη** δοκών από τα εκτιμώμενα, τότε θα πρέπει να **αυξήσουμε** υπέρμετρα το **πλάτος** τους. Πρέπει να θυμόμαστε ότι για την αντοχή της δοκού έχει σημασία το ύψος της διατομής. Η μείωση του ύψους της διατομής δεν συνεπάγεται την αναλογική αύξηση του πλάτους, αντίθετα έχει ως αποτέλεσμα την υπέρμετρη αύξησή του και συνήθως αποτελεί αντιοικονομική επιλογή.



Σχέδιο 3.32 Προεκτίμηση διαστάσεων σε φορέα οπλισμένου σκυροδέματος για τυπικά ανοίγματα και τυπικά φορτία.

3.3.4.3. Πλάκες χωρίς δοκάρια

Είναι απλές συμπαγείς πλάκες που εδράζονται στα περιμετρικά υποστυλώματα με απουσία δοκών. Αυτό το είδος κατασκευής είναι γενικά πολύ αδύνατο και τα **ανοίγματα** τους είναι περιορισμένα και φτάνουν μέχρι **5,0 m** έως **6,0 m**.

Το **πάχος** τους υπολογίζεται στο **1÷27 L** έως **1÷40 L** του ανοίγματος (L) που γεφυρώνουν. Οι πλάκες αυτές εξαιτίας της απουσίας δοκών κινδυνεύουν να διατρηθούν από τα υποστυλώματα. Για τον λόγο αυτόν και για καλύτερη έδραση επιλέγουμε μεγαλύτερες διαστάσεις **υποστυλωμάτων**, οι οποίες για τα μικρά ανοίγματα ξεκινούν από **0,30x0,30 m** και για τα μεγαλύτερα ανοίγματα φτάνουν τα **0,60x0,60 m**.

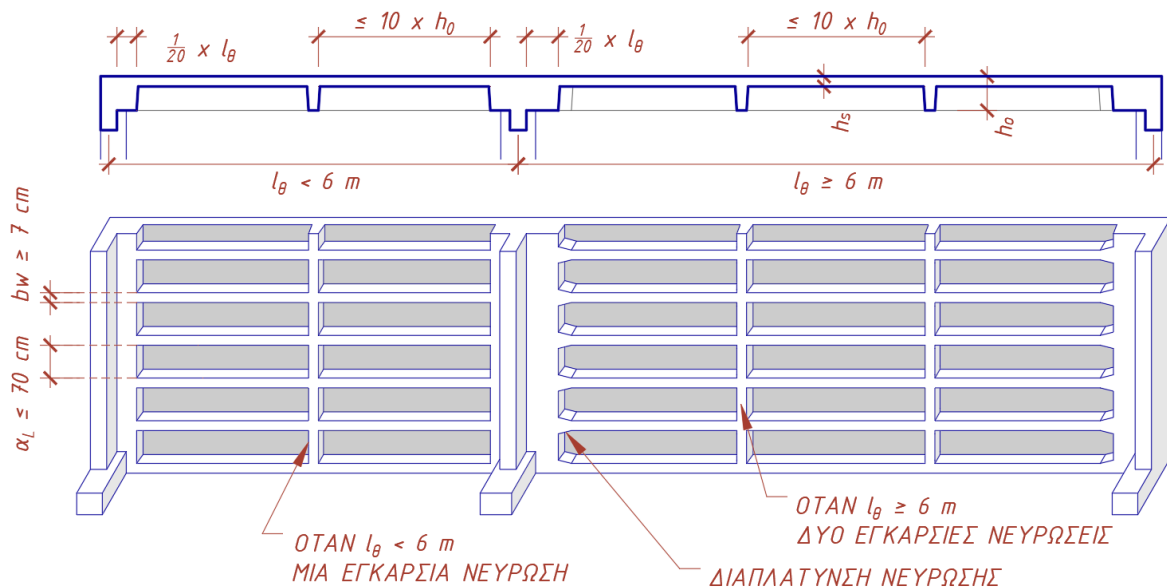
Στην κεφαλή των υποστυλωμάτων και μέσα στην πλάκα μπορεί να τοποθετηθούν ενισχύσεις από οριζόντια μεταλλικά στοιχεία για να αποφευχθεί ο κίνδυνος διάτρησης.

3.3.4.4. Δοκιδωτές πλάκες με νευρώσεις στη μία διεύθυνση

Οι δοκιδωτές πλάκες ή πλάκες με νευρώσεις, εκτός από τις περιμετρικές δοκούς, έχουν στη μια διεύθυνση πολλές παράλληλες δοκούς και μπορούν να καλύπτουν **ανοίγματα από 5,00 m έως 15,00 m**.

Οι πλάκες με νευρώσεις από **αφαιρούμενους πλαστικότυπους** διαμορφώνονται με προσωρινή τοποθέτηση πλαστικότυπων στη μια διεύθυνση, οι οποίοι αφαιρούνται μετά από την αφαίρεση του ξυλότυπου. Οι νευρώσεις έχουν ένα χαρακτηριστικό τραπεζοειδές σχήμα, για την εύκολη αφαίρεση των πλαστικότυπων.

Οι πλάκες με **ορθογωνικές νευρώσεις** μορφώνονται με την προ-τοποθέτηση **ελαφροσωμάτων** από διογκωμένη πολυστερίνη, τα οποία παραμένουν στην πλάκα και μετά από την αφαίρεση των ξυλότυπων. Συνήθως είτε σοβαντίζονται αφού ενισχυθεί η επιφάνειά τους με κάποιου είδους μεταλλικό πλέγμα, ώστε να υπάρχει συνοχή στην τελική ορατή επιφάνειά τους είτε κλείνονται μέσα σε ψευδοροφές για να μην είναι ορατή η πολυστερίνη.



Σχέδιο 3.33 Προεκτίμηση διαστάσεων σε δοκιδωτή πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.

Σε πλάκες με νευρώσεις που έχουν θεωρητικό άνοιγμα $\leq 6,00 \text{ m}$, τοποθετείται μια εγκάρσια νευρώση στο μέσον.

Σε πλάκες με νευρώσεις που έχουν θεωρητικό άνοιγμα $> 6 \text{ m}$ τοποθετούνται εγκάρσιες νευρώσεις σε αποστάσεις $\leq 10 \times h_0$, όπου h_0 είναι το συνολικό πάχος της πλάκας με τις νευρώσεις.

Σε πλάκες με νευρώσεις, η μέγιστη ελεύθερη

απόσταση μεταξύ γειτονικών νευρώσεων: $\alpha_L \leq 70 \text{ cm}$

Το ελάχιστο πάχος του κορμού των νευρώσεων: $b_w \geq 7 \text{ cm}$

Το ελάχιστο πάχος της επάνω και κάτω πλάκας: $h_s \geq \alpha_L / 10$ και $\geq 5 \text{ cm}$

Το ελεύθερο ύψος του κορμού των νευρώσεων: $\leq b_w \times 4$

3.3.4.5. Πλάκες με φατνώματα

Είναι πλάκες με τετράγωνα φατνώματα που θα μπορούσαν να περιγραφούν ως πλάκες με διασταυρούμενες δοκίδες. Αυτού του είδους οι πλάκες μπορούν να γεφυρώσουν **ανοίγματα** από **8,00 m** έως **20,00 m** και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Η πρώτη κατηγορία έχει τετράγωνα **φατνώματα** από **αφαιρούμενος πλαστικότυπους**. Αυτά διαμορφώνονται με προσωρινή τοποθέτηση πλαστικότυπων, οι οποίοι αφαιρούνται μετά από την αφαίρεση του ξυλοτύπου και οι νευρώσεις τους έχουν ένα χαρακτηριστικό τραπεζοειδές σχήμα για την εύκολη αφαίρεση των πλαστικότυπων. Υποκατηγορία αυτής της περίπτωσης συνιστούν οι πλάκες επίσης με τετράγωνα **φατνώματα** που όμως μορφώνονται με την προ-τοποθέτηση **ελαφροσωμάτων** από διογκωμένη πολυστερίνη, τα οποία λειτουργούν μόνον ως στοιχεία πλήρωσης και παραμένουν στην πλάκα και μετά από την αφαίρεση των ξυλοτύπων. Συνήθως σοβαντίζονται αφού ενισχυθεί η επιφάνειά τους με κάποιου είδους κατάλληλο μεταλλικό πλέγμα, για καλύτερη πρόσφυση του σοβά στην τελική ορατή επιφάνεια. Εάν οι οροφές αυτές δεν σοβαντιστούν, κρύβονται μέσα σε ψευδοροφές για να μην είναι ορατά τα φατνώματα της πολυστερίνης.

- Η δεύτερη κατηγορία είναι οι **πλάκες «σάντουιτς»**. Αυτές είναι μια ειδική περίπτωση χωρίς ορατά φατνώματα στην οροφή. Για την κατασκευή τους, αφού τοποθετηθεί ο οπλισμός στα καλούπια, σκυροδετείται μια συμπαγής «**προπλάκα**» σκυροδέματος μικρού πάχους συνήθως **5 cm**. Αμέσως μετά, τοποθετούνται τα στοιχεία των φατνωμάτων από **διογκωμένη πολυστερίνη** και τέλος, ακολουθεί η υπόλοιπη σκυροδέτηση. Επειδή η όλη εργασία περιλαμβάνει μια ταυτόχρονη διπλή σκυροδέτηση, έχει ως μειονέκτημα τα μικρά χρονικά περιθώρια για τον έλεγχο της κατασκευής.

Η πλάκα σάντουιτς συνιστά την πιο **δαπανηρή** από τις μεθόδους σκυροδέτησης και εφαρμόζεται όπου απαιτείται οροφή από **εμφανές οπλισμένο σκυρόδεμα**, δηλαδή δεν είναι λογικό να σοβαντίζεται ή να κλείνεται σε ψευδοροφές. Οι ξυλότυποι των ορατών επιφανειών πρέπει να είναι αρίστης ποιότητας, φτιαγμένοι είτε από ξύλινες πλανισμένες τάβλες είτε από επίπεδα στοιχεία «μπετοφόρμ». Αμέσως μετά την τοποθέτηση του οπλισμού (σιδέρωμα) της πλάκας, είναι σημαντικό να μεριμνήσουμε να ενσωματωθούν σε αυτήν **κανάλια ηλεκτρολογικά** για τις καλωδιώσεις των φωτιστικών σωμάτων της οροφής. Όσες τρύπες γίνουν στην πλάκα ανοίγονται στις περιοχές των φατνωμάτων και ποτέ στις δοκίδες.

Για τη διαστασιολόγηση δοκών οπλισμένου σκυροδέματος,

Το συνολικό **πάχος της πλάκας** είναι $d = L/23 - L/35$ και οπωσδήποτε $\geq 35,0 \text{ cm}$.

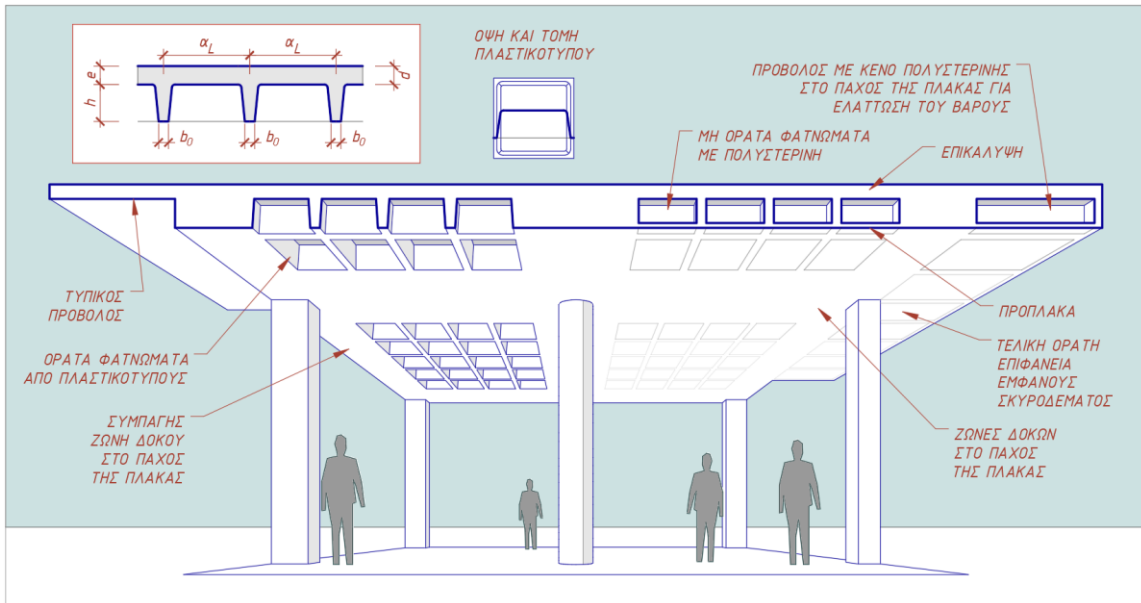
Διαστάσεις **φατνώματος** συνήθεις **60,0 cm** και μπορεί να φτάσουν έως **150,0 cm**.

Πάχος επικάλυψης **φατνώματος** της πλάκας $e = 6,0 - 11,0 \text{ cm}$

Πλάτος νεύρωσης $b_0 \geq 10,0 \text{ cm}$, συνήθως **15,0** έως **20,0 cm**.

Σε πλάκες σάντουιτς, η καθαρή **απόσταση** μεταξύ των νευρώσεων $a_l \leq 70,0 \text{ cm}$ και το **πάχος της προπλάκας** είναι από **5** έως **10 cm**.

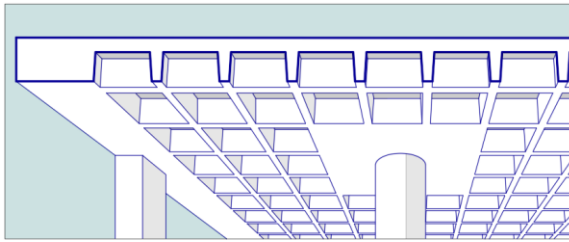
Οι συμπαγείς **ζώνες δοκών** έχουν **πάχος** όσο το **πάχος της πλάκας** και **πλάτος** $\geq 0,80 \text{ m}$.



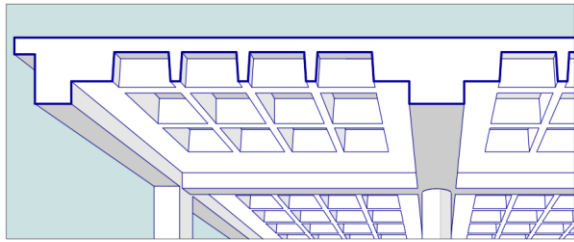
Σχέδιο 3.34 Προεκτίμηση διαστάσεων σε φορέα με φατνωματικές πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι οι διαστάσεις του συνολικού πάχους των πλακών στρογγυλοποιούνται στα επόμενα ακέραια **5 cm**. Δηλαδή, εάν για παράδειγμα από τον υπολογισμό εκτίμησης ύψους προκύψει αριθμητικό αποτέλεσμα 52 cm, τότε στρογγυλοποιούμε το πάχος στα 55 cm.

Οι **φατνωματικές πλάκες** και οι **πλάκες «σάντουιτς»** μπορεί είτε να περιβάλλονται περιμετρικά από ζώνες δοκών είτε να έχουν κιονόκρανα, δηλαδή συμπαγή τμήματα σκυροδέματος σε ολόκληρο το πάχος της πλάκας στην περιοχή των υποστυλωμάτων. Γενικά διατάσσουμε τα φατνώματα συμμετρικά στο μέσον των ανοιγμάτων ανάμεσα στα υποστυλώματα, φροντίζοντας να μένει στα υποστυλώματα μια «συμπαγής» περιοχή, που θα αποτελεί τη ζώνη δοκού της πλάκας. Οι συμπαγείς **ζώνες δοκών** πρέπει να έχουν **πλάτος** μεγαλύτερο από **0,80 m** και πολλές φορές ανάλογα με το άνοιγμα και τα φορτία αυτό μπορεί να φτάνει το **1,20 m** ή και περισσότερο. Η πλάκα στην κάτω παρειά της παραμένει επίπεδη και είναι ιδανική για να μένει ορατή και ανεπίχριστη.



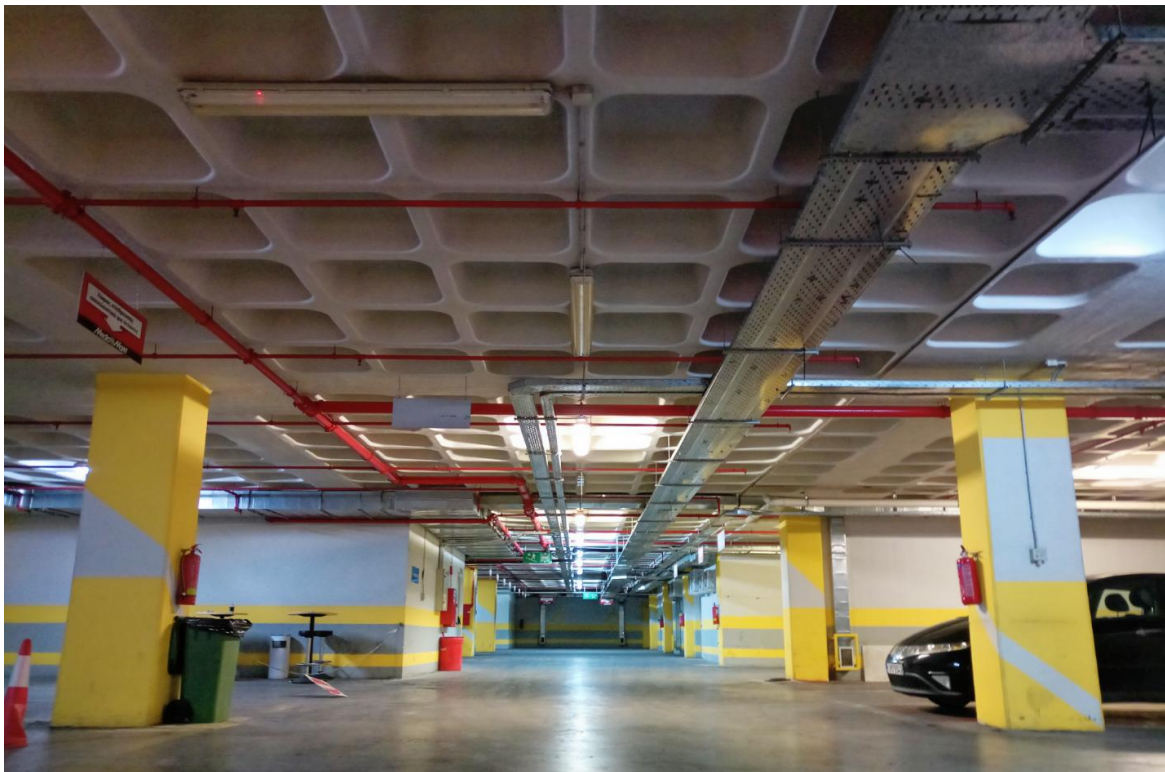
ΦΑΤΝΩΜΑΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΜΕ ΚΙΟΝΟΚΡΑΝΟ



ΦΑΤΝΩΜΑΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΜΕ ΚΡΕΜΑΣΗ ΔΟΚΩΝ

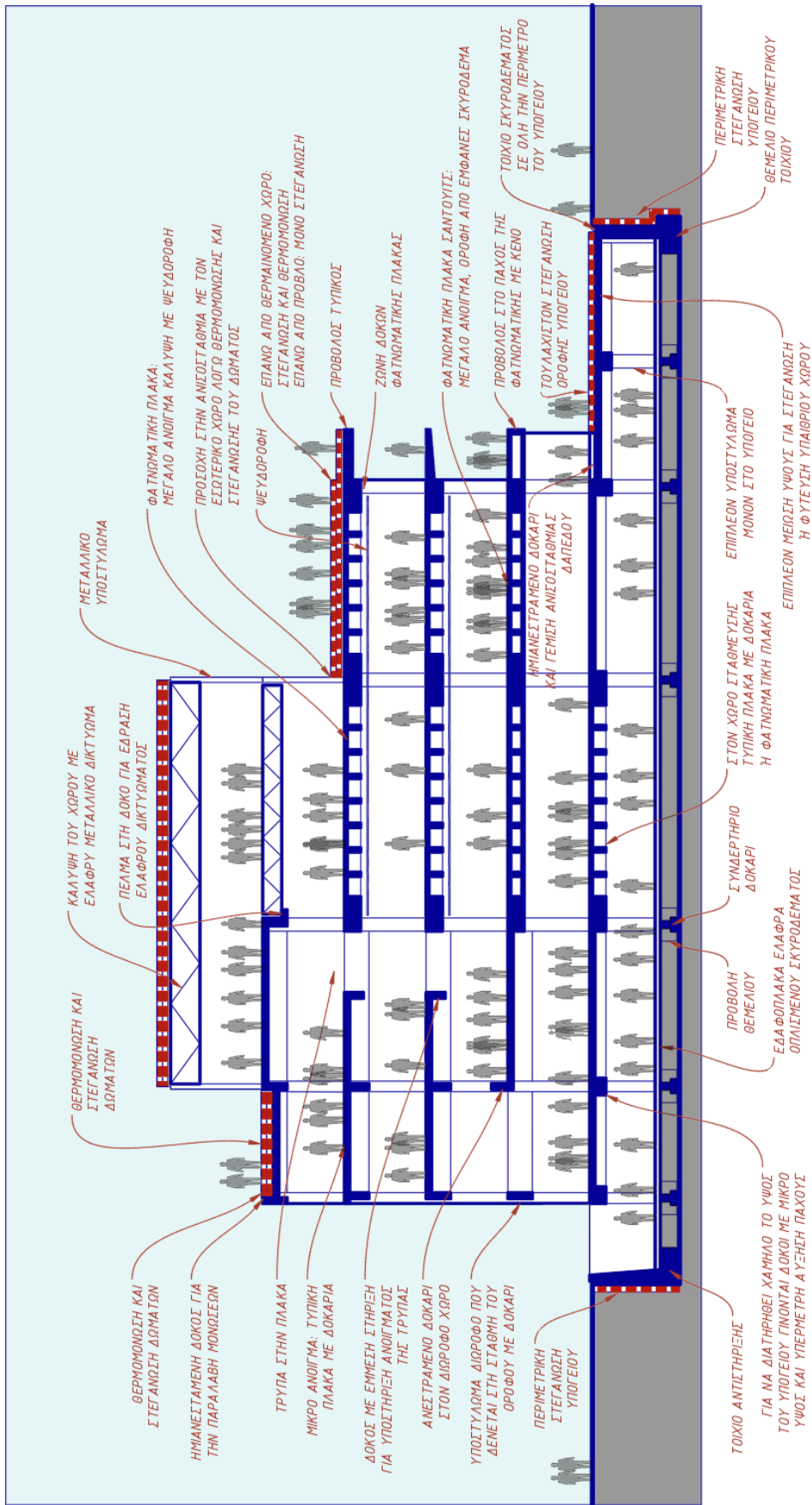
Σχέδιο 3.35 Περιπτώσεις φατνωματικών πλακών.

Όταν τα **ανοίγματα** που γεφυρώνονται είναι **μεγαλύτερα** από **14,00 m**, οι **δοκοί** αποκτούν **κρέμαση** και εξέχουν της πλάκας. Σημειώνουμε ότι για τη δημιουργία του φορέα, μπορούμε σε έναν όροφο να έχουμε ταυτόχρονα περισσότερα από ένα συστήματα γεφύρωσης ανοιγμάτων. Δηλαδή, σε περιοχές με μικρότερα ανοίγματα μπορεί να σχεδιάσουμε συμπαγείς πλάκες, σε μεγαλύτερα ανοίγματα φατνωματικές, ενώ αλλού πλάκες σάντουιτς για περιοχές εμφανούς σκυροδέματος.



Εικόνα 3.24

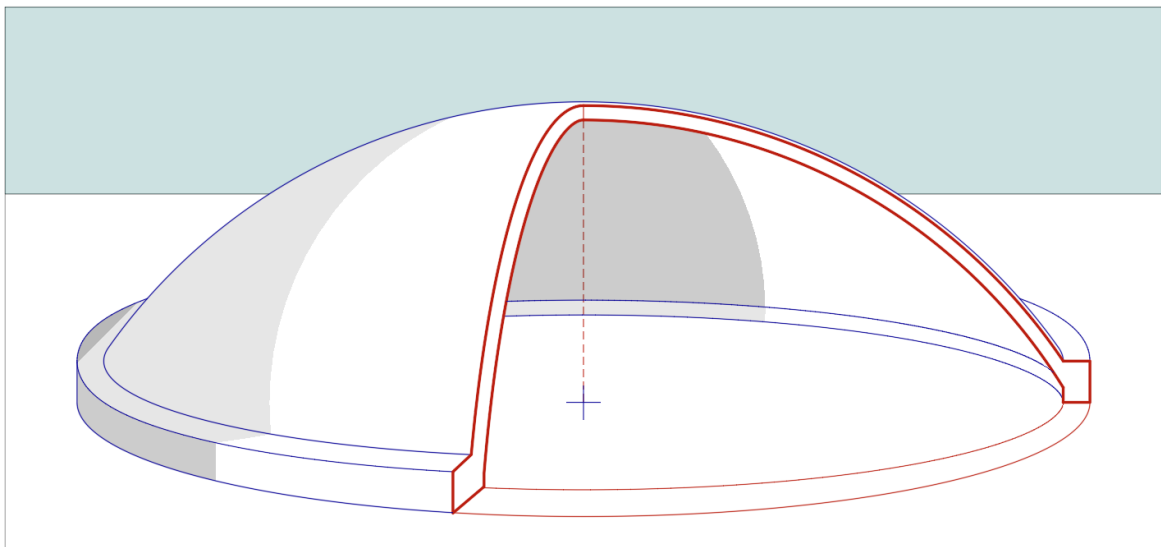
Φατνωματική πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος σε οροφή χώρου στάθμευσης. Είναι εμφανές το μηχανολογικό δίκτυο από αεραγωγούς εξαερισμού στο βάθος, κανάλια-εσχάρες διέλευσης ηλεκτρικών καλωδιώσεων, καθώς και σωληνώσεις του δικτύου πυρόσβεσης.



3.3.4.6. Θόλοι και κελύφη από σκυρόδεμα

Οι θόλοι και τα κελύφη είναι οι πλέον αποδοτικές μορφές φορέα από σκυρόδεμα. Έχουν το ελάχιστο πάχος και άρα το ελάχιστο βάρος σε σχέση με την επιφάνεια που καλύπτουν. Η ιδέα είναι ότι η αντοχή ενός φορέα αυξάνεται όταν μεταφέρουμε τη μάζα του μακριά από τον ουδέτερο άξονα, αφού μετασχηματίσουμε κατάλληλα τη γεωμετρία του. Όταν πρόκειται για κελύφη, αυτά κατασκευάζονται σε μορφή **υπερβολικού παραβολοειδούς** ή «σέλας» και ο λόγος είναι ότι, από τη φύση τους, αυτές οι μαθηματικές **καμπύλες** είναι **ευθιογενείς**, δηλαδή παρόλο που το σχήμα τους ξετυλίγεται σαν καμπύλη στον χώρο, κρύβουν ευθείες στη γεωμετρία τους. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν πολύ εύκολα να κατασκευαστούν καλούπια από ευθύγραμμες σανίδες.

Οι θόλοι είναι και αυτοί μορφές κελύφους και σίγουρα μπορούν να κατασκευαστούν από σκυρόδεμα. Ο πιο διάσημος θόλος από σκυρόδεμα είναι αυτός του Πανθέου της Ρώμης, με διάμετρο 43,0 m. Ένα σοβαρό πρόβλημα είναι η πολυπλοκότητα χύτευσης σκυροδέματος σε κεκλιμένες επιφάνειες, που συνήθως δεν δίνει άριστο τελειωμένο αποτέλεσμα, οπότε και απαιτεί επικάλυψη με κονίαμα ή μεταλλικά φύλλα. Η οικονομική σχέση διαμέτρου του θόλου (L) με το ύψος του (h) είναι $h = L \div 4$ έως $1 \div 8$, η δε **διάμετρος** του L μπορεί να είναι από **8,0 m** έως **40,0 m**, αλλά μπορεί και να κατασκευαστούν θόλοι με διάμετρο μεγαλύτερη από 60,0 m.



Σχέδιο 3.37 Θόλος οπλισμένου σκυροδέματος.

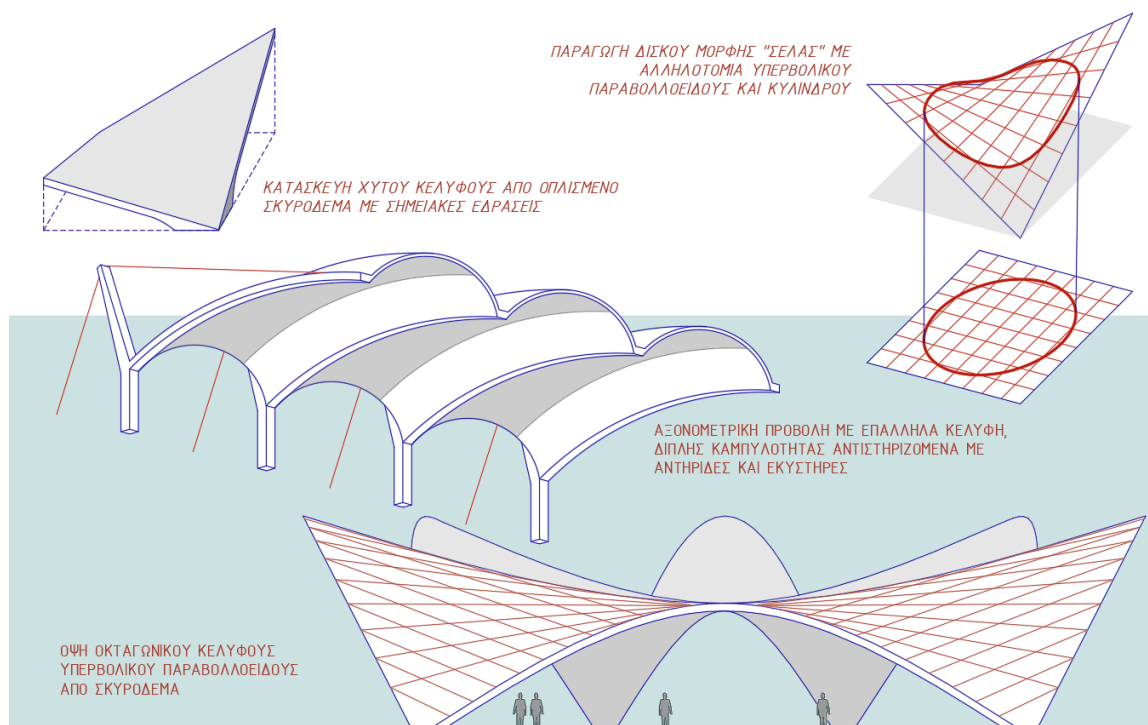
Σχέδιο 3.36 (προηγούμενη σελίδα)

Σκαρίφημα τομής κτιρίου από σκελετό, κυρίως οπλισμένου σκυροδέματος, σε κρίσιμα σημεία του φέροντος οργανισμού, με επισημάνσεις σε ζητήματα σχεδιαστικής απόδοσής τους σε κλίμακα 1:100 και 1:50.

3.3.4.7. Πτυχωτές πλάκες και κελύφη

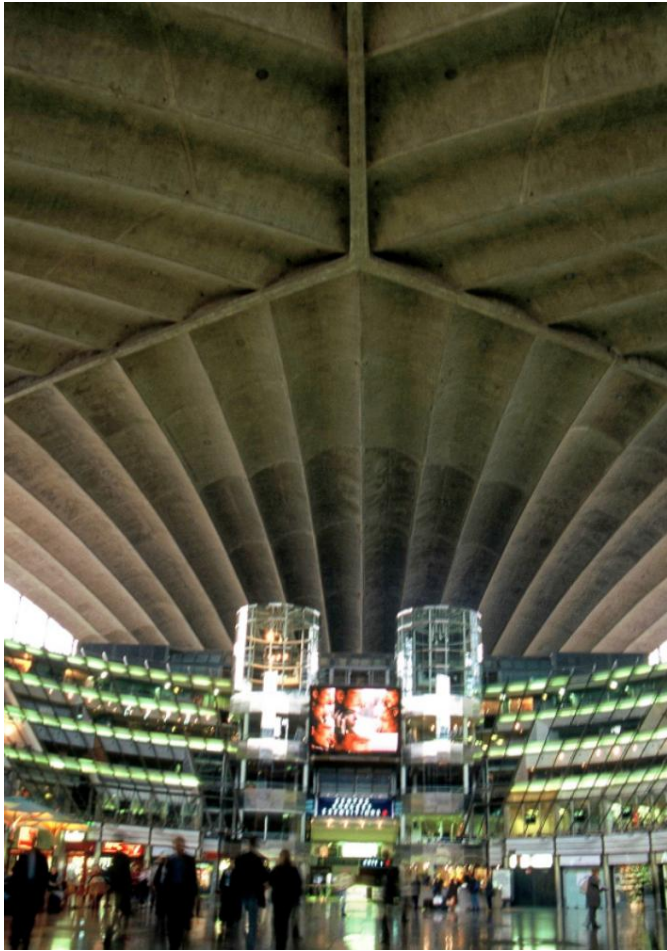
Ειδικής γεωμετρίας φορείς στέγασης έχουν πολύ μικρό πάχος και η αντοχή τους προκύπτει από το ότι λειτουργούν ως κελύφη. Είναι υπερβολικά παραβολοειδή ή τμήματα κυλίνδρων, των οποίων οι επιφάνειες έχουν ευθριογενή γεωμετρία που ευνοεί την κατασκευή ξυλότυπων από ευθύγραμμες σανίδες.

Πολύ σημαντικοί αρχιτέκτονες που μελέτησαν τέτοιες καμπύλες υπήρξαν για παράδειγμα ο Ισπανός στατικός Felix Candela και ο Ιταλός Pier Luigi Nervi.



Σχέδιο 3.38 Πτυχωτές κατασκευές και κελύφη από οπλισμένο σκυρόδεμα.

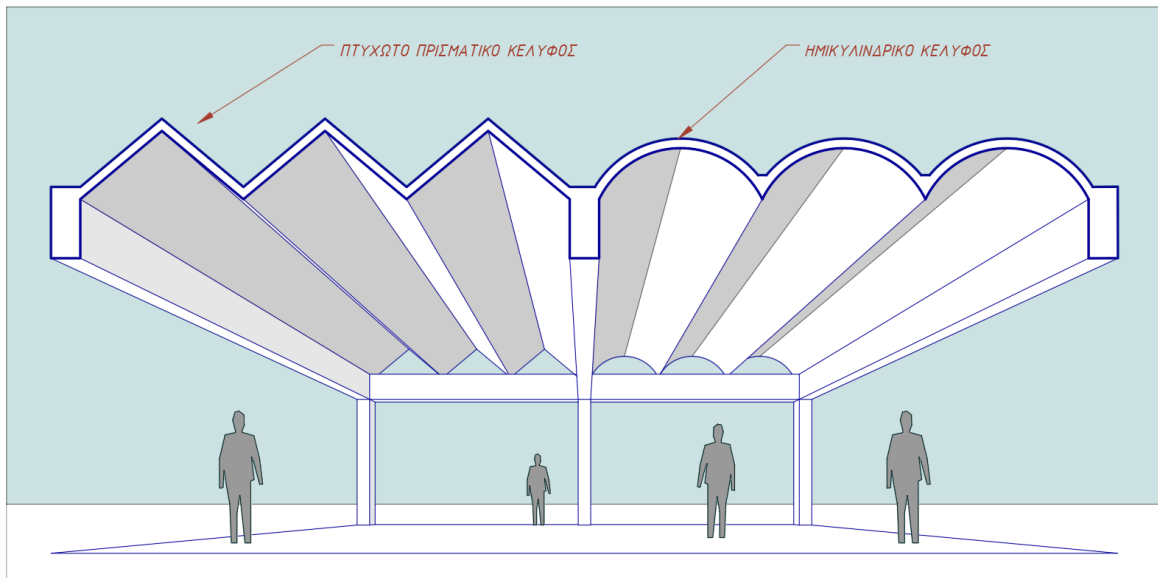
Τα κελύφη έχουν πολύ μικρό πάχος και τα **6,0 cm** είναι πρακτικά το μικρότερο τελικό πάχος που μπορεί να σκυροδετηθεί, με ελάχιστο διασταυρούμενο οπλισμό $\Phi 12$ mm και επικάλυψη από κάθε πλευρά περίπου 15 έως 20 mm.



Εικόνα 3.25

CNIT (Centre des Nouvelles Industries et Technologies), κάλυψη του εσωτερικού πολυώροφου χώρου με πτυχωτό κέλυφος από οπλισμένο σκυρόδεμα. Εμπορικό κέντρο.

Αρχιτέκτονες R. Camelot, J. De Mailly και B. Zerh fuss. La Défense, Παρίσι, 1958.



Σχέδιο 3.39

Στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα με μορφή πτυχωτού ή ημικυλινδρικού κελύφους.

3.3.5. Τούβλα και λιθοδομές

Οι φέροντες τοίχοι από τούβλο ή πέτρα είναι κατεχοχόν δομές που συμπεριφέρονται άριστα σε θλίψη, είναι δηλαδή πολύ ανθεκτικές σε κατακόρυφες φορτίσεις, αλλά πολύ αδύνατες σε οριζόντιες ωθήσεις. Τα στοιχεία που καθορίζουν την **αντοχή** τους είναι:

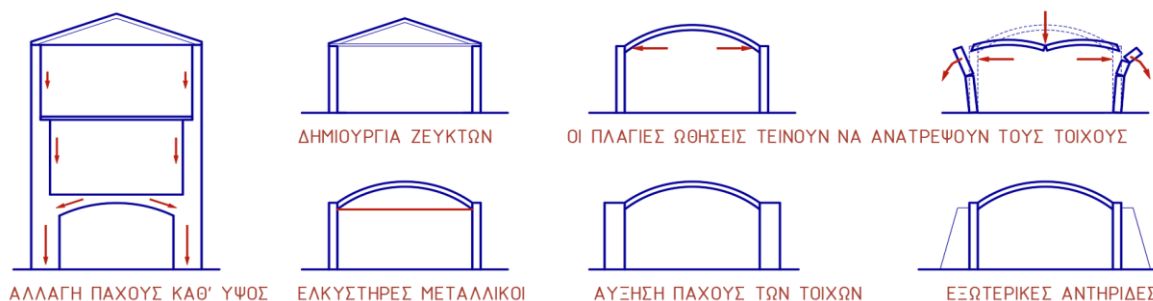
- Το **πάχος** του τοίχου.
- Η **πλέξη μεταξύ των υλικών** σε όλο το πάχος του τοίχου.
- Το καλής ποιότητας **συνδετικό κονίαμα**.
- Η περιμετρική περίδεση με **διαζώματα (σενάζ)** από συμβατά υλικά, όπως είναι οι ξυλοδεσιές ή σενάζ από σπλισμένο σκυρόδεμα, σε τακτικά ύψη ανά **1,0** έως **1,5 m**, συνήθως στις ποδιές των παραθύρων, στο ύψος των πρεκιών και οπωσδήποτε στη στέψη του τοίχου.
- Η σχολαστική **αρμολόγηση** που προστατεύει από την εισχώρηση υγρασίας, εφόσον τα υλικά μείνουν εμφανή και δεν σοβαντιστούν.

Το ύψος των τοίχων ή των ορόφων καθορίζει και το πάχος των τοίχων. Ο τρόπος που πλέκονται μεταξύ τους τα τούβλα καθορίζει τη συνοχή τους και την αντοχή τους. Γενικά ένα μικρό **μονώροφο κτίσμα** με **μικρά φορτία** μπορεί να έχει **πάχος τοίχου 20 cm** με μπατική πλέξη των τούβλων. Για μεγαλύτερο ύψος κατασκευάζονται υπερμπατικοί τοίχοι πάχους 30 cm.

Για **λιθοδομές**, ελάχιστο **πάχος 40 cm** και για μεγαλύτερα ύψη, **πάχος 60 cm** ή και περισσότερο που μπορεί να φτάσει και **1,00 m**.

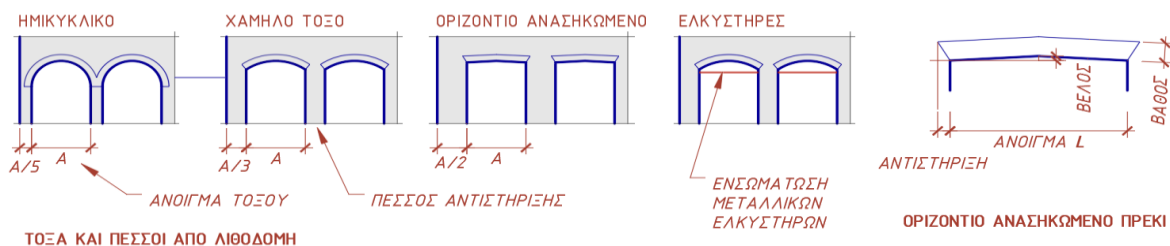
Και στις δύο περιπτώσεις των υλικών πρέπει να ληφθούν υπόψη οι πλάγιες ωθήσεις, όπως αυτές που ασκούνται από καμάρες στέγασης ή από τόξα ή και για άλλους στατικούς λόγους. Οι **πλάγιες ωθήσεις** αντιμετωπίζονται με:

- **Αύξηση του πάχους** των τοίχων.
- Εξωτερικά των τοίχων κατασκευή **αντηρίδων** ανά αποστάσεις.
- Τοποθέτηση **μεταλλικών ελκυστήρων** ανά αποστάσεις περίπου στο ύψος της γένεσης των θόλων.
- Περιμετρική **περίδεση με ελκυστήρες** είτε εξωτερικά είτε στη μάζα των τοίχων.
- Τοποθέτηση **βάρους** επάνω στους **τοίχους**.
- Σε πολώροφα κτίρια **σταδιακή αύξηση του πάχους των τοίχων** προς το ισόγειο.



Σχέδιο 3.40 Λογική της κατασκευής κτιρίων με λίθινο φέροντα οργανισμό· μεταφορά δυνάμεων στο έδαφος και αντιμετώπιση των πιθανών πλάγιων ωθήσεων με αύξηση του πάχους του τοίχου· κατασκευή αντηρίδων ή τοποθέτηση ελκυστήρων.

Για φέροντες τοίχους από τούβλα, προτιμώνται τα συμπαγή τούβλα και όχι τα διάτρητα. Οι θεμελιώσεις γίνονται πάντοτε με πέδιλα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Καλό είναι να υπάρχει προστασία από υγρασία στο επίπεδο στο οποίο το κτίριο έρχεται σε επαφή με το έδαφος.



Σχέδιο 3.41 Σχεδιασμός ανοιγμάτων σε κτίρια με φέρουσα λιθοδομή.

Για τη δημιουργία ανοιγμάτων σε λίθινους τοίχους ακολουθούμε τεχνικές δημιουργίας τόξων. Ανάλογα με την ανασήκωση του τόξου, για να παραλάβουμε τις πλάγιες ωθήσεις απαιτείται αντιστήριξη με αντίστοιχο **πάχος πεσσών**, ιδιαίτερα των ακραίων. Εναλλακτικά, μπορούν να ενσωματωθούν εμφανείς μεταλλικοί (ή και ξύλινοι) ελκυστήρες στη γένεση των τόξων, οι οποίοι θα παραλαμβάνουν τις πλάγιες ωθήσεις. Σε κάθε περίπτωση, τα τοξωτά **πρέκια** κατασκευάζονται από **θολίτες** με επιμελημένη λάξευση, το **βάθος** των οποίων θα είναι $\geq 20,0 \text{ cm}$.

Στην περίπτωση **οριζόντιου πρεκιού**, **συνιστάται** το άνοιγμά του να μην υπερβαίνει τα **1,8 m**.

Το **βέλος** είναι $1 \div 100L$, και η αντιστήριξη **4,0 cm** ανά **10,0 cm** βάθους.

3.3.6. Φουσκωτές κατασκευές (Pneumatic)

3.3.6.1. Αεροβασταζόμενες (Air Supported)

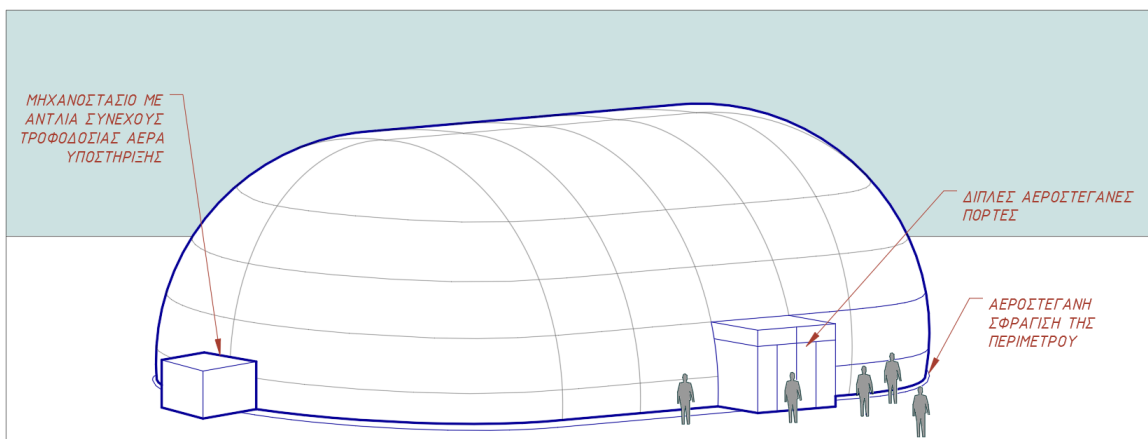
Οι αεροβασταζόμενοι φορείς λειτουργούν ακριβώς όπως τα **μπαλόνια**. Πρόκειται δηλαδή για μια μέθοδο κάλυψης χώρων με **μεμβράνες**, πολύ λεπτές και πολύ καλά αεροστεγανωμένες με το περιμετρικό δάπεδο, στις οποίες διοχετεύεται αέρας με πίεση μέχρι να φουσκώσουν και να μπορούν να κρατήσουν το σχήμα τους. Η πίεση του αέρα αρκεί να είναι λίγο μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική και δεν γίνεται αντιληπτή. Κατασκευάζονται από συνθετικά υλικά.

Συνηθισμένες εφαρμογές τους είναι κλειστά κολυμβητήρια ή μικρές προσωρινές μεταφερόμενες κατασκευές, όπως εκθεσιακά περίπτερα. Το πλεονέκτημα των κατασκευών αυτών είναι το **μικρό βάρος** τους, η ευκολία μεταφοράς και το γρήγορο στήσιμό τους, με την προϋπόθεση όμως να έχει εξασφαλιστεί η περιμετρική τους στεγανότητα, ώστε να μη χάνουν αέρα και παραμορφωθούν ή καταρρεύσουν.

Χρειάζονται διπλές στεγανές πόρτες ώστε κατά τη λειτουργία τους να μην χάνεται ο αέρας και ξεφουσκώνουν. Οι αεροβασταζόμενες κατασκευές έχουν ένα σοβαρό μειονέκτημα: για να διατηρούν το σχήμα τους απαιτούν μόνιμη **μηχανολογική υποστήριξη**, με αντλίες (και εφεδρικά συστήματα) που τροφοδοτούν διαρκώς το εσωτερικό τους με αέρα.

Η συνεχής **κατανάλωση ενέργειας** σε συνδυασμό και με τον **απο-πολυμερισμό** του συνθετικού υλικού, κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, έχουν ως αποτέλεσμα να αποφεύγεται η χρήση των φορέων αυτών σε μόνιμες κατασκευές.

Οι αεροβασταζόμενοι φορείς μπορούν να γεφυρώσουν πολύ μεγάλα **ανοίγματα**, που φτάνουν μέχρι και τα **60,0 m**.

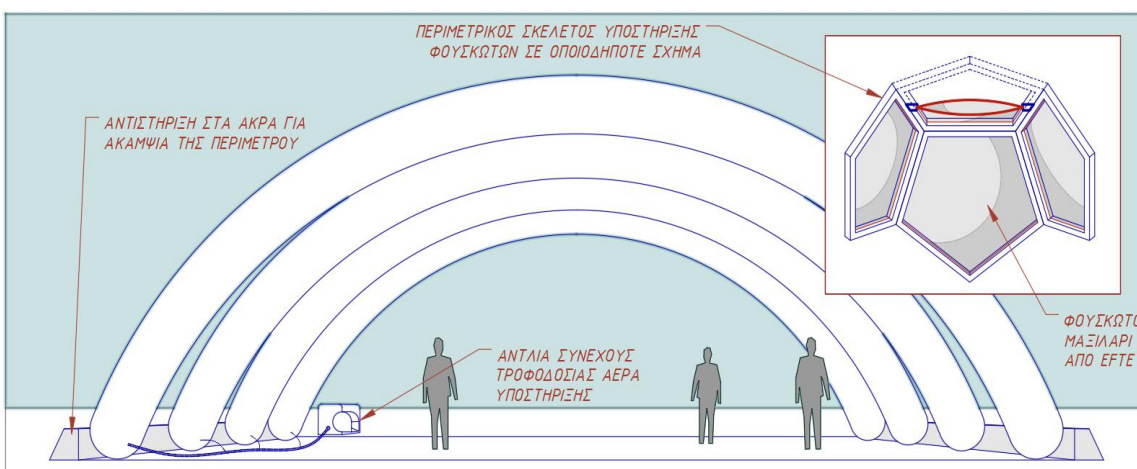


Σχέδιο 3.42 Αρχές λειτουργίας αεροβασταζόμενων κατασκευών.

3.3.6.2. Φουσκωτές κατασκευές (Air Inflated)

Οι φουσκωτές κατασκευές είναι μια παραλλαγή που λειτουργεί όπως τα φουσκωμένα λάστιχα των αυτοκινήτων. Οι φορείς από συνθετικό υλικό είναι μορφής «λουκάνικου» ή σχήματος όπως οι κουλούρες θαλάσσης, που αποκτούν άκαμπτο και απαραμόρφωτο σχήμα, επειδή είναι φουσκωμένες με αέρα, αλλά μπορεί να έχουν και ανεξάρτητο περιμετρικό σκελετό, συνήθως από μέταλλο, που διαμορφώνει ένα άκαμπτο περιβάλλον πλαίσιο, του οποίου τα κενά κλείνουν τα πλαστικά μαξιλάρια.

Το υλικό τους είναι συνήθως ETFE και μπορεί να είναι χρωματιστό ή διαφανές. Οι φουσκωτές κατασκευές παίρνουν συνήθως τη μορφή τόξων, με τα άκρα τους αγκυρωμένα στο έδαφος. Δεν απαιτούν ιδιαίτερη συντήρηση, παρά μόνον περιοδικό έλεγχο της πίεσης του αέρα στο εσωτερικό τους. Έχουν τα μειονεκτήματα των συνθετικών υλικών και συνήθως χρησιμοποιούνται σε προσωρινές εκθεσιακές κατασκευές.



Σχέδιο 3.43 Παράδειγμα κατασκευής φουσκωτών φορέων.



Εικόνα 3.26 Κάλυψη χώρου με φουσκωτές συνθετικές μεμβράνες. Οι εκτυπώσεις στις μεμβράνες λειτουργούν για τον έλεγχο σκίασης του χώρου. Οι μεμβράνες είναι στερεωμένες σε σύστημα μεταλλικών δικτυωμάτων.

3.3.7. Τέντες

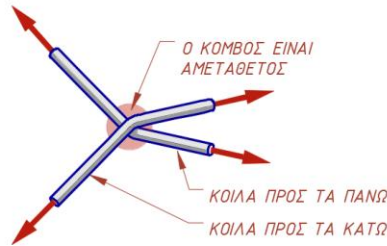
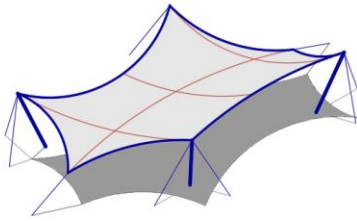
Τα χαμηλά σημεία των καλωδιωτών κατασκευών αγκυρώνονται στο έδαφος, ενώ τα ψηλά σημεία αγκυρώνονται σε ιστούς. Όλα τα μέλη καταπονούνται με αξονικές δυνάμεις, τα καλώδια σε εφελκυσμό, οι ιστοί σε θλίψη. Η έδραση των ιστών γίνεται σε αρθρώσεις, που επιτρέπουν μεγάλη ελευθερία κινήσεων και, για να μην υπάρχουν ροπές, αντιστηρίζονται από καλώδια σε θεμέλια στο έδαφος.

Οι φορείς αυτοί έχουν το μικρότερο βάρος ανά καλυπτόμενη επιφάνεια. Ωστόσο για να παραμείνει κατά το δυνατόν **άκαμπτος** ο φορέας και για να **ανθίσταται** στις ανεμοπιέσεις, πρέπει να **τεντωθεί** πολύ ισχυρά. Αυτό σημαίνει ότι οι σημειακές αγκυρώσεις κρύβουν κάτω από το έδαφος πολύ μεγάλα θεμέλια ως αντίβαρα, που στην πραγματικότητα έρχονται σε αντίθεση με την ελαφριά εντύπωση που δημιουργεί ο φορέας.

Όταν ο φορέας που σχεδιάζουμε πρόκειται να καλύψει πολύ μεγάλη επιφάνεια, πρέπει να προβλεφθούν στηρίξεις σε πολλά σημεία που θα είναι **εναλλασσόμενα ψηλά και χαμηλά**. Τα ψηλά σημεία θα στηρίζονται σε ιστούς ή άλλους γειτονικούς φορείς, ενώ τα χαμηλά σημεία θα εδράζονται στο έδαφος σε ειδικές θεμελιώσεις. Η γενική μορφή του τότε, θα πρέπει να έχει συνεχόμενα ανοίγματα με εναλλασσόμενη καμπυλότητα.

Το **ανάπτυγμα** μιας καλωδιωτής κατασκευής δεν είναι επίπεδο, αλλά παρουσιάζει πτυχές, αντίστοιχες στη μορφή με τα ρούχα που φοράμε. Ακόμη και οι περιμετρικές ακμές της δεν μπορεί να είναι ευθύγραμμες. Αφού αναρτηθεί στους ιστούς και αγκυρωθεί στις θεμελιώσεις της, η τέντα παίρνει το τελικό της σχήμα μόνον όταν τεντωθεί· η διαδικασία γίνεται με επιμέλεια και σταδιακά σε όλα τα σημεία στηρίξεων.

ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΑΜΕΤΑΘΕΤΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΣΤΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ (Ή ΤΩΝ ΙΝΩΝ ΣΕ ΥΦΑΣΜΑΤΑ) ΜΕ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΡΦΗΣ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ

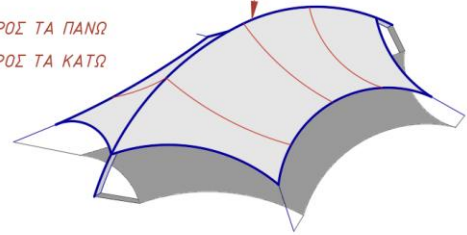


Ο ΚΟΜΒΟΣ ΕΙΝΑΙ ΑΜΕΤΑΘΕΤΟΣ

ΚΟΙΛΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΠΑΝΩ

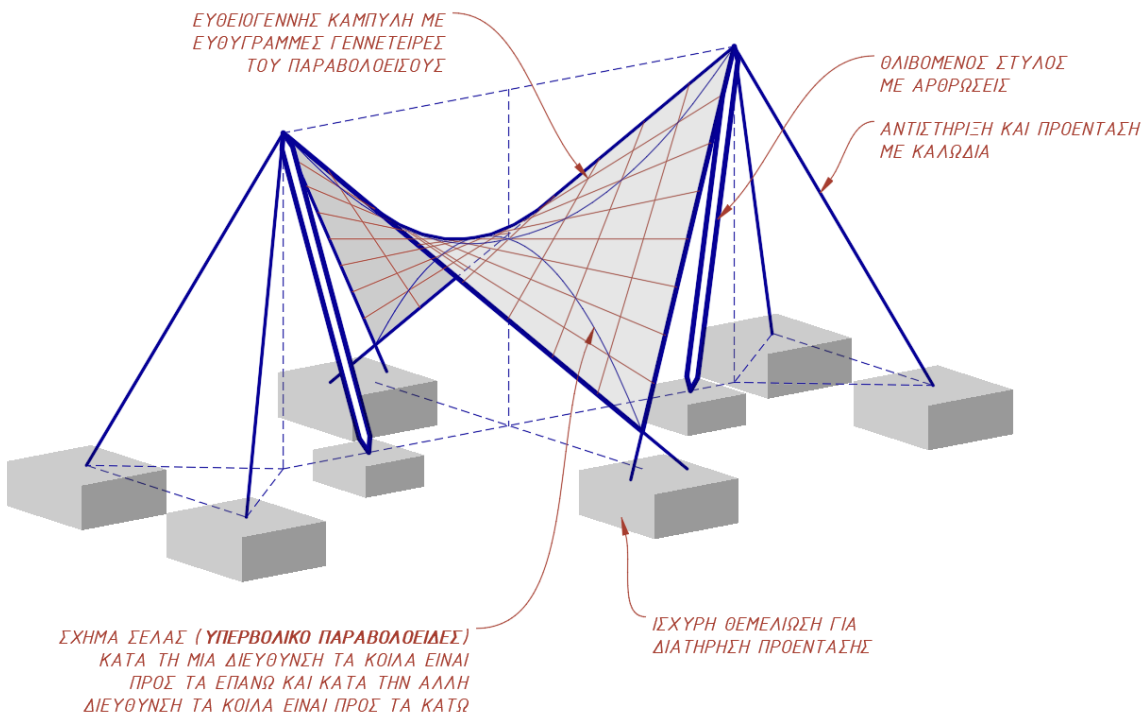
ΚΟΙΛΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ

ΤΟΣΟ ΑΚΑΜΠΤΟ ΜΕ ΤΑ ΚΟΙΛΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ



ΤΡΟΠΟΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΤΕΝΤΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΜΕΣΩ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Σχέδιο 3.44 Αρχές συμπεριφοράς και λειτουργίας των υφασμάτων κατασκευών.



ΕΥΘΕΙΟΓΕΝΝΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΕΣ ΓΕΝΝΕΤΕΙΡΕΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΒΟΛΟΕΙΔΟΥΣ

ΘΛΙΒΟΜΕΝΟΣ ΣΤΥΛΟΣ ΜΕ ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ

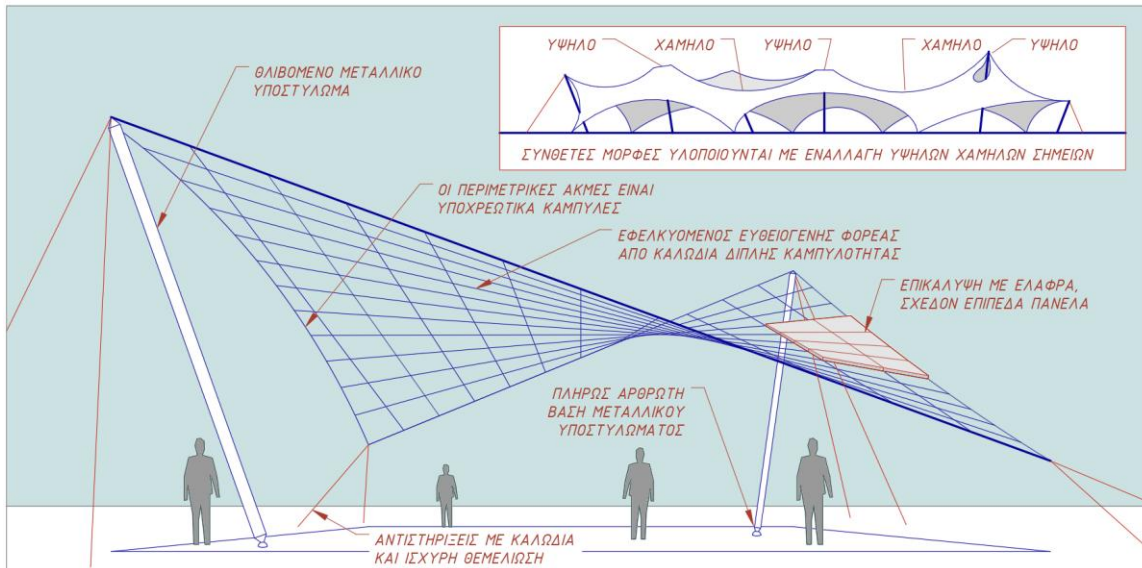
ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΜΕ ΚΑΛΩΔΙΑ

ΣΧΗΜΑ ΣΕΛΑΣ (ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΟ ΠΑΡΑΒΟΛΟΕΙΔΟΣ) ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΑ ΚΟΙΛΑ ΕΙΝΑΙ ΠΡΟΣ ΤΑ ΕΠΑΝΩ ΚΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΛΛΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΑ ΚΟΙΛΑ ΕΙΝΑΙ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ

ΙΣΧΥΡΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΓΙΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Σχέδιο 3.45 Αξονομετρικό εφελκόμενης τέντας με επισημάνσεις σε κρίσιμα σημεία για τον σχεδιασμό του φορέα.

Καταλαβαίνουμε ότι οι μορφές που παράγονται με αυτόν τον τρόπο δεν είναι γεωμετρικά ορισμένες και είναι ίσως η μοναδική περίπτωση φορέων που την τελική μορφή τη βρίσκουμε είτε πειραματικά με μακέτες σε μικρή κλίμακα (1:20, 1:10) είτε με ειδικά προγράμματα εύρεσης μορφής «form finding». Επίσης, ακόμη και κατά την κατασκευή, η λίγο διαφορετική τάνυση των καλωδίων, έχει ως αποτέλεσμα την ελαφρά διαφοροποίηση της γεωμετρίας τους.

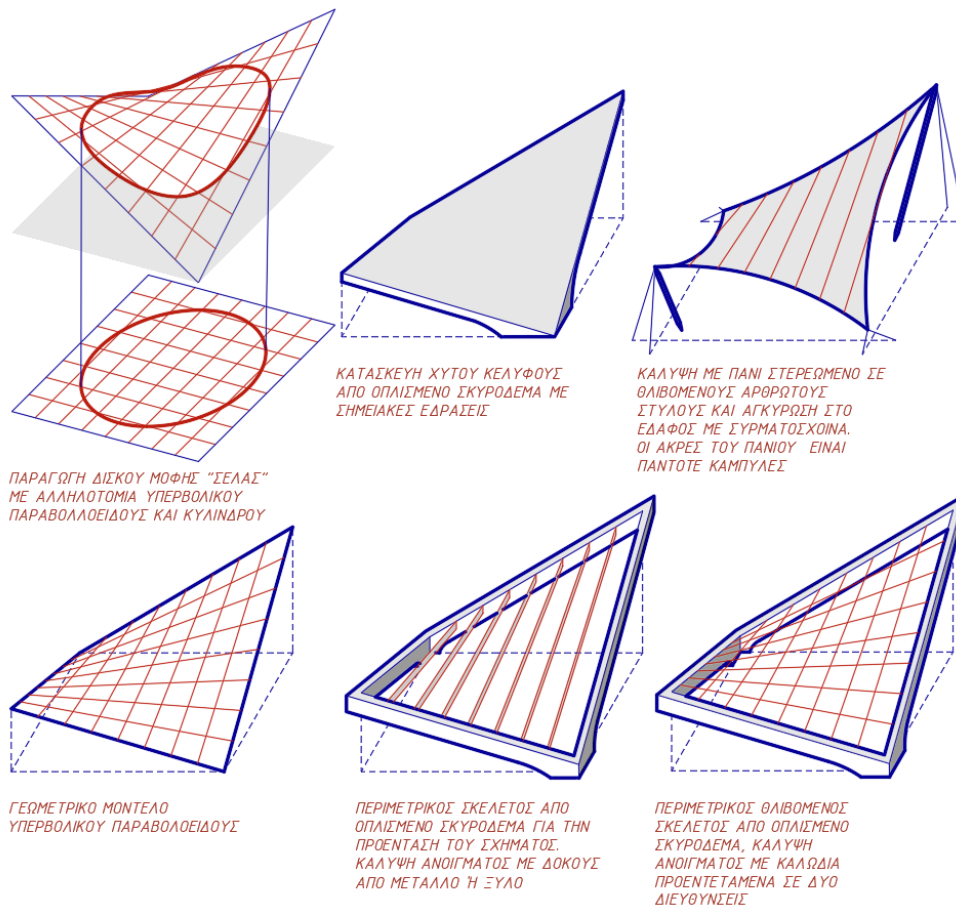


Σχέδιο 3.46 Αξονομετρικό εφελκόμενης τέντας με επισημάνσεις σε κρίσιμα σημεία για τον σχεδιασμό του φορέα.

Γενικά τα κελύφη μπορούν να καλύψουν πολύ μεγάλες επιφάνειες, περισσότερο από 100 m σε άνοιγμα, με πολύ μικρό πάχος σκυροδέματος που μπορεί να είναι λιγότερο από 10 cm. Τεχνικά, το πλεονέκτημα τέτοιων κατασκευών είναι η τεράστια οικονομία του υλικού, ενώ αντίθετα, το σοβαρό μειονέκτημα είναι η χρήση πολύπλοκου και ακριβού ξυλότυπου. Επίσης, λόγω του σχήματος είναι κατάλληλες μόνον για στεγάσεις. Έργα πολύ σημαντικά με κελύφη από σκυρόδεμα, έγιναν μεταπολεμικά στη Λατινική Αμερική, αλλά όχι στην Ευρώπη ή στη Βόρειο Αμερική και η προφανής εξήγηση είναι οι οικονομικές παραμέτρους τέτοιων έργων, δηλαδή η ισορροπία μεταξύ κόστους του υλικού και κόστους εργατικών κατασκευής.



Εικόνα 3.27 Τέντα από συνθετική αδιάβροχη μεμβράνη. Διακρίνονται τα θλιβόμενα υποστυλώματα και οι αγκυρώσεις με συρματόσχοινα που προεντείνουν την τέντα ώστε να διατηρείται απαραμόρφωτο το σχήμα της.



Σχέδιο 3.47 Σύγκριση φορέων διπλής καμπυλότητας από διαφορετικά υλικά.



Εικόνα 3.28 Κάλυψη χώρου με μεμβράνη, η οποία ακαμπτοποιείται και διατηρεί το σχήμα της με σύνθετη διάταξη από χαλύβδινους ελκυστήρες και ορθοστάτες που στηρίζουν τον αμετάθετο κεντρικό, εφελκούμενο δακτύλιο, επάνω στον οποίο τεντώνεται η μεμβράνη. Cité des Sciences et de l'Industrie. Αρχιτέκτονας A. Fainsilber, Γαλλία 1996.

3.4. Τα υπόλοιπα μέρη του φέροντος οργανισμού

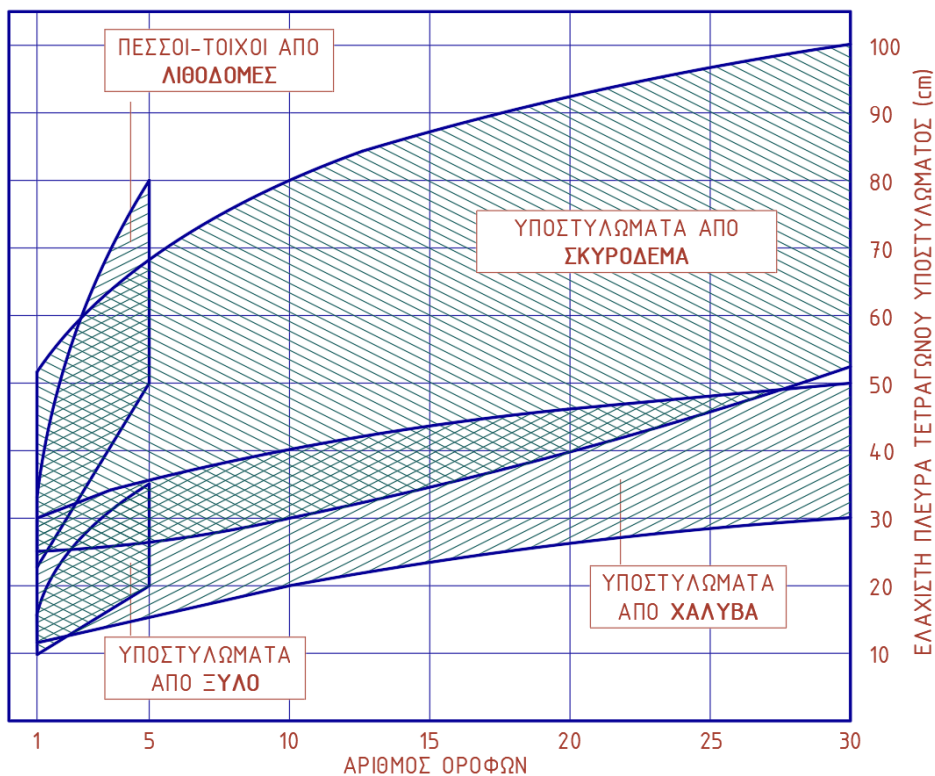
3.4.1. Τα υποστυλώματα

Τα υποστυλώματα είναι τα κατακόρυφα στοιχεία του φέροντος οργανισμού τα οποία παραλαμβάνουν τα φορτία των υπερκείμενων ορόφων και των δοκών και τα μεταφέρουν στα θεμέλια της οικοδομής. Σημειώνεται με έμφαση ότι τα υποστυλώματα πρέπει οπωσδήποτε να καταλήγουν στο έδαφος και να θεμελιώνονται σε αυτό. Μόνο ήσσονος σημασίας υποστυλώματα επιτρέπεται να είναι φυτευτά και αυτά εδράζονται σε δοκάρια του υποκείμενου ορόφου. Τα φυτευτά υποστυλώματα πρέπει γενικά να αποφεύγονται (βλέπε σχήμα).

Υποστυλώματα συγκριτικές δυνατότητες από διαφορετικά υλικά

Στο ακόλουθο διάγραμμα δίνονται τα υποστυλώματα, τα όρια και οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων για διαφορετικά υλικά.

Είναι προφανές ότι ο λίθος και το ξύλο έχουν τις μικρότερες δυνατότητες για δόμηση σε ύψος. Αντίθετα, ο χάλυβας και το σκυρόδεμα έχουν πολύ περισσότερες δυνατότητες για κατασκευή κτιρίων πάνω από 50 ορόφους. Επίσης, για κατασκευές ψηλών κτιρίων πλεονεκτούν τα υποστυλώματα από χάλυβα, επειδή τα μεγέθη τους διατηρούνται σε λογικά πλαίσια, σε σύγκριση με το σκυρόδεμα. Με γραφική παρεμβολή μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε ότι τα χαλύβδινα υποστυλώματα είναι λεπτότερα περίπου κατά το ήμισυ σε σχέση με αυτά από σκυρόδεμα.



Σχέδιο 3.47 Συγκριτικό γράφημα υποστυλωμάτων από διαφορετικά υλικά, των διαστάσεών τους και των ορίων σε δυνατότητα χρήσης ανάλογα με τον αριθμό των ορόφων του κτιρίου (Πηγή: Alread, J., & Leslie, T. (2007). Design Tech, Building Science for Architects. Oxford: Elsevier, Architectural Press. σ. 365).

Στο σημείο αυτό θα κάνουμε μια παρατήρηση που αφορά τα υποστυλώματα και τη δυσκολία να δώσουμε πίνακες προδιαστασιολόγησης, όπως κάνουμε με τις πλάκες και τις δοκούς. Ο λόγος είναι ότι τα εκτιμώμενα φορτία των πατωμάτων και των στεγών είναι στατιστικά υπολογισμένα, ενώ αντίθετα για τα υποστυλώματα υπάρχουν ασάφειες που δυσκολεύουν την ευθεία απάντηση.

Για παράδειγμα, σε ένα απλό μονώροφο κτίριο από οποιοδήποτε υλικό κατασκευής, με τυπικά ανοίγματα δοκών και τυπικά φορτία στέγης, το **ύψος του ορόφου** είναι καθοριστικής σημασίας, επειδή είναι κρίσιμη η παράμετρος του λυγισμού. Δηλαδή, υποστυλώματα με τα ίδια υπερκείμενα φορτία έχουν διαφορετικές διαστάσεις ανάλογα με το ελεύθερο ύψος τους.

Επίσης, όσο πιο μεγάλο είναι το άνοιγμα του φορέα, και άρα πιο απομακρυσμένα τα υποστυλώματα, τόσο μεγαλύτερα φορτία φέρουν και τόσο μεγαλύτερες διαστάσεις έχουν.

Για την αναγραφή των στοιχείων του υποστυλώματος ακολουθείται ο συμβολισμός: **K5 25/40**, όπου η πρώτη διάσταση είναι η οριζόντια Χ και η δεύτερη είναι η κατακόρυφη Υ σύμφωνα με το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων του σχεδίου ξυλότυπων. Η σύμβαση που ακολουθείται για την ονοματολογία των υποστυλωμάτων φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.

Στην εικόνα βλέπουμε το σημείο συμβολής του υποστυλώματος με την πλάκα και τα δοκάρια. Ο σπλισμός του υποστυλώματος εξέρχει από την πλάκα δημιουργώντας τις κατάλληλες αναμονές για τη σύνδεση με τον υπερκείμενο όροφο.

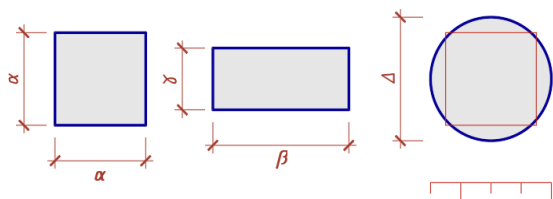


Εικόνα 3.29 Σημείο συμβολής χαλύβδινου σπλισμού δοκών με το υποστυλωμα σε φορέα από σκυρόδεμα.

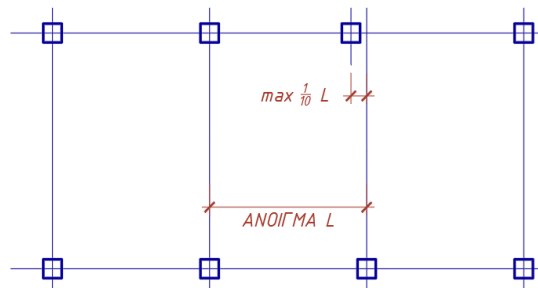
Εάν υπάρχει πιθανότητα να **αλλάζουν οι διαστάσεις** των υποστυλωμάτων καθ' ύψος ή να τροποποιηθεί ο δομικός σκελετός κατά την οριστική μελέτη, τότε τοποθετούμε ειδικά σύμβολα στα υποστυλώματα, τα λεγόμενα «**σταθερά σημεία**», που υποδεικνύουν στον στατικό την κατεύθυνση κατά την οποία είναι δυνατόν να τροποποιηθούν οι διαστάσεις τους.

Όταν **αλλάζει η γεωμετρία** ενός υποστυλώματος από όροφο σε όροφο, γίνεται δηλαδή από τετράγωνο στρογγυλό, τότε πρέπει το υποκείμενο υποστυλωμα να εγγράφεται στο υπερκείμενο, ώστε ο σπλισμός της αναμονής που αφήνεται να μπορεί να εισχωρεί στο σώμα του επόμενου υποστυλώματος.

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ
 ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ: $\alpha \times \alpha$
 ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΓΡΑΜΜΟ: $\beta \times \gamma = \alpha \times \alpha$
 ΚΥΚΛΙΚΟ: $\Delta = \alpha + 1/3 \times \alpha$



ΑΝΕΚΤΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟ
 ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΜΕΧΡΙ $1/10 L$



Σχέδιο 3.48 Επισημάνσεις σχεδιασμού διατομών υποστυλωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα και της θέσης τους στο δομικό σύστημα.

Εάν επιθυμούμε να **τροποποιήσουμε τη γεωμετρία ενός υποστυλώματος** κατά τη διάρκεια της μελέτης, τότε αντικαθιστούμε αυτό το υποστύλωμα με ένα άλλο, ιδίου εμβαδού επιφανείας. Μπορούμε να μετασχηματίσουμε τα τετράγωνα υποστυλώματα πλευράς (α) σε παραλληλεπίπεδα με ίδιο εμβαδόν τομής. Αντίθετα, για τον μετασχηματισμό τους σε **στρογγυλά**, πρέπει η διάμετρος (D) να είναι: $D = \alpha + 1/3 \times \alpha$. Για παράδειγμα, εάν θέλουμε να αντικαταστήσουμε μία κολόνα διαστάσεων 35/50 cm με μία στρογγυλή, τότε αυτή πρέπει να έχει διάμετρο 25 cm, ενώ μια κολόνα διαστάσεων 30/30 cm μπορεί να αντικατασταθεί με μία κολόνα 40/25 cm.

Τα δοκάρια πάντοτε καταλήγουν σε υποστυλώματα για την ευχερή μεταφορά των φορτίων από τις πλάκες μέχρι τα θεμέλια. Μπορούμε για λόγους αρχιτεκτονικούς να **μετακινήσουμε** ένα **υποστύλωμα** από τη διασταύρωση των δοκών δημιουργώντας μια **εκκεντρότητα**. Η απόσταση του υποστυλώματος από τη δοκό δεν πρέπει να ξεπερνά το **1÷10** του **ανοίγματος** της πλάκας που υποβαστάζει.

Για τις διαστάσεις υποστυλωμάτων

Οι ελάχιστες διαστάσεις των υποστυλωμάτων και των τοιχίων σύμφωνα με τον ΕΚΩΣ-2000 είναι οι εξής:

Ελάχιστο ορθογωνικό υποστύλωμα:	$\alpha \times \beta \geq 25 \times 25 \text{ cm}$.
Ελάχιστο υποστύλωμα σε γωνίες:	$\alpha \times \beta \geq 35 \times 35 \text{ cm}$.
Ελάχιστο γωνιακό υποστύλωμα σχήματος «Γ»:	$\alpha \times \beta \times \gamma \times \delta \geq 35 \times 35 \times 20 \times 20 \text{ cm}$

Αυτές οι ελάχιστες διαστάσεις προφανώς αφορούν μικρά **ελεύθερα ύψη** μέχρι **3,0 m**. Γενικά, όσο μεγαλώνει το ελεύθερο ύψος των υποστυλωμάτων, αυξάνουν και οι ελάχιστες διαστάσεις, έτσι για **ελεύθερο ύψος 6,0 m**, οι ελάχιστες διαστάσεις των υποστυλωμάτων είναι **50 x 50 cm** και σε γωνιακά υποστυλώματα **65 x 65 cm**.

Τοιχώματα είναι τα κατακόρυφα στοιχεία με **ελάχιστη** διάσταση **πλευράς 0,25 cm** και ο λόγος των πλευρών τους είναι: $\alpha / \beta \geq 1 / 4$

Ελάχιστο τοιχώμα μέχρι 4 ορόφους:	$\alpha \times \beta \geq 25 \times 150 \text{ cm}$
Ελάχιστο τοιχώμα για περισσότερους από 4 ορόφους:	$\alpha \times \beta \geq 25 \times 200 \text{ cm}$
Ελάχιστες διαστάσεις διατομής τοιχώματος :	$\beta \geq 25 \text{ cm}$ και $\beta \geq (1/20)$ του ύψους ορόφου.

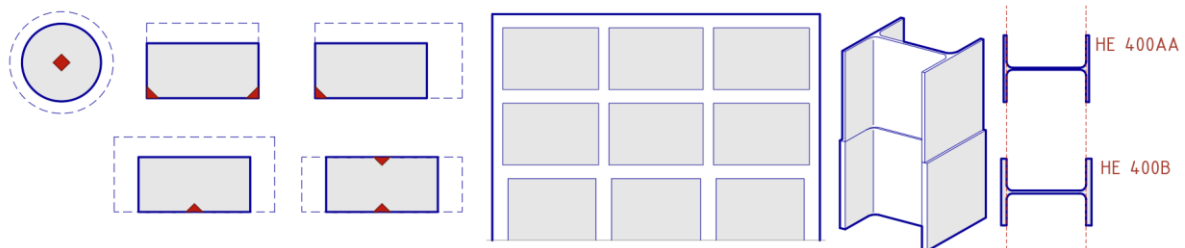
Ένα **τοιχώμα** θεωρείται ενιαίο ακόμα και εάν υπάρχουν σε αυτό **ανοίγματα**, αρκεί αυτά να είναι σχετικά μικρά και κατάλληλα διατεταγμένα, όπως για παράδειγμα να βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφο και ανά σχετικά μεγάλες αποστάσεις.

Για τον προσδιορισμό της επιφάνειας των τοιχωμάτων σε μία κάτοψη που μπορεί να χαρακτηριστεί «τοιχωματική», μπορούμε να ακολουθήσουμε έναν προσεγγιστικό κανόνα. Σε μια κάτοψη η συνολική επιφάνεια τοιχωμάτων σε καθεμία κύρια διεύθυνση Χ ή Υ προσδιορίζεται ως κλάσμα του συνολικού εμβαδού των υπερκείμενων ορόφων:

$$E(\text{όλων των υπερκείμενων ορόφων}) / 500$$

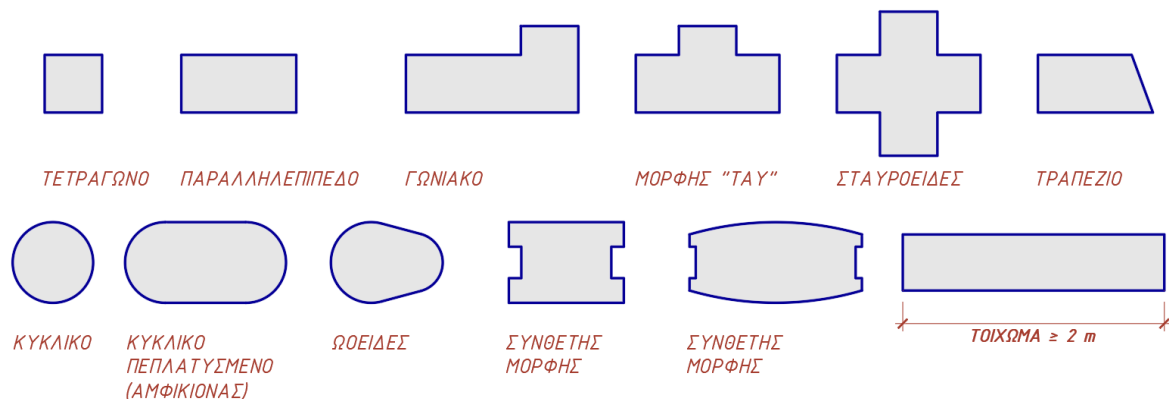
Αυτό μας δίνει τη συνολική επιφάνεια για καθεμία διεύθυνση. Με δεδομένο το πλάτος τοιχωμάτων, προσδιορίζουμε το συνολικό μήκος τους σε κάθε διεύθυνση.

Η διάταξη τοιχωμάτων στον σκελετό γίνεται ανά ζεύγη σε κάθε διεύθυνση και συμμετρικά ως προς το ελαστικό κέντρο στροφής. Συνιστάται τα τοιχώματα να είναι διατεταγμένα στην περίμετρο της κάτοψης ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητες στροφές.



ΣΤΑΘΕΡΑ ΣΗΜΕΙΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΠΟΜΕΙΩΣΗΣ ΚΑΘ' ΎΨΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΣΕ ΨΗΛΑ ΚΤΙΡΙΑ, ΠΕΡΙΠΟΥ ΚΑΘΕ ΤΡΕΙΣ Ή ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΟΡΟΦΟΥΣ. ΔΕΞΙΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ.

Σχέδιο 3.49 Σταθερά σημεία υποστυλωμάτων σε πολυώροφα κτίρια για αλλαγή καθ' ύψος των διαστάσεων.

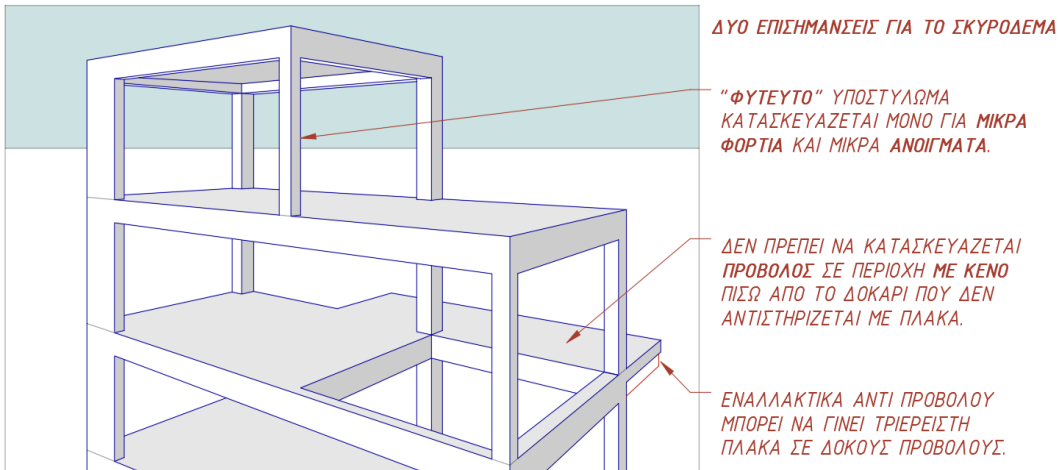


Σχέδιο 3.50 Ενδεικτικές περιπτώσεις σήματος υποστυλωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Υποστυλώματα φατνωματικών πλακών

Οι φατνωματικές πλάκες έχουν πολύ μεγαλύτερο ίδιον βάρος από τα άλλα είδη πλακών οπλισμένου σκυροδέματος και, όπως είναι φυσικό, τα υποστυλώματά τους έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις. Γενικά, ως προεκτίμηση, για ένα **μονώροφο** κτίριο με **ύψος** υποστυλώματος έως **3,70 m**, η σχέση **πάχους** της φατνωματικής πλάκας με τη διάσταση **πλευράς** του **τετράγωνου υποστυλώματος** είναι: **0,5** για τις πιο λεπτές πλάκες **έως 0,7** για τις παχύτερες φατνωματικές.

Σε μία κατασκευή από οποιοδήποτε υλικό, τα πιο **κρίσιμα δομικά μέλη** από άποψη σπουδαιότητας είναι τα **υποστυλώματα**, ακολουθούν οι **δοκοί** και έπονται οι **πλάκες**. Αυτό μπορεί να το αντιμετωπίσει κάποιος σε επεμβάσεις υπάρχοντων κτιρίων, όπου στατικά είναι πολύ πιο εύκολο να διανοιχτούν τρύπες σε πλάκες ορόφων ή και να αφαιρεθούν πλήρως οι πλάκες, αλλά σχεδόν αδύνατον να γίνουν οι οποιοσδήποτε επεμβάσεις σε υποστυλώματα.



Σχέδιο 3.51 Σημεία προσοχής σε φυτευτά υποστυλώματα και προβόλους φέροντος οργανισμού. Οι επισημάνσεις προφανώς αναφέρονται σε φορείς, όχι μόνο από οπλισμένο σκυρόδεμα, αλλά από κάθε υλικό.

Επισημαίνουμε με έμφαση ότι οποιοσδήποτε αλλαγές ή **επεμβάσεις** σε φέροντα οργανισμό από **οπλισμένο σκυρόδεμα** κατά την κατασκευή, συνεπάγονται επανέλεγχο και **ενημέρωση των στατικών** από τον αρμόδιο στατικό του έργου, ενώ για επεμβάσεις σε ήδη υπάρχοντα κτίρια, απαιτούνται **ειδικές στατικές μελέτες** και **υψηλή ειδίκευση** από έμπειρους τεχνίτες που θα αναλάβουν το εγχείρημα. Συνήθως το **κόστος** τέτοιων επεμβάσεων είναι ιδιαίτερα **υψηλό** και μόνον ειδικοί λόγοι μπορούν να το δικαιολογήσουν. Επίσης, κρατάμε πάντα κατά νου ότι **απαγορεύεται η ενσωμάτωση** (εγκλιβωτισμός) υδρορροών ή καλωδίων και γενικά μηχανολογικών διελεύσεων σε υποστυλώματα ή δοκούς. **Ενδέχεται να είναι δυνατή η διέλευση οριζόντιου τμήματος υδρορροών σε δοκούς από μη κρίσιμα σημεία του ουδέτερου άξονα.**



Εικόνα 3.30

Φορέας από οπλισμένο σκυρόδεμα με χαρακτηριστική δοκιδωτή πλάκα και καμπύλα δοκάρια. Διοικητήριο Λειβαδιάς.

Αρχιτέκτονες Τ. Μπίρης, Δ. Μπίρης, Π. Κόκκορης, Κ. Γρηγοράτος, Κ. Κωστόπουλος. Στατική μελέτη Θ. Βουδικλάρης, μηχανολογική μελέτη Γ. Χριστοφίλης. Λειβαδιά 2010.

3.4.2. Κλίμακες και ράμπες

Οι κλίμακες από σκυρόδεμα καλουπώνονται και σκυροδετούνται σε ξεχωριστή φάση. Συνήθως απαντώνται ως αμφιέριστες πλάκες που εδράζονται σε δύο διαδοχικούς ορόφους ή σε σύστημα προβόλων (δεξιά) ή και σε απλούστερους φορείς που εδράζονται απευθείας στο έδαφος.



Εικόνες 3.31, 3.32 Πολιτιστικό κέντρο ιδρύματος Ζαχαρίου, φορέας από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Αρχιτέκτονας Ι. Λιάπης, στατικά Δ. Μπαϊρακτάρης, Τουρκολίμανο, Πειραιάς. Εναρξη εργασιών 1972, παρέμεινε ημιτελής.



Εικόνες 3.33, 3.34, 3.35, 3.36 Διακρίνονται χαρακτηριστικά οι ράμπες και η σκάλα, όλα σε μορφή ελεύθερου προβόλου που εδράζονται σε δύο επίπεδα με ελεύθερο αιωρούμενο άκρο.



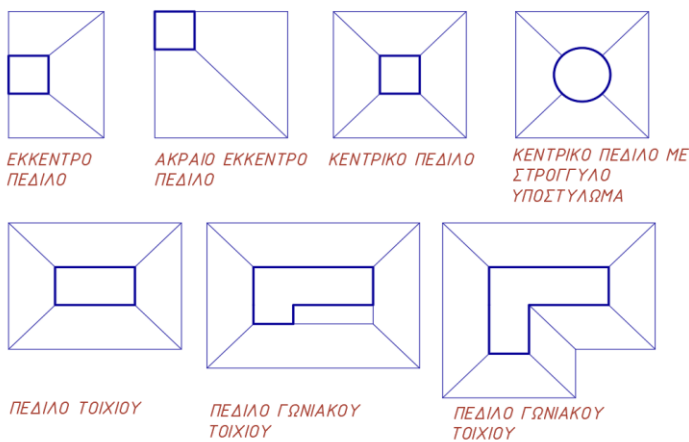
Εικόνες 3.37, 3.38 Φορέας από οπλισμένο σκυρόδεμα. Διακρίνονται χαρακτηριστικά οι «βραχείς πρόβολοι» που στηρίζουν σε απόσταση τη φαντωματική πλάκα του παταριού.

3.4.3. Οι θεμελιώσεις

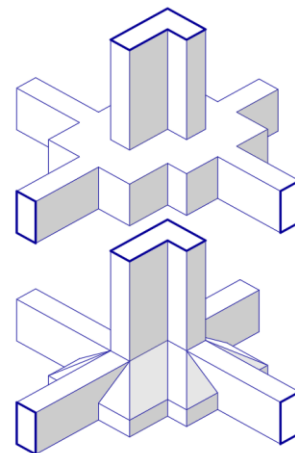
Τα θεμέλια είναι τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού στα οποία **καταλήγουν** όλα τα **υπερκείμενα φορτία** των υποστυλωμάτων ή των τοιχιών. Αυτά, με τη σειρά τους, αναλαμβάνουν να καταναείμουν ομοιόμορφα το φορτίο της οικοδομής προς το έδαφος με το οποίο βρίσκονται σε επαφή. Από αυτήν την ανάγκη προκύπτει και η μορφή τους, που είναι σχήματος κόλουρης πυραμίδας ή «κιβωτίου» ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου.

Τα πέδιλα των θεμελίων συνδέονται μεταξύ τους με **συνδετήρια δοκάρια** ώστε να εξασφαλίζεται και στο επίπεδο του εδάφους η χωρική ακαμψία του φέροντος οργανισμού, καθώς επίσης και να αποτρέπεται η **διαφορική καθίζηση**. Ανάλογα με τη φύση του εδάφους, το είδος του κτιρίου και τον αριθμό των ορόφων ποικίλλουν η μέθοδος και ο τρόπος θεμελίωσης. Οι κώνοι των πέδιλων πρέπει να είναι τοποθετημένοι αξονικά ως προς το υποστύλωμα και γενικά το σχήμα τους ακολουθεί εκείνο των υποστυλωμάτων ή των τοιχιών. Όταν όμως η οικοδομή ανεγείρεται σε επαφή με το πλαϊνό όριο του οικοπέδου τότε, για προφανείς λόγους, κατασκευάζονται «**έκκεντρα πέδιλα**», που σε κάθε άλλη περίπτωση είναι καλό να αποφεύγονται.

ΘΕΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΟΙΧΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΜΕΛΙΟ ΚΑΙ ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΘΕΜΕΛΙΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΣΥΝΔΕΤΗΡΙΕΣ ΔΟΚΟΥΣ



ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΘΕΜΕΛΙΩΝ ΜΕ ΤΙΣ ΣΥΝΔΕΤΗΡΙΕΣ ΔΟΚΟΥΣ



Σχέδιο 3.52 Σχεδίαση θεμελίων με διάφορους τύπους και θέσεις υποστυλωμάτων κάθε φορά. Τα κωνικά θεμέλια από οπλισμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιούνται σπάνια σήμερα.

Είναι δυνατή η συνεχόμενη σχεδίαση τοιχίων και υποστυλωμάτων κυρίως στα υπόγεια των οικοδομών. Τα υποστυλώματα μπορούν είτε να προβάλλουν από την επιφάνεια του τοιχίου είτε να είναι πλήρως ενσωματωμένα σε αυτό (βλέπε σχήμα). Εννοείται πως, παρόλο που έχουν κοινή «επιδερμίδα» στον πυρήνα τους, τα υποστυλώματα και τα τοιχία έχουν πολύ διαφορετική ποσότητα σπλισμού από την υπόλοιπη μάζα του **τοιχίου πλήρωσης** που γεφυρώνει το διάστημα ανάμεσα στα υποστυλώματα.

3.4.3.1. Διαστασιολόγηση μεμονωμένων θεμελίων

Για τη διαστασιολόγηση των πέδων τηρούνται κατ' ελάχιστο οι ακόλουθες αρχές:

Κωνικά Θεμέλια

Συνολικό ύψος κώνου θεμελίου: $H_{min} \geq 70 \text{ cm}$

Ύψος βάσης του κώνου θεμελίου: $h_0 = h / 3 \text{ και } \geq 25 \text{ cm}$

Ελάχιστο πλάτος θεμελίου: $b \geq 70 \text{ cm}$.

Πλάτος πέλματος κώνου: $a \leq 2 \times h$

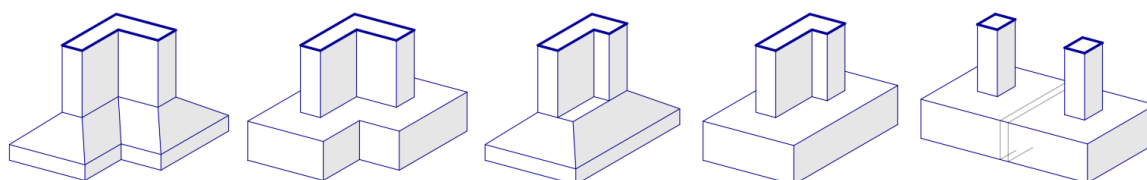
Ορθογωνικά θεμέλια τα οποία είναι και τα μόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Ύψος κιβωτίου θεμελίου: $h_{min} \geq 50 \text{ cm}$

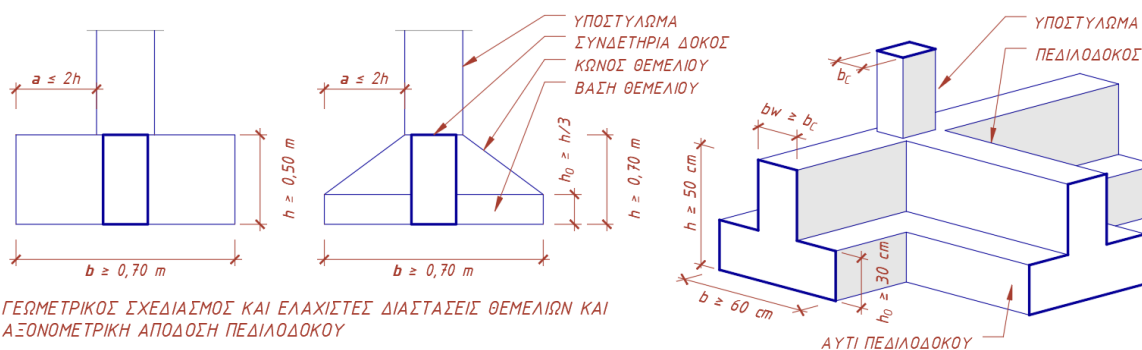
Ελάχιστο πλάτος θεμελίου: $b \geq 70 \text{ cm}$.

Πλάτος πέλματος θεμελίου: $a \leq 2 \times h$

Οι **διαστάσεις** και το ύψος ενός θεμελίου **εξαρτώνται** από τα φορτία που μεταφέρει και από την ποιότητα του εδάφους που παραλαμβάνει αυτά τα φορτία. Ειδικά κτίρια, με μεγάλα φορτία αλλά και σαθρά εδάφη, απαιτούν ιδιαίτερες θεμελιώσεις.



ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΘΕΜΕΛΙΟΥ ΚΩΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΚΙΒΩΤΙΟΕΙΔΟΥΣ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΓΩΝΙΑΚΩΝ ΤΟΙΧΙΩΝ. ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΟΥ ΟΙ ΔΥΟ ΣΤΥΛΟΙ ΕΙΝΑΙ ΚΟΝΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΕΤΑΙ ΕΝΑ ΘΕΜΕΛΙΟ



ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΜΕΛΙΩΝ ΚΑΙ ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΠΕΔΙΛΟΔΟΚΟΥ

Σχέδιο 3.53 Προεκτίμηση διαστάσεων και σχεδιασμός θεμελίων και πεδילוδοκών από σπλισμένο σκυρόδεμα.

3.4.3.2. Συνδετήριες δοκοί θεμελίων

Οι συνδετήριες δοκοί συνδέουν μεταξύ τους τα μεμονωμένα θεμέλια σε δύο διευθύνσεις.

Οι ελάχιστες διαστάσεις των συνδετήριων δοκών είναι:

Έως τρεις υπέργειους ορόφους:

Ελάχιστο πλάτος συνδετήριας δοκού: $\alpha \geq 25 \text{ cm}$

Ελάχιστο ύψος συνδετήριας δοκού: $\beta \geq 40 \text{ cm}$

Με τέσσερις ή περισσότερους υπέργειους ορόφους:

Ελάχιστο πλάτος συνδετήριας δοκού: $\alpha \geq 25 \text{ cm}$

Ελάχιστο ύψος συνδετήριας δοκού: $\beta \geq 60 \text{ cm}$

Τα συνδετήρια δοκάρια τοποθετούνται πάντοτε στην ίδια στάθμη με τα θεμέλια, από τον λαιμό του θεμελίου στο επίπεδο σύνδεσής τους με τα υποστυλώματα μέχρι τη βάση τους.

Πεδιλοδοκοί

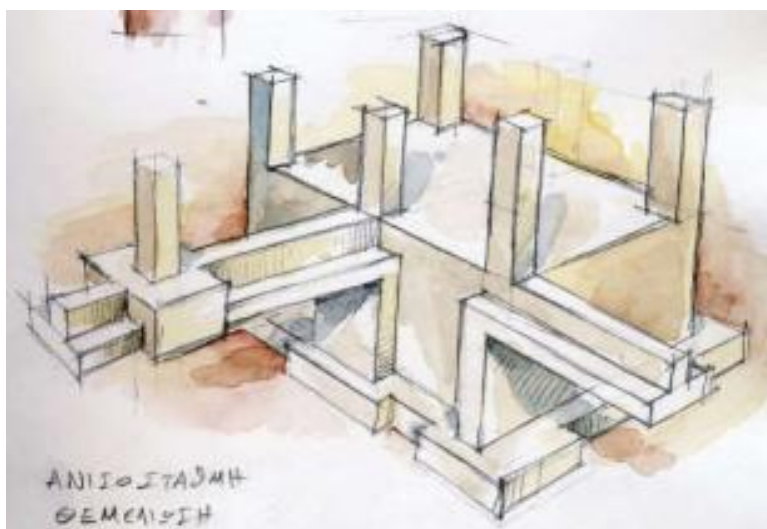
Οι πεδιλοδοκοί συνδέουν επίσης τα θεμέλια μεταξύ τους όπως τα συνδετήρια δοκάρια.

Ελάχιστο πάχος κορμού της πεδιλοδοκού: $b \geq 20 \text{ cm}$ ή $b \geq \text{πλάτος υποστυλώματος}$

Ελάχιστο πλάτος (b) πέλματος πεδιλοδοκού: $b \geq 60 \text{ cm}$ ή $b \geq 3 \times \beta$

Ελάχιστο ύψος (h) στο αυτί της πεδιλοδοκού: $h \geq 30 \text{ cm}$ ή $h \geq 1,5 \times \beta$

Προτείνεται, εφόσον είναι εφικτό, η προέκταση των πεδιλοδοκών πέραν των ακραίων κατακόρυφων στοιχείων κατά $l \geq \sqrt{(b \times h)}$



Εικόνα 3.39 Κώνοι θεμελίων και συνδετήρια δοκάρια σε ανισόσταθμη θεμελίωση.

Γενικά οι κορυφές των κώνων των θεμελίων πρέπει να βρίσκονται ακριβώς στην ίδια στάθμη και αυτό επιτυγχάνεται με την **ενιαία εκσκαφή** σε όλη την έκταση της οικοδομής, το λεγόμενο «**ταμπάνι**». Μπορούμε όμως να κατασκευάσουμε **ανισόσταθμη** θεμελίωση, φροντίζοντας τα πέδιλα να είναι στις κατάλληλες μεταξύ τους αποστάσεις και εξασφαλίζοντας τη σύνδεσή τους με κατάλληλα τοποθετημένες συνδετήριες δοκούς (βλέπε το παράδειγμα στο σχήμα).

Πέδιλα θεμελίων. Παρατηρήστε τα συνδετήρια δοκάρια, τα υποστυλώματα και το φρεάτιο του ανελκυστήρα που καλουπώθηκαν και σκυροδετήθηκαν σε μια φάση. Στο δάπεδο της εκσκαφής του σκάμματος έχει στρωθεί «μπετόν καθαριότητας».



Εικόνα 3.40

Κιβώτια με τα πέδιλα των θεμελίων. Διακρίνονται τα συνδετήρια δοκάρια, το περιμετρικό τοίχιο του υπογείου από οπλισμένο σκυρόδεμα, καθώς και ο όγκος από τοιχία για το φρεάτιο του ανελκυστήρα.

Σε χαλαρά εδάφη, κοντά σε ρέματα και όπου υπάρχει κίνδυνος υποχώρησης του εδάφους έστω και σημειακά, ενδείκνυται η **γενική κοιτόστρωση θεμελίων (radier-general)** με την κατασκευή πλήρους και ενιαίας πλάκας θεμελίωσης.

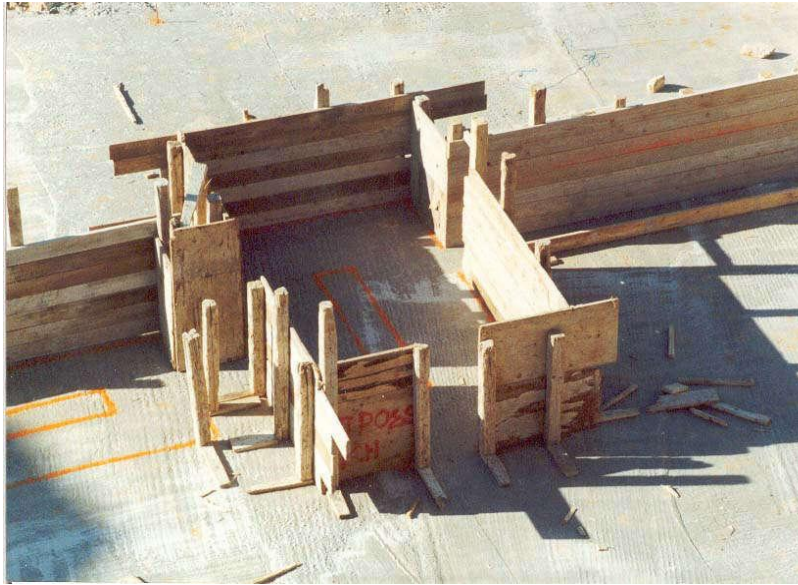
Δηλαδή διαστρώνεται μια συνεχής πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα, σε ολόκληρη την έκταση του υπογείου ή του δαπέδου του ισόγειου εάν δεν υπάρχει υπόγειο, από την επάνω επιφάνεια της οποίας προβάλλουν τα υποστυλώματα.

Το **πάχος** της **πλάκας** στη **γενική κοιτόστρωση** πρέπει να είναι ίσο ή μεγαλύτερο από **30 cm**. Ένα συνηθισμένο πάχος για τυπικά φορτία είναι **60 cm**.



Εικόνα 3.41

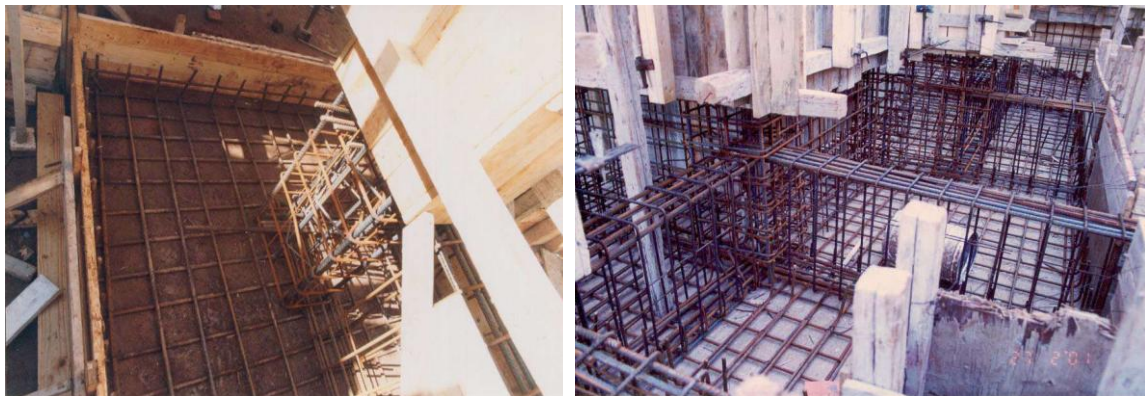
Θεμελίωση υπογείου με τη μέθοδο της γενικής κοιτόστρωσης.



Εικόνα 3.42

Καλούπωμα θεμελίου και των συνδετήριων δοκών αφού έχει προηγηθεί ο ακριβής προσδιορισμός της θέσης των υποστυλωμάτων και τοιχιών και, κατόπιν, η χάραξη τους επάνω στο μπετόν καθαριότητας. Στην εικόνα αριστερά φαίνονται οι θέσεις των υποστυλωμάτων σχεδιασμένες με χρώμα.

Καλούπι θεμελίου σχήματος κόλουρης πυραμίδας. Διακρίνεται ο σπλισμός του υποστυλώματος που φτάνει μέχρι κάτω στο «μπετόν καθαριότητας», καθώς και ο σπλισμός του πέλματος.



Εικόνες 3.43, 3.44 Στις εικόνες αυτές φαίνονται τα καλούπια και ο σπλισμός των θεμελίων και των συνδετήριων δοκών.

3.4.3.3. Περιμετρικά τοιχώματα υπογείων

Συνιστάται η μονολιθική σύνδεση των περιμετρικών τοιχωμάτων του υπογείου με τα υπόλοιπα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία.

Ελάχιστο πάχος τοιχώματος υπογείου:

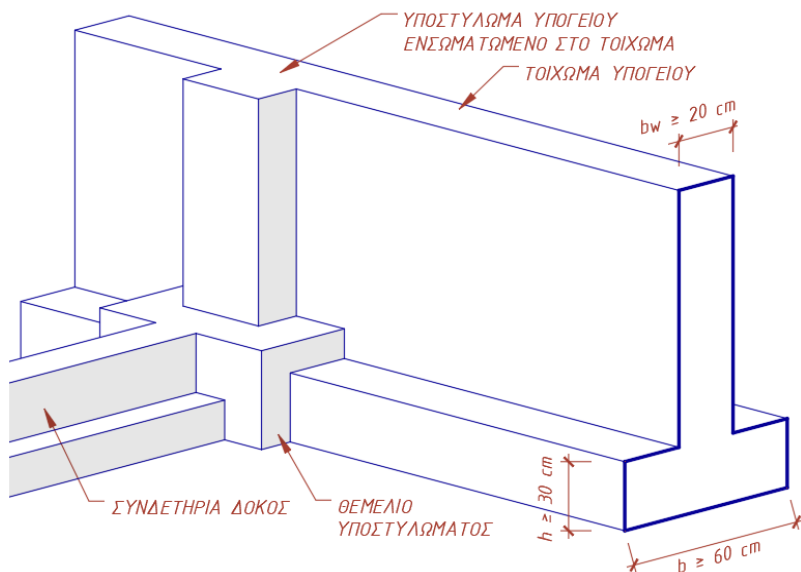
$bw \geq 20 \text{ cm}$

Ελάχιστο πλάτος θεμελίωσης τοιχωμάτων υπογείου:

$b \geq 60 \text{ cm}$ ή $\geq 3,0 \times bw$

Ελάχιστο ύψος θεμελίωσης τοιχωμάτων υπογείου:

$h \geq 30 \text{ cm}$ ή $\geq 1,5 \times bw$



Σχέδιο 3.54

Σχεδιαστικά στοιχεία και προεκτίμηση διαστάσεων τοιχίου υπογείου από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Εικόνα 3.45

Θεμελίωση υπογείου, διακρίνονται οι κώνοι θεμελίων, τα συνδετήρια δοκάρια, τα περιμετρικά τοιχία και οι αναμονές του οπλισμού.

3.4.3.4. Εξυγίανση του εδάφους για τις θεμελιώσεις

Η θεμελίωση ενός κτιρίου προϋποθέτει οπωσδήποτε την ύπαρξη ενός επαρκώς ανθεκτικού εδαφικού υποστρώματος που θα την υποδεχτεί.

Η αντοχή του εδάφους δεν είναι πάντοτε δεδομένη και όπου κρίνεται απαραίτητο πρέπει να προηγείται εδαφοτεχνική μελέτη, ενώ σε ειδικά κτίρια υποδομών αυτή η μελέτη είναι υποχρεωτική κατά το στάδιο της μελέτης εφαρμογής. Σύμφωνα με τον **Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό-2000**, τα εδάφη κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες, από το πιο σταθερό έδαφος στην κατηγορία «**A**» έως τα πιο σαθρά και επικίνδυνα της κατηγορίας «**X**».

Γενικά, στα πιο ανθεκτικά της κατηγορίας Α', κατατάσσονται τα βραχώδη και ημιβραχώδη εδάφη, καθώς και εδάφη από σκληρή συμπιεσμένη άργιλο. Ακολουθούν οι άλλες κατηγορίες «Β» απόσαθρωμένου βραχώδους εδάφους και φτάνουν μέχρι την κατηγορία «Δ» από μαλακή άργιλο και, τέλος, στην πλέον ακατάλληλη κατηγορία «Χ».

Είναι προφανές ότι ένα βραχώδες έδαφος έχει εξαιρετική σταθερότητα και δίνει άλλες δυνατότητες παραλαβής φορτίων. Για παράδειγμα, οι ουρανοξύστες στη Νέα Υόρκη είναι θεμελιωμένοι στον γρανίτη του Μανχάταν, όπου επιφανειακά στρώματά του είναι ορατά στο Central Park.

Κατηγορίες εδαφών

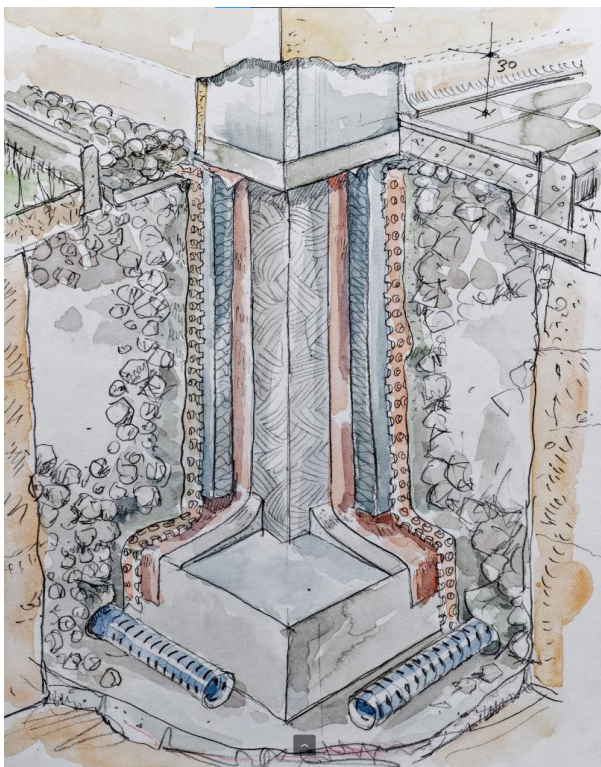
Χωρίς να εξετάσουμε τις λεπτομέρειες ειδικής ορολογίας, πρέπει να κάνουμε μια αναφορά στην κατηγορία «Χ» που αναφέρεται στα πλέον σαθρά και επικίνδυνα εδάφη. Τεχνικά έργα σε τέτοια εδάφη πρέπει να υποστηρίζονται από σοβαρές εδαφοτεχνικές μελέτες και απαιτούν σοβαρά τεχνικά έργα εξυγίανσης. Αυτή η τελευταία κατηγορία είναι σημαντικό να είναι αναγνωρίσιμη και περιλαμβάνει:

- Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοϊλώδη εδάφη σε υδροφόρο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν.*
- Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή **τεκτονικά ρήγματα**.*
- **Απότομες κλιτύες** καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων (κορήματα ή κώνοι κορημάτων είναι ένας σωρός, συνήθως κωνικής μορφής, από γωνιώδη λατύπια πετρωμάτων, που προέρχονται από πτώσεις σε πλαγιές απότομων βουνών ύστερα από αποσάθρωση και διάβρωση).*
- **Χαλαρά κοκκώδη** ή μαλακά ιλυοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από άποψη δυναμικής συμπεκνώσεως ή απώλειας αντοχής.*
- Πρόσφατες **χαλαρές επιχωματώσεις**, δηλαδή τα γνωστά «**μπάζα**». Ειδικά αυτή η κατηγορία στο πρόσφατο παρελθόν έχει αποδειχθεί ότι υπήρξε η αιτία των περισσότερων καταστροφών από σεισμούς και αφορά τις οικοδομές που ανεγέρθηκαν σε «**μπαζωμένα ρέματα**».*
- **Οργανικά εδάφη**.*
- **Ιλυοαργιλικά εδάφη** μικρής αντοχής με επικίνδυνα μεγάλη κλίση.*

Τέτοια εδάφη συναντάμε σε περιοχές με ιζήματα από φερτά υλικά κοντά σε κοίτες ποταμών ή σε παραθαλάσσιες περιοχές και γενικά όπου υπάρχει υψηλός **υδροφόρος ορίζοντας**. Όπως φαίνεται από τις περιγραφές, η κατηγοριοποίηση αυτή είναι αρκετά γενική και περιέχει ασάφειες, οπότε στον πραγματικό κόσμο, όπως είναι προφανές, απαιτείται απόλυτη εξειδίκευση για να ερμηνεύσει κανείς την κάθε περίπτωση.

«Υπάρχουν εδάφη που αποτελούνται από μείγμα άμμου και νερού τα οποία είναι τόσο αδύναμα που η θεμελίωση πρέπει να γίνει με ειδική τεχνική γενικής κοιτόστρωσης με κούφια κοιλότητα ώστε το κτίριο κυριολεκτικά να επιπλέει σε αυτό το σχεδόν «υγρό» έδαφος. Αυτή ακριβώς είναι η περίπτωση στο κέντρο της πόλης του Μεξικό, όπου το κτίριο του Εθνικού Θεάτρου αρχικά κατασκευάστηκε συνεπίπεδα με την κεντρική πλατεία. Αμέσως μετά άρχισε σιγά σιγά να βυθίζεται στο χώμα μέχρι που έφτασε σε βάθος περίπου ενός μέτρου. Πολύ σύντομα όμως μετά από τη βύθιση του θεάτρου, κτίστηκαν παντού περιμετρικά γύρω του, πολλά ψηλά κτίρια τα οποία με το βάρος που άσκησαν στο έδαφος, έσπρωξαν ξανά το θέατρο στην αρχική του στάθμη στο επίπεδο της πλατείας, όπου και βρίσκεται ακόμα μέχρι σήμερα. Ο φορέας από σκυρόδεμα του θεάτρου μετακινήθηκε καθολικά προς τα κάτω και κατόπιν προς τα επάνω χωρίς καμία ζημιά».

Mario Salvadori, *The Art of Constuction*.



Εικόνα 3.46 Στεγάνωση υπογείου.

3.5. Η σημασία των εκσκαφών

Όπως έχουμε θίξει στο προηγούμενο κεφάλαιο, η άλλη σημαντική παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι η **σεισμική δραστηριότητα** της περιοχής, με προφανή ζητήματα μετατοπίσεων του εδάφους.

Αυτές οι μετατοπίσεις του εδάφους έστω και κατά λίγα εκατοστά (λόγω της ποιότητας του εδάφους ή λόγω της δράσης του σεισμού), μπορούν να βλάψουν ανεπανόρθωτα τον φέροντα οργανισμό ενός κτιρίου. Αυτό το εξαιρετικά καταστροφικό φαινόμενο ονομάζεται **διαφορική καθίζηση** και έχει ως αποτέλεσμα να αναπτύσσονται τάσεις στον φέροντα οργανισμό, οι οποίες ουδέποτε είχαν προβλεφθεί ή υπολογιστεί.

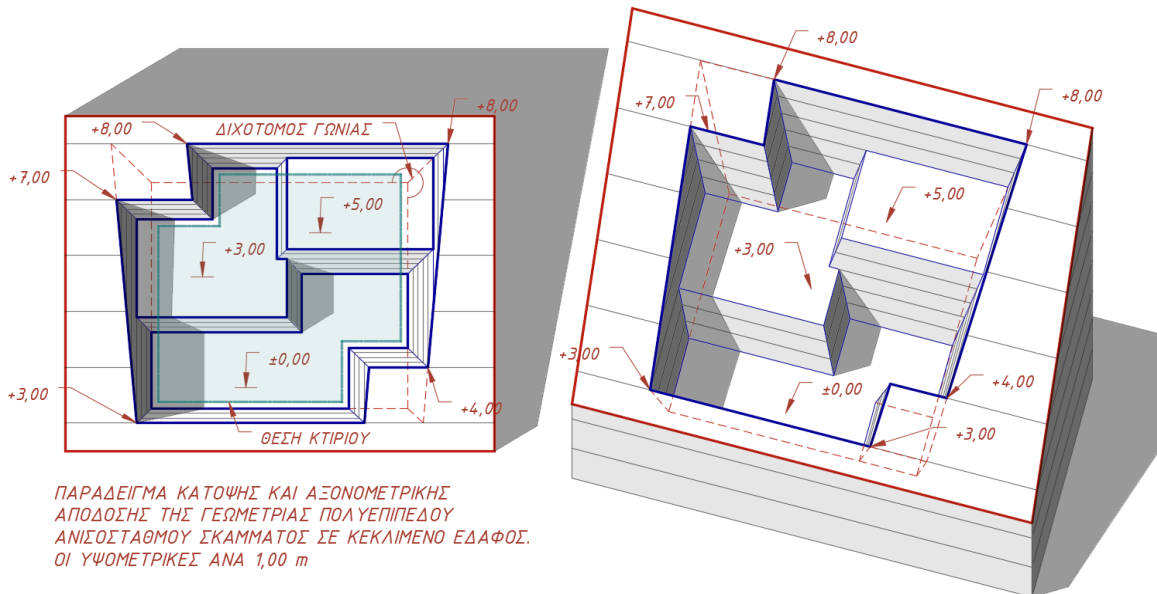
Δεν πρέπει να παραλείψουμε και το ζήτημα της **κατασκευής πολυώροφων υπογείων** σε ένα κτίριο, όπου ο αφαιρούμενος όγκος χωμάτων μπορεί να είναι μεγαλύτερου βάρους από το ίδιο κτίριο που θα τοποθετηθεί, με αποτέλεσμα να **αποφορτίζεται το έδαφος** και να κινδυνεύει το σκάμμα με κατάρρευση.

Ειδικά σε περιβάλλον πυκνού αστικού ιστού όταν η εκσκαφή είναι χαμηλότερη από το επίπεδο θεμελίωσης των γειτονικών κτιρίων και οι παρειές του σκάμματος είναι κατακόρυφες, υπάρχει κίνδυνος να συμπαρασυρθούν τα **γειτονικά κτίρια**.

Για όλους τους λόγους που περιγράφηκαν, απαιτούνται ειδικές εργασίες **εξυγίανσης του εδάφους** και κατασκευές **αντιστήριξης των πρηνών**, οι οποίες τεχνικά είναι συχνά εξαιρετικά σοβαρές και πολύπλοκες, με υψηλό κόστος, που μπορεί να δικαιολογηθεί μόνο σε πολύ σημαντικά έργα.

Έτσι, μόνον αφού εξασφαλιστεί η συνοχή του εδάφους και η ακεραιότητα των πρηνών, τότε ακολουθεί η θεμελίωση και η κατασκευή του κτιρίου. Και η αντιμετώπιση αυτών των φαινομένων γίνεται κατά το στάδιο της μελέτης εφαρμογής των στατικών του έργου, με την εδαφοτεχνική μελέτη για το συγκεκριμένο γήπεδο, η οποία περιλαμβάνει την ειδική διαδικασία λήψης δοκιμών από το υπέδαφος σε επιλεγμένα σημεία του γηπέδου. Πρέπει να σημειώσουμε ότι αυτές οι μελέτες είναι ειδικές και τις αναλαμβάνουν εξειδικευμένα γραφεία εδαφοτεχνικών

μελετών. Είναι περιττό να αναφέρουμε ότι τέτοιου είδους έργα επηρεάζουν συνθετικά τη διάταξη των περιμετρικών υποστυλωμάτων στο κτίριο και συχνά τα έργα υποθεμελίωσης επιδρούν και στο ίδιο το κτίριο που θα ανεγερθεί, απαιτώντας αλλαγές και ενημέρωση της αρχιτεκτονικής μελέτης στα συγκεκριμένα σημεία. Πολλές φορές η γεωμετρία του σκάμματος είναι εξαιρετικά σύνθετη, ειδικά όταν το έδαφος είναι κεκλιμένο και εάν υπάρχουν ανισοσταθμίες.



Σχέδιο 3.55 Υποθετικό παράδειγμα χάραξης και σχεδιαστικής απόδοσης εκσκαφών σε κεκλιμένο έδαφος, με ανισοσταθμίες του πυθμένα θεμελίωσης και με κλίση των πρανών.

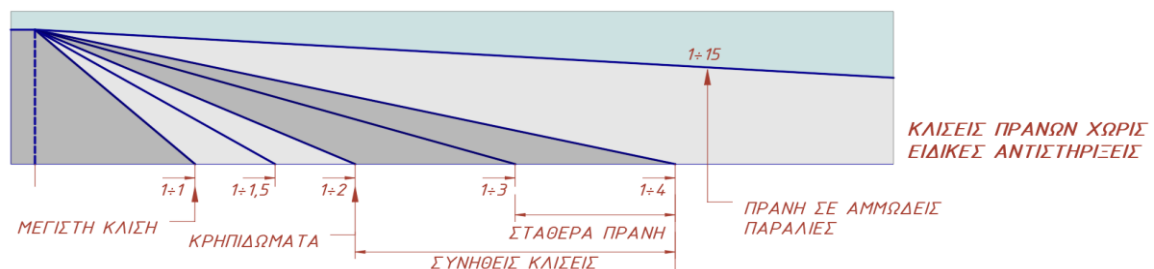
3.5.1. Αντιστηρίξεις πρανών

Για τη σωστή εκσκαφή και εξυγίανση του σκάμματος ώστε να δεχτεί με ασφάλεια το κτίριο, έχουμε δύο περιπτώσεις που πρέπει να εξεταστούν και να ληφθεί μέριμνα.

1. Πρώτο σημείο είναι η **αντιστήριξη των πρανών** του εδάφους, ειδικά σε γήπεδα με ισχυρή κλίση και σε περιπτώσεις εκσκαφής πολυώροφων υπογείων.
2. Δεύτερο σημείο είναι η **σταθεροποίηση του υπεδάφους**.

Κατά τις εκσκαφές για τη θεμελίωση δημιουργούμε ένα σκάμμα ανάλογου βάθους που θα υποδεχτεί τα υπόγεια και τη θεμελίωσή τους. Το **βάθος** του σκάμματος και η **ποιότητα του εδάφους** είναι οι παράμετροι για τη στρατηγική που θα ακολουθήσουμε κατά τις εργασίες της εκσκαφής.

Φυσικά όταν το σκάμμα είναι ρηχό, μέχρι **4,0** έως **6,0 m**, και το έδαφος συνεκτικό, τότε η εκσκαφή μπορεί να γίνει σε ολόκληρο το βάθος. Το ίδιο ισχύει και όταν το έδαφος είναι βραχώδες.



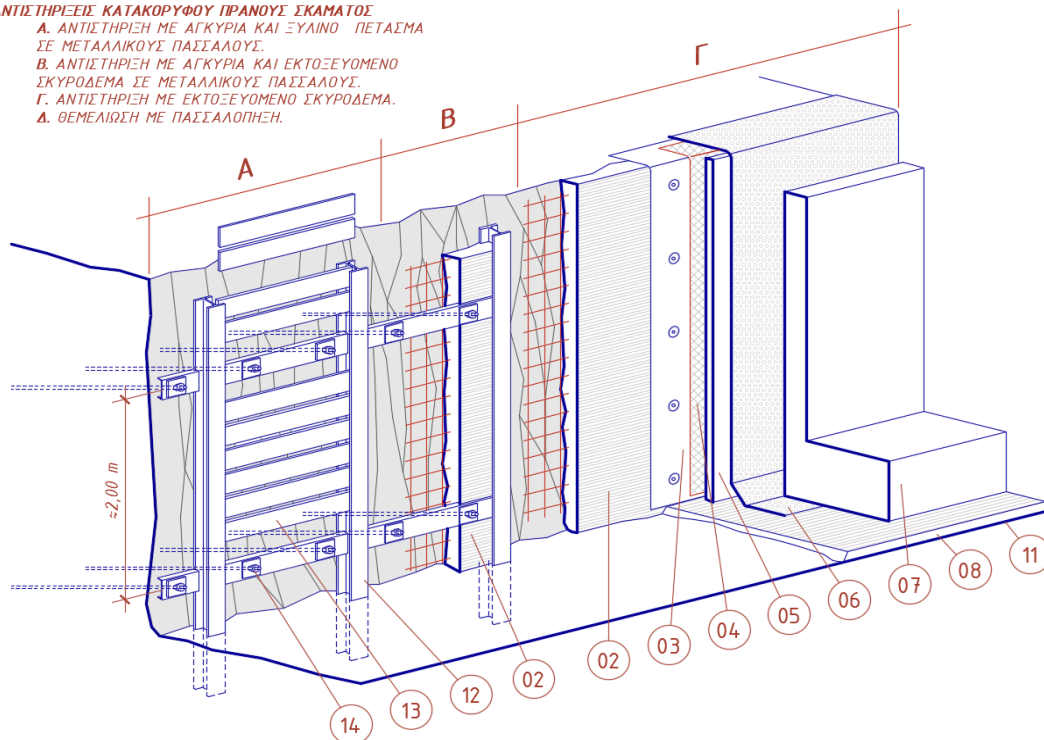
Σχέδιο 3.56 Διαχείριση πρανών φυσικού εδάφους χωρίς πιθανές αντιστηρίξεις. **Επισημαίνεται με έμφαση** ότι οι παρατηρήσεις αυτές αφορούν γενικές εκτιμήσεις για προσχέδια προμελέτης και **όχι κανόνες εφαρμογής** στην πράξη.

Οι **αντιστηρίξεις** γίνονται συνήθως κατά περίπτωση, με αρκετούς διαφορετικούς τρόπους, από τους οποίους οι πιο κοινοί είναι οι ακόλουθοι τρεις:

1. **Σκάψιμο** ευρύτερου σκάμματος και κατόπιν κτίσιμο τοίχου αντιστήριξης από σκυρόδεμα στο επιθυμητό όριο.
2. Όταν το έδαφος δεν είναι επαρκώς συνεκτικό, γίνεται **σταδιακή εκσκαφή** ανά **2,00** έως **3,00 m**. Στη συνέχεια το μέτωπο του σκάμματος μέχρι εκείνο το βάθος αντιστηρίζεται και σταθεροποιείται. Η διαδικασία με την τμηματική εκσκαφή επαναλαμβάνεται έχοντας εξασφαλίσει κάθε φορά το υπερκείμενο τμήμα. Η σταθεροποίηση των πρανών γίνεται συνήθως με την τεχνική **εκτοξευόμενου σκυροδέματος (gunide)**. Πρόκειται για ειδικής σύνθεσης σκυρόδεμα που εκτοξεύεται με πίεση επάνω στην επιφάνεια της εκσκαφής, αφού αυτή έχει προηγουμένως επενδυθεί με δομικό πλέγμα και εφόσον αυτό απαιτείται. Η όλη διάταξη μπορεί να έχει ενισχυθεί επιπλέον με αγκύρια που εμπήγνυνται, με ειδικά τρυπάνια, πολλά μέτρα μέσα στο πρανές. Τα αγκύρια διατάσσονται σε κάνναβο, με οριζόντιες αποστάσεις μεταξύ τους περίπου 1,0 m και σε οριζόντιες ζώνες ίσες με το βάθος εκσκαφής της κάθε φάσης, δηλαδή περίπου ανά 2,0 m.
3. **Περιμετρική πασσαλόπληξη** στο σκάμμα που γίνεται με ειδικά τρυπάνια. Η τεχνική αυτή συνίσταται στην πυκνή έμπηξη πασσάλων σκυροδέματος σε πολύ μεγάλο βάθος. Οι τυπικές διαμέτρους των **πασσάλων** είναι συνήθως **0,30 m** έως **1,20 m**. Οι μεταξύ τους **απόστασεις** είναι πολύ μικρές, συνήθως **30 cm**, ώστε να μην επιτρέπουν στο χώμα να διαρρεύσει ανάμεσά τους. Συνήθως σε αστικά οικόπεδα, επειδή οι πάσσαλοι είναι ακριβώς στο όριο του σκάμματος, είναι υποχρεωτικό κατά περίπτωση να μετατοπίσουμε τα περιμετρικά υποστυλώματα του κτιρίου. Το βάθος των πασσάλων είναι ανάλογο του βάθους εκσκαφής και της ποιότητας του εδάφους και αποφασίζεται από την ειδική εδαφοτεχνική μελέτη.

ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΠΡΑΝΟΥΣ ΣΚΑΜΑΤΟΣ

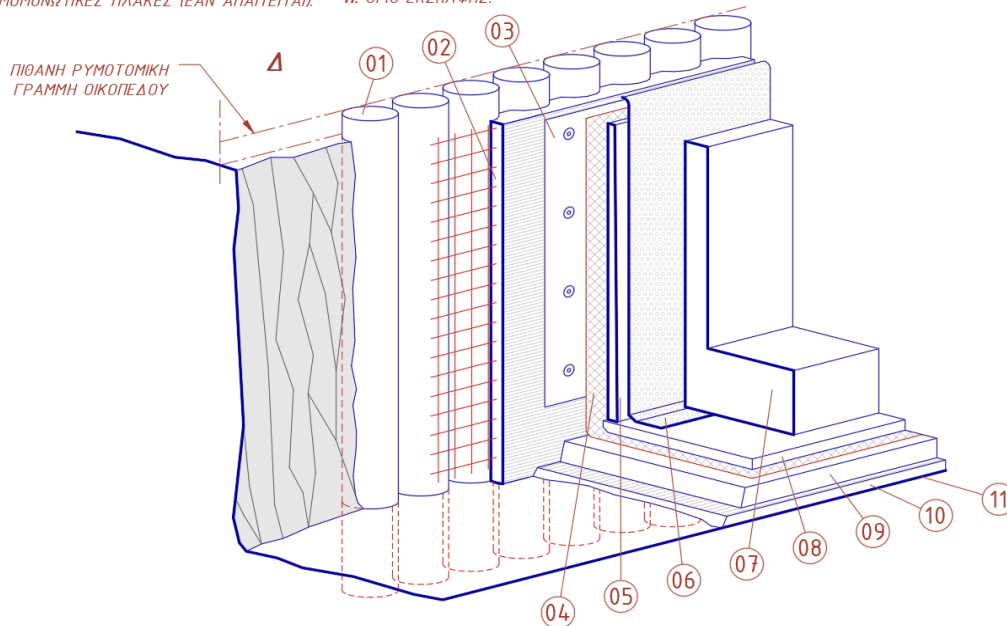
- A. ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΑΓΚΥΡΙΑ ΚΑΙ ΞΥΛΙΝΟ ΠΕΤΑΣΜΑ ΣΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥΣ ΠΑΣΣΑΛΟΥΣ.
 B. ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΑΓΚΥΡΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΣΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥΣ ΠΑΣΣΑΛΟΥΣ.
 Γ. ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.
 Δ. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΜΕ ΠΑΣΣΑΛΟΠΛΗΞΗ.



Σχέδιο 3.57 Αντιστηρίξεις κατακόρυφου πρανούσ σκάμματος.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι τα έργα για την αντιστήριξη του σκάμματος θεωρούνται έργα **προσωρινού χαρακτήρα** και η αποστολή τους ολοκληρώνεται μόλις τελειώσει η θεμελίωση και κατασκευαστεί το κτίριο. Δηλαδή με κανέναν τρόπο δεν συμμετέχουν στατικά στη δομή του κτιρίου. Επίσης, όσα περιγράψαμε δεν εξαντλούν τις περιπτώσεις αντιστηρίξεων, που μπορεί να είναι απείρως πιο σύνθετες ανάλογα με τις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε φορά.

- | | | |
|---|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. ΠΑΣΣΑΛΟΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ. 2. ΜΑΝΔΥΑΣ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΔΟΜΙΚΟ ΠΛΕΓΜΑ. 3. ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ (ΣΕ ΣΤΕΓΑΝΟΛΕΚΑΝΕΣ ΕΙΝΑΙ ΜΕΜΒΡΑΝΗ PVC). 4. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΦΥΛΛΟ ΓΕΩΨΦΑΣΜΑΤΟΣ. 5. ΘΕΡΜΟΜΩΝΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ (ΕΑΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ). | <ol style="list-style-type: none"> 6. ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ. 7. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΚΑΙ ΤΟΙΧΙΟ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ. 8. ΜΠΕΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ. 9. ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΜΕ ΣΚΥΡΑ. 10. ΜΠΕΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΠΛΑΚΑ. 11. ΟΡΙΟ ΕΚΣΚΑΦΗΣ. | <ol style="list-style-type: none"> 12. ΠΑΣΣΑΛΟΙ ΗΕΒ ΕΜΠΗΓΜΕΝΟΙ ΜΕΧΡΙ ΤΟ ΒΑΘΟΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ. 13. ΣΑΝΙΔΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΕΤΑΣΜΑΤΟΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΓΑΙΩΝ. 14. ΑΓΚΥΡΙΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΓΑΙΩΝ ΤΟΥ ΣΚΑΜΜΑΤΟΣ. |
|---|--|---|



Σχέδιο 3.58 Ενίσχυση κατακόρυφου σκάμματος με πασσαλοπήξεις.

Πρανή και αντιστηρίξεις διαμορφώσεων υπαίθριων χώρων

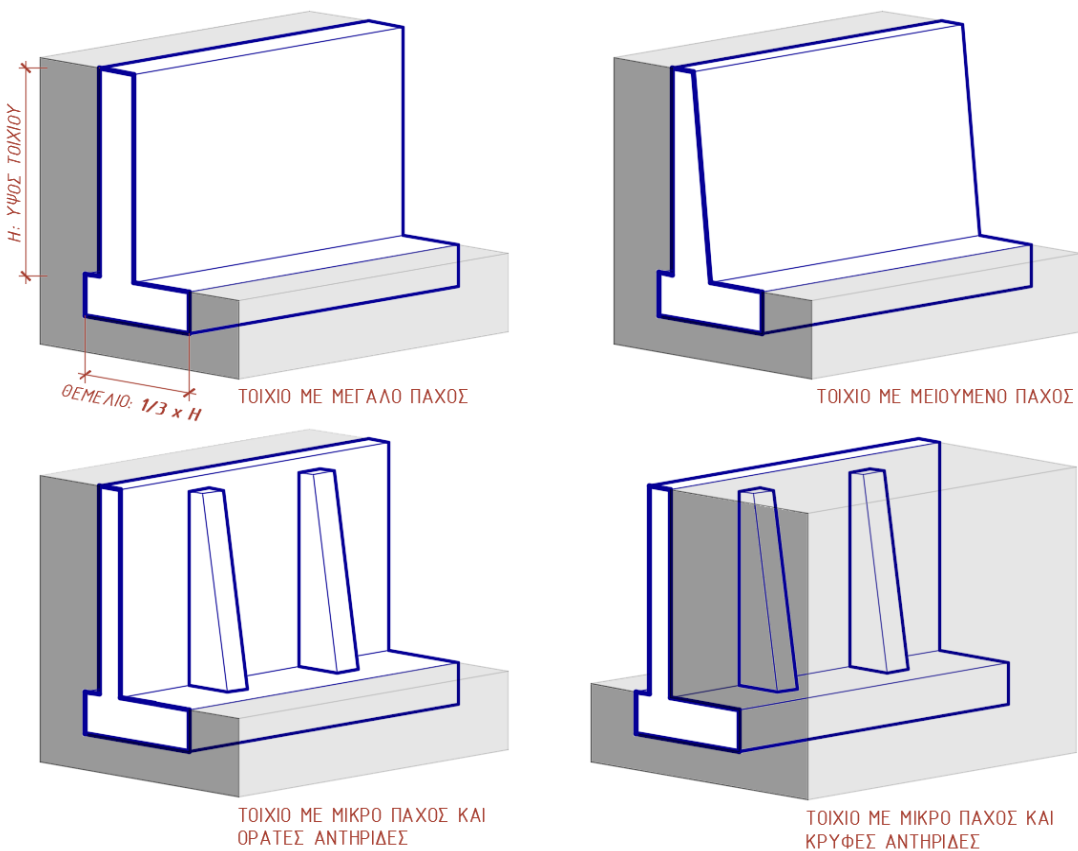
Τα πρανή σε διαμορφώσεις υπαίθριων χώρων σταθεροποιούνται με διάφορες τεχνικές ανάλογα με την κλίση τους, τη φύση και ποιότητα του εδάφους, καθώς και τη μορφή που θέλουμε να δώσουμε. Κάθε σκάμμα, ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους, έχει διαφορετικές απαιτήσεις αντιμετώπισης.



Εικόνα 3.47 Συρματοκιβώτια για την αντιστήριξη πρανών. Στην κατασκευή τους χρησιμοποιήθηκαν τοπικοί λίθοι.

1.

1. Συνήθως **πρανή** με **κλίσεις 1 ÷ 3** ή **1 ÷ 4** είναι αρκετά σταθερά για κάθε ποιότητα εδάφους, ακόμη και για κηπευτικό χώμα. Αντίθετα μεγαλύτερες κλίσεις ή και κατακόρυφα σκάμματα είναι πλέον απαιτητικά και επιβάλλουν σοβαρότερες προεργασίες.
2. Κατασκευή **τοιχιών αντιστήριξης** από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα τοιχεία αντιστήριξης λειτουργούν ως κατακόρυφοι πρόβολοι με μέγιστες ροπές στη βάση τους. Επειδή οι συνισταμένες δυνάμεις που τείνουν να ανατρέψουν ένα τοιχείο βρίσκονται στο 1/3 του ύψους του, κατασκευάζουμε το τοιχείο με εκφορικό σχήμα, δηλαδή με μεγαλύτερο πάχος στη βάση του, ενώ καθ' ύψος η διατομή του μειώνεται. Κατά την κατασκευή των τοιχιών αντιστήριξης πρέπει να λάβουμε υπόψη μας δύο κρίσιμα σημεία:
 - Το θεμέλιο των τοιχιών αυτών, επίσης από οπλισμένο σκυρόδεμα, πρέπει να έχει **πλάτος** περίπου όσο το **1/3** του συνολικού **ύψους** του τοιχείου.
 - Σε όλο το μήκος του τοιχείου διανοίγονται οπές περίπου στο 1/3 του ύψους του, ώστε να εκτονώνονται τα νερά που συσσωρεύονται πίσω από αυτό. Έτσι εκτονώνονται οι πλάγιες ωθήσεις από την **υδροστατική πίεση**, που είναι η πιο σημαντική καταπόνηση.
3. Για να αντιστηρίξουμε **μικρά ύψη** μέχρι **2 m** έως **3 m**, μπορούμε να κατασκευάσουμε **ξερολιθιές** από **αργούς λίθους (ακατέργαστους)** ή, για μεγαλύτερα ύψη, από **συρματοκιβώτια**. Το κύριο πλεονέκτημα τέτοιων τοιχιών είναι ότι κατασκευάζονται από φυσικά υλικά, ενώ τα κενά μεταξύ των λίθων επιτρέπουν τη διέλευση των νερών για την εκτόνωση της υδροστατικής πίεσης. Τα τοιχεία αυτά έχουν συνήθως πολύ μεγάλο **πάχος** που ξεκινάει από τα **0,5 m**, ενώ οι **ξερολιθιές** μπορεί να φτάσουν και τα **2,00 m**. Ειδική αναφορά γίνεται στο κεφάλαιο με τα αντίστοιχα υλικά.

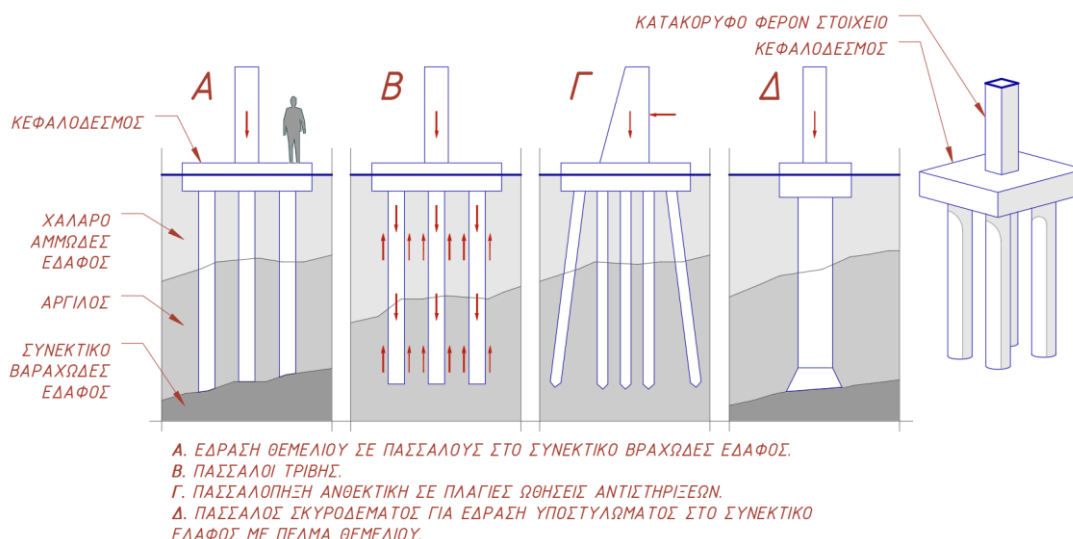


Σχέδιο 3.59 Τύποι τοιχιών αντιστήριξης πρανών οπλισμένου σκυροδέματος. Η τελευταία περίπτωση απαιτεί εκσκαφή και επανεπίχωση.

3.5.2. Υποθεμελιώσεις

Μόλις σταθεροποιηθούν τα πρανή σε μια εκσκαφή, μπορεί να ακολουθήσει η γνωστή θεμελίωση με πέδιλα θεμελίων από σπλισμένο σκυρόδεμα. Ωστόσο είναι πιθανόν το έδαφος να μην έχει την επαρκή αντοχή, ειδικά όταν αναμένεται να μεταφερθούν μεγάλα φορτία από ψηλά ή ειδικής χρήσης κτίρια. Η τεχνική που χρησιμοποιείται είναι η πυκνή **έμπηξη** στο έδαφος **πασσάλων** που δημιουργούν μια επιφάνεια επάνω στην οποία θα εδράσουμε το πέδιλο του θεμελίου. Οι πάσσαλοι μπορούν να φτάσουν σε **βάθος 40,0 m**. Υπάρχουν δύο είδη πασσαλοπήξεων:

1. Οι **πάσσαλοι** που διατρύπουν ολόκληρο το ασθενές γεωλογικό στρώμα, μέχρι να φτάσουν σε βαθύτερο συνεκτικό βραχώδες έδαφος, όπου και θα ακουμπήσουν. Ουσιαστικά μοιάζει με ένα τραπέζι, του οποίου τα πόδια —που φτάνουν μέχρι το δάπεδο— αναλογούν στους πασσάλους.
2. Οι πάσσαλοι δεν καταλήγουν πάντα σε σταθερό έδαφος. Έτσι, όταν πολλές φορές έχουμε χαλαρά αργιλικά εδάφη, τότε εμπίγνυνται μέχρι ένα βάθος και ονομάζονται «**πάσσαλοι τριβής**». Μέσω της τριβής τους με το χώμα, κατανέμουν και διασκορπίζουν τα υπερκείμενα φορτία σε μεγάλη έκταση. Οι πάσσαλοι μπορεί να είναι από σκυρόδεμα, από χαλύβδινους σωλήνες με εσωτερικό σπλισμό και το κενό συμπληρωμένο με σκυρόδεμα, αλλά μπορεί να είναι και ξύλινοι από κορμούς δέντρων, που στην άκρη τους έχει δοθεί σχήμα μύτης, σαν μολύβι. Οι πάσσαλοι από ξύλο ή με χαλύβδινες διατομές τοποθετούνται με έμπηξη από ειδικά μηχανικά σφυριά, ενώ αυτοί από σκυρόδεμα, χυτεύονται σε τρύπες που έχουν ανοιχτεί από ειδικά τρυπάνια. Οι διάμετροί τους ποικίλλουν από 30 cm έως 120 cm, ενώ σε μεγάλες γέφυρες φτάνουν 2,0 m. Το υλικό των πασσάλων, οι διάμετροί τους, όπως και οι μεταξύ τους αποστάσεις, καθορίζονται από ειδική εδαφοτεχνική μελέτη και έχουν να κάνουν με το είδος και την ποιότητα του υπεδάφους, καθώς και από τα φορτία που μεταφέρονται από το κτίριο.



Σχέδιο 3.60 Τύποι υποθεμελιώσεων με πασσαλοπήξεις (Πηγή εικόνας: Schodek, D.L., & Bechtold, M. (2014). Structures. Pearson, σ. 504).

Το πιο γνωστό παράδειγμα τέτοιας θεμελίωσης είναι η πόλη της Βενετίας, όπου ολόκληρη η πόλη εδράζεται σε πασσάλους μήκους 4,00 m από έλατα των Άλπεων. Επάνω σε αυτούς διαστρώνονταν σανίδες για τη δημιουργία πλατφόρμας και ακολουθούσε η θεμελίωση και ανέγερση του

κτιρίου με εξαιρετης ποιότητας πωρόλιθο φερμένο από τις Δαλματικές ακτές από την «Ίστρια λίθο». Πρέπει να σημειώσουμε ότι χάρη στην απουσία οξυγόνου κάτω από την επιφάνεια του νερού της λιμνοθάλασσας, τα ξύλα δεν σαπίζουν και διατηρούνται σε άριστη κατάσταση.

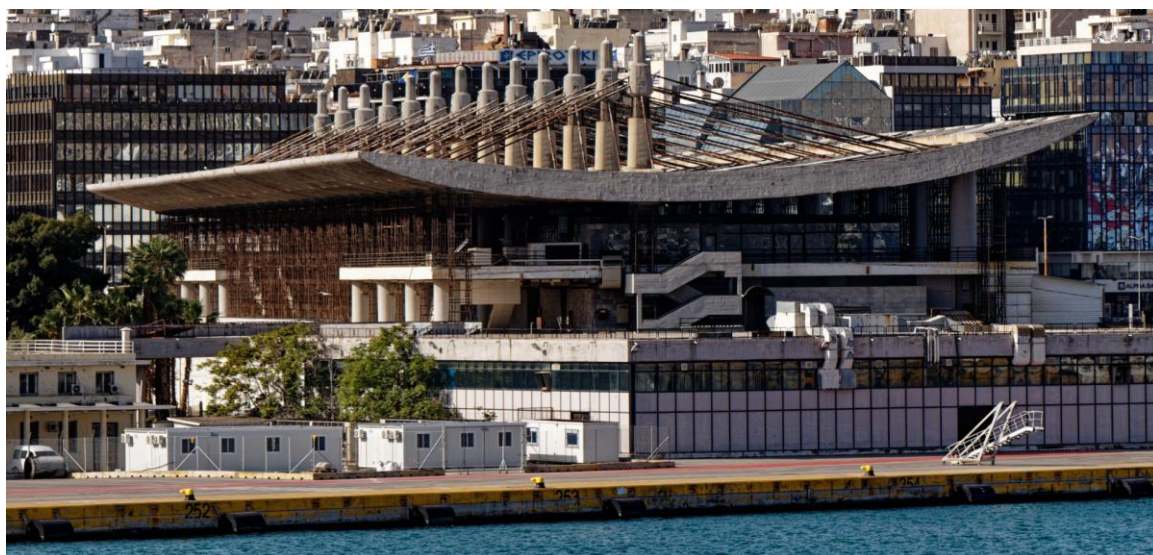
3.6. Σχεδίαση φέροντος οργανισμού και ξυλότυπων

Η απόσταση στην οποία τοποθετούμε τα υποστυλώματα προσδιορίζεται από την αρχιτεκτονική μελέτη και εξαρτάται από την ποιότητα του σκυροδέματος και του χάλυβα που θα χρησιμοποιήσουμε, καθώς και από τα φορτία τα οποία θα εφαρμοσθούν.

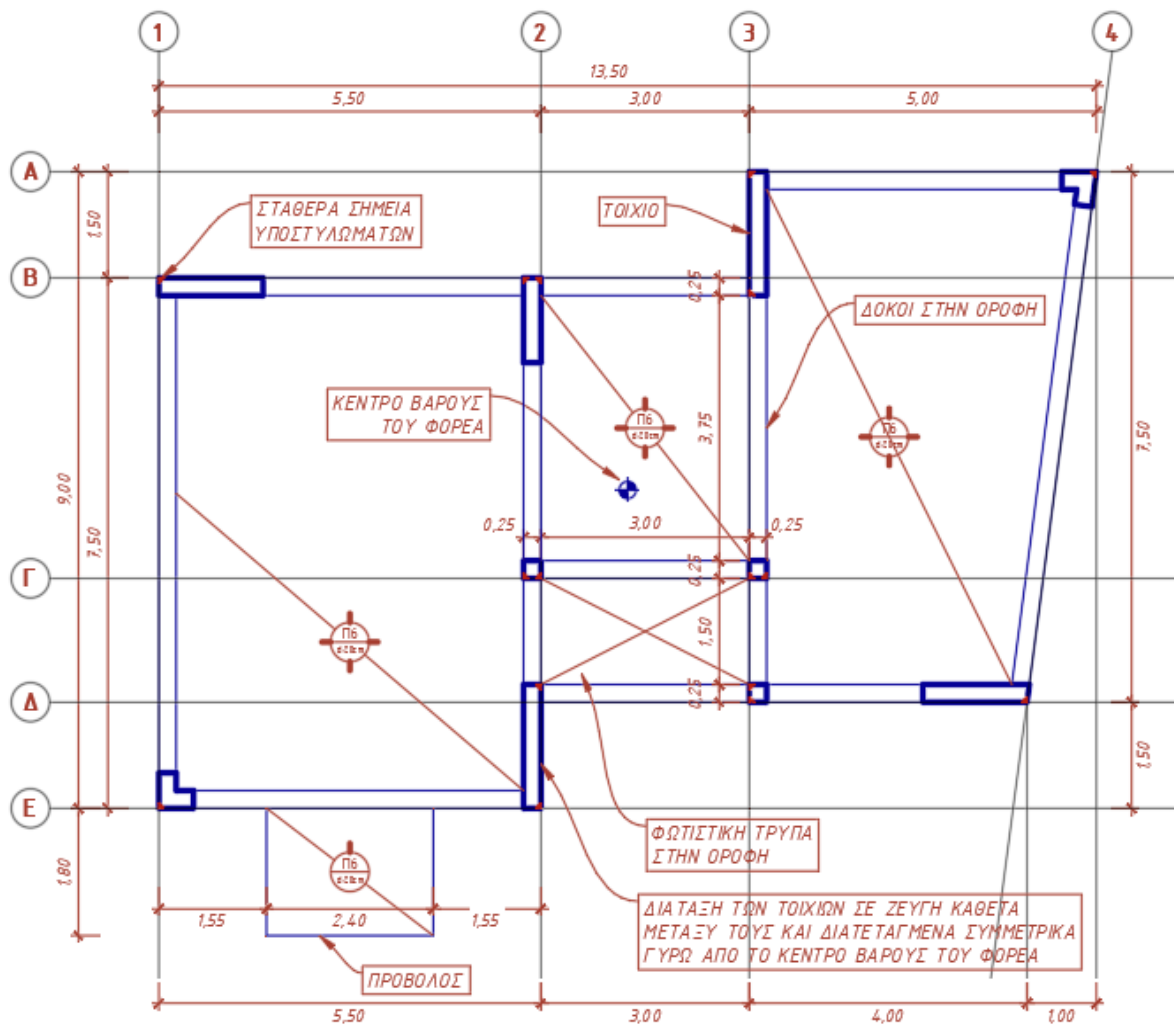
Για τη σχεδίαση των υποστυλωμάτων και τα μεγέθη των πλακών σημειώνεται πως μία οικονομική επιλογή συμβατικής κατασκευής είναι μέχρι **8,00 m** έως **10,00 m**. Όταν σχεδιάζουμε τον ξυλότυπο, προτείνεται η χάραξη αξόνων **κατασκευαστικού καννάβου** και η εφαρμογή ενός συστήματος **καρτεσιανών συντεταγμένων** που αποτελεί και το σταθερό σύστημα αναφοράς όλων των δομικών στοιχείων κτιρίου. Ως σύμβαση θεωρούμε τον συμβολισμό της μορφής **(X, Y)**, όπου η τιμή του οριζώντιου άξονα X γράφεται πρώτη και η τιμή του κατακόρυφου Y γράφεται δεύτερη.

Σε περίπτωση σεισμού ο φορέας πρέπει να εξασφαλιστεί έναντι μετακίνησης και έναντι στροφής από κάθε κατεύθυνση. Κατά τον κανονισμό απαιτούνται σε κάθε κύρια διεύθυνση τουλάχιστον δύο μη συνεπίεδα **τοιχώματα**, δηλαδή δύο ζεύγη, ένα **ζεύγος τοιχωμάτων** κατά την **κατεύθυνση X** του φορέα και ένα ζεύγος κατά την **κατεύθυνση Y**. Τα τοιχώματα αυτά πρέπει να είναι «κανονικά» τοποθετημένα, όχι κατ' ανάγκη συμμετρικά, συνήθως είναι πολύ ικανοποιητικό να τοποθετούνται αντισυμμετρικά. Αποτελεί σημαντική επιδίωξη η τοποθέτηση των τοιχωμάτων **επί της περιμέτρου**.

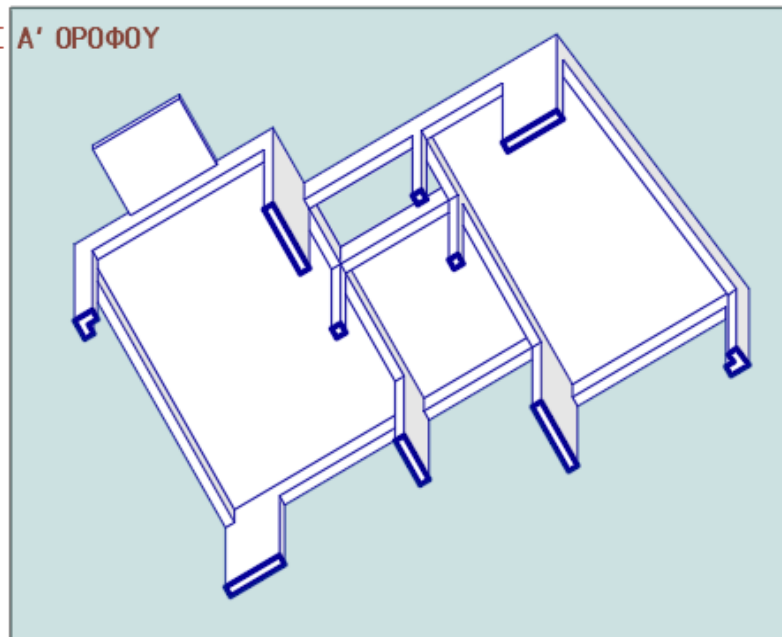
Στα σχήματα που ακολουθούν δίνεται το παράδειγμα μιας δώροφης οικοδομής με υπόγειο, ο τρόπος με τον οποίο σχεδιάζονται οι ξυλότυποι, καθώς και όλα τα ενδεικτικά στοιχεία που περιλαμβάνονται σε αυτούς εκτός από τους οπλισμούς. Στα αξονομετρικά σκαριφήματα που συνοδεύουν τις κατόψεις απεικονίζεται το αντίστοιχο τμήμα του φέροντος οργανισμού, στο οποίο αναφέρεται κάθε σχέδιο.



Εικόνα 3.48 Επιβατικός σταθμός ΟΛΠ στον Πειραιά. Καμπυλωμένη στέγη οπλισμένου σκυροδέματος διαστάσεων 185,0 x 51,0 m, αναρτημένη ασύμμετρα μέσω μεταλλικών καλωδίων από δεκατρείς πυλώνες – ιστία ύψους 25 m. Σήμερα ο δομικός σκελετός έχει σοβαρές φθορές και το ισόγειο έχει αλλοιωθεί από προσθήκες. Αρχιτέκτονες Ι. Λιάπης, Η. Σκρουμπέλος, στατικά Π. Γόντικας, Η. Ρηγίδου. Πειραιάς, 1967.

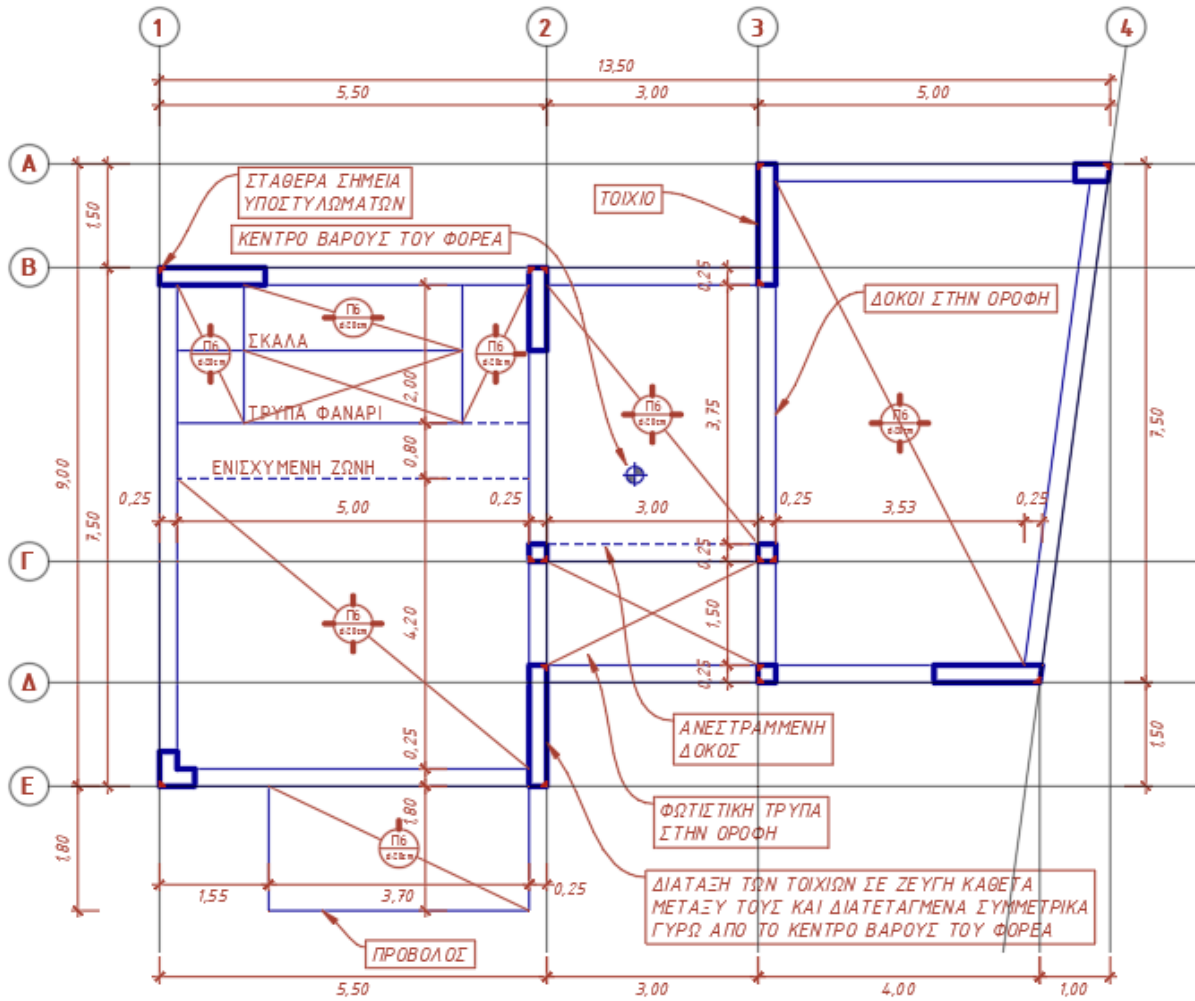


ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ

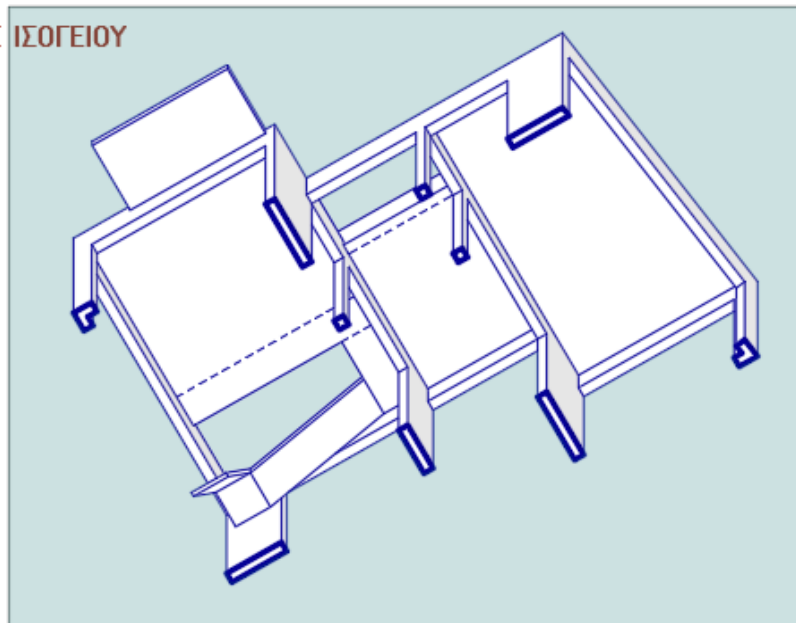


Σχέδιο 3.61

Ξυλότυπος οροφής Α' ορόφου του παραδείγματος.

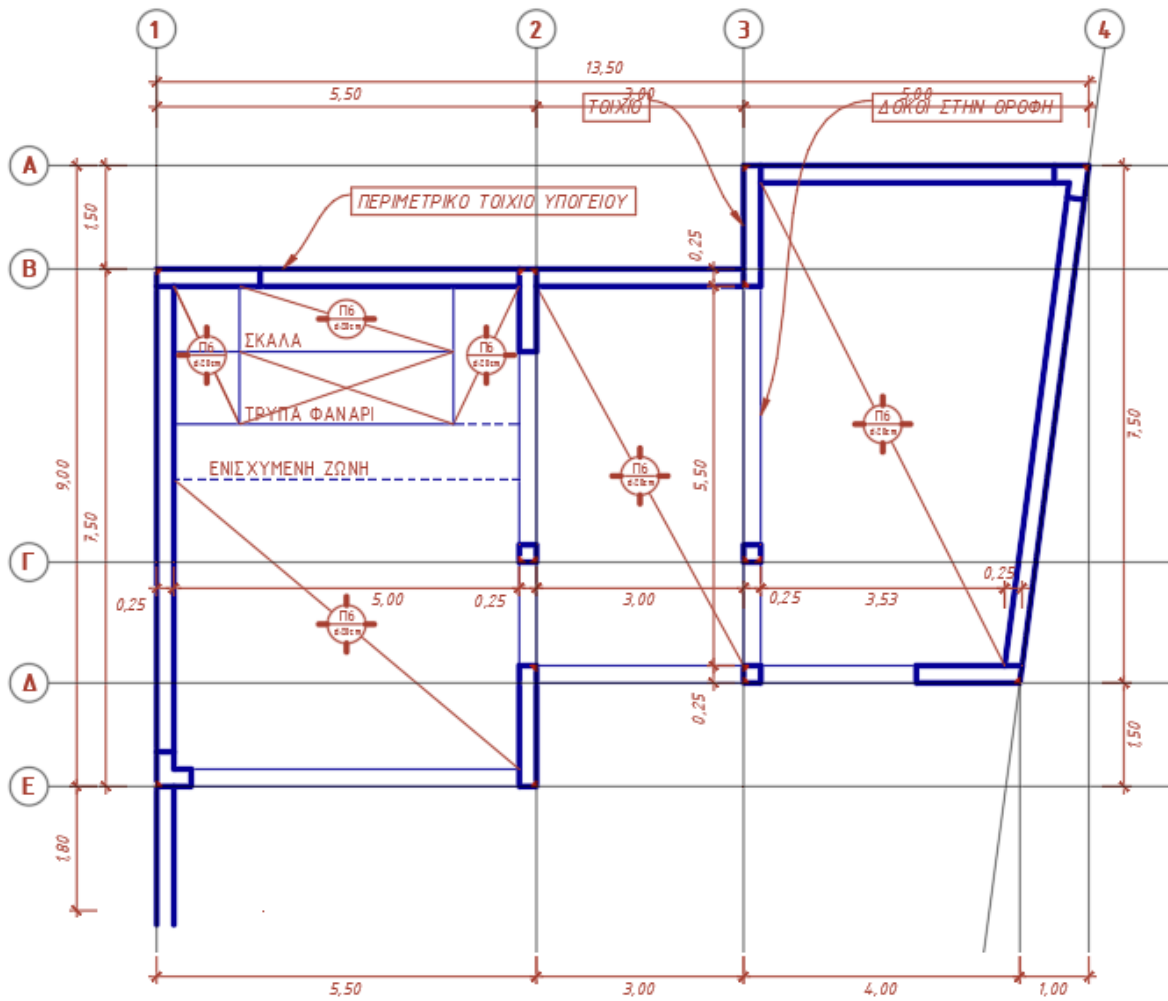


ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

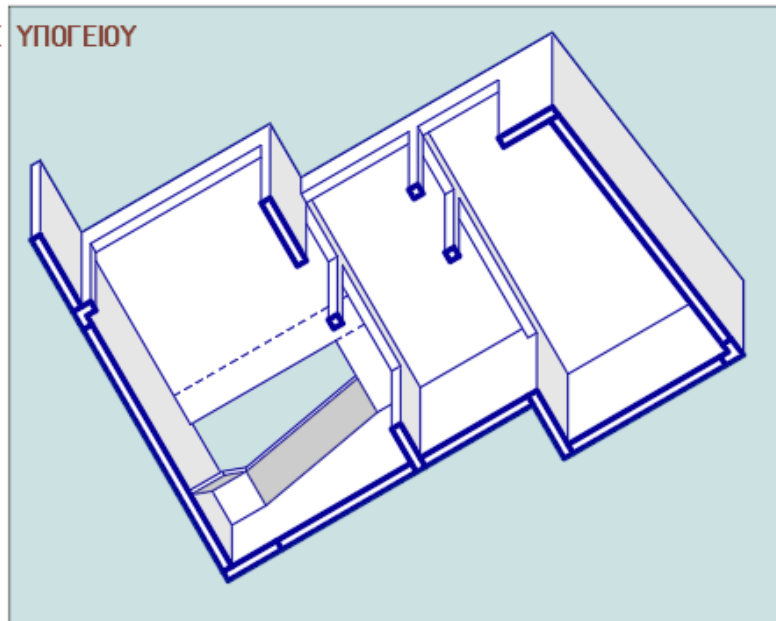


Σχέδιο 3.62

Ξυλότυπος οροφής ισογείου του παραδείγματος.

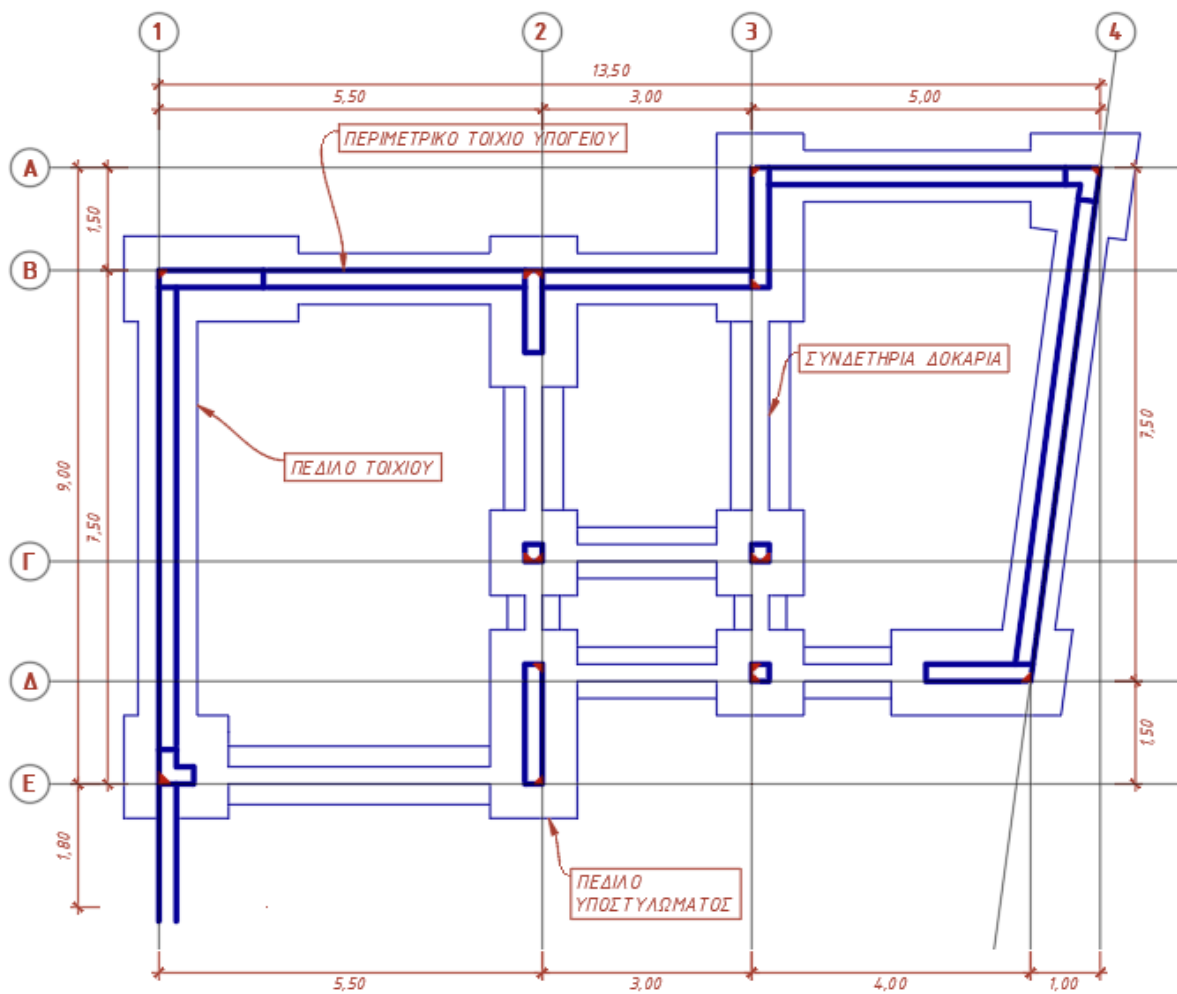


ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ

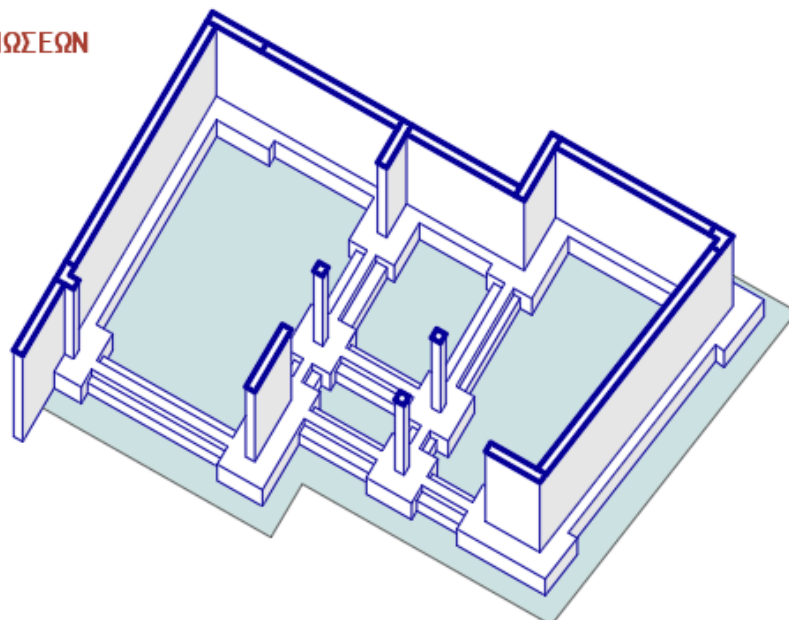


Σχέδιο 3.63

Ξυλότυπος οροφής υπογείου του παραδείγματος.

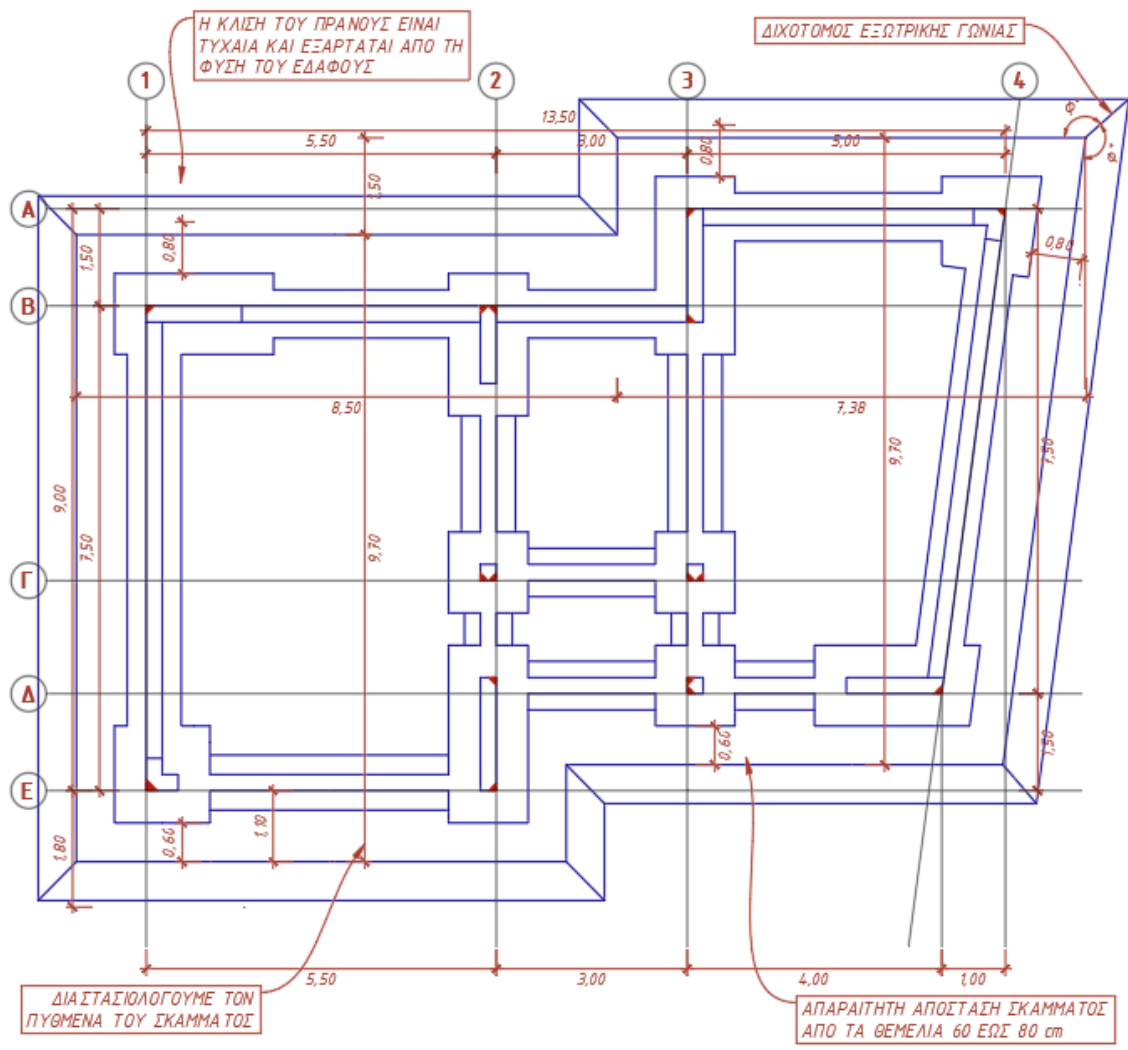


ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ

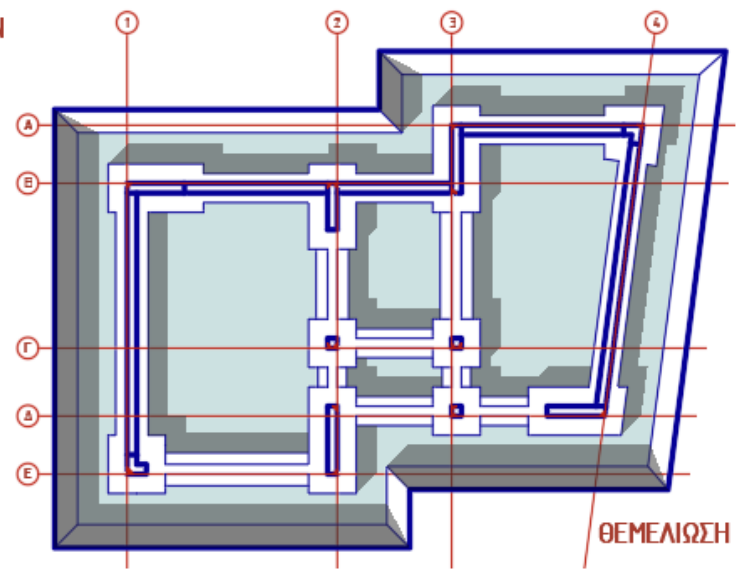


Σχέδιο 3.64

Ξυλότυπος θεμελιώσεων του παραδείγματος.

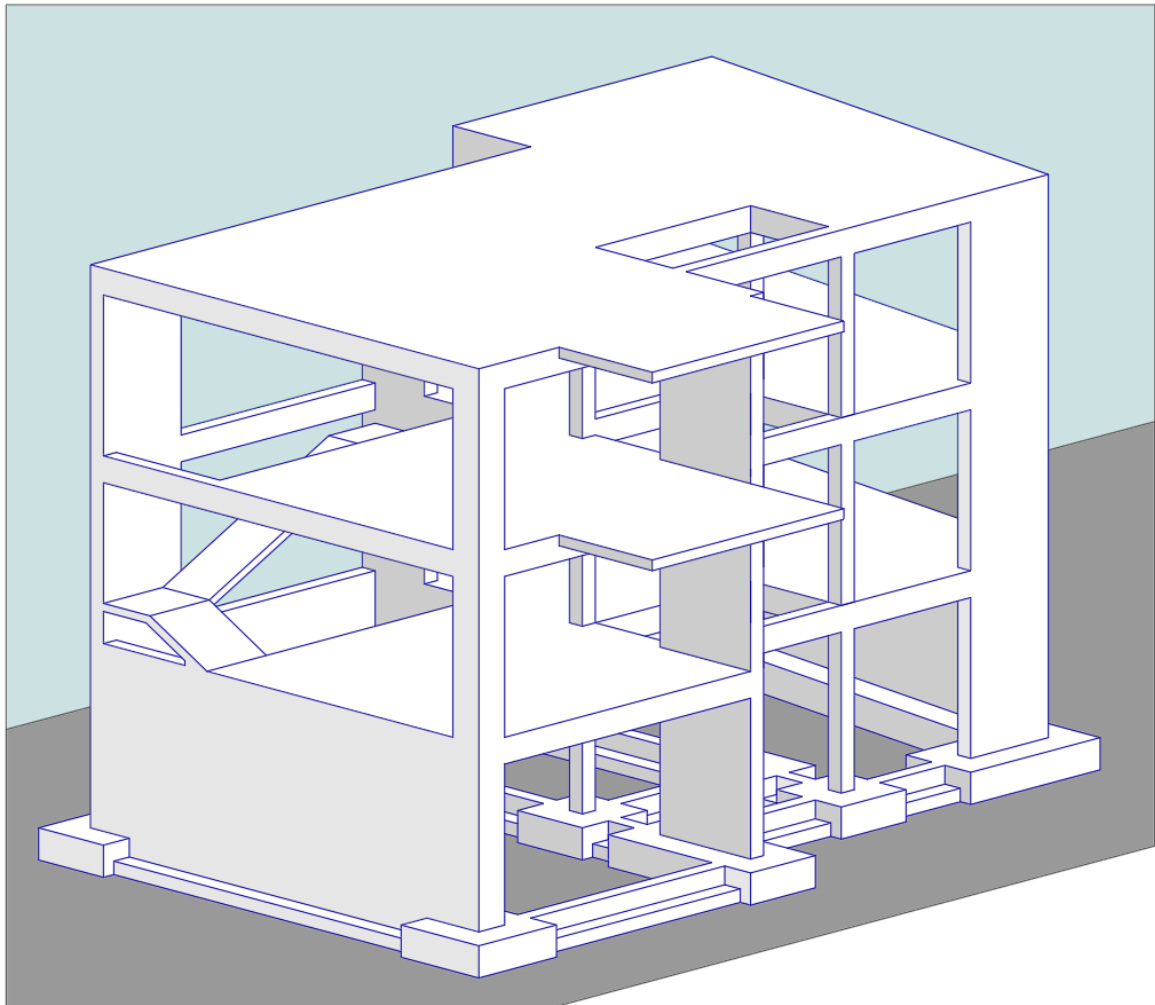


ΕΚΣΚΑΦΗ ΘΕΜΕΛΙΩΝ



Σχέδιο 3.65

Ξυλότυπος θεμελιώσεων και εκσκαφών του παραδείγματος.



Σχέδιο 3.66

Αξονομετρικό του φορέα από οπλισμένο σκυρόδεμα του παραδείγματος.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Adriaenssens, S., Block, P., Veenendaal, D., & Williams, C. (2014). *Shell Structures for Architecture. Form Finding and Optimization*. Oxon: Routledge.
- Allen, E. (2005). *How Buildings Work. The Natural Order of Architecture*. NY: Oxford University Press.
- Allen, E., & Iano, J. (2009). *Fundamentals of Building Construction, Materials and Methods*. New Jersey: Wiley.
- Allen, E., & Iano, J. (2012). *The Architect's Studio Companion, Rules of Thumb for Preliminary Design*. Wiley.
- Allen, E., & Zalevski, W. (2010). *Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures*. New Jersey: Wiley.
- Alread, J., & Leslie, T. (2007). *Design Tech, Building Science for Architects*. Oxford: Elsevier, Architectural Press.
- Baus, U., & Schlaich, M. (2008). *Footbridges. Construction, Design, History*. Basel: Birkhäuser.
- Engel, H. (2001). *Atlante delle Strutture*. Torino: UTET.
- Holgate, A. (1995). *The Art of Structural Engineering. The Work of Jörg Schlaich and his Team*. Alex Menges.
- LeCuyer, A. (2008). *ETFE, Technology and Design*. Basel: Birkhäuser.
- Schierle, G. (2006). *Architectural Structures*, Univ. of S. California.
- Schodek, D.L., & Bechthold, M. (2014). *Structures*. Pearson.
- Sandaker, B.N., Eggen, A.P., & Cruvellier, M.R. (2011). *The Structural Basis of Architecture*. Oxon: Routledge.
- Thallon, R. (2008). *Graphic Guide to Frame Construction*. Newtown: The Taunton Press.
- Trebilock, P., & Lawson, M. (2004). *Architectural Design in Steel*. London: Spon Press.
- Yeomans, D. (2016). *How Structures Work, Design and Behaviour from Bridges to Buildings*. Oxford: Wiley.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- Hunt, T. (2003). *Το Σημειωματάριο των Κατασκευών*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Silver, P., McLean, W., & Whitsett, D. (2008). *Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.

- Αντωνίου, Δ., Δημόπουλος, Γ., Κονταξάκης, Δ., Συμεωνίδου, Ι., & Τσινίκας, Ν. (2020). *Ελαφρές Κατασκευές, Βιομημητικές, Εφήμερες, Ψηφιακές*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Καλογεράς, Ν., Κιρπότην, Χ., Μακρής, Γ., Παπαϊωάννου, Ι., Ραυτόπουλος, Σ., Τζιτζιάς, Μ., & Τουλιάτος, Π. (1986). *Θέματα Οικοδομικής*. Αθήνα: Συμμετρία.
- Κορρές, Μ. (1994). *Από την Πεντέλη στον Παρθενώνα*. Αθήνα: Μέλισσα.
- Κορρές, Μ. (2014). *Η στέγη του Ηρωδείου και άλλες γιγάντιες γεφυρώσεις*. Αθήνα: Μέλισσα.
- Κουκής, Σ. (2001). *Δομική Τεχνολογία*. Αθήνα: Κουκής.
- Μιλτιάδου-Fezans, Α. (2018). *Βασικές έννοιες στατικής και αντοχής των υλικών*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Μπίρης, Δ. (1987). *Θέματα Οικοδομικής, Ελαφρές κατασκευές, Εφελκυσόμενες Μεμβράνες*. Αθήνα: Τομέας 4, Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ.
- Μπίρης, Δ. (1987). *Χωροδικτυώματα και Τριδιάστατες Δικτυωματικές Κατασκευές*. Αθήνα: Τομέας 4, Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ.
- Μωρέτη, Μ. (2017). *Αρχές για το σχεδιασμό του φέροντος οργανισμού κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα*. Αθήνα: Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ.
- Πανταλέων, Ε. (2005). *Σχεδιασμός φέροντα οργανισμού κτιριοδομικών έργων*. Αθήνα: Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ.
- Πανταλέων, Ε. (2007). *Κτιριοδομικά έργα με φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Τ.Ε.Ε. Πρακτικά επιστημονικού τριημέρου. (1990). *Στέγαση Μεγάλων Χώρων*. Αθήνα: Τ.Ε.Ε.
- Τζώνος, Π., & Χόιπελ, Γ. (1982). *Η Οργάνωση της Αρχιτεκτονικής Μελέτης. Ένας Οδηγός*. Θεσσαλονίκη: Τζώνος.
- Τσινίκας, Ν. (2001). *Αρχιτεκτονική Ενάντια στη Βαρύτητα*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Τσινίκας, Ν. (2016). *Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Ιστοσελίδες

- ΤΕΕ. «Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ». Τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 2022. <https://web.tee.gr/d-e-k-a-d/tmima-epistimonikoy-kai-anaptyxiakoy-ergoy/totee/>

Κεφάλαιο 4. Το Κέλυφος, η Επιδερμίδα του Κτιρίου

Σύνοψη

Η επιδερμίδα του κτιρίου αντιμετωπίζεται ως στοιχείο αλλού ταυτιζόμενο με τον δομικό σκελετό του κτιρίου (για παράδειγμα στην αρχιτεκτονική του λίθου) και αλλού αυτονομούμενο ως ξεχωριστό αυτοτελές τμήμα του κτιρίου, ενίοτε μάλιστα πολυστρωματικό με ειδικές κατασκευαστικές απαιτήσεις. Παρουσιάζονται οι ειδολογικές διαφορές και τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται ανάλογα με το κτιριολογικό πρόγραμμα και την κλίμακα του έργου. Στη συνέχεια, αναλύονται οι απαιτήσεις που αναμένεται να ικανοποιεί το κέλυφος σε σχέση με περιβαλλοντικές παραμέτρους, όπως είναι οι συνθήκες άνεσης και η προστασία από τις καιρικές συνθήκες και τον ήλιο με χρήση ειδικών συστημάτων σκίασης, ενίοτε ενσωματωμένων. Εξετάζονται οι ειδικές τεχνικές λεπτομέρειες και οι κατασκευαστικές επιλογές, καθώς και οι μορφές που παράγουν.

Προαπαιτούμενη Γνώση

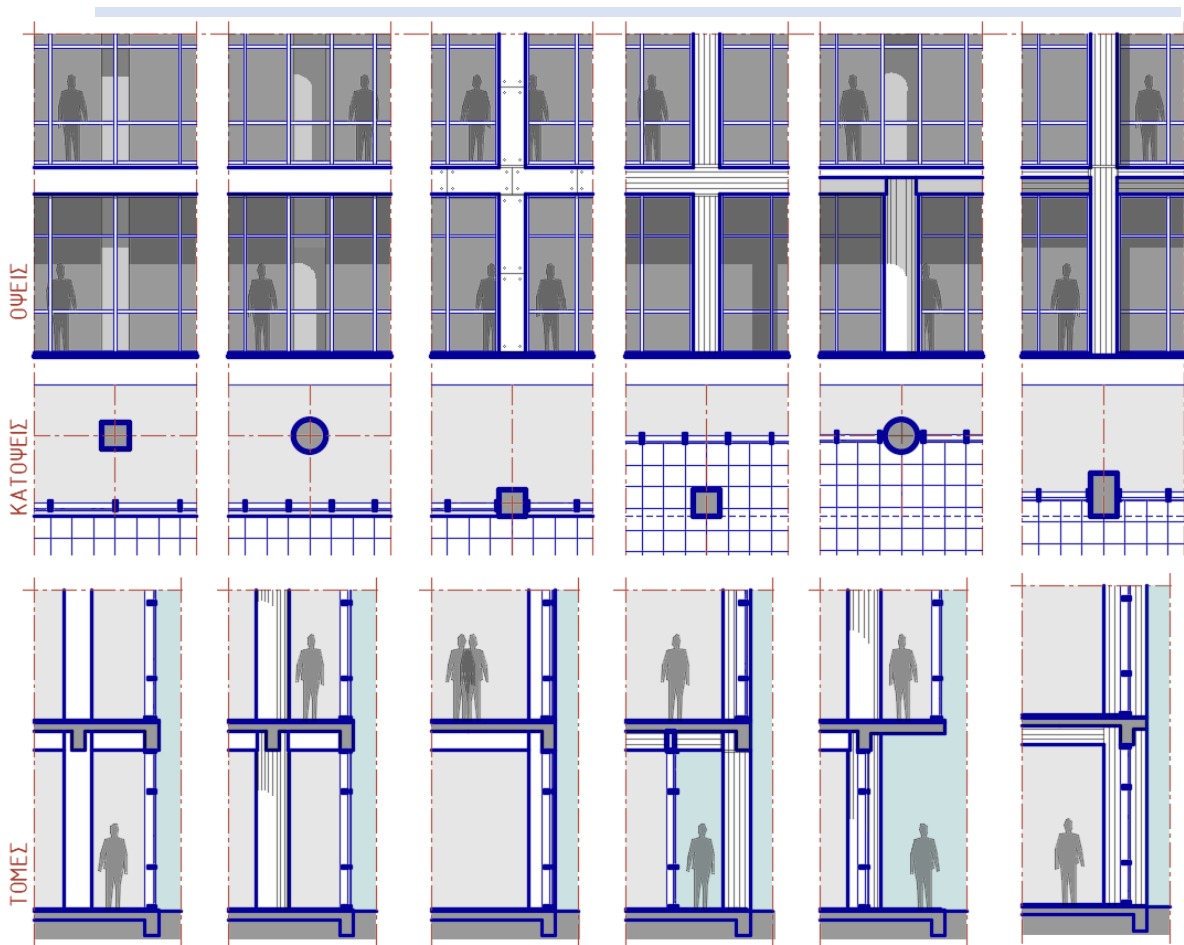
Είναι απαραίτητη η γνώση αυτών που έχουν διδαχτεί κατά τα προηγούμενα έτη στα μαθήματα Δομικής Μηχανικής και Δομήσιμων Υλών και Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.

4.1. Το κέλυφος ή η επιδερμίδα που περιβάλλει το κτίριο

Το περίβλημα ενός κτιρίου αποτελεί την επιδερμίδα που το καλύπτει και «σφραγίζει» προστατευτικά το εσωτερικό του από τις δυσμενείς επιδράσεις του άμεσου περιβάλλοντός του. Συμβαίνει ό,τι και στους ζωντανούς οργανισμούς, όπου ο σκελετός και τα ζωτικά όργανα προστατεύονται από την επιδερμίδα που τα περιβάλλει.

Η επιδερμίδα σε ένα κτίριο δεν αποτελεί απλά το απαραίτητο συνοδευτικό συμπλήρωμα για την ολοκλήρωση του κτιρίου, αλλά ακριβώς το αντίθετο, είναι κατ' ουσίαν η αφορμή για να διερευνήσουμε τον φέροντα οργανισμό που θα το υποδεχτεί. Η επιδερμίδα λειτουργεί ως διαχωριστικό φίλτρο ανάμεσα στο μεταβαλλόμενο φυσικό περιβάλλον και στο ελεγχόμενο μικροκλίμα που προστατεύει τους ενοίκους και τις χρήσεις και που μαζί με τη στέγη κάνουν τον χώρο κατοικήσιμο. Είναι προφανές ότι μέχρι ένα ορισμένο τεχνολογικό επίπεδο κατασκευών, τα όρια μεταξύ επιδερμίδας και σκελετού είναι δυσδιάκριτα. Στα κτίρια από φέρουσα **λιθοδομή** ή φέροντα **τούβλα**, για παράδειγμα, ο δομικός σκελετός του κτιρίου ταυτίζεται με την επιδερμίδα του. Με την τεχνολογία του **οπλισμένου σκυροδέματος** αποδεσμεύτηκαν για πρώτη φορά η επιδερμίδα από τον δομικό σκελετό και αυτονομήθηκαν σε δύο πλήρως διακριτές οντότητες του κτιρίου. Βεβαίως σε κτίρια από σκυρόδεμα, συνήθως ο σκελετός αποτελεί μέρος της επιδερμίδας, μπορεί όμως και να συνιστούν τελείως χωριστά αντικείμενα. Αυτή ήταν άλλωστε και μια από τις βασικές διακηρύξεις του μοντέρνου κινήματος στα «**πέντε σημεία για μια νέα αρχιτεκτονική**». Τέλος, στα μεταλλικά κτίρια ο διαχωρισμός του δομικού σκελετού και της επιδερμίδας είναι ο κανόνας και όχι η εξαίρεση.

*Ενώ ο **δομικός σκελετός** είναι ένα **άκαμπτο σύστημα** που πρέπει μόνο να παραλαμβάνει τα φορτία και να εξασφαλίζει την ακεραιότητα του κτίσματος απέναντι σε πιθανή καταστροφική δράση του περιβάλλοντος, η **επιδερμίδα** είναι ένα στοιχείο **ζωντανό, μεταβαλλόμενο**, που πρέπει να εξασφαλίζει τη διαρκή **ώσμωση** και **δυναμική αλληλεπίδραση** με το **περιβάλλον**. Η αλληλεπίδραση αυτή είναι συνεχής και μεταβαλλόμενη, όχι μόνο μέσα στις εποχές του έτους, αλλά και στις διαφορετικές ώρες της ημέρας.*



ΠΙΘΑΝΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σχέδιο 4.1 Ενδεικτικές σχέσεις του φορέα με την επιδερμίδα του κτιρίου.

Πίνακας 4.1: Απαιτήσεις επιδερμίδας των κτιρίων σε σχέση με φυσικές παραμέτρους.		
	Να επιτρέπει και να εξασφαλίζει:	Να αποτρέπει και να προστατεύει από:
Θερμοκρασία	Διατήρηση της θερμοκρασίας μεταξύ 18° και 25° C.	Ακραίες θερμοκρασίες.
Νερό βροχής		Βροχή. Συγκέντρωση υγρασίας στους χώρους. Εισροή νερών από υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.
Αέρας	Φυσικό αερισμό. Εξασφάλιση ποιότητας αέρα. Φιλτράρισμα βλαβερού αέρα.	Δυνατό άνεμο.
Φως	Φυσικό φωτισμό.	Απευθείας ηλιακή ακτινοβολία στα ζεστά νότια κλίματα. Από ακτινοβολία UV.
Θέα	Επιθυμητή θέα προς το περιβάλλον. Φιλτράρισμα βλαβερού αέρα.	
Ήχος	Ακουστική άνεση και ησυχία.	Δυσάρεστους θορύβους περιβάλλοντος. Το γειτονικό περιβάλλον από θορύβους που παράγονται στο εσωτερικό του.
Προσπέλαση	Άνετη και απρόσκοπτη προσπέλαση. Ασφάλεια και ελεγχόμενη προσπέλαση.	

Η επιδερμίδα πρέπει να εξασφαλίζει ελεγχόμενη αλληλεπίδραση μεταξύ του φυσικού περιβάλλοντος και του εσωτερικού του κτιρίου. Πρέπει δηλαδή να αποτελεί ένα «μονωμένο εργαστήριο μικροκλίματος». Τα βασικά συστατικά της επιδερμίδας θα μπορούσαν να ταξινομηθούν σε δύο θεμελιώδεις κατηγορίες, τα «**αδιαφανή στοιχεία**» πλήρωσης ή πετάσματα κάλυψης (πλαγιοκαλύψεις και στεγάσεις) και τα «**διαφανή**» στοιχεία, που είναι οι πόρτες, τα παράθυρα και τα υαλοστάσια.



Εικόνα 4.1 Γραφεία της ΓΕΚ. Όψη του κτιρίου με ορατό τον φέροντα οργανισμό από εμφανές σκυρόδεμα και μόρφωση της όψης με υαλοστάσια και ελαφρά πετάσματα με τελική επιφάνεια από φύλλα αλουμινίου. Αρχιτέκτονας Hopkins Architects, στατικά Π. Μαντάς. Λεωφόρος Μεσογείων, Αθήνα, 2002.

Τα **αδιαφανή στοιχεία** είναι οι επενδύσεις των όψεων, αλλά και τα στοιχεία κατασκευής των εσωτερικών διαχωριστικών, τα οποία, βάσει του τρόπου εφαρμογής τους, διαχωρίζονται επίσης σε δύο υποκατηγορίες, την **υγρή δόμηση** και την **ξηρή δόμηση**.

- A. Η πρώτη μέθοδος, αυτή της **υγρής δόμησης**, είναι η πιο κοινή και, όπως λέει το όνομά της, χρειάζεται νερό και λάσπη για να εφαρμοστεί. Αναφέρεται στο κτίσιμο με τούβλα ή λίθους, δυο υλικά που μπορούν να παραμείνουν εμφανή ή και να σοβαντιστούν, δίνοντας την εικόνα μιας ενιαίας επιδερμίδας. Τα γενικά χαρακτηριστικά της μεθόδου αυτής είναι τα ακόλουθα:
- Τυπικά στοιχεία υγρής δόμησης είναι οι **τουβλότοιχοι** από διάτρητες ή συμπαγείς πλίνθους, οι **λίθινοι** τοίχοι, που για το μεταξύ τους δέσιμο απαιτούν λάσπη και, τέλος, ο σοβάς που ενδέχεται να τα καλύψει.
 - Τα δομικά υλικά έχουν πολύ **μεγαλύτερο βάρος** σε σχέση με αυτά της ξηρής δόμησης και γι' αυτό τα συναντάμε σχεδόν πάντα σε κατασκευές με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα.
 - Εφαρμόζονται συνήθως ως πολυστρωματικές επενδύσεις που περιλαμβάνουν και άλλα υλικά, κυρίως μονωτικά.
- B. Η δεύτερη μέθοδος, αυτή της **ξηρής δόμησης**, έχει ως βασικό χαρακτηριστικό τη χρήση επιφανειακών στοιχείων που **συναρμολογούνται** και στερεώνονται με **βίδωμα** σε κατάλληλες αναμονές πάνω στον φέροντα οργανισμό. Έχουν την ικανότητα να παραμένουν απαραμόρφωτα,

να στεγανώνουν και να θερμομονώνουν, ενώ έχουν πολύ **μικρό βάρος**. Με τη σειρά τους διακρίνονται σε δύο είδη:

- Τα τυπικά **επιφανειακά στοιχεία μικρού πάχους**, που εφαρμόζονται σε διαδοχικές στρώσεις με άλλα υλικά ώστε να αποκτήσουν τις επιθυμητές ιδιότητες, όπως θερμομόνωση, ηχομόνωση και στεγάνωση όπου απαιτείται. Αυτά κυρίως στερεώνονται με βίδωμα. Τέτοια στοιχεία είναι:
 - Οι τσιμεντοσανίδες, για χρήση σε εξωτερικούς τοίχους.
 - Οι γυψοσανίδες, μόνο για χρήση σε εσωτερικούς χώρους.
 - Οι ειδικές άνθυγρες γυψοσανίδες, για χρήση σε εσωτερικούς υγρούς χώρους, όπως κουζίνες, λουτρά.
 - Οι πυράντοχες γυψοσανίδες.
 - Άλλα φυσικά ή συνθετικά υλικά, όπως φύλλα κόντρα πλακέ, βακελίτες κλπ.
 - **Πανέλα** για κάλυψη εξωτερικών επιφανειών, σε μεγάλες τυποποιημένες διαστάσεις μορφής σάντουιτς, με ενσωματωμένη θερμομόνωση στον πυρήνα και κατάλληλη διαμόρφωση στα «σόκορα» ώστε να κλειδώνουν στεγανά μεταξύ τους. Οι επιφάνειές τους είναι συνήθως από λεπτά φύλλα λαμαρίνας 0,7 mm με κατάλληλα επεξεργασμένα και διαμορφωμένα επιφάνεια, συχνά με αυλακώσεις τραπεζοειδούς σχήματος για μεγαλύτερη ακαμψία.

Γενικά, η μέθοδος της ξηράς δόμησης ακολουθεί σε όλα τα συστήματα μια αυστηρή τυποποίηση με **εμβάτη** τα **30 cm** που δίνει στοιχεία διαστάσεων πολλαπλάσια των 60 cm ή των 120 cm και τα οποία επίσης στερεώνονται σε σκελετούς που ακολουθούν έναν κάρναβο των 60 cm. Για παράδειγμα, τα φύλλα από **γυψοσανίδες** ή **τσιμεντοσανίδες** έχουν διαστάσεις **120x240 cm** και στερεώνονται σε κατακόρυφους **σκελετούς** διαστάσεων **5x5 cm** με υλικό από ελαφρές **μεταλλικές** γαλβανισμένες διατομές ή σπανιότερα από **ξύλινα καδρόνια**.

Η Τυποποίηση των μεγεθών

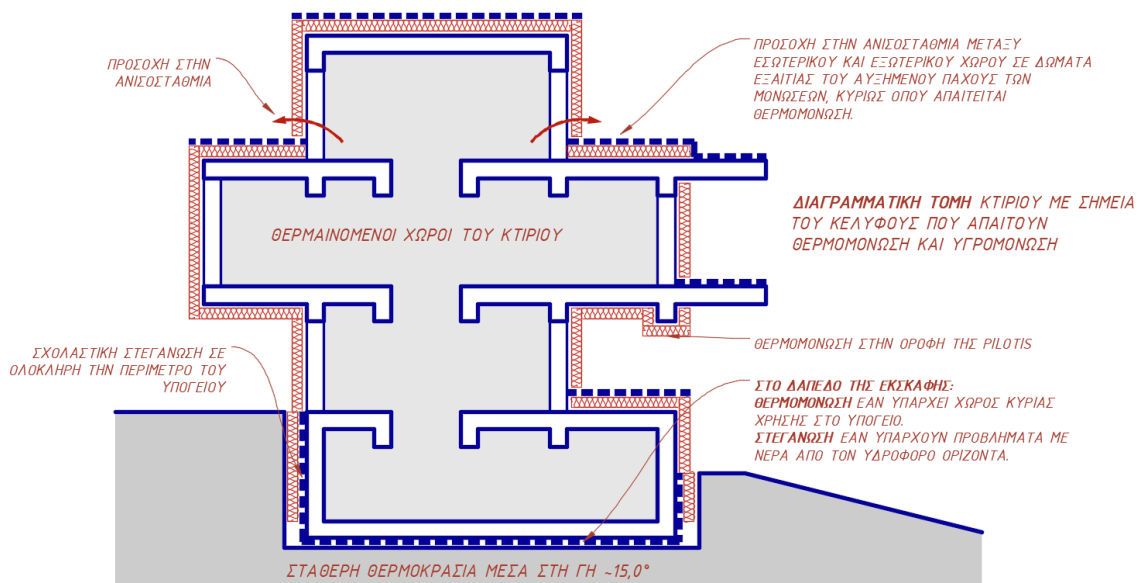
Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τη σημασία και τα πλεονεκτήματα της καθιερωμένης τυποποίησης σε μεγέθη πολλαπλάσια των 60 cm. Για όλα τα υλικά πρέπει να επισημανθεί με έμφαση ότι η **τυποποίηση των διαστάσεων** κατά τον **σχεδιασμό** και την **εφαρμογή** τους έχει πολύ μεγάλη σημασία γιατί, εξασφαλίζεται ότι:

- Μας δίνει **σχεδιαστική ευκολία** να συνθέσουμε με διαφορετικά υλικά.
- Είναι οικονομική επιλογή με τη **μαζική παραγωγή** πανομοιότυπων τυπικών στοιχείων.
- Υπάρχει **συμβατότητα** μεταξύ των διαφορετικών **στοιχείων συστημάτων** και μεταξύ διαφορετικών **υλικών**.
- Οι αρμοί των στοιχείων **οργανώνουν την όψη** και παράγουν «γραμμές» που της δίνουν κλίμακα και αναλογίες.
- Γίνεται **οικονομία σε πόρους** και πρώτες ύλες, γιατί τα τελικά στοιχεία εφαρμόζονται χωρίς φύρα υλικού.
- Εξασφαλίζουν εύκολη και οικονομική **επισκευή**.
- Εξασφαλίζουν εύκολη και οικονομική **αντικατάσταση**.

Σχέδιο 4.3 Το φαινόμενο της συμπύκνωσης υδρατμών σε εσωτερικούς χώρους.

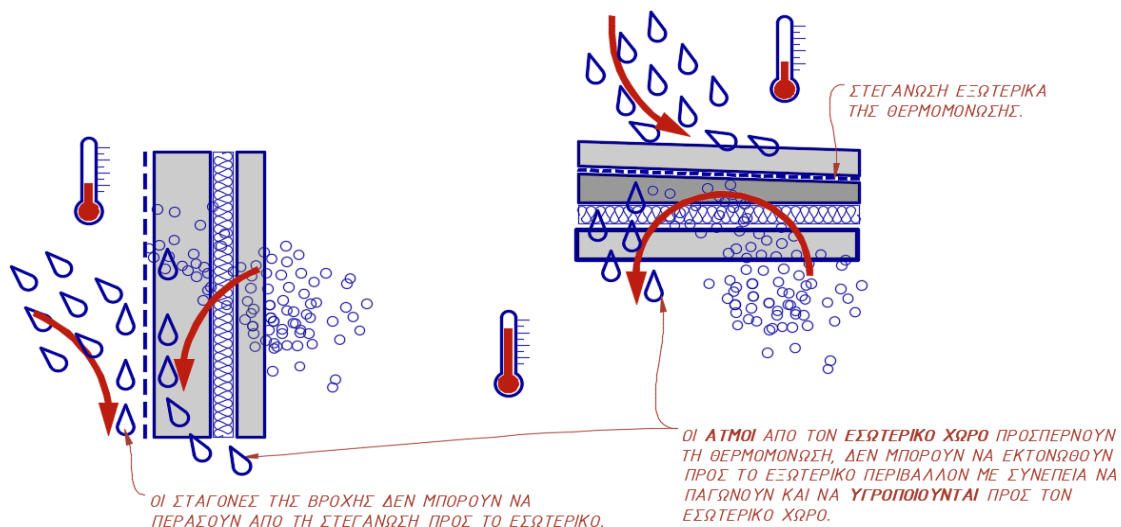
4.1.1. Η προστατευτική επιδερμίδα

Η προστασία του κελύφους ακολουθεί τυπικά στάδια διαδοχής στρώσεων με συγκεκριμένες ιδιότητες. Απαιτείται να εξασφαλιστεί η **στεγάνωση**, που είναι η πιο σημαντική και κατόπιν η **θερμομόνωση**. Η μεν στεγάνωση προστατεύει το ίδιο το κτίριο από φθορές δομικής φύσεως, η δε θερμομόνωση αφορά κυρίως την άνετη διαβίωση του χρήστη.

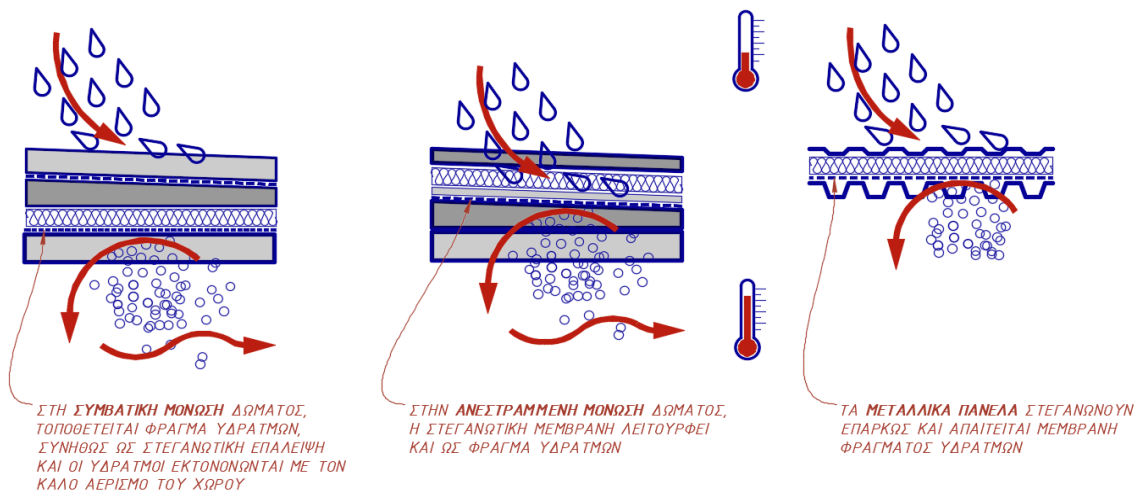


Σχέδιο 4.2 Διαγραμματική τομή κτιρίου με τα σημεία του κελύφους που απαιτούν προστασία.

Ένα σημαντικό στοιχείο είναι η ταυτόχρονη διαχείριση της στεγάνωσης με τη θερμομόνωση. Στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων δημιουργούνται υδρατμοί από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Πολύ συχνά, είτε λόγω **έλλειψης θερμομόνωσης** του κελύφους, είτε λόγω **έλλειψης διαπνοής**, είτε λόγω **κακής εφαρμογής των μονώσεων**, παρουσιάζεται το φαινόμενο της **υγραποίησης των υδρατμών**, προκαλώντας τα συμπυκνώματα που εμφανίζονται ως νερά κυρίως σε ψηλά σημεία των τοίχων και σε ταβάνια. Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μούχλας και φθοράς. Η πρόληψη του φαινομένου αυτού από το στάδιο ακόμη της κατασκευής απαιτεί σωστή εφαρμογή στεγάνωσης και θερμομόνωσης και, όπου είναι απαραίτητο, τη δημιουργία δυνατότητας διαπνοής του κελύφους με κατάλληλες μεμβράνες.

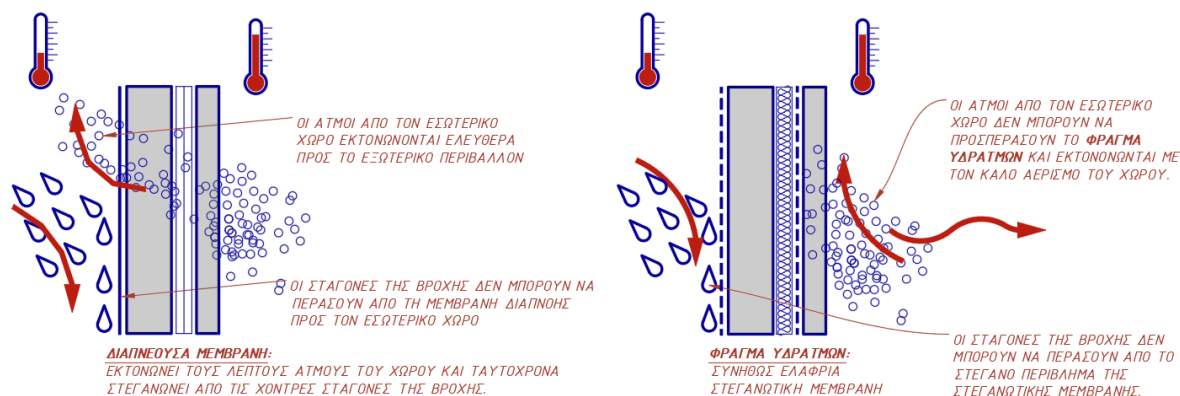


ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΣΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ



ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΣΕ ΟΡΟΦΗ.

Σχέδιο 4.4 Αντιμετώπιση συμπύκνωσης υδρατμών σε οροφές.



ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ.

Σχέδιο 4.5 Αντιμετώπιση συμπύκνωσης υδρατμών σε τοίχους.

Πολλές φορές είναι κρίσιμη συνθετική επιλογή η σχέση επαφής της επιδερμίδας με τον φέροντα οργανισμό του κτιρίου, ιδίως στα μεταλλικά κτίρια. Τα πανέλα ξηρής δόμησης μπορούν να μπουν σε διάφορες θέσεις σε σχέση με τον σκελετό, αφήνοντάς τον ορατό είτε από το εξωτερικό είτε από το εσωτερικό του κτιρίου. Στα ακόλουθα σκαριφήματα δίνονται οι τρεις κυριότερες παραλλαγές με τα σημεία που πρέπει να προσεχθούν και τις δυσκολίες που ενδέχεται να παρουσιάζει η εφαρμογή της κάθε εκδοχής.

4.1.2. Εξωτερική επιδερμίδα, κατασκευαστικές προσεγγίσεις

Ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούμε, μπορούμε να κατατάξουμε τα είδη της εξωτερικής επιδερμίδας ενός κτιρίου στις ακόλουθες κατηγορίες:

4.1.3. Τοίχοι από φέρουσα λιθοδομή ή τούβλα

Πρόκειται για κατασκευές τοιχοποιίας από υλικά όπως η πέτρα ή οι συμπαγείς οπτόπλινθοι μεγάλου πάχους, όπου η επιδερμίδα του κτιρίου έχει ταυτόχρονα και φέρουσα ικανότητα. Σε μεγάλα πάχη και ανάλογα με το κλίμα της περιοχής, μπορεί να επαρκεί η δομή χωρίς επιπλέον θερμομόνωση. Ωστόσο για να είναι επαρκής η δομή πρέπει το κτίσιμο να γίνεται με επιμέλεια, και η δομή να σοβαντίζεται ώστε να είναι στεγανή, ιδιαίτερα σε τοιχοποιίες από ωμές πλίνθους.



Εικόνα 4.2 Μουσείο Ήλιδας, όψη με επένδυση της επιδερμίδας από λίθους, σοβαντισμένη. Ξύλινες περσίδες σκίασης προστατεύουν τα υαλοστάσια της όψης. Αρχιτέκτονες Δ. Μπίρης, Κ. Βρεττού, Ε. Βιτζηλαίου, στατικά Παγώνης, Χρονέας Κινάτος. Ήλιδα 2004.

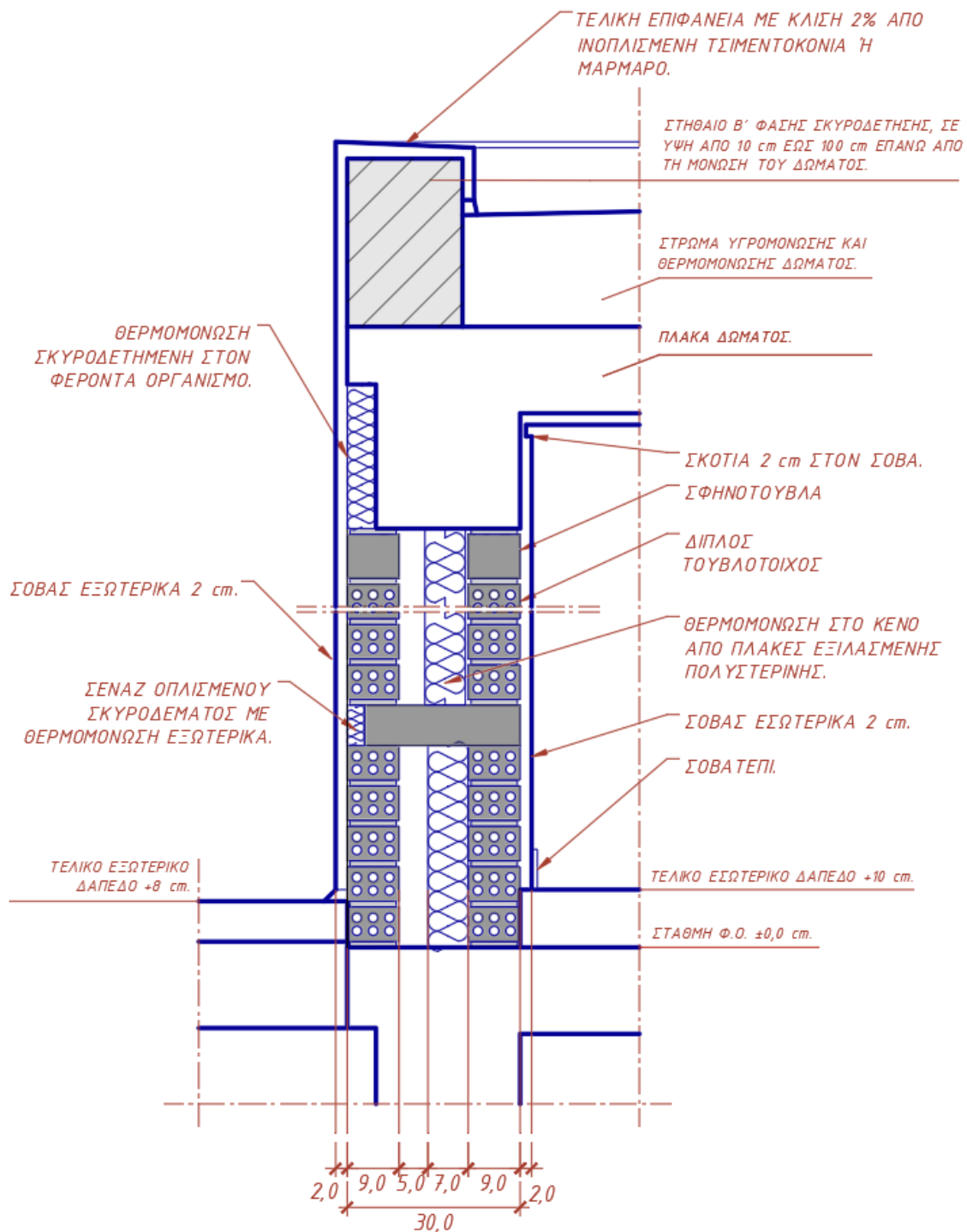


Εικόνα 4.3 Κατακόρυφη τομή δώροφου λιθόκτιστου κτιρίου.

4.1.4. Διπλοί τοίχοι με κενό ανάμεσά τους

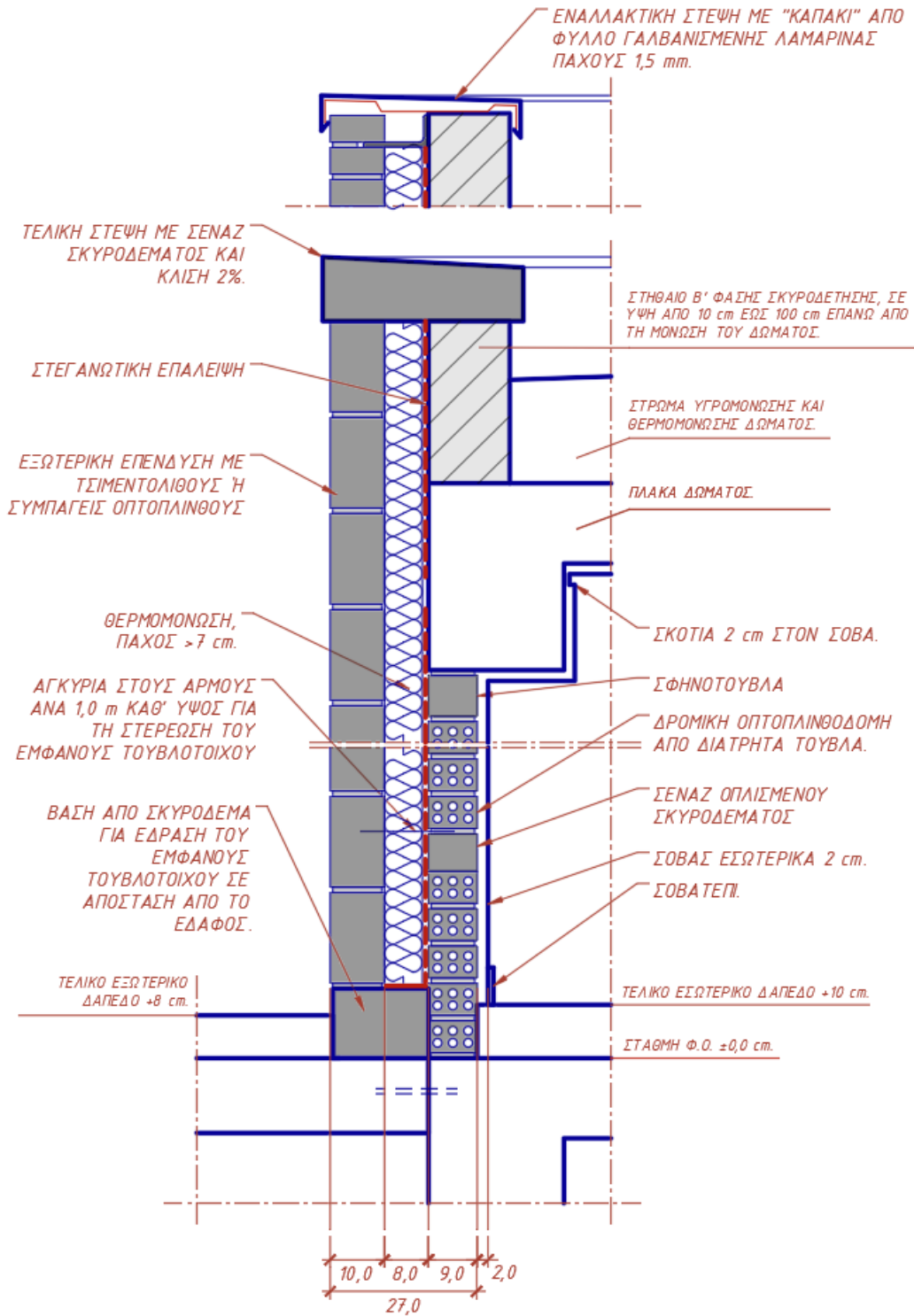
Τυπική κατασκευή **δύο επάλληλων τοίχων** με κενό και θερμομόνωση ανάμεσά τους.

Υγρή δόμηση με υλικά κατασκευής διάτρητους οπτόπλινθους, τσιμεντότουβλα με τελική εξωτερική επιφάνεια σοβά. Εσωτερικά τοίχος από διάτρητα τούβλα ή τσιμεντόλιθους, με τελική επιφάνεια σοβά· εναλλακτικά, συμπαγή εμφανή τούβλα.



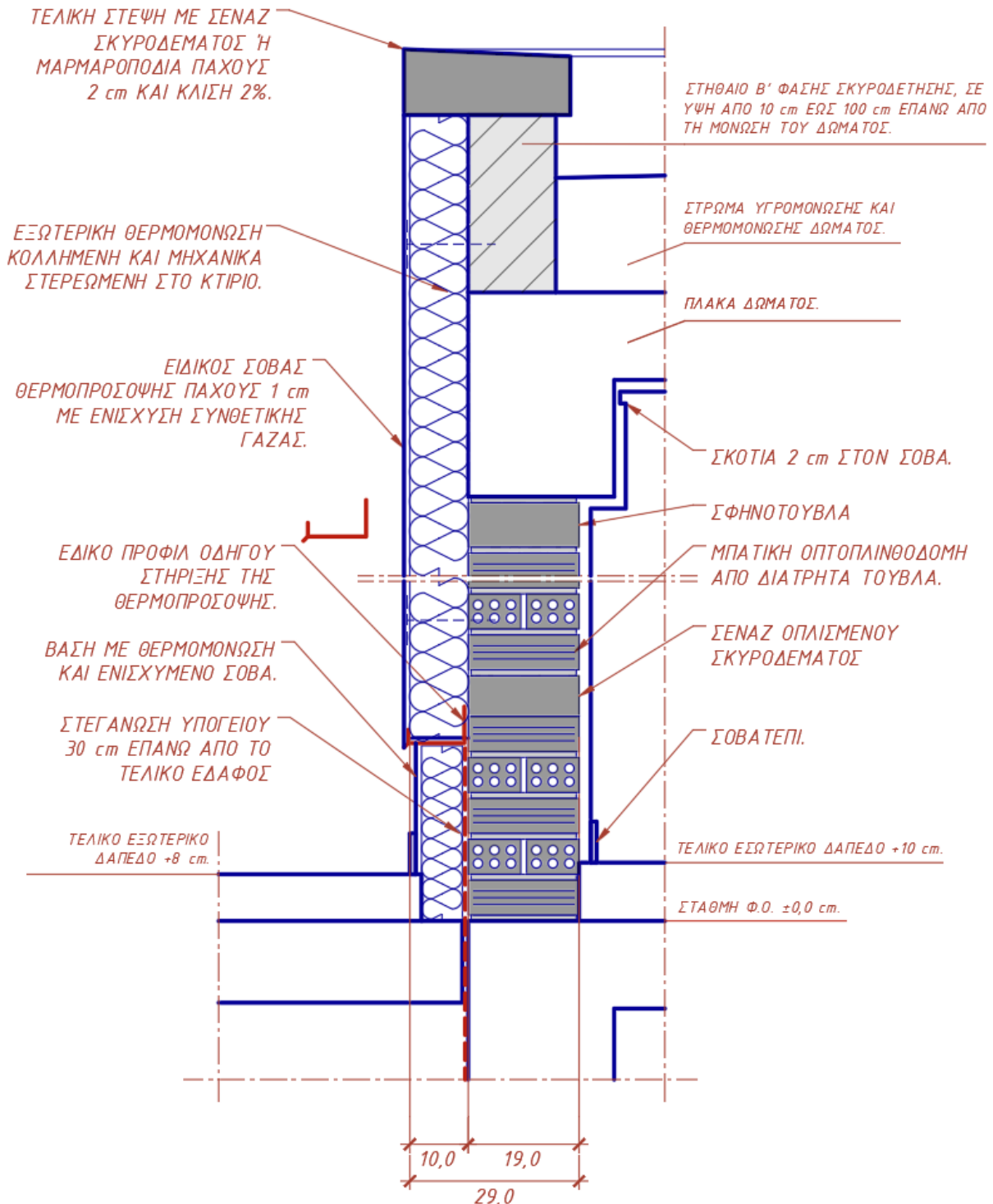
Σχέδιο 4.6 Επιδερμίδα υγρής δόμησης με διπλούς τοίχους και μόνωση στο ενδιάμεσο κενό.

Υγρή δόμηση με εμφανή τούβλα ή εμφανείς τσιμεντόλιθους. Εσωτερικά μπορεί, είτε να κτιστούν επίσης εμφανή τούβλα είτε να κατασκευαστεί τοιχοποιία από οποιοδήποτε υλικό που θα πάρει τελική επιφάνεια με σοβά και χρώμα. Γενικά οι κατασκευές διπλής εμφανούς τοιχοποιίας που απαιτούν θερμομόνωση στο εσωτερικό κενό, έχουν υψηλότερο κόστος γιατί απαιτούν διπλάσια ποσότητα «ακριβών» υλικών.



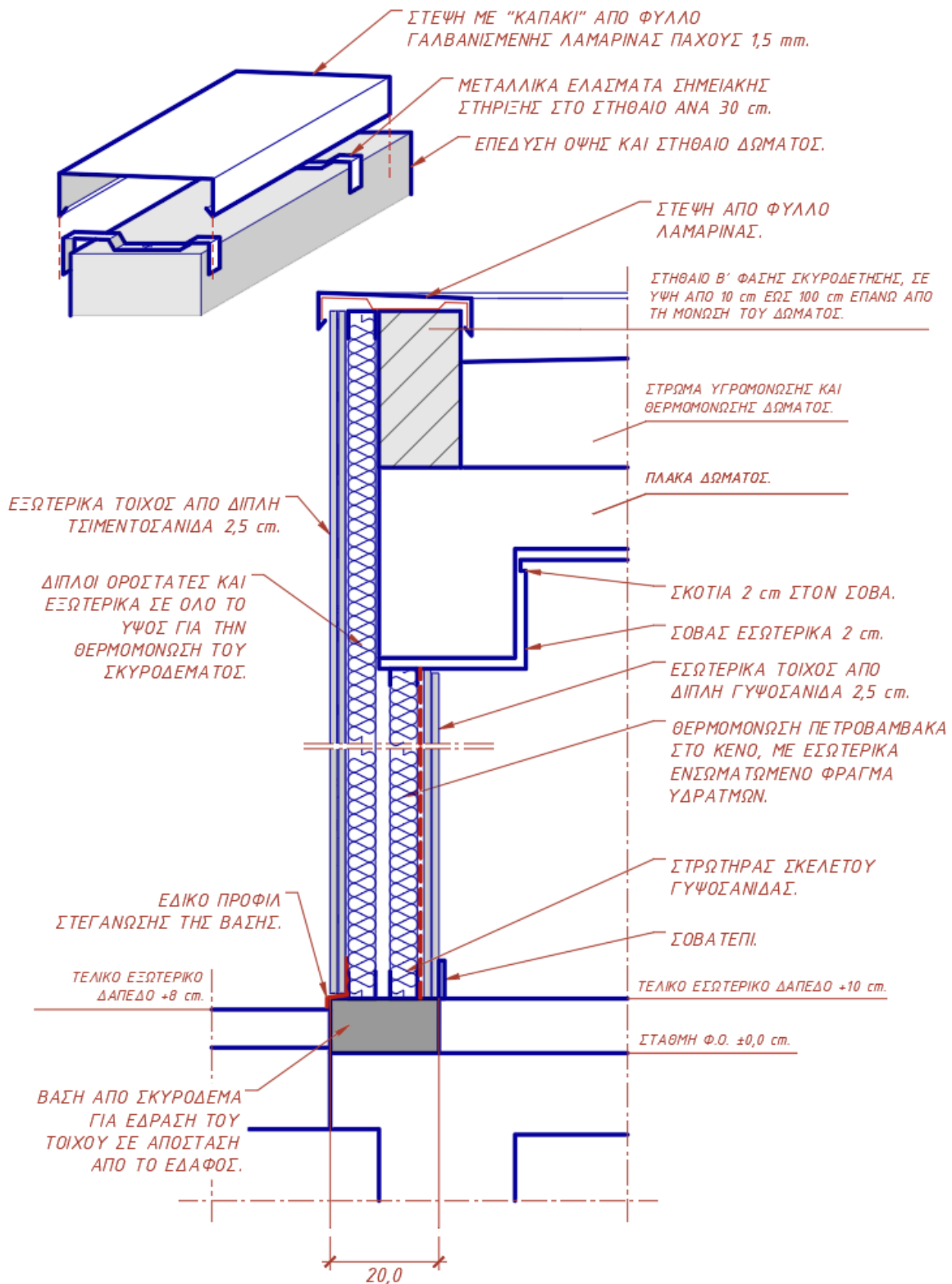
Σχέδιο 4.7 Επιδερμίδα υγρής δόμησης με διπλούς τοίχους· εμφανή τούβλα εξωτερικά και μόνωση στο ενδιάμεσο κενό.

Κατασκευή **Θερμοκελύφους** με τη θερμομόνωση στην εξωτερική παρειά, στερεωμένη στον τοίχο υγρής δόμησης από τούβλο. Εξωτερικά ειδικός σοβάς για θερμοκέλυφος, πάχους 1 cm και εσωτερικά τυπικός σοβάς.



Σχέδιο 4.8 Επιδερμίδα υγρής δόμησης με τη μέθοδο θερμοκελύφους, η μόνωση επικολλάται εξωτερικά.

Ξηρή δόμηση από τσιμεντοσανίδες σε ειδικό μεταλλικό σκελετό και μόνωση ανάμεσά τους.

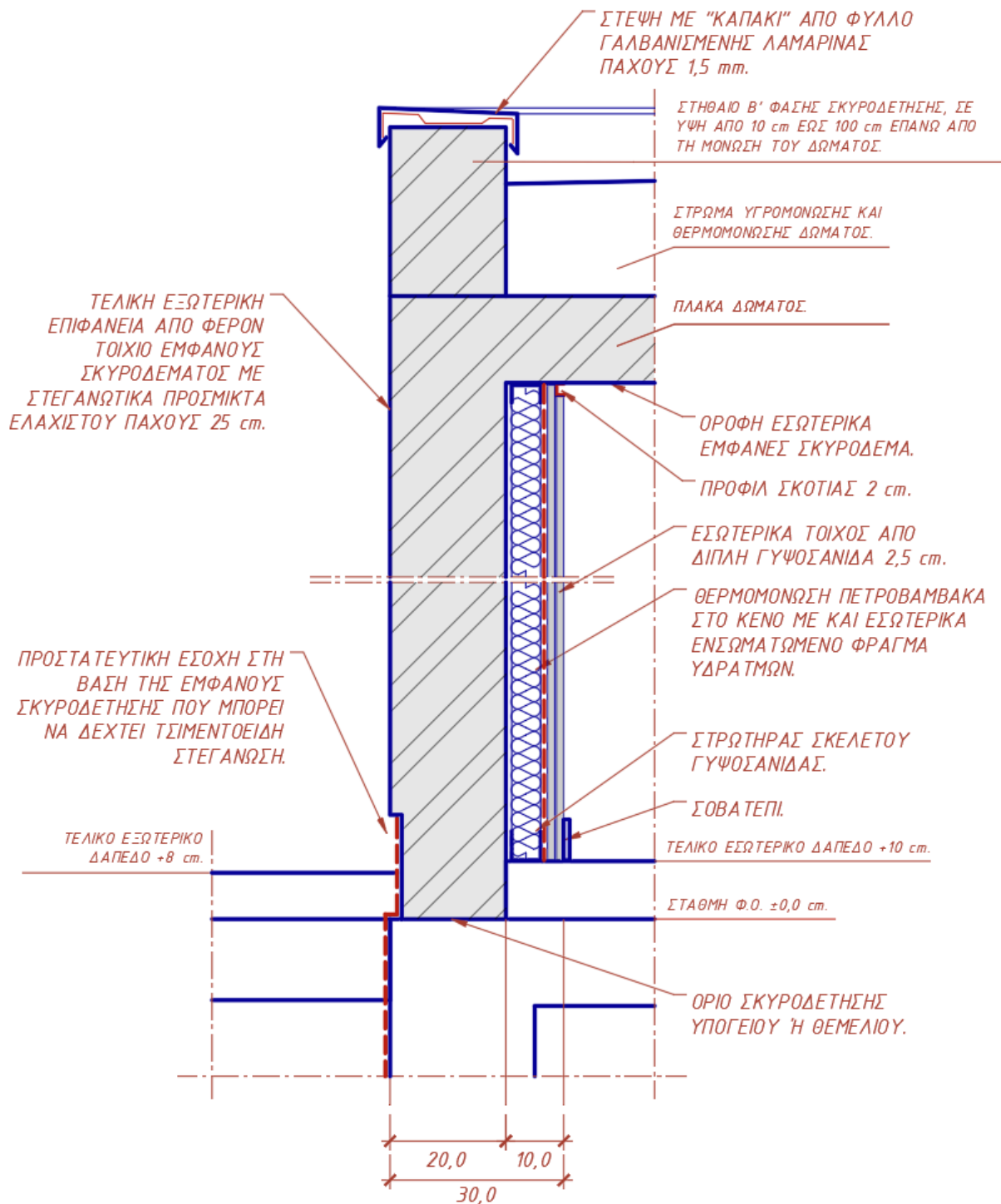


Σχέδιο 4.9 Επιδερμίδα με διπλούς τοίχους ξηράς δόμησης, εξωτερικά τσιμεντοσανίδες και μόνωση στο ενδιάμεσο κενό. Εσωτερικά της θερμομόνωσης τοποθετείται φράγμα υδρατμών.

4.1.5. Τοίχοι εμφανούς σκυροδέματος μόνον εξωτερικά

Τοίχος από φέρον σκυρόδεμα εμφανές μόνον εξωτερικά, σε μια φάση σκυροδέτησης.

Εσωτερικά ξηρή δόμηση από γυψοσανίδες βαμμένες και θερμομόνωση στο ενδιάμεσο κενό.

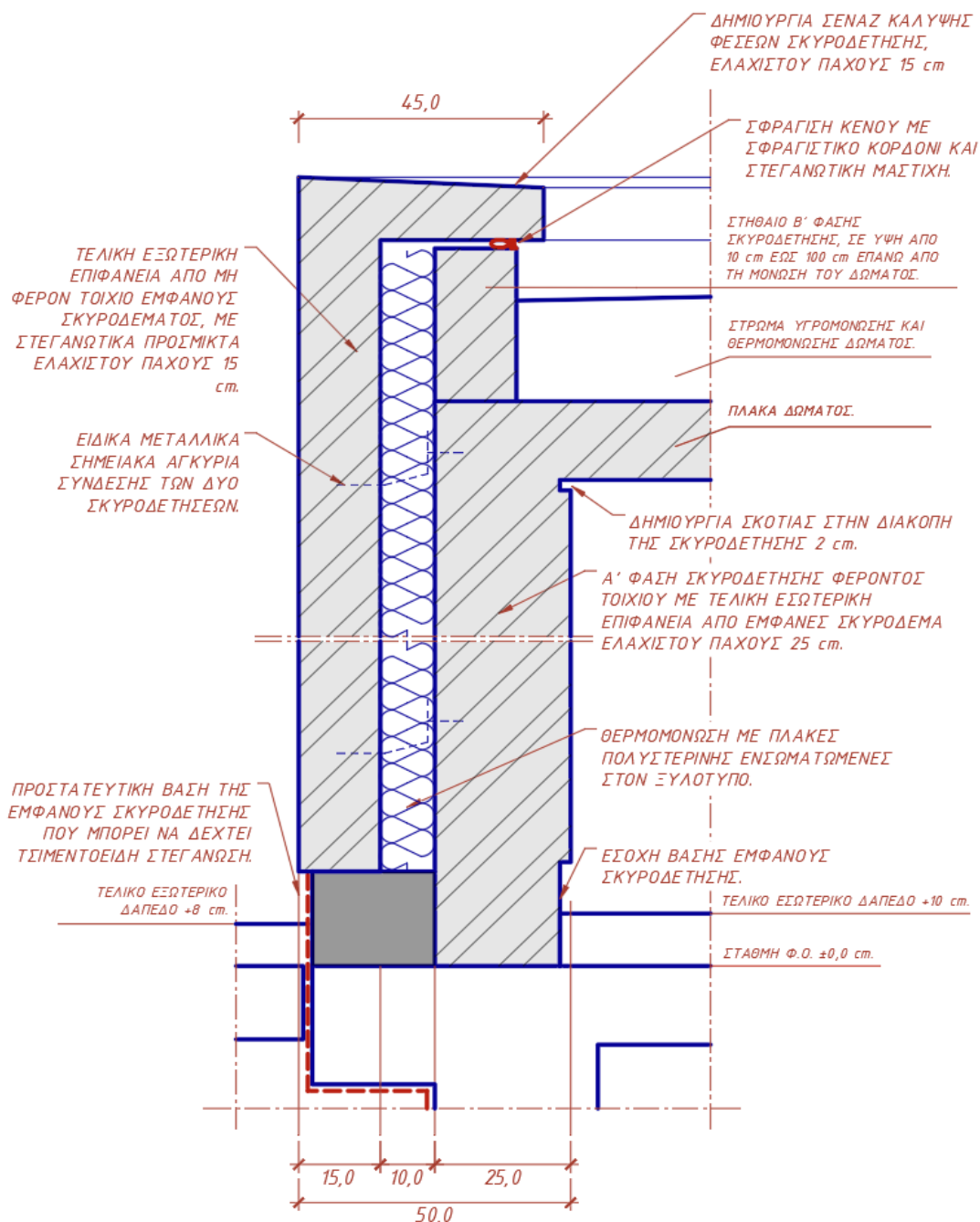


Σχέδιο 4.10 Επιδερμίδα με εξωτερικά εμφανές σκυρόδεμα, εσωτερικά ξηρή δόμηση με επένδυση γυψοσανίδας.

4.1.6. Εμφανές σκυρόδεμα εξωτερικά και εσωτερικά

Τοίχος από **εμφανές σκυρόδεμα εξωτερικά** και **εσωτερικά**, σε δύο φάσεις σκυροδέτησης.

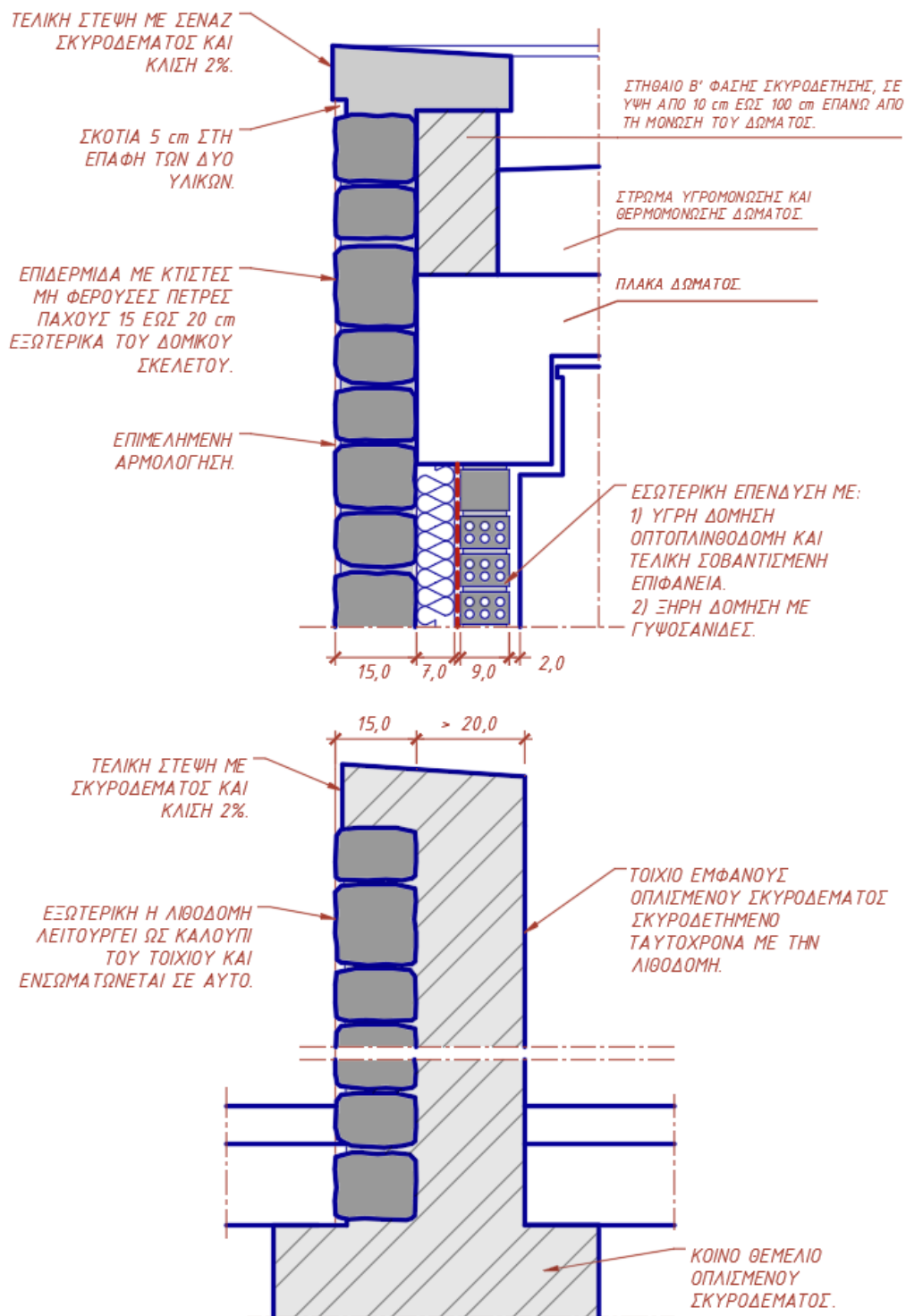
Σε πρώτη φάση κατασκευάζεται το εσωτερικό φέρον κέλυφος του κτιρίου από εμφανές σκυρόδεμα με ενσωματωμένη θερμομόνωση στην εξωτερική του παρειά. Σε δεύτερη φάση γίνεται νέα εξωτερική σκυροδέτηση, μη φέροντος τοίχου από ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα. Η εξωτερική επιδερμίδα είναι μηχανικά αναρτημένη στον φέροντα οργανισμό με ειδικά αγκύρια για κάθε περίπτωση υλικού, ενώ ο εσωτερικός τοίχος είναι αυτοτελής και επαρκώς υγρομονωμένος και θερμομονωμένος.



Σχέδιο 4.11 Επιδερμίδα με εμφανές σκυρόδεμα και διπλή σκυροδέτηση.

4.1.7. Λιθοδομή και σκυρόδεμα

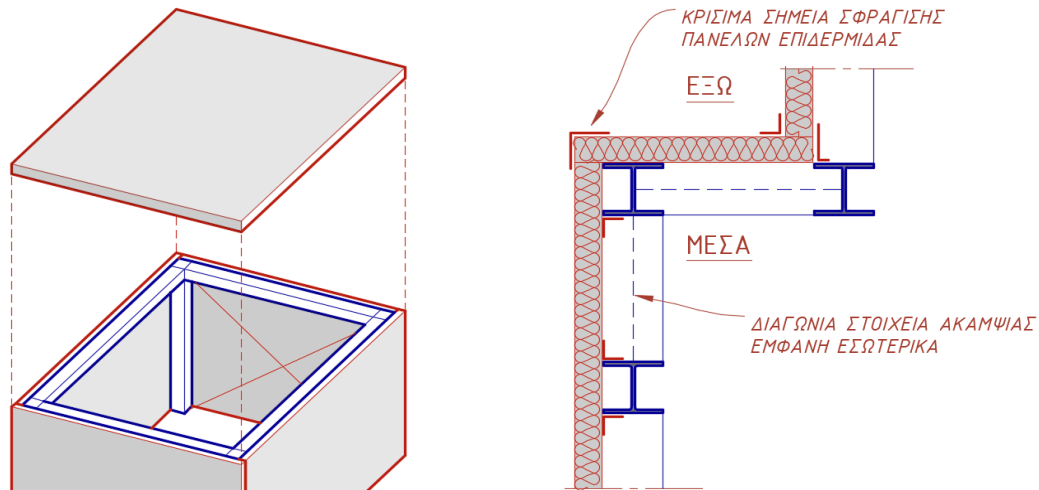
Οι λίθοι, εκτός από τις περιπτώσεις φέρουσας λιθοδομής, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως επένδυση. Είναι απαραίτητο ωστόσο, για κατασκευή εξωτερικού κελύφους από λιθοδομή να υπολογιστεί και θερμομόνωση. Έχει σημασία η ποιότητα των λίθων η κατεργασία τους και η αρμολόγηση.



Σχέδιο 4.12 Η χρήση των λίθων ως επιδερμίδα και ως συστατικό μέρος φέροντος τοιχίου.

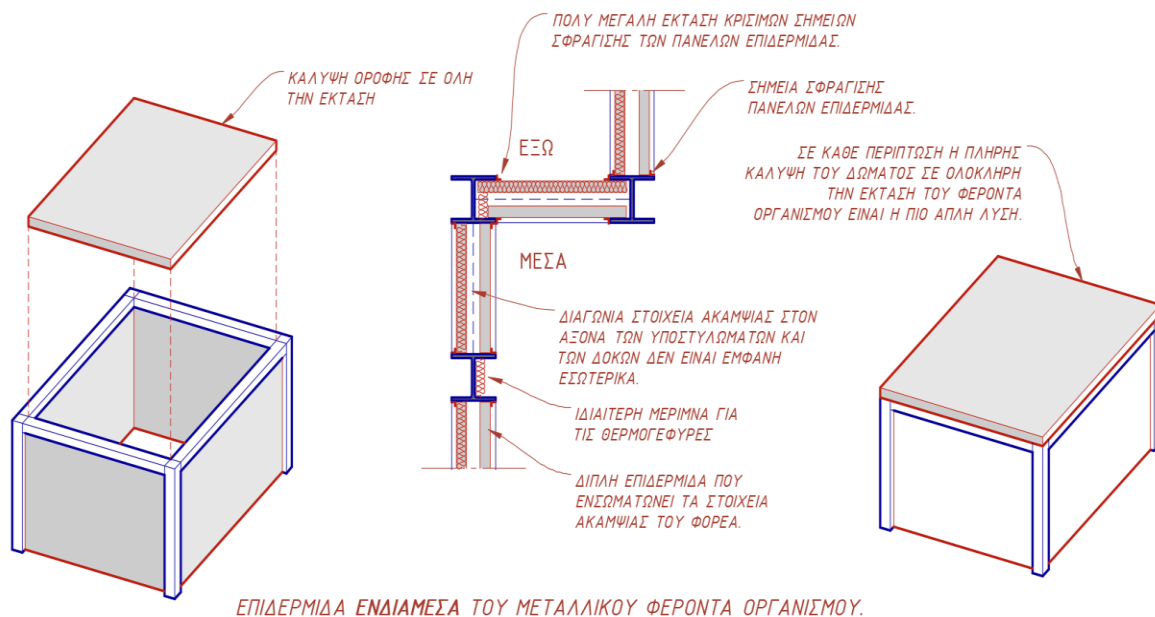
4.1.8. Θερμομονωτικά πάνελα πλαγιοκάλυψης

Ανάρτηση λεπτών **θερμομονωμένων μεταλλικών πανέλων** συνήθως σε κτίρια από μεταλλικό σκελετό, επάνω σε οριζόντιες επάλληλες μεταλλικές δοκίδες.



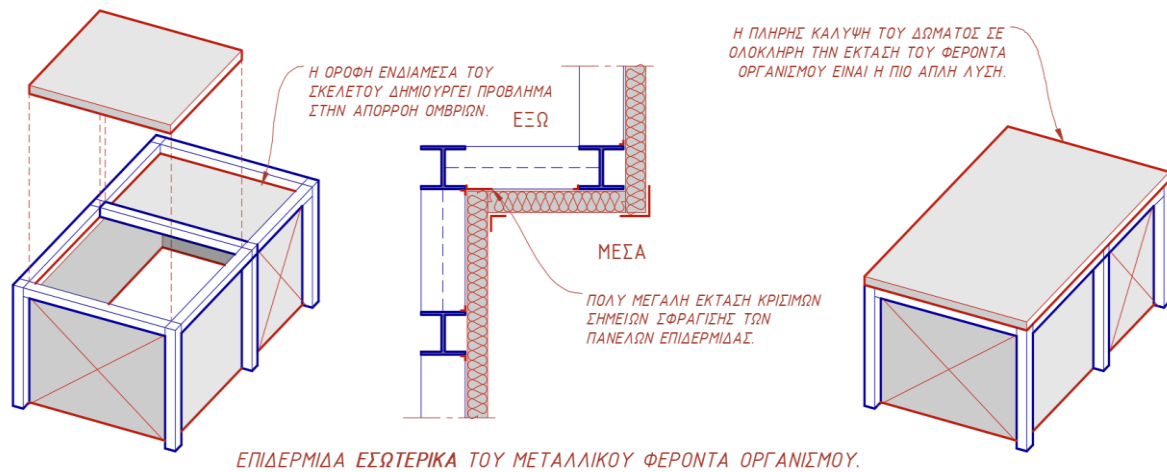
ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ.

Σχέδιο 4.13 Τοποθέτηση επιδερμίδας του κελύφους εξωτερικά του μεταλλικού φέροντος οργανισμού.



ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑ ΕΝΔΙΑΜΕΣΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ.

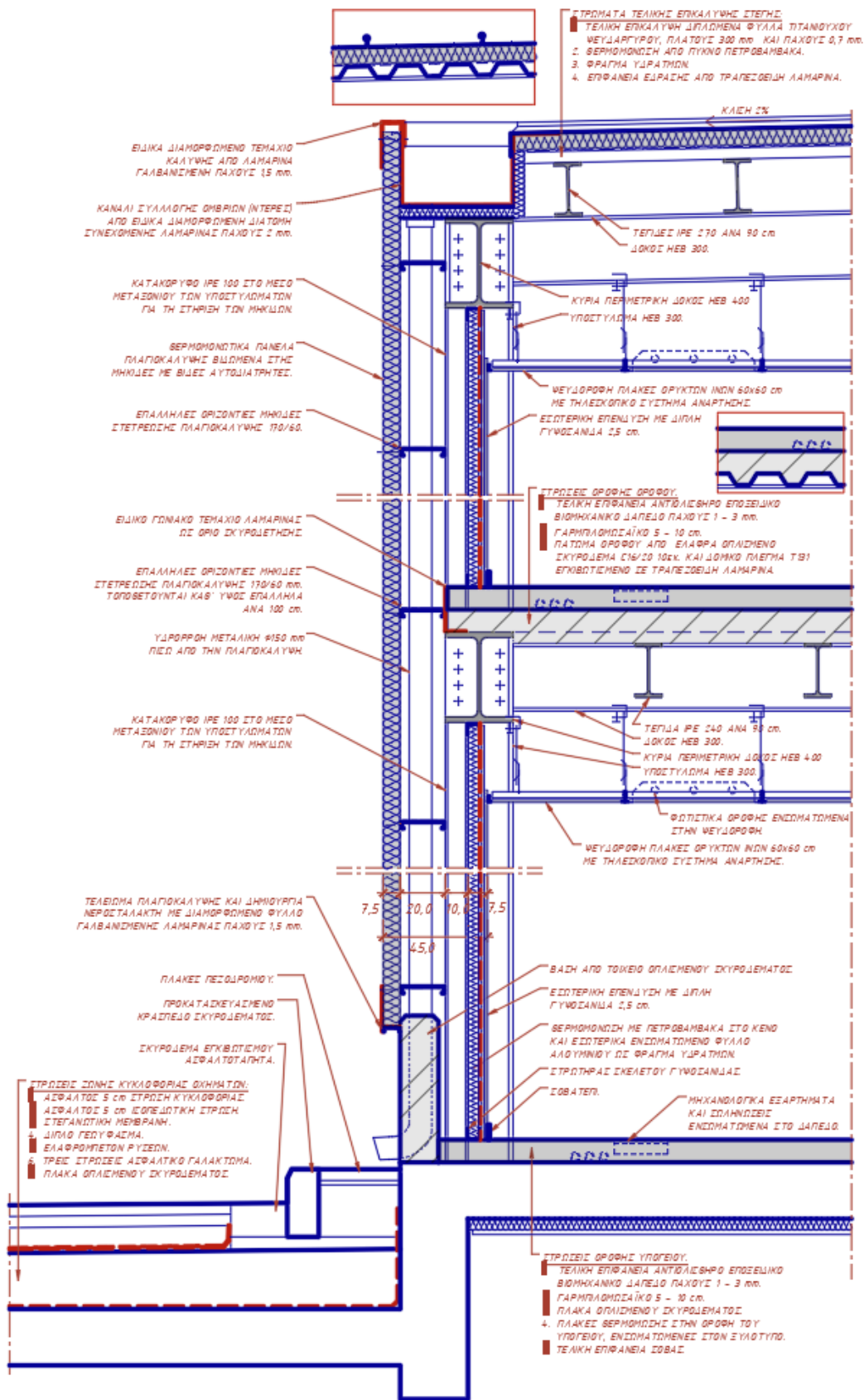
Σχέδιο 4.14 Τοποθέτηση επιδερμίδας του κελύφους ενδιάμεσα του μεταλλικού φέροντος οργανισμού.



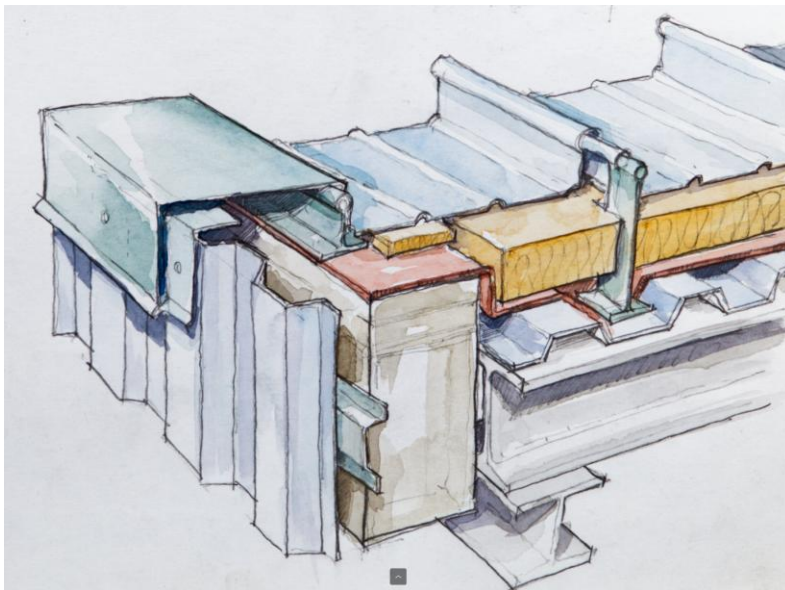
Σχέδιο 4.15 Τοποθέτηση επιδερμίδας του κελύφους εσωτερικά του μεταλλικού φέροντος οργανισμού.



Εικόνα 4.4 Κτίριο κατοικίας στη Βούλα. Σύμμεικτη κατασκευή του τελευταίου ορόφου για ελάττωση φορτίων με τη χρήση υποστυλωμάτων σκυροδέματος και μεταλλικών δοκών. Κάλυψη με φύλλα τιτανιούχου ψευδάργυρου.

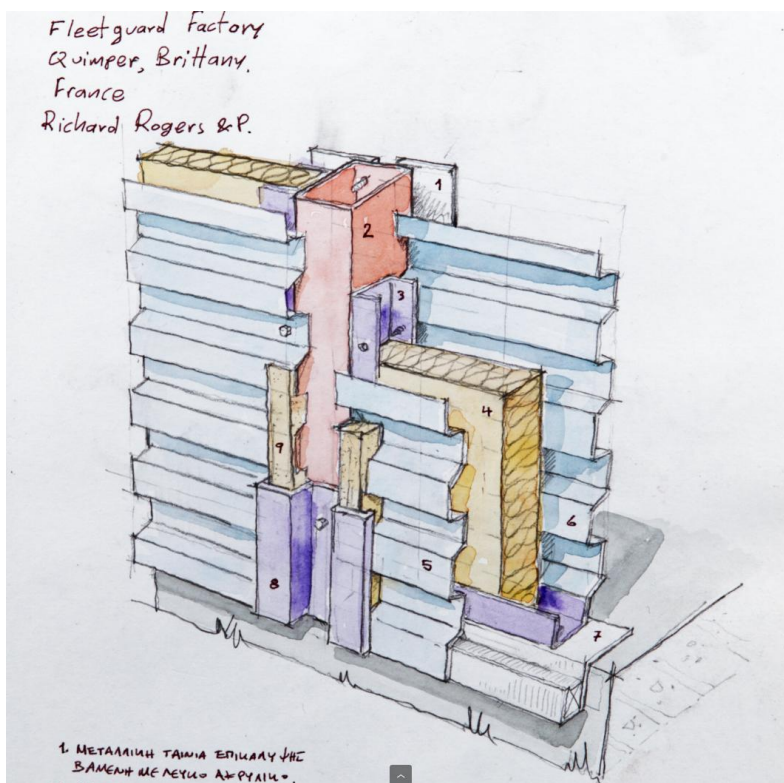


Σχέδιο 4.16 Παράδειγμα επιδερμίδας με ελαφρά πανέλα σε κτίριο με μεταλλικό σκελετό.



Εικόνα 4.5

Λεπτομέρεια στέγασης και πλαγιοκάλυψης μεταλλικού κτιρίου με φύλλα τιτανιούχου ψευδάργυρου.

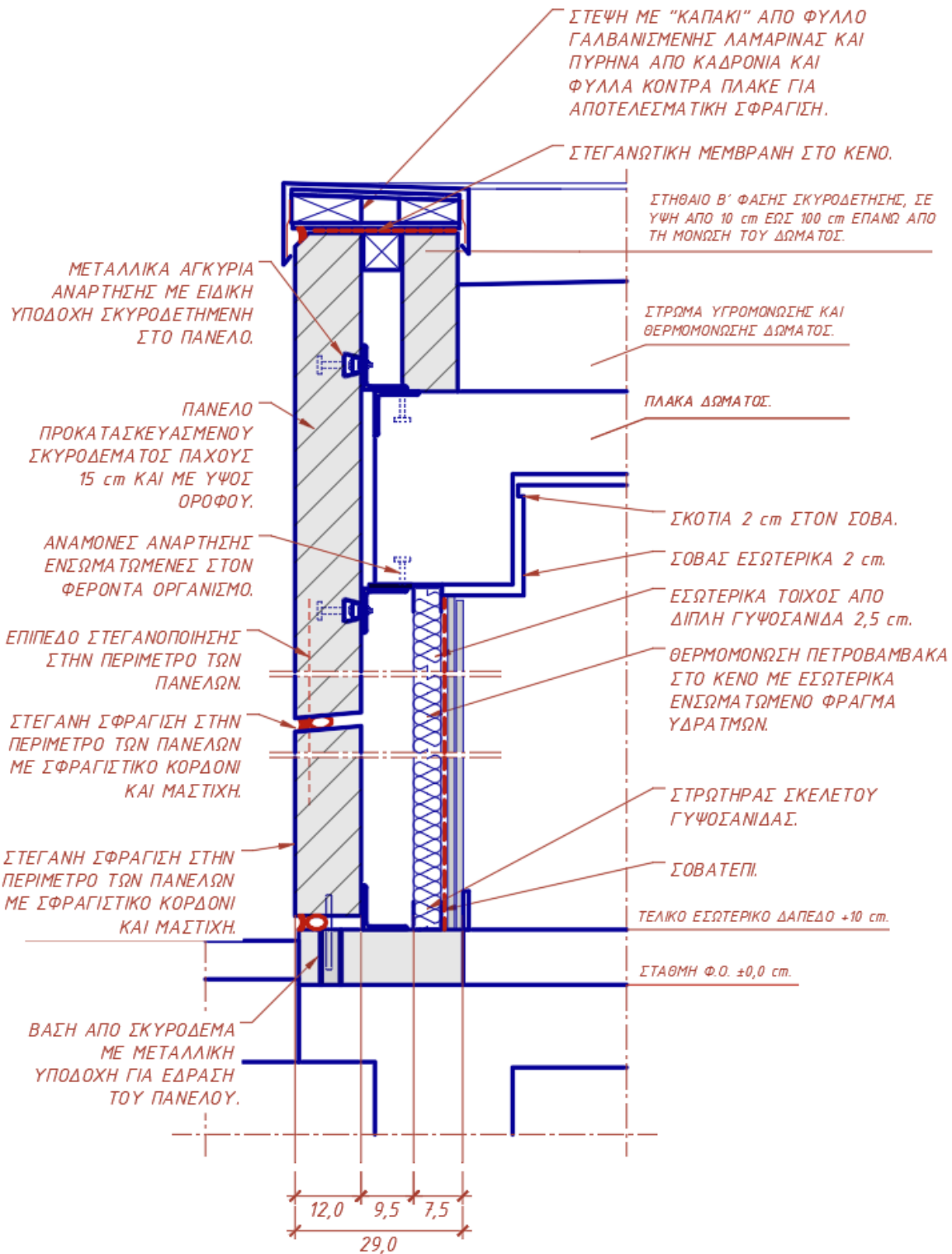


Εικόνα 4.6 Πλαγιοκάλυψη του εργοστασίου Fleetguard Factory.

Αρχιτέκτονας Richard Rogers
Βρετάνη, Γαλλία, 1981

4.1.9. Προκατασκευασμένα πανέλα οπλισμένου σκυροδέματος

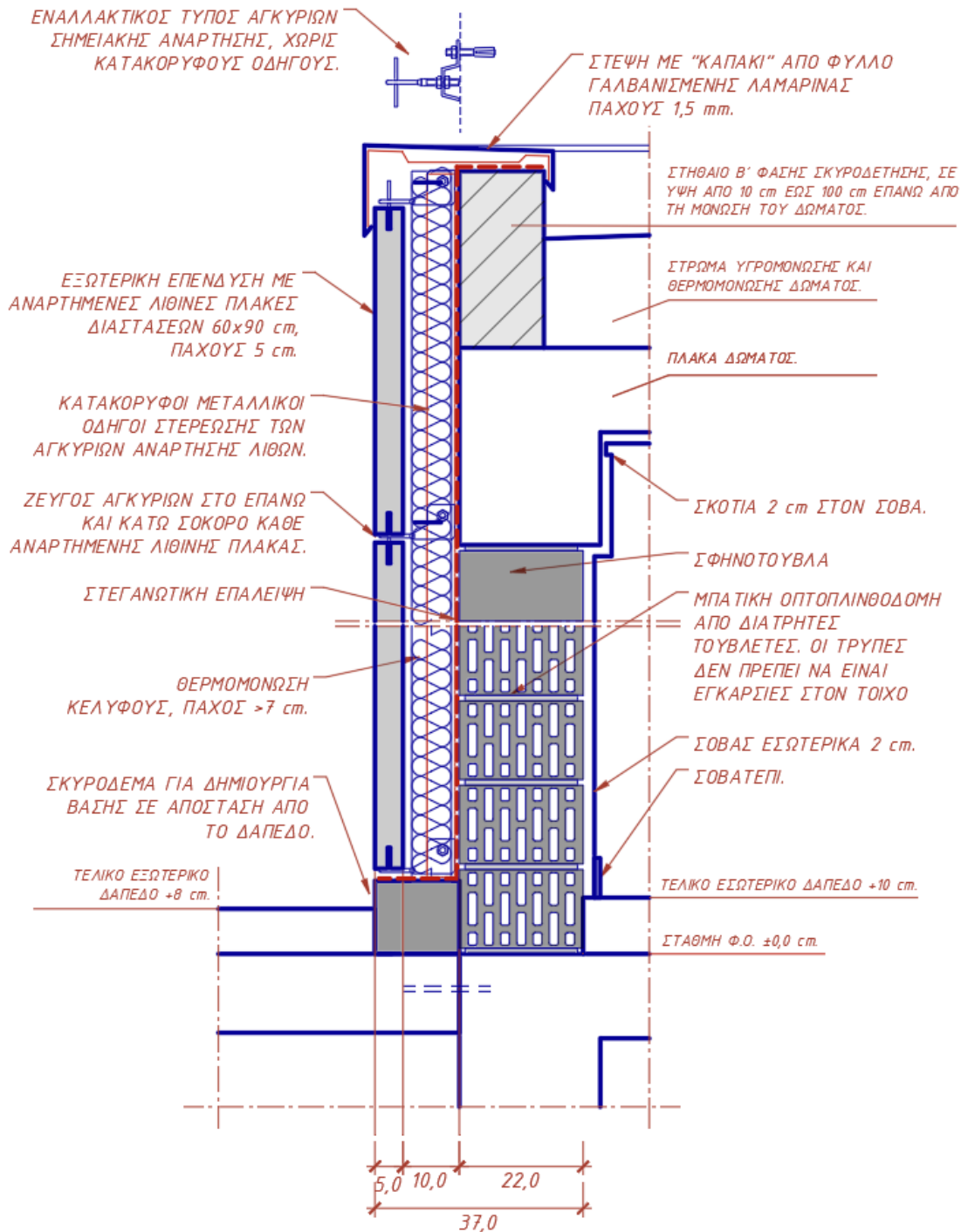
Ανάρτηση λεπτών προκατασκευασμένων πινέλων οπλισμένου σκυροδέματος σημειακά αγκυρωμένων στον φέροντα οργανισμό.



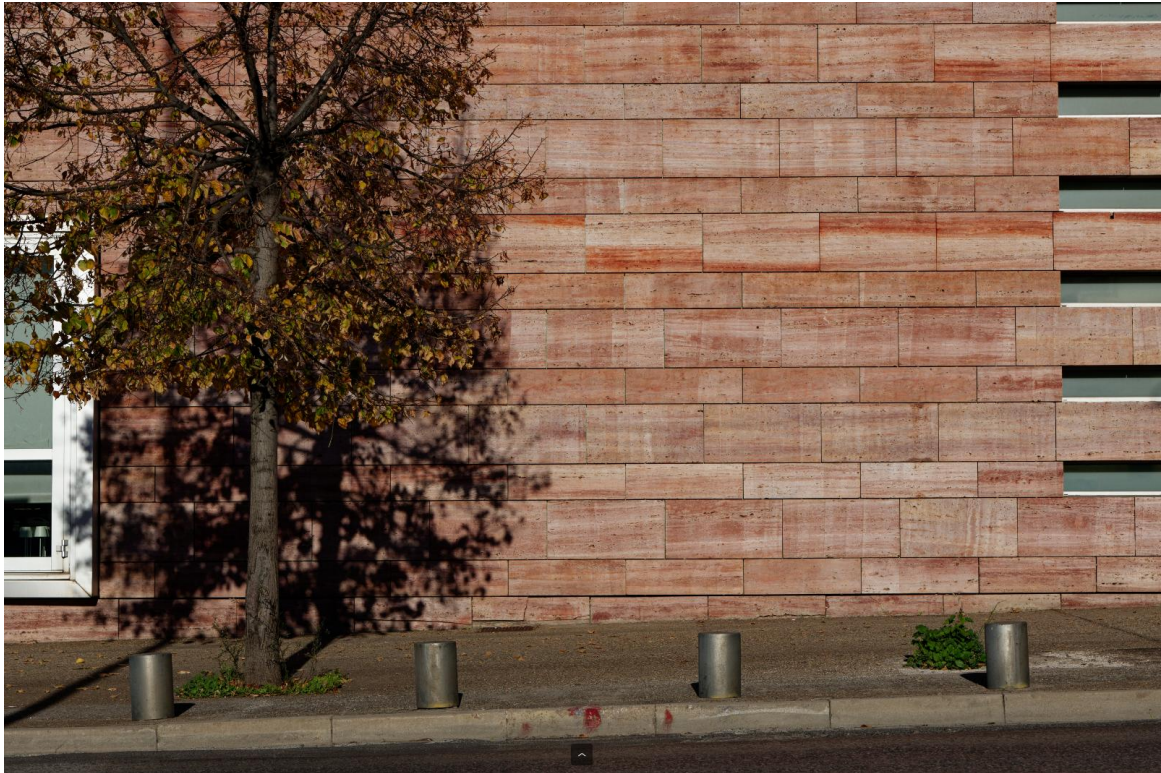
Σχέδιο 4.17 Επένδυση με αναρτημένα προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος.

4.1.10. Λιθεπένδυση όψης

Ανάρτηση στην όψη του κτιρίου, **λίθινων πλακών** πάχους 3 έως 5 cm, από διάφορα πετρώματα, συνήθως μάρμαρο ή καλής ποιότητας ασβεστόλιθους. Οι πλάκες στερεώνονται στην όψη με ειδικά μεταλλικά αγκύρια, κατά κανόνα από ανοξείδωτο χάλυβα. Αυτά, με τη σειρά τους, στερεώνονται σε επάλληλους μεταλλικούς κατακόρυφους ορθοστάτες, τοποθετημένους σε ολόκληρο το ύψος της όψης, οι οποίοι είναι στέρεα αγκυρωμένοι στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου.



Σχέδιο 4.18 Επένδυση με αναρτημένες πλάκες φυσικού λίθου.



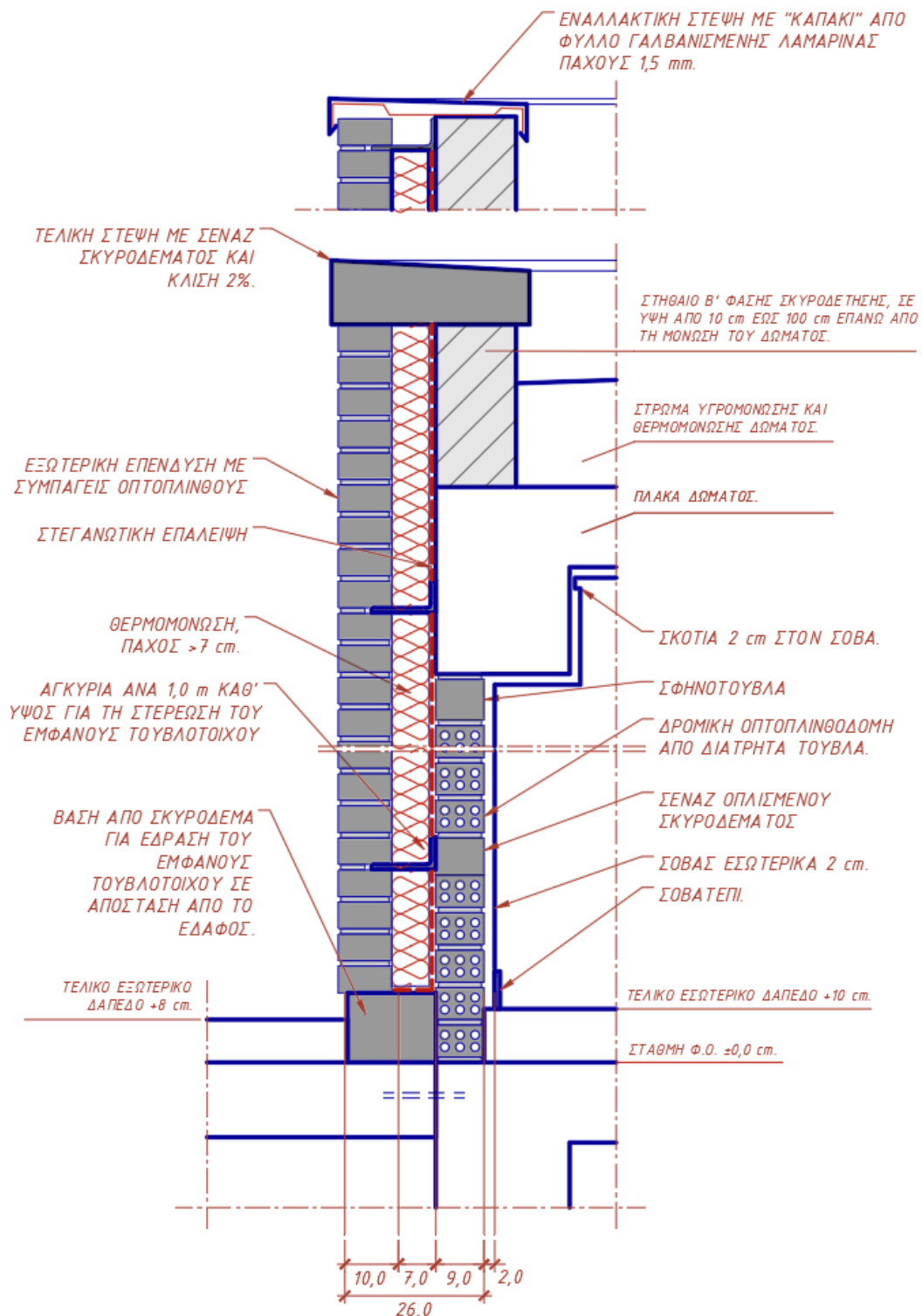
Εικόνα 4.7 Μουσείο Μπενάκη στην οδό Πειραιώς, επένδυση όψης με αναρτημένες πλάκες κόκκινου φυσικού λίθου από το Ιράν. Αρχιτέκτονες Μ. Κοκκίνου, Α. Κούρκουλας, στατικά Κ. Ζάμπας. Αθήνα 2004.



Εικόνα 4.8 Λεπτομέρεια ανάρτησης λίθινων πλακών από κατακόρυφους οδηγούς στην όψη του Δημαρχείου Θεσσαλονίκης. Αρχιτέκτονες Τ. Μπίρης, Δ. Μπίρης, Θεσσαλονίκη 2010.

4.1.11. Τουβλότοιχοι αναρτημένοι στην όψη (χωρίς κτίσιμο)

Ανάρτηση εμφανών συμπαγών οπτόπλινθων ή τσιμεντόλιθων, που κτίζονται επάνω σε οριζόντια μεταλλικά στοιχεία ειδικής διατομής, πολύ πυκνά διατεταγμένα σε επάλληλες ζώνες σε ολόκληρο το ύψος της όψης.



Σχέδιο 4.19 Επένδυση με συμπαγή τούβλα αναρτημένα στην όψη.



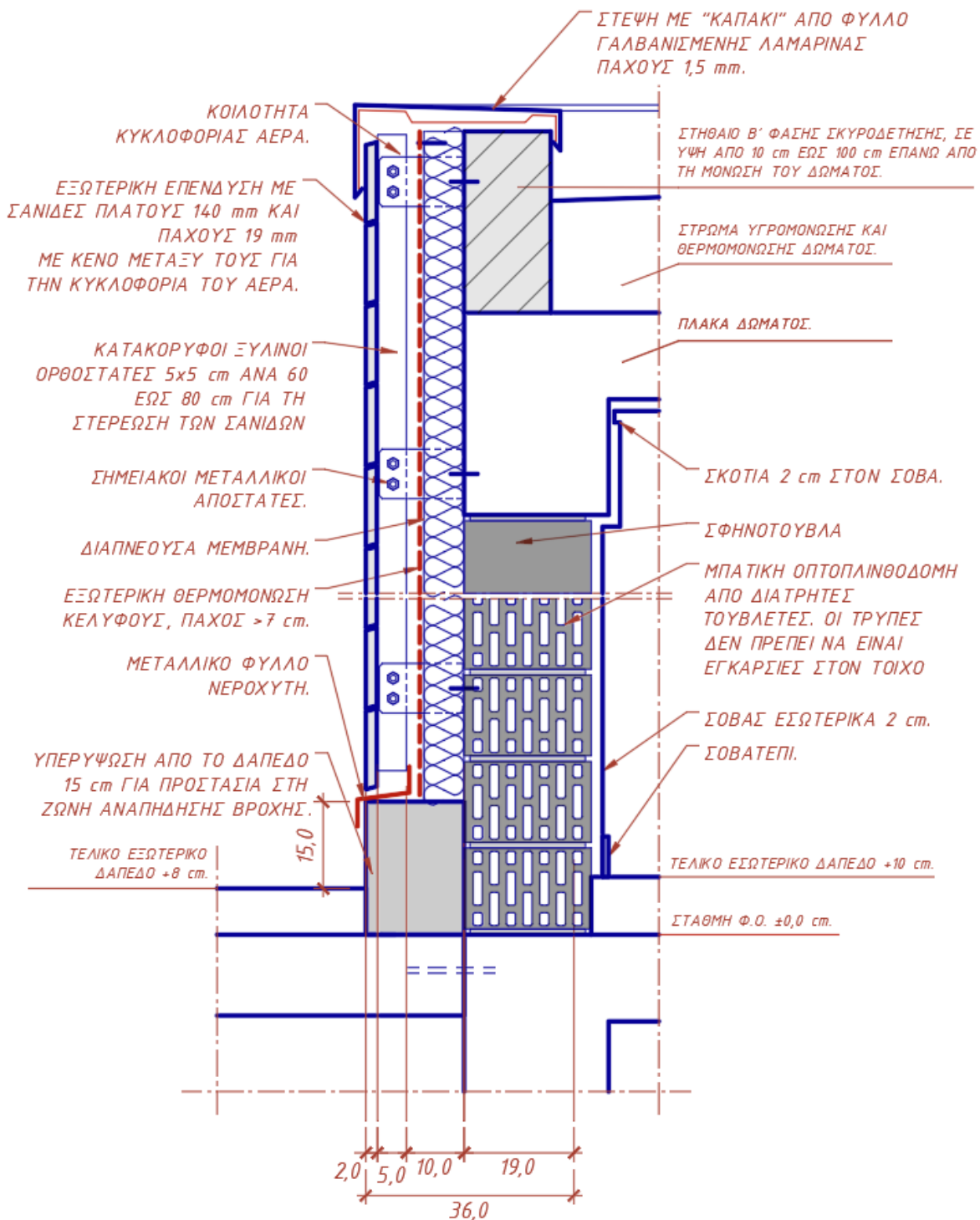
Εικόνα 4.9 Όψη από συμπαγή τούβλα αναρτημένα στον φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα. Βρεφονηπιακός σταθμός στο Ίλιον. Αρχιτεκτονικά Ε. Αγριαντώνη, Π. Βασιλάτος, Ίλιον 2007.

4.1.12. Αεριζόμενη όψη

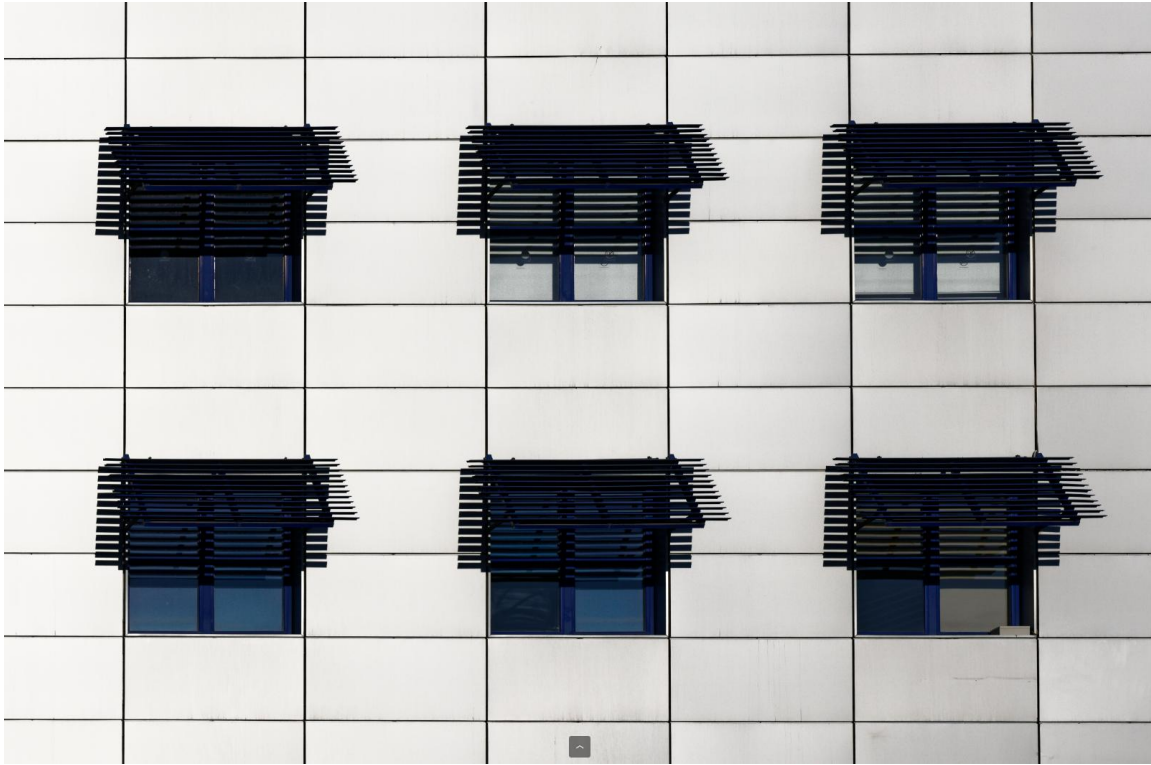
Αεριζόμενη όψη (*rain-screen wall*) είναι ουσιαστικά μια **δεύτερη επιδερμίδα** σε απόσταση από το κτίριο, ανθεκτική στο νερό. Χρησιμοποιείται για να σπάει την ορμή του νερού της βροχής και, έτσι, το λίγο νερό (και η υγρασία) που εισχωρεί στο κενό, αποστραγγίζεται ή εξατμίζεται εύκολα. Παράλληλα, σε ζεστά κλίματα, εξασφαλίζει θερμικά οφέλη, γιατί σκιάζει το κτίριο και στο κενό δημιουργείται ρεύμα αέρα που απάγει τη θερμότητα.

Για την κατασκευή της μπορεί να χρησιμοποιηθούν οποιαδήποτε υλικά που να μπορούν να στερεωθούν με ορθοστάτες σε απόσταση από το κτίριο, για τη δημιουργία της αεριζόμενης κοιλότητας. Το σύστημα στερεώνεται με αποστάτες επάνω στους κατακόρυφους τοίχους, που είναι εξωτερικά μονωμένοι και στεγανωμένοι.

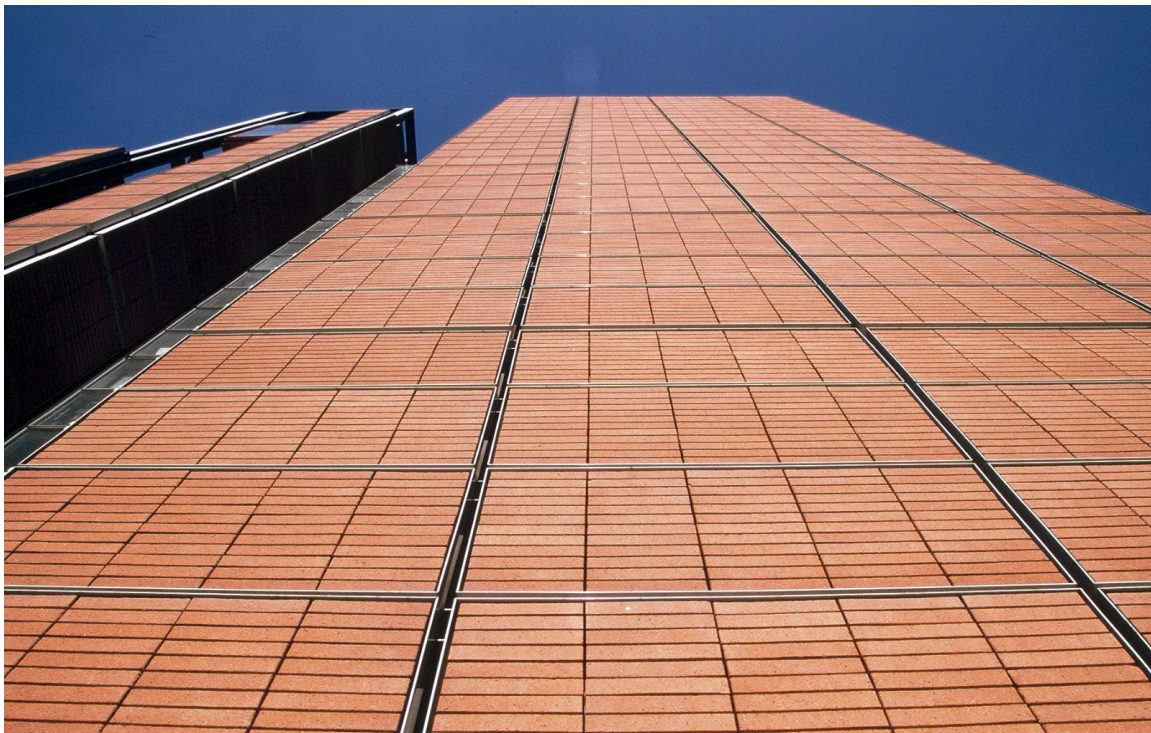
Τα υλικά της αεριζόμενης όψης μπορεί να είναι σανίδες ξύλου ή κατάλληλα διαμορφωμένα φύλλα από μέταλλο (Korten) ή φύλλα αλουμινίου (με την εμπορική ονομασία *alucobond*, *etalbond* κλπ.), αλλά και ειδικές κεραμικές πλάκες. Ειδικά τα μέταλλα και τα κεραμικά, αποτελούν ολοκληρωμένα συστήματα με τα δικά τους κάθε φορά εξαρτήματα ανάρτησης.



Σχέδιο 4.20 Αεριζόμενη όψη με κενό μεταξύ μονωμένου κελύφους και εξωτερικής επιδερμίδας.



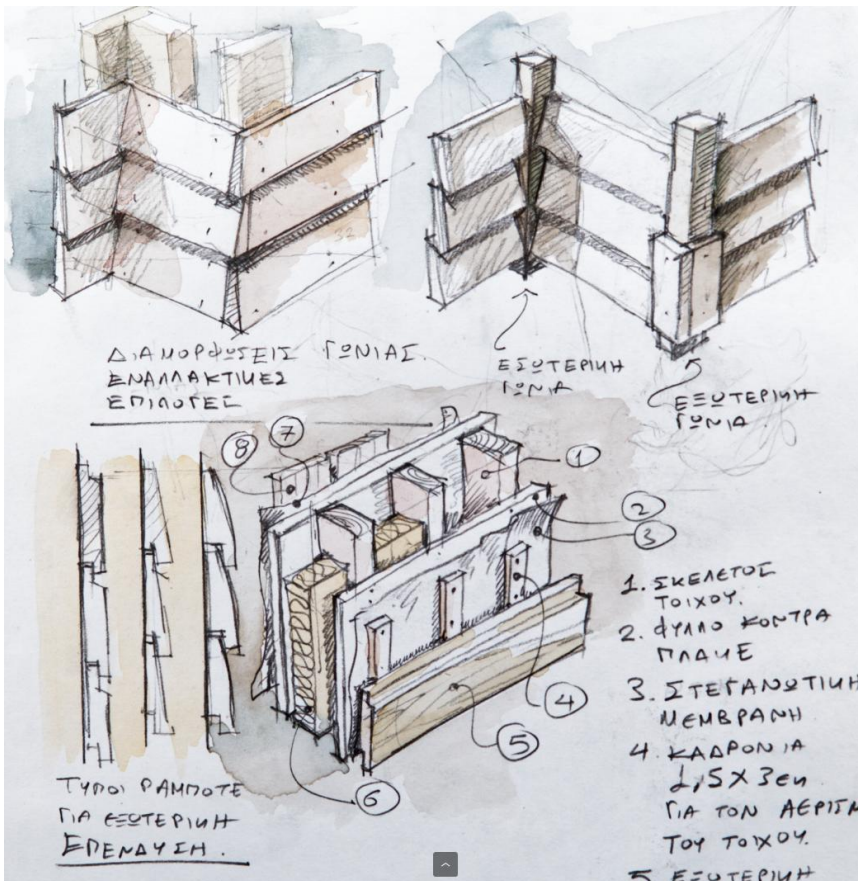
Εικόνα 4.10 Κτίριο γραφείων με επένδυση πανέλων αλουμινίου, μηχανικά αναρτημένων στην όψη. Αρχιτέκτονας, Α. Τομπάζης, Αθήνα, 1990.



Εικόνα 4.11 Κτίριο IRCAM, αναρτημένη όψη αποτελούμενη από πανέλα με μεταλλικό πλαίσιο και μηχανικά στερεωμένα τούβλα. Αρχιτέκτονες, Renzo Piano και Richard Rogers, πλατεία Ιγκόρ Στραβίνσκι, Παρίσι, 1990.



Εικόνα 4.12 Αεριζόμενη όψη από κεραμικές πλάκες «κλίνκερ» αναρτημένες με μεταλλικούς οριζόντιους οδηγούς στερεωμένους στην όψη. Πίσω από τους οδηγούς διακρίνεται η διαπνεύουσα μεμβράνη που προστατεύει από το νερό της βροχής.



Εικόνα 4.13

Επένδυση όψης με σανίδες φυσικής ξυλείας.

4.2. Ανοίγματα, παράθυρα, υαλοπετάσματα, πόρτες

Οι γενικές αρχές των ανοιγμάτων είναι ήδη γνωστές· εδώ κρίνεται απαραίτητη μόνον η αναφορά σε ειδικά κατασκευαστικά συστήματα που αντιμετωπίζουμε συχνά κατά τη σχεδίαση. Επιχειρείται να αναγνωριστούν οι κοινές απαιτήσεις και ανάγκες που καλούνται να καλύψουν τα ανοίγματα όπως είναι η διαφάνεια, η στεγανότητα, η ηλιοπροστασία, η ανεμοπροστασία, η ηχοπροστασία και η ιδιωτικότητα. Στη συνέχεια ταξινομούνται με βάση τις απαιτήσεις της κλίμακας του έργου. Τέλος, γίνεται αναφορά στα συστήματα ηλιοπροστασίας και σκίασης, καθώς και στους διαφορετικούς τρόπους που αυτά ενσωματώνονται στα ανοίγματα της όψης ενός κτιρίου.

Τα ανοίγματα είναι στοιχεία του κτιρίου που εξασφαλίζουν τις χαρακτηριστικές ιδιότητες επιθυμητής αλληλεπίδρασης μεταξύ διαφορετικών χώρων και θα τα ταξινομήσουμε σε τρεις βασικές κατηγορίες:

Τα τυπικά **παράθυρα** ως μικρά επιφανειακά στοιχεία, ένθετα στο άνοιγμα της όψης ενός τοίχου, τα οποία αποτελούν στοιχεία που εξασφαλίζουν την οπτική σύνδεση, τον επαρκή αερισμό και τον έλεγχο του ήλιου.

Τα **υαλοστάσια** κυρίως σε εξωτερικές όψεις, τα οποία στην ουσία είναι φέροντες διαφανείς τοίχοι με πολύ μεγάλες διαστάσεις και εξασφαλίζουν την οπτική σύνδεσή του μέσα με το έξω, την προσπέλαση από και προς το εσωτερικό του κτιρίου και τον έλεγχο του ήλιου.

Οι **πόρτες**, οι οποίες εξασφαλίζουν την ελεγχόμενη προσπέλαση από και προς το κτίριο. Ειδικά οι εξωτερικές πόρτες είναι εξαιρετικά σημαντικά συνθετικά στοιχεία, γιατί με τη χωροθέτηση και το μέγεθός τους, οργανώνουν αντιληπτικά τις όψεις και δικαιώνουν τις συνθετικές επιλογές.

*Στις κατόψεις των αρχιτεκτονικών σχεδίων, οι πόρτες αποδίδονται πάντοτε ανοικτές ώστε να σημειώνεται η φορά προς τον χώρο προς τον οποίο ανοίγει το φύλλο και ο χώρος που αυτό καταλαμβάνει. Στις πόρτες, τα παράθυρα και τα υαλοστάσια, **πλάτος** θεωρείται το καθαρό πλάτος που αφήνει ο κτίστης στον τοίχο, δηλαδή το «**κτιστικό άνοιγμα**», στο οποίο περιλαμβάνεται και η κάσα, εφόσον αυτή υπάρχει.*

Τα ανοίγματα ως στοιχεία της επιδερμίδας του κτιρίου πρέπει οπωσδήποτε να ενσωματώνουν ιδιότητες με ιδιαίτερες σχεδιαστικές και κατασκευαστικές απαιτήσεις:

- Να επιτρέπουν να περάσει το **βλέμμα** από τη μία κατεύθυνση, αλλά ταυτόχρονα να εξασφαλίζουν και **ιδιωτικότητα**.
- Να **ελέγχουν τον ήλιο** επιτρέποντας ή όχι κατά περίπτωση να περνάει μέσα από αυτά.
- Να εμποδίζουν τους ενοχλητικούς **ήχους** από το να διαπερνούν τη μάζα τους και προς τις δύο κατευθύνσεις.
- Να μπορούν να ανοίγουν, όπου απαιτείται, ώστε να εξασφαλίζεται ο **φυσικός αερισμός**, αλλά και να εξασφαλίζουν αεροστεγανότητα και να **σφραγίζουν** επαρκώς για να μην υπάρχουν **θερμικές απώλειες**.

Τα μεγέθη τους ποικίλλουν από τα μικρότερα παράθυρα που μπορεί να είναι λίγες δεκάδες εκατοστά, έως τα υαλοπετάσματα που καλύπτουν τεράστιες όψεις. Τα μεγέθη των υαλοπινάκων καθορίζουν τα μεγαλύτερα μεγέθη καννάβου που υποδιαιρούν την όψη του κτιρίου.

Πίνακας 4.2: Απαιτήσεις παραθύρων και υαλοστασίων σε σχέση με το περιβάλλον.								
Έλεγχος και προστασία	Κρύσταλλα	Παντζούρια	Ρολά	Κουρτίνες	Περσίδες εσωτερικές	Περσίδες εξωτερικές	Σίτα	Σιδεριά
Σκίαση								
Ηλιακή ακτινοβολία								
Βλέμμα								
Ιδιωτικότητα								
Αερισμός								
Θερμομόνωση	(**)							
Ηχοπροστασία								
Προστασία από άνεμο								
Ασφάλεια								
(*) υπό όρους εφόσον έχουμε θερμοδιακοπτόμενα κασώματα αλουμινίου ή ξύλινα κασώματα.								
(**) διπλά κρύσταλλα και ειδικά κρύσταλλα Low-e.								

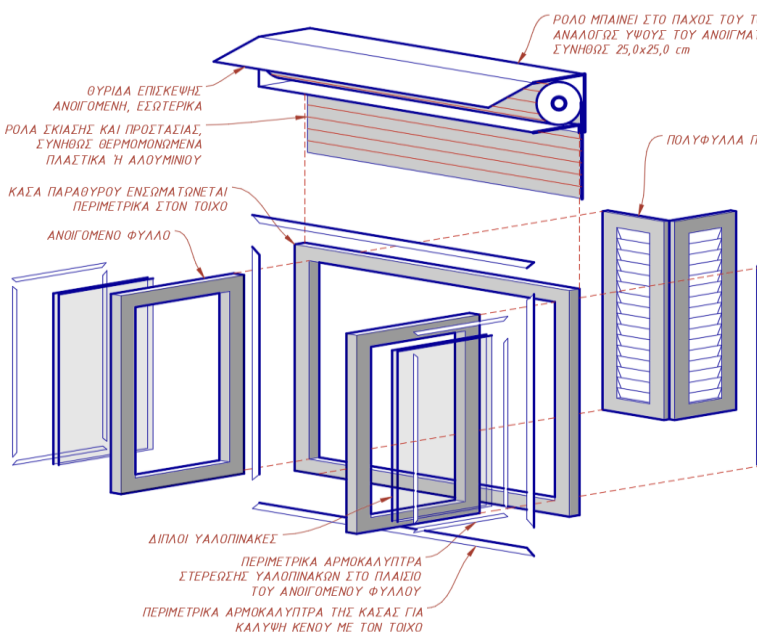
4.2.1. Τυπικά παράθυρα και σύνθετα υαλοστάσια μη φέροντα

Τα ανοιγόμενα παράθυρα αποτελούνται από το «τζαμιλίκι», δηλαδή το πλαίσιο με τα κρύσταλλα, το οποίο με τη σειρά του πλαισιώνεται και φέρεται από την κάσα που το περιβάλλει. Ειδικά ένθετα εξαρτήματα εξασφαλίζουν το άνοιγμα των παραθύρων και την ασφάλισή τους.

Τα σταθερά (μη ανοιγόμενα) παράθυρα μπορεί να μην έχουν κάσα, αλλά να ενσωματώνονται στον περιμετρικό τοίχο σε ειδικά διαμορφωμένες γλυφές και να στερεώνονται μόνο με αρμοκάλυπτρα.

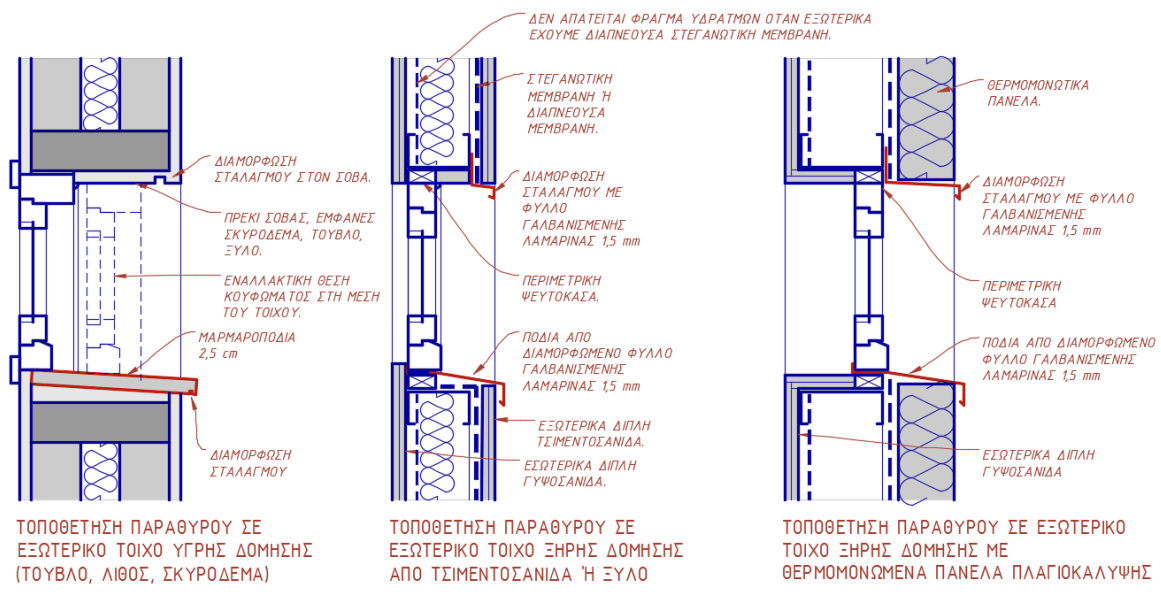
Υλικό πλαισίου: Ξύλο, χάλυβας, αλουμίνιο, πλαστικό, οποιοδήποτε.

Υαλοπίνακες κατασκευάζονται από οποιοδήποτε υλικό, όπως γυαλί ή συνθετικά υλικά, διαφανή ή ημιδιαφανή (αμμοβολημένα ή φθοριωμένα κρύσταλλα) που μπορεί να είναι και χρωματιστά. Συνηθέστερα κατασκευάζονται από γυαλί, αλλά συχνά και από άλλα υλικά, για παράδειγμα από λεπτές φέτες μαρμάρου, πάχους λίγων χιλιοστών, που διατηρούν μια ημιδιαφάνεια.

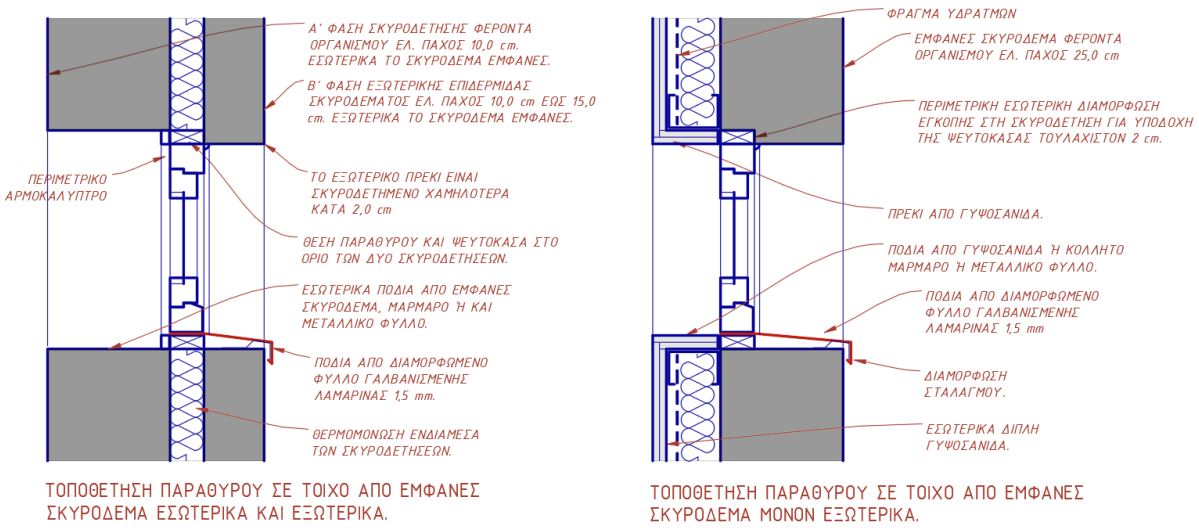


Σχέδιο 4.21 Συστατικά στοιχεία τυπικού παραθύρου με συστήματα σκίασης είτε ρολά είτε παντζούρια.

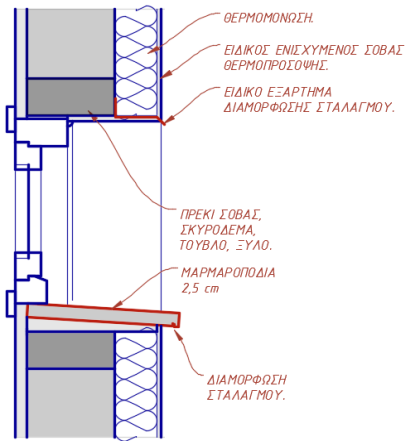
Θα σημειώσουμε ότι τα παράθυρα μπορεί να τοποθετηθούν ως προς το πάχος του εξωτερικού τοίχου, είτε στην εσωτερική παρειά είτε στο μέσον του. Γενικά αποφεύγεται η τοποθέτησή τους στην εξωτερική παρειά γιατί παρουσιάζουν προβλήματα υδατοστεγανότητας και απαιτούν εξεζητημένες λεπτομέρειες και ιδιαίτερη κατασκευαστική φροντίδα. Εάν ο εξωτερικός τοίχος αποτελείται από διαφορετικά υλικά, τότε τα παράθυρα και οι πόρτες κατά κανόνα τοποθετούνται στο όριο επαφής αυτών των υλικών.



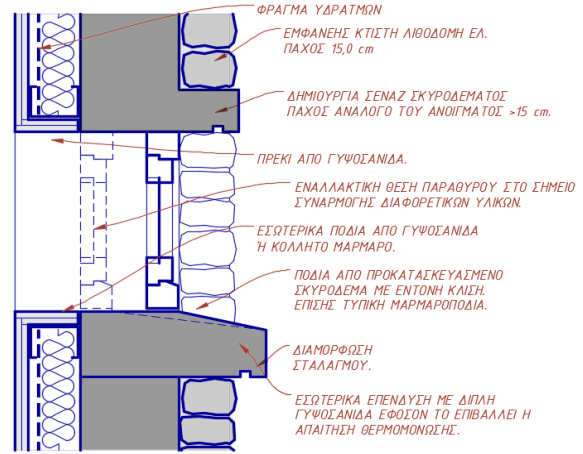
Σχέδιο 4.22 Ενδεικτικές θέσεις κουφωμάτων και επιδερμίδας του κτιρίου.



Σχέδιο 4.23 Ενδεικτικές θέσεις κουφωμάτων και επιδερμίδας του κτιρίου.

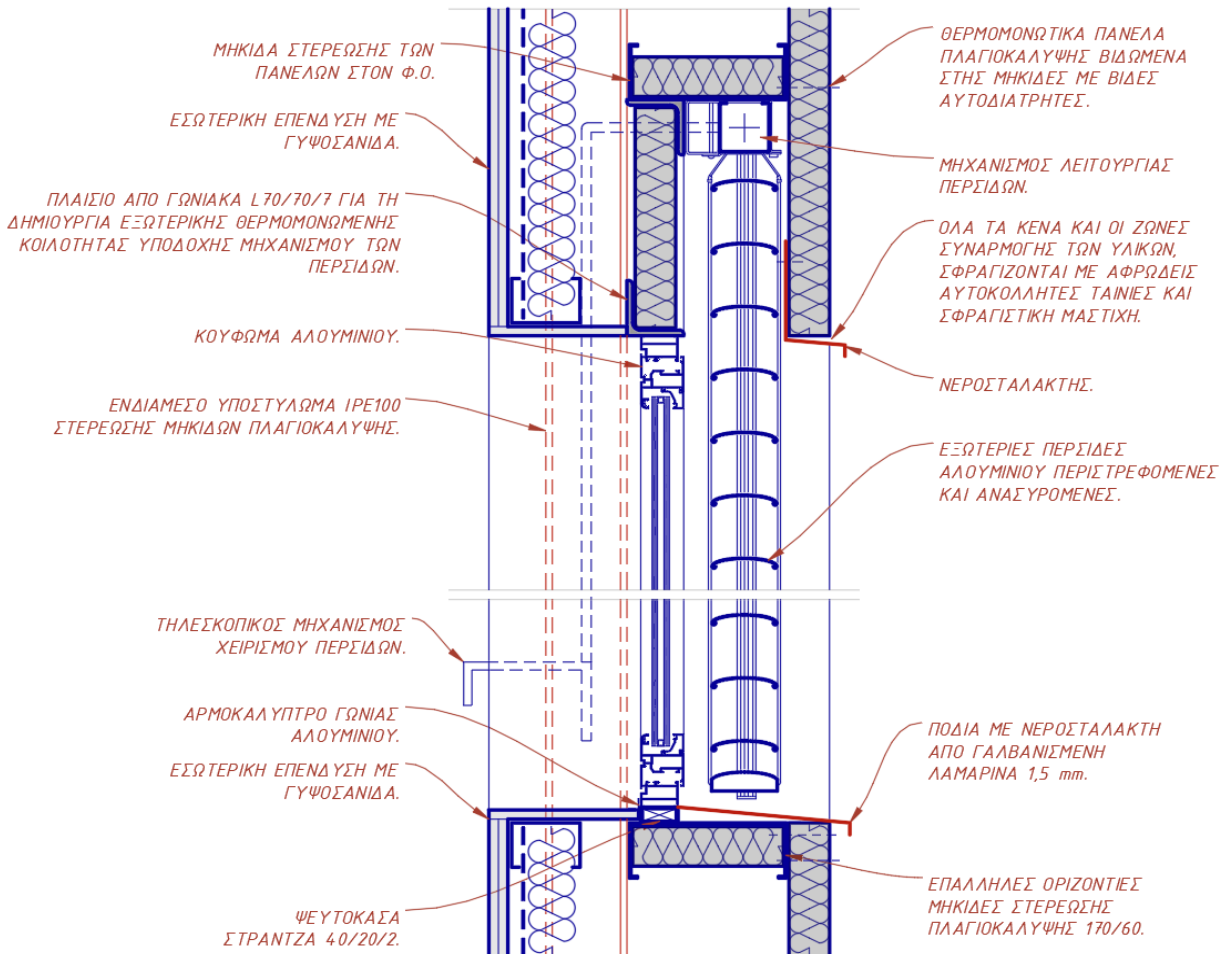


ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ ΣΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΙΧΟ ΜΕ ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΩΨΗ.



ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ ΣΕ ΤΟΙΧΟ ΣΚΥΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΚΤΙΣΤΗ ΠΕΤΡΑ.

Σχέδιο 4.24 Ενδεικτικές θέσεις κουφωμάτων και επιδερμίδας του κτιρίου.



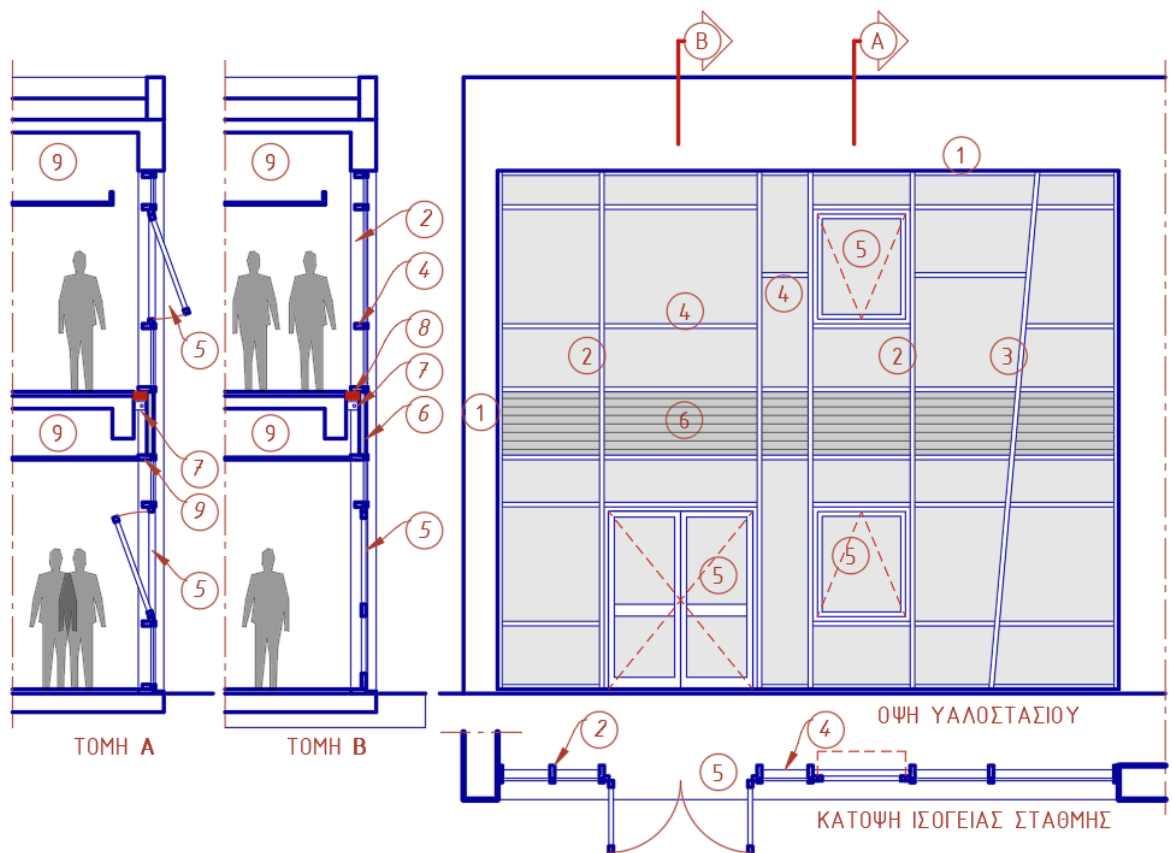
Σχέδιο 4.25 Ενδεικτική θέση κουφωμάτων σε κτίριο με μεταλλικό σκελετό και επιδερμίδα με ελαφρά θερμομονωτικά πανέλα πλαγιοκάλυψης.

4.2.2. Υαλοπετάσματα (curtain walls)

Έχουν δικό τους φέροντα σκελετό που υποδέχεται τους υαλοπίνακες με διπλά ή και τριπλά κρύσταλλα με θερμομονωτικό κενό ή αέριο ανάμεσά τους.

Τα ανοιγόμενα τμήματα έχουν δικό τους ανεξάρτητο πλαίσιο που στερεώνεται στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου. Συνήθως γίνεται υποδιαίρεση της όψης σε **υαλοπίνακες** με μέγιστες διαστάσεις μέχρι **2,50 m** σε κατακόρυφες ή οριζόντιες μεταξύ τους αποστάσεις. Γενικά δεν προτιμώνται αραιές διατάξεις του σκελετού, γιατί τα διπλά κρύσταλλα έχουν εξαιρετικά μεγάλο βάρος, το οποίο καθιστά τον σκελετό δύσκολα διαχειρίσιμο και απαιτεί ειδικές ενισχυμένες διατομές.

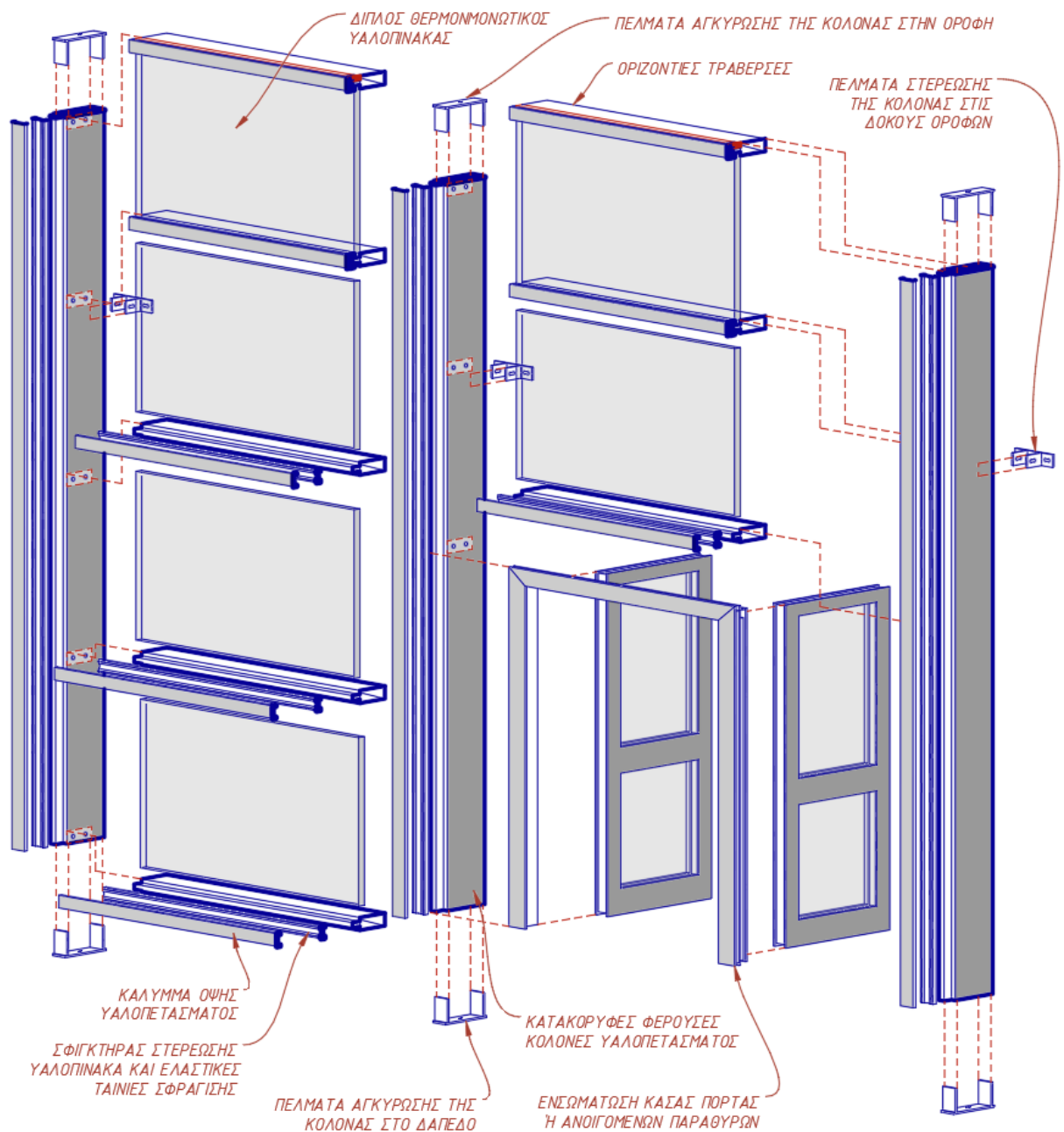
Υλικό πλαισίου: χάλυβας, αλουμίνιο.



1. ΤΑ **ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ** ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΠΟΛΥΩΡΟΦΕΣ ΟΨΕΙΣ ΠΟΥ ΠΛΑΙΣΙΩΝΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ.
2. ΟΙ **ΚΟΛΟΝΕΣ** ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟ ΥΨΟΣ ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΟΛΑ ΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.
3. ΟΙ ΚΟΛΟΝΕΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΜΗΝ ΕΙΝΑΙ **ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ**.
4. ΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ **ΤΡΑΒΕΡΙΣΕΣ** ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΜΗΝ ΕΧΟΥΝ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΚΑΙ ΝΑ ΔΙΑΤΑΣΣΟΝΤΑΙ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ.
5. ΤΑ ΤΑ **ΠΑΡΑΘΥΡΑ** ΚΑΙ ΟΙ **ΠΟΡΤΕΣ** ΕΧΟΥΝ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΚΑΣΑ Η ΟΠΟΙΑ ΕΝΙΣΜΑΤΩΝΕΤΑΙ ΣΤΙΣ ΚΟΛΟΝΕΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΤΡΑΒΕΡΙΣΕΣ. ΟΤΑΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΔΙΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΟΠΩΣ ΣΤΗΝ

6. ΣΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΤΩΝ ΟΡΟΦΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΠΙΘΥΜΟΥΜΕ ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ, ΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΑΝΤΙΚΑΘΙΣΤΑΝΤΑΙ ΜΕ **ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΠΑΝΕΛΛΑ** ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ.
7. ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΣΤΗΝ ΠΛΑΚΑ ΚΑΘΕ ΟΡΟΦΟΥ ΜΕ **ΔΟΚΟΘΗΚΕΣ** ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΥΨΟΥΣ ΤΗΣ ΚΟΛΟΝΑΣ.
8. ΕΙΔΙΚΟ **ΑΝΤΙΠΥΡΙΚΟ** ΣΦΡΑΓΙΣΤΙΚΟ ΠΑΡΕΜΒΛΗΜΑ ΣΤΟ ΚΕΝΟ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΟΡΟΦΩΝ.
9. Η **ΨΕΥΔΟΡΟΦΗ** ΣΥΝΗΘΩΣ ΚΑΘΟΡΙΖΕΙ ΤΙΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΤΡΑΒΕΡΙΣΕΣ.

Σχέδιο 4.26 Σχεδιαστικές αρχές υαλοπετασμάτων όψης.

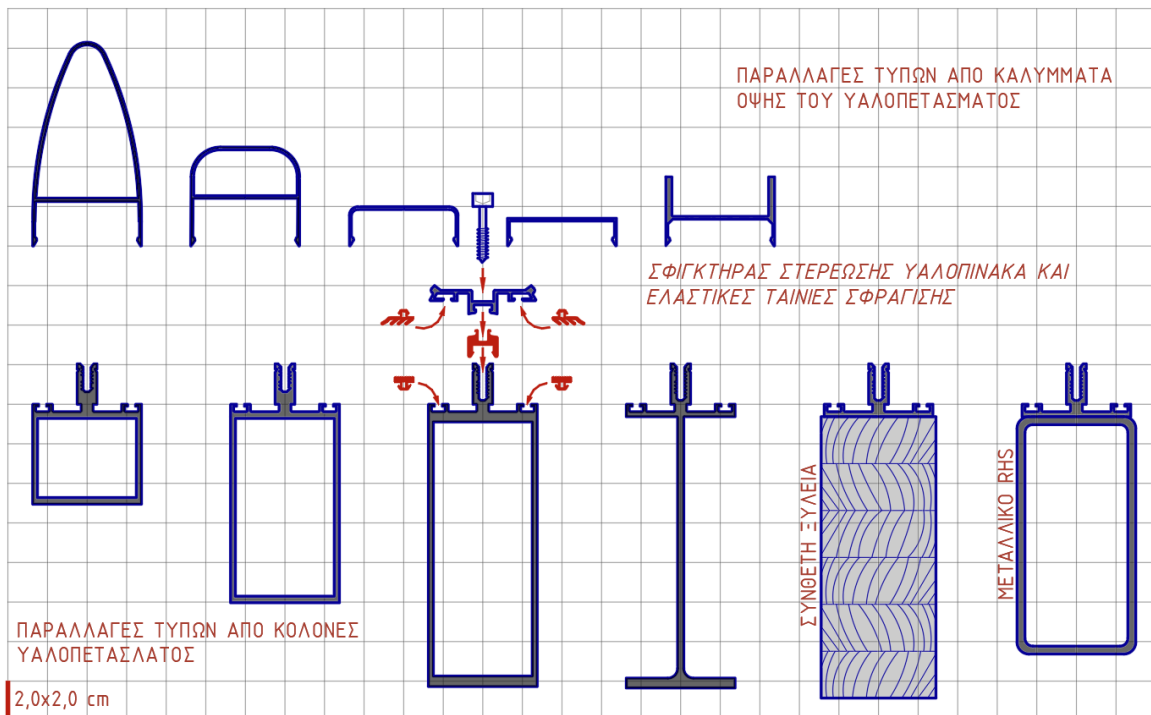


Σχέδιο 4.27 Συστατικά στοιχεία πολυώροφων υαλοπετασμάτων.

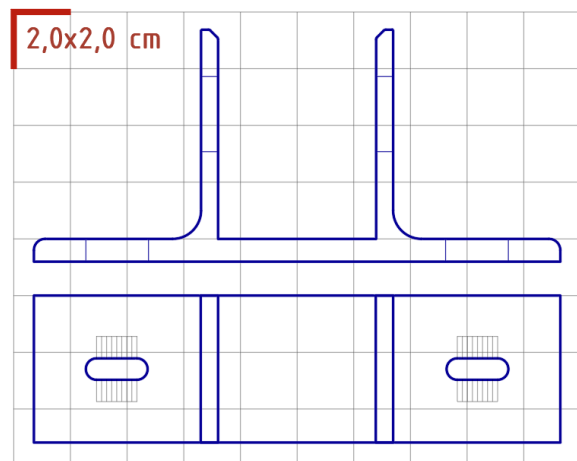
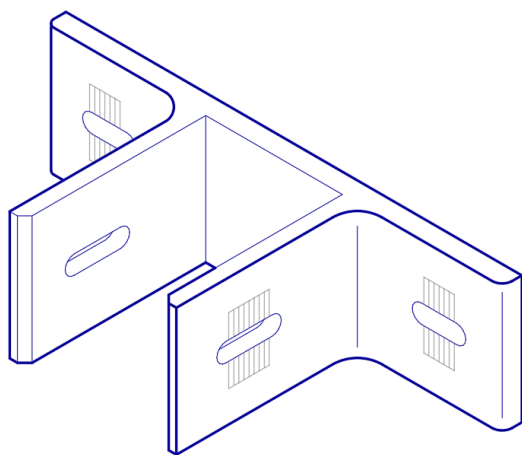
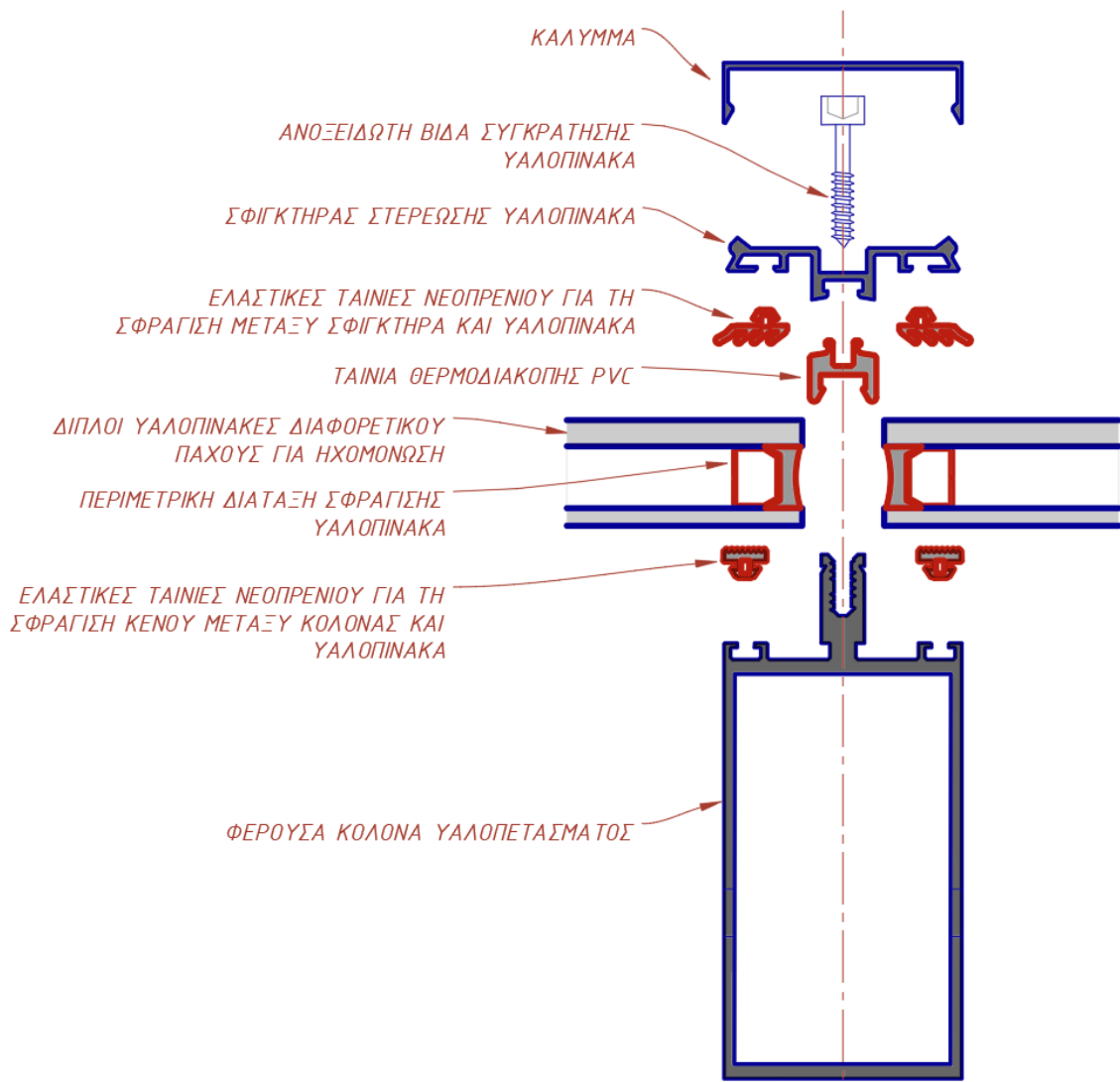
Στα ακόλουθα σχήματα δίνονται υπό κλίμακα τα συστατικά στοιχεία των υαλοστασίων. Σήμερα το **πλάτος** των στοιχείων είναι περίπου τυποποιημένο στη διάσταση των **5 cm**. Πρέπει να επισημανθεί ότι τα **κρύσταλλα** πάντοτε τοποθετούνται από την **εξωτερική πλευρά** και σε περίπτωση αντικατάστασης αυτή μπορεί να γίνει εύκολα με ειδικούς γεραμούς που στήνονται στον υπαίθριο χώρο, σε αντίθεση με τη χειρωνακτική μεταφορά τους στους ορόφους και μέσα από τους διαδρόμους του κτιρίου.



Εικόνα 4.14 Ανάγλυφα υαλοπετάσματα όψης στο κτίριο των εκδόσεων Πατάκη επί της οδού Πειραιώς. Αρχιτέκτονας Α. Καλλίρη και συνεργάτες, Αθήνα 2008.

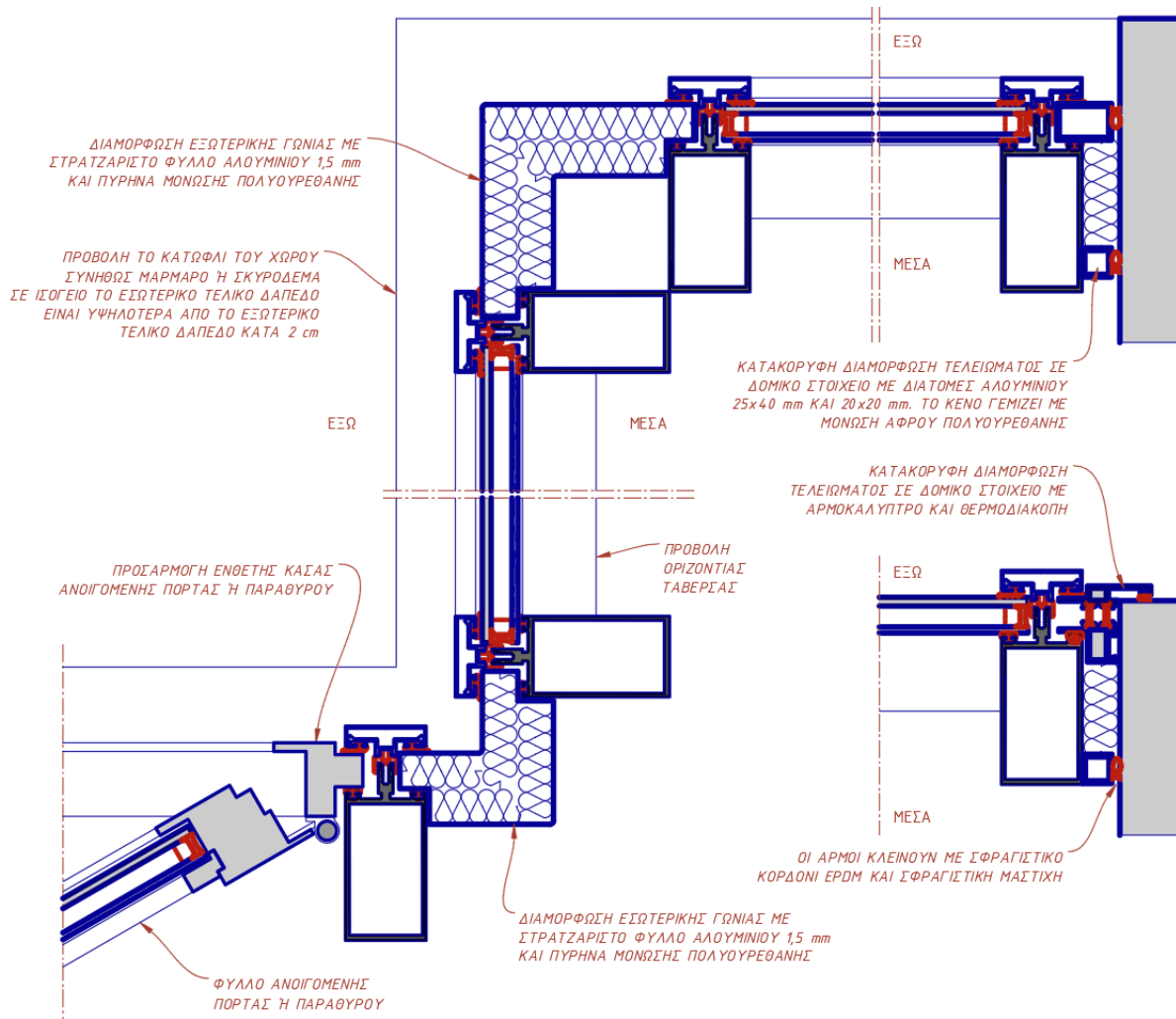


Σχέδιο 4.28 Λεπτομέρειες εξαρτημάτων σε υαλοπετάσματα αλουμινίου.



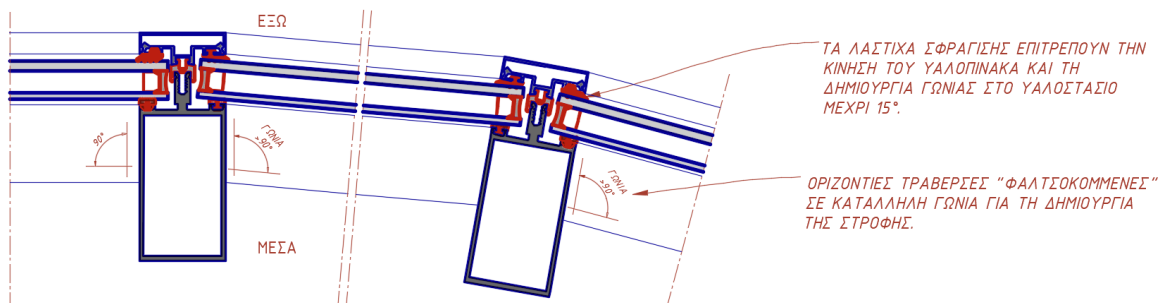
Σχέδιο 4.29

Λεπτομέρειες εξαρτημάτων αγκύρωσης σε υαλοπετάσματα αλουμινίου.



Σχέδιο 4.30

Ενδεικτικές περιπτώσεις συναρμογής σε κάτοψη, στοιχείων υαλοπετασμάτων αλουμινίου.



Σχέδιο 4.31

Ενδεικτική λεπτομέρεια υαλοπετασμάτων αλουμινίου με καμπύλη χάραξη στην κάτοψη.



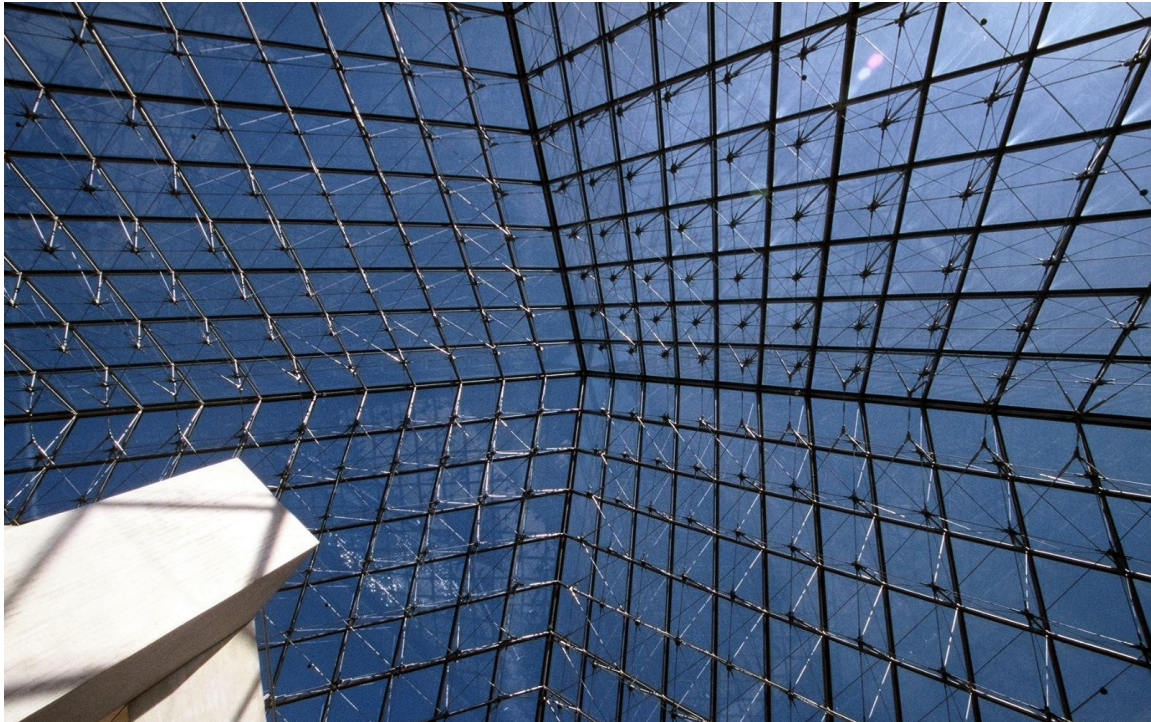
Εικόνα 4.15

Υαλοστάσιο κλιμακοστασίου σε κτίριο γραφείων. Πρωτεύων σκελετός από χαλύβδινες διατομές διπλού «Τ» και σχεδιασμένα σιδερένια πλαίσια των υαλοστασίων. Αρχιτέκτονες Δ. Ησαΐας και Τ. Παπαϊωάννου, Αθήνα 1999.

4.2.3. Αυτοφερόμενα υαλοστάσια όψεων

Αυτοφερόμενα υαλοστάσια: Αποτελούνται από κρύσταλλα ασφαλείας διπλά, συγκολλημένα μεταξύ τους με μια ενδιάμεση ειδική μεμβράνη και είναι άθραυστα. Τα κρύσταλλα αυτά είναι προτρυπημένα και στερεώνονται με ειδικά μεταλλικά εξαρτήματα σε ένα σύστημα που αποτελείται από εφελκόμενα συρματόσχοινα και θλιβόμενους ορθοστάτες. Το σύστημα μπορεί να καλύψει οποιοδήποτε άνοιγμα και ύψος χώρου. Βασική προϋπόθεση είναι να αγκυρώνει σταθερά στην περίμετρο του φορέα, ώστε να προενταθεί και να είναι εντελώς άκαμπτο και αμετάθετο σε ανεμοπιέσεις. Τα κρύσταλλα είναι σταθερά, μη ανοιγόμενα και απαιτούν ειδικά πλαίσια, που ενσωματώνουν και τις ανοιγόμενες πόρτες.

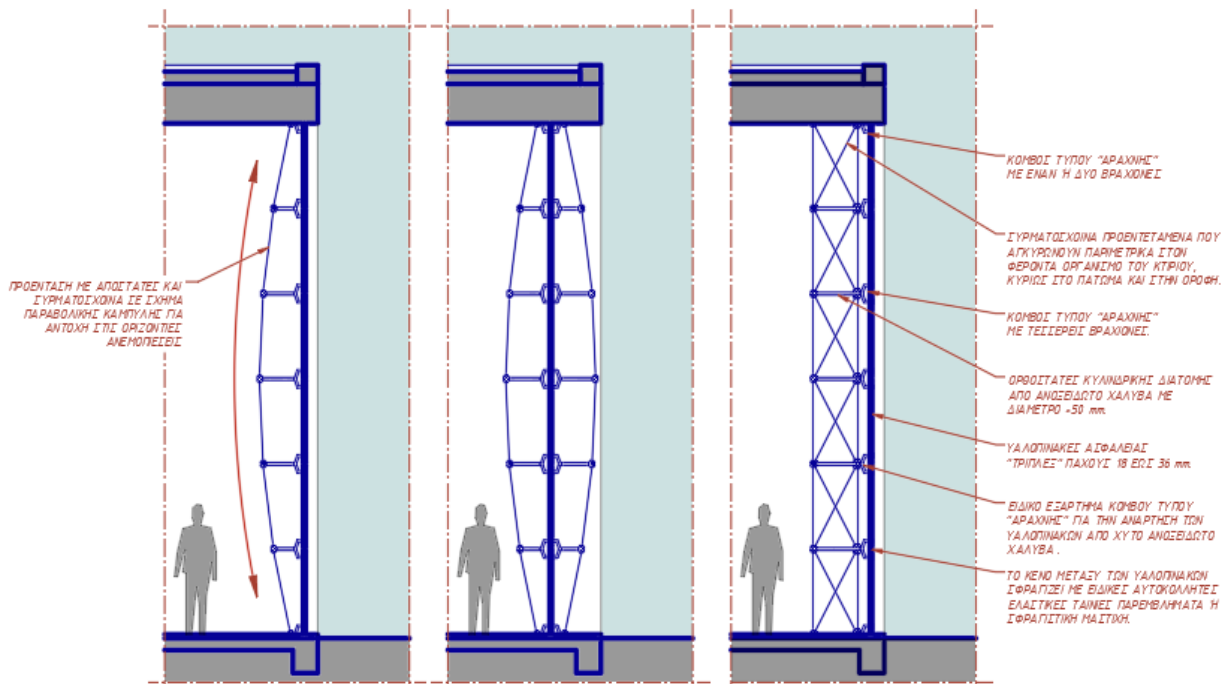
Υαλοστάσια σε σύστημα «αράχνης»: Αναρτημένα μη φέροντα κρύσταλλα, με διπλά κρύσταλλα ασφαλείας, άθραυστα, συγκολλημένα μεταξύ τους με ενδιάμεση ειδική διαφανή μεμβράνη. Σύστημα κόμβων τοποθετείται στα κρύσταλλα για να αναρτηθούν σε έναν φορέα, για παράδειγμα σε έναν υπάρχοντα τυπικό μεταλλικό σκελετό ή σε μια εφελκόμενη προεντεταμένη διάταξη από καλώδια και ορθοστάτες. Η δεύτερη περίπτωση μπορεί να καλύψει πολύ μεγάλα ανοίγματα πολυώροφων όψεων. Τα υαλοστάσια σε σύστημα «αράχνης» χρησιμοποιούνται σε μεγάλες αίθουσες δημόσιων κτιρίων με μεγάλο ύψος, όπως είναι αίθουσες αεροδρομίων.



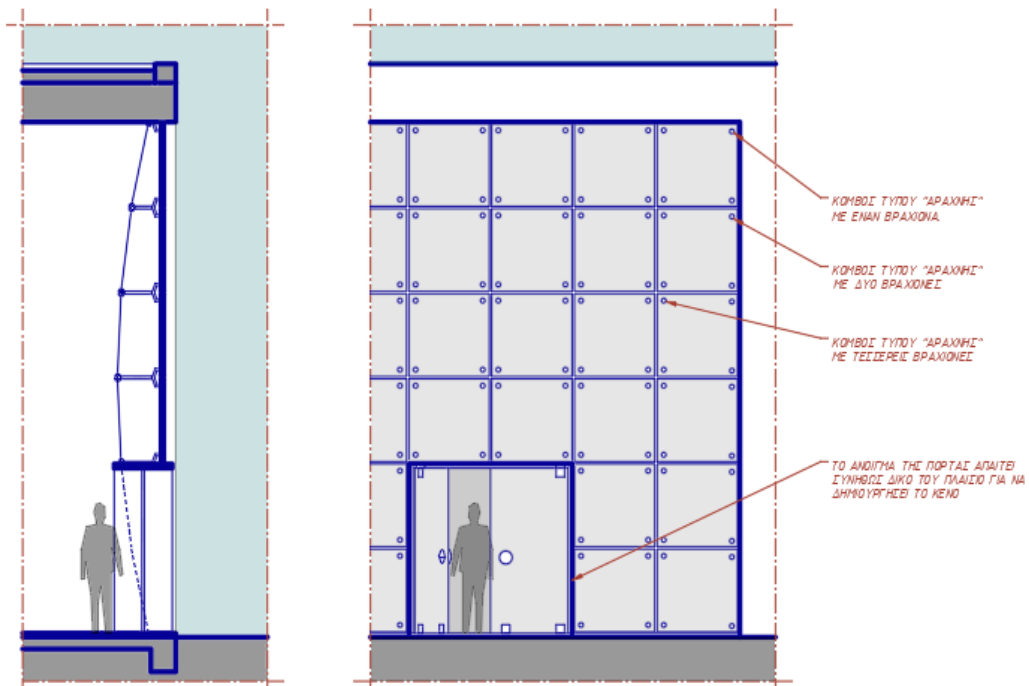
Εικόνες 4.16, 4.17, 418

*Γυάλινη πυραμίδα στο Λούβρο.
Αυτοφερόμενα υαλοστάσια με
προεντεταμένο σκελετό από
ελκυστήρες και αρθρώσεις
ανοξείδωτου χάλυβα.*

*Αρχιτέκτονας Ι.Μ. Ρει, Παρίσι,
Γαλλία 1999.*



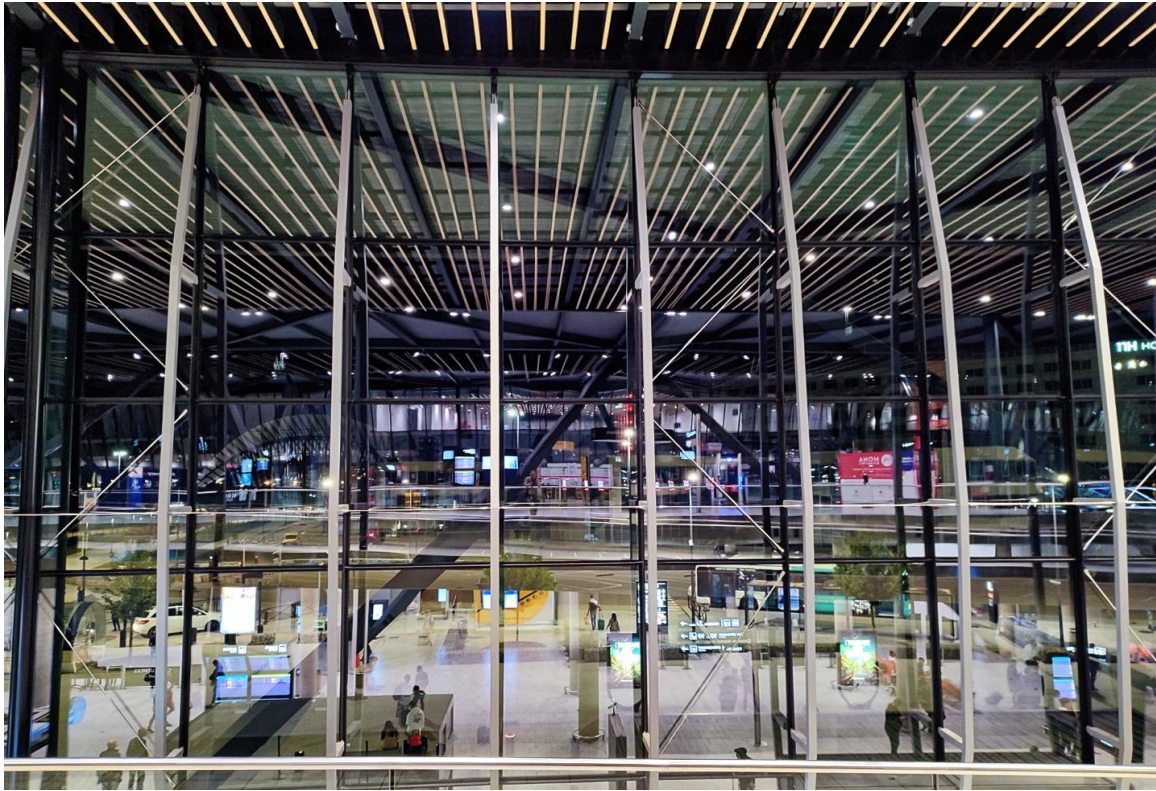
ΠΡΟΕΤΙΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΩΝ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ "ΑΡΑΧΝΗΣ".



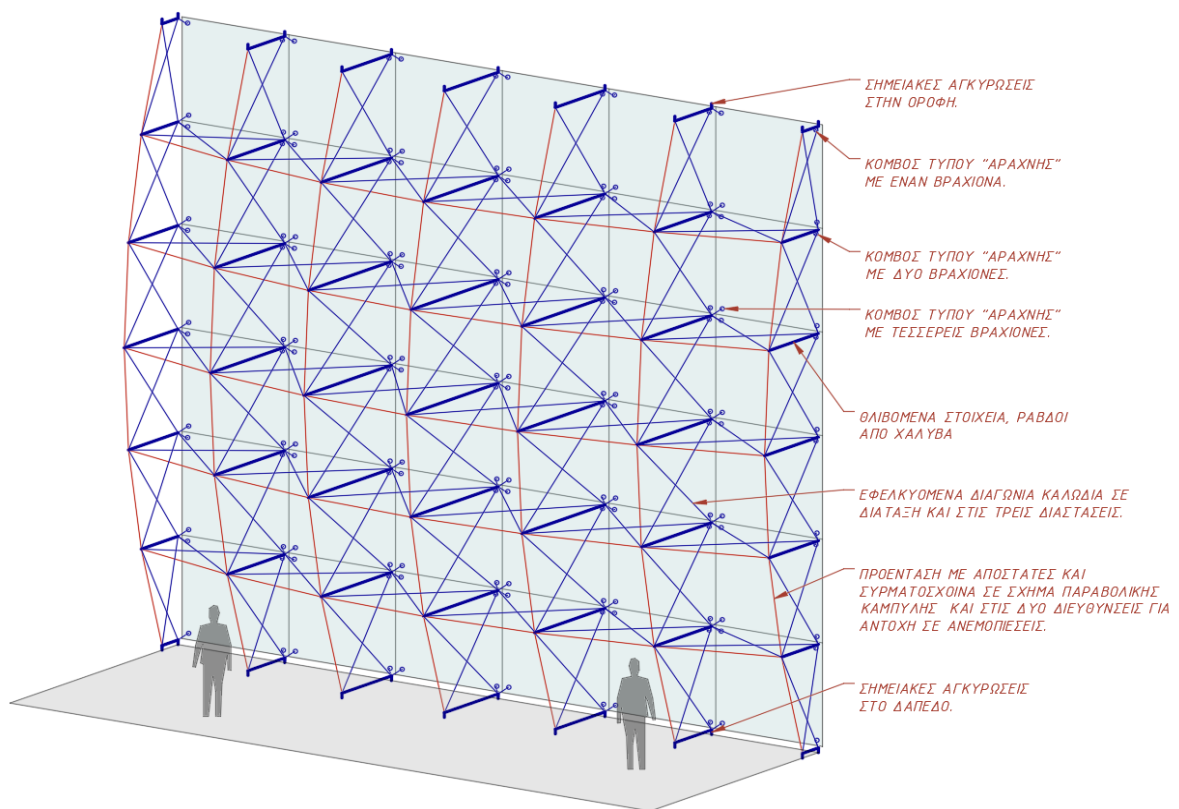
ΠΡΟΕΤΙΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΩΝ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ "ΑΡΑΧΝΗΣ".

Σχέδιο 4.32

Τυπολογίες από αυτοφερόμενα υαλοπετάσματα όψης.

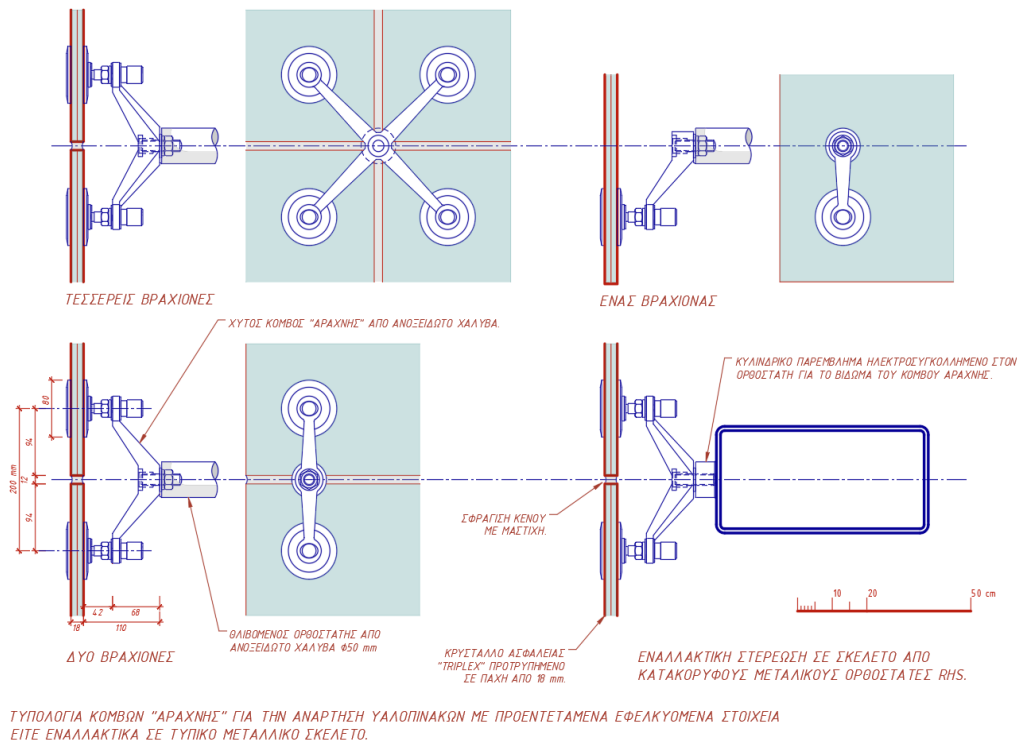


Εικόνα 4.19 Πολυώροφο υαλοπέτασμα στην αίθουσα αερολιμένα της Λυών.



ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΠΡΟΕΝΤΑΜΕΝΗΣ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΟΥ ΟΨΗΣ

Σχέδιο 4.33 Μέθοδος προέντασης του φέροντος συστήματος σε αυτοφερόμενα υαλοπετάσματα.



Σχέδιο 4.34 Λεπτομέρειες συνδέσεων υαλοστασίων με το σύστημα της «αράχνης».

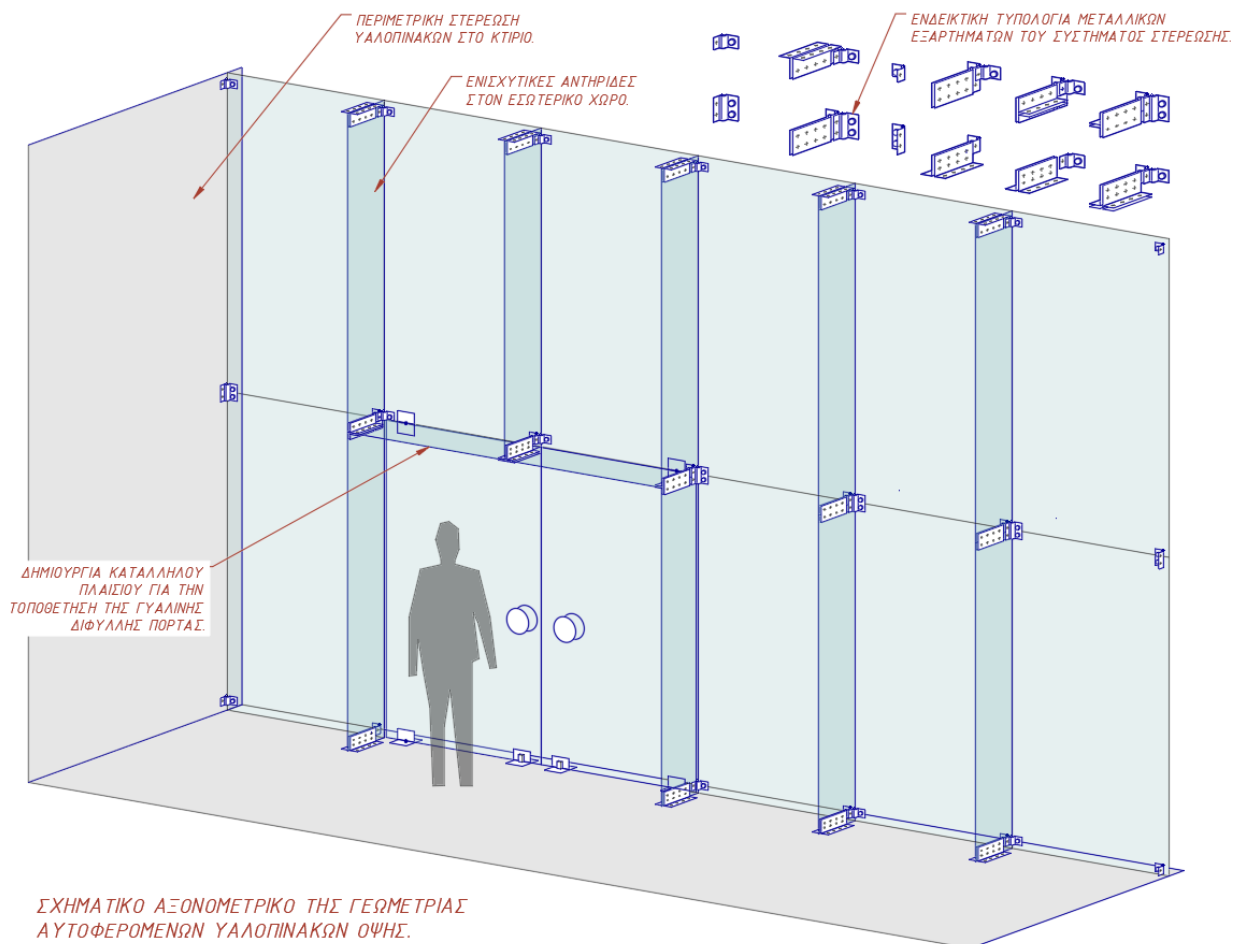


Εικόνα 4.20 Επέκταση υπάρχοντος κτιρίου της Εθνικής Πινακοθήκης. Υαλοστάσιο στην όψη με τις ράμπες κατακόρυφης κίνησης. Αρχιτεκτονικά Γραμματόπουλος-Πανουσάκης και Δ. Βασιλόπουλος, στατικά Λιόντος, Αθήνα 2019.

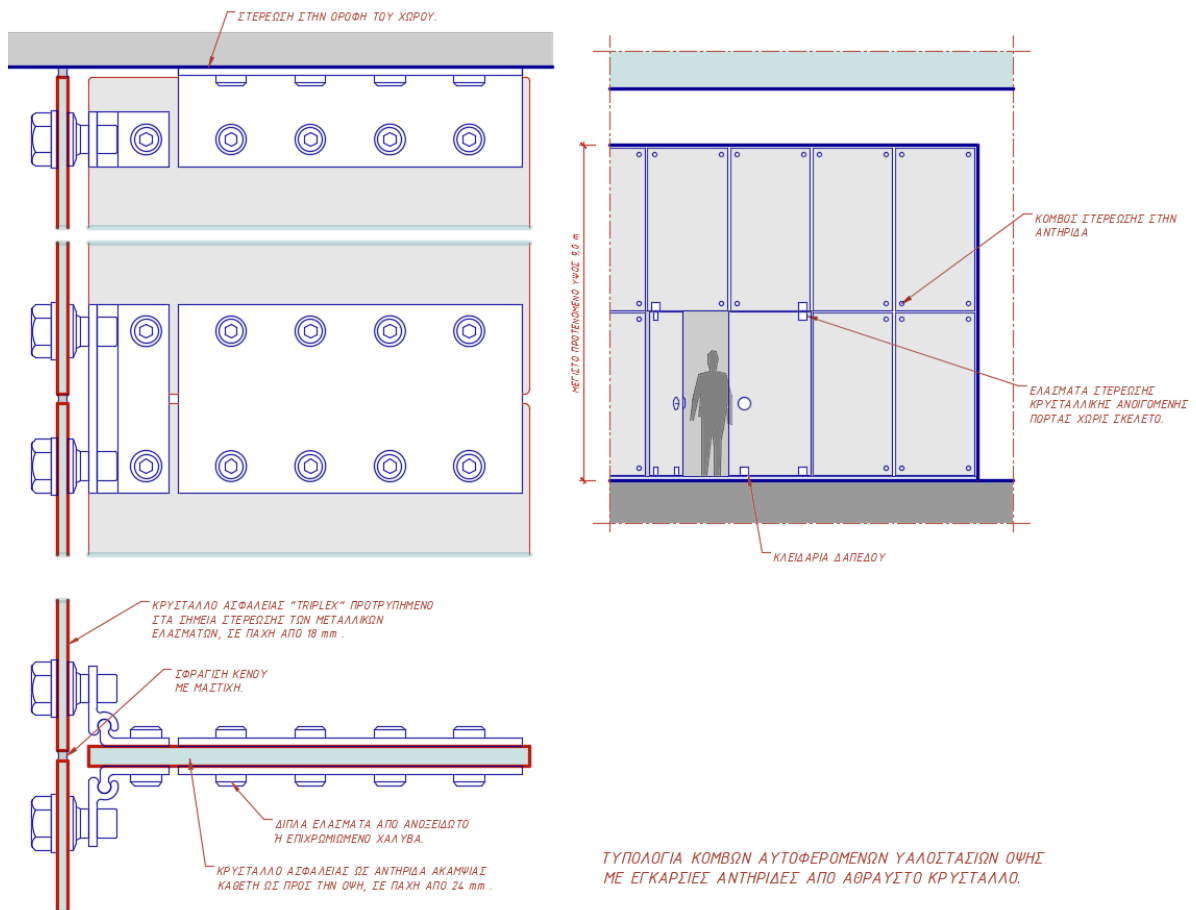
Μια παραλλαγή συστήματος αυτοφερόμενων υαλοστασίων όψης είναι αυτά που αποτελούνται μόνον από υαλοπίνακες και αντηρίδες επίσης από άθραυστα κρύσταλλα. Μια σειρά από μεταλλικούς συνδέσμους σταθεροποιούν μεταξύ τους τα κρύσταλλα και εξασφαλίζουν την απαραίτητη ακαμψία στο σύστημα.

Τα μεταλλικά εξαρτήματα στερεώνονται με περαστά μπουλόνια σε τρύπες ανοιγμένες από πριν και με ειδικούς ελαστικούς δακτυλίους και ελαστικές «φλάντζες» που προστατεύουν τα κρύσταλλα από την άμεση επαφή τους με τα μέταλλα.

Το ύψος κατασκευής τους συνήθως δεν υπερβαίνει τα **9,0 m** και εφαρμόζονται σε βιτρίνες καταστημάτων ή εκθεσιακών χώρων. Τα κρύσταλλα είναι σταθερά και ειδικοί σύνδεσμοι δίνουν τη δυνατότητα να στερεωθούν επάνω τους ανοιγόμενες πόρτες επίσης από κρύσταλλα ασφαλείας.



Σχέδιο 4.35 Αυτοφερόμενα υαλοπετάσματα με ενίσχυση από εγκάρσια κρύσταλλα.



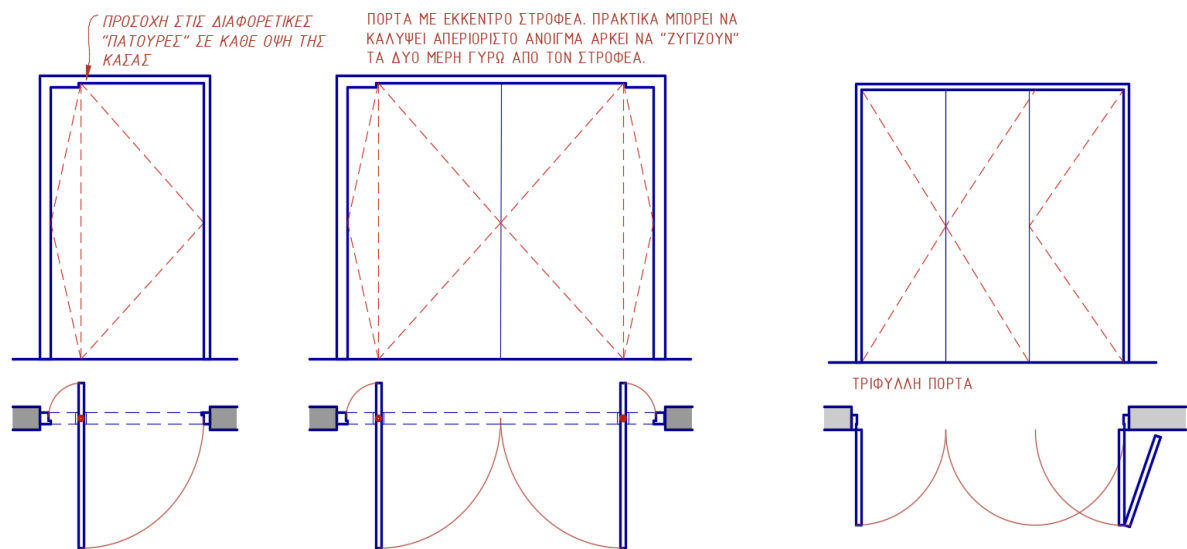
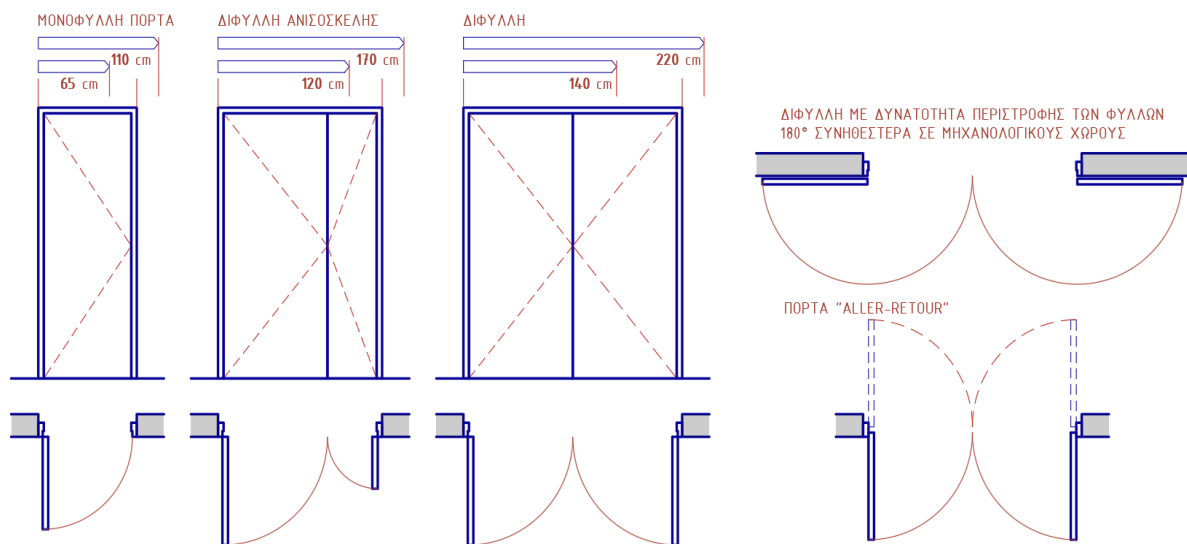
Σχέδιο 4.36 Λεπτομέρειες συνδέσεων αυτοφερόμενων υαλοστασίων.

4.2.4. Πόρτες

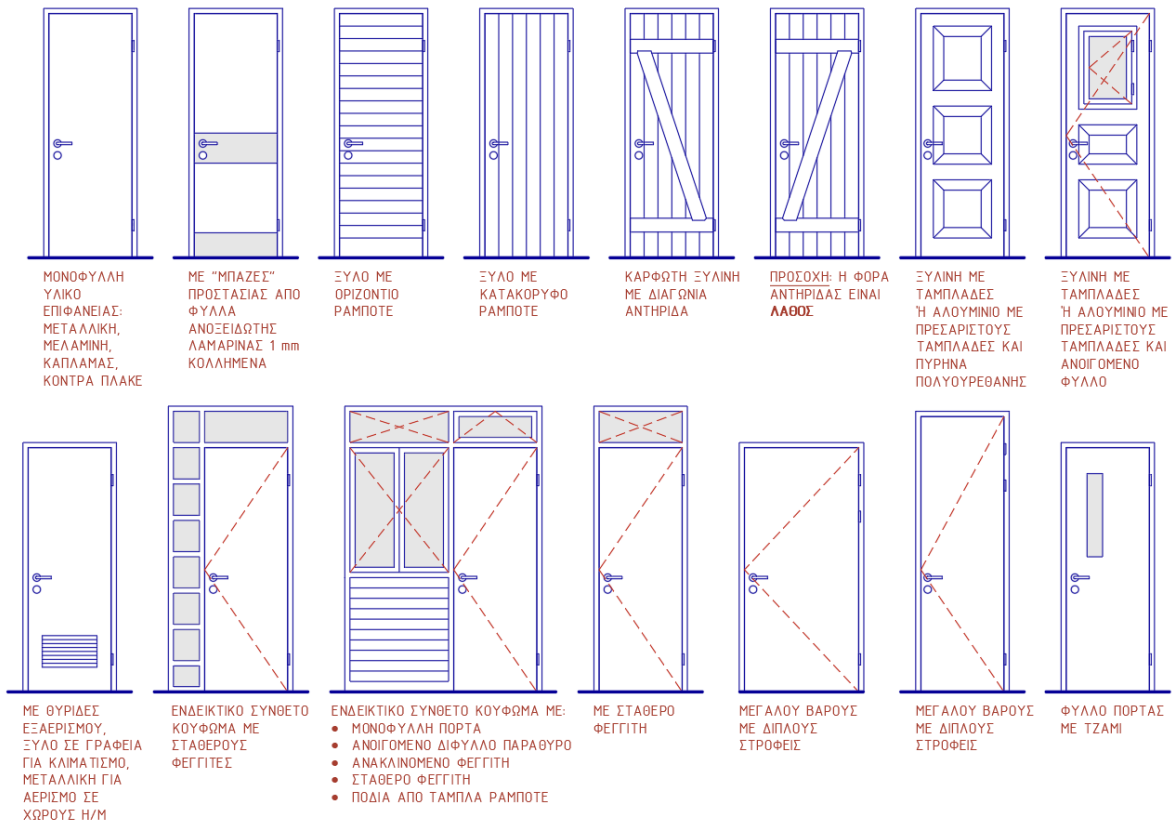
Οι πόρτες προφανώς είναι πολύ σημαντικά στοιχεία ενός κτιρίου, όχι μόνο γιατί επιτρέπουν την είσοδο στο εσωτερικό του και την προσπέλαση σε επιμέρους χώρους, αλλά και για τη συνθετική σημασία τους και την αντιληπτική οργάνωση του κτιρίου στο σύνολό του. Γενικά θα σημειώσουμε ότι το πλάτος τους είναι ανάλογο του πληθυσμού που τις χρησιμοποιεί, σύμφωνα με τις χρήσεις που στεγάζονται στους χώρους. Οι πόρτες μπορεί να είναι κατασκευασμένες από οποιοδήποτε υλικό, αρκεί να έχουν κάποια χαρακτηριστικά και να εξασφαλίζονται ιδιαίτερες απαιτήσεις:

- Πρέπει να **ασφαλίζουν** επαρκώς και στον επιθυμητό βαθμό να προστατεύουν απαραβίαστα τον εσωτερικό χώρο.
- Να επιτρέπουν ή όχι τη **θέαση** και το βλέμμα προς το εσωτερικό του χώρου.
- Να εξασφαλίζουν επαρκή **ηχομόνωση**.
- Οι **εξωτερικές πόρτες** πρέπει επιπλέον να είναι επαρκώς **θερμομονωμένες** και **αεροστεγανές**.
- Ειδικά οι **τελικές έξοδοι διαφυγής** να είναι εξοπλισμένες με ειδικά συστήματα ασφάλισης και να ανοίγουν προς τον εξωτερικό χώρο. Αυτό σημαίνει ότι από την εσωτερική πλευρά τους θα είναι εξοπλισμένες με **μπάρες πανικού** και, ενώ εξωτερικά θα είναι κλειδωμένες, από το εσωτερικό προς την κατεύθυνση διαφυγής θα ανοίγουν με ένα απλό σπρώξιμο της μπάρας. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο και σημαντικό, ιδιαίτερα σε περίπτωση συνωστισμού.

Πίνακας 4.3: Πόρτες, οι τυπολογίες τους και τα συνήθη καθιερωμένα πλάτη, ανάλογα με τη χρήση τους.		
Τύπος πόρτας	Τυπικές διαστάσεις κτιστικού ανοίγματος	Παρατηρήσεις
Ανοιγόμενες μονόφυλλες	0,65 m.	Δευτερεύοντες βοηθητικοί χώροι.
	0,80 m	Αποθήκες, πόρτες λουτρών.
	0,90 m	Τυπικές πόρτες δωματίων.
	1,00 m	Εξώπορτες, πόρτες χώρων γραφείων.
	1,10 m	Εξώπορτες, πόρτες χώρων γραφείων, πόρτες για χρήση από άτομα με αναπηρικό αμαξίδιο.
Ανοιγόμενες δίφυλλες	Από 1,40 m έως 2,20 m	Μικρότερες από 1,40 m δεν αφήνουν επαρκή χώρο να περάσει κάποιος εάν δεν ανοίξει και τα δύο φύλλα.
Ανοιγόμενες δίφυλλες ανισοσκελείς	Τυπικά πλάτη από 1,10 m έως 1,50 m	Γεφυρώνουν τη διαφορά μεταξύ ενός και δύο φύλλων. Το μεγαλύτερο φύλλο είναι για συχνή χρήση διέλευσης και είναι από 0,90 m έως 1,10 m · το μικρότερο ανοίγει μόνο για περιστασιακή χρήση και είναι από 0,30 m έως 0,50 m . Συνηθίζονται σε νοσοκομεία, σχολεία και γραφεία που εξυπηρετούν ειδικές συνθήκες μεταφοράς αντικειμένων, όπως φορεία σε νοσοκομεία. Συνήθως το μικρότερο φύλλο ασφαλίζει στο δάπεδο ή και στην οροφή με ειδικό μηχανισμό στο «σόκορο» του φύλλου.
Ανοιγόμενες με έκκεντρο στροφέα, μονόφυλλες ή πολύφυλλες		Οι στροφείς δεν είναι στο πλάι του φύλλου, αλλά στο πρέκι και στο κατώφλι. Συνήθως τοποθετούνται έκκεντρα ως προς την όψη με ένα μεγαλύτερο τμήμα που επιτρέπει τη διέλευση. Οι πόρτες αυτές, πρακτικά μπορούν να έχουν οποιοσδήποτε διαστάσεις πλάτους και ύψους με αντίστοιχης ισχύος στροφείς. Το στενότερο φύλλο μπορεί να έχει βαρύτερο εσωτερικό πυρήνα ώστε να ζυγίζει το ίδιο με το μεγαλύτερο φύλλο και να μην καταπονείται σε ροπή ο στροφέας, επιτρέποντας έτσι μεγάλα ανοίγματα.
Περιστρεφόμενες	Από 2,00 m έως 4,00 m	Συνηθισμένες κεντρικές πόρτες εισόδου σε δημόσια κτίρια, οι οποίες όμως σε περίπτωση κινδύνου, απαγορεύεται να λειτουργούν ως πόρτες διαφυγής. Συνήθως συνοδεύονται εκατέρωθεν από τυπικές πόρτες με μπάρα απασφάλισης, των οποίων το φύλλο ανοίγει προς τον εξωτερικό χώρο.
Συρόμενες χωνευτές σε διπλό τοίχο, μονόφυλλες ή δίφυλλες		Σε εξωτερικούς τοίχους, σύρονται σε ειδικούς οδηγούς στο δάπεδο, ενώ οι συρόμενες σε εσωτερικούς χώρους είναι αναρτημένες από μεταλλικούς οδηγούς στο πρέκι τους, για να μη διακόπτεται η συνέχεια του δαπέδου. Απαγορεύεται να λειτουργούν ως πόρτες διαφυγής σε περίπτωση κινδύνου. Δεν ηχομονώνουν, ούτε στεγανώνουν ικανοποιητικά.
Συρόμενες επάλληλες σε οδηγούς στο δάπεδο		Τοποθετούνται συνήθως σε εξωτερικούς τοίχους και μπορεί να είναι πολύφυλλες. Ανάλογα με την ποιότητα του μηχανισμού, τα φύλλα μπορεί να έχουν κρύσταλλα πολύ μεγάλων διαστάσεων. Μπορούν να καλύψουν πολύ μεγάλο μήκος ανοίγματος. Στην περίπτωση πολλών φύλλων, το μοναδικό μειονέκτημα είναι το πλάτος του οδηγού στο δάπεδο που απαιτεί, ανάλογα με το υλικό, περίπου 4 cm πλάτος για κάθε φύλλο που σύρεται. Εκτός από τις πολύ ακριβές σειρές, συνήθως έχουν αρκετές θερμικές απώλειες.
Aller-Retour μονόφυλλες ή δίφυλλες	Από 1,40 m έως 2,20 m	Ανοίγουν προς τις δύο κατευθύνσεις. Χρησιμοποιούνται συνήθως για ειδικές χρήσεις, όπως σε χώρους εργαστηρίων και κουζίνες. Δεν κλειδώνουν, ούτε έχουν τυπική κλειδαριά αλλά ασφαλίζουν με πείρο στο δάπεδο. Συνήθως έχουν ζώνες από φύλλα ανοξειδωτής λαμαρίνας στο κάτω μέρος τους και στο ύψος που σπρώχνει το χέρι. Σε κουζίνες, που κινείται προσωπικό, έχουν τζάμι που επιτρέπει την ασφαλή συνεχή λειτουργία τους κατά την κυκλοφορία του προσωπικού.
Πτυσσόμενες πολύφυλλες		Από διάφορα υλικά, καθώς και από κρύσταλλο. Απαιτούν ειδικό ενισχυμένο σκελετό ανάρτησης. Μπορούν να διαχωρίσουν χώρους σε πολύ μεγάλα πλάτη, όπως αίθουσες συγκέντρωσης. Ανοιγοκλείνουν με διάφορα συστήματα και είναι αναρτημένες από ειδικούς οδηγούς στην οροφή. Ηχομονώνουν ικανοποιητικά.



Σχέδιο 4.37 Τυπολογίες και τρόποι ανοίγματος θυρόφυλλων.



Σχέδιο 4.38 Ενδεικτική τυπολογία θυροφύλλων από διαφορετικά υλικά.

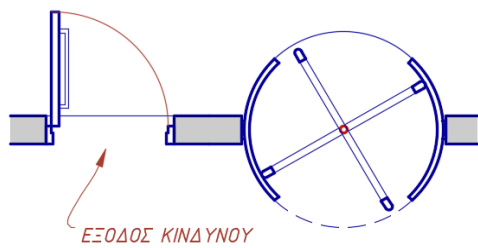
Γενικές παρατηρήσεις για τις πόρτες:

Οι πόρτες ανοίγουν προς το εσωτερικό των χώρων. Όσες λειτουργούν ως έξοδοι κινδύνου, ανοίγουν προς τη φορά κίνησης διαφυγής. Δηλαδή σε κλιμακοστάσια διαφυγής, οι πόρτες στους ορόφους ανοίγουν προς την πλευρά της σκάλας, ενώ στο επίπεδο του εδάφους ανοίγουν προς την έξοδο διαφυγής ή το ύπαιθρο. Περισσότερες λεπτομέρειες προβλέπονται σε ειδικές διατάξεις του κανονισμού πυροπροστασίας.

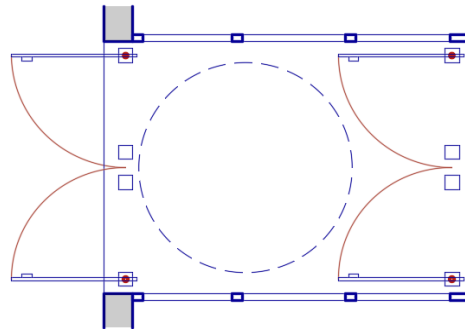
Τυπικές ανοιγόμενες πόρτες που χρησιμοποιούνται ως έξοδοι κινδύνου, με **μπάρα απασφάλισης (πανικού)**, μονόφυλλες ή δίφυλλες έχουν φορά ανοίγματος του φύλλου προς την κίνηση διαφυγής. Αυτές οι πόρτες κλειδώνουν μόνο από την εξωτερική πλευρά. Από τον εσωτερικό χώρο, μπορούν πάντοτε να ανοίξουν με απλή πίεση της μπάρας σε κάθε περίπτωση συνωστισμού.

Όριο πλάτους για πορτόφυλλα ή για παραθυρόφυλλα τυπικής κατασκευής είναι το **1,10 m**, γιατί, μετά από αυτό το μέγεθος, η πόρτα ή το παραθυρόφυλλο παραμορφώνεται και «κρεμάει» από το βάρος. Για φύλλα μεγαλύτερου ανοίγματος πρέπει να σχεδιαστούν ειδικές ενισχύσεις, συνήθως με **διαγώνιες τραβέρσες** ακαμψίας ή **αναρτήσεις** ή πολύ **ενισχυμένα πλαίσια** με πολύ ισχυρούς **στροφείς**.

Ύψος πορτόφυλλων από το τελικό δάπεδο είναι τυπικό 2,20 m, με 2,30 m. Για μεγαλύτερα ύψη και ανάλογα το υλικό κατασκευής και το βάρος τους μπορεί να απαιτούνται επιπλέον στηρίξεις. Όταν έχουμε τρεις στροφείς, δεν μοιράζονται σε ίσες καθ' ύψος αποστάσεις, αλλά τοποθετείται ένα ζευγάρι ψηλά για να κρατάει την πόρτα.

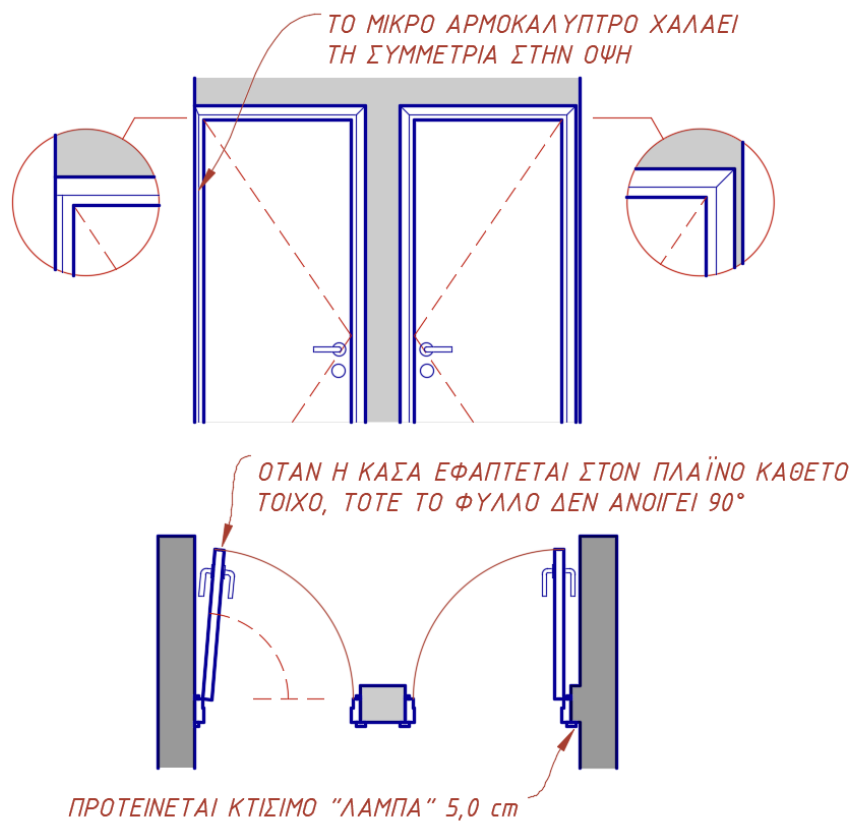


ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗ ΠΟΡΤΑ ΜΕ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟ 1,50 m. ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΘΕΩΡΕΙΤΑΙ ΕΞΟΔΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΚΑΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΝΟΔΕΥΕΤΑΙ ΜΕ ΠΟΡΤΑ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΗ (ΜΟΝΟΦΥΛΛΗ Ή ΔΙΦΥΛΛΗ) ΜΕ ΜΠΑΡΑ ΑΠΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΑΝΙΚΟΥ.

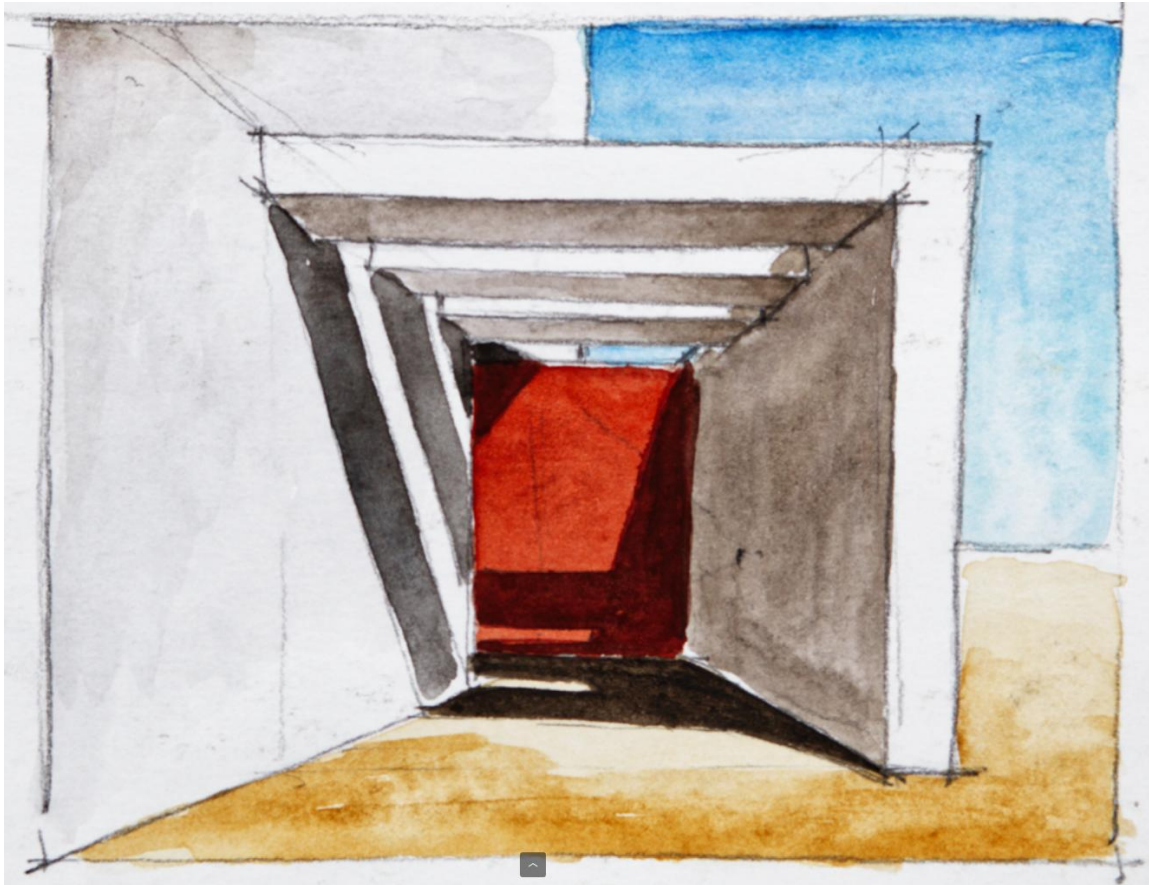


ΑΝΕΜΟΦΡΑΚΤΗΣ ΚΥΡΙΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΜΕ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΑ ΦΥΛΛΑ. ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΑΜΑΞΕΙΔΙΟΥ Α.Μ.Ε.Α. ΜΕ ΔΙΑΜΕΤΡΟ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ 1,50 m

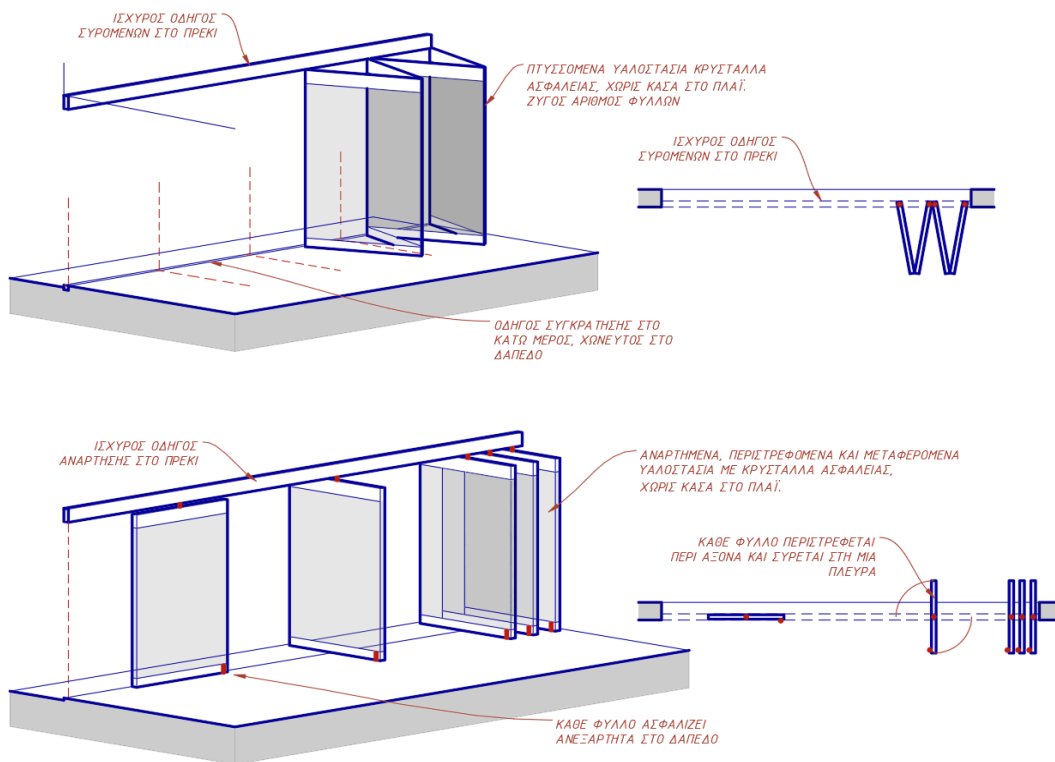
Σχέδιο 4.39 Σχεδιαστικές αρχές για περιστρεφόμενες πόρτες και διπλές πόρτες με ανεμοφράκτη.



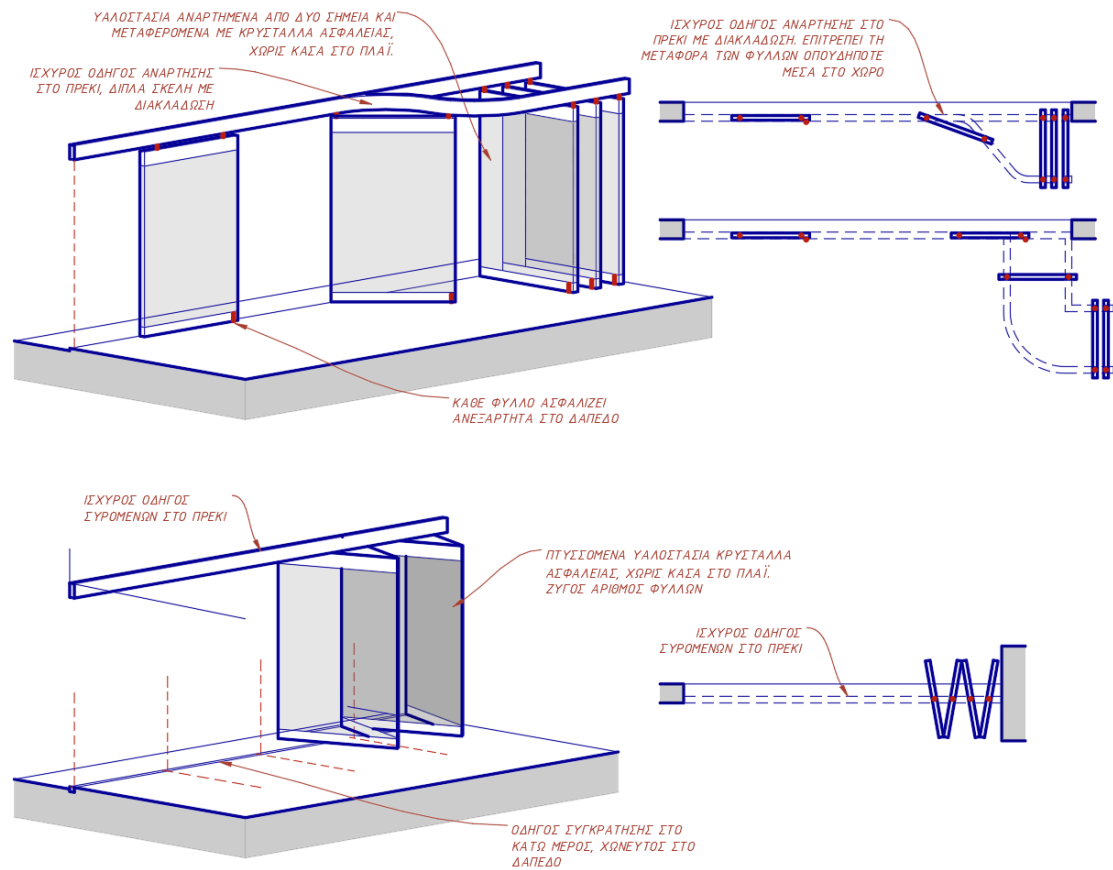
Σχέδιο 4.40 Σχεδιαστική παρατήρηση για τη θέση θυρόφυλλων σε σχέση με κάθετους τοίχους σε κάτωψη.



Εικόνα 4.21 Σχεδιαστική σπουδή εισόδου σε κτίριο.



Σχέδιο 4.41 Τυπολογίες και λειτουργία από πτυσσόμενα και αναρτημένα φύλλα, συνήθως από κρύσταλλο.



Σχέδιο 4.42 Τυπολογίες και λειτουργία από πτυσσόμενα και αναρτημένα φύλλα, συνήθως από κρύσταλλο.

4.3. Έλεγχος σκίασης και προστασία από τον ήλιο

Πολύ σημαντικός παράγοντας για τον σχεδιασμό, κυρίως των όψεων, είναι η δημιουργία επιδερμίδας τέτοιας που να μας επιτρέπει να ελέγχουμε κλιματικές παραμέτρους με βάση τον προσανατολισμό. Ανάλογα με τον προσανατολισμό, ο οποίος θα επηρεάσει και τον σχεδιασμό της κάθε όψης, επιβάλλεται να ελεγχθεί το κτίριο με την εναλλαγή των εποχών ως προς τον ήλιο, που αποτελεί και την κρισιμότερη κλιματική παράμετρο.

Έτσι στα ανοίγματα μιας όψης, δηλαδή τα παράθυρα, τα υαλοστάσια και τις πόρτες, απαιτείται:

Όλες τις εποχές:

Να υπάρχει άπλετος φυσικός φωτισμός ολόκληρη την ημέρα.

Να ελέγχεται οπτικά η από έξω ιδιωτικότητα του χώρου.

Να ελέγχεται από το εσωτερικό η θέαση προς το περιβάλλον.

Κατά τους ψυχρούς μήνες:

Να εισέρχεται ο ήλιος και να θερμαίνει τους χώρους.

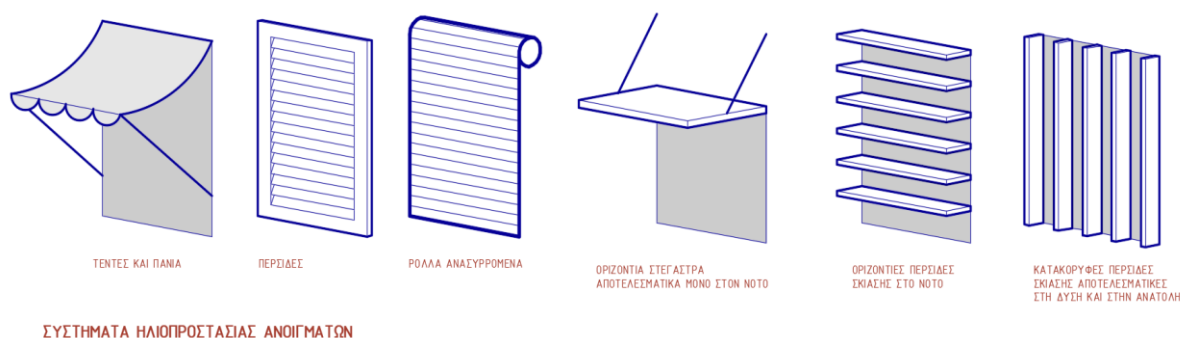
Κατά τους θερμούς μήνες:

Να αποτρέπεται η απευθείας εισχώρηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

«Στον Πειραιά, γυρίζοντας μια μέρα στο πατρικό το σπίτι, αισθανόμουν τον ήλιο να φλογίζει την επιδερμίδα μου, μα μπαίνοντας στη σκιά, η κρυάδα της μ' έκανε να ριγήσω... Αναλογίστηκα πως οι βίαιες τούτες αντιθέσεις του κλίματος, όπως τις αντικρύζαμε επί αιώνες, θα 'ταν οι αιτίες που διέπλασαν τις αντιθέσεις του χαρακτήρα μας.

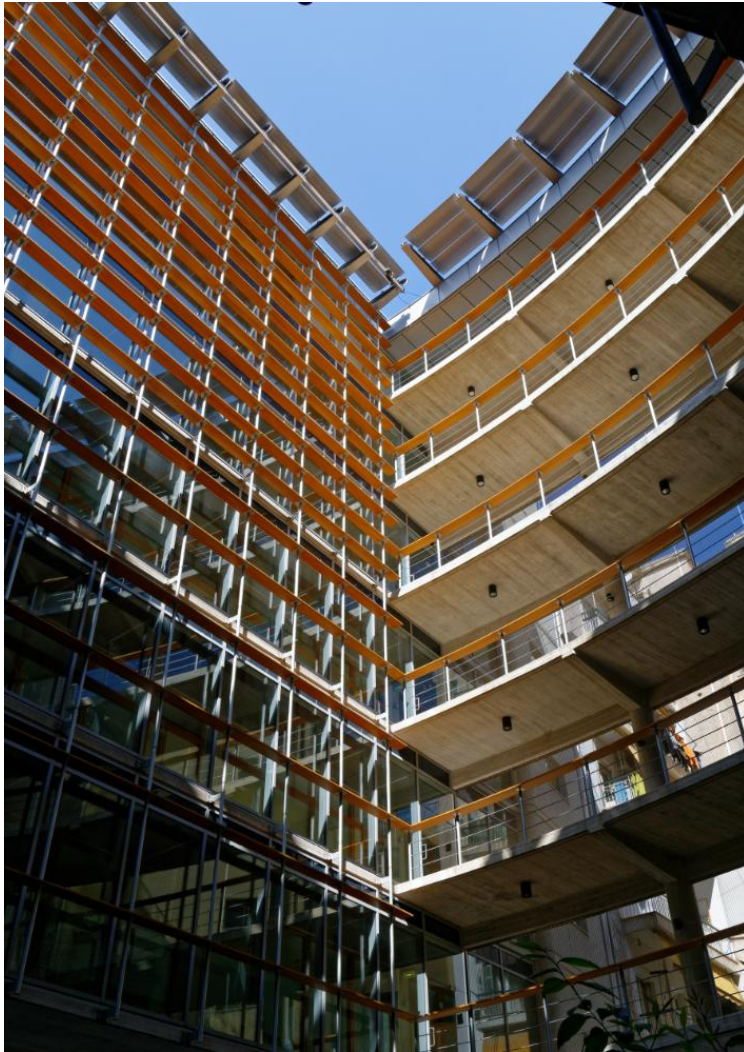
Οι αρχαίοι στοχάστηκα, είχαν υποτάξει τούτες τις αντιθέσεις στην κατατομή των γείσων και των κυματιών τους. Και δεν πέρασαν δύο μέρες που στα λαϊκά χαμόσπιτα του Πειραιά είδα στην οξεία γωνία που σχηματίζει η μονόριχτη στέγη τους, στο σημείο που ανταμώνει τον πίσω τοίχο, υλοποιημένη την αντίθεση τούτη».

Κείμενα του Δ. Πικιώνη



Σχέδιο 4.43

Σκαρίφημα ενδεικτικών περιπτώσεων σκίασης ανοιγμάτων.



Εικόνα 4.22

Γραφεία της ΓΕΚ. Εσωτερικό αίθριο με οριζόντιες ξύλινες περσίδες σκίασης που προστατεύουν τα υαλοπετάσματα της όψης. Στους χαμηλούς ορόφους με λιγότερο ήλιο, οι περσίδες διατάσσονται πιο αραιά.

Αρχιτέκτονας Hopkins Architects, στατικά Π. Μαντάς, Λεωφόρος Μεσογείων, Αθήνα, 2002.

4.3.1. Η φυσική του ηλιασμού

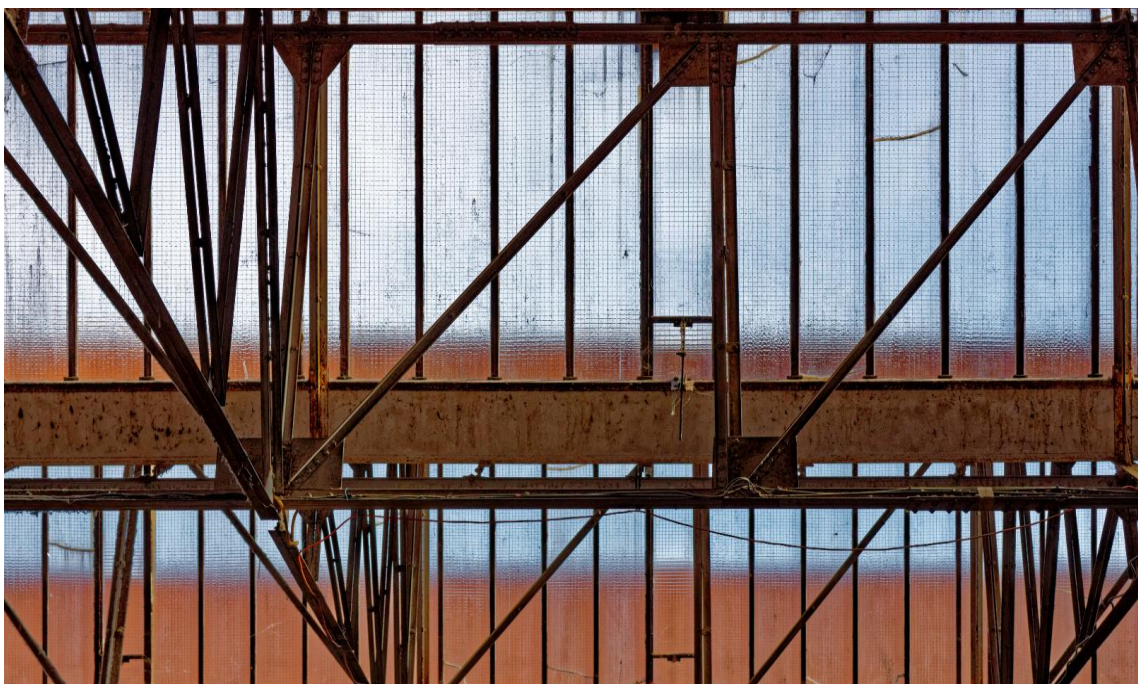
Τα φαινόμενα που καθορίζουν τις εποχές σε ετήσια βάση είναι γνωστά ήδη από την αυγή του πολιτισμού, οι πόλεις και τα σπίτια ήδη από την αρχαιότητα κτίζονται με κριτήρια προσανατολισμού και τα ανοίγματα των χώρων στρέφονται σε κατάλληλους προσανατολισμούς. Η αλλαγή του ύψους του Ήλιου μέσα στις εποχές αποτελούσε το κλειδί του σχεδιασμού. Τα συστήματα που έχουμε είναι ποικίλα, από παντζούρια σκίασης με περσίδες —που δεν αφήνουν τον ήλιο να μπει στο εσωτερικό, αλλά επιτρέπουν την κυκλοφορία του αέρα— μέχρι απλά ελαφρά, συνήθως υφασμάτινα σιάδια ή μονιμότερα στέγαστρα, περσίδες κλπ.

Για τον έλεγχο της σκίασης είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τη φυσική των πραγμάτων πίσω από τα μεταβαλλόμενα φαινόμενα κατά τη διάρκεια του έτους. Αυτά έχουν να κάνουν με την ελλειπτική τροχιά περιστροφής της Γης γύρω από τον Ήλιο, καθώς και με την κλίση του άξονα της Γης ως προς το επίπεδο περιστροφής της γύρω από τον Ήλιο, την εκλειπτική.

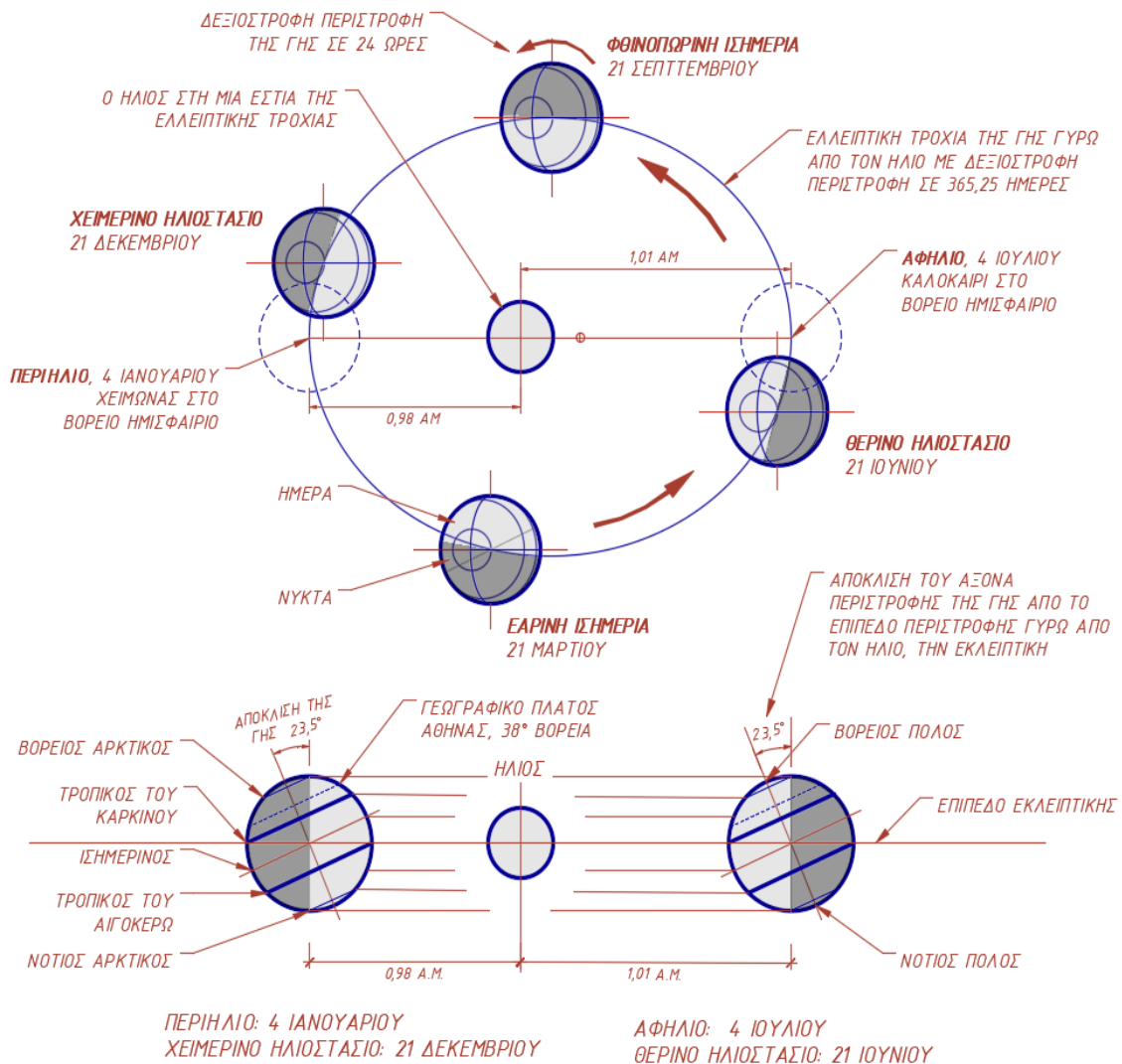
Από τα δεδομένα αυτά προκύπτουν διαφορετικές απαιτήσεις προστασίας ανάλογα:

- με τη λειτουργία των χώρων,
- τον προσανατολισμό της όψης,
- την εποχή του έτους.

Η προσεκτική παρατήρηση του κλίματος ενός τόπου επέτρεψε, ήδη από την αρχαιότητα, να υιοθετηθούν φυσικές σχεδιαστικές λύσεις για τον έλεγχο του κλίματος ενός κτίσματος, μέσα από τον έλεγχο του Ήλιου με τον προσανατολισμό και τεχνικές προστασίας. Φυσικά η περιοδικότητα των φαινομένων εξηγείται από τους νόμους της αστρονομίας, που ερμηνεύουν την ετήσια τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο. Τα αστρονομικά χαρακτηριστικά είναι η απόκλιση κατά $23,5^\circ$ της τροχιάς της Γης από το επίπεδο περιστροφής της γύρω από τον Ήλιο, η οποία δίνει τις εποχές, αντίθετες σε βόρειο και νότιο ημισφαίριο. Η ελλειπτική τροχιά καθορίζει τη διάρκεια του χειμώνα, το πόσο ήπιος αυτός είναι και πόσο ζεστό είναι το καλοκαίρι στο βόρειο ημισφαίριο, το οποίο γενικά καθορίζει και το κλίμα του πλανήτη.



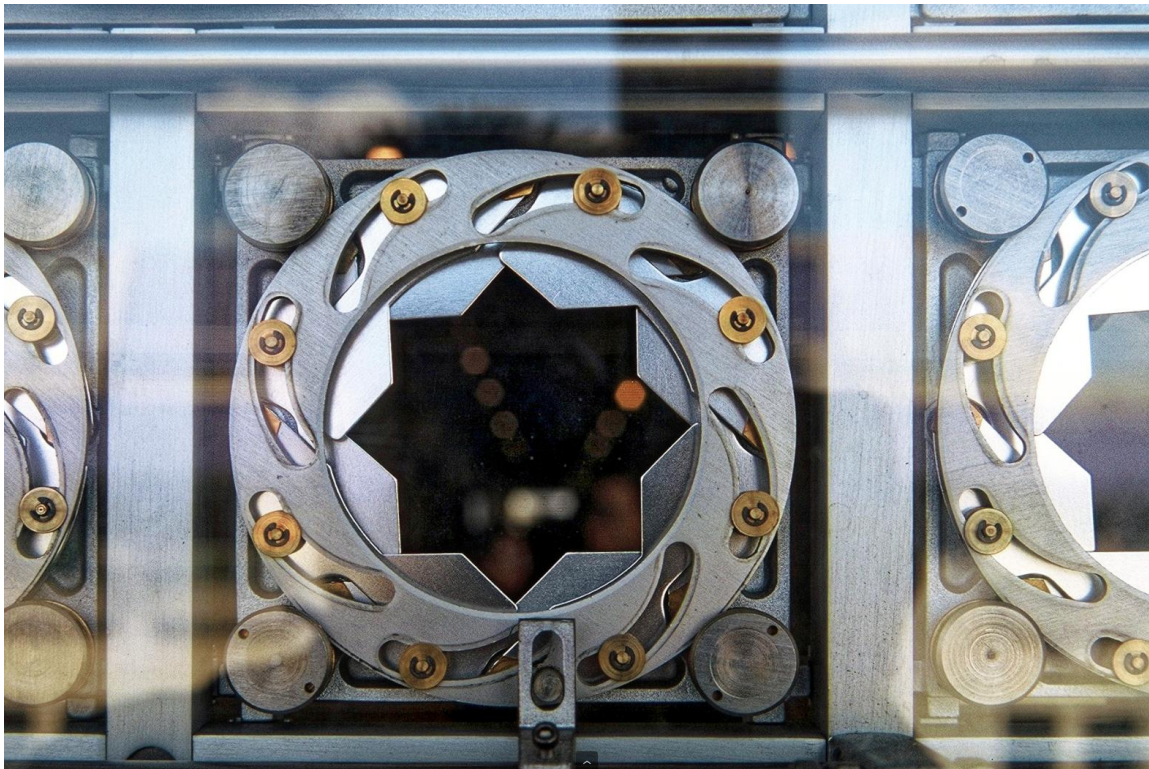
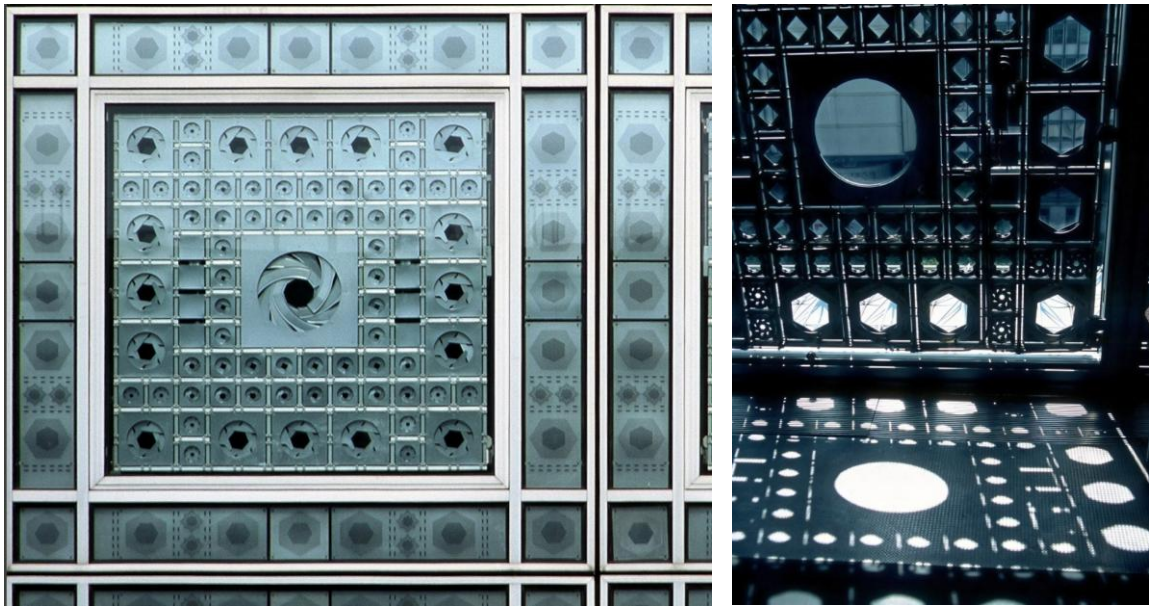
Εικόνες 4.23, 4.24 Βιομηχανικό κτίριο με παράλληλες κεκλιμένες μεταλλικές στέγες πριονωτής μορφής σε όλο το μήκος της κάτοψης.



Σχέδιο 4.44 Αστρονομικές παράμετροι που καθορίζουν τα στοιχεία ηλιασμού.

Είναι προφανές ότι το γεωγραφικό πλάτος ενός τόπου είναι κρίσιμο γιατί καθορίζει το ύψος του Ήλιου στις διαφορετικές εποχές και ο επίσης κρίσιμος προσανατολισμός προκύπτει από τη θέση του Ήλιου κατά το μεσημέρι.

Για την Ελλάδα ο Νότος είναι ο ιδανικός προσανατολισμός, με τον Ήλιο ψηλά το καλοκαίρι και χαμηλά τον χειμώνα, πράγμα που μας επιτρέπει να ελέγχουμε την εισχώρησή του στο εσωτερικό των χώρων και άρα να εξασφαλίζουμε θερμικά κέρδη τον χειμώνα και σκιά για δροσισμό το καλοκαίρι.



Εικόνες 4.25, 4.26, 4.27

Institut du Monde Arabe. Πέτασμα της όψης με διαφράγματα ελέγχου σκίασης. Τα διαφράγματα έχουν κινούμενα πέταλα σε σχήματα αραβουργημάτων.

Αρχιτέκτονες Architecture Studio - Jean Nouvel, Παρίσι, Γαλλία 1987.



Εικόνα 4.28 *Institut du Monde Arabe*. Πέτασμα της όψης με πλακίδια μαρμάρου που έχουν πολύ μικρό πάχος με ελαφρά ημιδιαφάνεια και επιτρέπουν να περάσει φως.

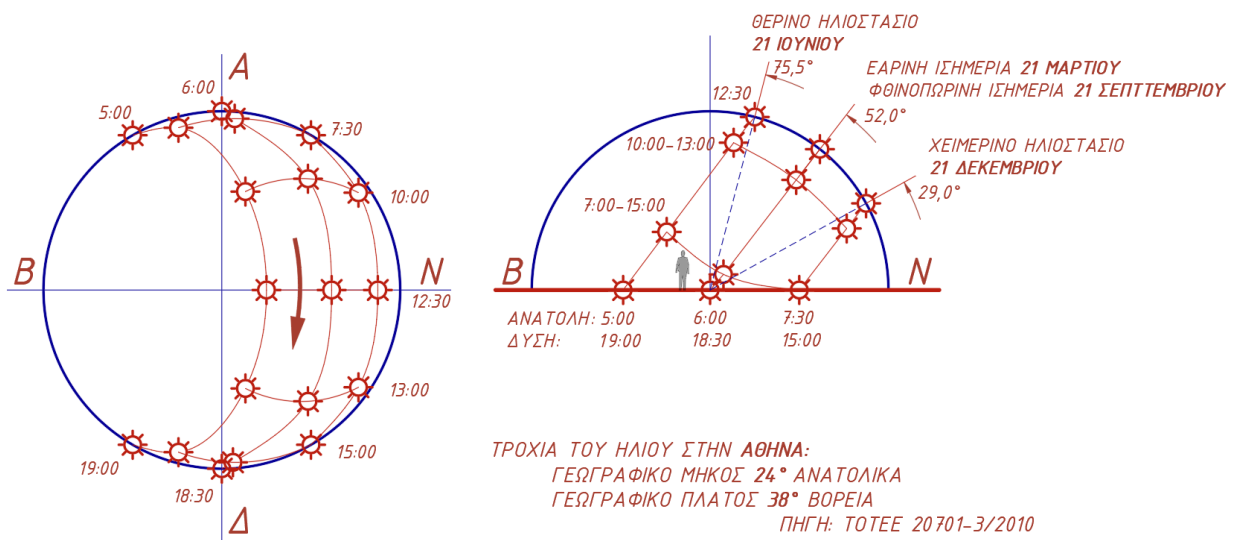
Αρχιτέκτονες *Architecture Studio - Jean Nouvel*, Παρίσι, Γαλλία 1987.



Εικόνα 4.29 Σπουδή για την όψη σπιτιού από την ταινία «*Η Λεμονιά*» του Ισραηλινού σκηνοθέτη Εράν Ρικλίζ, 2008.

Πίνακας 4.4: Η θέση του Ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας στις εποχές του έτους.					
Αθήνα		Γεωγραφικό Πλάτος	37,98° Βόρεια		
		Γεωγραφικό Μήκος	-23,72° Ανατολικά		
		Χειμερινό Ηλιοστάσιο	Εαρινή Ισημερία	Θερινό Ηλιοστάσιο	Φθινοπωρινή Ισημερία
		21 Δεκεμβρίου	21 Μαρτίου	21 Ιουνίου	21 Σεπτεμβρίου
Ανατολή	Αζιμούθιο:	118,61	89,64	58,67	86,77
	Ώρα:	7:30	6:30	5:00	6:00
9 π.μ.	Αζιμούθιο:	133,54	114,83	83,08	117,35
	Ύψος:	12,49	28,65	44,08	31,44
12:30 μ.μ.	Αζιμούθιο:	182,07	179,52	183,83	185,29
	Ύψος:	28,56	52,32	75,41	52,52
3 μ.μ.	Αζιμούθιο:	217,89	231,25	257,34	234,90
	Ύψος:	18,29	39,16	54,14	37,13
6 μ.μ.	Αζιμούθιο:	284,05	265,51	285,32	267,79
	Ύψος:	10,06	6,5	19,08	3,88
Δύση	Αζιμούθιο:	239,23	270,15	300,3	270,87
	Ώρα:	5:00	6:30	7:45	6:20

Το **Αζιμούθιο** του ήλιου μετριέται σε μοίρες δεξιόστροφα από τον Βορρά.
Το **Ύψος** του ηλίου μετριέται σε μοίρες επάνω από τον ορίζοντα.

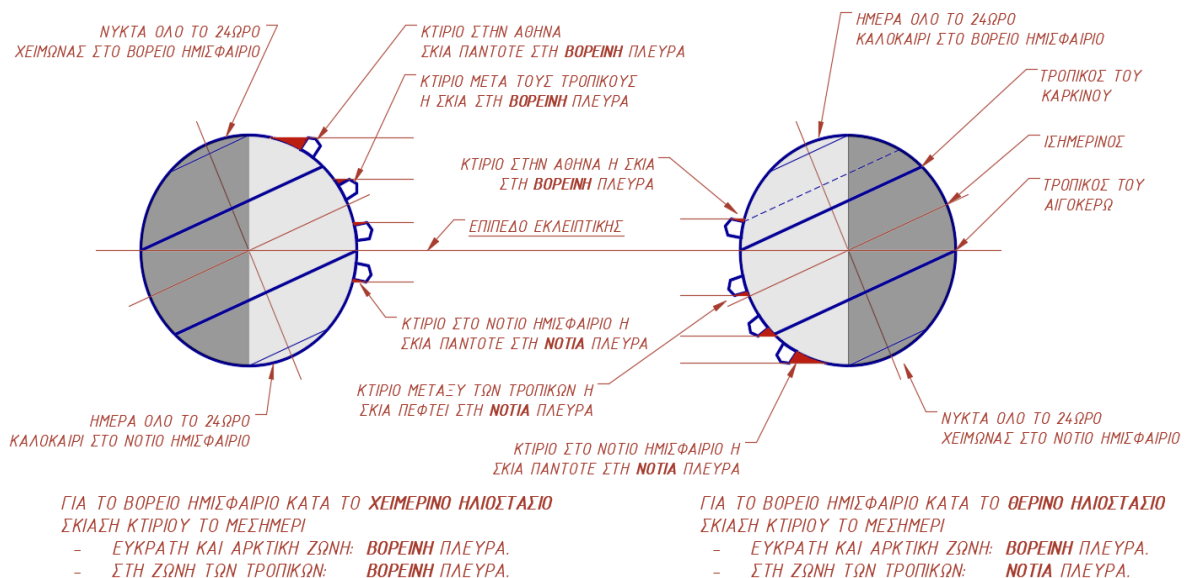


Σχέδιο 4.45 Οι ημερήσιες θέσεις του Ήλιου μέσα στο έτος για την Αθήνα. (Πηγή: Allen, E. (2005). How Buildings Work. The Natural Order of Architecture. NY: Oxford University Press, σ. 5).

Από τα διαγράμματα προκύπτει ότι σε κάθε προσανατολισμό έχουμε διαφορετικές δυνατότητες για χειρισμό του ηλιακού φωτός και άρα απαιτήσεις οργάνωσης και χρήσης των χώρων που εκφράζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 4.5: Προτεινόμενες χρήσεις χώρων σε διαφορετικούς προσανατολισμούς και εποχές.				
	Η σχέση του Ήλιου με τις εποχές		Χρήσεις χώρων	
	Χειμώνας	Καλοκαίρι	Προτείνεται	Να αποφεύγεται
Βορράς	Καθόλου Ήλιος, κρύος προσανατολισμός.	Καθόλου Ήλιος, δροσιά.	Χώροι γραφείων, κουζίνες, εργαστήρια και γενικά χώροι που απαιτούν εργασία με σταθερό φωτισμό.	Υπνοδωμάτια
Νότος	Χαμηλά οι ηλιακές ακτίνες, ζεσταίνουν τον χώρο.	Ψηλά, Φως, σκιά.	Χώροι εργασίας, καθιστικά, όλοι οι χώροι διημέρευσης και ύπνου.	
Ανατολή	Χαμηλά, οι πρωινές ηλιακές ακτίνες, ζεσταίνουν και απολυμαίνουν τον χώρο.	Χαμηλά, δροσιά την υπόλοιπη ημέρα.	Υπνοδωμάτια, κουζίνες, χώροι διημέρευσης.	
Δύση	Χαμηλά, θερμαίνεται ο χώρος τις βραδινές ώρες.	Χαμηλά, πολύ δυσάρεστη ζέστη τις βραδινές ώρες.		Υπνοδωμάτια, χώροι διημέρευσης

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται καθαρά ότι όλα όσα αναφέραμε μέχρι τώρα ισχύουν όσον αφορά τον ηλιασμό σε έναν τόπο όπως είναι η Ελλάδα, η οποία βρίσκεται στο βόρειο ημισφαίριο και στην εύκρατη ζώνη. Όλα αυτά όμως δεν ισχύουν όταν σχεδιάζουμε κτίρια στο νότιο ημισφαίριο ή στους τροπικούς. Το πιο παράδοξο φαινόμενο για την εμπειρία μας είναι ότι σε περιοχές μεταξύ του Τροπικού του Καρκίνου και του Ισημερινού, κατά το μεσημέρι τον χειμώνα σκιάζεται η βόρεια πλευρά του κτιρίου, αλλά κατά τους καλοκαιρινούς μήνες σκιάζεται η νότια πλευρά του κτιρίου.



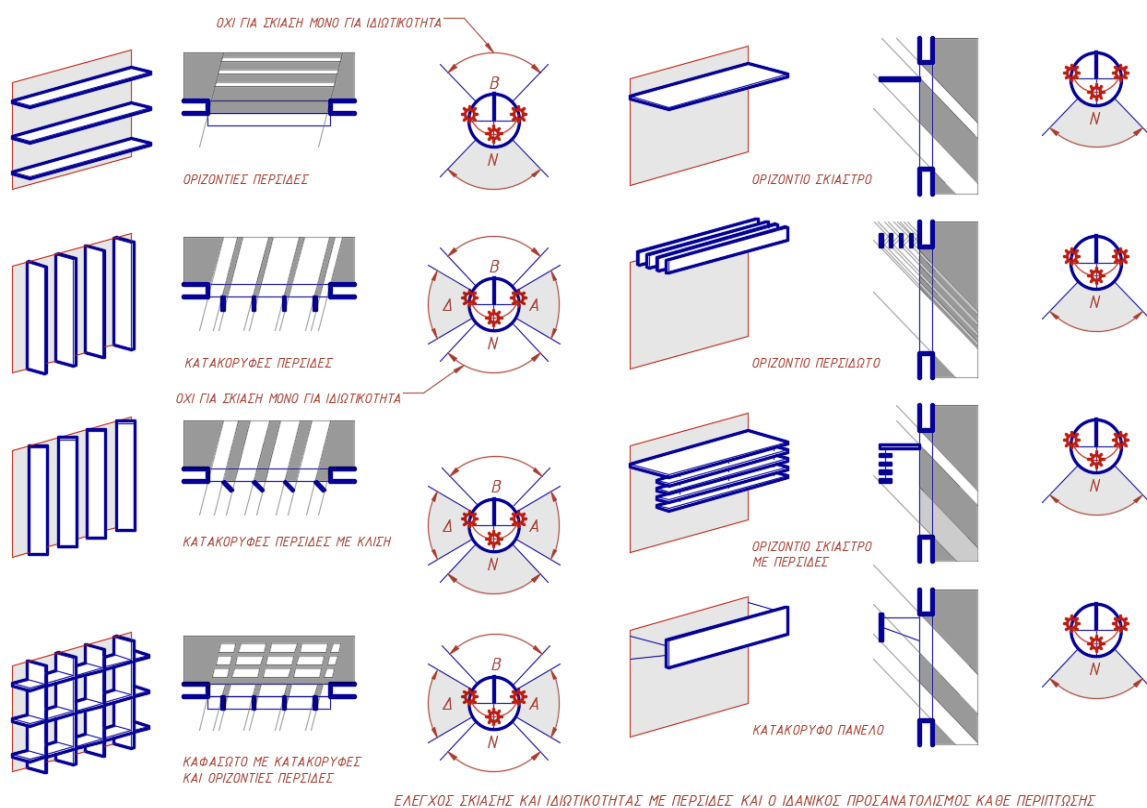
Σχέδιο 4.46

Αστρονομικά στοιχεία που καθορίζουν τον ηλιασμό σε έναν τόπο ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος.

4.3.2. Τυπολογία και τεχνικές σκίασης

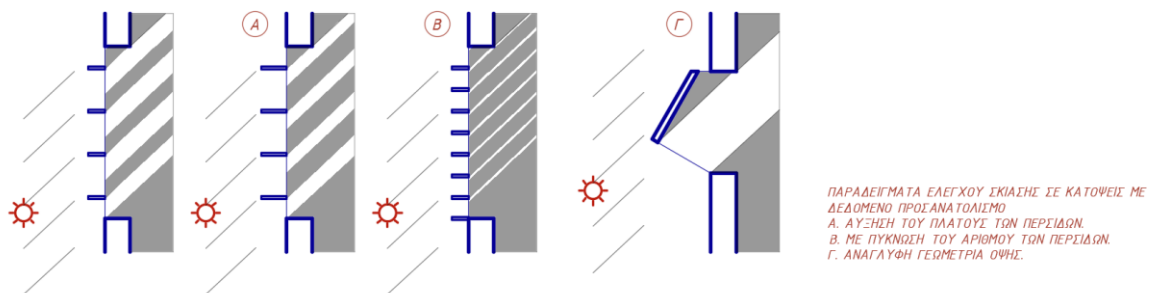
Τα συστήματα που χρησιμοποιούμε ως εργαλεία για τον έλεγχο σκίασης των όψεων προσφέρουν ελεγχόμενη θέα προς τα έξω και εξασφαλίζουν επίσης την επιθυμητή ιδιωτικότητα στους χώρους.

- **Οριζόντια στέγαστρα** έχουν νόημα μόνο στις **νότιες πλευρές** του κτιρίου για τη σκίαση, ενώ είναι απολύτως άχρηστα σε κάθε άλλο προσανατολισμό όπου, όμως, μπορούν να τοποθετηθούν μόνο για την προστασία από τη βροχή.
- Με **οριζόντιες περσίδες** προστατεύονται αποτελεσματικά οι όψεις στον **Νότο**.
- **Κατακόρυφες περσίδες**, αλλά και άλλα **κατακόρυφα στοιχεία** σκίασης, όπως **τοιχία** κάθετα στον τοίχο της όψης, προστατεύουν μόνο από τον χαμηλό Ήλιο της Ανατολής ή της Δύσης. Γενικά ο έλεγχος της Δύσης είναι κρίσιμος γιατί ο Ήλιος είναι πολύ χαμηλά και το καλοκαίρι η ημέρα έχει πολύ μεγάλη διάρκεια, με αποτέλεσμα να θερμαίνεται το εσωτερικό των χώρων καθιστώντας τους αφόρητους.



Σχέδιο 4.47 Τυπολογία και μέθοδοι ελέγχου σκίασης όψης ανάλογα με τον προσανατολισμό της.

Η απόσταση μεταξύ των περσίδων είναι αντικείμενο υπολογισμού της επιθυμητής σκίασης ανάλογα με τον τόπο, δηλαδή με το γεωγραφικό πλάτος, την εποχή του έτους, την ώρα της ημέρας. Όπως φαίνεται και στα σχήματα, το πλάτος των περσίδων καθορίζει και την πυκνότητά τους.

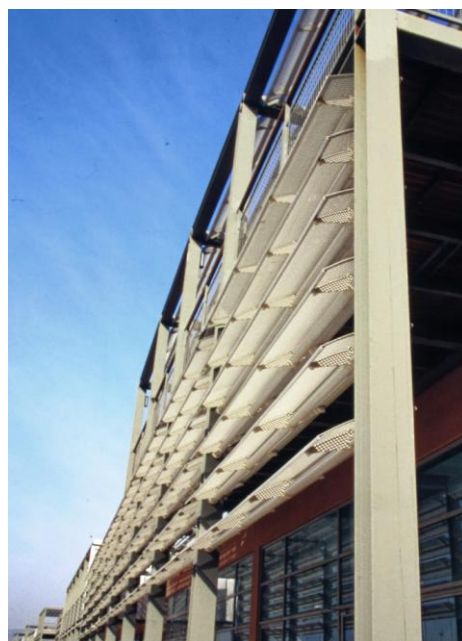


Σχέδιο 4.48 Ενδεικτικές περιπτώσεις σε κάτοψη διαχείρισης στοιχείων ελέγχου της σκίασης.

Τα κατακόρυφα συστήματα προστασίας της όψης είναι λεπτές διάτρητες επιδερμίδες αναρτημένες με ορθοστάτες στην όψη του κτιρίου. Οι επιδερμίδες αυτές μπορεί να ανήκουν σε διάφορες κατηγορίες, όπως:

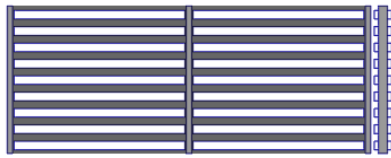
- **Κατακόρυφες ή οριζόντιες περσίδες**, σταθερές ή περιστρεφόμενες, συνήθως από αλουμίνιο κοίλης διατομής ή ξύλο μόνον από σκληρή τροπική ξυλεία ώστε να εξασφαλίζεται η αντοχή τους στον χρόνο με ελάχιστη ή καθόλου συντήρηση.
- **Πανέλα μεταλλικά** συνήθως από αλουμίνιο με διαφορετικού βαθμού διατρήσεις ή σχέδια τοποθετημένα παράλληλα με την όψη σε κατακόρυφους ορθοστάτες. Αυτά μπορεί να είναι σταθερά ή συρόμενα στην όψη. Η κοπή ή η χάραξη γίνεται με CNC. Έχουν δεδομένα μεγέθη φύλλων και δημιουργούν στην όψη κάρναβο με αρμούς.
- **Πανέλα** συνήθως σε ύψος ορόφου, από διάφορα υλικά με διαφορετικό βαθμό διάτρησης, **συρόμενα** στην όψη πάνω σε οριζόντιους οδηγούς ή και σταθερές περσίδες, συνήθως με μεταλλικό πλαίσιο.

Όλα τα συστήματα απαιτούν έναν φέροντα σκελετό, ο οποίος αποτελείται συνήθως από ορθοστάτες σε κάρναβο που είναι στερεωμένοι στην όψη.

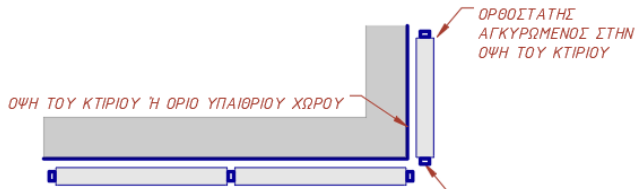


Εικόνες 4.30, 4.31 Κέντρο τύπου στο Στάδιο Τάε-Κβον-Ντο στο Παλαιό Φάληρο. Διάτρητες σταθερές μεταλλικές περσίδες σκίασης στην όψη του κτιρίου. Αρχιτέκτονας Θ. Παταγιάννης και συνεργάτες, Πειραιάς 2004.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΚΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΟΨΕΩΝ.

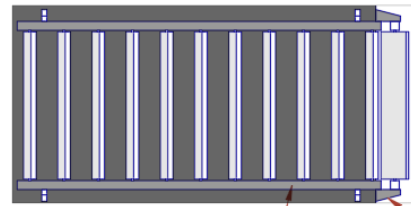


ΟΨΗ ΠΕΡΣΙΔΩΝ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ



1. ΠΕΡΣΙΔΕΣ, ΣΤΑΘΕΡΕΣ Ή ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΕΣ ΑΠΟ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΥΛΙΚΟ.

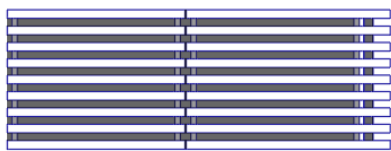
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΓΩΝΙΑΣ ΜΕ ΔΙΠΛΟΥΣ ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ



ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΣΤΕΡΕΩΜΕΝΟΣ ΣΤΗΝ ΟΨΗ ΣΕ ΣΗΜΕΙΑΚΟΥΣ ΑΠΟΣΤΑΤΕΣ



2. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΑΠΟ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΥΛΙΚΟ, ΣΤΑΘΕΡΕΣ Ή ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΕΣ.

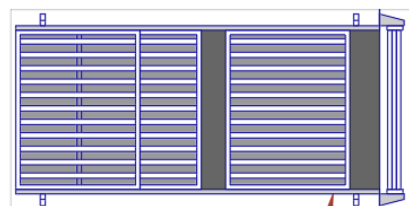


3. ΟΨΗ ΠΕΡΣΙΔΩΝ ΜΠΡΟΣΤΑ ΑΠΟ ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ, ΥΛΙΚΟ ΚΥΛΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΚΕΡΑΜΙΚΑ.

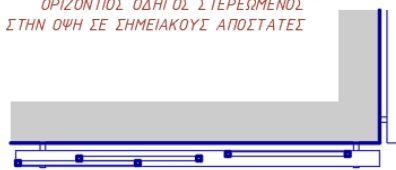


5. ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΑΠΟ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΥΛΙΚΟ, ΣΥΝΗΘΩΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ.

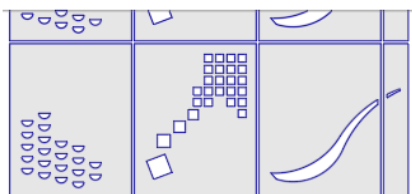
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΓΩΝΙΑΣ ΜΕ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ Ή ΚΑΙ "ΦΑΛΤΣΟΚΟΨΙΜΟ" ΤΩΝ ΠΕΡΣΙΔΩΝ.



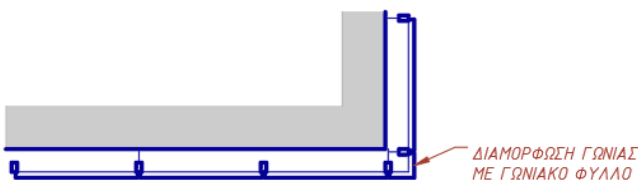
ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΣΤΕΡΕΩΜΕΝΟΣ ΣΤΗΝ ΟΨΗ ΣΕ ΣΗΜΕΙΑΚΟΥΣ ΑΠΟΣΤΑΤΕΣ



6 ΠΑΝΕΛΑ ΣΥΡΟΜΕΝΑ ΜΕ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ Ή ΞΥΛΙΝΕΣ, ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΦΥΛΛΑ ΜΕ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΔΙΑΤΡΗΣΗ Ή ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΠΛΕΓΜΑΤΑ.



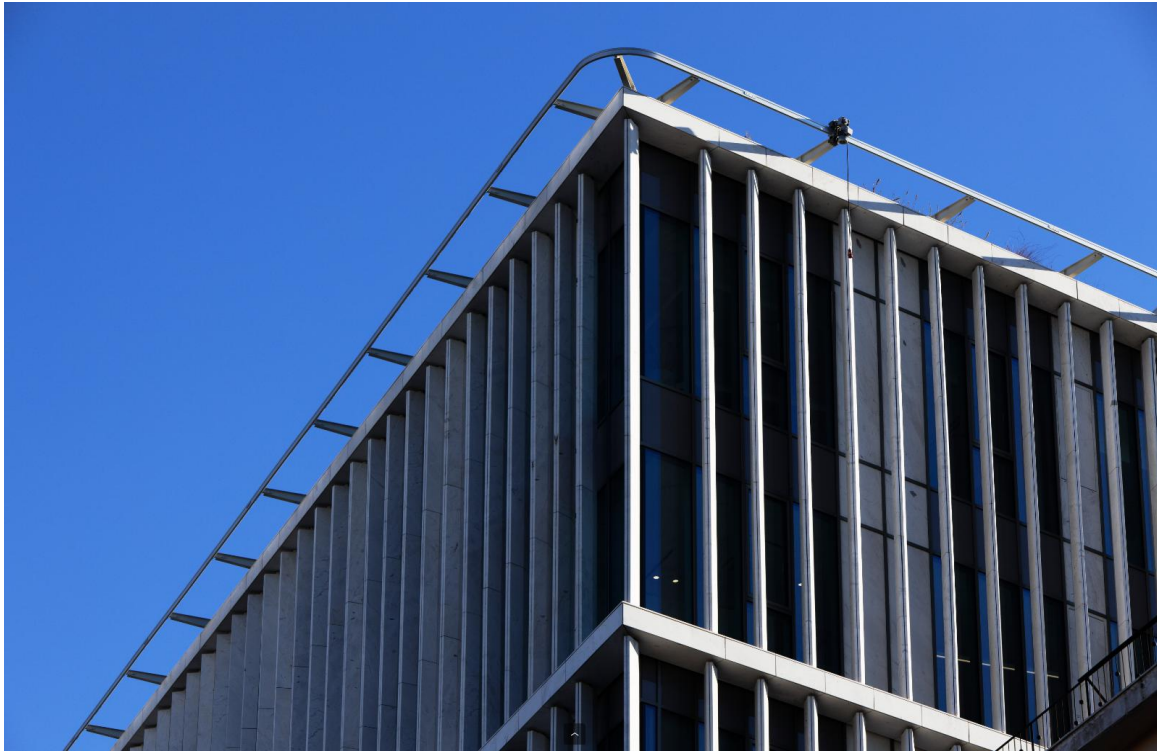
4. ΟΨΗ ΜΕ ΔΙΑΤΡΗΤΑ ΠΑΝΕΛΑ ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΑ ΑΠΟ ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ



7. ΠΑΝΕΛΑ ΣΤΑΘΕΡΑ, ΣΥΝΗΘΩΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ, ΜΕ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΔΙΑΤΡΗΣΗ Ή ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΠΛΕΓΜΑΤΑ.

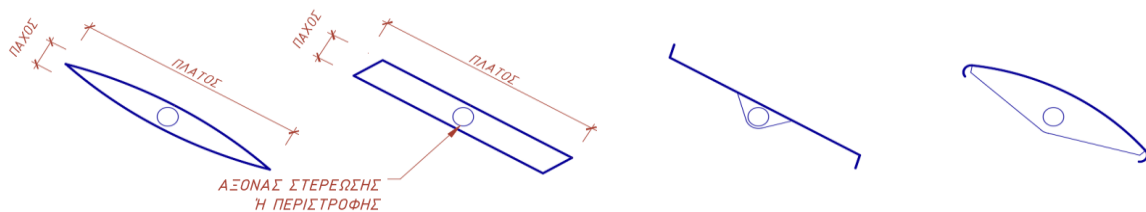
Σχέδιο 4.49

Σχεδιαστικές αρχές ενδεικτικών συστημάτων σκίασης όψεων.



Εικόνα 4.32 Κτίριο γραφείων. Εξωτερικές κατακόρυφες περσίδες σκίασης της όψης. Αρχιτέκτονες Bennetts Associates και Divercity Architects, Αθήνα 2022.

Οι περσίδες, ειδικά οι οριζόντιες, ανάλογα με το μήκος τους, πρέπει να εξασφαλίζουν ένα ικανό πάχος ώστε να μην παραμορφώνονται από την κάμψη ειδικά επειδή είναι σε οριζόντια θέση. Ένα προφανές σχήμα είναι αυτό της ατράκτου, που προσφέρει μεγάλο πάχος στο μέσον και παράλληλα καταλήγει σε ακμές που δείχνουν ραδινές. Εναλλακτικά, διατομές «στρατζαριστές» που αποκτούν νευρώσεις εξασφαλίζουν ακαμψία στο σχήμα.



ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΩΝ ΠΕΡΣΙΔΩΝ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΞΑΣΦΑΛΙΖΕΙ ΑΝΤΟΧΗ ΑΠΟ ΚΑΜΠΤΙΚΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ

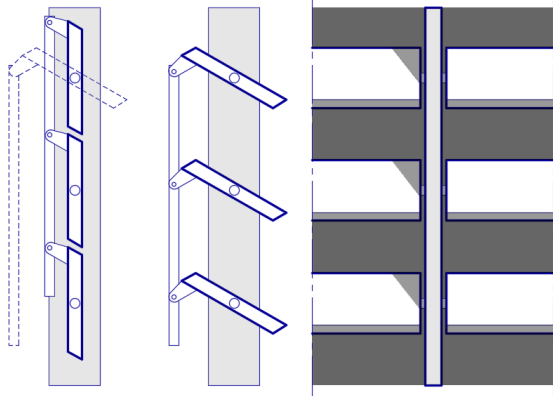
Σχέδιο 4.50 Ενδεικτική τυπολογία μεταλλικών ή αλουμινένιων περσίδων σκίασης σε τομή.

Γενικά, ως μνημονικός κανόνας κατά τον σχεδιασμό ισχύει ότι το πλάτος μιας μεταλλικής ή αλουμινένιας περσίδας σε αναλογία με το μήκος της, πρέπει να είναι περίπου:

$$\frac{\text{Πλάτος περσίδας}}{\text{Μήκος περσίδας}} \approx \frac{1}{10}$$

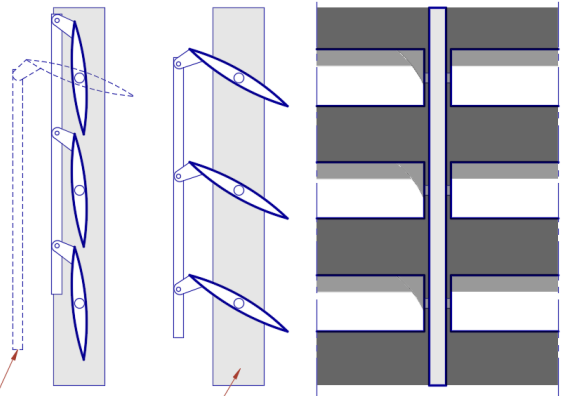
Έτσι, εάν σχεδιάζουμε μια όψη με ορθοστάτες ανά 300 cm και περσίδες ανάλογου μήκους, τότε το πλάτος των περσίδων πρέπει να είναι περίπου 30 cm. Προφανώς το πάχος της περσίδας, εκ κατασκευής, θα είναι το αντίστοιχο.

ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΣΚΙΕΣ ΣΤΗΝ ΟΨΗ ΓΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΗ ΚΛΙΣΗ.



ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ Ή ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ.

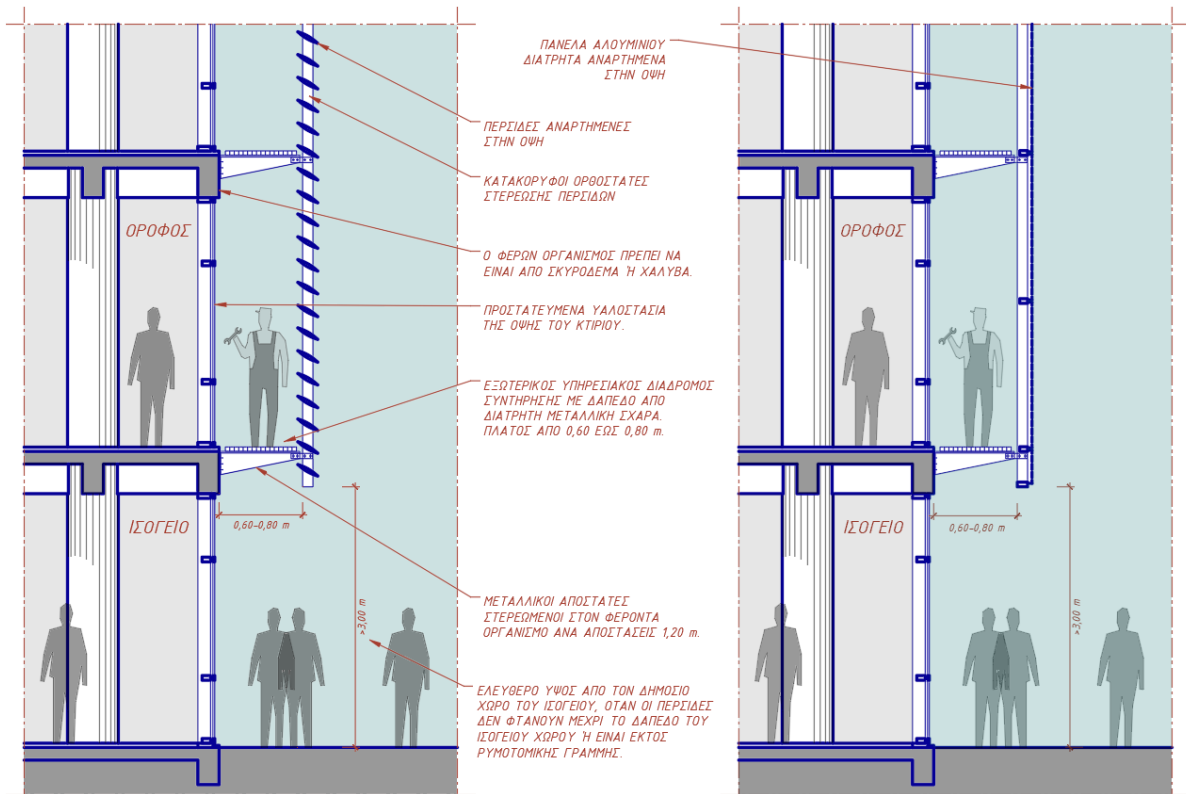
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΑΤΡΑΚΤΟΕΙΔΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΣΚΙΕΣ ΣΤΗΝ ΟΨΗ ΓΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΗ ΚΛΙΣΗ.



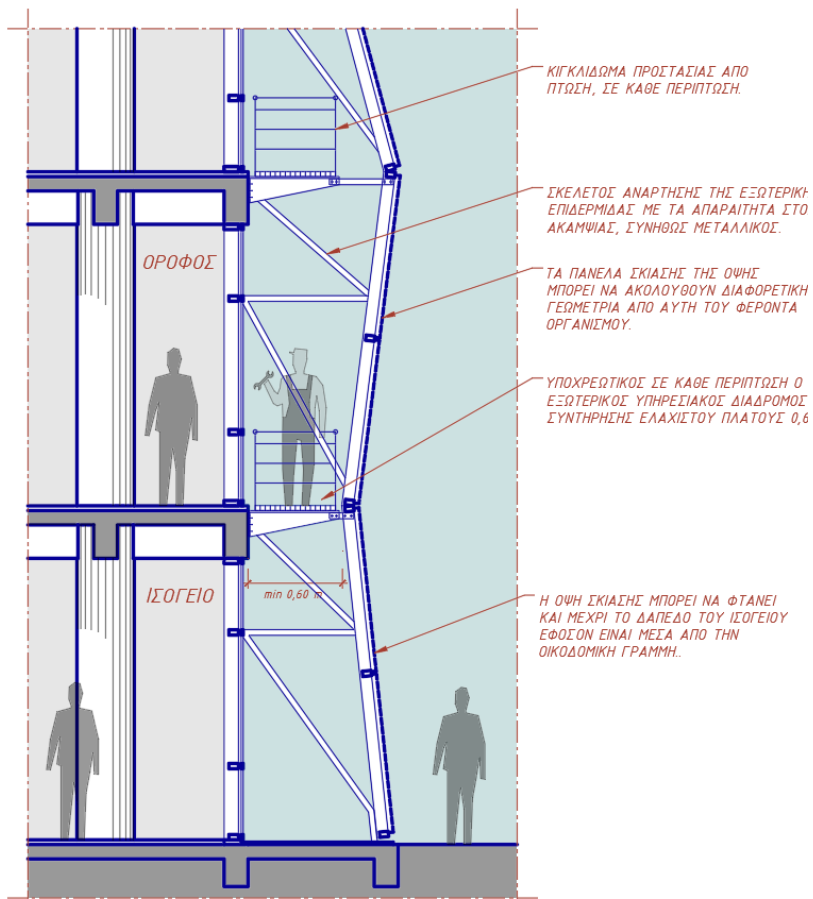
ΟΡΘΟΣΤΑΤΗΣ

Σχέδιο 4.51 Ενδεικτικά συστήματα μηχανισμού περιστροφής περσίδων σκίασης.

Όλα τα συστήματα απαιτούν φέροντα σκελετό, ο οποίος αποτελείται συνήθως από ορθοστάτες σε κάρναβο που είναι στερεωμένοι στην όψη. Όταν δημιουργούμε μια **επιδερμίδα σκίασης**, σημαίνει ότι έχουμε εκτεταμένες **επιφάνειες υαλοστασίων**. Είναι πολύ σημαντικό να εξασφαλιστεί η δυνατότητα εξωτερικού καθαρισμού αυτών των υαλοστασίων. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, συνήθως οι επιδερμίδες στερεώνονται σε απόσταση 60 έως 80 cm από την επιφάνεια των υαλοστασίων και σε κάθε όροφο δημιουργείται ένας υπηρεσιακός διάδρομος, ο οποίος δεν είναι προσπελάσιμος από τους ενοίκους, αλλά μόνον από τα εντεταλμένα συνεργεία καθαρισμού.



Σχέδιο 4.52 Τοποθέτηση συστημάτων σκίασης σε απόσταση από την επιδερμίδα του κτιρίου.



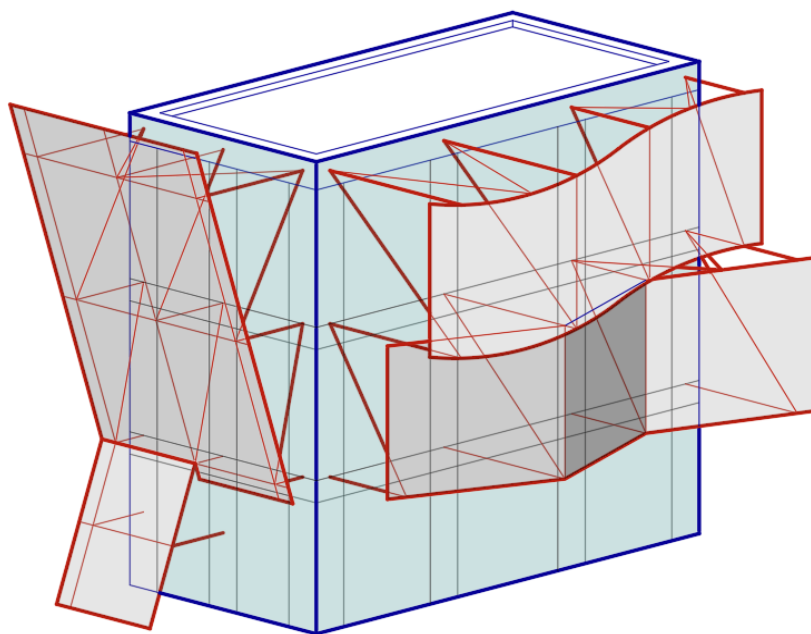
Σχέδιο 4.53

Τοποθέτηση συστημάτων σκίασης σε απόσταση από την επιδερμίδα του κτιρίου.



Εικόνα 4.33

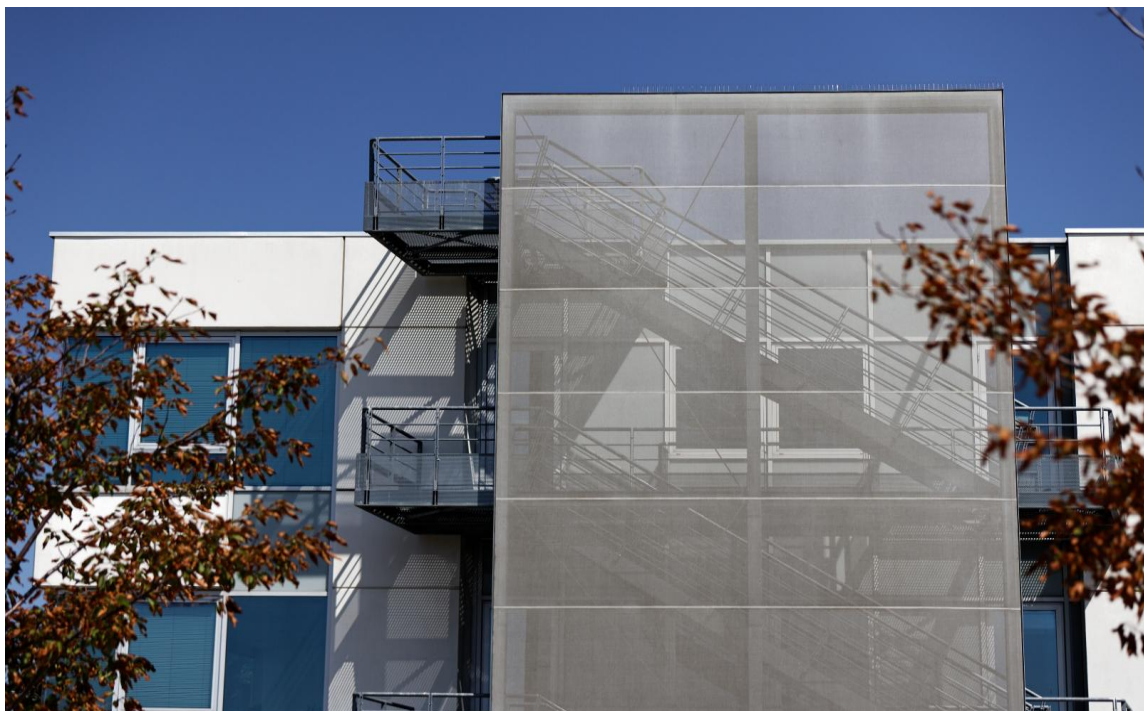
Κτίριο ΤΣΜΕΔΕ. Εξωτερικές μεταλλικές περσίδες σκίασης στην οροφή του κτιρίου για τον έλεγχο σκίασης του εσωτερικού αιθρίου. Αρχιτέκτονες Α. Δημοπούλου, Κ. Σαΐτη, Γ. Σταθόπουλος, Α. Χριστοδουλέα, στατικά Ε. Γιαννουλάκης, Αθήνα 2013.



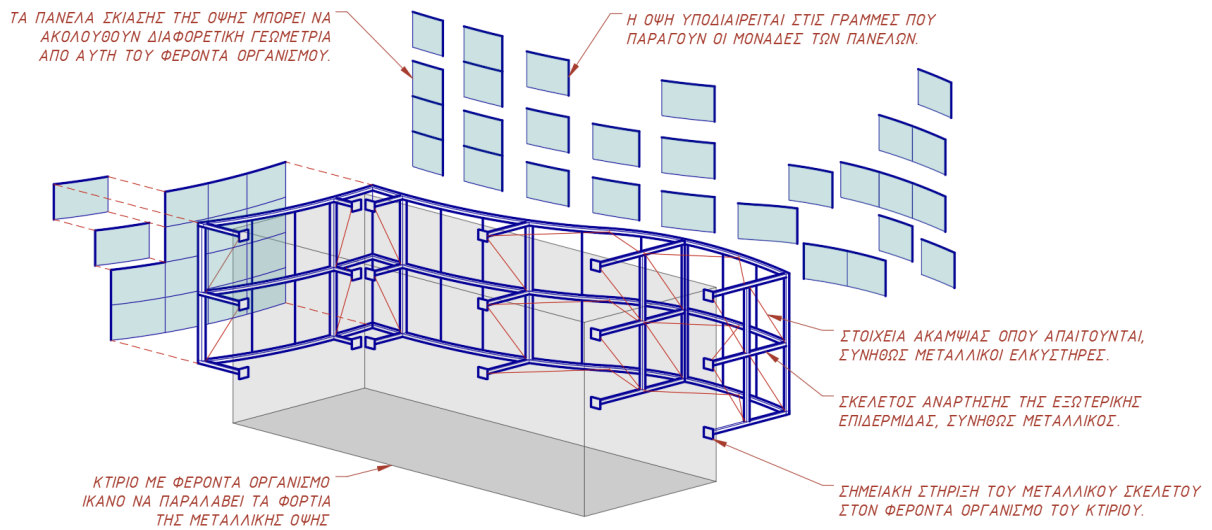
ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΜΕΡΙΚΩΝ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΜΟΝΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑΣ ΣΚΙΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΨΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΕΣ, ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΗ ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ

Σχέδιο 4.54

Ενδεικτική τοποθέτηση συστημάτων σκίασης σε απόσταση από την επιδερμίδα του κτιρίου.



Εικόνα 4.34 Διάτρητο πέτασμα αναρτημένο στην όψη κτιρίου. Κτίριο γραφείων στη Λυών.



Σχέδιο 4.55

Ενδεικτική τοποθέτηση συστημάτων σκίασης σε απόσταση από την επιδερμίδα του κτιρίου.



Εικόνα 4.35 Κτίριο γραφείων. Εξωτερικές κατακόρυφες γυάλινες περσίδες αναρτημένες από μεταλλικά δικτυώματα σε απόσταση από το κτίριο. Ο έλεγχος σκίασμού γίνεται με τα μεταξοτυπικά εκτυπωμένα γεωμετρικά σχέδια που επιτρέπουν να περάσει στο εσωτερικό το 70% του ηλιακού φωτός. Αρχιτέκτονας Α. Τομπάζης, στατικά Γ. Παρηγόρης, Αθήνα 1998.

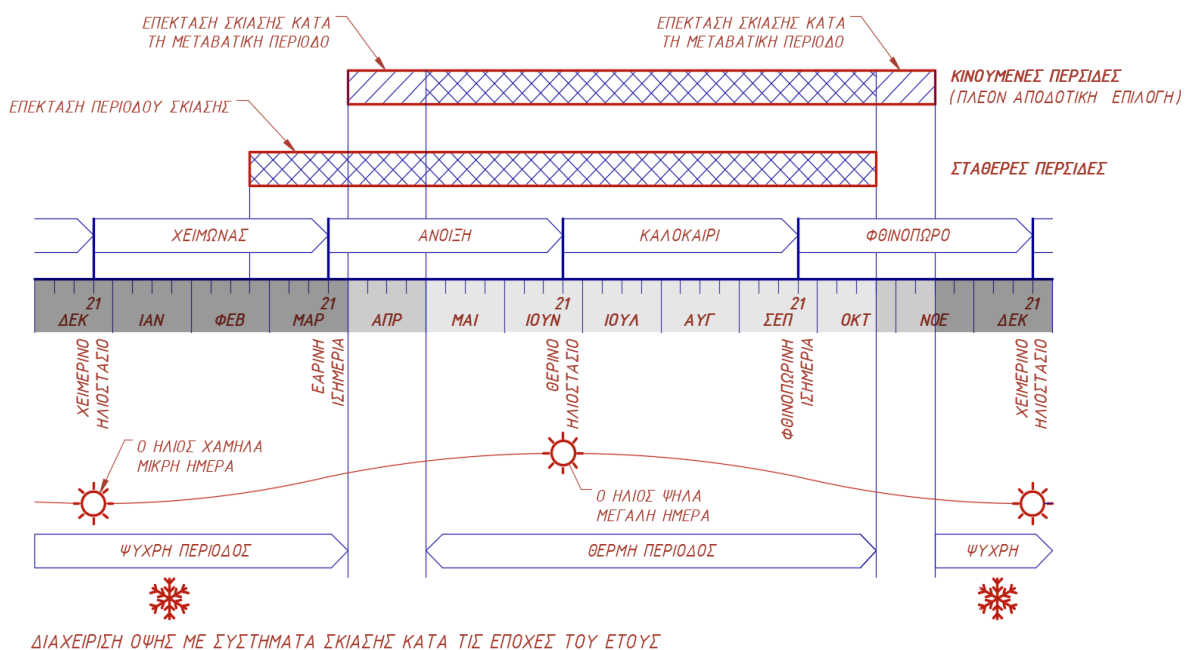
4.3.3. Η γεωμετρία του σκιασμού

Κατά τον σχεδιασμό είναι πολύ σημαντικό να μπορούμε να υπολογίσουμε την πρόσπτωση των ηλιακών ακτίνων για τον σχεδιασμό συστημάτων προστασίας.

Πρέπει να γνωρίζουμε το γεωγραφικό πλάτος, τον ακριβή προσανατολισμό της όψης και να αποφασίσουμε, με βάση τα κλιματικά δεδομένα, ποιες εποχές του έτους και ώρες της ημέρας θέλουμε να προστατεύσουμε την όψη από την απευθείας πρόσπτωση των ηλιακών ακτίνων.

Η αρχιτεκτονική είναι το «επιδέξιο, σωστό και θαυμαστό παίξιμο των όγκων που συμπλέκονται κάτω από το φως».

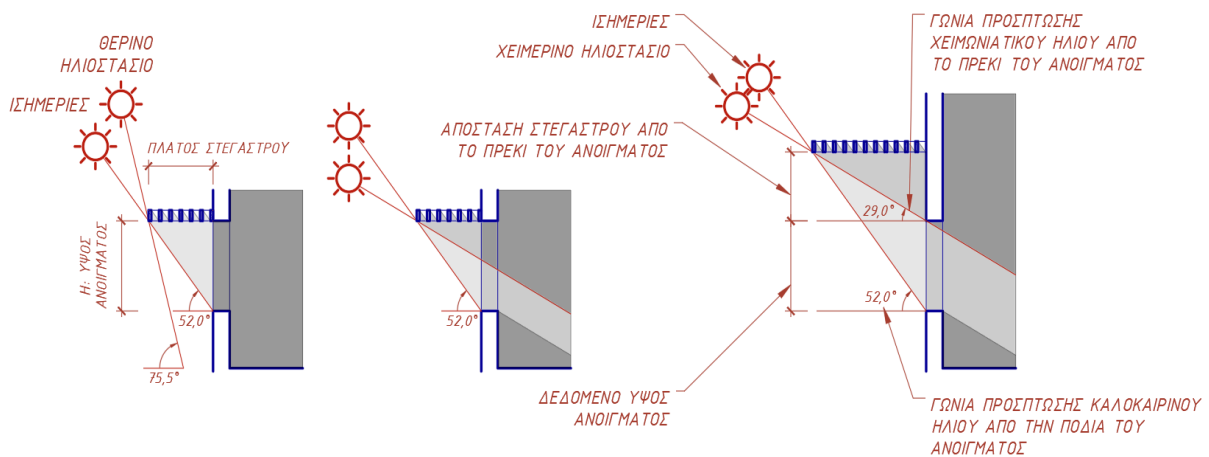
Le Corbusier, Για μία αρχιτεκτονική.



Σχέδιο 4.56

Αρχές διαχείρισης συστημάτων ελέγχου σκίασης της όψης, ανάλογα με τις εποχές του έτους.

Είναι προφανές, με βάση τα όσα αναφέραμε αλλά και από την εμπειρία μας, ότι πρέπει σχεδόν πάντοτε να αποτρέπουμε από πρόσπτωση τον δυτικό ήλιο και στον Νότο να προστατεύουμε την όψη κατά τους θερμούς μήνες, δηλαδή στο διάστημα από το τέλος Μαρτίου έως το τέλος Σεπτεμβρίου.



ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΛΑΤΟΥΣ ΣΤΕΓΑΣΤΡΟΥ ΣΚΙΑΣΗΣ ΓΙΑ ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ ΣΤΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ.

- ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ.
- Ο ΗΛΙΟΣ ΕΙΝΑΙ ΕΠΙΘΥΜΗΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ.

Σχέδιο 4.57 Γεωμετρική διαχείριση οριζόντιων σταθερών συστημάτων σκίασης για αποτελεσματικό έλεγχο του Ήλιου.

Για δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό, επειδή ο Ήλιος είναι χαμηλά, η προστασία γίνεται με κατακόρυφα πετάσματα ή περσίδες ενώ στον Νότο χρειάζονται οριζόντια στεγάστρα ή οριζόντιες περσίδες. Οι τύποι για το ύψος της σκιάς (h) οριζώντιου στεγάστρου, με δεδομένο πλάτος (D) του οριζώντιου στεγάστρου ή το πλάτος της σκιάς (w) που δημιουργεί ένα κατακόρυφο πέτασμα επίσης πλάτους (D), καθώς και η προβολή της γωνίας του ήλιου κάθετα στον τοίχο, δίνονται από το ακόλουθο τυπολόγιο:

$$h = D \times \frac{D \times \varepsilon\varphi(\alpha)}{\sigma\upsilon\nu((\pm\gamma_s) - (\pm\gamma_w))}$$

$$w = D \times \varepsilon\varphi((\pm\gamma_s) - (\pm\gamma_w))$$

$$\gamma = \tau\omicron\xi\varepsilon\varphi\left(\frac{\varepsilon\varphi(\alpha)}{\sigma\upsilon\nu((\pm\gamma_s) - (\pm\gamma_w))}\right)$$

α : Κατακόρυφη γωνία του Ήλιου.

γ_s : Αζιμούθιο Ήλιου, (+) δυτικά του μεσημβρινού, (-) ανατολικά του μεσημβρινού.

γ_w : Αζιμούθιο παραθύρου, (+) δυτικά του μεσημβρινού, (-) ανατολικά του μεσημβρινού.

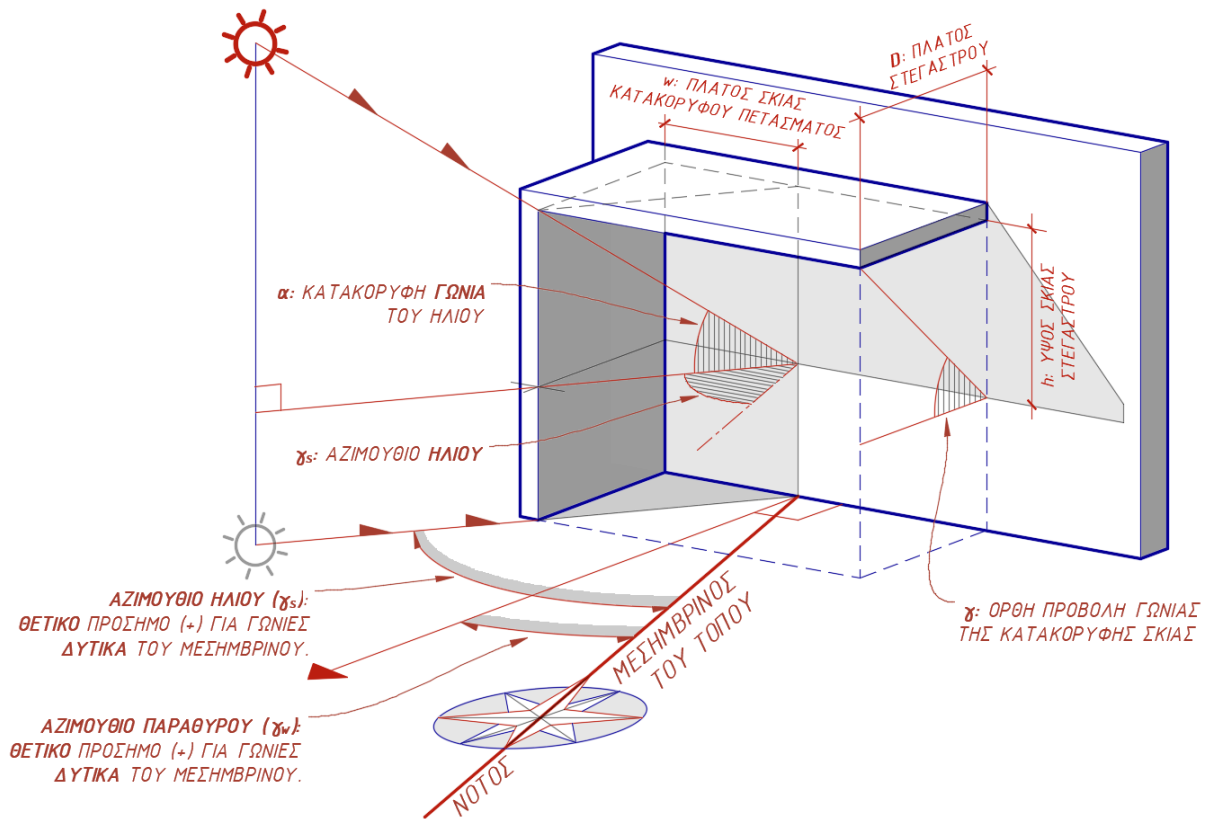
γ : Κατακόρυφη προβολή γωνίας σκιάς κάθετα στον τοίχο.

h : Κατακόρυφο ύψος σκιάς οριζώντιου στεγάστρου.

w : Οριζόντιο πλάτος σκιάς του κατακόρυφου πετάσματος.

D : Πλάτος του οριζώντιου στεγάστρου ή του κατακόρυφου πετάσματος.

Τόσο το οριζόντιο στέγαστρο όσο και το κατακόρυφο πέτασμα νοούνται κάθετα στο επίπεδο του τοίχου.



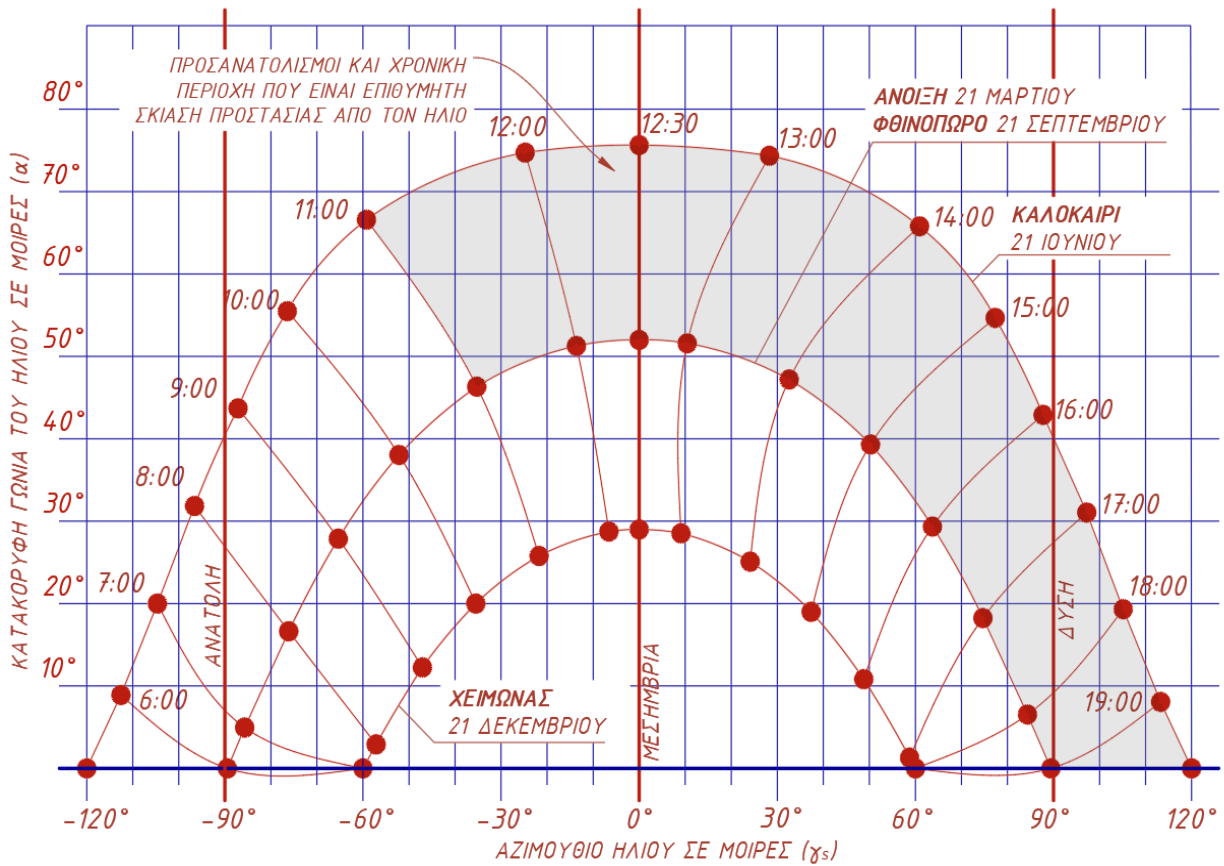
Σχέδιο 4.58

Προσδιορισμός γεωμετρίας οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων σκίασης ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, το κτίριο και τον προσανατολισμό της όψης.

Γενικά η ακρίβεια των υπολογισμών είναι πολλές φορές υπερβολική και οι διαφορές που προκύπτουν είναι της τάξης μερικών εκατοστών στις διαστάσεις των στεγαστρων.

Υπάρχουν ειδικά προγράμματα για τον προσδιορισμό της σκίασης με τριδιάστατα μοντέλα.

Επίσης, ως γενικός κανόνας, μια προσέγγιση προσανατολισμού $\pm 15^\circ$ είναι ικανοποιητική για την προμελέτη.



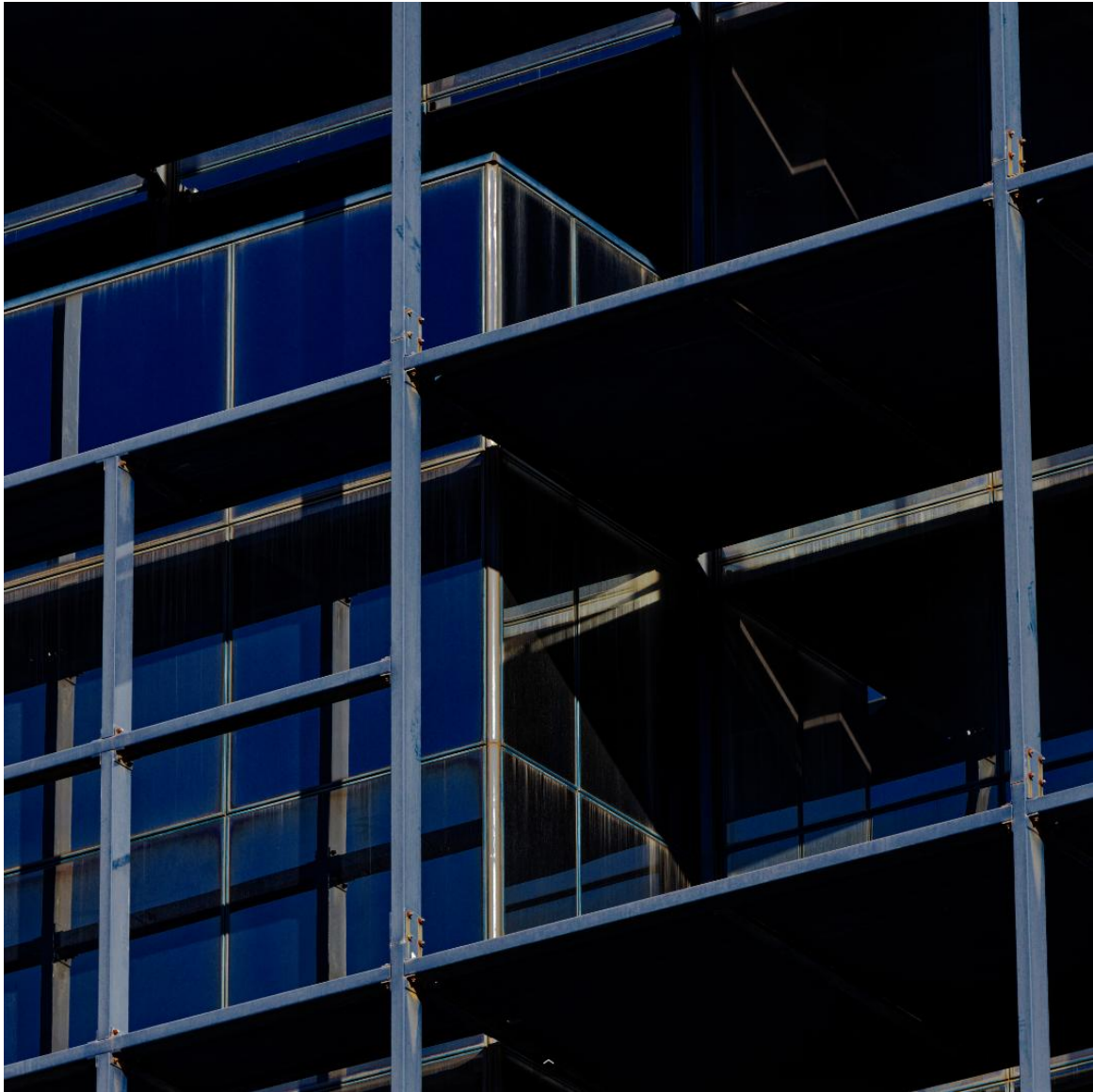
ΤΡΟΧΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ, 38° ΒΟΡΕΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ, 24° ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ
 ΠΗΓΗ: ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010

Σχέδιο 4.59

Οι ημερήσιες θέσεις του Ήλιου κατά τη διάρκεια του έτους για το γεωγραφικό πλάτος και μήκος της Αθήνας. (Πηγή: Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ. 20701-3/2010, σ. 75).

Στο διάγραμμα φαίνεται το ύψος του Ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας σε όλες τις εποχές του έτους. Προσοχή στο πρόσημο του ηλιακού αζιμούθιου, που χρησιμοποιείται στους τύπους όχι μόνο για τη θέση του Ήλιου, αλλά και για τον προσανατολισμό του κτιρίου.

Ανατολικά του μεσημβρινού του τόπου οι τιμές είναι αρνητικές και δυτικά θετικές.



Εικόνα 4.36

Κτίριο γραφείων με εξωτερικό κατακόρυφο σύστημα μεταλλικών στοιχείων σκίασης σε αυστηρό κάρναβο, τα οποία προστατεύουν τα υαλοπετάσματα της όψης. Αρχιτέκτονας Α. Τομπάζης, Αθήνα 1995.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Boake, T.M. (2015). *Architecturally Exposed Structural Steel*. Basel: Birkhäuser.
- Brookes, A., & Meijs, M. (2008). *Cladding of Buildings*. Oxon: Taylor and Francis.
- Crosbie, M. (2005). *Curtain Walls*. Basel. Birkhäuser.
- Deplazes, A. (2005). *Constructing Architecture, Materials Processes Structures, A Handbook*. (A. Deplazes, Ed.) Bessel: Birkhäuser.
- Herzog, T., Krippner, R., & Lang, W. (2004). *Facade Construction Manual*. Basel: Birkhäuser.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., & Auer, T. (2007). *Facades, Principles of Construction*. Basel: Birkhäuser.
- Pfeifer, G., Ramcke, R., Achtziger, J., & Zilch, K. (2001). *Masonry Construction Manual*. Munich: Institut für Internationale Architektur_Dokumentation.
- Reichel, A., Ackermann, P., Hentschel, A., & Hochberg, A. (2007). *Building with Steel, Details, Principles, Examples*. Basel: Birkhäuser.
- Souder, C. (2015). *Temporary Structure Design*. New Jersey: Wiley.
- Thallon, R. (2008). *Graphic Guide to Frame Construction*. Newtown: The Taunton Press.
- Vandenberg, M. (1998). *Cable Nets*. Sussex: Wiley.
- Weiler, S.K., & Scholz-Barth, K. (2009). *Green Roof Systems, a Guide to the Planting, Design and Construction of Landscapes over Structure*. New Jersey: Wiley.

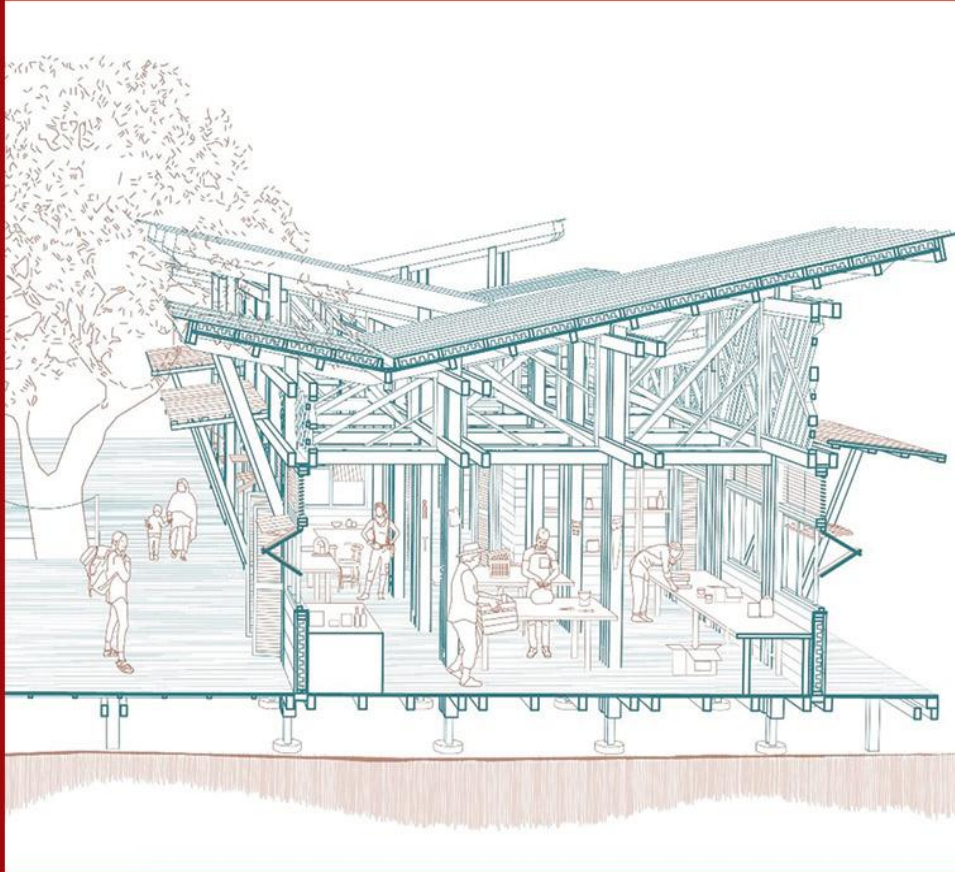
Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- Silver, P., McLean, W., & Whitsett, D. (2008). *Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Αθανασόπουλος, Χ. (2007). *Κατασκευή Κτιρίων, Σύνθεση και Τεχνολογία*. Αθήνα: Αθανασόπουλος.
- Βογιατζάκη, Κ. (2011). *Οικολογική Αρχιτεκτονική με Εναλλακτικά Υλικά Δόμησης και η Περιβαλλοντική τους Αξιολόγηση* (Μεταπτυχιακή Διατριβή ed.). Ξάνθη: ΔΠΘ Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος.
- Τσινίκας, Ν. (2001). *Αρχιτεκτονική Ενάντια στη Βαρύτητα*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Τσινίκας, Ν. (2016). *Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Ιστοσελίδες

- ΤΕΕ. «Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ». Τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 2022. <https://web.tee.gr/d-e-k-a-d/tmima-epistimonikoy-kai-anaptyxiakoy-ergoy/totee/>

Μέρος Β



Η εικόνα είναι από την διπλωματική των Εμμανουέλα Μαθιουδάκη και Στερεή Σκαρμαλιωράκη η οποία παρουσιάστηκε τον Ιούλιο του 2021. Το θέμα της είναι πειραματική κοινότητα τεχνών «ahangama craft jala», στη νότια Σρι Λάνκα μετά από την εμπειρία και έρευνα του τόπου κατά την εκεί παραμονή και εργασία τους.

Στόχος ήταν η δημιουργία μιας πειραματικής κοινότητας που αναπτύσσει ένα δημιουργικό διάλογο εγγραφής του αρχιτεκτονικού έργου στο περιβάλλον του. Επιλέγεται ένα κατασκευαστικό δομικό σύστημα που προσαρμόζεται στις ανάγκες των λειτουργιών και αξιοποιεί τις πλούσιες

πρώτες ύλες ξυλείας και τα άλλα φυσικά και ανακυκλώσιμα υλικά όπως το άχυρο και τα φοινικόφυλλα, όπου η μορφή συνυφαίνεται με τα χαρακτηριστικά του τόπου και τις ιδιαίτερες τροπικές κλιματικές συνθήκες. Η γλώσσα σχεδιασμού διαρθρώνεται σε τρία βασικά μέρη μια ενιαία πλατφόρμα κίνησης, διαπνεόμενες κάθετες επιφάνειες και επικλινείς στέγες.

Πρόσθεση υπήρξε η δημιουργία ενός ολιστικού σχεδιαστικού λεξιλογίου που εκτός από τα κλιματικά και περιβαλλοντικά δεδομένα, λαμβάνει υπόψη τα παραδοσιακά μοτίβα, τα πολιτιστικά χαρακτηριστικά και τις λειτουργικές ανάγκες μιας κοινότητας.

Κεφάλαιο 5. Υλικά Δόμησης

Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στα κοινά δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή, εξετάζονται οι φυσικές τους ιδιότητες και οι ειδικές απαιτήσεις για την επιλογή τους, καθώς και η κατηγοριοποίησή τους ανάλογα με το είδος τους και τη συμβατότητα μεταξύ τους. Εξετάζονται θέματα παραγωγής, επεξεργασίας και μορφοποίησης και επίσης αναλύεται η συμβατότητά τους με τον δομικό φορέα που μπορούν να υποστηρίξουν. Για τα περισσότερα υλικά δίνονται πίνακες με τις διαστάσεις στις οποίες είναι διαθέσιμα αυτήν τη στιγμή ως πρώτη ύλη στο εμπόριο. Ένα κρίσιμο ερώτημα είναι ο λόγος για τον οποίο θα πρέπει να μας ενδιαφέρουν όλες αυτές οι διαστάσεις. Η απάντηση είναι ότι παράγουν γραμμές στην κάτοψη, διαιρούν τον χώρο, τον οργανώνουν και του δίνουν αναλογίες, συμμετέχοντας ενεργά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.

Προαπαιτούμενη γνώση

Είναι απαραίτητη η γνώση αυτών που έχουν διδαχτεί κατά τα προηγούμενα έτη στα μαθήματα δομικής μηχανικής και δομήσιμων υλών.

5.1. Τα υλικά που χρησιμοποιούμε και οι φυσικές τους ιδιότητες, όρια και αντοχές

Όλα τα δομικά υλικά προέρχονται από τη φύση και επιλέγονται για την ικανότητά τους να συγκροτούν ένα κέλυφος που προσφέρει άνετη και ασφαλή διαβίωση στον άνθρωπο και τον προστατεύει από τις δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως οι ακραίες θερμοκρασίες και η βροχή, αλλά και από σεισμούς.

Κάποια υλικά τα παίρνουμε αυτούσια από το φυσικό περιβάλλον, τους λίθους για παράδειγμα και τα ξύλα· άλλα με καθαρισμό από περιττές προσμείξεις, για παράδειγμα τα μέταλλα· άλλα με χημική επεξεργασία, όπως τα συνθετικά υλικά που προέρχονται από τις κλασματικές αποστάξεις του πετρελαίου, και άλλα με μεταξύ τους αναμειξεις για βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων τους, όπως γίνεται με τα κράματα.

Τα υλικά που χρησιμοποιούμε στις κατασκευές θα πρέπει να ικανοποιούν ταυτόχρονα μια σειρά από κριτήρια, τα οποία είναι:

- η δυνατότητά τους να **μορφοποιούνται**, να παίρνουν κατάλληλο σχήμα,
- να **μεταφέρονται** και να **συναρμολογούνται** με ευχέρεια,
- να είναι ικανά για την **παραλαβή φορτίων**,
- να είναι **ανθεκτικά στις δυναμικές καταπονήσεις**,
- να **αντέχουν** στη φθορά του χρόνου με την έκθεση στο περιβάλλον,
- να είναι **οικονομική** η χρήση τους,
- να **αποκτούν ή να τους αποδίδεται συμβολικό περιεχόμενο** ανάλογα με το είδος και τη σημασία του κτιρίου.

Με την παρατήρηση αλλά και με την έρευνα επιλέγουμε και βελτιώνουμε τα υλικά για να τους δώσουμε τις ιδανικές ιδιότητες για την επιθυμητή κάθε φορά χρήση τους. Επομένως σημαντικό παράγοντα συνιστά το επίπεδο **τεχνολογικής εξέλιξης** του (εκάστοτε) πολιτισμού και η ικανότητά του να παράγει με οικονομικό τρόπο, αποτελεσματικά υλικά δομής με ελεγχμένες μηχανικές ιδιότητες. Είναι γνωστό ότι μέχρι τη Βιομηχανική Επανάσταση, μόνο το **ξύλο**, τα **τούβλα** και ο

λίθος ήταν διαθέσιμα υλικά σε ευρεία κλίμακα. Τα μέταλλα και τα κράματά τους, αλλά και το τσιμέντο, ήταν επίσης γνωστά από την αρχαιότητα. Ο **σίδηρος** και γενικά τα **μέταλλα** είχαν περιορισμένη διάδοση και χρησιμοποιούνταν στις κατασκευές κυρίως ως στοιχεία σύνδεσης ξύλινων και λίθινων μελών.

Με τη Βιομηχανική Επανάσταση μετά το 1760 μ.Χ. εμφανίζεται στο προσκήνιο ο **δομικός χάλυβας** και το **σκυρόδεμα** καθώς επίσης γίνεται ευκολότερη η παραγωγή του **γυαλιού** και η διάδοσή του στις κατασκευές. Η ανάγκη για λεπτομερείς και ακριβείς στατικούς υπολογισμούς για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών στις κατασκευές, δημιούργησε τη **Στατική επιστήμη** με τη σημερινή της μορφή.

Μετά το πρώτο τέταρτο του 20ού αιώνα εμφανίζονται δυναμικά στο προσκήνιο τα **συνθετικά υλικά** ως προϊόντα κλασματικής απόσταξης του πετρελαίου, μια τεχνολογία που διαρκώς εξελίσσεται. Εκτός από τη χρήση των πλαστικών ως **εξαρτημάτων στις κατασκευές** —κυρίως ως υλικών στεγάνωσης και θερμομόνωσης—, έχει αρχίσει η διάδοσή τους και στη δημιουργία **επιδερμίδων** από υλικά σε φύλλα και μεμβράνες όπως το ETFE. Επίσης, έχουν αναπτυχθεί ισχυρά συνθετικά υλικά, όπως τα ανθρακονήματα, με τεράστιες αντοχές, που σε ορισμένα κατασκευαστικά μέλη εκτοπίζουν ακόμη και τα μέταλλα.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε χωρίς υπερβολή ότι σήμερα το **σκυρόδεμα** με τη μάζα και τη στιβαρότητά του, μπορεί να θεωρηθεί ο βασιλιάς των κατασκευών και των τεχνικών έργων. Ο **χάλυβας** είναι ο βασιλιάς των ελαφρών κατασκευών, των υψηλών κτιρίων και των μεγάλων ανοιγμάτων. Το **ξύλο** ακολουθεί, συντηρητικά σε δυνατότητες, και εκφράζει την οικολογική δόμηση, ο **πηλός** για τις πολύ μικρές κλίμακας οικολογικές κατασκευές, ενώ τέλος τα **συνθετικά υλικά** για τις τολμηρές πειραματικές κατασκευές.

5.2. Λίθοι

Οι λίθοι είναι ένα από τα αρχαιότερα υλικά δόμησης που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, υπάρχουν στη φύση σε αφθονία και καλύπτουν ολόκληρο τον στερεό φλοιό, ενώ επάνω στο σώμα τους αποτυπώνουν τη γεωλογική ιστορία της γης. Ο λόγος που γίνεται αναφορά στη γεωλογική ιστορία των πετρωμάτων δεν είναι μόνο τεχνικός, αλλά και επειδή πιστεύουμε πως αυτή η γνώση ενσωματώνει έναν ισχυρό συμβολισμό που υπερβαίνει τη χρήση τους με μόνο κριτήριο αυτό της μορφής. Οι λίθοι έχουν χρησιμοποιηθεί για το κτίσιμο σε ολόκληρη την ιστορία της αρχιτεκτονικής και διακρίνονται σε τρεις βασικούς τύπους:

- Τα **πυριγενή** πετρώματα (*igneous rocks*) που αποτελούν το **95%** του στερεού φλοιού της γης και προήλθαν από μεγάλα βάθη κατά τη στερεοποίηση της ηφαιστειακής λάβας ή του μάγματος. Τέτοια πετρώματα είναι ο **γρανίτης**, ο **βασάλτης**, ο **διορίτης**, η **κίσηρη**.
- Τα **ιζηματογενή** πετρώματα (*sedimentary rocks*), που αποτελούν το υπόλοιπο **5%** του στερεού φλοιού της γης, εμφανίζονται συνήθως σε διάταξη κατά στρώσεις και σχηματίστηκαν με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:
 - Με **καθίζηση** και απόθεση ασβεστούχων, πυριτικών και άλλων διαλυμάτων στον πυθμένα θαλασσών ή λιμνών (χημικά ιζήματα): ο **γύψος** και ο **ανυδρίτης**.
 - Με **καθίζηση και απόθεση** προϊόντων της βιολογικής λειτουργίας του ζωικού ή φυτικού κόσμου (βιογενή ιζήματα): ο **δολομίτης** και ο **ασβεστόλιθος**.
 - Με **μεταφορά** με τον άνεμο, το νερό ή τους παγετώνες διαφόρων αποθέσεων (μηχανικά ιζήματα). Ανάλογα με το αν τα σώματα που αποτελούν τα μηχανικά ιζήματα έχουν συγκολληθεί μεταξύ τους ή όχι, τα πετρώματα αυτά διακρίνονται σε:

- **συμπαγή ή θραυσματογενή:** ο ψαμμίτης, ο φλύσσης και ο αργιλικός σχιστόλιθος.
 - **χαλαρά:** οι κροκάλες, η άμμος, ο άργιλος, η κιμωλία, οι ηφαιστειακές γαίες.
- Τα **μεταμορφωμένα** πετρώματα (*metamorphic rocks*) που προέρχονται από αλλοιώσεις των δύο προηγούμενων κατηγοριών λόγω της επίδρασης θερμότητας, υψηλών πιέσεων, χημικών δράσεων κλπ. Παρουσιάζουν σχιστότητα ανάλογη με αυτήν των ιζηματογενών, όπως ο **σχίστης** και ο **φυλλίτης** και κρυσταλλικό ιστό ανάλογο με αυτόν των πυριγενών, όπως ο **γνεύσιος**, το **μάρμαρο** και ο **μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος**.



Εικόνα 5.1 Επιφανειακό ορυχείο κοιτάσματος μπεντονίτη της Αγγεριάς στη Μήλο. Το κοίτασμα είναι προϊόν της ηφαιστειακής δραστηριότητας ηλικίας 2 έως 3 εκατομμυρίων ετών. Οι πολύχρωμοι γεωλογικοί σχηματισμοί περιλαμβάνουν λαχάρ (λασπορροές) των ηφαιστειών, ηφαιστειακά πετρώματα, ιζηματογενείς ασβεστολιθικές ενδιαστρώσεις με ορατά απολιθώματα (γαστερόποδα, δίθυρα) και μπεντονίτη με κίτρινα, πράσινα και μπλε χρώματα.

Για τον γρανίτη

Ο γρανίτης είναι το πιο κοινό πέτρωμα των ηπειρωτικών πλακών. Αρχικά ο **ωκεάνιος φλοιός** σχηματίζεται από **βασαλτικά** πετρώματα που έχουν στερεοποιηθεί από νωπό μάγμα διαρρέον από ρήγματα που απλώνονται στον βυθό της θάλασσας...

...Όταν οι **ήπειροι συγκρούονται**, σχηματίζεται το γρανιτικό μάγμα και ο **φλοιός σε αυτό το σημείο της** συγκλίνουσας πλάκας **συμπιέζεται** και **λιώνει** από τη μεγάλη υπερκείμενη οροσειρά κάτω από την οποία δημιουργείται. Ο γρανίτης είναι σκληρός και ανθεκτικός με χονδρόκοκκη υφή κρυστάλλων, που είχαν τον χρόνο να δημιουργηθούν καθώς το **πλούσιο σε πυρίτιο** υπόγειο μάγμα **ψύχονταν** και **στερεοποιούνταν** αργά.

Ένας όγκος γρανίτη, κατά τη διάρκεια του σχηματισμού του, είχε **στοιβαγμένα επάνω του τουλάχιστον 10 χιλιόμετρα βράχου**, που τώρα έχουν εξαφανιστεί μετά από τη **διάβρωση** που διήρκεσε για περισσότερο από **100 εκατομμύρια χρόνια...** ο γρανίτης και ο γνεύσιος, που σχηματίζονται από τη μεταμόρφωση του βασάλτη, έχουν **ηλικία 500 εκατομμυρίων ετών**.

Στη συνέχεια οι κορυφές των βουνών λιώνουν από την ανελέητη τριβή διάβρωσης του αέρα και του νερού. Στο εκτεταμένο πέρασμα του χρόνου, στη γεωλογική ιστορία του πλανήτη μας, ακόμη και η μεγαλύτερη οροσειρά διαλύεται κόκκο με τον κόκκο. Τα βουνά, στην κυριολεξία διαβρώθηκαν μέχρι τον πυρήνα τους, αποκαλύπτοντας την καρδιά τους από σκληρό γρανίτη, που ενσαρκώνει τη στιβαρότητα και τη μονιμότητα και που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο σε όλη την ιστορία του για να χτίσει εντυπωσιακά μνημεία.

(Dartnell, 2020 σ. 146)

Για την εξόρυξη των λίθων, εντοπίζονται επιφανειακές φλέβες με ομοιόμορφο υλικό, όπου και δημιουργούνται τα **λατομεία**. Οι λίθοι, εξαιτίας του γεωλογικού τρόπου με τον οποίο έχουν δημιουργηθεί, παρουσιάζουν ασυνέχειες και ατέλειες στη δομή τους και, έτσι, από τη φλέβα γίνεται προσπάθεια τα κομμάτια να είναι όσο πιο μεγάλα, συνεκτικά και ομοιόμορφα γίνεται.

Εκεί αποσπώνται και τεμαχίζονται σε μικρότερα ορθογώνια κομμάτια ή και ημιλαξευμένα κομμάτια, ώστε να καθίσταται ευχερής η μεταφορά, η περαιτέρω επεξεργασία τους και η χρήση τους. Αυτή η ειδική φύση των πετρωμάτων έχει ως συνέπεια την ασυνέχεια στην παραγωγή. Το υλικό που μπορεί να επιλέξει ο αρχιτέκτονας είναι διαθέσιμο μόνο κατά τον χρόνο που παράγεται και όσο η φλέβα του λατομείου το επιτρέπει.

Για το μάρμαρο

Τα περισσότερα **ασβεστολιθικά** πετρώματα σχηματίζονται στον βυθό της θάλασσας ως βιολογικοί βράχοι. Μεγάλο μέρος του ασβεστόλιθου που βρίσκεται στην Ευρώπη και στον υπόλοιπο κόσμο σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια της Ιουρασικής περιόδου πριν από **201 έως 145 εκατομμύρια χρόνια**.

Μεγάλο μέρος της ακτής της Βόρειας Μεσογείου αποτελείται από **ασβεστολιθικά** πετρώματα, που είχαν αρχικά εναποτεθεί στη θαλάσσια κοίτη της Τηθύος. Καθώς οι ζεστές, ρηχές θάλασσες πλημμύρισαν τη γη, μετέφεραν διάφορα ερπετά, όπως οι πλιόσαυροι και οι ιχθυόσαυροι, που κολυμπούσαν στις τροπικές θάλασσες. Στον πυθμένα της θάλασσας, το ανθρακικό ασβέστιο από τα κελύφη των θαλάσσιων πλασμάτων —όπως τα τρηματοφόρα υλικά (*foraminifera*)— καταβυθιζόταν ως μια ασβεστολιθική λάσπη. Καθώς τα σωματίδια άμμου και τα θρυμματισμένα κελύφη κυλούσαν μπρος-πίσω στον βυθό με τα παλιρροϊκά ρεύματα, επικαλύφθηκαν με ομόκεντρα στρώματα ορυκτού ασβεστίου και σχημάτισαν μικροσκοπικές μπάλες που ονομάζονται ωόλιθοι. Στη συνέχεια, αυτά τα μικρά σφαιρίδια, μαζί με περισσότερο ασβεστίτη, τσιμεντοποιήθηκαν για να σχηματίσουν τον **ωολιθικό ασβεστόλιθο**.

Όμως, εκεί όπου αυτός ο **ασβεστόλιθος** της Τηθύος «ψήθηκε» υπόγεια στα συγκλίνοντα όρια των τεκτονικών πλακών γύρω από τη Μεσόγειο, μεταμορφώθηκε σε **μάρμαρο**. Αυτό έγινε από το μάγμα που ανέβαινε και διείσδυε στην πλάκα ή με τη συμμετοχή στις βίαιες συγκρούσεις των τεκτονικών πλακών που αναδίπλωσαν τις οροσειρές, όπως έγινε με τις Άλπεις. Πρόκειται για την **υπογραφή της Κλασικής Ελληνικής και Ρωμαϊκής γλυπτικής, των μνημείων και των μεγάλων δημόσιων κτιρίων**. Μερικά από τα πιο πολύτιμα μάρμαρα στον κόσμο εξακολουθούν να λατομούνται γύρω από την πόλη Carrara στη Βόρεια Τοσκάνη.

(Dartnell, 2020 σ. 134)

Σε λατομεία μαρμάρου ή γρανίτη, είναι πολλές φορές επιθυμητό να αποσπώνται όσο το δυνατόν μεγαλύτεροι όγκοι για ειδικές χρήσεις, αλλά και **μνημειακές κατασκευές**, καθώς και **έργα γλυπτικής**. Στην Ελλάδα, από τη Μυκηναϊκή εποχή εντοπίζονται γιγάντια λίθινα μέλη σε κυκλώπειες οχυρώσεις (Μυκήνες Τίρυνθα) και στους θολωτούς τάφους.

Ογκόλιθοι ως δομικά μέλη

Το σημαντικότερο τέτοιο παράδειγμα στον Ελληνικό χώρο βρίσκεται στον «**Θησαυρό του Ατρέα**» στις Μυκήνες που οικοδομήθηκε περίπου το 1250 π.Χ. Το **λίθινο υπέρθυρο** στην είσοδο του τάφου γεφυρώνει **άνοιγμα 2,45 m**, έχει διαστάσεις 8,3x5,2x1,2 m και **ζυγίζει 120 τόνους**.

Λίθοι σε δεύτερη χρήση

Είναι τόση η εντύπωση και ο συμβολισμός που μεταφέρουν αυτοί οι «ογκόλιθοι», τέτοια η δυσκολία λατόμευσης και λιθαγωγίας, ώστε ακόμα και η μεταφορά τους αποτελούσε μείζονος σπουδαιότητας γεγονός. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο **οβελίσκος του Τούθμωση III από το Καρνάκ**, που κατασκευάστηκε περίπου το 1400 π.Χ., μεταφέρθηκε στις αρχές του 4^{ου} αιώνα μ.Χ. στην **Αλεξάνδρεια** και το 357 μ.Χ. μεταφέρθηκε από τον Μέγα Κωνσταντίνο στον **Ιππόδρομο της Ρώμης**. Τέλος, με εντολή του Πάπα Σίξτου V, το 1580 στήθηκε έξω από τη **Βασιλική του Λατερανού** στη Ρώμη, όπου και βρίσκεται μέχρι σήμερα. Είναι ο μεγαλύτερος οβελίσκος που στέκει όρθιος, έχει ύψος 32,20 m και ζυγίζει **455 τόνους**.

Συμβολικός χαρακτήρας ογκόλιθων

Αξιομνημόνευτο είναι επίσης το εγχείρημα του Μαρίνου Χαρμπούρη, ο οποίος το 1770 σχεδίασε και υλοποίησε τη μεταφορά ενός γιγαντιαίου **μονόλιθου από γρανίτη** που ζύγιζε **2.000 τόνους**. Ο μονολιθικός γρανίτης βρέθηκε στα έλη της Φινλανδίας και μεταφέρθηκε στην Αγία Πετρούπολη σε απόσταση 20 χιλιομέτρων, όπου χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τον έφιππο ανδριάντα του Μεγάλου Πέτρου (ΤΕΕ, 2003. Ο βράχος, Αθήνα).



Εικόνες 5.2, 5.3

Η είσοδος στον «Θησαυρό του Ατρέα» στις Μυκήνες, με ανακουφιστικό τρίγωνο επάνω από το υπέρθυρο και δεξιά ο «Θησαυρός του Μινύου» στον Ορχομενό Βοιωτίας. Και τα δύο λίθινα υπέρθυρα γεφυρώνουν περίπου το ίδιο άνοιγμα, 2,45 m και 2,76 m αντίστοιχα και τα δύο υπέρθυρα ζυγίζουν από 120 τόνους το καθένα.

5.3. Είδη λίθων

Τα πετρώματα είναι φυσικά υλικά που τα παίρνουμε από φλέβες με εξόρυξη από λατομεία. Το είδος του πετρώματος, η δομή του, η συνοχή του, αλλά και το χρώμα του, καθορίζουν το τελικό παραγόμενο προϊόν. Είναι τόσο η ποικιλία των πετρωμάτων ώστε, σε περιπτώσεις επεμβάσεων και αποκαταστάσεων σε κτίρια, είναι δύσκολο να βρούμε και να χρησιμοποιήσουμε λίθους ίδιους με τους αρχικούς.

Συνήθως από τα λατομεία παράγονται τρεις κατηγορίες προϊόντων:

1. **Λίθοι** με διαστάσεις ικανές να παράγουν δομικές λιθοδομές σε μέγεθος μεγαλύτερο από 20 έως 25 cm, για φέρουσες λιθοδομές από λαξευτούς, ημιλαξευτούς λίθους και μη φέροντες αργούς λίθους.
2. **Πλάκες** μικρού πάχους, συνήθως παραλληλεπίπεδες, για δημιουργία επιδερμίδων, επενδύσεις εσωτερικών και εξωτερικών όψεων και δαπεδοστρώσεις.
3. Προϊόντα λατομείων θρυμματίζονται για την παρασκευή **σκύρων, χαλικιών και άμμου**, που χρησιμοποιούνται δευτερογενώς στις κατασκευές, ως συστατικά υλικά σκυροδέματος, κοιναμάτων, σοβάδων κλπ. Επίσης, και ως στοιχεία υφής σε χυτά δάπεδα.

Πίνακας 5.1: Φυσικές Ιδιότητες πετρωμάτων.						
	Πυκνότητα gr/cm ³	Θλιπτική αντοχή N/mm ²	Εφελκυστική αντοχή N/mm ²	Αντοχή σε τριβή cm ³ /50 cm ²	Βάρος kN/m ²	Απορρόφηση νερού % κ.β.
Πυριγενή						
Γρανίτης	2,6 – 2,8	130 - 270	5 - 8	5 - 8	28	0,1 – 0,9
Διορίτης	2,8 – 3,0	170 - 300	6 - 22	5 - 8	30	0,2 – 0,4
Γαύριος	2,8 – 3,0	170 - 300	6 - 22	5 - 8	30	0,2 – 0,4
Πορφυρίτης	2,5 – 2,8	180 - 300	10 - 22	5 - 8	28	0,2 – 0,7
Βασάλτης	2,9 – 3,0	240 - 400	13 - 25	5 - 8	30	0,1 – 0,3
Ιζηματογενή						
Πωρόλιθος	2,0 – 2,7	30 - 150	-	9 - 35	27	0,2 – 10,0
Ασβεστόλιθος	2,6 – 2,9	75 - 240	3 - 19	15 - 40	28	0,1 – 3,0
Δολομίτης	2,6 – 2,9	75 - 240	3 - 19	15 - 40	28	0,1 – 3,0
Μεταμορφωμένα						
Μάρμαρο	2,6 – 2,9	75 - 240	3 - 19	15 - 40	28	0,1 – 3,0
Μαρμαρυγιακός Σχιστόλιθος	2,74	-	-	-	-	-
Φυλλίτης	2,74	-	-	-	-	-
Η πυκνότητα 1 gr/cm ³ = 10 ³ kg/m ³ . Δηλαδή η πυκνότητα του γρανίτη δίνεται 2,6 gr/cm ³ αντιστοιχεί σε 2600 kg/m ³ .						
Πηγή: Hugues T. (2002), σ. 94.						

Στην Ελλάδα, εξαιτίας της γεωλογικής καταγωγής των πετρωμάτων, απουσιάζουν προφανώς τα πυριγενή πετρώματα όπως ο γρανίτης και ο βασάλτης, εκτός από τον **ιγνιμβρίτη Λέσβου**, που είναι είδος πορφυρίτη με έντονο κεραμιδι χρώμα και εξαιρετικές ιδιότητες ως υλικό δομής και διάστρωσης εξωτερικών χώρων. Υπάρχουν όμως σημαντικές φλέβες με εξαιρετικά μάρμαρα σε διάφορες περιοχές (Νάξο, Πάρο, Καβάλα, Θάσο κ.ά.), με πιο διάσημο το πεντελικό μάρμαρο, που υπήρξε και η κύρια πρώτη ύλη σε ολόκληρη την Κλασική αρχαιότητα. Σήμερα τα λατομεία της Πεντέλης αποτελούν προστατευμένο αρχαιολογικό χώρο και δεν γίνονται πλέον εξορύξεις. Οι γνωστοί λιθόκτιστοι τοίχοι που βλέπουμε παντού στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική είναι κυρίως ασβεστόλιθοι, σχιστόλιθοι και πωρόλιθοι.

Πίνακας 5.2: Ελληνικά μάρμαρα.					
Προέλευση	Υφή	Πυκνότητα Kg/dm ³	Θλιπτική αντοχή N/mm ²	Αντοχή στον παγετό	Ενδεδειγμένες Χρήσεις
Δράμας	Λευκό με σύννεφα, λεπτόκοκκο.	2,7 – 2,84	96 - 129	Όχι	Εσωτερικά δάπεδα και τοίχοι.
Δράμας	Λευκό, λεπτόκοκκο.	2,8	92 - 98	Ναι	Εσωτερικά δάπεδα και τοίχοι.
Καβάλας	Γκρι-λευκό με ελαφρά σύννεφα, μέτριος κόκκος.			Περιορισμένη	Εξωτερική και εσωτερική χρήση για δάπεδα, τοίχους και επενδύσεις όψεων.
Διονύσου	Λευκό προς γκρι, λεπτόκοκκο.	2,71	111	Όχι	Εσωτερικά δάπεδα και τοίχοι.
Θάσου	Λευκό, λεπτόκοκκο.	2,73	139	Όχι	Εσωτερικά δάπεδα και τοίχοι.
Τήνου	Πράσινο με λευκά νερά, λεπτόκοκκο.	2,8	111	Όχι	Εσωτερικά δάπεδα και τοίχοι.
Αλιβερίου	Γκρι έως κυανότεφρο με ανοιχτόχρωμες φλέβες.	2,75			

Πηγή: Hugues T. (2002), σ. 82.

5.4. Τσιμέντο

Η ανάγκη για εναλλακτικό τρόπο κατασκευής που δεν θα απαιτούσε δαπανηρή και εξειδικευμένη επεξεργασία διαμόρφωσης και μεταφοράς πρώτων υλών, έδωσε την ιδέα να κτίζουμε με κάποιο υλικό που θα ήταν ρευστό και θα μπορούσε να χυθεί σε προσωρινά καλούπια για να πάρει το τελικό του σχήμα. Όταν το υλικό αυτό θα έπηζε, θα αποκτούσε τις τελικές του αντοχές και τα καλούπια, που θα ήταν από ξύλο, μετά την αφαίρεσή τους θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιηθούν. Αυτή η ιδέα υπήρχε ήδη από την αρχαιότητα και οδήγησε στην ανακάλυψη του τσιμέντου. Το πιο γνωστό ήταν το Ρωμαϊκό σκυρόδεμα, παρασκευασμένο από ηφαιστειακή πουζολανική τέφρα, μεγάλα αδρανή υλικά και νερό. Το υλικό αυτό, μετά την ωρίμανσή του, συμπεριφερόταν ως τεχνητός λίθος.

Το σκυρόδεμα προκύπτει θραύοντας τους φυσικούς λίθους σε μικρά τεμάχια, τα αδρανή, και συγκολλώντας τα μεταξύ τους με τσιμέντο. Το τσιμέντο προκύπτει με ξήρανση και άλεση λίθων και ενεργοποιείται ως κόλλα αναμειγνυόμενο με νερό. ...Η όλη διαδικασία παραγωγής του τσιμέντου μπορεί να ιδωθεί ως η ενεργοποίηση, μέσω θέρμανσης και άλεσης, της μνήμης του μητρικού υλικού ...επανάληψη της αρχικής δημιουργίας του γήινου φλοιού, τεχνητή προέκταση του οποίου είναι οι κατασκευές από σκυρόδεμα... [Άλλα] λεπτόκοκκα υλικά, όπως η θηραϊκή γη και η ιπτάμενη τέφρα λειτουργούν ως φυσικά τσιμέντα χωρίς να υποστούν θέρμανση... διατηρούν τη μνήμη τους, λόγω της πρόσφατης θερμικής ιστορίας τους, η θηραϊκή γη κατά την ηφαιστειακή διεργασία και η ιπτάμενη τέφρα κατά την καύση των λιγνιτών στους σταθμούς παραγωγής ρεύματος.

(Μπάκας, σ. 4)

Το τσιμέντο ως υλικό είναι ψαθυρό, δηλαδή δεν μπορεί να παραλάβει σχεδόν καθόλου εφελκυστικές τάσεις, και άρα με αυτό μπορούν να κατασκευαστούν μόνο οι φορείς που έχουν σχεδιαστεί με ειδική γεωμετρία και καταπονούνται (κατά κύριο λόγο) μόνο σε θλίψη, όπως για παράδειγμα οι καμάρες και οι θόλοι.

Το σημαντικότερο γνωστό κτίριο από την αρχαιότητα είναι το **Πάνθεον στη Ρώμη** που ανοικοδομήθηκε από τον Μάρκο Αγρίππα, επί βασιλείας του αυτοκράτορα Αδριανού το 125 μ.Χ. Είναι κυλινδρικό κτίριο με σώμα **διαμέτρου 58,0 m** και με τοιχοποιία **πάχους 6,4 m** από συμπαγή τούβλα. Το οικοδόμημα καλύπτεται με χυτό ημισφαιρικό θόλο κατασκευασμένο από σκυρόδεμα ειδικής σύστασης, το «opus caementicium». Η **εσωτερική διάμετρος του θόλου είναι 43,3 m**. Στη **βάση του ο θόλος έχει πάχος 6,4 m** και στο **υψηλότερο σημείο του**, όπου βρίσκεται και ο κυκλικός οφθαλμός, έχει **πάχος 1,2 m**. Το Πάνθεον αποτελούσε τον μεγαλύτερο θόλο που είχε κατασκευαστεί μέχρι τότε. Για λόγους σύγκρισης πρέπει να αναφέρουμε ότι το Πάνθεον ξεπέρασε σε μέγεθος τον προηγούμενο γνωστό θόλο, που ήταν ο Θησαυρός του Ατρέα στις Μυκήνες, ο οποίος είχε κτιστεί περίπου το 1250 π.Χ., με εκφορική λιθοδομή που κάλυπτε άνοιγμα 14,5 m. Ο Άγιος Πέτρος στη Ρώμη, κτισμένος το 1626, έχει εσωτερική διάμετρο 41,4 m, ενώ ο Άγιος Παύλος στο Λονδίνο, κτισμένος το 1710, έχει εσωτερική διάμετρο μόλις 31,0 m. Το άνοιγμα του Πανθέου ξεπεράστηκε μόνο στον 20ό αιώνα, με θόλους κατασκευασμένους κυρίως από χαλύβδινα τόξα.

Ο τύπος του τσιμέντου που έχουμε σήμερα είναι το **Πόρτλαντ (Portland)** και παρασκευάστηκε πρώτη φορά το 1824 από τον Άγγλο Joseph Aspdin. Αυτό επιτεύχθηκε με τη θέρμανση λεπτά τριμμένης κιμωλίας και αργίλου σε κλίβανο ασβεστοποιίας, ώσπου να φύγει το διοξείδιο του άνθρακα από το μείγμα. Το κρυσταλλωμένο παράγωγο αυτής της διαδικασίας αλεθόταν στη συνέχεια σε σκόνη και έτσι παραγόταν το τσιμέντο. Στην Ε.Ε. κυκλοφορούν πέντε βασικοί τύποι τσιμέντου που δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 5.3: Βασικοί τύποι του τσιμέντου και ονοματολογία κατά ΕΛΟΤ EN 197-1.	
Τύπος	Περιγραφή
CEM I	Τσιμέντο Πόρτλαντ
CEM II	Σύνθετο Τσιμέντο Πόρτλαντ
CEM III	Σκωριστισμένο
CEM IV	Ποζολανικό Τσιμέντο
CEM V	Σύνθετο Τσιμέντο

Πηγή: <http://www.hcia.gr/el/cement-concrete/cement/codes-standards/>

Πίνακας 5.4: Κατηγορίες τσιμέντων και οι χρήσεις τους.	
Κατηγορία και αντοχές	Χαρακτηριστικά και χρήσεις του
Φαίο τσιμέντο CEM I 42,5 R	Γρηγορότερη πήξη για χρήση σε προκατασκευασμένα στοιχεία, για σκυροδετήσεις σε χαμηλότερες θερμοκρασίες και για προεντεταμένο σκυρόδεμα. Διατηρεί σταθερό χρωματισμό για εφαρμογές σε εμφανή σκυροδέματα.
Φαίο τσιμέντο CEM I 52,5 N	Για χρήση σε προκατασκευασμένα στοιχεία, στοιχεία προεντεταμένου σκυροδέματος. Διατηρεί σταθερό χρωματισμό για εφαρμογές σε εμφανή σκυροδέματα.
Λευκό Τσιμέντο CEM I 52,5 N	Παρασκευάζεται με ειδική διαλογή πρώτων υλών υψηλής λευκότητας. Χρησιμοποιείται σε εμφανή σκυροδέματα, για παρασκευή διακοσμητικών στοιχείων, λευκού σοβά και σε αποκαταστάσεις κτιρίων και μνημείων.
Φαίο τσιμέντο	Τσιμέντο τύπου Portland με ιπτάμενη τέφρα, πουζολάνη, ασβεστόλιθο.

CEM II/B-M (W-P-LL) 32,5 N	Σε εφαρμογές σκυροδέματος, κονιαμάτων, επιχρισμάτων, επιστρώσεων και ενεμάτων.
Φαίο τσιμέντο CEM II/A-M (P-LL) 42,5 N	Οι ενισχυμένες ιδιότητες με υψηλές πρώιμες αντοχές. Για ογκώδεις σκυροδετήσεις και εργασίες προκατασκευής στα μεγάλα τεχνικά έργα, σε εφαρμογές σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων.
Φαίο τσιμέντο CEM IV/A(P)32,5N-SR	Περιέχει ειδικό κλίνκερ με θειικό τριασβέστιο και πουζολάνη. Ανθεκτικό σε θειικά περιβάλλοντα για ειδικές εφαρμογές.

Για την παραγωγή του σκυροδέματος αναμειγνύονται τσιμέντο, άμμος, σκύρα και νερό σε συγκεκριμένες ποσοτώσεις που επηρεάζουν την τελική αντοχή του, ενώ τα αδρανή που χρησιμοποιούμε του δίνουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

Δεν πρέπει να συγχέεται το **τσιμέντο** με το **σκυρόδεμα**. Το υλικό βάσης είναι πάντοτε το τσιμέντο τύπου Portland και το νερό, όπου με προσμειξεις άλλων στοιχείων σε ορισμένες αναλογίες, παράγουμε άλλα ειδικά υλικά για διαφορετικές χρήσεις. Η ποιότητα και η αντοχή του σκυροδέματος καθορίζονται από τον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ. 2016) και εξαρτάται από τρεις κρίσιμες παραμέτρους:

- την ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο,
- τον λόγο νερού προς τσιμέντο, σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τα τελικά χαρακτηριστικά του,
- την ποσότητα και την ποιότητα των αδρανών.

Υπάρχει και **σκυρόδεμα απορροφητικό** με υψηλή διαπερατότητα του νερού, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τελική επιφάνεια εξωτερικών χώρων και που επιτρέπει στο νερό της βροχής να κυλάει ελεύθερα στον υδροφόρο ορίζοντα. Δεν είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό σε βαριά χρήση οχημάτων.

Πίνακας 5.5: Το τσιμέντο και τα παράγωγα του.	
Τσιμεντοκονία εξομάλυνσης	Τσιμέντο + νερό + λεπτή άμμος θαλάσσης (επεξεργασμένη) ή ποταμίσια
	Ρευστή για ρύσεις δαπεδοστρώσεων και ως υπόστρωμα για διάστρωση πλακιδίων σε μικρά πάχη έως 2 cm.
Ασβεστοτσιμεντοκονία	Τσιμέντο + νερό + άμμος + ασβέστης
	Συνδετικό κονίαμα σε τοιχοποιίες και δαπεδοστρώσεις. Ο ασβέστης προσφέρει πλαστικότητα.
Πατητή τσιμεντοκονία	Τσιμέντο + νερό + λεπτή άμμος (θαλάσσης, ποταμίσια) + ασβέστης + θηραϊκή γη
	Για τελικές δαπεδοστρώσεις 3 έως 4 mm και επικαλύψεις τοίχων 2 mm. Στις δαπεδοστρώσεις απαιτείται αρμός ανά 9 m ² περίπου.
Ελαφρομπετόν ρύσεων	Τσιμέντο + νερό + άμμος + κίσηρη ή περλίτης
	Για ρύσεις δωματίων, όπου πρέπει να έχουμε μικρά φορτία σε μεγάλη έκταση και μεγάλου πάχους γεμίσματα ρύσεων.
Δάπεδα τσιμεντοκονίας	Τσιμέντο + νερό + άμμος + πρόσμεικτα με ρητίνες + οπλισμός με ίνες
	Τελικά δάπεδα μικρού πάχους έως 2 cm.
Γαρμπιλομπετόν ή γαρμπιλόδεμα	Τσιμέντο + νερό + άμμος + γαρμπίλι + οπλισμός με δομικό πλέγμα
	Ως υλικό υποστρώματος και γέμισης δαπέδων σε πάχη μέχρι 10 cm.
Οπλισμένο σκυρόδεμα	Τσιμέντο + νερό + άμμος + σκύρα + σιδηρός οπλισμός
	Κύριο φέρον υλικό των κατασκευών.
Ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα	Τσιμέντο + νερό + άμμος + σκύρα + οπλισμός με δομικό πλέγμα
	Με δομικό πλέγμα που αποτρέπει τη ρηγμάτωση. Για εδαφόπλακες και μικρά τοιχία.
Άοπλο σκυρόδεμα	Τσιμέντο + νερό + άμμος + σκύρα
	Μόνον ως μπετόν καθαριότητας και για βοηθητικές ευτελείς χρήσεις.

5.4.1. Οπλισμένο σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα, όπως είδαμε, είναι ψαθυρό υλικό και δέχεται μόνο θλιπτικές φορτίσεις. Το πρόβλημα για την κατασκευή φορέων που θα μπορούσαν να είναι πιο σύνθετοι και να δέχονται και άλλες φορτίσεις, λύθηκε με την ταυτόχρονη ενσωμάτωση σιδηρού οπλισμού μέσα στη μάζα του σκυροδέματος κατά τη χύτευση. Αυτό γίνεται δυνατό, γιατί ο χάλυβας και το σκυρόδεμα έχουν τον ίδιο συντελεστή θερμικής διαστολής και συνεργάζονται απόλυτα. Εάν δεν συνέβαινε αυτό, θα αναπτύσσονταν δευτερογενείς τάσεις και θα ήταν αδύνατη η συνεργασία τους. Ο χαλύβδινος οπλισμός έχει νευρώσεις σε ολόκληρο το σώμα του ώστε να βελτιώνει τη «συσσωμάτωση» και να αυξάνει τη συνεργασία τους. Μόνο πολύ λεπτής διατομής χάλυβες είναι λείοι και τοποθετούνται σε δευτερεύουσες χρήσεις.

Η τοποθέτηση του χαλύβδινου οπλισμού γίνεται με κατάλληλο τρόπο ώστε να παρακολουθεί τη διαδρομή των εντατικών μεγεθών, κυρίως των εφελκυστικών τάσεων, που αναπτύσσονται μέσα στον φορέα.

Στους ακόλουθους πίνακες δίνονται γενικές πληροφορίες για το σκυρόδεμα όπως αυτές κωδικοποιούνται στον «Ελληνικό Κανονισμό Οπλισμένου Σκυροδέματος» (ΕΚΩΣ 2000) και στον «Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος 2016».

Πίνακας 5.6: Κατηγορίες σκυροδέματος ΕΚΩΣ 2000.				
Νέες κατηγορίες (*)	Αντοχή κυλινδρικού δοκιμίου σε MPa	Αντοχή κύβου δοκιμίου σε MPa	Παλαιές κατηγορίες μέχρι το 1997	Χρήσεις
C8/10	8	10		
		12	B160	
C12/15	12	15		Μπετόν καθαριότητας, άσπλα σκυροδέματα.
		18	B225	
C16/20	16	20		
C20/25	20	25	B300	Τοιχία περιβάλλοντα χώρου, εδαφόπλακες.
C25/30	25	30		Θεμελιώσεις.
C30/37	30	37		Η ελάχιστη πλέον ενδεδειγμένη κατηγορία για υποστυλώματα, δοκούς και πλάκες.
		39	B450	
C35/45	35	45		Υποστυλώματα.
C40/50	40	50		Ειδικές χρήσεις.
C45/55	45	55		Ειδικές χρήσεις.
Ο πρώτος αριθμός ορίζει τη θλιπτική αντοχή του κυλινδρικού δοκιμίου (διαμέτρου 15 cm και ύψους 30 cm) μετά από ωρίμανση 28 ημερών και ο δεύτερος την αντίστοιχη αντοχή κυβικού δοκιμίου (διαστάσεων 15 x 15 x 15 cm).				
(*) σκυροδέματα για ειδικές κατασκευές, φτάνουν μέχρι και την κατηγορία αντοχής C90/105				

Πίνακας 5.7: Κατηγορίες χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος.			
Χάλυβες	Όριο διαρροής σε MPa	Διάμετροι	Παρατηρήσεις
S220	220	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 38, 32	Ηλεκτροσυγκολλάται, είναι λείος, χωρίς νευρώσεις.
S400	400		Ηλεκτροσυγκολλάται υπό προϋποθέσεις.
S400s	400		Ηλεκτροσυγκολλάται, επίσης παράγεται και σε ανοξειδωτο χάλυβα με Cr και Ni.
S500	500		Ηλεκτροσυγκολλάται υπό προϋποθέσεις.
S500s	500		Ηλεκτροσυγκολλάται.

Πίνακας 5.8: Συμβατικά αδρανή.	
Συστατικά	Μέγεθος κόκκου σε mm
Ασβεστολιθική πούδρα	έως 0,25
Άμμος	1 - 4
Ρυζάκι	4 - 8
Γαρμπίλι	8 - 16
Χαλίκι	16 - 32
Σκύρα	32 - 63

Πίνακας 5.9: Ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού ανάλογα τις συνθήκες του περιβάλλοντος.	
Κατηγορία περιβάλλοντος	Ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού σε mm
Κατηγορία 1: Ελάχιστα διαβρωτικό.	20
Κατηγορία 2: Μέτρια διαβρωτικό.	25
Κατηγορία 3: Παραθαλάσσιο περιβάλλον σε απόσταση από την ακτή ≤ 1 km.	30
Κατηγορία 4: Πολύ διαβρωτικό περιβάλλον και καταιονισμός με θαλάσσιο νερό.	30 - 45
Σκυροδέτηση σε διαμορφωμένο έδαφος με στρώση σκυροδέματος καθαριότητας.	40
Σκυροδέτηση απευθείας σε μη διαμορφωμένο έδαφος.	75

Πίνακας 5.10: Χρόνος αφαίρεσης ξυλοτύπων σε ημέρες από τη σκυροδέτηση.		
Στοιχεία κατασκευής	Τύπος τσιμέντου CEM I	Τύπος τσιμέντου CEM II
Πλευρικοί ξυλότυποι δοκών, πλακών, υποστυλωμάτων, τοιχωμάτων.	2	3
Ξυλότυποι πλακών και δοκών.	5	8
Ξυλότυποι πλακών και δοκών με άνοιγμα $\geq 5,0$ m (εκτός από προβόλους).	10	16
Βοηθητικές υποστυλώσεις ασφαλείας σε όλους τους προβόλους και σε δοκούς πλασιών και πλακών με άνοιγμα $\geq 5,0$ m. (*)	28	28
(*) Σε πλάκες και δοκούς με ανοίγματα μέχρι 8,0 m περίπου, αρκούν βοηθητικές υποστυλώσεις στο μέσον του ανοίγματος. Για μεγαλύτερα ανοίγματα, τοποθετούνται περισσότερες υποστυλώσεις. Για πλάκες ανοίγματος μικρότερου από 3,0 m δεν απαιτούνται υποστυλώσεις.		

Το σκυρόδεμα πρέπει να παρασκευάζεται έτσι ώστε να έχει **ομοιογένεια**, να έχει **εργασιμότητα**, που θα επιτρέψει να διαστρωθεί και να συμπυκνωθεί ικανοποιητικά με τα διαθέσιμα μέσα, και φυσικά να έχει την **αντοχή** και τις **πρόσθετες ιδιότητες** που έχουν προδιαγραφεί για το συγκεκριμένο έργο.

Μια σημαντική απαίτηση είναι οι **σκυροδετήσεις** να γίνονται αποκλειστικά σε **θερμοκρασίες** περιβάλλοντος από **5°C έως 32°C** και ο **χρόνος μεταφοράς** του σκυροδέματος από το εργοστάσιο παραγωγής του μέχρι το εργοτάξιο να μην υπερβαίνει την **1 ώρα και 30 λεπτά**. Εφόσον έχει προβλεφθεί διαφορετικά στη μελέτη σύνθεσης, πάντα με χρήση κατάλληλων επιβραδυντικών χημικών προσθέτων, επιτρέπεται ο χρόνος να αυξηθεί σε 2 ώρες.

Μπορούν να γίνουν σκυροδετήσεις έξω από αυτά τα όρια θερμοκρασιών και αποστάσεων, αλλά μόνο μετά από μελέτη που θα τα λαμβάνει υπόψη και θα προβλέπει ειδικές διαδικασίες οργάνωσης του εργοταξίου και σκυροδέτησης.

Πίνακας 5.11: Ενδεικτική περιεκτικότητα υλικών ενός κυβικού μέτρου σκυροδέματος.				
Υλικά	Κατηγορία σκυροδέματος			
	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37
Τσιμέντο (kg)	225	322	410	475
Άμμος (kg)	675	644	615	593,5
Σκύρα (kg)	1350	1288	1230	1187,5
Νερό (λίτρα)	157	194	225	237
Βάρος (kg)	2407	2448	2480	2493



Εικόνα 5.4 Προκατασκευασμένα επαναλαμβανόμενα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος στον σταθμό TGV της Λυών. Αρχιτέκτονας S. Calatrava, Λυών, Γαλλία 1994.

5.4.2. Πρόσμεικτα σκυροδέματος

Σε ειδικές περιπτώσεις σκυροδέτησης χρησιμοποιούνται πρόσμεικτα που προσδίδουν στο σκυρόδεμα ιδιαίτερες ιδιότητες ή βελτιώνουν κάποιες άλλες. Τα πρόσμεικτα είναι συνήθως σε υγρή μορφή και αναμειγνύονται στη μάζα του σκυροδέματος πριν τη χύτευση. Τα πρόσμεικτα δεν πρέπει να ελαττώνουν την αντοχή του σκυροδέματος.

Πίνακας 5.12: Πρόσμεικτα σκυροδέματος και κονιαμάτων.		
Πρόσμεικτο	Ιδιότητες	Χρήσεις
Επιβραδυντές	Επιβραδύνει την πήξη του σκυροδέματος. Επιτρέπει την ελεγχόμενη αφύγρυνση του σκυροδέματος.	Σε σκυροδετήσεις μεγάλων επιφανειών. Περιορίζει τις ρηγματώσεις. Για αποφυγή αρμών διακοπής σε εκτεταμένες σκυροδετήσεις. Επιτρέπει σκυροδέτηση σε υψηλές θερμοκρασίες. Επιτρέπει τη μεταφορά σκυροδέματος σε μεγάλες αποστάσεις.

Επιταχυντές	Επιταχύνει την πήξη του σκυροδέματος.	Όπου απαιτείται ταχύτητα πήξης του σκυροδέματος. Για επιτάχυνση της πήξης σε επισκευές και αγκυρώσεις. Για σταθεροποίηση πρανών.
Στεγανωτικά μάζας	Για ταχεία πήξη και στεγάνωση του σκυροδέματος.	Για σημειακή στεγάνωση σε διάφορες επιφάνειες, όπως τοιχία σκυροδέματος, τούβλα κλπ., τα οποία δέχονται μικρή πίεση νερού. Σε σκυροδετήσεις θεμελίων. Σε σκυροδετήσεις κάτω από το νερό.
Αερατικά	Δημιουργεί φυσαλίδες αέρα στη μάζα του σκυροδέματος.	Οι φυσαλίδες αέρα προστατεύουν από τον παγετό και τα παγολυτικά άλατα. Αυξάνουν την εργασιμότητα κατά τη σκυροδέτηση. Παρουσιάζουν αυξημένη στεγανότητα.
Ρευστοποιητές	Αυξάνει την εργασιμότητα του σκυροδέματος.	Αυξάνει τον χρόνο εργασιμότητας. Βελτιώνει τις επιφάνειες εμφανούς σκυροδέματος. Συμβάλλει στη συμύκνωση και άρα στη στεγανότητά του. Μειώνει τη συρρίκνωση πήξης και άρα τις ρηγματώσεις.
Αντιπαγετικά	Επιτρέπει τη σκυροδέτηση σε χαμηλές θερμοκρασίες.	Για σκυροδέτηση σε θερμοκρασίες έως -10° C. Επιταχύνει την πήξη του σκυροδέματος.
Πλαστικοποιητές ρευστοποιητές	Δίνει πλαστικότητα στο σκυρόδεμα και βελτιώνει την εργασιμότητά του.	Απαιτεί μειωμένη περιεκτικότητα σε νερό. Βελτιώνει την εργασιμότητά του. Δίνει καλύτερο τελικό αποτέλεσμα στην επιφάνεια.
Βελτιωτικά κονιαμάτων	Αυξάνουν την πρόσφυση με το υπόστρωμα. Ελαττώνουν τη συρρίκνωση πήξης. Αυξάνουν την αδιαβροχοποίηση του μπετόν και της τσιμεντοκονίας. Αυξάνει τις αντοχές σε χημικές επιδράσεις.	Κονιάματα επισκευών σε λεπτές στρώσεις. Εμποτισμός της επιφάνειας τσιμεντοκονιών και μπετόν δαπέδου. Συνδετική στρώση μεταξύ παλιού και νέου κονιάματος. Αδιάβροχες τσιμεντοκονίες με αντοχή σε υδροστατική πίεση. Αντοχή σε χημικές επιδράσεις και πετρελαιοειδή.

5.4.3. Έγχρωμα σκυροδέματα

Το έγχρωμο σκυρόδεμα παράγεται με προσθήκη χρωστικών μεταλλικών οξειδίων (κυρίως οξειδίων σιδήρου). Οι χρωστικές είναι σε μορφή σκόνης ή υγρού.

Η δοσολογία είναι συνήθως **0,5-5% κατά βάρος** τσιμέντου. Υψηλότερες δοσολογίες βαθαίνουν το χρώμα και μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την ποιότητα του σκυροδέματος.

Τυπικές αποχρώσεις είναι:

- Κίτρινο οξειδίου σιδήρου.
- Κόκκινο/καφέ οξειδίου σιδήρου.
- Πράσινο οξειδίου χρωμίου.
- Λευκό διοξείδιο τιτανίου.
- Μαύρο οξειδίου του σιδήρου (το μαύρο του άνθρακα μπορεί να επηρεάσει αρνητικά με τη δημιουργία κενών αέρα).

Η απόχρωση μπορεί να γίνει εντονότερη:

- Με χρήση αδρανών ανοιχτής απόχρωσης.
- Με χρήση λευκού τσιμέντου.

Η απόχρωση ενός «έγχρωμου» σκυροδέματος μπορεί να εκτιμηθεί αξιόπιστα, μόνον κατά τη σκληρυσμένη φάση και εξαρτάται από τον τύπο, την ποσότητα και τη λεπτότητα της χρωστικής, από τον τύπο του τσιμέντου, από τα αδρανή που θα χρησιμοποιηθούν και από τη σύνθεση του σκυροδέματος.



Εικόνα 5.5

Κτίριο Εμπορικής Τράπεζας στην οδό Κοραή και Σταδίου. Φέρων οργανισμός από εμφανές λευκό σκυρόδεμα. Είναι χαρακτηριστικές οι προκατασκευασμένες σταθερές περισίδες, επίσης από λευκό σκυρόδεμα, που είναι αναρτημένες στην όψη.

Αρχιτέκτονες Sir Basil Sence και Εμμανουήλ Βουρέκας. Αθήνα 1970.

5.5. Τούβλα

Με τον όρο τούβλα αναφερόμαστε στις **τυποποιημένες δομικές μονάδες** από φυσικά υλικά όπως ο **πηλός**, το **τσιμέντο** και κάποια ειδικά προϊόντα από **γυαλί**. Αυτά τα υλικά μορφοποιούνται σε καλούπια και παράγονται ομοειδή δομικά στοιχεία μικρού μεγέθους και βάρους. Από τη φύση των υλικών τους, τα τούβλα είναι ψαθυρά και ανθεκτικά μόνο σε θλίψη. Η ευστάθεια των κατασκευών εξασφαλίζεται από τον τρόπο πλέξης των τούβλων στον τοίχο και η συνοχή μεταξύ τους εξασφαλίζεται με την προσθήκη συγκολλητικού κονιάματος. Συνήθως κτίζουμε τοίχους που είτε είναι απλοί διαχωριστικοί είτε έχουν και φέρουσα ικανότητα.

Η δόμηση διαχωριστικών τοίχων διακρίνεται σε δύο βασικές κατηγορίες:

*Την **υγρή δόμηση** που γίνεται κυρίως με τα τούβλα (οπτόπλινθους, τσιμεντόλιθους, τσιμεντότουβλα), με τη χρήση συνδετικού κονιάματος από άμμο, τσιμέντο, πολλές φορές ασβέστη για πλαστικότητα και νερό ή ειδικές κόλλες για πορομπετόν (γνωστά και ως γυψότουβλα).*

*Την **ξηρή δόμηση**, που χρησιμοποιεί έτοιμα στοιχεία (γυψοσανίδες, πανέλα μελαμίνης, κλπ.) που μορφοποιούνται με κόψιμο και συναρμολογούνται με βίδωμα.*

Τα τούβλα μπορούμε να ταξινομήσουμε σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με το υλικό παρασκευής τους, δηλαδή τον πηλό, το τσιμέντο και το γυαλί.

5.5.1. Η πρώτη κατηγορία: τούβλα από πηλό

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τις πλίνθους που κατασκευάζονται από **πηλό, άργιλο** με πρόσμεικτα ανάλογα με τη διαθέσιμη πρώτη ύλη και που, μαζί με τον λίθο και το ξύλο, συνιστούν από τα αρχαιότερα υλικά δομής. Υπήρξε το απλούστερο άφθονο υλικό που, στην κυριολεξία, μεταμόρφωσε τη γη σε τοίχους. Στην αρχή με **ωμά τούβλα** στεγνωμένα στον ήλιο, αργότερα με πιο ανθεκτικά τούβλα, **ψημένα σε κλιβάνους**, τα οποία χρησιμοποιούσαν κυρίως σε διακοσμητικές επενδύσεις κτιρίων, παλατιών και ζιγκουράτ. Η ανακάλυψη του **κλίβανου** που φτιάχνεται από πυρίμαχα τούβλα υπήρξε μια πραγματική επανάσταση. Αυτό επέτρεψε το ψήσιμο του πηλού και την παραγωγή υλικών με σταθερές διαστάσεις, στεγανών και ανθεκτικών στις υψηλές θερμοκρασίες. Έτσι, δημιουργήθηκε η **κεραμική** και η παραγωγή δομικών υλικών όπως τα **κεραμίδια**, ενώ ταυτόχρονα έγινε δυνατή η **χύτευση μετάλλων** για την κατασκευή εργαλείων, όπλων, καρφιών και άλλων εξαρτημάτων για τις κατασκευές.

5.5.1.1. Ωμόπλινθοι

Οι ωμόπλινθοι κατασκευάζονται από πηλό (φυσικό μείγμα από άργιλο, ιλύ και αμμώδη συστατικά), συμπιεσμένο σε καλούπια και ενίσχυση της δομής του με φυσικές ή συνθετικές ίνες. Στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική χρησιμοποιούσαν ίνες από μαλλί κασίκας. Οι ωμόπλινθοι έχουν ιδιαίτερα θετική βιοκλιματική συμπεριφορά και χρησιμοποιούνται συνήθως για κατασκευή φέρουσας τοιχοποιίας σε μεγάλο πάχος και η δομή τους ενισχύεται με **ξυλοδεσίες**. Το υλικό πρέπει να προστατεύεται από το νερό της βροχής και συνήθως σοβαντίζεται.

Σήμερα, η παραγωγή τους είναι περιορισμένη και χρησιμοποιούνται κυρίως στην οικολογική δόμηση και σε εργασίες αποκατάστασης. Συνηθισμένες **διαστάσεις** ωμόπλινθων είναι **30 x 15 x 8 cm**.



Εικόνα 5.6

Ενδιαφέρον ερείπιο στο Γαλαξίδι, καθώς στην τομή του κτιρίου αποτυπώνεται ποικιλία από δομικά υλικά. Στον μετωπικό τοίχο του ισόγειου διακρίνουμε ωμόπλινθους με τις χαρακτηριστικές ξυλοδεσιές και υπολείμματα σοβά στην επιφάνειά του.

5.5.1.2. Οπτόπλινθοι

Οι οπτόπλινθοι είναι τα κοινά συνηθισμένα τούβλα για την κατασκευή τοίχων. Ψήνονται σε ειδικά καμίνια σε θερμοκρασίες από 538° C έως 982° C ανάλογα με το είδος του πηλού, οι οποίες όμως μπορεί να φτάνουν έως και 1300° C όταν πρόκειται για εφυάλωση. Οι οπτόπλινθοι διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες.

Οι τυπικοί **οπτόπλινθοι με οπές** είναι το συνηθέστερο υλικό για την κατασκευή τυπικών διαχωριστικών τοίχων και με ειδικό πλέξιμο μπορούν να αποκτήσουν μεγάλο πάχος και να είναι φέροντες. Οι τρύπες ελαττώνουν το βάρος των τούβλων και παράλληλα ενσωματώνουν το συνδετικό κονίαμα μεταξύ των στρώσεων. Συνήθως η επιφάνεια του τοίχου καλύπτεται με σοβά για προστασία από το νερό και φυσικά για την τελική του εμφάνιση. Εκτός από σοβά, η επένδυση του τοίχου μπορεί να γίνει και με άλλα στοιχεία επιφανειακής επικάλυψης, όπως πανέλα γυψοσανίδας.

Πίνακας 5.13: Τουβλότοιχοι, οι διαστάσεις, το κτίσιμο και οι χρήσεις (όλες οι διαστάσεις σε cm).				
Όνομασία και διαστάσεις Υ x Π x Β	Πάχος τοίχου και σε παρένθεση η κοινή ονομασία τους			
	Ορθοδρομικός	Δρομικός	Μπατικός (*)	Υπερμπατικός
Εξάοπα 6 x 9 x 19	6 (πεντάρης)	9 (δεκάρης)	19 (εικοσάρης)	29 (τριαντάρης)
Οκτάοπα 6 x 12 x 19	6	12	-	-
Δωδεκάοπα 9 x 12 x 19	9 (δεκάρης)	12	19 (εικοσάρης)	29 (τριαντάρης)
Τουβλίνες 15 x 25 x 32	-	15	32 (τριαντάρης)	
Τουβλίνες 15 x 28 x 32	-	15	-	

Χρήσεις	Ο πεντάρης μόνο ως διαχωριστικός σε εσωτερικούς χώρους. Είναι πολύ ασθενής και χρησιμοποιείται σπάνια.	Όλοι οι διαχωριστικοί τοίχοι εσωτερικών χώρων.	Διαχωριστικός σε ορόφους: - Μεταξύ ιδιοκτησιών. - Μεταξύ ιδιοκτησιών και κοινόχρηστων χώρων. - Σε μηχανολογικούς και επικίνδυνους χώρους γιατί έχει αυξημένη πυραντοχή. Έχει φέρουσα ικανότητα.	Για εξωτερικούς τοίχους. Έχει φέρουσα ικανότητα.
(*) Για να δημιουργήσουν μπατική πλέξη τα τούβλα, πρέπει το ύψος τους (ή το πλάτος) + 1 cm λάσπη ανάμεσά τους, να είναι όσο το βάθος τους.				
Οι διαστάσεις που δίνονται αφορούν μόνο μερικές ενδεικτικές περιπτώσεις. Ανάλογα το εργοστάσιο παραγωγής τους, κυκλοφορεί μια μεγάλη ποικιλία με μικρές διαφορές στις διαστάσεις.				
Στην Ελλάδα οι πλέον κοινές διαστάσεις τούβλων είναι τα εξάοπα και δωδεκάοπα .				

5.5.1.3. Συμπαγείς οπτόπλινθοι

Προφανώς είναι οπτόπλινθοι χωρίς τρύπες, με συμπαγή όψη που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή εμφανών τοιχοποιιών, τοίχων περίφραξης σε εξωτερικούς χώρους. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται σε μη φέρουσες επενδύσεις όψεων και αναρτώνται ως εξωτερική επιδερμίδα

Πίνακας 5.14: Τυπικές ενδεικτικές διαστάσεις συμπαγών οπτόπλινθων (διαστάσεις σε cm)			
4 x 5 x 22	5 x 10 x 20	20 x 9 x 6	20 x 10 x 7
4 x 7 x 20	4 x 7 x 28	6,5 x 12 x 25	8 x 15 x 30

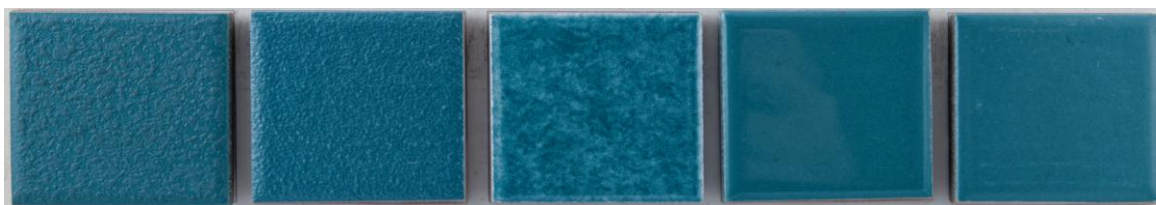
σε κτίρια με δομικό σκελετό από σκυρόδεμα ή μέταλλο. Τα συμπαγή τούβλα χρησιμοποιούνταν επίσης στη **θολοδομία**, ως εναλλακτικό της πέτρας, έχοντας μικρότερο βάρος και άριστες θλιπτικές αντοχές. Μια παραλλαγή του υλικού είναι οι κεραμικές πλάκες που χρησιμοποιούνται κυρίως σε δαπεδοστρώσεις, συνήθως από **κλίνκερ** (*Clinker, Klinker*). Παρασκευάζονται από μερικώς εφυσωμένα τούβλα, ψημένα σε υψηλότερες θερμοκρασίες και βαρύτερα από τα κοινά τούβλα και είναι κατεξοχήν εκείνα που χρησιμοποιούνται σε φέρουσες τοιχοποιίες, επενδύσεις όψεων και δαπεδοστρώσεις, επειδή είναι πιο στεγανά και ανθεκτικότερα στον παγετό.

5.5.1.4. Κεραμικά πλακίδια

Πρόκειται για κεραμικά πλακίδια επένδυσης τοίχων και δαπέδων, είναι πολύ ανθεκτικά σε καταπονήσεις, σε απότριψη και αντοχή στα χημικά και τον παγετό. Κατασκευάζονται σε πολλές χρωματικές αποχρώσεις, υφές και σχέδια στην επιφάνειά τους. Οι διαστάσεις και τα σχήματά τους ποικίλλουν: μπορεί να είναι **τετράγωνα** ή **παραλληλόγραμμα** με συνήθεις **διαστάσεις** πλευρών **10, 20, 25 και 30 cm**. Μπορεί να είναι και εφυσωμένα.

Πίνακας 5.15: Τεχνικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες κεραμικών πλακιδίων		
Υδατοαπορροφητικότητα	0%.	Για αντοχή στον παγετό και μεταβολές θερμοκρασίας.
Αντιολισθηρότητα Στατική τριβή	R9	Χαμηλή 3° - 10°
	R10	Συνήθης 10° - 19°
	R11	Αυξημένη 19° - 27°
	R12	Μεγάλη 27° - 35°
	R13	Πολύ Μεγάλη >35°
Αντοχή χρήσης σε απότριψη και χάραξη για Εφυσωμένα πλακίδια	PEI I, GROUP 1	Ελαφριάς καταπόνησης, για τοίχους εσωτερικών χώρων.
	PEI II, GROUP 2	Ελαφριάς καταπόνησης, για εσωτερικούς τοίχους και δάπεδα μπάνιων.
	PEI III, GROUP 3	Μέτριας καταπόνησης, για δάπεδα εσωτερικών χώρων.

	PEI IV, GROUP 4	Βαριάς καταπόνησης, για δάπεδα εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, με αυξημένη κυκλοφορία.
	PEI V, GROUP 5	Πολύ βαριάς καταπόνησης, για δάπεδα εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, με υψηλή κυκλοφορία και αυξημένη αντοχή στην απότριψη.
Αντοχή χρήσης σε απότριψη και χάραξη για Ανυάλωτα πλακίδια	Μηχανική αντοχή EN 100 $\geq 27 \text{ N/mm}^2$	
	Ανθεκτικότητα στη χάραξη EN 101 ≥ 6 (κλίμακα Mohs) .	
Αρμοί	Εσωτερικοί χώροι: 2 mm Χωρίς αρμό μόνο για ειδικά πλακάκια, που θα έχουν όμως περιμετρικό αρμό που γεμίζει με σιλικόνη και καλύπτεται με το σοβατεπί.	
	Εξωτερικοί χώροι: 3 mm έως 5 mm	
Πηγή: https://www.lakiotis.gr/blog		



Εικόνα 5.7 Εφυσωμένα κεραμικά πλακίδια με διαφορετικές επιφανειακές υφές.

5.5.1.5. Πυρότουβλα

Είναι τούβλα που κατασκευάζονται με πυροσυσσωμάτωση πυρίμαχης αργίλου και ψήνονται σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 1520° C. Είναι εξαιρετικά θερμομονωτικά και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τζακιών, φούρνων, καμινάδων και κλιβάνων. Ανάλογα με τις προσμίξεις πρώτης ύλης στη μάζα τους, έχουν διάφορες χρωματικές αποχρώσεις από το κόκκινο κεραμιδί χρώμα έως και την ανοικτή κίτρινη ώχρα. Παρασκευάζονται σε ορθογώνια δομικά στοιχεία και σε ποικιλία διαστάσεων, καθώς επίσης και σε ειδικά σχήματα για τη δόμηση γωνιών, τόξων κλπ.

(Πηγή: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/P_BRICKS/to4.1.htm)

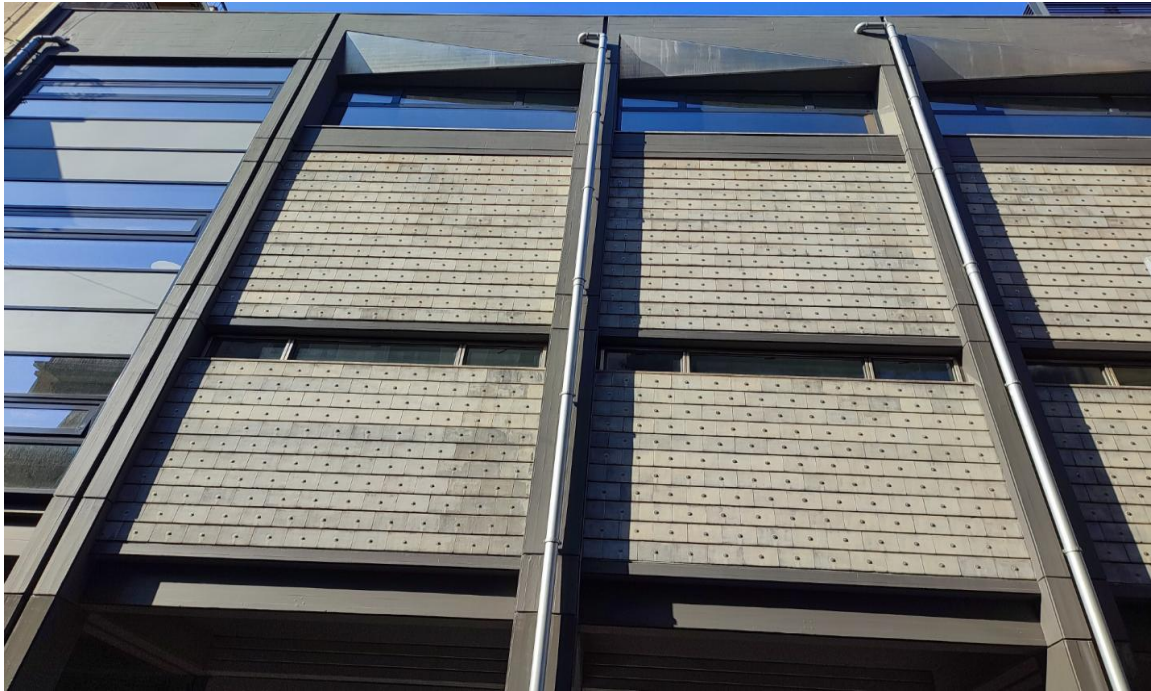
5.5.2. Η δεύτερη κατηγορία: τούβλα από τσιμέντο

Είναι δομικά στοιχεία με πρώτη ύλη το **τσιμέντο**, οι γνωστοί τσιμεντόλιθοι, το πορομπετόν, τα τσιμεντότουβλα και οι τσιμεντοκυβόλιθοι.

5.5.2.1. Τσιμεντόλιθοι και πορομπετόν

Οι **τσιμεντόλιθοι** κατασκευασμένοι από τσιμέντο ή από **πορομπετόν** (με εμπορικές ονομασίες Alfablock, YTONG κ.ά.). Και τα δύο είδη είναι ελαφρά, συμπαγή, σε μεγάλα μεγέθη, με πολύ καλές μηχανικές αντοχές ενώ το πορομπετόν σε μεγαλύτερα πάχη έχει και θερμομονωτικές ιδιότητες. Στους τσιμεντόλιθους ενσωματώνεται χαλύβδινος οπλισμός για κατασκευή φέρουσας τοιχοποιίας. Οι τσιμεντόλιθοι έχουν συνήθως το φυσικό χρώμα του τσιμέντου και σοβαντίζονται.

Υπάρχουν όμως και τσιμεντόλιθοι σε λεπτότερα πάχη με χρώμα στη μάζα του τσιμέντου που χρησιμοποιούνται σε μη φέρουσες επενδύσεις όψεων.



Εικόνα 5.8 Κτίριο Τεχνών στην οδό Χαριλάου Τρικούπη. Ο φέρων οργανισμός είναι εμφανής στην όψη, η οποία διαμορφώνεται με δύο πλευρικά υαλοστάσια και με ειδικούς τσιμεντόλιθους με εμφανείς βίδες αγκύρωσης, ενώ οι μεταλλικές υδρορροές είναι νεότερη προσθήκη. Αρχιτέκτονας Μ. Σουβαντζίδης, στατικά Γ. Κολμανιώτης. Αθήνα 1997.

Οι διαστάσεις τους ποικίλλουν ανάλογα με το εργοστάσιο παρασκευής και δίνονται ενδεικτικά στον ακόλουθο πίνακα.

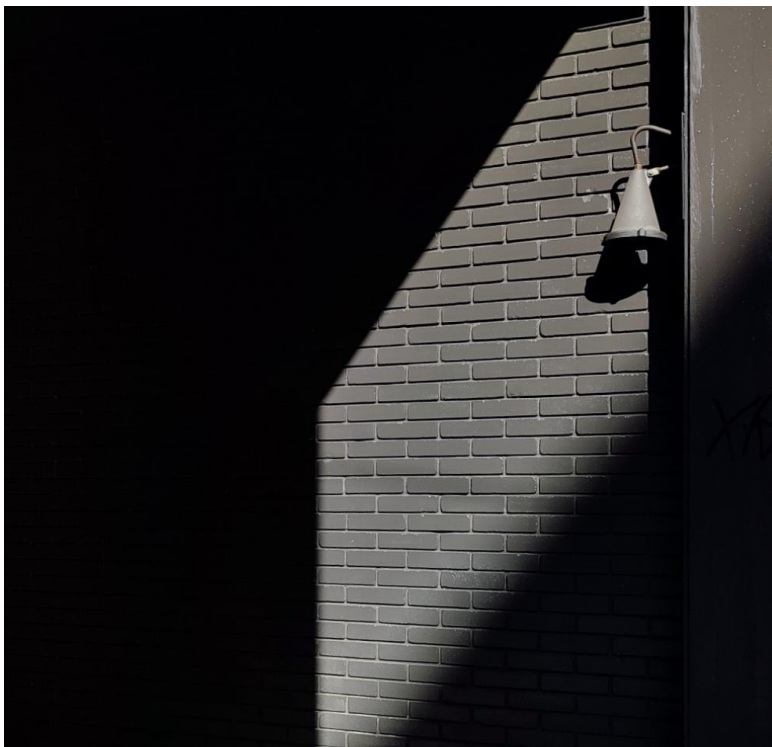
Πίνακας 5.16: Τυπικές διαστάσεις τσιμεντόλιθων.			
Τσιμεντόλιθοι για δόμηση	15 x 20 x 40 cm	20 x 20 x 40 cm	19,5 x 18 x 38,5 cm
	14,4 x 18 x 38,5 cm	17 x 17 x 34 cm	17 x 17 x 17 cm
Εμφανείς τσιμεντόλιθοι	10 x 20 x 40 cm		

Οι τσιμεντόλιθοι από **πορομπετόν** (με εμπορικές ονομασίες Alfablock, YTONG κ.ά.), οι οποίοι εξαιτίας της πορώδους υφής τους αποκαλούνται και γυψότουβλα, περιλαμβάνουν στη σύνθεσή τους χαλαζιακή άμμο, ασβέστη και τσιμέντο, με προσθήκη ποσότητας σκόνης ή πάστας αλουμινίου.

Πίνακας 5.17: Διαστάσεις τούβλων από πορομπετόν.		
	Διαστάσεις Π x Υ	Πάχος
Πορομπετόν	60 x 25 cm	7 έως 30 cm ανά 2,5 cm
Ειδικό πρέκι	Πλάτος: 150 έως 300 cm ανά 50 cm Ύψος: 25 cm	10 έως 20 cm ανά 2,5 cm

5.5.2.2. Τσιμεντότουβλα και Τσιμεντοκυβόλιθοι

Πρόκειται για συμπαγή **τούβλα από τσιμέντο με χρώμα** στη μάζα τους και διαστάσεις για τα **τσιμεντότουβλα 10x5x20 cm** και για τους **τσιμεντοκυβόλιθους 10x20x10 cm** και **10x10x10 cm**. Χρησιμοποιούνται για δαπεδοστρώσεις εξωτερικών χώρων, ενώ ειδικότερα τα τσιμεντότουβλα, σε καλύτερες ποιότητες, χρησιμοποιούνται και για μη φέρουσες επενδύσεις όψεων, ως οικονομικότερη εναλλακτική των συμπαγών οπτόπλινθων.



Εικόνα 5.9 Κτίριο Τεχνών στην οδό Χαριλάου Τρικούπη. Τιμιμεντότουβλα μαύρου χρώματος στον τοίχο της παρόδιας στοάς.

Αρχιτέκτονας Μ. Σουβαντζίδης,
στατικά Γ. Κολμανιώτης, Αθήνα 1997.

5.5.3. Η τρίτη κατηγορία: τούβλα από γυαλί

Πρόκειται για δομικά στοιχεία κατασκευασμένα από γυαλί και είναι τα υαλότουβλα και οι υαλόπλακες με τετράγωνες διαστάσεις για κατασκευή φωτιστικών ανοιγμάτων σε τοίχους και οροφές.

5.5.3.1. Υαλότουβλα

Τα υαλότουβλα χρησιμοποιούνται αντί παραθύρων για τη δημιουργία φωτιστικών ανοιγμάτων στις όψεις των κτιρίων. Δεν επιτρέπουν τον αερισμό παρά μόνο με ειδικά εξαρτήματα και ειδικές συμπληρωματικές κατασκευές. Με τα υαλότουβλα επίσης κατασκευάζουμε μη φέροντες διαχωριστικούς τοίχους σε εσωτερικούς χώρους. Το γυαλί έχει διπλό πάχος με ενδιάμεσο κενό για στοιχειώδεις δυνατότητες θερμομόνωσης.

Παράγονται σε δύο μεγέθη και οι **διαστάσεις** τους είναι **19 x 19 x 8 cm** και λιγότερο συχνά για εσωτερικούς χώρους με διαστάσεις **19 x 19 x 5 cm** και **9 x 9 x 8 cm**. Τα υαλότουβλα μπορεί να είναι χρωματιστά και η επιφάνεια του γυαλιού να έχει ποικιλία από υφές, καθώς και διαφορετικού βαθμού διαφάνεια.

5.5.3.2. Υαλόπλακες

Οι υαλόπλακες είναι αντίστοιχες με τα υαλότουβλα, αποτελούνται συνήθως από τετράγωνα τεμάχια γυαλιού, μεγάλου πάχους και δεν είναι αυτοφερόμενα, αλλά απαιτούν σκελετό υποστήριξης.

Έχουν μεγάλες αντοχές σε φορτίσεις και γι' αυτό χρησιμοποιούνται σε δάπεδα και οροφές για δημιουργία οριζόντιων φωτιστικών επιφανειών. Οι συνηθισμένες **διαστάσεις** για υαλόπλακες είναι: **20 x 20 x 2 cm**, **25 x 25 x 2,5 cm** και **30 x 30 x 2,5 cm**.

5.6. Ξύλο

Το **ξύλο** είναι το παλαιότερο υλικό δομής που χρησιμοποιήθηκε ήδη από την αυγή του πολιτισμού, προσφέρεται άφθονο από τη φύση, είναι ελαφρύ, εύκολα επεξεργάσιμο και με καλές μηχανικές ιδιότητες. Μπορούμε χωρίς δυσκολία να καταλάβουμε τους λόγους που το καθιστούν ιδανικό για χρήση σε κατασκευές, επειδή από τη φύση του, το ίδιο το δέντρο καλείται να σταθεί όρθιο, να φτάσει σε μεγάλο ύψος ως κάθετος πρόβολος φυτεμένος στη γη, ενώ παράλληλα είναι εκτεθειμένο στις καιρικές συνθήκες και έχει την ιδιαίτερη ικανότητα να αντιστέκεται σε ανέμους. Με τα κλαδιά και τα φυλλώματα να αυξάνουν την αντίσταση στον αέρα, μπορούμε να φανταστούμε τις τεράστιες ροπές που παραλαμβάνει ο κορμός και άρα να συμπεράνουμε τις αντοχές του. Επίσης, υπάρχει σε αφθονία στη φύση και αναγεννιέται. Ως δομικό υλικό έχει μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, γιατί κατά τη διάρκεια της ζωής του έχει δεσμεύσει διοξείδιο του άνθρακα και έχει αποδώσει οξυγόνο στην ατμόσφαιρα.

Ο άνθρωπος μπορούσε με ευχέρεια να κατασκευάσει είτε μόνιμες κατασκευές, είτε προσωρινές, είτε ακόμη και φορητά καταλύματα, όπως είναι το «**Yurt**» (γιούρτ) που συναντάται στις στέπες της Κεντρικής Ασίας και εξυπηρετεί τη νομαδική ζωή.

Ανάλογα με το είδος της διαθέσιμης ξυλείας και τον σκοπό του έργου, οι κατασκευές από ξύλο είναι από απλές έως σύνθετες με εξαιρετικά πολύπλοκες συνδέσεις. Επίσης, σε όλη την ιστορία των κατασκευών (και μέχρι την έλευση του χάλυβα), το ξύλο υπήρξε το κατεξοχήν υλικό για τη δημιουργία οριζόντιων πατωμάτων ή οριζόντιων και κεκλιμένων στεγών, με απλούς γραμμικούς φορείς ή και με πιο σύνθετα ζευκτά και δικτυωματικούς φορείς.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι η χρήση του ξύλου διακρίνεται σε δύο κατηγορίες, αυτή της **δομικής ξυλείας** για τη μόρφωση φορέων και αυτή της ξυλείας για **μικρότερες κατασκευές**, όπως είναι τα παράθυρα, τα έπιπλα και άλλα χρηστικά αντικείμενα. Αυτός ο διαχωρισμός αφορά τις μηχανικές αντοχές του ξύλου, τα μεγέθη του, το είδος του ξύλου, με τις επιμέρους ιδιότητες που πρέπει να έχει για τον κάθε σκοπό, αλλά και την τιμή του. Οι αρχές της επεξεργασίας και των συνδέσεων είναι κοινές και στις δύο κατηγορίες, αλλά διαφοροποιούνται στις λεπτομέρειες, ανάλογα με την κλίμακα της κατασκευής, τη λειτουργία που επιτελούν και τις τάσεις που παραλαμβάνουν.

Το ξύλο, επειδή είναι φυσικό υλικό και προέρχεται από τα δέντρα, είναι **ανισότροπο** υλικό· αυτό οφείλεται στη δομή του που αποτελείται από σωληνίσκους-μικροϊνίδια **κυτταρίνης (40-50%)**, διατεταγμένα κατά μήκος του κορμού και των κλαδιών, και από τη **λιγνίνη (15-30%)**, τη μεταξύ τους συγκολλητική ουσία, με υψηλή αντοχή στη συμπίεση, ενώ το υπόλοιπο της μάζας του είναι διάφορα **εκχυλίσματα**. Η αύξηση του δέντρου κατά τη διάρκεια της ζωής του γίνεται αφενός καθ' ύψος και αφετέρου εγκάρσιως με τους ετήσιους περιμετρικούς δακτυλίους. Ο σκληρότερος πυρήνας του αποτελεί το **εγκάρδιο ξύλο (heartwood)** που συνήθως είναι σκουρότερο. Εξωτερικά καλύπτεται από τον **φλοιό** ενώ το ενδιάμεσο τμήμα, το **σομφό ξύλο (sapwood)**, μεταφέρει τα υγρά από τις ρίζες στα φύλλα και έχει ανοικτότερο χρώμα.

Τα κλαδιά περικλείονται από νέα στρώματα ξύλου και σχηματίζουν τους **ρόζους**. Αυτό ακριβώς το σημείο έχει ιδιαίτερη σημασία για τη χρήση του ξύλου. Οι ρόζοι κατ' ουσία διακόπτουν τη συνέχεια των ινών του ξύλου ή αλλάζουν την κατεύθυνσή του, επηρεάζοντας τις μηχανικές του ιδιότητες και αυξάνοντας την τάση για δημιουργία σχισμάτων. Η ύπαρξη ρόζων, το μέγεθός τους, καθώς και η μεταξύ τους απόσταση καθορίζουν τις αντοχές του ξύλου και άρα την ποιοτική του ταξινόμηση. Οι μαύροι ρόζοι είναι από νεκρά κλαδιά, αποσπώνται εύκολα αφήνοντας τρύπα στο ξύλο και είναι χαρακτηριστικό κακής ποιότητας.



Εικόνα 5.10

Διατομή πριστής ξυλείας όπου διακρίνονται οι χαρακτηριστικοί ετήσιοι δακτύλιοι ανάπτυξης του δέντρου.

Αυτές οι ποικίλες φυσικές ιδιαιτερότητες του ξύλου επηρεάζουν όχι μόνο το χρώμα του, την κανονικότητα των νερών του (ισόβενο), τη σκληρότητά του, αλλά και τις μηχανικές του ιδιότητες. Πρέπει να επισημανθεί ότι η σπανιότητά τους διαφοροποιεί τη διαθεσιμότητα στο εμπόριο και καθορίζει την τιμή τους. Είναι επομένως αναμενόμενο ότι η ξυλεία ελάτης —που είναι μαλακό ξύλο με ρόζους— είναι πολύ πιο φθηνή, ενώ αντίθετα το τροπικό σκληρό ξύλο «τικ», που είναι ισόβενο και χωρίς ρόζους, είναι από τα πλέον ακριβά.

Κατά συνέπεια το είδος της χρήσης και η ποσότητα που θα χρησιμοποιηθεί σε μια κατασκευή, απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή του είδους του ξύλου.

Ως δομική ξυλεία χρησιμοποιούμε τα πιο φτηνά **μαλακά ξύλα**, με κατάλληλη προστατευτική επεξεργασία. Σε δάπεδα εσωτερικού χώρου χρησιμοποιείται **σκληρή, ισόβενη ξυλεία**, ενώ στις δαπεδοστρώσεις εξωτερικού χώρου χρησιμοποιείται **τροπική σκληρή ξυλεία**, με αντοχή στο νερό και οπωσδήποτε είναι πιο ακριβή.

Τέλος, στην επιυλοποιία χρησιμοποιείται ξυλεία ακόμη και από μικρά δέντρα, σε μικρότερες διαστάσεις διατομών, η οποία είναι πολλές φορές εξαιρετικά ακριβή αλλά η ποσότητα δικαιολογεί την τιμή, πράγμα που δεν συμβαίνει στη δομική ξυλεία.

Κατά το παρελθόν, δύο υπήρξαν οι τομείς των κατασκευών που απογείωσαν και οδήγησαν τη χρήση του ξύλου σε πολύ υψηλά επίπεδα, ο ένας ήταν η ναυπηγική και ο άλλος η αεροπορική βιομηχανία. Και οι δύο τέχνες έφτασαν μέχρι το πρώτο τέταρτο του 20ού αιώνα.

*Η τεράστια εμπειρία που είχαν αποκτήσει τα **ναυπηγεία** στην κατασκευή ποντοπόρων ιστιοφόρων, καθώς και η **αεροπορική** βιομηχανία στην κατασκευή ξύλινων διπλάνων, έφτασαν τη χρήση του ξύλου σε τεχνολογικά όρια αξεπέραστα μέχρι σήμερα.*

*Αυτό είναι προφανές από την ανάγκη να ναυπηγούνται τεράστια σε μέγεθος **πλοία** και απολύτως στιβαρά και ασφαλή. Οι κατασκευές αυτές (με αρχιτεκτονικούς όρους) έπρεπε να ανθίστανται απολύτως στη συνεχή «σεισμική» καταπόνηση από τα κύματα και στη διαρκή «βροχή» με την επαφή της θάλασσας, δηλαδή με όρους που καμία κατασκευή στην ξηρά δεν θα αντιμετώπιζε ποτέ.*

*Από την άλλη μεριά, η αεροναυπηγική αντιμετώπισε με επιτυχία την πρόκληση να φτιάξει απολύτως ελαφριούς σκελετούς **ξύλινων αεροπλάνων**, με τη λιγότερη ύλη και τη μεγαλύτερη δυνατή αντοχή. Η γεωμετρία, ο σχεδιασμός με τη μέγιστη στατική επάρκεια όλων των τμημάτων, καθώς και ο αξεπέραστος ποιοτικός έλεγχος της ξυλείας που χρησιμοποιείτο έκανε δυνατή την υλοποίησή τους.*

Όπως είναι φυσικό, τα νέα υλικά που εμφανίστηκαν, όπως ο χάλυβας, το αλουμίνιο και τα συνθετικά υλικά (όπως ο πολυεστέρας και τα ανθρακονήματα), με τις εξαιρετικές μηχανικές τους ιδιότητες και την απογείωση της ποσότητας παραγωγής, εκτόπισαν το ξύλο σε αυτούς τους δύο τομείς των κατασκευών.

5.6.1. Φυσική ξυλεία

Το ξύλο είναι πρωτογενές φυσικό προϊόν που παίρνουμε κατ' ευθείαν από τα δέντρα. Εξαιτίας της φύσης του, είναι υλικό ανισότροπο και παρουσιάζει διαφορετική συμπεριφορά σε κάθε κατεύθυνση φόρτισης, ενώ επιπρόσθετα οι ιδιότητές του επηρεάζονται και από τα φυσικά ελαττώματα της δομής του (ρόζοι, σχισίματα, σάπισμα, προσβολή από έντομα), την πυκνότητά του και το ποσοστό της περιεχόμενης σε αυτό υγρασίας. Ως φυσικό υλικό, με την έκθεσή του στην ατμόσφαιρα **απορροφά και αποβάλλει υγρασία** και αυτό το γεγονός έχει τεράστια σημασία, γιατί η επαφή του με την υγρασία αλλοιώνει τις διαστάσεις του και γιατί η αύξησή της συνεπάγεται τη μείωση της αντοχής του. Η ξυλεία που χρησιμοποιούμε στις κατασκευές πρέπει να έχει **περιεχόμενη υγρασία μέχρι 15%**.

Η συρρίκνωση ή διόγκωση μεταβάλλει τις διαστάσεις του ξυλοτεμάχιου ως προς τις ίνες σε ποσοστά:

0,4% αξονικά, 4% ακτινικά και 8% εφαπτομενικά. Κατά την παραγωγή πρέπει να ακολουθηθεί μια αυστηρά τυποποιημένη διαδικασία αποθήκευσης ώστε το ξύλο να στεγνώνει με φυσικό τρόπο.

Η αυξομείωση της υγρασίας, εκτός από τη συστολοδιαστολή του ξύλου, έχει ως συνέπεια και την παραμόρφωσή του (**σκέβρωμα**) με αποτέλεσμα να προκαλούνται αστοχίες στην κατασκευή.

Πίνακας 5.18: Αντοχές φόρτισης σε σχέση με τις ίνες (νερά) του ξύλου.		
	Παράλληλα προς στις ίνες (0°)	Κάθετα προς στις ίνες (90°)
Εφελκυσμός	Υψηλή	Χαμηλή (σχεδόν αμελητέα)
Θλίψη	Υψηλή 30-70N/mm ²	Υψηλή
Διάτμηση	Χαμηλή	Υψηλή
Κάμψη		Υψηλή 50-140N/mm ²

5.6.2. Είδη ξύλου

Τα ξύλα διατίθενται σε πλήθος από είδη, με πολύ μεγάλο εύρος διαστάσεων, αντοχών, ποιότητων, ακόμα και της τελικής εικόνας που τους δίνει το χρώμα και τα νερά τους.

Η ξυλεία κατατάσσεται σε **τρεις βασικές κατηγορίες**:

Αυτή που παίρνουμε από **κωνοφόρα δέντρα** (πεύκο, έλατο, κυπαρίσσι κλπ.) και που είναι γενικά μαλακά ξύλα, με ρόζους.

Η **ξυλεία από πλατύφυλλα δέντρα** (δρυς, οξιά, καστανιά, πλατάνι, σφένδαμος, σημύδα κλπ.) που είναι πιο σκληρά ξύλα.

Η **τροπική ξυλεία** (από επίσης πλατύφυλλα δέντρα), ως ιδιαίτερη κατηγορία που προέρχονται από τη Νοτιοανατολική Ασία (Μεράντι, Μπανγκιράι, Τικ κλπ.) και την Αφρική (Ιρόκο, Νιαγκόν, Αμπούρα κλπ.). Είναι εξαιρετικής ποιότητας σκληρά ξύλα, με ίσια νερά (ισόβεννα) χωρίς ρόζους, με πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες και με τεράστια αντοχή έκθεσης σε συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος. Η τροπική ξυλεία συνήθως διατίθεται σε πολύ μικρότερες ποσότητες παραγωγής σε σχέση με τα κωνοφόρα.

Εδώ ας σημειωθεί ότι η τιμή των ξύλων είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας για τη χρήση τους. Οι τιμές ανάμεσα στα φτηνότερα ξύλα κωνοφόρων και στα ακριβά τροπικά ξύλα μπορεί να διαφέρουν κατά το δεκαπλάσιο ή και περισσότερο. Τα πιο καλά και ακριβά από αυτά τα ξύλα χρησιμοποιούνται σε απαιτητικές συνθήκες εξωτερικών χώρων, στη ναυπηγική, στην επιπλοποιία και ως καπλαμάδες σε επενδύσεις άλλων ξύλινων επιφανειών. Επειδή οι δύο τελευταίες κατηγορίες (επιπλοποιία και καπλαμάδες) απαιτούν μικρές ποσότητες, η υψηλή τιμή δικαιολογεί τη χρήση τους.

Η ποιότητα ξυλείας μπορεί να διαφέρει ακόμη και ανάμεσα στα ίδια είδη δέντρων, ανάλογα με τη χώρα προέλευσης αλλά και με τις διαφορετικές παρτίδες που εισάγονται κάθε φορά. Έτσι, ακόμη και η ξυλεία από δέντρα ίδιου είδους μπορεί να παρουσιάζει ποιοτικές διαφορές όχι μόνο στις αντοχές αλλά και στην εμφάνιση, για παράδειγμα ξύλα από διαφορετικές παρτίδες να έχουν διαφορετικά νερά και χρώμα.

Ακολουθεί ο πίνακας με τα κυριότερα είδη ξύλων που μπορούμε να βρούμε σήμερα στην Ελληνική αγορά και τις συνιστώμενες χρήσεις τους. Το ειδικό βάρος δίνεται ενδεικτικά για την εκτίμηση της ποιότητας μεταξύ των ειδών.

Πίνακας 5.19: Είδη φυσικής ξυλείας.			
Όνομασία	Ειδικό βάρος Kg/m³ (12% υγρασία)	Προέλευση	Συνήθεις χρήσεις
Κωνοφόρα δέντρα (Softwood)			
Πεύκο Redwood	415	Σκανδιναβία, Ρωσία, Νότια Ευρώπη	Κουφώματα, στέγες, πατώματα.
Ελάτη Hemlock	450	Σκανδιναβία, Κεντρική Ευρώπη, Νότια Ευρώπη	Ξυλότυποι, κατασκευή στεγών, επενδύσεις ραμποτέ, glue-lam, πρώτη ύλη για πλακάξ και κόντρα πλακέ.
Πλατύφυλλα δέντρα (Hardwood)			
Οξυά Beech	710	Κεντρική και Νότια Ευρώπη, Ρωσία	Έπιπλα, πόρτες, σκάλες, πάγκοι, είδη επιπλοποιίας, καπλαμάδες επενδύσεων κόντρα πλακέ και MDF.
Δρυς Oak	770	Ευρώπη, Βόρεια Αμερική	Δάπεδα παρκέ, επιπλοποιία, κουφώματα, σκάλες, καπλαμάδες, ναυπηγική.
Δεσποτάκι Ash	675	Ευρώπη, Βόρεια Αμερική	Σκληρό ξύλο, επιπλοποιία, καπλαμάδες, σπανιότερα σε σκάλες.
Πιτσ-πάιν Southern Yellow Pine	650	Βόρεια Αμερική	Για εσωτερική χρήση, σκάλες, πατώματα, επενδύσεις ραμποτέ.
Όρεγκον Πάιν Douglas Fir	510	Δυτικές ακτές των ΗΠΑ	Εξωτερικά κουφώματα. Σήμερα σε περιορισμένη διάθεση λόγω περιορισμών στην υλοτομία.
Πόπλαρ Poplar	455	Βόρεια Αμερική	Εσωτερικά κουφώματα, έπιπλα, καπλαμάδες.
Κερασιά Cherry	560	Ευρώπη, Βόρεια Αμερική	Έπιπλα, εσωτερικές επενδύσεις, καπλαμάδες.
Καρυδιά Walnut	710	Ευρώπη, Βόρεια Αμερική	Βαριές κατασκευές, επιπλοποιία, καπλαμάδες.
Σφένδαμος Acer Maple	670	Ευρώπη, Βόρεια Αμερική	Ξυλουργική εσωτερικών χώρων, καπλαμάδες.
Φλαμούρι Lime	460		Σκαλιστά έπιπλα.
Λεύκα White wood			Μικροξυλουργική, παλέτες.
Καστανιά Chestnut	780	Βόρεια Ελλάδα, Πήλιο, Ιταλία, Ρωσία, Γαλλία	Εξωτερικές χρήσεις (πέργκολες), εξωτερικά κουφώματα, έπιπλα.
Τροπική ξυλεία			
Ιρόκο Iroko	660	Δυτική Αφρική	Σε όλες τις εξωτερικές χρήσεις, κουφώματα, σκάλες, υποστυλώματα, παρκέτα δαπέδων.
Νιαγκόν		Αφρική	Εξωτερικά κουφώματα.

Niangon			
Μαόνι Mahogany	835	Ανατολική και Δυτική Αφρική	Κουφώματα, έπιπλα, καπλαμάδες.
Ντούσιε Doussie		Αφρική	Έπιπλα, σκάλες, πατώματα, ναυπηγική.
Abura, Bahia	560	Αφρική	Εσωτερικά κουφώματα, μικρόέπιπλα.
Αφρικανική καρυδιά African Walnut, Lovoa	540	Αφρική	Επιπλοποιία.
Μεράντι Shorea ή Meranti	590	Νοτιοανατολική Ασία	Εξωτερικά κουφώματα, έπιπλα εξωτερικού χώρου.
Λίμπα Limba	555	Δυτική Αφρική	Επιπλοποιία, καπλαμάδες.
Τικ Teak		Βιρμανία	Εξωτερική χρήση, ναυπηγική.
Βεγκέ Wenge	870	Κεντρική Αφρική	Επιπλοποιία, καπλαμάδες.
Ανιγκρέ Aniegre	550	Αφρική	Μικροέπιπλα, καπλαμάδες.
Μπακιράι ή Μπανγκιράι Bangirai		Λατινική Αμερική	Δάπεδα και έπιπλα εξωτερικού χώρου.



Εικόνα 5.11

Δείγματα φυσικής ξυλείας. Κερασιά, οξιά, πιτσπαίν Αμερικής, όρεγκον πάιν, όρεγκον, έλατο, πεύκο (Σουηδικό).



Εικόνα 5.12

Δείγματα φυσικής ξυλείας. Καρυδιά, καρυδιά Αμερικής, δρυς (white) όρεγκον Αμερικής, δρυς, πόπλαρ Αμερικής.



Εικόνα 5.13

Δείγματα φυσικής ξυλείας. Ιρόκο, μαόνι, αμπούρα Αφρικής, ιρόκο Αμερικής, ντούσε, μαόνι Αφρικής, λίμπα Αφρικής.

5.6.3. Παθολογία του ξύλου

Το ξύλο ως ζωντανός οργανισμός παρουσιάζει το πρόβλημα προσβολής από φυσικούς εχθρούς (μύκητες, βακτήρια και ξυλοφάγα έντομα) που αλλοιώνουν την όψη του και το καταστρέφουν, πολλές φορές μέχρι σημείου ολοκληρωτικής εξαφάνισής του. Για να τραφούν και να αναπτυχθούν οι μύκητες πρέπει να συνδυάζονται συγκεκριμένοι παράγοντες και κατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος, δηλαδή ποσοστά υγρασίας και εύρος θερμοκρασίας. Εάν δεν ισχύει μία από τις συνθήκες, τότε δεν μπορούν να αναπτυχθούν μύκητες:

Τα είδη των φυσικών εχθρών του ξύλου είναι τα ακόλουθα:

Πίνακας 5.20: Φυσικοί παράγοντες παθολογίας του ξύλου.	
Βακτήρια	<p>Είναι μονοκύτταροι φυτικοί οργανισμοί. Προξενούν μικρότερη ζημιά σε σχέση με άλλους παράγοντες.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Μπορούν να βοηθούν όμως στην προσβολή από έντομα ή μύκητες. – Προκαλούν χρωματικές αλλοιώσεις. – Μειώνουν τη μηχανική αντοχή του ξύλου. <p>Αναπτύσσονται σε περιβάλλον μέσα στο νερό ή στο υγρό έδαφος με λίγο ή καθόλου οξυγόνο. (*)</p>
Μύκητες	<p>Φυτικοί οργανισμοί χωρίς χλωροφύλλη που τρέφονται με οργανικό υλικό των ξύλων. Παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξή τους είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Όρια Θερμοκρασίας από 10° C έως 35° C. – Ποσοστό υγρασίας συνήθως >25% αλλά πάντως >20%. (*) – Θρεπτικές ουσίες του ξύλου. – Παρουσία οξυγόνου του αέρα. (*) – Κατάλληλο Ph. <p>Μέτρα πρόληψης:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Αποθήκευση πρώτης ύλης σε ξηρό και καλά αεριζόμενο περιβάλλον. – Θερμική επεξεργασία, η οποία όμως δεν καλύπτει μελλοντική προσβολή όταν ξαναδημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες. – Εμποτισμός σε κλιβάνους με μυκητοκτόνες ουσίες. – Επάλειψη με μυκητοκτόνες ουσίες. <p>Σηπτικοί μύκητες</p> <p>Συνήθως προσβάλλουν το σομφό ξύλο. Προκαλούν σήψη-αποσύνθεση του ξυλώδους ιστού. Αλλοιώνουν το χρώμα του και τις μηχανικές του ιδιότητες. Εμφανίζονται σε περιοχές συγκέντρωσης υγρασίας, όπως στην έδραση δοκών σε τοιχοποιία, σε οπές κοχλιών, σε συνδέσεις ραμποτέ.</p> <p>Χρωστικοί μύκητες</p> <p>Προσβάλλουν συνήθως τα κωνοφόρα. Δεν προκαλούν σήψη στο ξύλο αλλά μόνο τον μεταχρωματισμό του. Είναι οι παρακάτω:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Η μούχλα (ευρωτίαση) και είναι επιφανειακή προσβολή από μύκητες. Δημιουργεί μεταχρωματισμό επιφανειακά ή και σε βάθος. Τα ξύλα που έχουν προσβληθεί από μούχλα παρουσιάζουν προβλήματα στη συγκόλληση. – Η κυάνωση οφείλεται σε χρωστικούς μύκητες που αναπτύσσονται μετά την υλοτόμηση του ξύλου, έτσι το ξύλο γίνεται κυανόμαυρο. Η αλλοίωση αυτή μπορεί να προχωρήσει σε βάθος, δεν επηρεάζει την αντοχή του, αλλά έχει αποτέλεσμα τη μείωση της αξίας του επειδή το κάνει ακατάλληλο για κατασκευές (κυρίως έπιπλα) όπου είναι επιθυμητό να διατηρείται το φυσικό τους χρώμα.
Ξυλοφάγα έντομα	<p>Ζουν μέσα στο ξύλο και τρέφονται από τα συστατικά του. Η συνέπεια της προσβολής από έντομα είναι οπές στην επιφάνειά του και ακολούθως η διάνοιξη ολόκληρου δικτύου από σήραγγες που αποδιοργανώνουν τη δομή του.</p> <p>Μέτρα πρόληψης:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Αποθήκευση πρώτης ύλης σε ξηρό και καλά αεριζόμενο περιβάλλον. – Θερμική επεξεργασία, η οποία όμως δεν καλύπτει μελλοντική προσβολή όταν ξαναδημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες. – Εμποτισμός σε κλιβάνους με εντομοκτόνες ουσίες. – Επάλειψη με εντομοκτόνες ουσίες.
<p>(*) Οι ξύλινοι πάσσαλοι θεμελιώσεων που είναι πλήρως καλυμμένοι με νερό, εξαιτίας της απουσίας αέρα δεν προσβάλλονται από βακτήρια, μύκητες και φυσικά ξυλοφάγα έντομα.</p>	
<p>Πηγή: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/KSILO/xil_1_6t.htm</p>	



Εικόνα 5.14

Δίφυλλη καρφωτή πόρτα με εμφανή τα σημεία φθοράς του ξύλου.

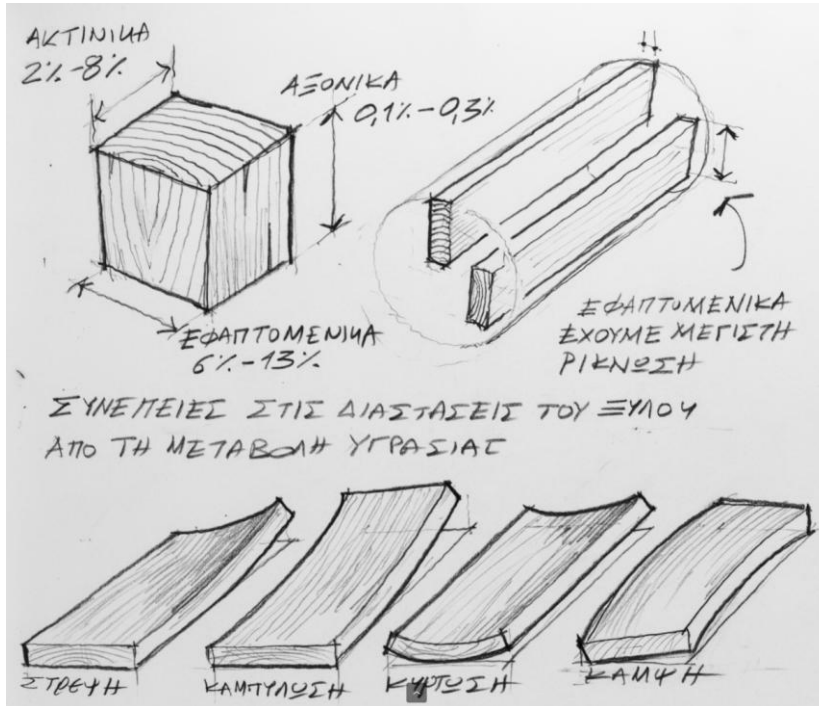
5.6.3.1. Ποιοτικός έλεγχος ξύλου

Είναι προφανές ότι η τεράστια ποικιλία των ειδών ξύλου και οι ιδιαιτερότητες κάθε ξεχωριστής παρτίδας τα κατατάσσουν σε ποιοτικές κατηγορίες που είναι κρίσιμος παράγοντας για τη χρήση του σε όλες τις κατασκευές.

Τα ξύλα πρέπει να έχουν καθορισμένο ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας, η οποία ελέγχεται με ειδικά **υγρασιόμετρα** κατά την αποθήκευση, κατά στάδιο επεξεργασίας τους ή και κατά το στάδιο παραλαβής στο εργοτάξιο. Η απαίτηση αυτή είναι σημαντική, γιατί το ξύλο ως φυσικό υλικό, όπως έχει προαναφερθεί, διαστέλλεται όταν προσλαμβάνει υγρασία και συστέλλεται όταν αποβάλλει. Επομένως, επηρεάζεται η ακρίβεια των διαστάσεων των διατομών και των συνδέσεων τους —που είτε χαλαρώνουν κατά τη συστολή είτε υφίστανται σχισίματα των ινών κατά τη διαστολή τους—, ενώ η αύξηση της υγρασίας μειώνει ταυτόχρονα και την αντοχή του ξύλου.

Πίνακας 5.21: Απαιτούμενη περιεχόμενη υγρασία ξύλων.	
Είδος ξύλου και χρήση	Περιεχόμενη Υγρασία (*)
Ξυλεία κατασκευών σε εξωτερικούς χώρους.	12-16%
Μεγάλες επιφάνειες (MDF, κόντρα πλακέ κλπ.)	10-12%
Ξύλα σε εσωτερικούς χώρους (κυρίως έπιπλα).	7-10%
(*) στη βιβλιογραφία εμφανίζονται μικρές αποκλίσεις στα ποσοστά.	

Εικόνα 5.15



Συνέπειες στις διαστάσεις του ξύλου από τη μεταβολή υγρασίας.

Σε όλες τις κατασκευές, η παραλαβή της πρώτης ύλης του ξύλου απαιτεί έλεγχο της ποιότητάς του. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να γίνει εύκολα με **οπτική παρατήρηση** και περιλαμβάνει τα ακόλουθα σημεία που τη χαρακτηρίζουν ακατάλληλη και πρέπει να αποφεύγονται:

Πίνακας 5.22: Οπτικός ποιοτικός έλεγχος προϊόντων ξύλου.	
Είδος ξύλου	Σημεία που καθορίζουν την ποιότητά του και πρέπει να ελέγχονται
Πριστή ξυλεία	<ul style="list-style-type: none"> - Στριμμένα νερά περισσότερο από 2 cm ανά 100 cm. - Κηλίδες στην επιφάνεια σε ποσοστό >10%. - Σχισίματα ρητίνης >10 cm. - Ρόζοι με διάμετρο >2 cm. - Ρόζοι σε σημεία γωνιακών συνδέσεων. - Ρόζοι στις ακμές. - Μαύροι ρόζοι. - Άδειοι ρόζοι. - Ρωγμές και σχισίματα. - Προσβολή από έντομα.
Καπλαμάδες	<ul style="list-style-type: none"> - Παρουσία ρόζων και ραγαδώσεων. - Διάφοροι μεταχρωματισμοί (κυανώσεις, σφάλματα άτμισης κλπ.). - Κυματοειδής επιφάνεια (λαμαρίνιασμα) λόγω παρουσίας ξύλου ακανόνιστης δομής και ανεπιτυχή ξήρανση. - Ξύλο στρεψίνο (μη κανονικής δομής). - Ελαττώματα παραγωγής (ανισοπαχίες, γραμμές μαχαριών, κλπ.). - Άτονες σχεδιάσεις των νερών του ξύλου. - Τρύπες εντόμων.
Επικολητή ξυλεία (κόντρα πλακέ, πλακάτζ)	<ul style="list-style-type: none"> - Υπερκαλύψεις και διάκενα στα εσωτερικά ξυλόφυλλα. - Αναδιπλώσεις λεπτών ξυλόφυλλων. - Φυσαλίδες αέρα σε θέσεις με υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας. - Οπές που προέρχονται από χαλαρούς ρόζους ή μεγάλα διάκενα. - Σημάδια πρεσαρίσματος λόγω υπολειμμάτων κόλλας ή άλλων υλικών.

	<ul style="list-style-type: none"> - Λέκιασμα και εξάπλωση κόλλας. - Σχισίματα και ραγαδώσεις. - Ανοιχτές ενώσεις στα επιφανειακά ξυλόφυλλα. - Κύρτωση λόγω ασυμμετρίας. - Ελαττώματα παρυφώσεως και λειάνσεως. - Οπές εντόμων.
--	---

Τα κριτήρια ταξινόμησης ξυλείας ποικίλλουν ανά είδος και κατηγορία ξυλείας και τους θεσπισμένους κανονισμούς της χώρας προέλευσης. Για παράδειγμα, στον ακόλουθο πίνακα δίνονται τα **κριτήρια ποιοτικής ταξινόμησης της πριστής ξυλείας ελάτης και ερυθρελάτης σε Γερμανία και Αυστρία.**

Πίνακας 5.23: Ποιοτική ταξινόμηση πριστής ξυλείας Ελάτης και Ερυθρελάτης σε Γερμανία, Αυστρία.	
ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΚΛΑΣΗ 0	Ξυλεία καθαρή χωρίς μεταχρωματισμούς και θλιψιγενές ξύλο. Επιτρέπονται: <ul style="list-style-type: none"> - 1 ρόζος σύμφυτος κάθε τρέχον μέτρο μέχρι 2x5 cm. - 1 ρητινοθύλακας μέχρι 5x0,5 cm. - Μικρές ραγάδες και λειψάδες και απόκλιση από επιτεδότητα μέχρι 2 cm / m. Δεν επιτρέπεται θλιψιγενές ξύλο.
ΚΛΑΣΗ I	Επιτρέπονται: <ul style="list-style-type: none"> - Απεριόριστοι σύμφυτοι ρόζοι μέχρι 2x5 cm. - 1 μικρός αποπίπτων ρόζος. - Ελαφρός μεταχρωματισμός κατά θέσεις. - Μικροί ρητινοθύλακες. - Μικρές ραγάδες και λειψάδες. - Απόκλιση από επιτεδότητα μέχρι 2 cm / m. Δεν επιτρέπονται οπές εντόμων.
ΚΛΑΣΗ II	Επιτρέπονται: <ul style="list-style-type: none"> - Απεριόριστοι σύμφυτοι ρόζοι μέχρι 2x5 cm. - 2 μικροί αποπίπτοντες ρόζοι. - Ελαφρός μεταχρωματισμός κατά θέσεις. - Μικροί ρητινοθύλακες. - Μικρές ραγάδες και λειψάδες. - Απόκλιση από επιτεδότητα μέχρι 2 cm / m
ΚΛΑΣΗ III	Επιτρέπονται: <ul style="list-style-type: none"> - Λίγοι αποπίπτοντες ρόζοι με μέσο μέγεθος. - Απεριόριστοι υγιείς ρόζοι. - Μεταχρωματισμός μέχρι 40 % της επιφάνειας. - Ρητινοθύλακες με μέσο μέγεθος σε μικρό αριθμό. - Ραγάδες και λειψάδες με μέσο μέγεθος. - Περιορισμένη προσβολή από έντομα.
ΚΛΑΣΗ IV	Επιτρέπονται: Όλα τα σφάλματα εφόσον το ξύλο είναι χρήσιμο.
Πηγή: https://www.htca.gr/prodiagrafes.html	

Η ξυλεία των κατασκευών που απαιτεί εξασφαλισμένη αντοχή για τη διαμόρφωση φερόντων στοιχείων κατατάσσεται σε τρεις ποιοτικές κατηγορίες ανάλογα την επιθυμητή φέρουσα ικανότητα:

Πίνακας 5.24: Κριτήρια κατάταξης αντοχής για ξυλεία κατασκευών.			
Παθολογία, ατέλειες	Ποιότητα I Μεγάλη φέρουσα αντοχή	Ποιότητα II Συνηθής φέρουσα αντοχή	Ποιότητα III Μικρή φέρουσα αντοχή
Κυάνωση	< 1,5% της διατομής	Ναι	Ναι
Μεταχρωματώσεις	Όχι	Ναι	Ναι
Λειψιάδες	< 1,5% της διατομής στο 10% του υλικού.	< 3% της διατομής στο 10% του υλικού.	< 3% της διατομής στο 10% του υλικού.
Μεμονωμένοι ρόζοι	Με σχέση διαμέτρου, πλευράς διατομής μέχρι 1:5 και με διάμετρο όχι μεγαλύτερη από 5 cm .	Με σχέση διαμέτρου, πλευράς διατομής μέχρι 1:3 και με διάμετρο όχι μεγαλύτερη από 7 cm .	
Στρέψη ινών	10:1 με μέγιστο 10 mm σε μήκος 1,0 m.	20:1	33:1 με μέγιστο 15 mm σε μήκος 1,0 m.
Κύρτωση θλιβόμενου μέλους	Μέχρι 5 mm ανά 2,0 m ή το 1:400 του συνολικού θλιβόμενου μέλους.	Μέχρι 8 mm ανά 2,0 m ή το 1:250 του συνολικού θλιβόμενου μέλους.	Μέχρι 8 mm ανά 2,0 m ή το 1:250 του συνολικού θλιβόμενου μέλους.
Ραγάδες	Όχι	Όχι	Όχι
Περιφερειακές ραγάδες	Όχι	Όχι	Όχι
Οπές εντόμων	Όχι	Όχι	Όχι
Σήψη	Όχι	Όχι	Όχι

5.6.3.2. Προστασία του ξύλου

Για την προστασία του ξύλου λαμβάνονται μέτρα τόσο κατά την υλοτόμησή του και την αποθήκευσή του μέχρι την τελική επεξεργασία του, όσο και για τη συντήρησή του τελικού προϊόντος. Η ξήρανση είναι μια αυστηρά ελεγχόμενη διαδικασία και τα πλεονεκτήματά της είναι ότι ελαττώνει την πιθανότητα εμφάνισης σφαλμάτων, μειώνει την πιθανότητα προσβολής από μύκητες και έντομα —έχουν θανατωθεί τα έντομα που πιθανά το έχουν προσβάλει όσο η υγρασία του παραμένει κάτω από 20%—, και αυξάνει τις μηχανικές αντοχές του ξύλου. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ξήρανση δεν αποτρέπει από τη μελλοντική επανεμφάνιση εντόμων και μυκήτων, όταν το επιτρέψουν οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας και για αυτόν το λόγο θα πρέπει να ακολουθήσουν και επόμενα στάδια προστασίας.



Εικόνα 5.16

Περίφραξη βοτανικού κήπου στη Βαρκελώνη από εμπτηγμένους κορμούς άσηπτης ξυλείας με το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα.

Αρχιτέκτονες Carlos Ferrater και Josep Lluís Canosa, Βαρκελώνη, Ισπανία 1999.

5.6.3.2.1. Φυσική ξήρανση (*natural drying*)

Το ξύλο κατά την αποθήκευσή του στοιβάζεται σε φυσικά ξηραντήρια με προστατευμένο περιβάλλον, με φυσικό αερισμό και με χαμηλά ποσοστά υγρασίας. Ο χρόνος ξήρανσης εξαρτάται από το είδος του ξύλου, τις διαστάσεις του και την περιεχόμενη υγρασία του. Αυτή η διαδικασία έχει διπλό σκοπό, αφενός αδρανοποιεί τους μύκητες και αφετέρου προστατεύει το ξύλο από την πρόσληψη υγρασίας πριν την επεξεργασία, ώστε να διατηρεί τις φυσικές του διαστάσεις.

5.6.3.2.2. Ξήρανση σε κλιβάνους, φουρνιστή ξυλεία (*kiln drying*)

Πρόκειται για την ξήρανση του ξύλου σε ειδικούς θαλάμους, με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία πάνω από 60°C. Τα πλεονεκτήματα αυτής της διαδικασίας είναι ότι με τη μείωση του ποσοστού υγρασίας αυξάνεται η μηχανική αντοχή του ξύλου, αυξάνεται η δυνατότητα συγκράτησης καρφιών και θανατώνονται οι μύκητες και τα ξυλοφάγα έντομα που πιθανά το έχουν προσβάλει. Ωστόσο η θερμική επεξεργασία δεν καλύπτει μελλοντική προσβολή όταν δημιουργηθούν ξανά κατάλληλες συνθήκες.

5.6.3.2.3. Εμποτισμός με εμβάπτιση ή σε κλιβάνους

Είναι βιομηχανική διαδικασία προστασίας της πρώτης ύλης του ξύλου. Η πιστή ξυλεία είτε εμβάπτιζεται σε λουτρό χημικών συντηρητικών είτε τοποθετείται σε κλιβάνους με υψηλή θερμοκρασία και πίεση, ώστε τα συντηρητικά να εμποτίσουν σχεδόν όλη τη μάζα του ξύλου. Η τεχνική εμποτισμού σε κλιβάνους απαιτεί περισσότερη ενέργεια και είναι πιο ακριβή διαδικασία. Ουσιαστικά το ξύλο «δηλητηριάζεται» και παύει να αποτελεί κατάλληλο περιβάλλον για ανάπτυξη και τροφή σε μύκητες και ξυλοφάγα έντομα. Η επεξεργασία αυτή, σε αντίθεση με την απλή θερμική κατεργασία, έχει μόνιμο χαρακτήρα και τα ξύλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εξωτερικούς χώρους και δομικές κατασκευές. Τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται είναι μυκητοκτόνα και δίνουν ένα **πρασινωπό χρώμα** στην όψη του ξύλου.

5.6.3.2.4. Επιφανειακή προστασία

Τις τελειωμένες επιφάνειες του ξύλου τις επεξεργαζόμαστε επιφανειακά για να πάρουμε ένα τελικό στιλπνό αποτέλεσμα και ταυτόχρονα να τις προστατέψουμε από προσβολές εντόμων και σήψη. Η επεξεργασία αυτή διακρίνεται σε δύο βασικά είδη:

5.6.3.2.5. Βερνίκια, λάδια εμποτισμού και κεριά

Τα βερνίκια και τα λάδια εμποτισμού είναι ουσίες με βάση φυσικά έλαια που εφαρμόζονται συνήθως με πινέλο σε πολλά χέρια μέχρι να εισχωρήσουν αρκετά μέσα στη μάζα του ξύλου χωρίς αυτό να χάσει το φυσικό χρώμα του. **Δεν κλείνουν τους πόρους** του ξύλου και το αφήνουν να συμπεριφέρεται φυσιολογικά αναπνέοντας, απορροφώντας και αποβάλλοντας υγρασία, αλλά χωρίς να επιτρέπουν στο νερό να περάσει στο εσωτερικό του.

Περιέχουν πλήθος από **προστατευτικά συντηρητικά**, όπως ειδικά μείγματα **φυσικών ελαίων** (συνήθως είναι λινέλαιο ή άλλα τροποποιημένα πολυουρεθανικά έλαια), φίλτρα **προστασίας από την ακτινοβολία UV** καθώς και **μυκητοκτόνες ουσίες**. Όσο πιο σκούρο είναι το υλικό εμποτισμού, τόσο αποτελεσματικότερη είναι η προστασία του ξύλου από τις UV ακτινοβολίες.

Οι ουσίες αυτές χρησιμοποιούνται οπωσδήποτε σε ξύλινες κατασκευές και έπιπλα που είναι εκτεθειμένα στο εξωτερικό περιβάλλον, αλλά και σε εσωτερικούς χώρους, ενώ υπάρχουν ειδικά **λάδια εμποτισμού** για τη σκληρή **τροπική ξυλεία**.

Ο **εμποτισμός** του ξύλου είναι απαραίτητο κάθε λίγα χρόνια να **ανανεώνεται** με απλό επιφανειακό πέρασμα με πινέλο, αφού έχει προηγηθεί απαλό τρίψιμο.

Τα κεριά είναι φυσικά υλικά για επιφανειακή προστατευτική επάλειψη της επιφάνειας του ξύλου, συνήθως με πανί, που του δίνουν μια ματ βελούδινη υφή και είναι κατάλληλα μόνο για έπιπλα ή κουφώματα εσωτερικού χώρου.

5.6.3.2.6. Λούστρα, λαδομπογιές, ανιλίνες

Τα **λούστρα** δημιουργούν ένα διαφανές φιλμ στην επιφάνεια του ξύλου που το προστατεύει. Εφαρμόζονται με πινέλο ή εργοστασιακά με πιστόλι και δίνουν μια στιλπνή τελειωμένη επιφάνεια σε ξύλα εσωτερικών χώρων και σε έπιπλα. Σε **δάπεδα** και **πάγκους εργασίας** χρησιμοποιούνται ειδικά βερνίκια που περιέχουν **σκληρυντικά** για αντοχή της επιφάνειας στις φθορές από κρούση.

Οι **λαδομπογιές** εφαρμόζονται καλύπτοντας πλήρως με χρώμα και αδιαβροχοποιώντας την επιφάνεια του ξύλου. Χρησιμοποιούνται κυρίως για **βαφή κουφωμάτων** σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Κάτω από το αδιαφανές χρώμα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε **ξύλα χαμηλότερης ποιότητας**, όπως για παράδειγμα ξυλεία κωνοφόρων με ρόζους και άλλες ατέλειες που τις στοκάρουμε και δεν είναι ορατές.

Οι **ανιλίνες** χρωματίζουν το ξύλο αλλά ταυτόχρονα αφήνουν να φαίνονται τα νερά του.

Πίνακας 5.25: Υλικά προστασίας ξύλου ανάλογα με τη χρήση.				
	Δάπεδα	Κατασκευές (*)	Πόρτες παράθυρα	Έπιπλα
Εσωτερικοί χώροι	Βερνίκια, λούστρα	Βερνίκια, λάδια, λαδομπογιά, ανιλίνες	Βερνίκια, λαδομπογιά	Βερνίκια, λάδια, κερι, λούστρα, ανιλίνες
Εξωτερικοί χώροι	Λάδι	Λάδι	Βερνίκια, λαδομπογιά	Λάδι
Κάτω από τις γενικές κατηγορίες, λούστρα, λάδια κλπ. πρέπει να αναζητούνται και να εφαρμόζονται οι ειδικές παραλλαγές αντοχής για εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, για έπιπλα ή για πατώματα κλπ.				
(*) με τον γενικό όρο κατασκευές, εννοούνται οι πέργκολες, τα κιγκλιδώματα, τα πατάρια, οι ξυλεπενδύσεις κλπ.				

Τα λούστρα και οι λαδομπογιές έχουν **προβληματική συντήρηση**, επειδή απαιτείται χρονοβόρα διαδικασία πλήρους αφαίρεσης των προηγούμενων στρωμάτων μπογιάς για να εφαρμοστεί το νέο χρώμα. Η αφαίρεση γίνεται με ειδικά διαβρωτικά χρώματος, κάψιμο και ξύσιμο των υπολειμμάτων μπογιάς, στοκαρίσματα ατελειών και λείανση της επιφάνειας με γυαλόχαρτα.

Εάν δεν συντηρηθεί το ξύλο την κατάλληλη στιγμή, τόσο τα βερνίκια, όσο και οι λαδομπογιές που είναι επιφανειακές επικαλύψεις, σκάνε σημειακά αφήνοντας το ξύλο εκτεθειμένο σε εισροή νερού και, κατά συνέπεια, στην προσβολή από μύκητες και ξυλοφάγα έντομα. Η **δυσκολία της τακτικής συντήρησης** είναι και ο λόγος που **εκτοπίστηκαν** τα ξύλινα και τα σιδερένια κουφώματα από τις κατασκευές υπέρ των αλουμινίων, που είναι ανθεκτικά στη διάβρωση και τα χρώματά τους πολύ σταθερά.

5.6.4. Τυποποιημένες διατομές ξύλων

Οι διαστάσεις του ξύλου που διατίθενται στο εμπόριο είναι συνήθως τυποποιημένες και παρατίθενται στους πίνακες που ακολουθούν. Αξίζει να σημειωθεί ότι ανάλογα με τα είδη των δέντρων, αλλά και με τις παρτίδες από τις οποίες προέρχονται τα ξύλα, ενδέχεται να παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις στις διαστάσεις των τελικών προϊόντων.

Οι διατομές στους παρακάτω πίνακες αφορούν μια πρώτη επεξεργασία μετά από το πριόνισμα που έχει δεχτεί ο κορμός ως πρώτη ύλη. Κατά την τελική τους επεξεργασία οι ονομαστικές **διατομές απομειώνονται** κατά 3 έως 5 mm. Έτσι μια διατομή 65 x 125 mm, μετά από την επεξεργασία της αποκτάει τελικές διαστάσεις 60 x 120 mm.

5.6.4.1. Πελεκητή φυσική ξυλεία

Η πελεκητή ξυλεία ή «**τράβα**» είναι ο ελαφρά κατεργασμένος κορμός του δέντρου που έχει περαστεί μόνο σε ένα πρώτο στάδιο από τα σχιστήρια. Έχει γενικά τετραγωνική ή και στρογγυλή λοξότμητη διατομή, με ατέλειες και πολλές φορές με υπολείμματα του φλοιού. Είναι αρκετά οικονομική ξυλεία και χρησιμοποιείται ως δομικό στοιχείο, όπου δεν υπάρχουν απαιτήσεις επεξεργασμένης εμφάνισης. Οι συνήθεις **διαστάσεις** είναι **100 x 100 mm, 120 x 120 mm, 150 x 150 mm, 180 x 180 mm, 200 x 200 mm** με **μήκη έως 12000 mm** ανά ακέραιο μέτρο μήκους.

5.6.4.2. Πριστή (πριονισμένη) φυσική ξυλεία

Η φυσική πριστή ξυλεία είναι αυτή που έχει υποστεί ένα επιπλέον βιομηχανικό στάδιο επεξεργασίας και ο κορμός έχει πριονιστεί σε μια ποικιλία διατομών τυποποιημένων διαστάσεων. Ανάλογα με το μέγεθος της διατομής, τα ξύλα διακρίνονται σε δοκούς, καδρόνια, μαδέρια και τάβλες. Μικρότερης διατομής ξύλα είναι τα **πηχάκια**· με αυτά φτιάχνουμε συνήθως αρμοκάλυπτρα και κυκλοφορούν σε **πάχος 12 mm** και **πλάτη 35 mm, 40 mm, έως και 70 mm**.

Η φυσική ξυλεία κατά την επεξεργασία υφίσταται κατεργασία με πλάνισμα και λείανση της επιφάνειάς της, με αποτέλεσμα οι **ονομαστικές διαστάσεις των διατομών** τελικά, να **απομειώνονται** κατά **3 έως 5mm**.

Ακολουθούν πίνακες με διάφορες συνηθισμένες διαστάσεις φυσικής ξυλείας που κυκλοφορεί στο εμπόριο. Μπορεί να υπάρχουν αποκλίσεις ή και διατομές λίγο διαφορετικών διαστάσεων.

Πίνακας 5.26: Διατομές φυσικής ξυλείας εμπορίου (οι διαστάσεις είναι σε mm).												
Πάχος	Πλάτος											
	25	38	50	75	100	125	150	175	200	225	250	300
16				V	V	V	V					
19	V	V	V	V	V	V	V					
22		V	V	V	V	V	V	V	V			
25	V	V	V	V	V	V	V	V	V			
32				V	V	V	V	V	V			
38		V	V	V	V	V	V	V	V	V		
44					V	V	V	V	V	V		
47				V	V	V	V	V	V	V		
50		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
63			V	V	V	V	V	V	V	V		
75			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
100					V		V		V			

Οι διατομές αυτές αντιστοιχούν στις ονομαστικές τιμές, όπως τις παίρνουμε από τους προμηθευτές ξυλείας. Κατά την κατεργασία το ξύλο χάνει περίπου 2,5 mm από κάθε πλευρά. Έτσι από μια διατομή 50 x 100 mm θα προκύψει μια τελική διατομή 45 x 95 mm.

Όταν σχεδιάζουμε κατασκευές από ξύλο, φροντίζουμε τα στοιχεία των διατομών να προκύπτουν από άλλες μεγαλύτερες διατομές με όσο το δυνατόν λιγότερη φύρα μετά από την επεξεργασία τους.

5.6.4.2.1 Σανίδες

Οι σανίδες χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τελικών επιφανειών ξύλινων δαπέδων ή για «πετσώματα», δηλαδή ενιαίες επίπεδες ξύλινες επιφάνειες που πρόκειται να καλυφθούν και προορίζονται για έδραση άλλων κατασκευαστικών στοιχείων. Για παράδειγμα, το πέτσωμα χρησιμοποιείται επάνω από τους φορείς ζευκτών ξύλινης στέγης ώστε να δημιουργηθεί μια ενιαία επιφάνεια για την τοποθέτηση των μονώσεων και της κεράμωσης.

Στο εμπόριο διατίθεται μια τεράστια ποικιλία από διαστάσεις, ανάλογα με το είδος και τη χώρα προέλευσης του ξύλου, οι πιο συνηθισμένες από τις οποίες δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 5.27: Διαστάσεις σανίδων	
	Διαστάσεις σε mm
Πάχος	14, 18, 21, 25
Πλάτος	50, 70, 90, 100, 110, 130, 140, 150, 190
Μήκη	400, 1000, 1600, 1800, 2000, 3000

5.7. Επιφάνειες από βιομηχανικά διαμορφωμένα προϊόντα του ξύλου (ξυλόπλακες)

Πρόκειται για φύλλα λεπτού πάχους, διαμορφωμένα από ειδικά παραπροϊόντα ξύλου (θρυμματισμένο ξύλο, ίνες ξύλου κλπ.), συγκολλημένα μεταξύ τους υπό πίεση, ώστε να δημιουργούν μεγάλες λείες επιφάνειες. Έχει ευρεία εφαρμογή στις κατασκευές, για παράδειγμα στην κάλυψη πατωμάτων, την κατασκευή ψευδότοιχων, επενδύσεων, επίπλων, ακόμα και στη ναυπηγική.

5.7.1. Επιφάνειες συγκολλητής ξυλείας

5.7.1.1. Πλακάζ (Blockboard)

Το πλακάζ είναι μια επιφάνεια «σάντουιτς» που αποτελείται από τις δύο εξωτερικές επιφάνειες από δύο λεπτά φύλλα κόντρα πλακέ, ενώ ο πυρήνας του αποτελείται από συγκολλημένες πηχίες, συνήθως λευκής ξυλείας. Το σύνολο συγκολλάται σε μεγάλες επίπεδες πρέσες δίνοντας μια ελαφριά (σε σχέση με το κόντρα πλακέ ή το MDF) επίπεδη επιφάνεια με πολύ καλές μηχανικές αντοχές σε κάμψη και με ευκολία επεξεργασίας.

Η τελική επιφάνεια μπορεί να στρωθεί με φύλλα καπλαμά. Το σόκορο του πλακάζ συνήθως δεν μπορεί να μένει εκτεθειμένο και γι' αυτό καλύπτεται από πηχάκι φυσικής ξυλείας, συνήθως από ίδιου τύπου ξύλο με τον καπλαμά της επένδυσης ώστε να μη δημιουργείται ορατή διαφορά στο χρώμα της τελικής επιφάνειας (εάν αυτό είναι επιθυμητό).

5.7.1.2. Κόντρα πλακέ (Plywood)

Παρασκευάζεται με τη χρήση φύλλων από φυσικό ξύλο, πάχους 1mm. Αυτά συγκολλούνται μεταξύ τους σε μονό αριθμό στρώσεων και πάντα με τα νερά τους κάθετα (κόντρα) μεταξύ της κάθε στρώσης. Η διαδικασία γίνεται σε πρέσες, υπό πίεση και υψηλή θερμοκρασία, παράγοντας μεγάλες επίπεδες επιφάνειες.

Η τελική επιφάνεια του κόντρα πλακέ μπορεί να παραμείνει ως έχει ή και να καλυφθεί με καπλαμά για χρήση στην επιπλοποιία και στις εσωτερικές επενδύσεις.

Το **Μπετοφόρμ** είναι μια ιδιαίτερη κατηγορία κόντρα πλακέ, υπενδεδυμένο με φιλμ μελαμίνης για χρήση σε καλούπια εμφανούς σκυροδέματος.

Πίνακας 5.28: Χαρακτηριστικά Κόντρα πλακέ.

Πλεονεκτήματα

- Έχει εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες.
- Δεν έχει τα μειονεκτήματα ανισοτροπίας του φυσικού ξύλου.
- Αντέχει στην υγρασία. Ειδικά το «κόντρα πλακέ θαλάσσης» παρασκευάζεται από καλής ποιότητα τροπική ξυλεία και άνυδρη κόλλα για χρήση στη ναυπηγική.
- Έχει χαμηλό βάρος.
- Μπορεί να βιδωθεί και να καρφωθεί στέρεα.
- Μπορεί να κοπεί σε διάφορα σχήματα σε μηχανές CNC.

5.7.1.3. Νοβοπάν, μοριοσανίδες, μοριόπλακες (*chip-board, particle-board*)

Οι μοριοσανίδες παράγονται από μικρά τεμάχια ξύλου, προϊόντα υπολειμμάτων άλλων κατεργασιών, που συγκολλούνται με συνθετικές συγκολλητικές ρητίνες. Τα στρωματωμένα υλικά πρεσάζονται με υψηλή θερμοκρασία και δίνουν την τελική επίπεδη επιφάνεια.

Το υλικό αυτό είναι εξαιρετικά φτηνό και γι' αυτό χρησιμοποιείται ευρύτατα στην κατασκευή επίπλων. Το μεγάλο μειονέκτημά του είναι ότι τα σόκορα (οι περιμετρικές ακμές) ξεφλουδίζουν και χαλάνε εύκολα. Για τον λόγο αυτόν απαιτείται η τοποθέτηση περιμετρικής αυτοκόλλητης ταινίας. Επιπλέον, η συμπεριφορά και ανθεκτικότητα του υλικού σε βίδωμα και κάρφωμα είναι πολύ μικρή, λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούνται καβίλιες ή γωνίες.

Πίνακας 5.29: Χαρακτηριστικά μοριοσανίδων

Πλεονεκτήματα

- Χαμηλό κόστος.
- Είναι ηχομονωτικό.
- Έχει σχετικά καλή ικανότητα συγκράτησης της βίδας.

Μειονεκτήματα

- Τα σόκορα καταστρέφονται, μαδάνε και απαιτούν προστατευτική επικάλυψη με αυτοκόλλητη ταινία.
- Οι συνδέσεις δεν είναι ανθεκτικές.
- Είναι πορώδες και, εάν δεν προστατευτεί με βερνίκι ή χρώμα, δημιουργεί λεκέδες.
- Δεν επισκευάζεται.



Εικόνα 5.17 Δείγματα βιομηχανικών προϊόντων ξύλων. Από πάνω προς τα κάτω, νοβοπάν, φύλλα κόντρα πλακέ, πλακάτζ.

5.7.1.4. Ινοσανίδες μεσαίας πυκνότητας, MDF (*Medium Density Fibreboard*)

Παρασκευάζεται από ίνες ξύλου με προσθήκη συνθετικής κόλλας που πρεσάρονται με υψηλή θερμοκρασία παράγοντας μεγάλες επίπεδες επιφάνειες.

Η ανθεκτικότητα στο βίδωμα είναι υψηλή, αν και οι βίδες καλό είναι να μην τοποθετούνται πολύ κοντά στις άκρες, αλλά να απέχουν περίπου 7 cm.

Μπορεί να βαφτεί ή να βερνικωθεί. Επίσης, μπορεί να επενδυθεί με φορμάικα, ή άλλο υλικό επικάλυψης.

Μια ιδιαίτερη επικάλυψη των φύλλων MDF γίνεται με **μελαμίνη**. Πρόκειται για μια λεπτή στρώση συνθετικού υλικού, που δίνει λεία επιφάνεια σε διάφορες αποχρώσεις και υφές. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στην επιπλοποιία και σε επενδύσεις εσωτερικών χώρων. Είναι ανθεκτική σε ήπια χημικά καθαριστικά και χρησιμοποιείται στην κατασκευή επίπλων κουζίνας, εργαστηρίων κλπ. με απαιτήσεις υγιεινής.

Η μελαμίνη εφαρμόζεται και καλύπτει μόνο στις μεγάλες πλευρές του φύλλου και πρέπει τα σόκορα (οι λεπτές πλευρές της επιφάνειας) να καλυφθούν με ειδικές θερμοκολλητικές ταινίες.

Πίνακας 5.30: Χαρακτηριστικά ινοσανίδων.	
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none">– Το MDF κόβεται, τρυπιέται και βιδώνεται όπως το μασίφ ξύλο.– Τα σόκορα, μπορούν να υποστούν επεξεργασία με φρεζάρισμα και λείανση.– Οι συνδέσεις είναι ανθεκτικές.– Βάφεται.– Δεν προσβάλλεται από μύκητες.– Έχει καλές ηχομονωτικές ιδιότητες.	<ul style="list-style-type: none">– Μεγάλο βάρος.– Οι άκρες σπάνε ευκολότερα.– Απορροφά υγρασία φουσκώνει και χάνει τη συνοχή του.– Θέλει προσοχή στο βίδωμα όπου πρέπει να προανοιχτούν τρύπες.– Δεν επισκευάζεται.– Δεν μπορεί να παραμείνει άβαφο εξαιτίας του πορώδους της επιφάνειάς του.

5.7.1.5. OSB (*Oriented Strand Board*)

Παρασκευάζονται από μεγάλες φλούδες φυσικού ξύλου, συγκολλημένες μεταξύ τους σε επάλληλες στρώσεις. Έχουν μεγάλη αντοχή στο νερό και την υγρασία.

Χρήση ως υλικό επένδυσης, για κατασκευή ελαφρών τοίχων και ως υλικό επιφανειακής κάλυψης δαπέδων και οροφών.

Πίνακας 5.31: Χαρακτηριστικά OSB	
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none">– Μεγάλη αντοχή.– Μπορεί να παραμείνει άβαφο.	<ul style="list-style-type: none">– Οι ακμές δεν μπορούν να καλυφθούν, ούτε να βαφούν εύκολα.

5.7.1.6. Καπλαμάς

Οι καπλαμάδες είναι πολύ λεπτά φύλλα φυσικού ξύλου που παράγονται με επάλληλο κόψιμο της διατομής του κορμού, παράγοντας μικρού πλάτους φύλλα. Επομένως, από ένα δέντρο μπορεί να παραχθούν μεγάλες ποσότητες καπλαμά φυσικού ξύλου με πολύ μικρό **πάχος, από 0,6 mm μέχρι 1,5mm** και με επίσης **μικρό πλάτος 220 mm** περίπου.



Εικόνα 5.18 Δείγματα φύλλων καπλαμά.

Χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την **επένδυση επιφανειών** από ξύλο, για επένδυση φύλλων κόντρα πλακέ, MDF ή πλακάτζ και πάντα για κατασκευές που θα παραμένουν **σε προστατευμένο εσωτερικό χώρο**.

Είναι ο πιο οικονομικός τρόπος να παραχθούν επιφάνειες επίπλων ή ξυλεπενδύσεων με όψη από «ακριβό» φυσικό ξύλο. Βρίσκονται στο εμπόριο πάντοτε σε παρτίδες κομμένες από το ίδιο δέντρο ώστε να έχουν ακριβώς το ίδιο χρώμα και νερά. Με επιδέξιο στρώσιμο από τον ξυλουργό η επιφάνεια που παράγεται μπορεί να δίνει ενιαία αδιάσπαστη εντύπωση φυσικού ξύλου. Οι συνηθισμένοι τρόποι εφαρμογής του καπλαμά είναι οι ακόλουθοι:

Πίνακας 5.32: Είδη διάστρωσης καπλαμάδων.		
Ζευγαρωμένο (Bookmatched)	Κάθε λωρίδα καπλαμά αποτελεί καθρέφτη της προηγούμενης. Τα εναλλασσόμενα φύλλα του καπλαμά αναδιπλώνονται έτσι ώστε το ένα να έρχεται μέτωπο με το άλλο, όπως οι σελίδες του βιβλίου, δημιουργώντας ένα συμμετρικό μοτίβο με συνέχεια των νερών του καπλαμά.	
Στη σειρά (Slipmatched)	Τα φύλλα του καπλαμά συνδέονται σε σειρά χωρίς να αναστρέφουν το μοτίβο. Το κύριο χαρακτηριστικό είναι το επαναλαμβανόμενο μοτίβο.	
Ασύμμετρο (Mixmatched)	Είναι ο συνδυασμός φύλλων καπλαμά από διαφορετικούς κορμούς. Τα φύλλα καπλαμά που επιλέγονται έχουν διαφορετικά πλάτη και νερά και έτσι δίνουν μια ιδιόμορφη όψη.	

5.7.1.7. Hardboard

Είναι πλάκες μικρού **πάχους 3 mm** και χρησιμοποιούνται κυρίως στην επιπλοποιία ως υλικά κάλυψης μη ορατών επιφανειών, όπως πλάτες σε βιβλιοθήκες, ντουλάπες κλπ.

Το Hardboard δουλεύεται και κόβεται εύκολα, αλλά χρειάζεται πάντα ένα πλαίσιο στήριξης ή μια βάση, πάνω στην οποία να καρφωθεί ή να κολληθεί.

Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται οι βασικές κατηγορίες από επιφάνειες βιομηχανικά διαμορφωμένων προϊόντων ξύλου με τις διαστάσεις με τις οποίες διατίθενται στο εμπόριο, καθώς και οι συνηθισμένες χρήσεις τους ανάλογα με τις ιδιότητές τους.

Πίνακας 5.33: Επιφάνειες βιομηχανικά διαμορφωμένων προϊόντων ξύλου.				
Είδος	Διαστάσεις σε χιλιοστά			Συνηθισμένες ενδεικτικές χρήσεις
	Μήκος	Πλάτος	Πάχος	
Κόντρα πλακέ	1850, 2200	1700	3, 4, 6	Επιπλοποιία, κατασκευή πατωμάτων, επιστρώσεις δαπέδων (σε πάχη μεγαλύτερα από 22 mm), επενδύσεις τοίχων, καλούπια σκυροδέματος (μπετοφόρμ), ναυπηγική για κατασκευές των εσωτερικών χώρων και το κύτος σε πολυεστερικά σκάφη.
		1220, 2200	8, 10, 12	
		1220, 1830	16, 19	
		1220, 1830	22, 25, 30	
MDF (ινοσανίδες)	2200	1700	3, 4, 6, 8, 10	Εσωτερικές κατασκευές, επιπλοποιία, σκελετοί επίπλων, πόρτες, ράφια, εσωτερικές διακοσμήσεις, επενδύσεις τοίχων.
	2200	1850	12, 16, 19, 22, 25, 30	
Νοβοπάν (μοριοσανίδες) και μελαμίνες	3660	1830	6, 8, 12, 16, 18, 22, 25, 30, 38	
OSB2 και OSB3 (λεπιδοσανίδες)	2440	1220	9, 10, 11, 12	Επιστρώσεις δαπέδων, επενδύσεις τοίχων, οροφών και στεγών, συσκευασίες, σκελετοί επίπλων, κατασκευές σε εκθέσεις.
	2500	1200	15, 18	
Πλακάζ	3050	1830	16, 18, 19, 22	Επιπλοποιία, σκελετοί επίπλων, πορτάκια κουζίνας, φύλλα πόρτας, ράφια, εσωτερικές διακοσμήσεις, επενδύσεις τοίχων.
	3100	1850		
Χάρντμπορντ	2750	1220	3,2	Ευτελείς επενδύσεις, πλάτες επίπλων.
Καπλαμάς	600, 1150, 3300	120, 300	0,6 – 1,5	Επενδύσεις επιφανειών από φυσικό ξύλο, κόντρα πλακέ, MDF, νοβοπάν και πλακάζ.

5.7.2. Σύνθετη ξυλεία (επικολλητή ή συγκολλητή ή αντικολλητή)

Η σύνθετη ή αντικολλητή ξυλεία, είναι οι βιομηχανικά παραγόμενες μεγάλες διατομές που αποτελούνται από επιμέρους ξύλινες διατομές (συνήθως πάχους περίπου 5 cm), οι οποίες συγκολλούνται μεταξύ τους και δίνουν μεγαλύτερου ύψους και μήκους φέροντα στοιχεία. Οι παραγόμενες διατομές είναι τυποποιημένες σε διαστάσεις. Είναι όμως δυνατόν, κατά παραγγελία, να παραχθούν και σε πολύ μεγάλες διαστάσεις για την κατασκευή φορέων κάλυψης μεγάλων ανοιγμάτων. Τα μήκη τους μπορεί να φτάνουν τα 30,0 m ή και περισσότερο, το δε ύψος των διατομών να είναι μέχρι και 2,0 m. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να πάρουν και καμπύλο σχήμα, όπως για παράδειγμα τα τριαρθρωτά τόξα.

Οι μετωπικές στρώσεις των στοιχείων της αντικολλητής ξυλείας είναι είτε πριονωτές είτε λοξότμητες, ώστε να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής με την κόλλα. Επίσης, οι μετωπικές συνδέσεις είναι διάσπαρτες ώστε να μην συμπύκνουν σε τυχούσα θέση της διατομής.

Το πλεονέκτημα της σύνθετης ξυλείας είναι πως, επειδή είναι βιομηχανικά επεξεργασμένη, έχει **ελεγμένες μηχανικές ιδιότητες, αυξημένες αντοχές, δεν παραμορφώνεται** και ως εκ τούτου είναι κατάλληλη για χρήση φέροντος στοιχείου. Επίσης, έχει **βελτιωμένη συμπεριφορά** απέναντι

σε **μύκητες** και **έντομα**, λόγω της χημικής της επεξεργασίας με εμποτισμό και της ύπαρξης ενδιάμεσων στρωμάτων κόλλας.

Πίνακας 5.34: Διατομές σύνθετης ξυλείας (διαστάσεις σε mm).							
Ύψος	Πλάτος						
	80	90	100	120	140	160	200
80	V						
90		V					
100			V				
120	V			V			
140	V				V		
160	V					V	
180	V			V			
200		V	V	V		V	V
220			V	V			
240			V	V		V	
280			V	V	V	V	
360				V			

Πηγή: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/KSILO/xil_2_3.htm

5.8. Μέταλλο

Τα μέταλλα έχουν σχετικά μικρή ιστορία ως δομικά στοιχεία και μόνο μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση αποτέλεσαν —μαζί και με το σπλισμένο σκυρόδεμα— τα υλικά που σημάδεψαν την απογείωση των κατασκευαστικών δυνατοτήτων του ανθρώπου, ειδικά για την κάλυψη μεγάλων ανοιγμάτων και την κατασκευή πολύ υψηλών κτιρίων.

Έχουν μια σειρά από ιδιότητες που δεν μπορούν να μας δώσουν άλλα υλικά. Είναι σκληρά, με τεράστιες μηχανικές αντοχές, εύκαμπτα, επιπλέον μπορούμε να τα επεξεργαστούμε και να τους δώσουμε οποιαδήποτε μορφή θέλουμε. Το πρόβλημα που είχε να αντιμετωπίσει ο άνθρωπος ήταν αφενός η εξόρυξή τους και ο καθαρισμός της πρώτης ύλης, που απαιτούσε την ύπαρξη ειδικής τεχνολογίας, αφετέρου η βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων τους με την κατάλληλη θερμική και μηχανική επεξεργασία και την προσθήκη άλλων μετάλλων στη μάζα τους για τη δημιουργία κραμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα **μέταλλα**, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα δομικά υλικά, είναι **πλήρως ανακυκλώσιμα**.

Τα μέταλλα αφθονούν στον στερεό φλοιό της Γης, αλλά έπρεπε να λυθεί το ζήτημα της εξόρυξής τους και του καθαρισμού τους από τα πρόσμεικτα, ώστε να καταστεί αξιοποιήσιμη η πρώτη ύλη. Έτσι, ενώ ο χαλκός παράγεται ήδη από την προϊστορική εποχή, το αλουμίνιο στην καθαρή του μορφή ανακαλύφθηκε μόλις το 1808, και μόλις το 1854 ο Henri St-Claire Deville επινόησε την πρώτη εμπορική μέθοδο παραγωγής του από τον βωξίτη. Ήταν τόσο ακριβή η παραγωγή του, ώστε εκείνη την εποχή κόστιζε περισσότερο από τον χρυσό. Μόνο μετά τα μέσα του 20ού αιώνα κατέστη οικονομική η παραγωγή του.

*Ο χαλκός εξορύσσεται από τους προϊστορικούς χρόνους και χαρακτηρίσε ολόκληρη περίοδο της ανθρώπινης ιστορίας, την «εποχή του χαλκού» από το 3000 π.Χ. μέχρι το 1200 π.Χ. Το σύνολο σχεδόν της παραγωγής χαλκού προερχόταν από την Κύπρο και τον εμπορευόταν σε όλη τη λεκάνη του Μεσογειακού κόσμου και της Μεσοποταμίας. Το σύμβολο του χημικού στοιχείου του χαλκού είναι Cu και προέρχεται από τη λατινική ονομασία της **Κύπρου** που λεγόταν **Cyprum**.*

Με την προσθήκη του κασσίτερου δημιουργήθηκε ο **μπρούντζος**, μέταλλο πολύ σκληρότερο σε αντίθεση με τον μαλακό χαλκό. Επιπλέον έχει πολύ χαμηλότερο σημείο τήξης με συνακόλουθη την ευκολία χύτευσης. Με τον μπρούντζο μπορούσαν να φτιάχνουν όπλα, εργαλεία και τελετουργικά αντικείμενα.

Είναι αξιοσημείωτο ότι, εκείνη την εποχή, εμπορεύονταν τον κασσίτερο από πολύ μακρινές αποστάσεις και σχεδόν το σύνολό του προερχόταν από ορυχεία στα όρη Erzgebirge, περιοχή που σήμερα βρίσκεται στα Γερμανο-Τσεχικά σύνορα, από την Κορνουάλη, καθώς επίσης μικρές ποσότητες από τη Βρετάνη.
(Dartnell Lewis, σ. 158)

Τα μέταλλα μαζί με τα κράματά τους έχουν ευρύτατη χρήση σε πολλούς τομείς, από τα μηχανουργικά εξαρτήματα, τα εργαλεία, τη ναυπηγική, την αεροπορική και διαστημική βιομηχανία, την κατασκευή κτιρίων, τους ουρανοξύστες, έως και τις γέφυρες με την κάλυψη μεγάλων ανοιγμάτων.

5.8.1. Είδη μετάλλων και κράματα

Στις κατασκευές τα πλέον κοινά από τα μέταλλα είναι ο σίδηρος, το αλουμίνιο και τα κράματά τους, χάρη στις εξαιρετικές μηχανικές τους ιδιότητες. Άλλα μέταλλα, όπως το τιτάνιο, ο τιτανιούχος ψευδάργυρος, ο χαλκός και ο μόλυβδος, χρησιμοποιούνται συνήθως ως υλικά επένδυσης όψεων. Η δυσκολία στην παραγωγή τα καθιστά πολύτιμα επειδή για να εξορυχθούν και να καθαριστούν απαιτούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας· είναι όμως πλήρως ανακυκλώσιμα και βρίσκονται σε αφθονία στη γη. Ειδικά το αλουμίνιο (Al) αποτελεί το 8,23% του στερεού φλοιού και είναι το τρίτο σε αφθονία, μετά το οξυγόνο και το πυρίτιο. Στη συνέχεια ακολουθεί ο σίδηρος (Fe) που συνιστά το 5,6% του στερεού φλοιού, ενώ στην έβδομη θέση είναι το μαγνήσιο (Mg) με 2,33% και στην ένατη το τιτάνιο (Ti) με 0,56%.

5.8.1.1. Ο σίδηρος (Fe) και οι χάλυβες

Ο σίδηρος και τα κράματά του είναι τα πιο διαδεδομένα στοιχεία στην κατασκευή. Έχουν εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες, μεγάλη εφελκυστική αντοχή, είναι ελαστικά υλικά και μπορούν να χυτευθούν και να πάρουν διάφορες μορφές. Επίσης, είναι δυνατόν να συναρμολογηθούν φέροντα μέλη πολύ μεγάλου μήκους, με ηλεκτροσυγκόλληση ή κοχλίωση. Ο χάλυβας είναι σίδηρος με ορισμένη ποσότητα άνθρακα στη μάζα του, έχει μεγάλο ειδικό βάρος σε σχέση με άλλα δομικά υλικά (χάλυβας 7.850 kg/m^3 , οπλισμένο σκυρόδεμα 2.500 kg/m^3), έχει τεράστιες εφελκυστικές αντοχές και απαιτεί λεπτότερες διατομές, που δίνουν εξαιρετικά ελαφριά τελική κατασκευή.

Οι κατασκευές από χάλυβα είναι πράγματι πολύ ελαφρές. Για παράδειγμα, ας θεωρήσουμε έναν κύλινδρο με διάμετρο τέτοια ώστε να εγγράφεται σε αυτόν η βάση του πύργου του Άιφελ στο Παρίσι, και με ύψος κυλίνδρου όσο ο πύργος· τότε, ο περιεχόμενος ατμοσφαιρικός αέρας αυτού του φανταστικού κυλίνδρου, ζυγίζει περισσότερο από τον ίδιο τον πύργο που είναι κατασκευασμένος από χάλυβα (Allen, Form and Forces, σ. 286).

Το κρίσιμο χημικό στοιχείο που καθορίζει τη συμπεριφορά και τις μηχανικές ιδιότητες του σιδήρου είναι η περιεκτικότητά του σε άνθρακα.

Πίνακας 5.35: Είδη και ιδιότητες των μετάλλων ανάλογα με την περιεκτικότητα σε άνθρακα.		
Ποσοστό κ. β.	μέταλλο	ιδιότητες
Έως 0,02%	Σφυρήλατος σίδηρος.	Έχει υψηλό σημείο τήξης 1.540° C και είναι ακατάλληλος για χύτευση και δεν μπορεί να ηλεκτροσυγκολληθεί. Έχει μεγαλύτερη αντοχή στη σκουριά εξαιτίας του μικρού ποσοστού άνθρακα. Όταν κοκκινίσει, είναι εύκολος στη σφυρηλάτηση και την έλαση για κατασκευή διακοσμητικών σιδηροκατασκευών. Έχει πάψει να παράγεται πλέον και βρίσκεται μόνο από υλικά ανακύκλωσης.
0,05 - 0,25%	Μαλακοί χάλυβες, χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα.	Είναι ο πλέον κοινός χάλυβας στις κατασκευές . Είναι όλκιμος, εξαιρετικά διαμορφώσιμος και μπορεί να ηλεκτροσυγκολληθεί. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μέρη αμαξώματος αυτοκινήτων, λαμαρίνες, σύρματα, βίδες, γρανάζια κλπ. Στο υψηλότερο άκρο της περιεκτικότητάς του σε άνθρακα και με την προσθήκη μαγγάνιου έως και 1,5%, οι μηχανικές ιδιότητες που αποκτά τον καθιστούν κατάλληλο για μόρφωση σε πρέσες, σφυρηλάτηση, για σωλήνες χωρίς ραφή και λαμαρίνες για λέβητες.
0,25 - 0,50%	Χάλυβες μέτριας περιεκτικότητας σε άνθρακα και μαγγάνιο από 0,6-1,65%.	Ο χάλυβας μπορεί να υποστεί θερμική επεξεργασία με «βαφή» για να βελτιωθούν οι μηχανικές του ιδιότητες. Οι εφαρμογές του περιλαμβάνουν άξονες, γρανάζια, ράγες και τροχούς τραίνων.
0,50 - 0,90%	Χάλυβες υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα και με περιεκτικότητα σε μαγγάνιο 0,3-0,9%.	Κατάλληλοι για χρήση σε ελατήρια και καλώδια υψηλής αντοχής για εργαλεία (σμίλες, κατασβίδια, ψαλίδια κλπ.). Δεν ηλεκτροσυγκολλάται εύκολα.
0,90 - 1,70%	Χάλυβες εργαλείων.	Ειδικά κράματα με σκλήρυνση που παράγουν χάλυβες υψηλής σκληρότητας με εφαρμογές σε μηχανολογικούς άξονες, σε εργαλεία κοπής και κατεργασίας.

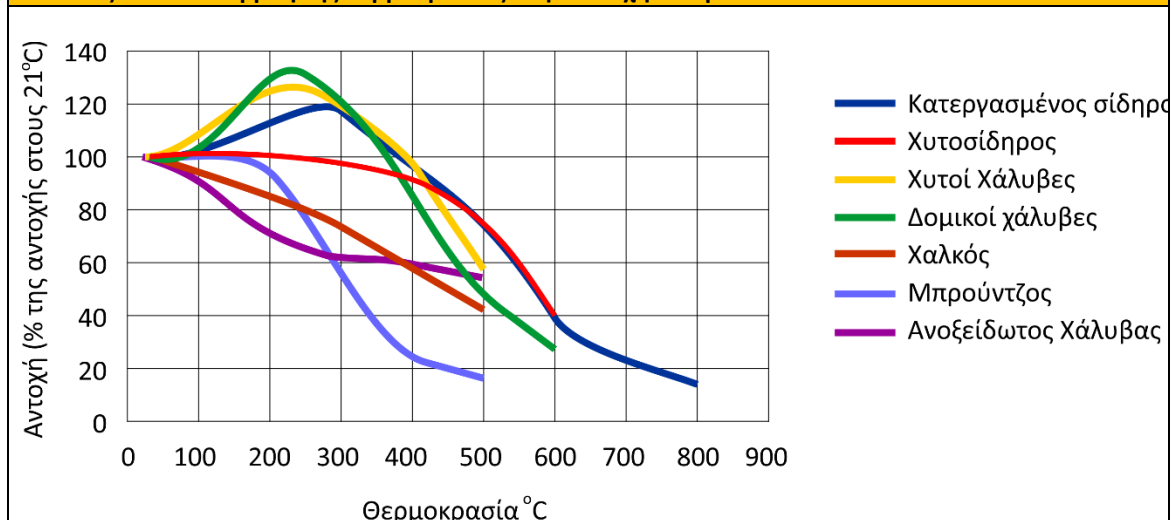
Πίνακας 5.36: Ιδιότητες κατεργασίας σιδήρου ανάλογα με την περιεκτικότητα σε άνθρακα.						
Ιδιότητες	Περιεκτικότητα σε άνθρακα					
	Σφυρήλατος σίδηρος	Μαλακοί χάλυβες	Μεσαία	Υψηλή	Χάλυβες εργαλείων	Χυτοσίδηρος
	0,02%	0,07-0,25%	0,25-0,50%	0,50-0,90%	0,90-1,70%	2,1%-4,0%
Αύξηση ολκιμότητας (ductility)						Είναι ψαθυρός
Αυξανόμενη ευκολία ηλεκτροσυγκόλλησης	Δεν ηλεκτροσυγκολλάται					Δεν ηλεκτροσυγκολλάται
Αύξηση εφελκυστικής αντοχής						
Ευκολία σκλήρυνσης με «Βαφή» (quenched hardness)						
Ευκολία χύτευσης						
Αντοχή στη σκουριά	Δεν σκουριάζει					

Πηγή: Lyons A. (2014), σ. 137.

Η συμπεριφορά του χάλυβα αλλάζει σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Σε **μεγάλες θερμοκρασίες διαρρέει** και χάνει κάθε αντοχή. Ο χάλυβας αστοχεί μετά τους 550° C και γι' αυτό στις φέρουσες κατασκευές από μέταλλο απαιτείται ιδιαίτερη προστασία από τη φωτιά. Αντίθετα, σε **χαμηλές θερμοκρασίες** χάνει την ελαστικότητά του, **γίνεται ψαθυρός** και θρυμματίζεται, ειδικά όσο περισσότερο άνθρακα περιέχει. Ο καθαρός χάλυβας (χωρίς πρόσμεικτα στοιχεία) γίνεται συνήθως εύθραυστος περίπου στους -30° C.

Πίνακας 5.37: Κατηγορίες και σύνθεση δομικού χάλυβα.						
EU Grade	C%	Mn%	P%	S%	Si%	Εφελκυστική αντοχή για ονομαστικό πάχος από 3mm έως 16mm
S235	0,22 max	1,60 max	0,05 max	0,05 max	0,05 max	360 - 510 Mpa
S275	0,25 max	1,60 max	0,04 max	0,05 max	0,05 max	370 - 530 Mpa
S355	0,23 max	1,60 max	0,05 max	0,05 max	0,05 max	470 - 630 Mpa
S420	0,12	1,60 max	0,025	0,015	0,5	480 - 620 Mpa

Πίνακας 5.38: Η επιρροή της θερμοκρασίας στην αντοχή των μετάλλων.



5.8.1.2. Χυτοσίδηρος

Ο χυτοσίδηρος ή κοινώς «μαντέμι» είναι κράμα σιδήρου με περιεκτικότητα άνθρακα (C) μεγαλύτερη από 2,1% και έως 4,3%. Εκτός από τον άνθρακα περιέχει και άλλα μέταλλα, όπως πυρίτιο (Si) (1 έως 3%) και μαγγάνιο (Mn) (~0,5%). Παρουσιάζει αντοχή στην τριβή και στη διάβρωση, είναι εξαιρετικά **εύθραυστος** και **δεν ηλεκτροσυγκλλάται**. Χρησιμοποιείται κυρίως για παραγωγή αντικειμένων που **χυτεύονται σε καλούπια**, όπως έπιπλα εξωτερικού χώρου, καπάκια φρεατίων, σωμάτων καλοριφέρ κλπ. Κατά το παρελθόν χρησιμοποιήθηκε για κατασκευή υποστυλωμάτων σε νεοκλασικά κτίρια κατ' απομίμηση κλασικών ρυθμών (συνήθως Ιωνικού).

Η πρώτη σημαντική μεταλλική δομική κατασκευή στη σύγχρονη εποχή είναι η «Iron Bridge» στον ποταμό Severn της Ουαλίας που ολοκληρώθηκε το 1779. Αποτελείται από πέντε επάλληλα τοποθετημένα χυτοσιδηρά τόξα που γεφυρώνουν άνοιγμα 30,63m. Υπήρξε το έργο που καθιέρωσε τη χρήση του σιδήρου ως κύριου δομικού υλικού στις κατασκευές. Βασικό πλεονέκτημα υπήρξε η ταχύτητα κατασκευής και η ευκολία συναρμολόγησης. Τα λίθινα ακρόβαθρα κατασκευάστηκαν μέσα σε δύο χρόνια, ενώ οι προκατασκευασμένοι τοξωτοί νομείς της γέφυρας τοποθετήθηκαν στη διάρκεια του καλοκαιριού του 1779 χωρίς να κλείσει η ναυσιπλοΐα στον ποταμό. Αργότερα, κατά την πλημμύρα του ποταμού το 1759, ήταν η μόνη γέφυρα που δεν έπαθε ζημιά. Έτσι αναγνωρίστηκε η αξία και καθιερώθηκε η χρήση του σιδήρου στις δομικές κατασκευές.

5.8.1.3. Χάλυβας

Είναι κράμα σιδήρου και άνθρακα σε ποσοστό κατά βάρος < 2,14%, μαγγάνιο 1%, πυρίτιο, φώσφορο, θείο και οξυγόνο. Με ποσόστωση της περιεκτικότητας σε άνθρακα, καθώς και με την προσθήκη άλλων μετάλλων, δημιουργείται ένα πλήθος κραμάτων με εξαιρετικές ιδιότητες. Οι χάλυβες παράγονται με διαδοχική επεξεργασία σιδηρομεταλλευμάτων μέσα σε καμίνοους. Μέσω αυτών των διαδικασιών και με την προσθήκη ακριβούς ποσοστού άνθρακα και άλλων μετάλλων για τη δημιουργία κραμάτων, παίρνουμε μια σειρά από προϊόντα σιδήρου. Έτσι διαμορφώνονται τα τελικά προϊόντα με μια τεράστια ποικιλία επιθυμητών ιδιοτήτων, από τον απλό χυτοσίδηρο, έως τους χειρουργικούς χάλυβες και τους υψηλής αντοχής δομικούς χάλυβες. Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι όλα τα μέταλλα μπορούν να ανακυκλωθούν με την ανάτηξη παλαιοσιδήρου (σκραπ) σε καμίνοους (κλιβάνους).

Με διάφορες τεχνικές χύτευσης και «**βαφής**» παίρνουμε μέταλλα που παρουσιάζουν ιδιαίτερες ιδιότητες και ποικιλία αντοχών. Οι κοινοί ανθρακούχοι χάλυβες με περιεκτικότητα άνθρακα έως 2,06% έχουν ευρεία χρήση και ηλεκτροσυγκολλούνται εύκολα.

Οι χάλυβες μπορούν να υποστούν περαιτέρω μηχανική επεξεργασία εν θερμώ ή εν ψυχρώ, όπως η έλαση και η διέλαση, για να δώσουμε κατάλληλο σχήμα στο μέταλλο και να πάρουμε διάφορες διατομές.

Σκλήρυνση μετάλλων, «Βαφή»

Με την τεχνική των κραμάτων μπορούμε να έχουμε τις επιθυμητές ιδιότητες των επιμέρους μετάλλων που χυτεύουμε μαζί. Όταν όμως επεξεργαζόμαστε ένα μέταλλο ή ένα κράμα για να του δώσουμε την τελική του μορφή, απαιτούνται εργαλεία με μεγαλύτερη σκληρότητα για να είναι εφικτή μια τέτοια κατεργασία. Τέτοια εργαλεία είναι τα κοπίδια, τα τρυπάνια κλπ. που πρέπει να είναι πάντα σκληρότερα από το προς κατεργασία μέταλλο. Εύλογα μπορεί να διερωτηθεί κάποιος, πώς θα επεξεργαστούμε ένα μέταλλο όταν είναι πάρα πολύ σκληρό; Τι εργαλεία θα χρησιμοποιήσουμε για αυτόν το σκοπό;

Μία προφανής ιδέα είναι η κατεργασία να γίνει όσο το μέταλλο είναι ακόμα μαλακό και αργότερα με μία άλλη μέθοδο αυτό να σκληρυνθεί.

Αυτή η μέθοδος σκλήρυνσης είναι η «**βαφή**», όπου το ήδη κατεργασμένο μέταλλο, αφού έχει πάρει το τελικό του σχήμα, **θερμαίνεται σε πολύ υψηλή θερμοκρασία** μέχρι να ερυθροπυρωθεί και αμέσως **ψύχεται απότομα** με εμβάπτιση μέσα **σε νερό ή λάδι**.

Όταν ένα μέταλλο θερμαίνεται, διαστέλλεται και αλλάζει η κρυσταλλική δομή του. Με την απότομη ψύξη συστέλλεται, αλλά χωρίς να προλάβει να ανακρυσταλλωθεί στην προηγούμενη κατάσταση, διατηρώντας έτσι τη δομή που απέκτησε ενώ ήταν θερμό. Το μέταλλο που παίρνουμε είναι πλέον πολύ σκληρό αλλά ψαθυρό και συνήθως δεν επιδέχεται περαιτέρω κατεργασία. Στη συνέχεια, με **ανόπτηση** το θερμαίνουμε στους 500° C (χωρίς να ερυθροπυρωθεί) και το αφήνουμε να κρυώσει με φυσικό τρόπο. Έτσι αποκτά μερικώς τις ελαστικές του ιδιότητες και γίνεται επαρκώς σκληρό αλλά όχι ψαθυρό. Με αυτήν τη διαδικασία αποκτά και ένα ιδιαίτερο χρώμα στην επιφάνειά του.

Ωστόσο, ακόμα και μετά από την κατεργασία, ένα μέταλλο μπορεί πάντα να επανέλθει στην προηγούμενή του κατάσταση με εκ νέου θέρμανση και αργή ψύξη. Αυτή η τεχνική εφαρμόζεται σε κρίσιμα βιομηχανικά προϊόντα μετάλλου, όπως είναι τα εξαρτήματα μηχανών, οι βίδες, τα εργαλεία, τα εξαρτήματα ειδικής αντοχής, τα σπαθιά κλπ.

5.8.1.4. Ανοξειδωτος Χάλυβας

Οι ανοξειδωτοι χάλυβες είναι μια σειρά από κράματα του χάλυβα με **περιεκτικότητα** τουλάχιστον **10,5%** (ιδανικά > 12%) σε **χρώμιο (Cr)**. Το χρώμιο δημιουργεί μια φυσική πατίνα οξειδίου του χρωμίου (Cr₂O₃) που προστατεύει το μέταλλο. Εάν το μέταλλο φθαρεί ή κοπεί, τότε αυτή η πατίνα προστασίας αναδημιουργείται με φυσικό τρόπο.

Οι πιο κοινοί ανοξειδωτοι χάλυβες στον κατασκευαστικό τομέα είναι της σειράς 300 (Ωστεϊνικοί χάλυβες), ο **18/10** (με περιεκτικότητα 18% Cr, 10% Ni) και ο **17/12/2,5** (17% Cr, 12% Ni, 2,5% Μολυβδένιο). Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε νικέλιο συνεπάγεται μεγαλύτερη αντοχή σε διάβρωση και ενδείκνυται για χρήση σε αστικά, παραθαλάσσια και βιομηχανικά περιβάλλοντα.

Οι ανοξειδωτοι χάλυβες παράγονται σε φύλλα που κόβονται και διαμορφώνονται σε διαφόρων ειδών προϊόντα, σε συμπαγείς και σε κοίλες διατομές (τετράγωνες, παραλληλεπίπεδες και στρογγυλές). Τέλος, παράγονται και σε ανοικτές τυπικές διατομές για χρήση σε στέγες και υαλοπετάσματα εξαιτίας της ελάχιστης απαίτησης για συντήρηση.

5.8.2. Μορφές διατομών χάλυβα

Η παραγωγή και μορφοποίηση των ανοικτών μεταλλικών διατομών γίνεται με δύο μεθόδους, τη **θερμή έλαση** και την **ψυχρή έλαση**.

Κατά τη **θερμή έλαση (Hot forming)** το ρευστό μέταλλο, σε υψηλή θερμοκρασία, διοχετεύεται υπό πίεση σε γραμμή καλουπιών συνεχούς ροής. Κατά τη ροή του μέσα από το καλούπι, το μέταλλο διέρχεται από διαδοχικά «έλαστρα» που το κυλινδρίζουν και του δίνουν το τελικό σχήμα ενώ σταδιακά ψύχεται.

Οι κοίλες διατομές θερμής έλασης παράγονται αντίστοιχα από ρευστό μέταλλο σε καλούπια κατάλληλου σχήματος που διοχετεύεται μέσα από αυτά, υπό πίεση, σε τράπεζες όπου σταδιακά ψύχεται η τελική διατομή.

Η **ψυχρή έλαση (Cold forming)** είναι το πέρασμα ενός μεταλλικού ελάσματος ή φύλλου λαμαρίνας, μέσα από διαδοχικά «έλαστρα» σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Κατά τη φάση αυτή, με το πέρασμά του από το ένα έλαστρο στο άλλο, το μέταλλο αρχίζει να διπλώνει ώσπου στο τέλος αποκτά το επιθυμητό σχήμα.

Αντίστοιχα, οι κοίλες διατομές ψυχρής έλασης με ραφή (συγκολλητές διατομές), παράγονται από μεταλλικά φύλλα που διαμορφώνονται στο τελικό κλειστό σχήμα τους με «στρατζάρισμα» (δίπλωμα), ώσπου οι διπλωμένες ακμές τους να έλθουν σε επαφή και να ηλεκτροσυγκολληθούν με συνεχή κατά μήκος ραφή.

Ακολουθούν πίνακες με χαλύβδινες διατομές εμπορίου που μπορούν να βρεθούν στην Ελληνική αγορά.

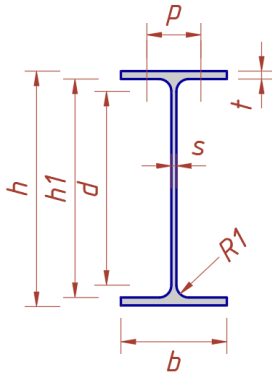


Εικόνα 5.19 Διατομές δομικού χάλυβα, αριστερά UNP και δεξιά IPE.

5.8.2.1. Ανοικτές διατομές θερμής έλασης

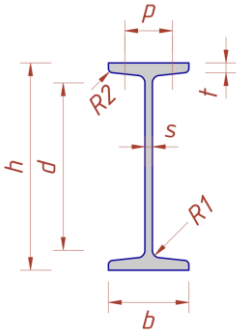
ΙΡΕ, ΙΡΝ, ΥΡΝ, Τ,
 Ισοσκελή γωνιακά, Ανισοσκελή γωνιακά,
 Θερμής έλασης, Κυψελωτές διατομές,
 Συγκολλητές διατομές.

Πίνακας 5.39: Διατομές ΙΡΕ.



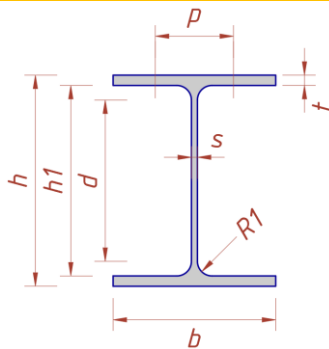
ΙΡΕ	Βάρος kg/m	Ονομαστικές διαστάσεις σε mm					Επιφάνεια διατομής A σε cm ²	Λεπτομερείς διαστάσεις σε mm				
		b	h	s	t	R1		h1	d	Ø	pmin	pmax
ΙΡΕ 80	6,0	46	80	3,8	5,2	5,0	7,64	69,6	59,6	-	-	-
ΙΡΕ 100	8,1	55	100	4,1	5,7	7,0	10,30	88,6	74,6	-	-	-
ΙΡΕ 120	10,4	64	120	4,4	6,3	7,0	13,20	107,4	93,4	-	-	-
ΙΡΕ 140	12,9	73	140	4,7	6,9	7,0	16,40	126,2	112,2	-	-	-
ΙΡΕ 160	15,8	82	160	5,0	7,4	9,0	20,10	145,2	127,2	-	-	-
ΙΡΕ 180	18,8	91	180	5,3	8,0	9,0	23,90	164,0	146,0	M10	48	48
ΙΡΕ 200	22,4	100	200	5,6	8,5	12,0	28,50	183,0	159,0	M10	54	58
ΙΡΕ 220	26,2	110	220	5,9	9,2	12,0	33,40	201,6	177,6	M12	60	62
ΙΡΕ 240	30,7	120	240	6,2	9,8	15,0	39,10	220,4	190,4	M12	66	68
ΙΡΕ 270	36,1	135	270	6,6	10,2	15,0	45,90	249,6	219,6	M16	72	72
ΙΡΕ 300	42,2	150	300	7,1	10,7	15,0	53,80	278,6	248,6	M16	72	86
ΙΡΕ 330	49,1	160	330	7,5	11,5	18,0	62,60	307,0	271,0	M16	78	96
ΙΡΕ 360	57,1	170	360	8,0	12,7	18,0	72,70	334,6	298,6	M22	88	88
ΙΡΕ 400	66,3	180	400	8,6	13,5	21,0	84,50	373,0	331,0	M22	96	98
ΙΡΕ 450	77,6	190	450	9,4	14,6	21,0	98,82	420,8	378,8	M24	100	102
ΙΡΕ 500	90,7	200	500	10,2	16,0	21,0	115,50	468,0	426,0	M24	102	112
ΙΡΕ 550	106,0	210	550	11,1	17,2	24,0	134,40	515,6	467,6	M24	110	122
ΙΡΕ 600	122,0	220	600	12,0	19,0	24,0	156,00	562,0	514,0	M27	116	118

Πίνακας 5.40: Διατομές IPN.



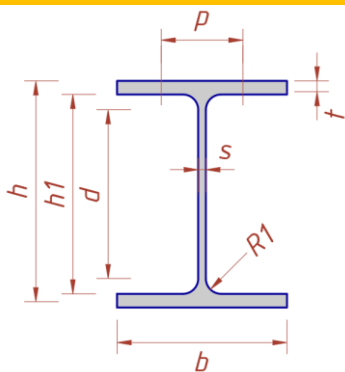
IPN	Βάρος kg/m	Όνομαστικές διαστάσεις σε mm						Επιφάνεια διατομής A σε cm ²	Λεπτομερείς διαστάσεις σε mm			
		b	h	s	t	R1	R2		d	∅	p _{min}	p _{max}
IPN 80	5,94	42	80	3,9	5,9	3,9	2,3	7,57	59,0	-	-	-
IPN 100	8,34	50	100	4,5	6,8	4,5	2,7	10,6	75,7	-	-	-
IPN 120	11,1	58	120	5,1	7,7	5,1	3,1	14,2	92,4	-	-	-
IPN 140	14,3	66	140	5,7	8,6	5,7	3,4	18,2	109,1	-	-	-
IPN 160	17,9	74	160	6,3	9,5	6,3	3,8	22,8	125,8	-	-	-
IPN 180	21,9	82	180	6,9	10,4	6,9	4,1	27,9	142,4	-	-	-
IPN 200	26,2	90	200	7,5	11,3	7,5	4,5	33,4	159,1	-	-	-
IPN 220	31,1	98	220	8,1	12,2	8,1	4,9	39,5	175,8	M10	50	56
IPN 240	36,2	106	240	8,7	13,1	8,7	5,2	46,1	192,5	M10	54	60
IPN 260	41,9	113	260	9,4	14,1	9,4	5,6	53,3	208,9	M12	62	62
IPN 280	47,9	119	280	10,1	15,2	10,1	6,1	61,0	225,1	M12	68	68
IPN 300	54,2	125	300	10,8	16,2	10,8	6,5	69,0	241,6	M12	70	74
IPN 320	61,0	131	320	11,5	17,3	11,5	6,9	77,7	257,9	M12	70	80
IPN 340	68,0	137	340	12,2	18,3	12,2	7,3	86,7	274,3	M12	78	86
IPN 360	76,1	143	360	13,0	19,5	13,0	7,8	97,0	290,0	M12	78	92
IPN 380	84,0	149	380	13,7	20,5	13,7	8,2	107,0	306,7	M16	84	86
IPN 400	92,4	155	400	14,4	21,6	14,4	8,6	118,0	322,9	M16	86	92
IPN 450	115	170	450	16,2	24,3	16,2	9,7	147,0	363,6	M16	92	106
IPN 500	141	185	500	18,0	27,0	18,0	10,8	179,0	404,3	M20	102	110
IPN 550	166	200	550	19,0	30,0	19,0	11,9	212,0	445,6	M22	112	118
IPN 600	199	215	600	21,6	32,4	21,6	13,0	254,0	485,8	M24	126	128
	Κλίση πέλματος 14%											

Πίνακας 5.41: Διατομές ΗΕΑ.



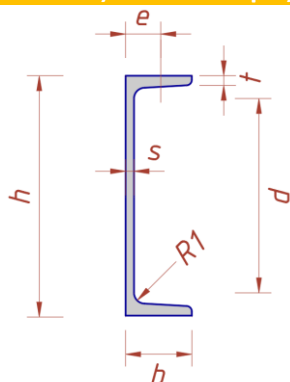
HEA	Βάρος kg/m	Ονομαστικές διαστάσεις σε mm					Επιφάνεια διατομής A σε cm ²	Λεπτομερείς διαστάσεις σε mm				
		b	h	s	t	r		h1	d	Ø	ρmin	ρmax
HEA 100	16,7	100	96	5	8	12	21,2	80	56	M10	54	58
HEA 120	19,9	120	114	5	8	12	25,3	98	74	M 12	58	68
HEA 140	24,7	140	133	5,5	8,5	12	31,4	116	92	M 16	64	76
HEA 160	30,4	160	152	6	9	15	38,8	134	104	M 20	78	84
HEA 180	35,5	180	171	6	9,5	15	45,3	152	122	M 24	86	92
HEA 200	42,3	200	190	6,5	10	18	53,8	170	134	M 27	98	100
HEA 220	50,5	220	210	7	11	18	64,3	188	152	M 27	98	118
HEA 240	60,3	240	230	7,5	12	21	76,8	206	164	M 27	104	138
HEA 260	68,2	260	250	7,5	12,5	24	86,8	225	177	M 27	110	158
HEA 280	76,4	280	270	8	13	24	97,3	244	196	M 27	112	178
HEA 300	88,3	300	290	8,5	14	27	112,5	262	208	M 27	118	198
HEA 320	97,6	300	310	9	15,5	27	124,4	279	225	M 27	118	198
HEA 340	105	300	330	9,5	16,5	27	133,5	297	243	M 27	118	198
HEA 360	112	300	350	10	17,5	27	142,8	315	261	M 27	120	198
HEA 400	125	300	390	11	19	27	159,0	352	298	M 27	120	198
HEA 450	140	300	440	11,5	21	27	178,0	398	344	M 27	122	198
HEA 500	155	300	490	12	23	27	197,5	444	390	M 27	122	198
HEA 550	166	300	540	12,5	24	27	211,8	492	438	M 27	122	198
HEA 600	178	300	590	13	25	27	226,5	540	486	M 27	122	198
HEA 650	190	300	640	13,5	26	27	241,6	588	534	M 27	124	198
HEA 700	204	300	690	14,5	27	27	260,5	636	582	M 27	124	198
HEA 800	224	300	790	15	28	30	285,8	734	674	M 27	130	198
HEA 900	252	300	890	16	30	30	320,5	830	770	M 27	132	198
HEA 1000	272	300	990	16,5	31	30	346,8	928	868	M 27	132	198

Πίνακας 5.42: Διατομές ΗΕΒ.



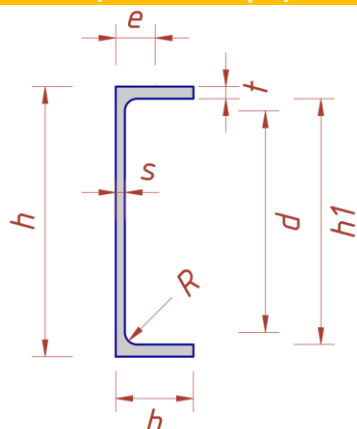
HEB	Βάρος kg/m	Ονομαστικές διαστάσεις σε mm					Επιφάνεια διατομής A σε cm ²	Λεπτομερείς διαστάσεις σε mm				
		b	h	s	t	r		h1	d	Ø	p _{min}	p _{max}
HEB 100	20,4	100	100	6	10	12	26,0	80	56	M10	56	58
HEB 120	26,7	120	120	6,5	11	12	34,0	98	74	M12	60	68
HEB 140	33,7	140	140	7	12	12	43,0	116	92	M16	66	76
HEB 160	42,6	160	160	8	13	15	54,3	134	104	M20	80	84
HEB 180	51,2	180	180	8,5	14	15	65,3	152	122	M24	88	92
HEB 200	61,3	200	200	9	15	18	78,1	170	134	M27	100	100
HEB 220	71,5	220	220	9,5	16	18	91,0	188	152	M27	100	118
HEB 240	83,2	240	240	10	17	21	106,0	206	164	M27	108	138
HEB 260	93	260	260	10	17,5	24	118,4	225	177	M27	114	158
HEB 280	103	280	280	10,5	18	24	131,4	244	196	M27	114	178
HEB 300	117	300	300	11	19	27	149,1	262	208	M27	120	198
HEB 320	127	300	320	11,5	20,5	27	161,3	279	225	M27	122	198
HEB 340	134	300	340	12	21,5	27	170,9	297	243	M27	122	198
HEB 360	142	300	360	12,5	22,5	27	180,6	315	261	M27	122	198
HEB 400	155	300	400	13,5	24	27	197,8	352	298	M27	124	198
HEB 450	171	300	450	14	26	27	218,0	398	344	M27	124	198
HEB 500	187	300	500	14,5	28	27	238,6	444	390	M27	124	198
HEB 550	199	300	550	15	29	27	254,1	492	438	M27	124	198
HEB 600	212	300	600	15,5	30	27	270,0	540	486	M27	126	198
HEB 650	225	300	650	16	31	27	286,3	588	534	M27	126	198
HEB 700	241	300	700	17	32	27	306,4	636	582	M27	126	198
HEB 800	262	300	800	17,5	33	30	334,2	734	674	M27	134	198
HEB 900	291	300	900	18,5	35	30	371,3	830	770	M27	134	198
HEB 1000	314	300	1000	19	36	30	400,0	928	868	M27	134	198

Πίνακας 5.43: Διατομές UNP.



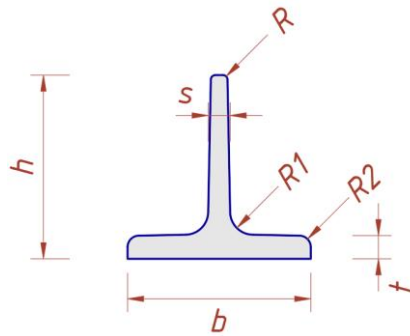
UNP	Βάρος kg/m	Ονομαστικές διαστάσεις σε mm						Επιφάνεια διατομής A σε cm ²	Λεπτομερείς διαστάσεις σε mm			
		b	h	s	t=R1	R2	e		d	∅	emin	emax
UNP 30	4,27	33	30	5,0	7,0	3,5	-	5,4	-	-	-	-
UNP 40x20	2,86	20	40	5,0	5,5	2,5	-	3,7	-	-	-	-
UNP 40	4,87	35	40	5,0	3,5	7,0	-	6,2	-	-	-	-
UNP 50	5,59	38	50	5,0	7,0	3,5	13,7	7,12	21	-	-	-
UNP 65	7,09	42	65	5,5	7,5	4,0	14,2	9,03	34	-	-	-
UNP 80	8,64	45	80	6,0	8,0	4,0	14,5	11,00	47	-	-	-
UNP 100	10,6	50	100	6,0	8,5	4,5	15,5	13,50	64	-	-	-
UNP 120	13,4	55	120	7,0	9,0	4,5	16	17,00	82	-	-	-
UNP 140	16,0	60	140	7,0	10,0	5,0	17,5	20,40	98	M12	33	37
UNP 160	18,8	65	160	7,5	10,5	5,5	18,4	24,00	115	M12	34	42
UNP 180	22,0	70	180	8,0	11,0	5,5	19,2	28,00	133	M16	38	41
UNP 200	25,3	75	200	8,5	11,5	6,0	20,1	32,20	151	M16	39	46
UNP 220	29,4	80	220	9,0	12,5	6,5	21,4	37,40	167	M16	40	51
UNP 240	33,2	85	240	9,5	13,0	6,5	22,3	42,30	184	M20	46	50
UNP 260	37,9	90	260	10,0	14,0	7,0	23,6	48,30	200	M22	50	52
UNP 280	41,8	95	280	10,0	15,0	7,5	25,3	53,30	216	M22	52	57
UNP 300	46,2	100	300	10,0	16,0	8,0	27,0	58,80	232	M24	55	59
UNP 320	59,5	100	320	14,0	17,5	8,8	-	75,80	246	M22	58	62
UNP 350	60,6	100	350	14,0	16,0	8,0	-	77,30	282	M22	56	62
UNP 380	63,1	102	380	13,5	16,0	8,0	-	80,40	313	M24	59	60
UNP 400	71,8	110	400	14,0	18,0	9,0	-	91,50	324	M27	61	62

Πίνακας 5.44: Διατομές UPE.



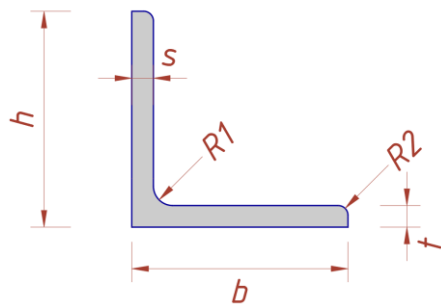
UPE	Βάρος kg/m	Ονομαστικές διαστάσεις σε mm					Επιφάνεια διατομής A σε cm ²	Λεπτομερείς διαστάσεις σε mm				
		h	b	s	t	R		h1	d	∅	emin	emax
UPE 80	7,90	80	50	4,0	7,0	10	10,1	66	46	-	-	
UPE 100	9,82	100	55	4,5	7,5	10	12,5	85	65	M12	35	36
UPE 120	12,1	120	60	5,0	8,0	12	15,4	104	80	M12	35	41
UPE 140	14,5	140	65	5,0	9,0	12	18,4	122	98	M16	35	38
UPE 160	17,0	160	70	5,5	9,5	12	21,7	141	117	M16	36	43
UPE 180	19,7	180	75	5,5	10,5	12	25,1	159	135	M16	36	48
UPE 200	22,8	200	80	6,0	11,0	13	29,0	178	152	M20	46	47
UPE 220	26,6	220	85	6,5	12,0	13	33,9	196	170	M22	47	49
UPE 240	30,2	240	90	7,0	12,5	15	38,5	215	185	M24	47	51
UPE 270	35,2	270	95	7,5	13,5	15	44,8	243	213	M27	48	50
UPE 300	44,4	300	100	9,5	15,0	15	56,6	270	240	M27	50	55
UPE 330	53,2	330	105	11,0	16,0	18	67,8	298	262	M27	54	60
UPE 360	61,2	360	110	12,0	17,0	18	77,9	326	290	M27	55	65
UPE 400	72,2	400	115	13,5	18,0	18	91,9	364	328	M27	57	70

Πίνακας 5.45: Διατομές T.



T	Βάρος kg/m	Ονομαστικές διαστάσεις σε mm						Επιφάνεια διατομής A σε cm ²
		b	h	s=t	R1	R2	R	
20	0,88	20	20	3	3	1,5	1	112
25	1,29	25	25	3,5	3,5	2	1	164
30	1,77	30	30	4	4	2	1	226
35	2,33	35	35	4,5	4,5	2,5	1	297
40	2,96	40	40	5	5	2,5	1	377
50	4,44	50	50	6	6	3	2	566
60	6,23	60	60	7	7	3,5	2	794
70	8,32	70	70	8	8	4	2	1060
80	10,77	80	80	8,5	8,5	4,1	2	1371
80	9,3	80	60	9	9	4,5	2,5	1180
90	13,4	90	90	10	10	5	2,5	1710
100	16,4	100	100	11	11	5,5	3	2090
120	23,2	120	120	13	13	6,5	3	2960
140	31,3	140	140	15	15	7,5	4	3990

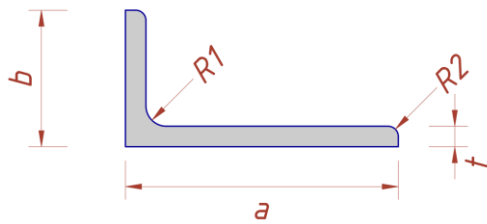
Πίνακας 5.46: Γωνιακά Ισοσκελή L.



L h= b	Βάρος kg/m	Ονομαστικές διαστάσεις σε mm			L h=b	Βάρος kg/m	Ονομαστικές διαστάσεις σε mm		
		t	r2	r1			t	r2	r1
15	0,64	3	3,5	2,0	90	8,28	6,0	11,0	5,0
20	0,88	3,0	3,5	2,0	90	9,60	7,0	11,0	5,0
25	1,11	3,0	3,5	2,0	90	10,89	8,0	11,0	5,0
25	1,45	4,0	3,5	2,0	90	12,20	9,0	11,0	5,0
25	1,78	5,0	3,5	2,0	90	13,43	10,0	11,0	5,0
30	1,36	3,0	5,0	2,5	90	14,20	11,0	12,0	6,0
30	1,78	4,0	5,0	2,5	90	15,90	12,0	12,0	6,0
30	2,18	5,0	5,0	2,5	100	9,26	6,0	12,0	6,0
35	1,60	3,0	5,0	2,5	100	12,18	8,0	12,0	6,0
35	1,85	3,5	5,0	2,5	100	15,04	10,0	12,0	6,0
35	2,09	4,0	5,0	2,5	100	17,83	12,0	12,0	6,0
35	2,57	5,0	5,0	2,5	100	21,90	15,0	12,0	6,0
40	1,84	3,0	6,0	3,0	110	13,43	8,0	12,0	6,0
40	2,42	4,0	6,0	3,0	110	16,61	10,0	12,0	6,0
40	2,97	5,0	6,0	3,0	110	19,70	12,0	13,0	6,5
40	3,52	6,0	6,0	3,0	120	14,71	8,0	13,0	6,5
45	2,09	3,0	7,0	3,5	120	18,20	10,0	13,0	6,5
45	2,75	4,0	7,0	3,5	120	19,90	11,0	13,0	6,5
45	3,06	4,5	7,0	3,5	120	21,62	12,0	13,0	6,5
45	3,39	5,0	7,0	3,5	120	23,30	13,0	13,0	6,5
45	4,00	6,0	7,0	3,5	120	26,60	15,0	13,0	6,5
45	4,60	7,0	7,0	3,5	130	23,53	12,0	14,0	7,0
50	2,33	3,0	7,0	3,5	130	27,20	14,0	14,0	7,0
50	3,07	4,0	7,0	3,5	140	21,38	10,0	15,0	7,5
50	3,77	5,0	7,0	3,5	140	25,44	12,0	15,0	7,5
50	4,47	6,0	7,0	3,5	140	27,40	13,0	15,0	7,5
50	5,15	7,0	7,0	3,5	140	29,42	14,0	15,0	7,5
50	5,82	8,0	7,0	3,5	150	23,00	10,0	16,0	8,0
50	6,47	9,0	7,0	3,5	150	27,30	12,0	16,0	8,0
55	4,18	5,0	8,0	4,0	150	31,60	14,0	16,0	8,0
55	4,95	6,0	8,0	4,0	150	33,80	15,0	16,0	8,0
55	6,45	8,0	8,0	4,0	150	40,01	18,0	16,0	8,0
60	3,70	4,0	8,0	4,0	160	24,58	10,0	17,0	8,5
60	4,57	5,0	8,0	4,0	160	29,26	12,0	17,0	8,5
60	5,42	6,0	8,0	4,0	160	34,87	14,0	17,0	8,5
60	7,09	8,0	8,0	4,0	160	36,20	15,0	17,0	8,5

60	8,69	10,0	8,0	4,0	160	38,43	16,0	17,0	8,5
65	5,91	6,0	9,0	4,5	160	40,70	17,0	17,0	8,5
65	6,83	7,0	9,0	4,5	180	33,05	12,0	18,0	9,0
65	7,73	8,0	9,0	4,5	180	38,30	14,0	18,0	9,0
65	8,62	9,0	9,0	4,5	180	43,50	16,0	18,0	9,0
70	6,39	6,0	9,0	4,5	180	48,60	18,0	18,0	9,0
70	7,39	7,0	9,0	4,5	200	42,69	14,0	18,0	9,0
70	8,41	8,0	9,0	4,5	200	48,50	16,0	18,0	9,0
70	9,34	9,0	9,0	4,5	200	54,20	18,0	18,0	9,0
70	10,30	10,0	9,0	4,5	200	59,93	20,0	18,0	9,0
75	6,85	6,0	9,0	4,5	200	71,70	24,0	18,0	9,0
75	7,94	7,0	9,0	4,5	250	93,60	25,0	20,0	10,0
75	9,03	8,0	9,0	4,5	250	104,00	28,0	18,0	9,0
75	11,10	10,0	10,0	5,0	250	118,00	32,0	20,0	10,0
80	7,34	6,0	10,0	5,0	250	228,00	35,0	18,0	9,0
80	9,63	8,0	10,0	5,0					
80	11,86	10,0	10,0	5,0					

Πίνακας 5.47: Γωνιακά ανισοσκελή L.




L a x b x t	Όνομαστικές διαστάσεις σε mm		Βάρος kg/m	L a x b x t	Όνομαστικές διαστάσεις σε mm		Βάρος kg/m
	r1	r2			r1	r2	
30x20x3	4	2.0	1.12	100x75x8	10	4.8	10.6
30x20x4	4	2.0	1.46	100x75x10	10	4.8	13.0
40x20x4	4	2.0	1.77	100x75x12	10	4.8	15.4
40x25x4	4	2.4	1.93	120x80x8	11	5.5	12.2
45x30x4	4.5	2.25	2.25	120x80x10	11	5.5	15
50x30x5	5	2.5	2.96	120x80x12	11	5.5	17.8
60x30x5	6	2.4	3.37	125x75x8	11	4.8	12.2
60x30x6	6	2.4	3.99	125x75x10	11	4.8	15.0
60x40x5	6	3.0	3.76	125x75x12	11	4.8	17.8
60x40x6	6	3.0	4.46	135x65x8	11	5.5	12.2
65x50x5	6	2.4	4.35	135x65x10	11	5.5	15
65x50x6	6	2.4	5.116	150x75x9	12	6.0	15.4
65x50x8	6	2.4	6.75	150x75x10	11	4.8	17.0
70x50x6	7	3.5	5.41	150x75x12	11	4.8	20.2
75x50x6	7	2.4	5.65	150x75x15	11	4.8	24.8
75x50x8	7	2.4	7.39	150x90x10	12	4.8	18.2
80x40x6	7	3.5	5.41	150x90x12	12	4.8	21.6
80x40x8	7	3.5	7.07	150x90x15	12	4.8	26.6
80x60x6	8	4.8	6.37	150x100x10	12	6.0	19
80x60x7	8	4.8	7.36	150x100x12	12	6.0	22.5
80x60x8	8	4.8	8.34	200x100x10	15	4.8	23.0
100x50x6	8	4.0	6.84	200x100x12	15	4.8	27.3
100x50x8	8	4.0	8.97	200x100x15	15	4.8	33.7
100x65x7	10	4.8	8.77	200x150x12	15	4.8	32.0
100x65x8	10	4.8	9.94	200x150x15	15	4.8	39.6
100x65x10	10	4.8	12.30	200x150x18	15	4.8	47.1

<http://www.b2bmetal.eu/en/pages/index/index/id/65/>


5.8.2.2. Κοίλες διατομές

RHS (*Rectangular Hollow Sections*), SHS (*Square Hollow Sections*), CHS (*Circular Hollow Sections*) είτε ψυχρής έλασης (*Cold*) είτε θερμής έλασης (*Hot*).


Τετραγωνικές διατομές θερμής έλασης, SHS-Hot

 Διατομή (mm)	Πίνακας 5.48: Τετραγωνικές διατομές θερμής έλασης, SHS-Hot (Square Hollow Sections - Hot) σε μήκη 6,00 m και 12,0 m.								
	Πάχη (διαστάσεις σε mm)								
	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,5
25x25	V	V							
30x30	V	V	V						
40x40	V	V	V	V					
50x50	V	V	V	V	V				
60x60	V	V	V	V	V				
70x70			V	V	V				
80x80	V		V	V	V	V			
90x90			V	V	V	V			
100x100	V		V	V	V	V	V		
120x120			V	V	V	V	V		
140x140				V	V	V	V		
150x150				V	V	V	V		
180x180						V	V	V	
200x200						V	V	V	
250x250						V	V	V	
300x300							V	V	
400x400							V	V	
500x500							V	V	V


5.8.2.3. Ορθογωνικές διατομές θερμής έλασης – RHS-Hot

	Πίνακας 5.49: Ορθογωνικές διατομές θερμής έλασης, RHS-Hot (Rectangular Hollow Sections - Hot) σε μήκη 6,00 m και 12,0 m.								
	Πάχη (διαστάσεις σε mm)								
Διατομή (mm)	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	
40x20	V	V	V						
50x30	V	V	V						
60x30	V	V	V						
60x40	V	V	V	V	V				
70x30	V		V						
80x40	V	V	V	V					
100x40	V		V	V	V				
100x50	V	V	V	V	V				
100x60			V	V	V				
120x60			V	V	V	V			
120x80			V	V	V	V			
140x60			V	V	V	V			
150x100			V	V	V	V	V		
160x80			V	V	V	V			
180x60			V	V	V	V			
200x100				V	V	V	V	V	
250x150						V	V		
300x200						V	V	V	
400x200							V	V	


5.8.2.4. Στρογγυλές διατομές θερμής έλασης, CHS-Hot

	Πίνακας 5.50: Στρογγυλές διατομές θερμής έλασης, CHS-HOT (Circular Hollow Sections - Hot) μήκη 6,00 m.										
	Πάχη (διαστάσεις σε mm)					Διάμετρος (mm)	Πάχη (διαστάσεις σε mm)				
Διάμετρος (mm)	1,0	1,25	1,5	2,0	3,0		1,0	1,25	1,5	2,0	3,0
10	V	V	V			60	V	V	V	V	V
12	V	V				70			V	V	
14	V	V	V			76			V	V	
16	V	V	V			89			V	V	V
19	V	V	V			102				V	V
21	V		V	V	V	114			V	V	V
25	V		V	V	V	139				V	V
32	V	V	V	V	V	159				V	V
38			V			168				V	V
42	V	V	V	V	V	193				V	V
48	V	V	V	V	V						



5.8.2.5. Στρογγυλές διατομές ψυχρής έλασης, CHS-Cold

		Πίνακας 5.51: Στρογγυλές διατομές ψυχρής έλασης, CHS-Cold (Circular Hollow Sections - Cold) μήκη 6,00 m.							
Διάμετρος		Πάχη (διαστάσεις σε mm)							
(mm)	(in)	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
21,25	½"	V	V				V		
26,75	¾"	V	V						
33,00	1"	V	V	V					
42,25	1 ¼"	V	V	V					
48,25	1 ½"	V	V	V	V	V			
60,00	2"	V	V	V	V	V			
76,00	2 ½"			V	V	V			
89,00	3"					V	V		
102,00	3 ½"					V	V		
114,00	4"					V	V		
127,00	4 ½"					V	V		
168,30	6 ¼"					V	V		
193,70	37'					V	V		
219,10	8 ½"					V	V	V	
245,50	9 ¼"					V	V	V	
273,00	10 ¼"						V	V	V
323,90	12 ¼"						V	V	V

5.8.2.6. Στρογγυλές διατομές ψυχρής έλασης γαλβανισμένες, CHS-Cold

		Πίνακας 5.52: Στρογγυλές διατομές ψυχρής έλασης γαλβανισμένες σε μήκη 6,00 m.	
Διάμετρος		Πάχη (διαστάσεις σε mm)	
(mm)	(in)	1,5	1,8
21,25	½"	V	V
26,75	¾"	V	V
33,00	1"	V	V
42,25	1 ¼"	V	V
48,25	1 ½"	V	V
60,00	2"	V	V




5.8.2.7. Στρατζαριστές διατομές, ψυχρής έλασης, μαύρος σίδηρος και γαλβανιζέ

Πίνακας 5.53: Στρατζαριστές γαλβανιζέ διατομές, ψυχρής έλασης (και γαλβανισμένες).				
 Τετράγωνες και Ορθογωνικές Διαστάσεις Πλάτος x Ύψος, Πάχος σε mm			 Στρογγυλές Διάμετρος, Πάχος σε mm	
Απλές πάχους 1 mm	Ενισχυμένες πάχους 1,4 mm	Βαρέως τύπου πάχους 1,8 mm	Ενισχυμένες πάχους 1,4 mm	Βαρέως τύπου πάχους 1,8 mm
14x14	17x17	30x30	Φ 21	Φ 21
17x17	20x14	40x40	Φ 26	Φ 26
20x20	20x20	50x50	Φ 33	Φ 33
25x25	25x25	60x60	Φ 42	Φ 42
30x30	30x15	80x80	Φ 48	Φ 48

38x38	30x20	100x100	Φ 60	Φ 60
30x15	30x30	40x20	Φ 70	Φ 70
30x20	38x20	40x30		Φ 88
40x20	38x38	50x30		
50x20	40x30	60x30		
60x20	50x20	60x40		
70x20	50x30	80x40		
80x20	60x20	100x40		
100x20	60x30	120x40		
	60x40	100x50		
	70x30			
	80x20			
	80x40			
	100x20			
	100x40			
	120x30			
	120x40			

5.8.2.8. Συμπαγείς διατομές

Τετράγωνες, ορθογωνικές διατομές, στρογγυλές διατομές, λάμες.

	Πίνακας 5.54: Τετράγωνα θερμής έλασης συμπαγούς διατομής σε μήκη 6,0 m.									
	Πλάτος πλευρών σε mm									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	25	26	28	30	32	35	38	40	42	45
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
100	110	115	120	125	130	140	150			
	Στρογγυλά θερμής έλασης συμπαγούς διατομής σε μήκη 6,0 m									
	Διάμετρος σε mm									
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	18	19	20	22	24	26	28	30	32	35
	36	38	40	42	45	48	50	55	56	60
	65	70	75	80	85	90	92	95	100	105
	110	115	120	125	130	135	140	145	150	160
170	180	190	200	220	250					
	Λάμες θερμής έλασης σε μήκη 4,0 ή 6,0 m									
	Πλάτος (W) σε mm	Πάχος (S) σε mm								
		3, 4, 5, 6, 8	10, 12	14, 15, 16, 18	20, 25, 30	40, 50				
	10, 12	V								
	14, 16, 18	V	V							
	20, 25, 30	V	V	V						
	35, 40, 45, 50	V	V	V	V					
	60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, 220, 250	V	V	V	V	V				
280, 300, 350, 400	V	V	V	V	V					
Πηγή: https://michailidis-sons.gr										

5.8.2.9. Λαμαρίνες

Λαμαρίνες απλές και λαμαρίνες διάτρητες.

Πίνακας 5.55: Φύλλα λαμαρίνες.					
Πάχος (S) σε mm	Βάρος σε κιλά / m²				
	Θερμής έλασης, μαύρες και γαλβανιζέ, λεία επιφάνεια	Ψυχρής έλασης DCP, λεία επιφάνεια	Θερμής έλασης, με ανάγλυφη επιφάνεια κριθαρωτή	Θερμής έλασης, με ανάγλυφη επιφάνεια μπακλαβαδωτή	Ανοξείδωτος χάλυβας (*)
0,4		3,14			3,14
0,5		3,925			3,925
0,7		5,49			5,49
0,8		6,28			6,28
1,0	7,85	7,85			7,85
1,25	9,81	9,81			9,81
1,5	11,78	11,78			11,78
2,0	15,70	15,70	17,70		15,70
2,5	23,55	19,62	21,63	23,63	19,62
3,0	23,55	23,55	25,55	27,55	23,55
4,0	31,40		33,40	35,40	31,40
5,0	39,25		41,25	43,25	39,25
6,0	47,10		49,10	51,10	47,10
7,0	54,59				
8,0	62,80		64,80	66,80	62,80
9,0	70,65				
10,0	78,50		90,50	92,50	78,50
12,0	94,20				
Διαστάσεις φύλλων (W x L) mm	1000 x 2000 mm	1250 x 2500 mm	1500 x 3000 mm	1500 x 3000 mm	1500 x 3000 mm
Οι Μαύρες Θερμής Έλασης και σε διαστάσεις: mm			1500 x 6000 mm	2000 x 6000 mm	
(*) Η ποιότητα επιφανειακής επεξεργασίας του ανοξείδωτου χάλυβα μπορεί να είναι: BA γυαλιστερή (και μπορεί επίσης να έχει επικάλυψη PVC), 2B ματ, F4 σατινέ.					
Πηγή: https://michailidis-sons.gr					

5.8.3. Γαλβανισμένες διατομές «C» και «Z»

Μεταλλικές γαλβανισμένες διατομές μορφής «C» και «Z» χρησιμοποιούνται για κατασκευές συστημάτων με ελαφρύ σκελετό. Επίσης, και ως **μηκίδες** μεταξύ χαλύβδινων υποστυλωμάτων, επάνω στις οποίες στερεώνονται πανέλα πλαγιοκάλυψης του κτιρίου. Ειδικά οι μορφής «Z», χρησιμοποιούνται ως τεγίδες στέγης. Το **πάχος** του ελάσματος είναι **2,0 mm, 2,5 mm** έως και **3,0 mm**. Τα **μήκη** κυμαίνονται από **2,0 m** έως και **14,0 m** με μέγιστο **επιτρεπόμενο άνοιγμα 9,0 m**.

Υπάρχουν τυποποιημένα μεγέθη, **C120** ύψους 12,0 cm, **C140** ύψους 14,0 cm, **C180** ύψους 18,0 cm, **C210** ύψους 21,0 cm με πλάτος διατομών **5,0** ή **6,0 cm**. Επίσης, υπάρχουν αντίστοιχες διατομές μορφής «Z» **Z140, Z180** και **Z210** με αντίστοιχες διαστάσεις.

Πίνακας 5.56: Γαλβανισμένες διατομές «C» και «Z».								
Διατομή	t	H	B	C	s	h	d	Βάρος (kg/m)
C120	2,0	120	50	15	60	30	14	3,61
	2,5	120						4,51
C140	2,0	140	50	15	70	35	14	3,93
	2,5	140						4,91
C180	2,0	180	60	15	90	45	18	5,02
	2,5	180						6,28
C210	2,0	210	60	15	90	60	18	5,50
	2,5	210						6,87
Z140	2,0	140	60	20	70	34	14	4,47
	2,5	140						5,59
Z180	2,0	180	60	20	90	44	16	5,10
	2,5	180						6,38
	3,0	180						7,65
Z210	2,0	210	60	20	90	59	16	5,57
	2,5	210						6,97
	3,0	210				8,36		

5.8.4. Corten

Το **Corten** είναι κράμα χάλυβα ανθεκτικό στη διάβρωση γνωστό επίσης με τα εμπορικά ονόματα **COR-TEN** ή **Korten** που επιχείρησε να λύσει το πρόβλημα της περιοδικής συντήρησης και προστασίας των μετάλλων από τη σκουριά. Παράχθηκε ως ειδικό κράμα για εφαρμογή σε ειδικές χρήσεις, όπως σε βαγόνια εμπορευματικών τρένων και σε γέφυρες, ώστε να μην απαιτείται αντισκωριακή προστασία και βαφή. Περιέχει μια σειρά από πρόσμεικτα μέταλλα με αποτέλεσμα το τελικό κράμα του χάλυβα να οξειδώνεται επιφανειακά και να αποκτά ένα σκούρο καφέ-κόκκινο χρώμα. Αυτή η πατίνα σκουριάς, που το καλύπτει, δρα προστατευτικά από περαιτέρω διάβρωση του υλικού.

Πίνακας 5.57: Περιεκτικότητα του COR-TEN σε μέταλλα % κ.β.									
Κατηγορία	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	V	Ni
COR-TEN A (τύπος 1)	0,12	0,25- 0,75	0,20- 0,50	0,07- 0,15	0,030	0,50- 1,25	0,25- 0,55		0,65
COR-TEN B (τύπος 2)	0,16	0,30- 0,50	0,80- 1,25	0,030	0,030	0,40- 0,65	0,25- 0,40	0,02- 0,10	0,40

Πηγή: <https://www.isaakidis.gr/index.jsp?CMCCode=1004&extLang=>

Το COR-TEN χρησιμοποιείται σε μορφή φύλλων για επενδύσεις και πλαγιοκαλύψεις κτιρίων, για καλύψεις στεγών και για δημιουργία επιφανειών σε υπαίθριους χώρους, καθώς και σε στοιχεία αστικού εξοπλισμού δημοσίων χώρων, όπως καθιστικά, δημόσια φωτιστικά κλπ.

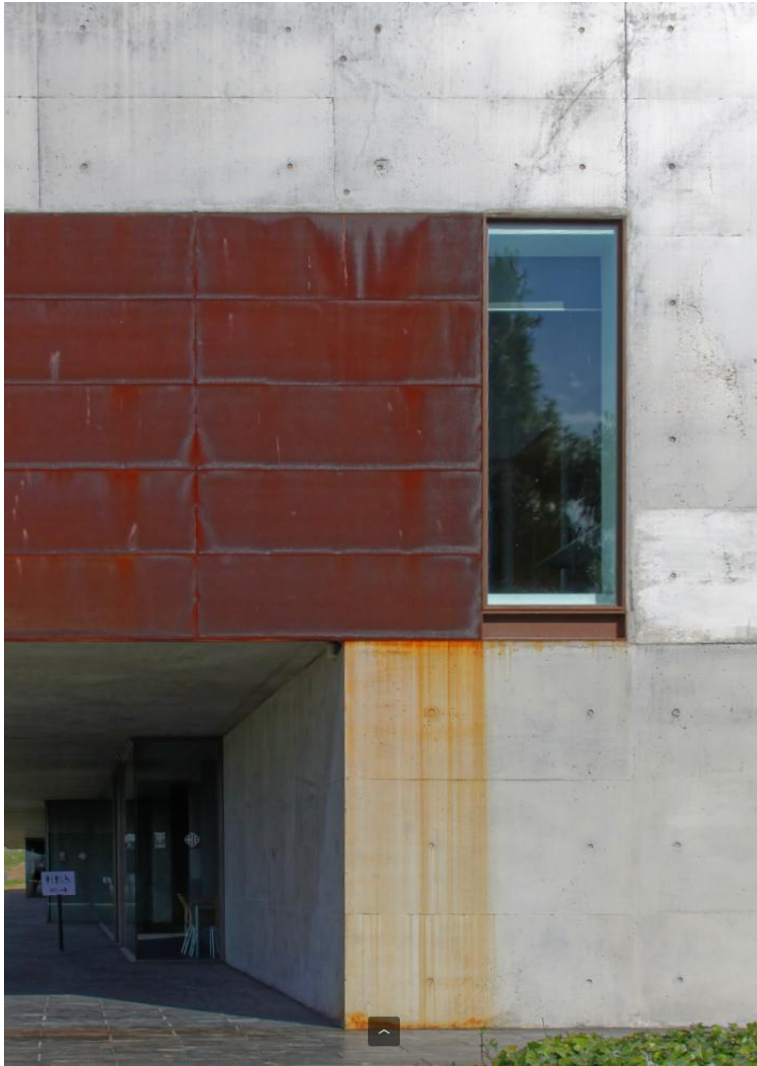
Παρά τις προσδοκίες, ως φέρον δομικό στοιχείο δεν έχει επιδείξει καλή συμπεριφορά στον χρόνο και κτίρια που έχουν κατασκευαστεί με Corten αποδείχτηκε ότι σε χρόνο ζωής τους δεν μπόρεσαν να ξεπεράσουν τα 30 χρόνια. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το «**Omni Coliseum**» στην Ατλάντα των ΗΠΑ, που κατασκευάστηκε το 1972 και κατεδαφίστηκε 25 χρόνια αργότερα.

Το Corten διατίθεται σε δύο τύπους:

Το **COR-TEN A**, που χρησιμοποιείται σε κατασκευές κτιρίων, επενδύσεις όψεων, σε αντικείμενα μεταλλικά και σε φορτηγά οχήματα. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα φύλλα ψυχρής έλασης που χρησιμοποιούνται σε επενδύσεις κτιρίων (Το **πάχος** τους μπορεί να φτάνει μέχρι και **12,5 mm**).

Πίνακας 5.58: Διαστάσεις φύλλων COR-TEN A ψυχρής έλασης (διαστάσεις σε mm).				
Διαστάσεις φύλλων	Πάχος			
	1,0	1,5	2,0	2,5
1000 x 2000	V		V	
1250 x 2500	V	V	V	V
1500 x 3000	V	V	V	V

Το **COR-TEN B** σε φύλλα **πάχους** από **3 έως 16 mm** (μπορεί να φτάσει και μέχρι **50,0 mm**), που χρησιμοποιείται κυρίως σε στοιχεία αστικού εξοπλισμού, επιβατηγά πλοία ή γεραμούς. Τα φύλλα του Cor-ten B έχουν **πλάτος 1000, 1500, 2000, 2500 και 3000 mm** και το **μήκος** τους ποικίλλει από **2000, 3000, 6000 και 12000 mm**.



Εικόνα 5.20

Όψη κτιρίου διοίκησης στον Βοτανικό Κήπο της Βαρκελώνης. Φέρων οργανισμός από εμφανές σκυρόδεμα και πανέλα πλαγιοκάλυψης από Corten.

Αρχιτέκτονες Carlos Ferrater και Josep Lluís Canosa, Βαρκελώνη, Ισπανία 1999.

5.8.5. Τιτάνιο (Ti)

Εξαιρετικά ισχυρό μέταλλο, το τιτάνιο δεν οξειδώνεται και δεν διαβρώνεται· έχει πυκνότητα ανάμεσα στον χάλυβα και το αλουμίνιο (πυκνότητα χάλυβα 7900 kg/m³, τιτανίου 4510 kg/m³, αλουμινίου 2700 kg/m³). Χρησιμοποιείται σε ειδικές εφαρμογές, για δομικά στοιχεία πολύ υψηλής αντοχής της αεροδιαστημικής βιομηχανίας και ως ειδικός σπλισμός κατασκευών, κυρίως σε έργα αποκατάστασης μνημείων. Σε κτίρια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επιφανειακές καλύψεις στεγών αλλά με πολύ υψηλό κόστος.

5.8.6. Τιτανιούχος ψευδάργυρος (Ti, Zn)

Ο τιτανιούχος ψευδάργυρος είναι κράμα καθαρού ψευδαργύρου με πολύ μικρό ποσοστό τιτανίου και χαλκού. Χρησιμοποιείται για επενδύσεις όψεων και επικαλύψεις κεκλιμένων στεγών με κλίσεις που ξεκινούν από τις 3°. Παράγεται είτε σε φύλλα μικρού **πάχους 0,7 mm** που αλληλοσυμπλέκονται, όπως τα ασφαλτικά κεραμίδια που δίνουν στη στέγη φολιδωτή εικόνα. Ο δεύτερος τύπος κάλυψης είναι σε ρολά (συνήθως σε μήκη 25 m) και διατάσσονται επάλληλα κάθετα προς την κλίση της στέγης. Τα φύλλα έχουν πλάτος 70 cm και στην αλληλοεπικάλυψη με αναδίπλωση δημιουργούν ραφές μεταξύ τους. Οι αξονικές **αποστάσεις των ραφών** είναι ανά **600 mm** και το **ύψος των αναδιπλώσεων** είναι **25 mm**. Η τεχνική με την αναδίπλωση λειτουργεί σε στέγες από ελάχιστη κλίση 3°.



Εικόνα 5.21

Απόληξη στέγης στον επιβατικό αερολιμένα της Λυών. Η επικάλυψη γίνεται με τραπεζοειδή φύλλα τιτανίουχου ψευδαργύρου, βιδωμένα σε υποκείμενο γραμμικά στοιχεία, όπως διακρίνεται από τις βίδες στερέωσης. Ειδικά στρατζαριστά μεταλλικά φύλλα βιδώνονται στις γωνίες για να προστατέψουν τις περιμετρικές ακμές της επικάλυψης. Αρχιτεκτονική και στατική μελέτη S. Calatrava, Λυών, Γαλλία 1994.

5.8.7. Μόλυβδος (Pb)

Ο μόλυβδος είναι ένα εξαιρετικά πλαστικό υλικό με χαμηλό σημείο τήξης και με ευκολία επεξεργασίας. Δεν προσβάλλεται από διάβρωση και έχει εξαιρετική αντοχή στον χρόνο. Είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα κυρίως σε επικαλύψεις κτιρίων, σε σωληνώσεις αστικών δικτύων νερού και κατά τον 19^ο αιώνα σε προϊόντα κονσερβοποιίας. Είναι δηλητηριώδης και από πολύ νωρίς απαγορεύτηκε η χρήση του στην αλυσίδα διατροφής. Η παραγωγή του σε εύκαμπτα φύλλα τον έκανε ιδανικό για χρήση σε κάλυψη τρούλων, αφού μπορούσε να πάρει με ευκολία οποιοδήποτε καμπύλο σχήμα. Σήμερα δεν χρησιμοποιείται συχνά στις καλύψεις, γιατί είναι πολύ ακριβός και, επίσης, όταν είναι σε λεπτά φύλλα, έχει την τάση να διαρρέει ως υλικό.

5.8.8. Αλουμίνιο (Al)

Είναι ελαφρύ, αργυρόλευκο μαλακό μέταλλο, όλκιμο και με αντοχή στη διάβρωση.

Το αλουμίνιο στον κατασκευαστικό τομέα έχει ευρεία διάδοση σε ποικιλία προϊόντων, όπως στην παραγωγή κουφωμάτων και φύλλων επένδυσης όψεων.

Το καθαρό αλουμίνιο δεν χρησιμοποιείται ως φέρον δομικό στοιχείο, εξαιτίας του ότι είναι **μαλακό** και έχει το εγγενές ελάττωμα του **ερπυσμού**, δηλαδή εμφανίζει μόνιμες παραμορφώσεις κάτω από την επίδραση σταθερού φορτίου ή υψηλών θερμοκρασιών.

Με προσθήκη **χαλκού 2,5-6,3%** κατά βάρος, παράγεται το «**ντουραλουμίνιο**», ένα κράμα αλουμινίου με πολύ υψηλές αντοχές, που χρησιμοποιείται στην αεροναυπηγική και τη ναυπηγική. Παρουσιάζει ικανοποιητική φέρουσα ικανότητα και τα τελευταία χρόνια συναντάται σε κτιριακές κατασκευές και ως δομικό στοιχείο.

Σήμερα είναι κοινό υλικό στις κατασκευές και είναι **πλήρως ανακυκλώσιμο**. Το σημαντικό πλεονέκτημα του αλουμινίου είναι ότι αντέχει στη διάβρωση και δεν απαιτεί ιδιαίτερη προστασία. Δεν μπορεί να σταθεί στην επιφάνειά του η μπογιά με πινέλο και έχουν αναπτυχθεί οι τεχνικές της ανοδίωσης και της ηλεκτροστατικής βαφής, διεργασίες που παράγουν πολύ σταθερό χρωματισμό.

Η ανοδίωση είναι μια ηλεκτροχημική διαδικασία δημιουργίας ενός λεπτού στρώματος οξειδίου του αλουμινίου πάχους από 10 έως 20 μm (μικρά), δηλαδή 0,01-0,02 mm, που ενσωματώνεται πλήρως στην εξωτερική επιφάνειά του διατηρώντας το φυσικό του χρώμα.

Αυτό το προστατεύει από διάβρωση, διατηρεί το φυσικό του χρώμα και έχει εξαιρετική αντίσταση στην ακτινοβολία UV καθώς επίσης και στις περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η διάβρωση από την υγρασία και το αλάτι της θάλασσας. Κατά την ανοδίωση εμβαπτίζεται σε ειδικό μπάνιο όπου επικάθονται άλατα κασσίτερου και ανάλογα τον χρόνο παραμονής του στο μπάνιο, παίρνει τις διαφορετικές αποχρώσεις του καφέ σε μια μικρή χρωματική παλέτα από μπρονζέ, ανοικτό καφέ, σκούρο καφέ και μαύρο.

Η επίστρωση αυτή έχει εξαιρετική αντοχή σε φθορά από μηχανικές καταπονήσεις (χτυπήματα, γρατζουνιές). Η συντήρηση είναι η ελάχιστη δυνατή και απαιτεί μόνο επιφανειακό καθαρισμό των ρύπων.

Η **ηλεκτροστατική βαφή** είναι μια διαδικασία κατά την οποία καλύπτεται από ένα λεπτό στρώμα βαφής πάχους 60 μm μικρά (0,06 mm) στις ορατές επιφάνειες της διατομής και κατ' ελάχιστο 20 μm (0,02 mm) στις μη ορατές επιφάνειες. Η πούδρα του χρώματος εισχωρεί στους πόρους του μετάλλου και συσσωματώνεται με αυτό για τον χρωματισμό του και την προστασία του. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται σε τρία βήματα:

Τη χημική επεξεργασία, κατά την οποία αφαιρούνται όλοι οι ανεπιθύμητοι παράγοντες από την επιφάνεια του αλουμινίου, καθιστώντας την έτοιμη για βαφή.

Τη βαφή, κατά την οποία η πούδρα του χρώματος ψεκάζεται στην επιφάνεια των προφίλ με τη χρήση ειδικών ηλεκτροστατικών πιστολιών.

Τη σταθεροποίηση της πούδρας στην επιφάνεια του αλουμινίου με πολυμερισμό σε φούρνο και σε θερμοκρασίες 180-220° C.

Η ηλεκτροστατική βαφή είναι η πιο διαδεδομένη επιφανειακή κατεργασία για το αλουμίνιο, παρέχει τεράστια ποικιλία χρωμάτων και η υφή της πούδρας μπορεί να είναι είτε λεία είτε σαγρέ. Με βάση το ποσοστό αποχρωματισμού τους και της απώλειας της γυαλάδας από την ηλιακή ακτινοβολία, οι πούδρες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, την **κλάση 1** και την **κλάση 2**. Οι πούδρες κλάσης 2 είναι πιο ανθεκτικές και προσφέρουν αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις, όπως τα χτυπήματα και οι γρατζουνιές. Τα χρώματα με σαγρέ επιφάνεια παρουσιάζουν καλύτερη συμπεριφορά, ενώ οι λείες είναι πιο ευαίσθητες αλλά και πιο εύκολες στη συντήρηση με απλό καθαρισμό.

5.8.9. Χαλκός

Ο χαλκός είναι μέταλλο με άριστη αντοχή στη διάβρωση και το φυσικό χρώμα του είναι καφέ κόκκινο, ενώ με την πάροδο του χρόνου οξειδώνεται επιφανειακά και γίνεται πράσινο. Είναι όλκιμος και η συνηθισμένη του χρήση σε κτιριακά έργα είναι η κατασκευή φύλλων επικάλυψης στεγών και επίπεδων δωματίων, καθώς και τα πανέλα πλαγιοκάλυψης όψεων. Η άλλη σημαντική χρήση του είναι η κατασκευή σωληνώσεων νερού. Με την προσθήκη άλλων μετάλλων, παράγονται **κράματα** που βελτιώνουν τις μηχανικές του ιδιότητες. Σήμερα υπάρχουν περισσότερα από 400 κράματα χαλκού (Πηγή: <https://copperalliance.gr>).

Ο **μπρούντζος** (ή κρατέρωμα) παράγεται με την προσθήκη **κασσίτερου** σε ποσοστό **0,5-11% κ.β.** Το κρατέρωμα παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή στη μηχανική φθορά και στη χημική διάβρωση. Είναι πιο σκληρός και έχει υψηλότερο κόστος.

Η μοναδική γνωστή του εφαρμογή του ως δομικού στοιχείου κατά την αρχαιότητα ήταν η κατασκευή **μπρούτζινων ζευκτών** στο πρότυπο του Πανθέου στη Ρώμη το 128 μ.Χ. Τα ζευκτά αυτά αφαιρέθηκαν τον 17^ο αιώνα από τον Πάπα Ουρμπάνο VIII και αντικαταστάθηκαν με ξύλινα, ενώ ο μπρούντζος χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή πυροβόλων.

Ο **ορείχαλκος** παράγεται με την προσθήκη **ψευδαργύρου** (Zn). Ο ψευδάργυρος βελτιώνει τις μηχανικές ιδιότητες του χαλκού, προσφέροντας αντοχή, κατεργασιμότητα, ολκιμότητα και αντί-

σταση κατά της φθοράς και της διάβρωσης· αυξάνει τη σκληρότητα του μετάλλου, έχει **αντιμικροβιακή** δράση και υψηλή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα.




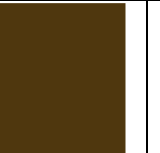

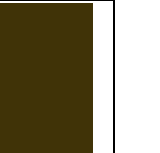




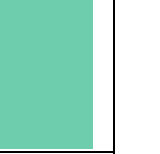
Ειδικό κράμα συνιστά ο **ναυτικός ορείχαλκος**, ο οποίος περιέχει 60% χαλκό, 39% ψευδάργυρο και 1% κασσίτερο. Έχει πολύ υψηλές μηχανικές αντοχές και από αυτόν κατασκευάζονται χυτά προϊόντα (όπως οι προπέλες των πλοίων) καθώς και άλλες εφαρμογές για δομική χρήση.



Εικόνα 5.22 Περίπτερο βιβλιοπωλείου στον χώρο της Μπιενάλε Αρχιτεκτονικής της Βενετίας. Στέγη με φύλλα χαλκού. Αρχιτέκτονες James Stirling, Michael Wilford, Βενετία 1991.

Ο φυσικός χαλκός που χρησιμοποιείται στις **καλύψεις στεγών** έχει φυσικό χρώμα καφέ-κόκκινο. Η όξινη υγρασία του περιβάλλοντος τον προσβάλλει επιφανειακά, αντιδρά με τον χαλκό και σχηματίζει **πατίνα** από **θειικό χαλκό**. Αυτή τον καλύπτει επιφανειακά, δημιουργώντας ένα προστατευτικό στρώμα και αλλάζοντας σταδιακά το χρώμα του, σε μια χρονική περίοδο 20 ετών, από το σκούρο καφέ έως το ανοικτό πράσινο.

Εάν, για αρχιτεκτονικούς λόγους, επιθυμούμε μια συγκεκριμένη απόχρωση του χαλκού, τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε προοξειδωμένα φύλλα χαλκού, περασμένα ήδη και με προστατευτική επίστρωση, ώστε να διατηρηθεί το επιθυμητό χρώμα, χωρίς περαιτέρω αλλαγή του στον χρόνο.

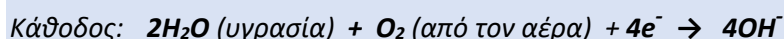
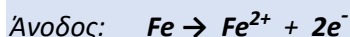
Πίνακας 5.59: Φυσική πατίνα του χαλκού με τον χρόνο έκθεσής του στο περιβάλλον.					
					
Φυσικός χαλκός	4 μήνες	8 μήνες	1 έτος	2 έτη	3 έτη
					
4 έτη	5 έτη	7 έτη	10 έτη	15 έτη	25 έτη
Πηγή: https://www.copper.org/					

5.8.10. Διάβρωση και προστασία Μετάλλων

5.8.10.1. Διάβρωση και σκουριά

Τα μέταλλα, εξαιτίας των ελεύθερων ηλεκτρονίων τους που δημιουργούν ιόντα, παρουσιάζουν μια κρίσιμη ιδιότητα: οξειδώνονται. Η παρουσία υγρασίας και αλάτων από τους ατμοσφαιρικούς ρύπους ή το θαλάσσιο νερό, που λειτουργούν ως ηλεκτρολύτες, έχουν ως αποτέλεσμα τη διάβρωση των μετάλλων (σκουρίασμα).

Για παράδειγμα, η ηλεκτροχημική διαδικασία διάβρωσης του σιδήρου είναι η ακόλουθη:



Η σκουριά έχει ως συνέπεια τη φθορά του μετάλλου μέχρι βαθμού ολοκληρωτικής καταστροφής του δομικού μέλους και πλήρους κατάρρευσης της κατασκευής. Πρέπει να σημειωθεί ότι το θαλάσσιο περιβάλλον με το αλάτι, είναι το πιο επιθετικό περιβάλλον σε επίπεδο διάβρωσης των μετάλλων και η χρήση των τελευταίων σε παραθαλάσσιες περιοχές απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα.

Τα πλοία, παρότι είναι κατασκευασμένα από μέταλλο, δεν αποτελούν μέτρο σύγκρισης για τα έργα αρχιτεκτονικής επειδή δέχονται σχεδόν καθημερινή φροντίδα από ειδικευμένο προσωπικό. Επίσης κατ' έτος επισκευάζονται σε ειδικές δεξαμενές (δεξαμενισμός), όπου μεταξύ άλλων επιθεωρείται και η κατάσταση των μετάλλων σε επίπεδο σκουριάς. Μπορεί κάποιος να παρατηρήσει σε πλοία έναν συνηθισμένο τρόπο αντιμετώπισης της σκουριάς με τα πολλαπλά, επάλληλα στρώματα μπογιάς που «σφραγίζουν» τα σκουριασμένα σημεία και που φυσικά δίνουν το ανάλογο οπτικό αποτέλεσμα.



Εικόνα 5.23

Βάση μεταλλικού κυκλικού γαλβανισμένου υποστυλώματος.

Η διαδικασία γαλβανίσματος έχει γίνει μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας, της ηλεκτροσυγκόλλησης και των τρυπημάτων.

Η φροντίδα για την προστασία των μετάλλων από τις δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες γίνεται με ειδικές **αντισκληριακές βαφές** που καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνειά τους, μαζί και τα

μπουλόνια σύνδεσης (έχουν συνήθως χρώμα γκρι, κίτρινο και καφέ) και, κατόπιν, δίνουν το χρώμα τους με την τελική βαφή. Οι βαφές αυτές μπορούν να περαστούν με πινέλο αλλά, για μεγάλα δομικά μέλη, γίνονται με «πιστόλι» σε ειδικούς εργοστασιακούς χώρους πριν τη μεταφορά τους στο εργοτάξιο. Να σημειωθεί ότι στα σημεία που γίνονται ηλεκτροσυγκολλήσεις, καταστρέφονται αυτά τα προστατευτικά στρώματα και στα σημεία που έχει αποκαλυφθεί το μέταλλο απαιτείται βάψιμο ξανά. Μέταλλα που είναι ήδη βαμμένα και χρειάζεται να επαναβαφούν για λόγους συντήρησης, πρέπει πρώτα να καθαριστούν πολύ καλά στην επιφάνειά τους και να απομακρυνθούν από αυτήν η σκουριά και τα στρώματα μπογιάς. Αυτή η διαδικασία μπορεί να γίνει με σχολαστικό **ξύσιμο** ή ακόμα και με **αμμοβολή**, που είναι αποτελεσματικότερη.

Γαλβάνισμα

*Επειδή, όπως αναφέρθηκε, οι χάλυβες **οξειδώνονται** (σκουριάζουν) με την έκθεση στον ατμοσφαιρικό αέρα, την υγρασία και την παρουσία ρύπων και αλάτων, είναι δυνατόν να εφαρμοστεί περαιτέρω επιφανειακή επεξεργασία για την προστασία τους.*

*Μια συνηθισμένη διαδικασία προστασίας για μέταλλα κτιριακών κατασκευών είναι το **γαλβάνισμα**, δηλαδή η επιφανειακή επίστρωσή τους με ψευδάργυρο (Zn) ή αλλιώς **επιψευδαργύρωση**. Η επιψευδαργύρωση είναι μια πολύ οικονομική διαδικασία και προστατεύει το μέταλλο για χρονικό διάστημα περισσότερο από 30 χρόνια.*

Το γαλβάνισμα γίνεται με τρεις τρόπους:

*Το **θερμό γαλβάνισμα**, με εμβάπτιση μετάλλων σε λιωμένο κράμα ψευδαργύρου. Έτσι παράγονται οι σωλήνες και οι μεγαλύτερες ασάλινες διατομές.*

*Το **γαλβάνισμα με ηλεκτρόλυση** για μικρότερα αντικείμενα, όπως οι βίδες και οι λεπτές λαμαρίνες.*

*Το **ψυχρό γαλβάνισμα**, το οποίο γίνεται κυρίως στο εργοτάξιο και εφαρμόζεται τοπικά εκεί όπου έχει «ξεφτίσει» σημειακά το γαλβάνισμα των διατομών, για παράδειγμα στα σημεία ηλεκτροσυγκολλήσεων. Η εφαρμογή γίνεται με σπρέι ή με βαφή με πινέλο.*

Τα γαλβανισμένα μέταλλα δεν μπορούν να βαφτούν και παραμένουν στο φυσικό χρώμα του ψευδαργύρου. Υπάρχουν και ειδικές βαφές, των οποίων όμως η αντοχή στον χρόνο είναι ίσως αμφίβολη.

5.8.10.2. Επιμετάλλωση

Επιμετάλλωση είναι η διαδικασία κατά την οποία λεπτό στρώμα μετάλλου επικάθεται σε άλλο μέταλλο με τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης μέσω εμβάπτισης σε διάλυμα. Αυτή η διεργασία έχει διπλό σκοπό, αφενός να προστατέψει το μέταλλο της βάσης από τη διάβρωση και αφετέρου να του δώσει την επιθυμητή εμφάνιση. Οι συνηθέστεροι τρόποι επιμετάλλωσης είναι οι ακόλουθοι:

Επιχάλκωση

Με την επιχάλκωση, στρώση χαλκού προσκολλάται επάνω στην επιφάνεια του μετάλλου προκειμένου να διορθωθεί η επιφάνεια από φθορές και είναι η βάση για τις επόμενες επιμεταλλώσεις.

Επινικέλωση

Η επινικέλωση χρησιμοποιείται ως πρόληψη για τη διάβρωση αλλά και την εξομάλυνση της επιφάνειας του αντικειμένου. Το νικέλιο είναι σκληρό μέταλλο και γι' αυτό είναι αρκετά ανθεκτικό στην τριβή.

Επιχρωμίωση

Με την επιχρωμίωση επιτυγχάνουμε ένα τέλειο αισθητικό αποτέλεσμα και επιπλέον αυξημένη αντίσταση στη διάβρωση. Το λεπτό στρώμα του χρωμίου που προσκολλάται στην επιφάνεια του μετάλλου αντανακλά σαν καθρέπτης και χρησιμοποιείται σε είδη αυτοκινήτου, σκαφών, μοτοσυκλετών και σε διάφορα αντικείμενα οικιακής χρήσεως.

5.8.10.3. «Διμεταλλικό» Φαινόμενο

Ένα σημαντικό φαινόμενο διάβρωσης που παρατηρείται στα μέταλλα είναι το «**διμεταλλικό φαινόμενο**». Αυτό συμβαίνει όταν δύο διαφορετικά μέταλλα έρχονται σε επαφή μεταξύ τους κάτω από συνθήκες υγρασίας και ρύπων, οπότε το ένα από τα δύο διαβρώνεται ηλεκτροχημικά. Η λύση στο πρόβλημα της διάβρωσης είναι να χρησιμοποιούνται (για επαφή) μόνο συμβατά μέταλλα ή να παρεμβάλλεται μεταξύ τους μονωτικό προστατευτικό διαχωριστικό στρώμα, συνήθως ελαστικά παρεμβύσματα ή άλλο υλικό (όπως ξύλινα στοιχεία). Στον ακόλουθο πίνακα δίνεται η συμβατότητα των μετάλλων και ο βαθμός της αμοιβαίας τους διάβρωσης.

Πίνακας 5.60: Διμεταλλικό φαινόμενο.		Διαβρωτικό μέταλλο					
Πίνακας φαινομένου διάβρωσης ανάμεσα σε μέταλλα που έρχονται σε επαφή. Ισχυρή διάβρωση *** Μέτρια διάβρωση ** Ελαφρά διάβρωση * Καθόλου διάβρωση -		Χαλκός	Μόλυβδος	Ανοξείδωτος Χάλυβας	Χυτοσίδηρος	Ανθρακούχος Χάλυβας	Αλουμίνιο και κράματα
		Μέταλλο επαφής που διαβρώνεται	Μόλυβδος	*			
	Ανοξείδωτος Χάλυβας	**	*				
	Χυτοσίδηρος	***	-	***			
	Ανθρακούχος Χάλυβας	***	-	***	**		
	Αλουμίνιο και κράματά του	***	-	**	**	***	
	Ψευδάργυρος και τα κράματά του	***	**	***	***	***	
Ο ρυθμός διάβρωσης αυξάνεται σε επιθετικά περιβάλλοντα με ρύπους, υψηλή υγρασία και άλατα.							
Πηγή, Lyons A, 2014, σ. 168.							

5.9. Γυαλί

Το γυαλί είναι ένα διαφανές υλικό που παράγεται με σύντηξη κυρίως χαλαζιακής άμμου (οξειδίο του πυριτίου - SiO₂) και άλλων οξειδίων μετάλλων, τα οποία κατά την ψύξη τους δημιουργούν μια άμορφη μη κρυσταλλική μάζα. Σε αυτήν τη μάζα οφείλει το γυαλί τη διαφάνειά του. Δεν είναι πορώδες υλικό, δεν συγκρατεί αλλά συστατικά στην επιφάνειά του και είναι βιολογικά αδρανές. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή αντικειμένων καθημερινής χρήσης, υαλοπινάκων και φακών οπτικών οργάνων.

Ανάλογα με τα πρόσμεικτα που μπαίνουν στη μάζα του, διαφοροποιούνται και οι μηχανικές του ιδιότητες. Για παράδειγμα, με την προσθήκη τριοξειδίου του βορίου (B₂O₃) παράγεται το γνωστό γυαλί με την εμπορική ονομασία **Pyrex**, που έχει χαμηλό συντελεστή θερμικής διαστολής και το κάνει ανθεκτικό στις μεταβολές θερμοκρασίας, κατάλληλο για πυρίμαχα σκεύη και χρήση σε οπτικά όργανα.

5.9.1. Κοινά κρύσταλλα υαλοπινάκων

Τα κρύσταλλα που χρησιμοποιούμε για τα παράθυρα παράγονται με την τεχνική του «πλευστού γυαλιού» (*floating glass*). Με αυτήν την τεχνική, το γυαλί θερμαίνεται στους 1500° C, λιώνει και με την επίδραση της βαρύτητας ρέει ελεύθερα σε ένα λουτρό λιωμένου κασίτερου και εκεί επιπλέει σε περιβάλλον αζώτου υπό πίεση για να αποκτήσει την επίπεδη στυλπνή μορφή του. Είναι δυνατόν επίσης να κατασκευαστούν και **καμπύλα τζάμια** οποιασδήποτε ακτίνας ύστερα από παραγγελία.

Πίνακας 5.61: Κοινά Υαλοπίνακες που παράγονται με την τεχνική του πλευστού γυαλιού	
Διαστάσεις φύλλου (μέγιστες)	3210 x 6000 mm
Πάχη	3, 4, 5, 6, 8, 12, 15 και 19 mm
Μπορούν να παραχθούν και σε πάχη μέχρι 25 mm αλλά με μικρότερες διαστάσεις φύλλου.	

5.9.2. Ειδικά κρύσταλλα

Η διαφάνεια του γυαλιού το καθιστά ιδανικό υλικό για την κατασκευή φωτιστικών επιφανειών σε παράθυρα και σε μεγάλων διαστάσεων υαλοστάσια. Ωστόσο είναι εύθραυστο και έχει υψηλό δείκτη θερμοπερατότητας σε σχέση με άλλα υλικά, οπότε και προκαλεί σημαντικές ενεργειακές απώλειες, ειδικά σε μεγάλες επιφάνειες υαλοπετασμάτων. Έτσι δημιουργείται η ανάγκη να βελτιωθούν οι ιδιότητές του με μια σειρά από μηχανικές επεξεργασίες που δίνουν τις παραλλαγές που ακολουθούν.



Εικόνα 5.24

Καμπύλοι σταθεροί υαλοπίνακες στην απόληξη κλιμακοστασίου. Κτίριο κατοικιών στο Παγκράτι.

Αρχιτέκτονες Δ. Ησαΐας και Τ. Παπαϊωάννου, Αθήνα 2019.

5.9.2.1. Πολλαπλοί υαλοπίνακες με κενό (διπλοί, τριπλοί)

Είναι οι τυπικοί διπλοί υαλοπίνακες που χρησιμοποιούνται πλέον σε όλα τα κουφώματα. Έχουν ένα περιμετρικό σωληνωτό πλαίσιο που κρατάει τα κρύσταλλα σε απόσταση 12 mm μεταξύ τους και διατηρεί ανάμεσά τους ένα θερμομονωτικό στρώμα αέρα. Το περιμετρικό πλαίσιο που λειτουργεί ως αποστάτης, έχει στην κοιλότητά του **αφυγραντικό υλικό** (κόκκους σιλικόνης), επειδή η όποια υγρασία παραμένει ανάμεσα στα κρύσταλλα καταστρέφει τη διαφάνεια. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε υαλοπίνακα που παραγγέλνεται, η κατασκευή και η περιμετρική σφράγιση γίνεται εργοστασιακά, σε ελεγχόμενο ξηρό περιβάλλον.

Ενεργειακά αποδοτικότερες παραλλαγές υαλοπινάκων που μειώνουν τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας είναι με **τριπλό κρύσταλλο**, με επιφανειακές επιστρώσεις **χαμηλής εκπομπής** και με **αέριο αργόν (Ar)** αντί για αέρα ανάμεσά τους.

Πίνακας 5.62: Ενεργειακή απόδοση υαλοπινάκων.	
Τύπος υαλοπίνακα με κρύσταλλα 6 mm και με κενό 12 mm όπου υπάρχει	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας W/m ² K
Κοινό μονό κρύσταλλο.	5,4 - 5,7
Διπλά κρύσταλλα με κενό 12 mm.	2,8 - 3,3
Διπλά κρύσταλλα με επικάλυψη χαμηλής εκπομπής.	1,9
Διπλά κρύσταλλα με επικάλυψη χαμηλής εκπομπής και αργόν.	1,2
Τριπλά κρύσταλλα με επικάλυψη χαμηλής εκπομπής και αργόν.	0,8

5.9.2.2. Ηχομονωτικοί υαλοπίνακες

Μπορούμε να επιτύχουμε αυξημένη ηχομόνωση σε υαλοπίνακες χρησιμοποιώντας διπλά ή τριπλά τζάμια, των οποίων όμως τα **κρύσταλλα** έχουν μεταξύ τους **διαφορετικό πάχος**. Επίσης, γίνεται να χρησιμοποιήσουμε και **συνθετικές μεμβράνες PVB** διαχωρισμού, για διπλά κρύσταλλα που είναι μεταξύ τους σε επαφή.

5.9.2.3. Κρύσταλλα Χαμηλής Εκπομπής (Low -E)

Το γυαλί **χαμηλής εκπομπής** ή **Low-E (Low emissivity)** έχει μια πολύ λεπτή διαφανή επιστρώση και αντανάκλα τη θερμότητα ελαχιστοποιώντας την ποσότητα του υπέρυθρου και υπεριώδους φωτός που περνά μέσα από το τζάμι χωρίς να επηρεάζεται η ποσότητα φωτός που εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο.

Το καλοκαίρι αντανάκλα την υπέρυθρη ακτινοβολία του ηλίου πίσω στο περιβάλλον και δεν την αφήνει να περάσει στο εσωτερικό του κτιρίου. Αντίθετα τον χειμώνα αντανάκλα τη θερμοκρασία του χώρου προς το εσωτερικό, εμποδίζοντάς τη να χαθεί στο περιβάλλον σε ποσοστό έως και 62%. Μειονέκτημά του είναι η ελαφρά αλλοίωση του φυσικού φωτός. Σε υπάρχοντα παράθυρα με απλά κρύσταλλα μπορεί εκ των υστέρων να τοποθετηθεί ειδική μεμβράνη χαμηλής εκπομπής.

5.9.2.4. Αυτοκαθαριζόμενα κρύσταλλα

Οι υαλοπίνακες καλύπτονται με λεπτή φωτοκαταλυτική, **υδροφοβική επιστρώση** που εμποδίζει τους οργανικούς ρύπους από το να κολλάνε στην επιφάνειά τους, ενώ αφήνει το νερό της βροχής να κυλάει ομοιόμορφα και να αποπλένει την επιφάνεια. Χρησιμοποιούνται σε υαλοπετάσματα και γυάλινες οροφές, όταν είναι δύσκολη η πρόσβαση για καθαρισμό. Έχουν υψηλότερο κόστος και επίσης οι επιστρώσεις μειώνουν τη διαφάνεια κατά 5%.

5.9.2.5. Κρύσταλλα ασφαλείας (security, tempered)

Πρόκειται για μια διαδικασία κατά την οποία γίνεται μηχανική μεταβολή της δομής του γυαλιού. Στην αρχή, το κρύσταλλο θερμαίνεται στους 650° C και διαστέλλεται. Στη συνέχεια

ψύχεται απότομα με ομοιόμορφο και ελεγχόμενο τρόπο μόνο η εξωτερική του επιφάνεια, ενώ ο πυρήνας του, που είναι ακόμη ζεστός, καθώς κρυσώνει συνεχίζει να συστέλλεται. Αυτή η διαδικασία **προέντασης**, εγκλωβίζει θλιπτικές τάσεις στην εξωτερική του επιφάνεια και εφελκυστικές στο εσωτερικό της μάζας του. Είναι πολύ ανθεκτικότερο σε θραύση από το απλό γυαλί και, μετά τη διαδικασία σκλήρυνσης, δεν επιδέχεται επεξεργασία όπως κόψιμο και τρύπημα. Όταν σπάσει διαλύεται σε μικρά θραύσματα που δεν είναι επικίνδυνα για τραυματισμό. Τα κρύσταλλα ασφαλείας σημαίνονται με ειδική σφραγίδα στη μια άκρη τους.

5.9.2.6. Άθραυστοι υαλοπίνακες (laminated, triplex)

Παράγονται με τη διαδικασία της **ελασματοποίησης**, δηλαδή ανάμεσα στα κρύσταλλα παρεμβάλλεται μια συνθετική **μεμβράνη PVB** (πολυβινυλοβουτυρόλη) που τα συγκολλά και δημιουργούν ένα σώμα. Ανάλογα με την αντοχή που επιθυμούμε να πετύχουμε, ο υαλοπίνακας μπορεί να συντίθεται από δύο, τρία ή και περισσότερα κρύσταλλα με αντίστοιχες μεμβράνες ανάμεσά τους. Έχουν μεγάλη αντοχή στη θραύση και εάν σπάσουν, οι μεμβράνες συγκρατούν τα κομμάτια και προστατεύουν από τραυματισμούς. Η χρήση τους, εκτός από πόρτες και τζαμαρίες ασφαλείας, είναι συνηθισμένη σε υαλοστάσια που καλύπτουν αίθρια, ώστε να προστατεύσουν από ενδεχόμενη θραύση τους, για παράδειγμα σε περίπτωση χαλαζόπτωσης.

5.9.2.7. Υαλοπίνακες με συρμάτινο πλέγμα

Πρόκειται για κρύσταλλα συνήθως **πάχους 6 mm** με συσσωματωμένο στη μάζα τους ένα λεπτό **συρμάτινο πλέγμα**. Είναι ένα είδος κρύσταλλου ασφαλείας και σε περίπτωση θραύσης του κρυστάλλου το συρμάτινο πλέγμα συγκρατεί τα θραύσματα.

5.9.2.8. Λευκό γυαλί (Clear white glass)

Πρόκειται για γυαλί **υψηλής καθαρότητας** που δεν έχει την ελαφρά πρασινωπή απόχρωση του κοινού γυαλιού. Έχει κατά 2% περισσότερη διαφάνεια και χρησιμοποιείται όπου απαιτείται υψηλού επιπέδου διαφάνεια, όπως για παράδειγμα σε βιτρίνες για εκθεσιακές προθήκες μουσείων.

5.9.2.9. Profilit

Πρόκειται για ένα σύστημα κατασκευής πετασμάτων όψεων και εσωτερικών διαχωριστικών τοίχων από γυαλί, με την εμπορική ονομασία Profilit. Τα γυάλινα στοιχεία **πάχους 6 mm** είναι επιμήκη με διατομή μορφής «Π» και συναρμολογούνται ανά ζεύγη, αντικρουστά με κενό μεταξύ τους. Διατάσσονται κυρίως κατακόρυφα αλλά και οριζόντια σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Το κενό ανάμεσα στα κρύσταλλα καθώς και οι σφραγίσεις στον ειδικό περιμετρικό σκελετό προσφέρουν ικανοποιητική θερμομόνωση.

Πίνακας 5.63: «Υαλότοιχοι» (οι διαστάσεις σε cm).			
Πέλημα	Πλάτος	Παραγόμενα Μήκη	Μήκος έως
4,1	26,2	Από 100 cm, ανά 25 cm	600
	33,1		600
	49,8		500

5.9.2.10. Ειδικές παραλλαγές γυαλιού

Μια ειδική παραλλαγή του γυαλιού συνιστούν τα **υαλονήματα**, που είναι λεπτότατες ίνες από γυαλί σε πλεξούδες, για την παραγωγή παπλωμάτων θερμομόνωσης **υαλοβάμβακα**.

Με την προσθήκη βορίου στη μάζα των υαλονημάτων κατασκευάζεται το **fiberglass**, του οποίου η ύφανση, ενισχυμένη με ρητίνες ή πολυεστέρα, δίνει ισχυρές δομικές κατασκευές, από ιστοπλοϊκά σκάφη έως κατασκευές εκθεσιακών περιπτέρων. Η πιο σύγχρονη εφαρμογή του fiberglass είναι οι **οπτικές ίνες** που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες.

5.10. Πλαστικά

Είναι αναμφισβήτητο ότι η εποχή που διανύουμε κυριαρχείται από τη χρήση των πλαστικών. Ενώ η αυγή της Βιομηχανικής Επανάστασης έφερε στο προσκήνιο το μέταλλο και το σκυρόδεμα, στον 20ό αιώνα εδραιώθηκε η κυριαρχία των πλαστικών. Τα πλαστικά προέρχονται από την κλασματική απόσταξη του πετρελαίου και είναι πολυμερείς ενώσεις, απλών μονομερών μορίων που ενώνονται σε μεγάλες αλυσίδες και παράγουν εύκαμπτα συνεκτικά υλικά με εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες και ευκολία στη μορφοποίηση και τον χρωματισμό, με διάφορους βαθμούς διαφάνειας, για την παραγωγή χιλιάδων προϊόντων.

Δύσκολα μπορούμε να φανταστούμε τον πολιτισμό μας χωρίς την ύπαρξη των πλαστικών. Χωρίς αυτά δεν θα υπήρχαν αυτοκίνητα ή αεροπλάνα, χωρίς τα ελαστικά στις ρόδες, χωρίς τα πλαστικά στοιχεία που αποτελούν μεγάλο μέρος τους, δεν θα υπήρχαν σκάφη που το κύτος τους είναι από πολυεστέρα. Χωρίς τη χρήση των πλαστικών δεν θα υπήρχε ούτε καν το ηλεκτρικό ρεύμα ούτε ακόμη και η ψηφιακή επανάσταση θα μπορούσε να υπάρξει, αφού τα πλαστικά είναι οι μοναδικοί μονωτές που έχουμε στη διάθεσή μας και χρησιμοποιούνται για τη μόνωση των καλωδίων ρεύματος. Παρά το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα (επειδή ελάχιστα πλαστικά ανακυκλώνονται), εύκολα μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι χωρίς την ύπαρξή τους, ο πολιτισμός θα είχε καθηλωθεί τεχνολογικά στο σημείο που ήταν στις αρχές του 20ού αιώνα πριν ακόμα από την εμφάνιση του ηλεκτρισμού.

Η χρήση τους αρχικά ξεκίνησε σε άλλους τομείς της βιομηχανίας, κυρίως στην παραγωγή προϊόντων και καλωδίων, ενώ με τη σταδιακή ωρίμανση και εξέλιξη της τεχνολογίας, άρχισαν να βρίσκουν τη θέση τους και στην κατασκευή.

Ως προϊόντα βιομηχανικής παραγωγής, συνήθως τα συναντάμε με διαφορετικές εμπορικές ονομασίες, πράγμα που πολλές φορές οδηγεί σε σύγχυση κατά την επιλογή τους.

Στην αρχιτεκτονική συχνότερα απαντώνται ως επιμέρους στοιχεία της κατασκευής, όπως υλικά θερμομόνωσης, στεγάνωσης και εξοπλισμού. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει αρχίσει η διάδοση χρήσης στη δημιουργία επιδερμίδων επικάλυψης κτιριακών κελυφών με υλικά όπως το ETFE ή το PTFE.

Να σημειωθεί ότι τα πλαστικά, κάτω από ορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος και ειδικά κατά την έκθεσή τους στη UV ακτινοβολία ή στις υψηλές θερμοκρασίες, **αποπολυμερίζονται** και αλλοιώνονται οι μηχανικές ιδιότητές τους, δηλαδή αποχρωματίζονται, χάνουν τις ελαστικές τους ιδιότητες και γίνονται εύθρυπτα. Για τον λόγο αυτό, θέλει ιδιαίτερη προσοχή η χρήση τους σε χώρες με έντονη ηλιοφάνεια όπως η Ελλάδα.

Τα πλαστικά χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες με τις συνακόλουθες υποκατηγορίες, όπως παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα. Τα θερμοπλαστικά συνοδεύονται από κωδικούς αναγνώρισης, από το 1 έως το 6, ενώ η κλάση 7 αφορά όλα τα υπόλοιπα θερμοπλαστικά πέραν των 6 πρώτων.

Προσοχή στο σήμα που απεικονίζει τον κωδικό αναγνώρισης με τα τρία βέλη σε τριγωνική διάταξη: δεν πρέπει να συγχέεται με το σύμβολο της ανακύκλωσης, με το οποίο και δεν έχει καμία σχέση. Από όλες τις κατηγορίες πλαστικών, προς το παρόν υπάρχουν σοβαρά **προγράμματα ανακύκλωσης** μόνο για τις κατηγορίες **PET (1)** και **HDPE (2)**.

Πίνακας 5.64: Συνθετικά πολυμερή υλικά και οι χρήσεις τους.			
Θερμοπλαστικά (thermoplastic)		Μαλακώνουν με τη θερμοκρασία και παίρνουν διάφορα σχήματα.	
Πολυολεφίνες		Πολυαιθυλένιο terephthalate PET, PETE	Μπουκάλια νερού, πλαστικές συσκευασίες τροφίμων, υφαντές πολυεστερικές ίνες.
		Πολυαιθυλένιο HDPE	Δοχεία και υδραυλικές εγκαταστάσεις ψυχρού νερού.
		Πολυαιθυλένιο LDPE	Μεμβράνες ανθεκτικές στην υγρασία, έλεγχος υδρατμών, κάλυψη στεγών, σακούλες.
		Πολυπροπυλένιο ο PP	Σωληνώσεις και εξαρτήματα, υδραυλικές εγκαταστάσεις ψυχρού νερού, στραγγιστικά συστήματα, δοχεία νερού, WC cisterns, Μεμβράνες ανθεκτικές στην υγρασία, ίνες σε ινοπλισμένο σκυρόδεμα.
		Πολυβουτυλένιο PB	Σωληνώσεις και εξαρτήματα ζεστού και ψυχρού νερού.
PTFE (Poly tetra fluoro ethylene)		Τεφλόν	Στεγανωτικές ταινίες για υδραυλικές εγκαταστάσεις, εφελκόμενες μεμβράνες σε κατασκευές, συνδέσεις με χαμηλό συντελεστή τριβής.
ETFE (Ethylene tetra fluoro ethylene)			Μεμβράνες για φουσκωτά συστήματα τοίχων και οροφών κάλυψης χώρων.
Ακρυλικά		Διαφανές θερμοπλαστικό γυαλί, polymethyl methacrylate	Ακρυλικό, ακρυλικό γυαλί, Perspex, Plexiglass, Corian, πάγκοι κουζίνας, εξαρτήματα λουτρών, υαλοστάσια, ηλιοροφές, φωτιστικά.
Πολυκαρβονικά			Ανθεκτικά υαλοπετάσματα , εξαρτήματα μπάνιου, κουζίνας.
Πολυαμίδια		Νάιλον (Nylon) Νάιλον 6 και Νάιλον 66	Πλαστικά κανάλια ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, υλικά χαμηλού συντελεστή τριβής, ταινίες αεροστεγάνωσης κουφωμάτων, κουρτίνες ντους, ίνες κλωστοϋφαντουργίας.
ABS			Σωληνώσεις και εξαρτήματα, δοχεία πόσιμου νερού, στραγγιστικά συστήματα, ντουζιέρες.
Βινύλιο		Πολυβινυλοχλωρίδιο PVC	Πλαστικά παράθυρα, πλακάκια και φύλλα κάλυψης δαπέδων, φύλλα κάλυψης στεγών, μονωτικά ηλεκτρικών καλωδίων, κανάλια ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, εφελκόμενες μεμβράνες κατασκευών, πετάσματα και εύκαμπτες πόρτες, στεγανωτικές ταινίες θυρών, επικαλύψεις κιγκλιδωμάτων, φιλμ επένδυσης σε προϊόντα ξύλου.
		PVC-U	Δοχεία πόσιμου νερού, στραγγιστικά συστήματα, υπόγεια δίκτυα, κασώματα παραθύρων και θυρών, πόρτες γκαράζ, ημιδιαφανή φύλλα στέγασης.
		PVC-UE	Επενδύσεις, υδρορροές, περβάζια.
		CPVC	Συστήματα ψυχρού-ζεστού νερού, πλαίσια κουφωμάτων
Πολυστυρόλιο		Πολυστερίνη PS	Πλαστικά αντικείμενα χυτά σε καλούπια (όπως οι θήκες CD κλπ.)
		Διογκωμένη πολυστερίνη (Expanded polystyrene - EPS)	Θερμομονωτικό υλικό κλειστών κυψελών (φελιζόλ). Διατίθεται σε φύλλα 1000x500 mm με διαφορετικά πάχη από 30 έως 120 mm. Για κατασκευή καλουπιών οπλισμένου σκυροδέματος από το οποίο αφαιρείται εύκολα για να δημιουργήσει κενούς χώρους. Επίσης ως υλικό συσκευασιών. Καίγεται εύκολα.

		Θερμική αγωγιμότητα 0,033–0,040 W/(m K).
	Εξηλασμένη πολυστερίνη (<i>Extruded polystyrene - XPS</i>)	Θερμομονωτικό υλικό με κλειστούς πόρους που δεν απορροφά νερό. Διατίθεται σε φύλλα 1250x600 mm ή 2500x600 mm με διαφορετικά πάχη από 20 έως 100 mm. Θερμομονωτικό σε τοίχους, στέγες και δάπεδα. Θερμική αγωγιμότητα 0,030–0,035 W/m K.
Θερμοσκληρυνόμενα (thermosetting)		Μαλακώνουν και τήκονται μόνο την πρώτη φορά που θερμαίνονται. Εάν ξαναθερμανθούν γίνονται σκληρά.
Φαινολικές ρητίνες	Φαινολοφορμαλδεΐδη (<i>Fenol-Formaldehyde</i>)	Ρητίνες για διακοσμητικές επιστρώσεις (για παράδειγμα σε κατασκευές με φάιμπεργκλας).
Αμινορητίνες	Ουρία φορμαλδεΐδη (<i>Urea formaldehyde</i>)	Ρητίνες για διακοσμητικές επιστρώσεις και ως συγκολλητική ουσία σε φύλλα MDF.
	Φορμαλδεΐδη Μελαμίνη (<i>Melamine formaldehyde</i>)	Διακοσμητικές επιστρώσεις σε επιφάνειες και πόρτες, εξαρτήματα ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων (από καλούπια), καθίσματα WC.
Πολυεστερικές ρητίνες	GRP (<i>Glass-reinforced polyester</i>)	Πανέλα πλαγιοκαλύψεων και στεγάσεων, δοχεία πόσιμου νερού, ντους και εξοπλισμός λουτρών, διακοσμητικά κεραμίδια και πανέλα, τελική επένδυση σκαφών.
Πολυουρεθάνη	PU	Αφρώδες υλικό, μικρού βάρους, σε φύλλα και αφρό που διογκώνεται για σφραγίσεις αρμών.
Ελαστομερή (elastomeric)		Διατηρούν τις ελαστικές τους ιδιότητες όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία τους.
Συνθετικό καουτσούκ (Rubber)		Δάπεδα, στεγανωτικές ταινίες θυρών, αντικραδασμικές διατάξεις.
Νεοπρένιο (Neoprene)		Στεγανωτικές ταινίες υαλοπετασμάτων, σφραγιστικές τσιμούχες.
EPDM		Στεγανωτικές ταινίες υαλοπετασμάτων, σφραγιστικές τσιμούχες, επενδύσεις στεγών.
Βουτίλιο καουτσούκ (Butyl Rubber)		Φύλλα υποστρώματος για στεγάνωση τεχνητών λιμνών.

5.10.1. Συνθετικά τζάμια

Μια τελευταία κατηγορία αποτελούν τα τζάμια από συνθετικά πολυμερή υλικά για τη δημιουργία εξωτερικής επιδερμίδας. Συνήθως χρησιμοποιούνται ειδικές στηρίξεις με περιμετρικό μεταλλικό σκελετό παρόμοιο με αυτόν των παραθύρων ή με το σύστημα της αράχνης με περιμετρικές σημειακές στηρίξεις. Τα τζάμια είναι από διαφανή θερμοπλαστικά υλικά σε φύλλα, ακόμα και χρωματιστά, όπως τα **πολυκαρβονικά (PC)** ή, ως οικονομικότερη εναλλακτική επιλογή, το ακρυλικό γυαλί (**PMMA**), γνωστό επίσης με τις εμπορικές ονομασίες ως **plexiglass** και **perspex**. Τα πάχη και οι διαστάσεις τους ποικίλλουν και μπορούν να κοπούν, να καμπυλώσουν και να μορφοποιηθούν πολύ εύκολα. Το πρόβλημα του υλικού είναι η έκθεση στο περιβάλλον και ειδικά στην UV ακτινοβολία του ήλιου που αλλοιώνει την επιφάνειά τους και τους μειώνει τη διαφάνεια. Ειδικά στα πολυκαρβονικά φύλλα **μειώνεται η διαφάνεια 5% κατ' έτος** στα σημεία που προσβάλλονται από έντονη ηλιοφάνεια και υψηλές θερμοκρασίες.

Πίνακας 5.65: Φύλλα πολυκαρβονικά, διαστάσεις σε mm.		
Διαστάσεις φύλλων	Πάχη	
	Κυψελωτά πολυκαρβονικά	Συμπαγή πολυκαρβονικά
2100 x 3000 mm	6, 8, 10 και 16	1, 2, 3, 5, 8 και 10



Εικόνα 5.25

Εφελκόμενη κατασκευή για την κάλυψη του Ολυμπιακού Σταδίου στο Μόναχο. Μεταξύ των βρόγχων στερεώνονται με βίδες τετράγωνα διαφανή φύλλα από ακρυλικό κρύσταλλο.

Αρχιτέκτονες Günther Behnisch και Frei Otto, με συνεργάτη στην επίλυση πεπερασμένων στοιχείων τον Ι. Χατζηαργύρη. Μόναχο, Γερμανία, 1972.

5.10.2 Συνθετικά υφάσματα και μεμβράνες

Τα υφάσματα χρησιμοποιούνται για την κάλυψη χώρων ήδη από την αρχαιότητα και ο όρος «σκηνή» αποδίδει ακριβώς αυτήν την πρακτική. Προφανώς το υλικό κατασκευής ήταν υφάσματα από ζωικές ή φυτικές ίνες, αρκετά ελαφριά που έπρεπε να είναι τεντωμένα και παραλάμβαναν μόνο εφελκυστικές τάσεις.

Για τη δημιουργία χώρων καλυμμένων με ύφασμα χρειαζόταν ένα σύστημα σκελετού από ελαφρά γραμμικά στοιχεία, που λειτουργούσε κυρίως σε θλίψη και καλυπτόταν από το ύφασμα, το οποίο και διατηρούσε τεντωμένο. Σε άλλα σημεία, ανάλογα με τη γεωμετρία του χώρου, χρησιμοποιούνταν σχοινιά που τραβούσαν και τέντωναν το ύφασμα. Δημιουργούσαν ένα κέλυφος εξαιρετικά ελαφρύ που κάλυπτε χώρους με προσωρινό χαρακτήρα, ευνοούσε τη νομαδική μετακίνηση και τις προσωρινές στεγάσεις, κυρίως σε χώρους εμπορικών και λατρευτικών συναθροίσεων.

Η τεχνική για την κατασκευή συνίσταται στο ράψιμο επιμέρους πανιών μεταξύ τους, όπως ακριβώς γίνεται με τα ρούχα και τα πανιά των ιστιοφόρων. Οι κατασκευές αυτές έχουν ελάχιστο βάρος και καταπονούνται μόνο σε εφελκυσμό από το τέντωμα και τα φορτία της ανεμοπίεσης. Το όριο μεγέθους χώρων που μπορούμε να καλύψουμε με υφάσματα είναι το όριο αντοχής στο σχίσσιμο της ύφανσης και των ραφών.

Οι **εφελκυσόμενες μεμβράνες** που χρησιμοποιούνται σήμερα κατασκευάζονται από υφαντές συνθετικές ίνες, ανθεκτικές σε εφελκυσμό και επιστρωμένες με επίσης συνθετικά υλικά για έλεγχο της διαφάνειας και βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων, για παράδειγμα της στεγανότητας, της αντοχής σε ακτινοβολία UV και της πυραντίστασής τους.

Έχουν τυπικό πάχος λίγων χιλιοστών και συνήθως κατασκευάζονται είτε από υφαντές ίνες από **πολυεστέρα** και επικάλυψη **PVC** είτε από **υαλονήματα** (*fiberglass*) επικαλυμμένα με **PTFE**. Αυτού του είδους τα υλικά μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε εφελκυσόμενες μεμβράνες ή σε φουσκωτές αεροβασταζόμενες κατασκευές. Οι ραφές γίνονται με ράψιμο, θερμοκόλληση και, πολλές φορές, και με ενίσχυση των ραφών με συνθετικά σχοινιά ή συρματοσχοινιά.

Τελευταία κατηγορία είναι τα διαφανή ή ημιδιαφανή φύλλα **πλαστικών σε ρολά**, όπως το **πολύαιθυλένιο (PE)**, το **ETFE** και το **PVC**. Αυτά τα ρολά καλύπτουν ως επιδερμίδα μια υποκείμενη κατασκευή αντίστοιχη με αυτές των θερμοκηπίων.

5.11. Επιλογή δομικών υλικών σε σχέση με τη συμβατότητά τους ως δομικά μέλη κτιριακής κατασκευής

Κάθε υλικό, ως δομικό στοιχείο, ανάλογα με τις φυσικές και μηχανικές του ιδιότητες, μπορεί να λάβει μια τελική μορφή και να ικανοποιήσει έναν συγκεκριμένο στατικό ρόλο στην κατασκευή.

Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται τα κοινά δομικά υλικά και η δυνατότητα χρήσης τους ως φέροντα μέλη μιας κατασκευής. Από αυτόν τον πίνακα προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα για το φάσμα των επιλογών μας, ως κατεύθυνση αναφοράς στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό για τη συμβατότητα των υλικών με κάθε σημείο του φορέα.

Ως παράδειγμα, εάν θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα μεταλλικό κτίριο, είναι προφανές ότι τα θεμέλια θα είναι από σκυρόδεμα. Αλλά και το υπόγειο (εφόσον υπάρχει) θα πρέπει να είναι κι αυτό από σκυρόδεμα, αλλιώς δεν θα μπορεί να στεγανωθεί ικανοποιητικά. Θα ακολουθήσουν τα μεταλλικά υποστυλώματα, τα οποία θα συνεχίσουν καθ' ύψος στην ίδια κατακόρυφο των υποστυλωμάτων και των τοιχίων του υπογείου. Είναι επίσης προφανές ότι ένας υπόγειος χώρος κατασκευασμένος από λιθοδομή δεν θα είναι δυνατόν να αντέξει τις πλάγιες ωθήσεις της υδροστατικής πίεσης και των χωμάτων ούτε θα μπορεί να στεγανωθεί ικανοποιητικά.

Πίνακας 5.66: Συμβατότητα των υλικών με κάθε μέλος της κατασκευής, ανάλογα με τις φυσικές ιδιότητες και τη δυνατότητα μορφοποίησής του.

		Θεμέλια		Κατακόρυφα στοιχεία		Οριζόντια στοιχεία					
				Γραμμικά στοιχεία (κολόνες)	Επιφανειακά στοιχεία (τοιχοί)	Γραμμικά στοιχεία (δοκοί)			Επιφανειακά στοιχεία (πατώματα, οροφές, στέγες)		
Μέθοδος δόμησης	Υλικά	Υποθεμελιώσεις	Θεμελιώσεις			Ευθύγραμμα στοιχεία	Επίπεδα δικτυώματα	Τόξα	Πλάκες	Θόλοι	
Κτίσιμο	Λίθοι	Αργολιθοδομή		✓		✓					
		Λαξευτή και ημιλαξευτή λιθοδομή		✓	✓	✓			✓	✓	
	Πλίνθοι	Ωμόπλινθοι				✓					
		Οπτόπλινθοι με οπές				✓					
		Οπτόπλινθοι συμπαγείς			✓	✓			✓	✓	
Τσιμεντόλιθοι				✓	✓						
Χύτευση	Οπλισμένο σκυρόδεμα		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Συναρμολόγηση αρθρωτές κατασκευές	Χάλυβας	Ανοικτές διατομές	✓		✓		✓	✓	✓		
		Κοίλες διατομές	✓		✓		✓	✓	✓		
		(*) Καλώδια συρματόσχοινα					✓	✓	✓		✓
	Ξύλο	Φυσική ξυλεία	✓		✓		✓				
		Πριστή ξυλεία			✓		✓	✓	✓		
		Σύνθετη ξυλεία			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (με CLT)
Γυαλί					✓				✓	✓ (υπό όρους)	
Ράψιμο συγκόλληση	Πλαστικά	(*) Μεμβράνες, πανιά				✓				✓ (μόνο στέγες)	

(*) Οι μεμβράνες, τα πανιά και τα καλώδια, παίρνουν μόνο ειδικές μορφές παραβολοειδών και αλυσσοειδών καμπυλών.

Πίνακας 5.67: Συγκριτικός πίνακας με τις φυσικές ιδιότητες μερικών κοινών υλικών που χρησιμοποιούμε στην κατασκευή.				
Υλικό	Πυκνότητα ρ (Kg/m ³)	Εφελκυστική αντοχή σ (MPa)	Θλιπτική αντοχή (MPa)	Μέγιστη θερμοκρασία χρήσης (° C)
Σκυρόδεμα	2240 - 2500	2 - 5	20 - 40	
Λίθοι				
Γρανίτης	2600 - 2800	4,8	130	
Ασβεστόλιθος	2600 - 2900	2,1	60	
Πωρόλιθος	2000 - 2700	2,1	60	
Σχιστόλιθος	2000 - 2700	3,5	95	
Μέταλλα				
Χυτοσίδηρος	7150	140		230 - 300
Χάλυβας AISI 1045	7700 - 8030	585		500 - 650
Αλουμίνιο 2045-T4	2700	450		150 - 250
Αλουμίνιο 6061-T6	2700	270		150 - 250
Χαλκός	8900	220		
Ορείχαλκος	8700	250		
Μπρούντζος	8200	490	641	
Κεραμικά				
Τούβλα συμπαγή	2000	2,8	80	
Τούβλα με τρύπες		0,28	7	
Αλουμίνα - Al ₂ O ₃ (κορούνδιο)	3800	170		1425 - 1540
Γυαλί	2500	40	50	
Ξύλο				
Μαλακά ξύλα (Softwood) 0° παράλληλα, 90° κάθετα στις ίνες	350 - 550	(0°) 8 - 30 (90°) 0,4 - 0,6	(0°) 16 - 29 (90°) 2,0 - 3,2	
Σκληρά ξύλα (Hardwood)	640 - 1080	(0°) 18 - 42 (90°) 0,6	(0°) 23 - 34 (90°) 8,0 - 13,5	
Πλαστικά				
Νάilon 66	1150	82		75 - 100
Πολυαιθυλένιο (HDPE)	900 - 1400	15		
Πολυπροπυλένιο (PP)	900 - 1240	33		50 - 80
Εποξικές ρητίνες	1250	69		80 - 215
ABS	1050	40		
PTFE	2100	13		
Ανθρακονήματα	1600	1730		80 - 215
Kevlar	1350	1100		80 - 215
Πολυεστέρας με υαλονήματα	2000	130		80 - 125
Νάilon με υαλονήματα	1600	200		75 - 110
1Pa = 1 N/m ² , 1 MPa = 10 ⁶ Pa = 10 ⁶ N/m ² = 1 N/mm ²				
Ως συγκριτική αίσθηση μεγεθών, το 1 MPa είναι η πίεση που ασκείται από βάρος 10 kg σε κάθε 1 cm ² .				
Πηγή, βάση δεδομένων για περισσότερα από 155.000 υλικά, μέταλλα, πλαστικά, κεραμικά και συνθετικά: https://www.matweb.com/				

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Allen, E. (2005). *How Buildings Work. The Natural Order of Architecture*. NY: Oxford University Press.
- Allen, E., & Iano, J. (2012). *The Architect's Studio Companion, Rules of Thumb for Preliminary Design*. Wiley.
- Alread Jason, L. T. (2007). *Design Tech, Building Science for Architects*. Oxford: Elsevier, Architectural Press.
- Ashby, M. (2005). *Materials Selection in Mechanical Design*. Oxford: Elsevier.
- Ashby, M., & Johnson, K. (2014). *Materials and Design, the Art and Science of Material Selection in Product Design*. London: Elsevier.
- Ballast, D.K. (2010). *Interior Detailing. Concept to Construction*. New Jersey: Wiley.
- Baus, U., & Schlaich, M. (2008). *Footbridges. Construction, Design, History*. Basel: Birkhäuser.
- Bennett, D. (2005). *The Art of Precast Concrete*. Basel: Birkhäuser.
- Boake, T.M. (2012). *Understanding Steel Design*. Basel: Birkhäuser.
- Boake, T.M. (2015). *Architecturally Exposed Structural Steel*. Basel: Birkhäuser.
- Bralla, J.G. (2007). *Handbook of Manufacturing Processes, How Products, Components and Materials are Made*. NY: Industrial Press, Inc.
- Brookes, A., & Meijs, M. (2008). *Cladding of Buildings*. Oxon: Taylor and Francis.
- Ching, F.D., Onouye, B.S., & Zuberbuhler, D. (2009). *Building Structures Illustrated. Patterns, Systems, and Design*. New Jersey: Wiley.
- Chudley, R., & Greeno, R. (2010). *Building Construction Handbook*. Oxford: Elsevier.
- Clinton, J. (2000). *Space Grid Structures*. Oxford: Architectural Press.
- Darnell, L. (2020). *Origins. How the Earth Shaped Human History*. Vintage.
- Deplazes, A. (2005). *Constructing Architecture, Materials Processes Structures, A Handbook*. (A. Deplazes, Ed.) Basel: Birkhäuser.
- Gutdeutsch, G. (1996). *Building in Wood, Construction and Details*. Basel: Birkhäuser.
- Harries, D., & Heer, B. (1993). *Basic Blacksmithing*. London: Intermediate Technology Publications.
- Herzog, T., Krippner, R., & Lang, W. (2004). *Facade Construction Manual*. Basel: Birkhäuser.
- Hoadley, B.R. (2000). *Understanding Wood, a Craftsman's Guide to Wood Technology*. Newtown: The Taunton Press.
- Holgate, A. (1995). *The Art of Structural Engineering. The Work of Jörg Schlaich and his Team*. Alex Menges.

- Hugues, T., Steiger, L., & Weber J., (2005). *Dressed Stone, Detail Practice*, Basel: Birkhäuser.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., & Auer, T. (2007). *Facades, Principles of Construction*. Basel: Birkhäuser.
- LeCuyer, A. (2008). *ETFE, Technology and Design*. Basel: Birkhäuser.
- Levy, S.M. (2010). *Construction Databook. Construction Materials and Equipment*. NY: McGraw Hill.
- Lyons, A. (2014). *Materials for Architects and Builders*. Oxon: Routledge.
- Martin, P. (2014). *Modern Concrete Construction Manual, Structural Design, Material Properties, Sustainability*. Munich: Institut für internationale Architektur_Dokumentation.
- McMorrough, J. (2006). *Materials Structure Standards*. Massachusetts: Rockport.
- Minke, G. (2006). *Building with Earth, Design and Technology of a Sustainable Architecture*. Basel: Birkhäuser.
- Motro, R. (2003). *Tensegrity. Structural Systems for the Future*. London: Kogan Page Science.
- Newman, A. (2004). *Metal Building Systems, Design and Specifications*. NY: McGraw-Hill.
- Noll, T. (2002). *The Joint Book, the Complete Guide to Wood Joinery*. London: Quarto Publishing plc.
- Packer, J.A., & Henderson, J.E. (1997). *Hollow Structural Section, Connections and Trusses. A Design Guide*. Ontario: Canadian Institute of Steel Construction.
- Pearce, P. (1978). *Structure in Nature is a Strategy for Design*. M.I.T. Press.
- Pfeifer, G., Ramcke, R., Achtziger, J., & Zilch, K. (2001). *Masonry Construction Manual*. Munich: Institut für internationale Architektur_Dokumentation.
- Reichel, A., Ackermann, P., Hentschel, A., & Hochberg, A. (2007). *Building with Steel, Details, Principles, Examples*. Basel: Birkhäuser.
- Salvadori, M. (1980). *Why Buildings Stand Up. The Strength of Architecture*. NY: W. W. Norton & Company.
- Salvadori, M. (1990). *The Art of Construction*. Illinois: Chicago Review Press.
- Sandaker, B.N., Eggen, A.P., & Cruvellier, M.R. (2011). *The Structural Basis of Architecture*. Oxon: Routledge.
- Sauter, D. (2011). *Landscape Construction*. NY: Delmar.
- Seidel, M. (2009). *Tensile Surface Structures. A Practical Guide to Cable and Membrane Construction*. Berlin: Ernst & Sohn.
- Siegesmund, S., & Rolf S. (2011). *Stone in Architecture, Properties, Durability*. Heidelberg: Springer.
- Trebilock, P., & Lawson, M. (2004). *Architectural Design in Steel*. London: Spon Press.

Ελληνόγλωσσα βιβλιογραφία

- Hunt, T. (2003). *Το Σημειωματάριο των Κατασκευών*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Neufert, E. (2000). *Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνθεση*. (P. Neufert, & L. Neff, Eds.) Μ. Γκιούρδας.
- Silver, P., McLean, W., & Whitsett, D. (2008). *Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Αντωνίου, Δ., Δημόπουλος, Γ., Κονταξάκης, Δ., Συμεωνίδου, Ι., & Τσινίκας, Ν. (2020). *Ελαφρές Κατασκευές, Βιομημητικές, Εφήμερες, Ψηφιακές*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Καλογεράς, Ν., Κιρπότην, Χ., Μακρής, Γ., Παπαϊωάννου, Ι., Ραυτόπουλος, Σ., Τζιτζιάς, Μ., & Τουλιάτος, Π. (1986). *Θέματα Οικοδομικής*. Αθήνα: Συμμετρία.
- Κορρές, Μ. (1994). *Από την Πεντέλη στον Παρθενώνα*. Αθήνα: Μέλισσα.
- Κουκής, Σ. (2001). *Δομική Τεχνολογία*. Αθήνα: Κουκής.
- Ορλάνδος, Α. (1994). *Τα Υλικά δομής των Αρχαίων Ελλήνων και οι Τρόποι Εφαρμογής Αυτών* (2η ed.). Αθήνα: Βιβλιοθήκη της Εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας.
- Πανταλέων, Ε. (2007). *Κτιριοδομικά έργα με φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Τσινίκας, Ν. (2001). *Αρχιτεκτονική Ενάντια στη Βαρύτητα*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Τσινίκας, Ν. (2016). *Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Νομοθεσία

- ΟΑΣΠ. Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος 2000 (2001).
- ΦΕΚ, 59/Δ'. (03-02-1989). Κτιριοδομικός Κανονισμός.

Ιστοσελίδες

- MatWeb, Your Source for Materials Information. Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022.
<http://www.matweb.com/>
- Weathering steel. Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022.
https://en.wikipedia.org/wiki/Weathering_steel
- Your Source for Materials Information. Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022.
<http://www.matweb.com/>
- Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού. Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022.
<https://copper.org/about-copper/>
- ΤΕΕ. «Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ». Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022. <https://web.tee.gr/d-e-k-a-d/tmima-epistimonikoy-kai-anaptyxiakoy-ergoy/totee/>
- ΤΕΕ, Επιστημονική Επιτροπή Δομικών Υλικών & Στοιχείων του. «Οδηγός Δομικών Υλικών». χ.χ.
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/ (τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022).

Κεφάλαιο 6. Μορφοποίηση Υλικών, οι Συνδέσεις τους και οι Ανοχές τους

Σύνοψη

Σε αυτό το κεφάλαιο εξηγούνται τα ιδιαίτερα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών, οι πιο σημαντικές τεχνικές παραγωγής και επεξεργασίας τους. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην τεχνολογία παραγωγής και μορφοποίησης ώστε να γίνουν κατανοητές οι παραγόμενες μορφές. Εξετάζονται οι τρόποι που συναρμολογούνται μεταξύ τους καθώς και η συνάφεια σύνδεσης διαφορετικών υλικών. Περιγράφονται τα είδη των συνδέσεων και, όπου απαιτείται, τα εργαλεία, καθώς επίσης και οι εναλλακτικές επιλογές κατασκευαστικών λεπτομερειών των συνδέσεων στο πλαίσιο του Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού. Δίνεται έμφαση στην τεχνική ορολογία των υλικών, των εργαλείων και των τεχνικών επεξεργασίας. Οι τεχνικοί όροι επισημαίνονται με έντονα γράμματα μέσα στο κείμενο. Η εξοικείωση με αυτήν την ορολογία είναι απαραίτητη· ως κοινός κώδικας επικοινωνίας, η ορολογία αυτή άλλοτε είναι δόκιμη επιστημονική και άλλοτε προκύπτει από τη μαστορική γλώσσα που την έχει καθιερώσει.

Προαπαιτούμενη Γνώση

Είναι απαραίτητη η γνώση αυτών που έχουν διδαχτεί κατά τα προηγούμενα έτη στα μαθήματα Δομικής Μηχανικής και Δομήσιμων Υλών.

6.1. Λίθοι από φυσικά υλικά

Οι λίθοι ως φυσικό υλικό εξάγονται από τα λατομεία. Η σύσταση της μάζας τους και το χρώμα τους παρουσιάζουν μια μεγάλη ποικιλία, η οποία δίνει διαφορετικές υφές και σχήματα στην όψη του τοίχου. Πρέπει πάντα να επιλέγονται πετρώματα ομοιόμορφα, που να διαθέτουν την απαιτούμενη αντοχή και να μην έχουν ρωγμές. Χρησιμοποιούμε τους λίθους είτε για να κτίσουμε **φέροντες τοίχους** και **τοίχους αντιστήριξης** είτε για **επενδύσεις τοίχων** και **δαπεδοστρώσεις**.

6.1.1. Φέρουσες τοιχοποιίες

6.1.1.1. Λαξευτή λιθοδομή

Η λαξευτή λιθοδομή είναι από τις αρχαιότερες τεχνικές κτισίματος, αλλά σπάνια χρησιμοποιείται σήμερα. Επιλέγονται καλής ποιότητας ασβεστόλιθοι, μάρμαρα και πωρόλιθοι και το κριτήριο της επιλογής είναι η ευκολία κατεργασίας του υλικού και η συνεκτικότητα της μάζας του, η οποία δεν πρέπει να έχει ατέλειες. Οι λίθοι διαμορφώνονται σε κανονικά γεωμετρικά σχήματα, συνήθως ορθογώνια παραλληλεπίπεδα. Το μέγεθος των λίθων ποικίλλει ανάλογα με τη διαθεσιμότητα της φλέβας του υλικού στο λατομείο. Σε πρώτο στάδιο οι λίθοι διαχωρίζονται από τη φλέβα σε μεγάλα κομμάτια, έπειτα τεμαχίζονται σε σχιστήρια στο επιθυμητό μέγεθος και μεταφέρονται στο εργοτάξιο. Εκεί δομούνται οι τοιχοποιίες σε **ισόδομο** σύστημα ή σε διάφορες παραλλαγές πλέξης, όπως **ψευδοϊσόδομη λιθοδομή**, **πολυγωνική λιθοδομή** κλπ. Όταν τοποθετηθούν στην τελική τους θέση, οι λίθοι μπορούν να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία για να αποκτήσουν την επιθυμητή υφή στην όψη. Στις λαξευτές λιθοδομές χρησιμοποιείται λίγο ή και καθόλου κονίαμα.

6.1.1.2. Ημιλαξευτή λιθοδομή

Η ημιλαξευτή λιθοδομή είναι η πλέον κοινή παραλλαγή φέρουσας τοιχοποιίας. Αποτελείται από λίθους ημικατεργασμένους σε ακανόνιστα σχήματα σε **μεγέθη συνήθως πλάτους 20 έως 25 cm ύψους 15 έως 20 cm και μήκους 30 έως 40 cm**· είναι συνήθως επεξεργασμένοι στη μία όψη και

με βολικό τρόπο στις παράπλευρες επιφάνειες μέχρι **βάθους 10 έως 12 cm** ώστε να πλέκονται μεταξύ τους με την οικονομικότερη επεξεργασία. Οι τοιχοποιίες που προκύπτουν αποκαλούνται και **τρίστρωτοι τοίχοι**, γιατί κατά την τομή τους χαρακτηρίζονται από τρία διακριτά μέρη. Οι δύο εμφανείς εξωτερικές στρώσεις τους αποτελούνται από τους ημιλαξευτούς λίθους, ενώ το κενό ανάμεσα γεμίζει με ακανόνιστους αργούς λίθους και λάσπη ή **συνδετικό κονίαμα** με σύσταση από νερό, άμμο, τσιμέντο και ασβέστη, ο οποίος εξασφαλίζει πλαστικότητα, ενώ αφήνονται **αρμοί πλάτους 2 έως 3 cm**. Για την αύξηση της συνοχής της τοιχοποιίας πολλές φορές τοποθετούνται διαμπερείς λίθοι (**διάτονοι**), σε όλο το πλάτος του τοίχου, που συγκρατούν τα δύο μέτωπα. Στις γωνίες συμβολής των τοίχων τοποθετούνται πάντα επιμελώς λαξευμένοι λίθοι, οι **γωνιόλιθοι**, οι οποίοι πλέκονται μεταξύ τους ισόδομα, για να δέσουν οι κάθετοι τοίχοι, κι έτσι να συμβάλουν στην ευστάθεια του οικοδομήματος. Οι ημιλαξευτοί τοίχοι τοποθετούνται επιμελώς σε οριζόντιες επάλληλες στρώσεις, με ελάχιστους διασταυρούμενους κατακόρυφους αρμούς. Κατά το κτίσιμο, ο τοίχος διακόπτεται **καθ' ύψος** ανά **1,0 έως 1,5 m** όπου του δίνεται ένα επιμελώς οριζόντιο τελείωμα, το οποίο ονομάζεται «**ντουζένη**». Αυτό χωρίζει τον τοίχο σε οριζόντιες ζώνες που του προσφέρουν ελαστική αντοχή στις καταπονήσεις. **Το πάχος των τοίχων** είναι από **0,5 m έως 0,6 m** για μέχρι διώροφα μικρά κτίρια και αυξάνει μέχρι και **1,0 m** ή και περισσότερο, ανάλογα με τον αριθμό των ορόφων του κτιρίου, που μπορεί να είναι μέχρι τέσσερις έως έξι. Στον Ελληνικό χώρο μπορεί κανείς να δει τέτοια παραδείγματα πολυώροφων πέτρινων κτιρίων στην παλιά πόλη της Κέρκυρας.



Εικόνα 6.1 Κτίριο με φέρουσα λιθοδομή. Αποκατάσταση διατηρητέου κτιρίου. Αρχιτέκτονας Π. Βασιλάτος, Νέα Φιγαλία Ν. Ηλείας 2010.

6.1.1.3. Σύμμεικτη τοιχοποιία λιθοδομής με σκυρόδεμα

Πρόκειται για μια παραλλαγή φέρουσας, εμφανούς τοιχοποιίας, με ενίσχυση από οπλισμένο σκυρόδεμα. Διαφοροποιείται από τις λίθινες επενδύσεις γιατί το σκυρόδεμα χυτεύεται σε στάδια με το ταυτόχρονο κτίσιμο της λιθοδομής. Όλη η κατασκευή εδράζεται σε θεμέλιο από οπλισμένο σκυρόδεμα στο οποίο υπάρχουν αναμονές σιδηρού οπλισμού που φτάνουν μέχρι το τελικό ύψος του τοίχου. Κτίζεται **διπλή λιθοδομή** στις **δύο παρειές, πάχους 15 cm έως 20 cm** η καθεμία και **ύψους 1,0 m έως 1,5 m**, ενώ αφήνεται **κενό** συνήθως **25,0 cm ανάμεσα** στις δύο παρειές, ανάλογα με το τελικό ύψος του τοίχου. Στη συνέχεια, στο ενδιάμεσο κενό **χυτεύεται σκυρόδεμα**. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι το τελικό ύψος του τοίχου. Οι πέτρες σε αυτήν

την περίπτωση λειτουργούν ως καλούπι του σκυροδέματος και παραμένουν ενσωματωμένες στον τοίχο. Εναλλακτικά, μπορούμε να έχουμε πέτρες στη μια παρειά του τοίχου και στην άλλη παρειά να χρησιμοποιηθεί τυπικός ξυλότυπος από σανίδες και το σκυρόδεμα να παραμείνει εμφανές ή να σοβαντιστεί. Εάν πρόκειται για εξωτερικό τοίχο, θα πρέπει να ελεγχθεί ενεργειακά η θερμομονωτική του ικανότητα.



Εικόνα 6.2 Αναλημματικός τοίχος από σκυρόδεμα και επένδυση με ημιλαξευτούς λίθους, Καρπενήσι.

6.1.1.4. Αργολιθοδομή

Πρόκειται για τοίχους που κτίζονται με **ακανόνιστους (αργούς) λίθους**, με **βάρος** τουλάχιστον **20 κιλά**, ώστε να μην μειώνεται η αντοχή της λιθοδομής. Εξαιτίας της ακανόνιστης δομής τους, έχουν πολύ μεγαλύτερο πάχος και συναντώνται σε πολύ χαμηλά, συνήθως μονώροφα κτίρια, σε βοηθητικά κτίρια και περιφράξεις. Απαιτούν μεγαλύτερες ποσότητες κονιάματος για να γεμίσουν τα κενά.

Περίδεση με ελκυστήρες, ξυλοδεσιές και σενάζ.

Η αύξηση της αντοχής των λιθοδομών και η αντοχή τους στις πλάγιες ωθήσεις εξασφαλίζεται με περιμετρική περίδεση που ενσωματώνεται σε όλο το πάχος τους και σε κρίσιμες επάλληλες ζώνες καθ' ύψος.

Σε τοιχοποιίες από λαξευτούς λίθους, αλλά και σε ημιλαξευτές τοιχοποιίες, τοποθετούνται σε όλο το μήκος των τοίχων **μεταλλικοί ελκυστήρες**, οι οποίοι συνήθως εξέχουν στις άκρες σε μορφή αγκυρίου, στα σημεία όπου διασταυρώνονται οι κάθετοι ακραίοι τοίχοι. Στα σημεία αγκύρωσης σφηνώνονται μεταλλικές λεπίδες ή ελάσματα, που συγκρατούν τα δύο στενά μέτωπα του τοίχου. Οι οριζόντιες θέσεις όπου τοποθετούνται οι μεταλλικοί ελκυστήρες βρίσκονται απαραίτητα στη στέψη του κτιρίου και στη βάση του κάθε ορόφου.

Σε τοίχους ημιλαξευτής τοιχοποιίας ενσωματώνονται στο πάχος τους οι «**ξυλοδεσιές**», ξύλινα στοιχεία δηλαδή για την περιμετρική περίδεση του κτιρίου. Θα μπορούσαν να περιγραφούν ως ξύλινες σκάλες, που έχουν τοποθετηθεί σε όλο το μήκος του και έχουν πλάτος περίπου όσο το πλάτος του τοίχου. Άλλοτε είναι εμφανείς και άλλοτε έχουν μικρότερο πλάτος και είναι αφανείς. Οι θέσεις όπου τοποθετούνται απαραίτητα ξυλοδεσιές —εκτός από

τις ζώνες διακοπής στα **ντουζένια**— είναι στη στέψη του κτιρίου, στη βάση του κάθε ορόφου, στα πρέκια και τις ποδιές των ανοιγμάτων.

Σε σύγχρονες κατασκευές, αντί για περίδεση με ξυλοδεσιές ή με μεταλλικούς ελκυστήρες, κατασκευάζεται διάζωμα (**σενάζι** ή **σενάζι**) από **οπλισμένο σκυρόδεμα** που μπορεί να είναι εμφανές με επιμελημένο καλούπωμα ή αφανές και να επενδύεται στην όψη με λεπτές στρώσεις λίθων πάχους 15 cm. Στην περίπτωση του σκυροδέματος, πρέπει να δοθεί προσοχή στις θερμογέφυρες που απαιτούν ιδιαίτερη αντιμετώπιση.

Οι αρμοί. Είναι ένα άλλο στοιχείο που απαιτεί προσοχή όταν κτίζουμε με λίθους (ή πλίνθους). Τα δομικά στοιχεία τοποθετούνται σε επάλληλες στρώσεις με οριζόντιους αρμούς, ενώ οι κατακόρυφοι αρμοί πρέπει να διακόπτονται ανάμεσα σε κάθε στρώση και ποτέ να μην είναι συνεχείς, γιατί τότε δεν θα υπάρχει καμία ευστάθεια στην κατασκευή. Η **αρμολόγηση** είναι η εργασία πλήρωσης του κενού των αρμών με ειδικό κονίαμα, το οποίο τοποθετείται με το χέρι και με ειδικά εργαλεία που το οδηγούν σε διαφορετικό επιθυμητό βάθος. Το αρμοκονίαμα δεν πρέπει να εξέρχεται από την επιφάνεια του τοίχου. Το πλάτος των αρμών ποικίλλει, ανάλογα το είδος της λάξευσης και την ποιότητα των λίθων. Σε επιμελώς λαξευμένες τοιχοποιίες οι αρμοί μπορεί να έχουν ακόμη και μηδενικό πάχος· σε ημιλαξευτές τοιχοποιίες το πάχος τους μπορεί να φτάσει μέχρι περισσότερο από **2 cm** έως **3 cm**.

Εάν επιθυμούμε, μπορούμε να προστατεύσουμε επιφανειακά τις λιθοδομές με ειδικά διαφανή **σιλικονούχα βερνίκια** πέτρας, που βελτιώνουν τη στεγανότητά τους. Περνάμε ξανά τα βερνίκια μετά από μερικά χρόνια.



Εικόνα 6.3

Αναλημματικός τοίχος από πλακοειδείς λίθους, χωρίς κονίαμα, Καρπενήσι.

6.1.2. Μη φέρουσες τοιχοποιίες

6.1.2.1. Ξερολιθιές

Οι **ξερολιθιές** κατασκευάζονται από αργούς ή ημιλαξευτούς λίθους, χωρίς κονίαμα και συναντώνται σε μαντρότοιχους και σε περιπτώσεις διαμόρφωσης αναβαθμών αντιστήριξης στο έδαφος. Επειδή δεν υπάρχει συνοχή στη δομή τους, λόγω απουσίας συνδετικού κονιάματος, κατασκευάζονται σε πολύ μεγάλο **πάχος** που ξεπερνάει πολλές φορές και το **1,0 m**, ενώ το **βάρος** τους πρέπει να είναι τουλάχιστον **20 κιλά** για να εξασφαλίζεται η συνοχή. Το **ύψος** τους είναι μικρό και μπορεί να φτάνει έως τα **2,5 m**. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι η απουσία κονιάματος αφήνει τα νερά να περνάνε ελεύθερα μέσα από τους αρμούς και έτσι δεν καταπονούνται από τις πλάγιες ωθήσεις της υδροστατικής πίεσης του νερού.



Εικόνα 6.4

Επάλληλοι αναλημματικοί τοίχοι —λιθιές— από αργούς λίθους χωρίς τη χρήση συνδετικού κονιάματος για δημιουργία πλατωμάτων συγκράτησης κηπευτικού χώματος, Κεφαλονιά.

6.1.2.1.

6.1.2.2. Συρματοκιβώτια

Τα συρματοκιβώτια χρησιμοποιούνται κυρίως ως τοίχοι αντιστήριξης, αλλά και ως στοιχεία διαμορφώσεων εξωτερικών χώρων. Πρόκειται για κιβώτια από γαλβανισμένο μεταλλικό πλέγμα με τετράγωνους ή εξαγωνικούς βρόγχους σε διαστάσεις με **μήκος** έως **2 m** και **πλάτος 0,70** έως **1,0 m**. Για συρματοκιβώτια με μήκος μεγαλύτερο από 2,0 m το εσωτερικό τους διαιρείται με διαφράγματα ανά 1,0 m για την καλύτερη διατήρηση του σχήματος. Τα συρματοκιβώτια μεταφέρονται διπλωμένα στο πεδίο, ανοίγονται κατά την τοποθέτησή τους στο ανάλημμα και, εάν απαιτείται, δένονται μεταξύ τους. Τέλος, γεμίζουν με σκύρα ή μεγαλύτερους ακανόνιστους λίθους λατομείου ή ακόμη και με κροκάλες και βότσαλα.

Τοποθετούνται ισόδομα σε επάλληλες στρώσεις και σε **ύψος** μέχρι **4,0 m**. Για μεγαλύτερα ύψη τοποθετούνται εκφορικά ή με κλίση προς τα μέσα, ως προς την κατακόρυφο, και θεμελιώνονται σε ένα τυπικό θεμέλιο από σπλισμένο σκυρόδεμα.

Είναι πλεονεκτικές κατασκευές γιατί η απουσία κονιάματος —όπως και στις ξερολιθιές— επιτρέπει στα νερά να περνάνε από μέσα τους και δεν καταπονούνται από τις υδροστατικές πιέσεις. Σε όλη την αφανή προς τα ανάντη επιφάνειά τους, καλύπτονται με γεωύφασμα που συγκρατεί τα χώματα ώστε να μην περάσουν μέσα από τα συρματοκιβώτια.



Εικόνα 6.5

Συρματοκιβώτια δημιουργίας πρανών όπου διακρίνεται η κατά περίπτωση επάλληλη διάταξη, Ηλεία.

6.1.3. Επενδύσεις όψεων

Για την επένδυση των όψεων με πέτρα υπάρχουν δύο τεχνικές λίθινης επένδυσης.

6.1.3.1. Επένδυση με μη φέρουσα λιθοδομή

Ένα κτίριο μπορεί να επενδυθεί εξωτερικά από κτιστή **μη φέρουσα λιθοδομή** (λαξευτή ή ημιλαξευτή), σε **πάχος** περίπου **15 cm**. Η κατασκευή αυτή έχει πολύ μεγάλο βάρος και μπορεί να την υποστηρίξει μόνο σκελετός κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στην πλάκα σκυροδέματος κάθε ορόφου δημιουργείται ένα κατάλληλο εξέχον πέλμα, επάνω στο οποίο εδράζεται η λιθοδομή και το οποίο είναι στατικά υπολογισμένο για τα φορτία που θα παραλάβει. Ειδικά μεταλλικά αγκύρια ενσωματώνονται στο κονίαμα των λίθων και, στη συνέχεια, αγκυρώνονται με αντίστοιχο τρόπο και στην εσωτερική τοιχοποιία. Τα **αγκύρια** τοποθετούνται **ανά 1,0 m**, τόσο σε οριζόντια, όσο και σε κατακόρυφη απόσταση μεταξύ τους.

6.1.3.2. Λιθεπένδυση, μαρμαροεπένδυση, τεχνητοί λίθοι

Μπορούμε να επενδύσουμε τοίχους με λίθινες πλάκες, συνηθέστερα από μάρμαρο ή ασβεστόλιθους και γρανίτες ή ακόμη και από τεχνητούς λίθους. Οι πλάκες έχουν μικρό **πάχος 2 cm έως 2,5 cm** για να περιοριστεί το βάρος τους. Τα **μεγέθη** τους ποικίλλουν ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του φυσικού υλικού, από **20 cm έως 150 cm** ή και περισσότερο και είναι κατά κανόνα ορθογωνικές. Οι πλάκες αυτές τοποθετούνται με συνδετικό κονίαμα στους τοίχους εσωτερικών χώρων. Σε αντίστοιχες επενδύσεις εξωτερικών όψεων αποφεύγεται αυτή η τεχνική, γιατί υπάρχει πάντα κίνδυνος αποκόλλησης και πτώσης. Σε περίπτωση λιθεπένδυσης **εξωτερικών όψεων**, πρέπει να προβλέπεται επιπλέον **μηχανική στήριξη** με βίδωμα ή κάποιου είδους αγκύρωση.

Μεγαλύτερα πάχη χρησιμοποιούμε συνήθως σε περιπτώσεις που έχουμε γύρισμα της επένδυσης σε γωνία και είναι εμφανές το σόκορο της λίθινης πλάκας.

6.1.3.3. Αναρτημένη επένδυση

Για την επένδυση των όψεων κτιρίων με πέτρες ή μάρμαρα, χρησιμοποιούνται ορθογωνικές λεπτές **πλάκες** σε **πάχη ≥ 3 cm** σε κατακόρυφες επενδύσεις, ενώ το πάχος γίνεται 4 cm για οριζόντιες επενδύσεις οροφών. Οι διαστάσεις τους ποικίλλουν από **60** έως **120 cm** ή και περισσότερο, ανάλογα με την ποιότητα του πετρώματος και τη διαθεσιμότητά του στο λατομείο. Οι λιθεπενδύσεις είναι πάντοτε **μηχανικά αναρτημένες** στην όψη του κτιρίου. Αυτό επιτυγχάνεται με ειδικά μεταλλικά αγκύρια που στερεώνονται σε κατάλληλες υποδοχές, οι οποίες έχουν από πριν τρυπηθεί στο σόκορο των λίθινων πλακών.

Ο σκελετός ανάρτησης αποτελείται από τον **πρωτεύοντα σκελετό** με κατακόρυφους μεταλλικούς οδηγούς τοποθετημένους σε όλο το ύψος της όψης σε κανονικές μεταξύ τους αποστάσεις, **ανά 60** έως **120 cm**. Οι οδηγοί βιδώνονται σταθερά στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου, ο οποίος είναι είτε μεταλλικός είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στον πρωτεύοντα σκελετό, αν απαιτηθεί, μπορεί να στερεωθεί και **δευτερεύων σκελετός** με οριζόντιους οδηγούς. Στη συνέχεια βιδώνονται τα αγκύρια στους οδηγούς και στα άκρα των αγκυρίων αναρτάται η επένδυση. Επειδή οι λίθινες πλάκες στερεώνονται στο σόκορο, δημιουργούνται **κενά** μεταξύ των διαδοχικών πλακών, κατά το πάχος του μεταλλικού αγκυρίου που είναι περίπου **1,0 cm**. Το τελικό συνολικό πάχος της επένδυσης είναι περίπου **7,5 cm** συμπεριλαμβανομένου και του σκελετού ανάρτησης.

6.1.4. Τα εργαλεία

Η επεξεργασία του τελικού σχήματος και της υφής της επιφάνειας των λίθων γίνεται σε πριονιστήρια που δίνουν επίπεδες λείες επιφάνειες ή χειρωνακτικά· στη δεύτερη περίπτωση, χρησιμοποιούνται ειδικά σιδερένια λιθοξοικά εργαλεία που κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες.

Τα εργαλεία που έχουν σχήμα **σφυριού** όπως:

το **πικούνι**, σφυρί μυτερό και από τις δύο άκρες,

η **θραπίνα**, με τα δύο άκρα της να καταλήγουν σε οδοντωτές ακμές, σαν χτένι,

ο **κόπανος**, σφυρί με επίπεδα ανάγλυφα άκρα, με το οποίο σκαλίζονται οι πέτρες για αγκωνάρια, για θύρες, υπέρθυρα, σκαλοπάτια, παραστάδες εισόδων κλπ.

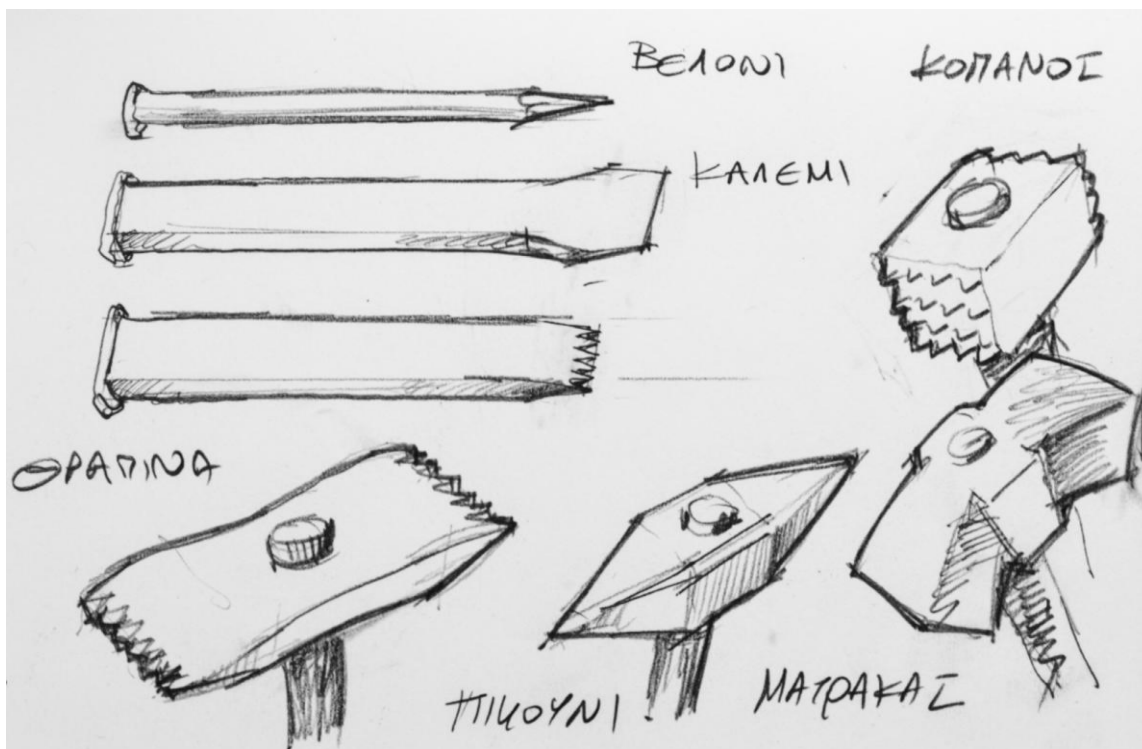
Η δεύτερη κατηγορία είναι οι **σμίλες** όπως:

το **καλέμι**.

το **ντεσλίδικο**, που είναι όπως ακριβώς το καλέμι αλλά με οδοντώσεις στην ακμή του,

το **βελόνι**, που έχει κυλινδρικό ή πολυγωνικό σώμα και καταλήγει σε μύτη.

Προφανώς αυτά τα εργαλεία είναι μέρος περισσότερων παραλλαγών που προορίζονται για πιο ειδικές επεξεργασίες και η ονομασία τους ποικίλλει συχνά γιατί προέρχεται από την τοπική μαστο-ρική παράδοση.



Εικόνα 6.6

Εργαλεία χειρωνακτικής επεξεργασίας πέτρας και εμφανούς σκυροδέματος.

6.2. Σκυρόδεμα

6.2.1. Χύτευση σε καλούπια (ξυλότυποι, μεταλλότυποι)

Η σκυροδέτηση ενός τυπικού κτιρίου με υπόγειο, ισόγειο και ορόφους από οπλισμένο σκυρόδεμα ακολουθεί τα εξής στάδια:

- **Σκάμμα**

- **Εκσκαφή** σκάμματος λίγο μεγαλύτερου (κατά 0,80 m) από το κτίριο που θα υποδεχτεί, για την εξασφάλιση ελευθερίας εργασιών στην περίμετρο του υπογείου. Το σκάμμα έχει συνήθως κλίση ανάλογη της ποιότητας του εδάφους.
- **Διάστρωση** «μπετού καθαριότητας» (άοπλου σκυροδέματος 5 έως 10 cm) σε ολόκληρη την έκταση του σκάμματος.

- **Θεμέλια και υπόγειο**

- **Καλούπωμα** συνδετήριων δοκών, περιμετρικών τοιχίων και υποστυλωμάτων υπογείου.
- **Σιδέρωμα** θεμελίων, συνδετήριων δοκών, περιμετρικών τοιχίων και υποστυλωμάτων, δηλαδή τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού από ειδικούς τεχνίτες.
- **Σκυροδέτηση** θεμελίων, συνδετήριων δοκών, περιμετρικών τοιχίων και υποστυλωμάτων υπογείου.
- **Επίχωση** κώνου θεμελίων με αδρανή υλικά.
- **Διάστρωση εδαφόπλακας** από ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα στο δάπεδο του υπογείου.
- **Μόνωση** (υγραμόνωση και θερμομόνωση) στην εξωτερική περίμετρο και στο δάπεδο του υπογείου.
- **Επίχωση** περιμετρικού σκάμματος με αδρανή υλικά.

- **Πλάκα οροφής υπογείου** (πάτωμα του ισογείου)

- **Καλούπωμα** πλάκας.
- **Σιδέρωμα** πλάκας.
- **Σκυροδέτηση** πλάκας.

- **Πλάκα οροφής ισογείου** (πάτωμα πρώτου ορόφου).

- **Καλούπωμα** κλιμακοστασίων που συνδέουν το υπόγειο με το ισόγειο.
- **Καλούπωμα** υποστυλωμάτων ισογείου, δοκών και πλακών ορόφου με πιθανή ενσωμάτωση θερμομόνωσης στο καλούπι.
- **Σιδέρωμα** υποστυλωμάτων ισογείου, δοκών και πλακών πρώτου ορόφου και των κλιμακοστασίων που συνδέουν το υπόγειο με το ισόγειο.
- **Σκυροδέτηση** υποστυλωμάτων ισογείου, δοκών και πλακών πρώτου ορόφου και των κλιμακοστασίων που συνδέουν το υπόγειο με το ισόγειο.

- **Πλάκα κάθε επόμενου ορόφου.**

- **Καλούπωμα** υποστυλωμάτων ορόφου, δοκών και πλακών του ορόφου.
- **Καλούπωμα** κλιμακοστασίων που συνδέουν τον όροφο της παρούσας σκυροδέτησης με την προηγούμενη με ενδεχόμενη ενσωμάτωση θερμομόνωσης στο καλούπι.
- **Σιδέρωμα** υποστυλωμάτων, δοκών και πλακών του ορόφου, καθώς και των κλιμακοστασίων που συνδέουν με τον προηγούμενο όροφο.
- **Σκυροδέτηση** υποστυλωμάτων ισογείου, δοκών και πλακών πρώτου ορόφου και των κλιμακοστασίων που συνδέουν το υπόγειο με το ισόγειο.

6.2.2. Εμφανή σκυροδέματα

Μερικές σημαντικές παρατηρήσεις για τις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα:

Κατά την κατασκευή ομαδοποιούμε τις εργασίες και **ελαχιστοποιούμε** τον αριθμό **σκυροδετήσεων**, ώστε να είναι όσο το δυνατόν λιγότερες. Η σκυροδέτηση είναι μια διαδικασία αρκετά δαπανηρή, δηλαδή το κόστος ενοικίασης και στησίματος της πρέσας πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στην οργάνωση και τον προγραμματισμό του έργου.

Το καλούπωμα είναι ένας ιδιαίτερος κόσμος και μπορεί να φτάσει σε υψηλά επίπεδα τέχνης, ειδικά όταν το **σκυρόδεμα** προορίζεται για να παραμείνει **εμφανές** και τα καλούπια μπορεί να είναι από πλήθος υλικών, ανάλογα με την υφή και την εικόνα που επιθυμεί ο αρχιτέκτονας να αποδώσει.

Σε στοιχεία από **εμφανές σκυρόδεμα** μπορεί να ακολουθήσουν ειδικά στάδια επεξεργασίας της τελικής επιφάνειας, με χειρωνακτικούς ή μηχανικούς τρόπους, καθώς και χημικές επεξεργασίες ή βαφές με ειδικά χρώματα.



Εικόνα 6.7

Μόρφωση όψης από εμφανές σκυρόδεμα σε κτίριο γραφείων στην Ε.Ο. Αθηνών Λαμίας.

Αρχιτέκτονας Τ. Μπίρης, στατικά Σ. Σταθόπουλος, Αθήνα 2007.

Μπορούν να επιτευχθούν ποικίλες υφές της επιφάνειας του εμφανούς σκυροδέματος, ανάλογα με το είδος του τσιμέντου ή/και του καλούπιού που χρησιμοποιήθηκαν και την επιδερμική κατεργασία που έχει δεχτεί το υλικό.

1. Σανίδες από το πριονιστήριο που δεν έχουν πλανιστεί, γκρι τσιμέντο.
2. Διαφανές χρώμα οξειδίου μετάλλου.
3. Πριονισμένη επιφάνεια, χρώμα μέσα στο σκυρόδεμα, λεπτόκοκκα αδρανή, λευκό τσιμέντο.
4. Χτυπημένο επιφανειακά με «βελόνι», χαλίκια, γκρι τσιμέντο.
5. Εκτεθειμένα αδρανή στην τελική επιφάνεια, αδρανή από χρωματιστά βότσαλα, γκρι τσιμέντο.
6. Στιλβωμένη τελική επιφάνεια σκυροδέματος, ανοιχτόχρωμα και σκουρόχρωμα αδρανή, λευκό τσιμέντο.

7. Διαφορετικές επιφανειακές επεξεργασίες αλλά με την ίδια σύσταση σκυροδέματος:

- α. Λείο καλούπι (μεταλλότυπος).
- β. Αμμοβολημένο.
- γ. Ελαφρά βουρτσισμένο και ξεπλυμένο.
- δ. Επιφανειακή προσβολή με οξύ.
- ε. «Χτενιστό».
- στ. Επεξεργασία με «βελόνι».

Εικόνες με την τελική επιφάνεια του εμφανούς σκυροδέματος που φέρει το αποτύπωμα του ξυλότυπου. Στη δεξιά εικόνα, λεπτομέρεια από το Δημαρχείο Θεσσαλονίκης, εναλλάξ ζώνες με τις ξύλινες τάβλες και με επιφανειακή επεξεργασία της επιδερμίδας με «θραπίνια».



Εικόνα 6.8

Όψη εμφανούς σκυροδέματος από πλανισμένες ξύλινες τάβλες.



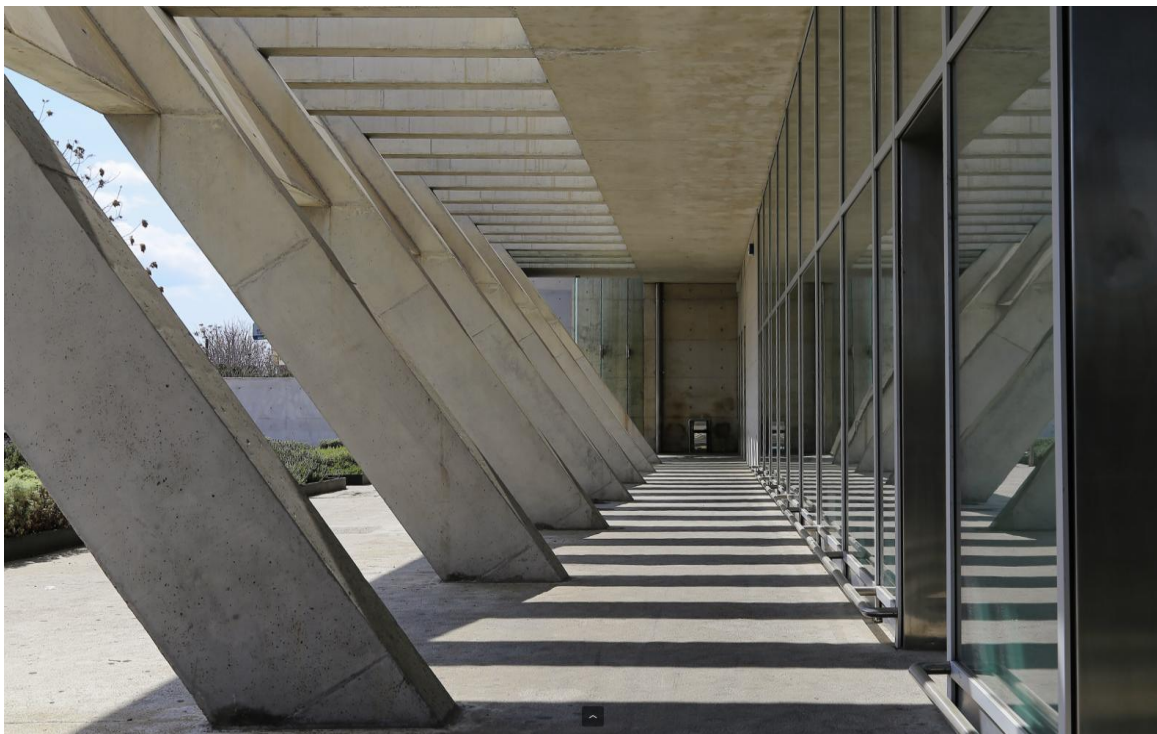
Εικόνα 6.9

Ανάγλυφη επιφάνεια εμφανούς σκυροδέματος με ειδικούς «λαστιχότυπους».



Εικόνα 6.10

Γαλλικό Ινστιτούτο. Γλυπτικά διαμορφωμένη όψη από εμφανές σκυρόδεμα στην οδό Σίνα. Αρχιτέκτονας Σ. Μολφέσης, γλυπτική σύνθεση Π. Πρέκας, Αθήνα 1976.



Εικόνα 6.11

Κτίριο γραφείων και καταστημάτων στον Ταύρο. Στοά όψης με κεκλιμένες κολόνες εμφανούς σκυροδέματος από ξυλότυπους «μπετοφόρμ». Αρχιτέκτονες Μ. Κοκκίνου και Α. Κούρκουλας, στατικά Τ. Τσικνιάς, Αθήνα 2013.

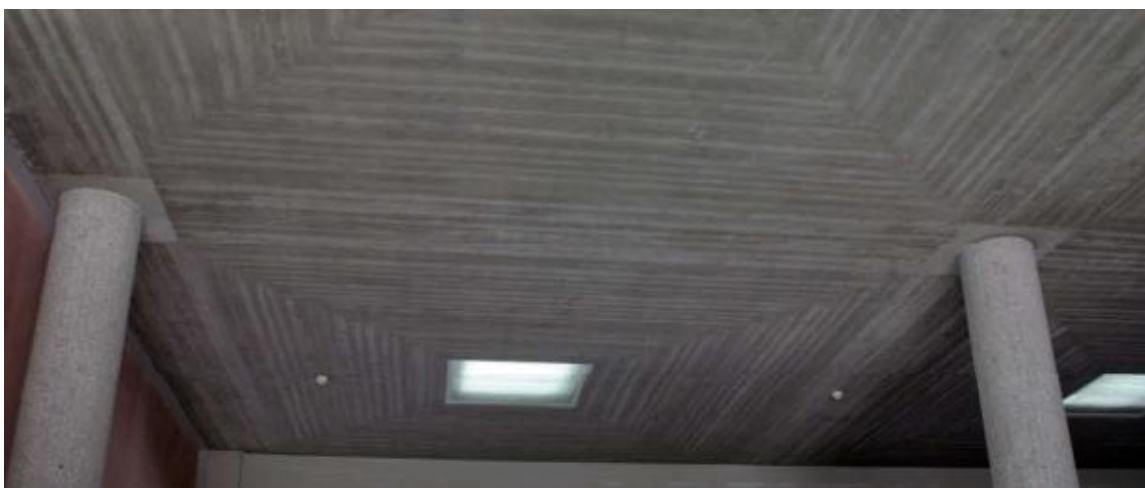
Πολυκατοικία με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ο πρόβολος έχει εξεζητημένη μορφή που επιτεύχθηκε με ιδιαίτερο καλούπωμα το οποίο παραπέμπει σε μορφές αρθρωτών γραμμικών στοιχείων, όπως το ξύλο ή το μέταλλο και όχι χυτών φορέων από σκυρόδεμα. Η τελική επιφάνεια είναι από εμφανές σκυρόδεμα με διακριτές τις τάβλες του ξυλότυπου και τελική επιφανειακή προστασία με βάψιμο με «μπετόχρωμα».



Εικόνα 6.12

Κτίριο κατοικιών στο Μαρούσι με φέροντα οργανισμό από σκυρόδεμα διαμορφωμένο με γλυπτικό τρόπο στη λογική κατασκευής ξύλινων δομικών μελών.

Στις εικόνες που ακολουθούν βλέπουμε επιφάνειες τοίχων, ταβανιών και υποστυλωμάτων από εμφανές σκυρόδεμα. Χρήζει προσοχής η επεξεργασία που έχει γίνει στον ξυλότυπο, όχι μόνο ως επιφάνεια, αλλά και ως προς τη σχεδιαστική σύνθεση των σανίδων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η οροφή του «Μουσείου Βυζαντινού Πολιτισμού Θεσσαλονίκης», με την επιμελημένη τοποθέτηση των σανίδων για τη δημιουργία ζωνών και γεωμετρικών μοτίβων στο ταβάνι σε συνδυασμό με τα φωτιστικά σώματα.

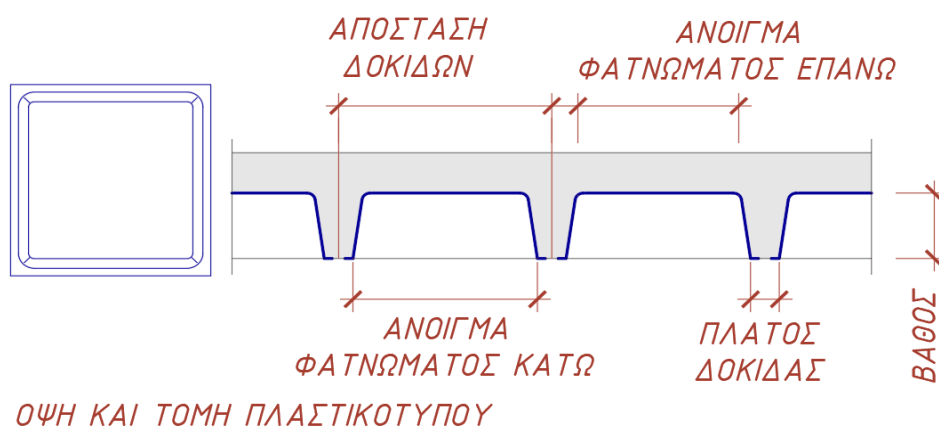


Εικόνα 6.13 Μουσείο Βυζαντινού Πολιτισμού Θεσσαλονίκης. Άποψη οροφής στον χώρο της εισόδου. Ο ξυλότυπος είναι σχεδιασμένος από ξύλινες τάβλες. Τα υποστυλώματα είναι από θραπυναριστό σκυρόδεμα. Αρχιτέκτονας Κ. Κρόκος, οριστική μελέτη και μελέτη εφαρμογής Κ. Κρόκος, Γ. Μακρής, στατικά Σ. Παλασόπουλος, Ε. Πανταλέων, Θεσσαλονίκη 1993.

Σε φατνωματικές πλάκες σκυροδέματος χρησιμοποιούνται επαναχρησιμοποιούμενοι πλαστικότυποι με τυποποιημένες διαστάσεις όπως φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 6.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά τετράγωνων πλαστικότυπων για φατνωματικές πλάκες (όλες οι διαστάσεις σε cm)				
Αξονική απόσταση δοκίδων	Βάθος πλαστικότυπου, φατνώματος	Άνοιγμα φατνώματος κάτω	Άνοιγμα φατνώματος επάνω	Ελάχιστο πλάτος δοκίδας
50	15	40	35	10
70	17,5	58	53	12
	22	58	50	12
	27	58	49	12
	32	59	44	11
	37	59	39	11
80	25	68	58	12
	30	67,5	58	12,5
	40	67,5	52	12,5
90	22,5	77,5	69	12,5
	32,5	77,5	62	12,5
	42,5	77,5	62	12,5

Πηγή: <http://www.plastikotypi.gr/plastikotypi-table.pdf>



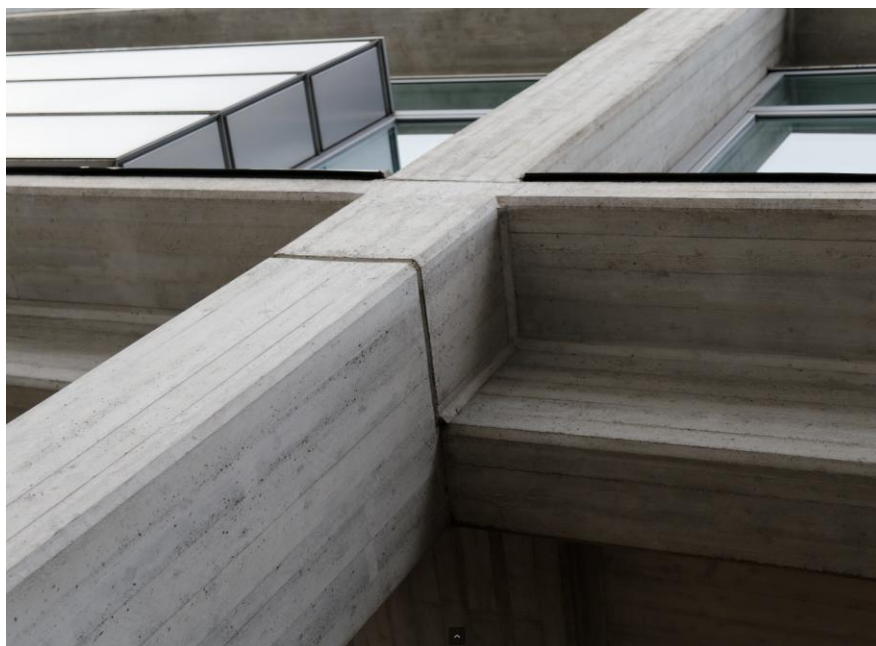
Σχέδιο 6.1

Σχεδιαστικά στοιχεία τυποποιημένων πλαστικότυπων για φατνωματικές πλάκες.

6.2.3. Επεξεργασία της όψης με φαλτσογωνιές

Σε εμφανή στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, όπως είναι τα υποστυλώματα ή τα τοιχεία, λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα στις ακμές για την προστασία τους από φθορά, δηλαδή από κτυπήματα που προκαλούνται από τη χρήση, ιδιαίτερα σε χαμηλά σημεία, και το πρόβλημα είναι εντονότερο όσο πιο οξεία είναι η γωνία. Αντίθετα, στοιχεία όπως είναι τα δοκάρια δεν αντιμετωπίζουν τέτοια ζητήματα και η λύση στο πρόβλημα, ήδη από το στάδιο της κατασκευής, είναι η

απότμηση της γωνίας. Κατά τη σκυροδέτηση τοποθετούνται εσωτερικά στον ξυλότυπο, πηχάκια ξύλινα ή πλαστικά, διατομής ισοσκελούς ορθογωνίου τριγώνου. Οι διαστάσεις είναι συνήθως 2,5 x 2,5 cm.



Εικόνα 6.14

Γραφεία της ΓΕΚ, όψη του κτιρίου με ορατό τον φέροντα οργανισμό από εμφανές σκυρόδεμα, όπου διακρίνονται το αποτύπωμα του ξυλότυπου, οι σκοτίες των αρμών διακοπής της σκυροδέτησης και οι φαλτσογωνιές στις ακμές.

Αρχιτέκτονας Hopkins Architects, στατικά Π. Μαντάς. Λεωφόρος Μεσογείων, Αθήνα, 2002.

6.2.4. Αρμοί διακοπής εργασιών

Όπως αναφέρθηκε, η σκυροδέτηση ενός κτιρίου δεν είναι δυνατόν να γίνει σε ένα στάδιο, αλλά γίνεται σε διαδοχικά στάδια καθ' ύψος. Ανάμεσα σε δύο διαδοχικά στάδια μεσολαβούν ενδιάμεσες εργασίες, όπως νεότερα καλουπώματα, «σιδέρωμα» των καλουπιών και τέλος, το νεότερο στάδιο σκυροδέτησης.

Αυτή η διακοπή κάθε σταδίου είναι ορατή στο τελικό αποτέλεσμα όταν έχουμε τελικές επιφάνειες από **εμφανές σκυρόδεμα** και είναι αναγνωρίσιμη κυρίως από γραμμές στην επιφάνεια, ίσως λερώματα από τη νεότερη σκυροδέτηση, ακόμη και διαφορετικό χρώμα των δύο παρτίδων σκυροδέματος. Αυτό είναι λογικό όταν η συνέχεια των σταδίων είναι συνεπίπεδη.

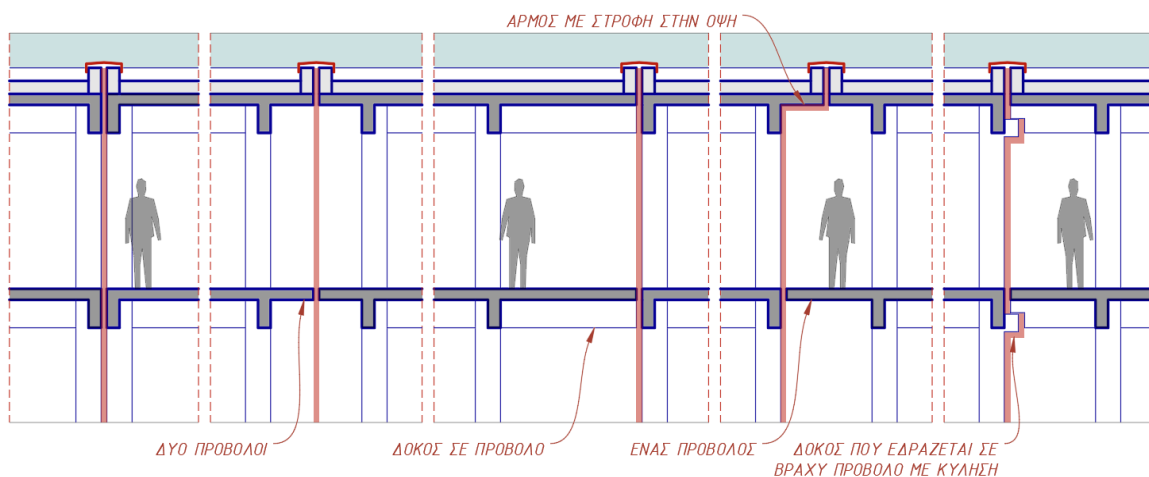
Η προφανής λύση στο πρόβλημα είναι η δημιουργία κενού μεταξύ των δύο σταδίων κατασκευής. Το κενό επιτυγχάνεται με αρμό μεταξύ των διαδοχικών ξυλοτύπων. Αυτός ο **αρμός** συνήθως έχει **πλάτος 2,5 cm** και γίνεται στη βάση των υποστυλωμάτων και των τοιχωμάτων, στο επίπεδο δηλαδή επαφής τους με τα δομικά στοιχεία των υποκειμένων ορόφων.

Τον αρμό κατασκευάζουμε τοποθετώντας στον ξυλότυπο (ή στον μεταλλότυπο) ξύλινα ή πλαστικά (πλέον) πηχάκια, που θα δημιουργήσουν ευθύγραμμες γλυφές με πολύ καλή γεωμετρία στην τελική επιφάνεια του σκυροδέματος. Επιπλέον, η παρεμβολή της σκιάς στην επιφάνεια μπορεί να «διασκεδάσει» την πιθανή διαφορά χρώματος μεταξύ των δύο σκυροδετήσεων. Αυτές οι γλυφές στο σκυρόδεμα δεν επηρεάζουν στατικά τις διατομές, δεδομένου ότι δημιουργούνται στην περιοχή της επικάλυψης του οπλισμού.

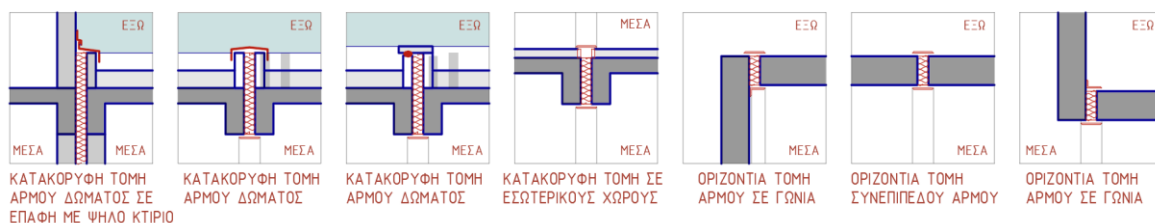
Το σχήμα τους είναι τριγωνικό ή τραπεζοειδές, ώστε κατά το **ξεκαλούπωμα** να αφαιρούνται με ευκολία τα πηχάκια και να μην πληγώνουν την τελική επιφάνεια του σκυροδέματος.

6.2.5. Σε φέρουσες κατασκευές

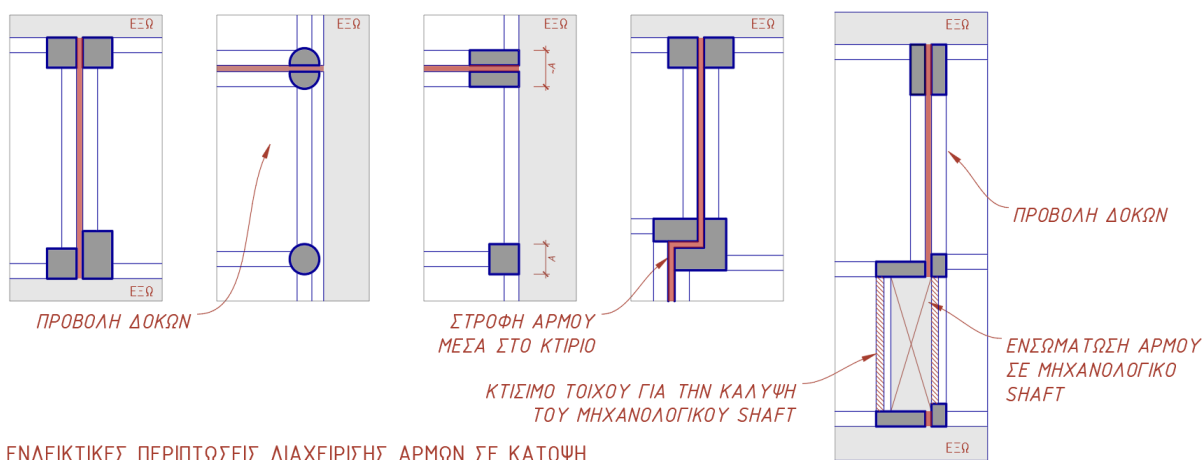
Στις όψεις του κτιρίου ο αρμός είναι σχεδόν πάντοτε εμφανής, ως μια κατακόρυφη εγκοπή που πρέπει να διαχειριστούμε. Συνήθως η κάλυψη του αρμού γίνεται με ειδικά εξαρτήματα που καλύπτουν και μονώνουν το κενό, αλλά παράλληλα μπορούν και να ολισθαίνουν. Πρόκειται για μεταλλικά εξαρτήματα και ελαστικές ταινίες σφράγισης, ειδικού σχήματος ανάλογα με τη θέση και τις απαιτήσεις του αρμού. Κατά βάση χρησιμοποιούμε δύο είδη σφραγιστικών ταινιών για αρμούς, το πρώτο που μονώνει τις εξωτερικές επιφάνειες και το δεύτερο για τις εσωτερικές επιφάνειες. Επίσης, άλλα αρμοκάλυπτρα χρησιμοποιούμε για τα δάπεδα κυκλοφορίας και άλλα για τους κατακόρυφους αρμούς των τοίχων ή τους οριζόντιους αρμούς των ορόφων.



Σχέδιο 6.2 Ενδεικτικές περιπτώσεις αρμών διαστολής σε κατακόρυφη τομή.

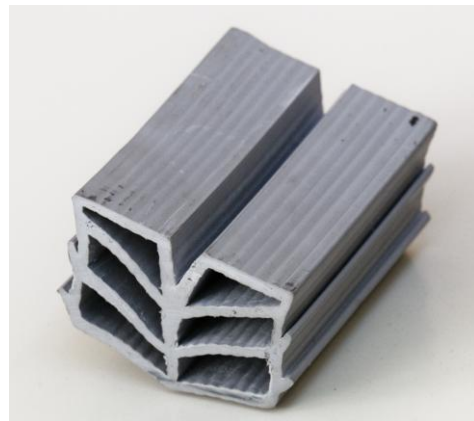
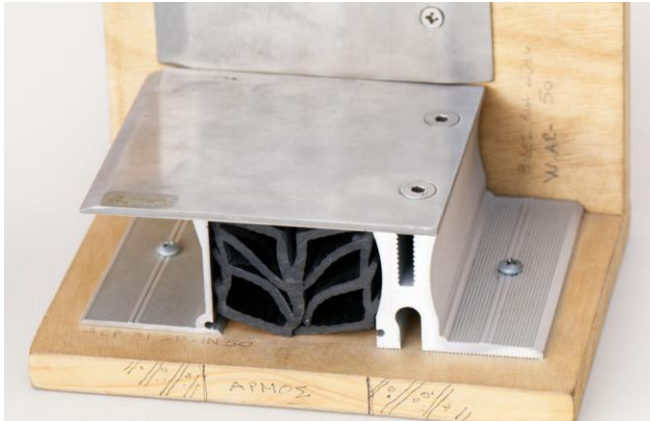


Σχέδιο 6.3 Ενδεικτικές περιπτώσεις κάλυψης αρμών διαστολής.



ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΡΜΩΝ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

Σχέδιο 6.4 Ενδεικτικές περιπτώσεις ενσωμάτωσης αρμών διαστολής στον φέροντα οργανισμό από σκυρόδεμα.



Εικόνες 6.15, 6.16, 6.17 Αρμοκάλυπτρο δαπέδου από ανοξείδωτο χάλυβα που ενσωματώνεται στο τελικό δάπεδο. Η σφράγιση και στεγάνωση του αρμού στους εξωτερικούς τοίχους και τα δάπεδα γίνεται με λαστιχένια ταινία ειδικής διατομής που συγκολλάται στις παρειές του αρμού με ειδική θειόκολλα. Στους εσωτερικούς κατακόρυφους τοίχους τα αρμοκάλυπτρα είναι απλούστερα, συνήθως αλουμινίου που στερεώνονται στον τοίχο.

6.2.6. Σε διαστρώσεις, τελικά δάπεδα

6.2.7. Επιτρεπόμενες αποκλίσεις διαστάσεων (ανοχές) κατά ΕΛΟΤ

Σε κάθε κατασκευή τεχνικού έργου υπάρχουν περιθώρια αποκλίσεων στη γεωμετρία και τις διαστάσεις των στοιχείων του. Ο κανονισμός ΕΚΩΣ-2000 προβλέπει τις ανοχές για έργα από οπλισμένο σκυρόδεμα, για λόγους καθαρά στατικής επάρκειας του κάθε δομικού μέλους. Όμως μέσα στα πλαίσια αυτών των ανοχών κρύβονται οι δυνατότητες **ακρίβειας της οικοδομικής τέχνης** στις οποίες μπορούν να ανταποκριθούν οι τεχνίτες. Είναι σημαντικό να έχουμε υπόψη αυτές τις ανοχές ώστε να γνωρίζουμε τα αναμενόμενα όρια αποκλίσεων σε μια κατασκευή και πιθανόν και τα όρια ρεαλιστικών **προσδοκιών τελειότητας κατασκευής**.

Οι αποκλίσεις αυτές ισχύουν μόνο για οικοδομικά έργα. Οι μονάδες που θα χρησιμοποιηθούν είναι το **I** για την ονομαστική τιμή μιας διάστασης και το **ΔI** για την επιτρεπόμενη ανοχή σε εκατοστά. Αν και στους κανονισμούς οι διαστάσεις δίνονται σε χιλιοστά, προτιμούμε τη χρήση εκατοστών για λόγους αντιληπτικούς, δεδομένου ότι συνήθως στον σχεδιασμό χρησιμοποιούμε κυρίως τα μέτρα που είναι εγγύτερα στα εκατοστά.

Πίνακας 6.2 Επιτρεπόμενες αποκλίσεις γεωμετρίας δομικών στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα.		
Διάσταση δομικού στοιχείου	Επιτρεπόμενες αποκλίσεις	
Στατικά ύψη διατομών	$l \leq 15 \text{ cm}$	$\Delta l = \pm 1 \text{ cm}$
	$l = 40 \text{ cm}$	$\Delta l = \pm 2 \text{ cm}$
	$l \geq 250 \text{ cm}$	$\Delta l = \pm 3 \text{ cm}$
Μήκη πλακών και δοκών	$\Delta l = \pm 0,05 \times l \leq \pm 25 \text{ cm}$	
Ύψος ορόφου, κατακόρυφη διάσταση	$\Delta l = \pm 0,05 \times l \leq \pm 25 \text{ cm}$	
Απόκλιση από την κατακόρυφο υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων	Γωνία απόκλισης $\Delta\alpha = \text{tg}\Delta\alpha$	Κατακόρυφη απόκλιση μεταξύ διαδοχικών ορόφων σε ύψος ορόφου 3,00 m απόκλιση $\Delta l \leq \pm 1,2 \text{ cm}$
Ενδιάμεσες τιμές προσδιορίζονται με γραμμική παρεμβολή.		

Είναι ανεκτή η υπέρβαση ανοχής σε 20% των δομικών στοιχείων, αλλιώς απαιτείται συμπληρωματική μελέτη με θεώρηση μόνο των δυσμενών ανοχών. Συμπληρωματική μελέτη συνιστάται και σε περίπτωση έντονης υπέρβασης ανοχών σε μεμονωμένο δομικό στοιχείο κατά την κρίση του στατικού.

6.3. Τούβλα

6.3.1. Ωμόπλινθοι, οπτόπλινθοι, τσιμεντόλιθοι, τούβλα από πορομπετόν, υαλότουβλα, υαλόπλακες, ανοπτημένο γυαλί

Στην κατηγορία με τα **τούβλα** θα θεωρήσουμε όλα τα δομικά στοιχεία από διαφορετικά υλικά που συνίστανται από μικρές πανομοιότυπες δομικές μονάδες. Αυτές κτίζονται σε επάλληλες στρώσεις για την κατασκευή λεπτών κατακόρυφων επιφανειακών στοιχείων, όπως οι τοίχοι και υπό συνθήκες μπορεί να είναι και φέροντα.

Το κτίσιμο των τούβλων βασίζεται στη σύνδεσή τους με πλέξιμο και στην προσθήκη κατάλληλου **συνδετικού κονιάματος** ανάμεσα στις στρώσεις που τα συγκρατεί. Το κτίσιμο σε όλες τις κατηγορίες τοίχων γίνεται πάντοτε κατά το **ισόδομο** σύστημα, δηλαδή με την τοποθέτησή τους σε συνεχείς οριζόντιες, επάλληλες καθ' ύψος ζώνες, κατά τρόπο ώστε να μη διασταυρώνονται κατακόρυφα οι αρμοί τους. Έτσι εξασφαλίζεται ότι οι κατακόρυφες δυνάμεις διασκορπίζονται ομοιόμορφα προς τη βάση. Το κονίαμα των αρμών είναι πάντοτε μικρότερης αντοχής από τον δόμο και σε περίπτωση σεισμού ή μικρομετατόπισης ο τοίχος ρηγματώνεται κατά τον αρμό και δεν σπάνε τα τούβλα.

Οι τουβλότοιχοι (όπως και οι πέτρινοι τοίχοι) μπορούν να παραλάβουν **μόνο κατακόρυφα φορτία**. Αντίθετα, η αντοχή τους σε **οριζόντιες καταπονήσεις** είναι εξαιρετικά μικρή, γιατί αποδιοργανώνεται η δομή τους. Για να παραλάβουν οριζόντιες ωθήσεις πρέπει είτε να **αυξηθεί** υπέρμετρα **το πάχος τους**, είτε να δημιουργηθούν εγκάρσιες **αντηρίδες** ανά τακτά διαστήματα, είτε να αυξηθεί η συνοχή τους με την **προσθήκη μεγάλων φορτίων** στο ψηλότερο τελείωμά τους.

Οι τουβλότοιχοι μπορούν να παραμείνουν εμφανείς ή και να σοβαντιστούν και αυτό εξαρτάται από το είδος και την ποιότητα του υλικού. Οι βασικές κατηγορίες, ανάλογα με το υλικό τους, είναι:

Πίνακας 6.3: Χρήση «τούβλων» σε τοιχοποιίες.		
Υλικό	Εμφανής τοιχοποιία	
Άργιλος, Πηλός		
Ωμόπλινθοι	όχι	Εκτός και αν προστατεύονται επαρκώς από τη βροχή.
Οπτόπλινθοι συμπαγείς	ναι	Απαιτούν επιμελημένη αρμολόγηση.
Οπτόπλινθοι με τρύπες κατακόρυφες	ναι	Ανάλογα με την ποιότητά τους.
Οπτόπλινθοι με τρύπες οριζόντιες	όχι	Σοβαντίζονται.
Τσιμέντο		
Τσιμεντόλιθοι	ναι	Μικρού πάχους και καλής ποιότητας.
Πορομπετόν	όχι	Σοβαντίζονται με ειδικό σοβά.
Τσιμεντότουβλα	ναι	Καλής ποιότητας ως οικονομικότερη επιλογή.
Γυαλί		
Γαλότουβλα	ναι	Ως κατακόρυφες φωτιστικές επιφάνειες.
Γαλόπλακες	ναι	Ως οριζόντιες φωτιστικές επιφάνειες.

6.3.2. Ωμόπλινθοι

Οι ωμόπλινθοι αποτελούνται από άργιλο πλασμένο με νερό και στη συνέχεια τοποθετημένο σε καλούπια, συνήθως ορθογωνικά, στα οποία συμπιέζεται και αφήνεται να στεγνώσει με φυσικό τρόπο. Οι ωμόπλινθοι είναι ψαθυροί και, ενώ έχουν ικανοποιητική αντοχή σε θλίψη, θρυμματίζονται πολύ εύκολα. Για τον λόγο αυτόν ενισχύονται με την προσθήκη στη μάζα τους ινών που παραλαμβάνουν τις εφελκυστικές τάσεις. Στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική χρησιμοποιούνταν άχυρα και τρίχες από κασίκα· σήμερα οι ίνες φτιάχνονται από συνθετικά υλικά. Οι ωμόπλινθοι χρησιμοποιούνται σχετικά σπάνια και μόνο σε αποκαταστάσεις κτιρίων ή σε οικολογική δόμηση. Είναι ευπαθείς στην υγρασία, το νερό της βροχής με απόπλυση τους αποσαθρώνει επιφανειακά και πρέπει να προστατεύονται με σοβάντισμα ή άλλη κατάλληλη προστασία.

6.3.3. Συμπαγείς οπτόπλινθοι και τσιμεντότουβλα

Τα συμπαγή τούβλα και τα τσιμεντότουβλα (ως οικονομικότερη εναλλακτική από το τσιμέντο) χρησιμοποιούνται ως υλικά επένδυσης των όψεων για τη δημιουργία εμφανούς τοιχοποιίας. Η χρήση τους σε φέρουσες τοιχοποιίες είναι περιορισμένη. Για την καλύτερη συνοχή τους, οι συμπαγείς πλίνθοι έχουν συνήθως διαμορφωμένη μια εσοχή στην κάτω παρειά τους, σαν σκάφη, για τη συγκράτηση του κονιάματος.

Οι διαστάσεις τους, καθώς και η υφή και το χρώμα τους, παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία και είναι σημαντικό να έχει προηγηθεί έρευνα αγοράς πριν παρθούν τελικές σχεδιαστικές αποφάσεις για την όψη του κτιρίου. Όταν κτίζουμε εμφανείς τοιχοποιίες με τούβλα (είτε φέρουσες είτε επενδύσεις), απαιτείται σχολαστική **σχεδίαση της όψης** σε **κλίμακα** τουλάχιστον **1:50**, με επαρκή απόδοση της λεπτομέρειας. Πρέπει να φροντίζουμε ώστε το ύψος (κυρίως) των **ανοιγμάτων** να είναι πολλαπλάσιο του ύψους του τούβλου μαζί με τον αρμό του.

Οι **επενδύσεις κτίζονται πάντα δρομικά** κατά το **ισόδομο** σύστημα, ενώ σε ελεύθερους τοίχους, ανάλογα με το ύψος τους, μπορούν να κτιστούν δρομικά, μπατικά ή υπερμπατικά. Πρέπει να σχεδιαστούν σχολαστικά στις άκρες οι πλέξεις των τούβλων καθώς και τα κοψίματα με μισά τούβλα και στη στέψη, ο τρόπος που γυρίζουν και τελειώνουν στην επάνω επιφάνειά τους.

*Ένα χαρακτηριστικό σημείο, στην κατασκευή εμφανούς τοιχοποιίας, είναι η **αρμολόγηση** που γίνεται με το χέρι και πρέπει να είναι ιδιαίτερα επιμελημένη.*

*Το πάχος του **αρμού** είναι περίπου **1cm** και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί έγχρωμο κονίαμα.*

Επειδή τα τούβλα είναι μικρές δομικές μονάδες, στα σημεία που είναι τα πρέκια των ανοιγμάτων δεν μπορούν να σταθούν στον αέρα από μόνα τους, γ' αυτό πρέπει να διαμορφώνονται με κατάλληλο τρόπο. Για την κάλυψη των ανοιγμάτων υπάρχουν δύο τεχνικές. Είτε κατασκευάζονται **τόξα** ημικυκλικά ή με μικρή καμπυλότητα, οπότε τα τούβλα στέκονται λόγω του σχήματος είτε κατασκευάζονται οριζόντια **πρέκια με ειδική ενίσχυση**.

Στα σημεία των ανοιγμάτων, για να διαμορφωθεί το **οριζόντιο πρέκι**, χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά. Στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική διαμορφώνεται από **ξύλο**, ενώ σήμερα σε συνήθεις κατασκευές μπορεί επιτόπου να **χυτευθεί** πρέκι από **οπλισμένο σκυρόδεμα**. Μπορεί επίσης να τοποθετηθεί **προκατασκευασμένο** στοιχείο από **οπλισμένο σκυρόδεμα** κατάλληλων διαστάσεων, ανάλογα με το πλάτος του ανοίγματος και το πάχος του τοίχου. Αντί σκυροδέματος μπορεί να χρησιμοποιηθούν διατομές **χάλυβα**. Συνήθως σε εμφανείς τοιχοποιίες χρησιμοποιούνται ειδικά **μεταλλικά πρέκια** με κατάλληλα πέλματα στα οποία εδράζονται τα τούβλα και τα οποία τοποθετούνται αφανώς στην εσωτερική παρειά του τοίχου.

Για τη δημιουργία επιδερμίδας από εμφανή τούβλα, χρησιμοποιείται η τεχνική της **αναρτημένης όψης**. Τοποθετούνται οριζόντια ειδικές σιδηρογωνιές που αγκυρώνονται στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου και πάνω σε αυτές εδράζεται και συγκρατείται η επιδερμίδα. Οι θέσεις στις οποίες μπαίνουν οι μεταλλικές **στηρίξεις** αντιστοιχούν στους αρμούς των οριζόντιων στρώσεων και τοποθετούνται σε καθ' ύψος αποστάσεις ανά **1,0 έως 1,5 m**.

Αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κτίρια με φέροντα οργανισμό από μέταλλο και οπλισμένο σκυρόδεμα. Σε κτίρια από σκυρόδεμα γίνεται να διαμορφωθούν στον φέροντα οργανισμό κατάλληλες εξοχές (πατούρες) στη θέση των πλακών του ορόφου, με πλάτος όσο το τούβλο και αυτές οι ζώνες να είναι εμφανείς. Εναλλακτικά, οι πατούρες μπορεί να εξέχουν όσο το μισό τούβλο και επάνω τους να εδράζεται η επένδυση. Στη θέση αυτή, η ζώνη καλύπτεται με τούβλα που έχουν κοπεί στο μισό του πάχους τους. Στο ενδιάμεσο ύψος των ορόφων πρέπει πάντοτε να τοποθετούνται μεταλλικές στηρίξεις.

6.3.4. Οπτόπλινθοι με οπές

Οι οπτόπλινθοι ή τα τούβλα κατασκευάζονται από πηλό που συμπιέζεται σε καλούπια και στη συνέχεια ψήνονται σε θερμοκρασίες 900°-1000° C. Είναι το πλέον κοινό υλικό κατασκευής τοίχων πλήρωσης στα κτίρια. Οι οπτόπλινθοι έχουν μικρό βάρος και δίνουν πολύ ανθεκτικές κατασκευές στον χρόνο. Η επιφάνειά τους το συνηθέστερο, καλύπτεται με σοβά που δίνει στον τοίχο λεία υφή και κατόπιν χρωματίζεται. Οι τουβλέτες είναι μια εναλλακτική μορφή τούβλων, μεγαλύτερου μεγέθους, που κάνουν το κτίσιμο ταχύτερο και άρα οικονομικότερο· επίσης υπάρχουν τουβλέτες που στα διάκενα έχουν πολυστερίνη και έτσι έχουν και αυξημένες θερμομονωτικές ιδιότητες.

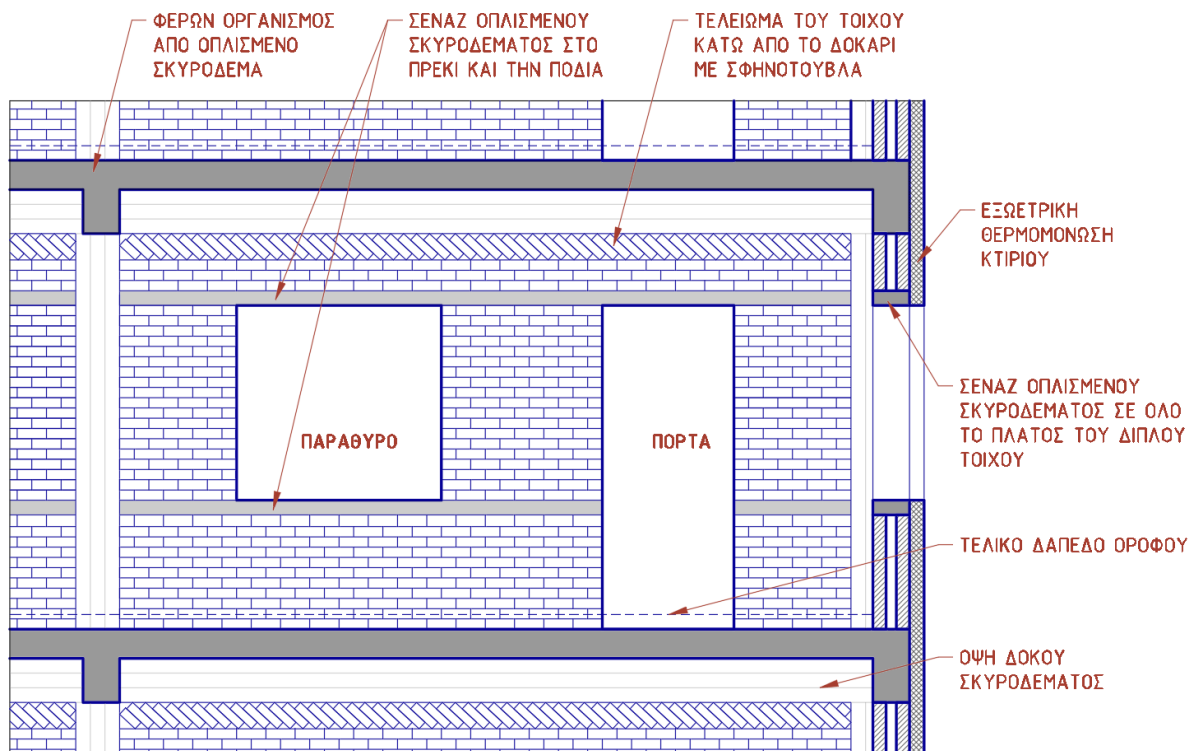
6.3.5. Κτίσιμο

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το πλέξιμο των τούβλων έχει ιδιαίτερη σημασία για την αντοχή του τοίχου και την ομοιόμορφη κατανομή των φορτίων στη βάση του. Επιπλέον ενίσχυση πρέπει να γίνεται με **σενάζ (διάζωμα)** σε όλο το μήκος τους. Απαιτείται να τοποθετούνται οριζόντια σενάζ σε **καθ' ύψος** αποστάσεις **ανά 1,0 m**. Συνήθως σε κατασκευές με τυπικό ύψος ορόφου τοποθετούνται στις ποδιές των παραθύρων και στα πρέκια των ανοιγμάτων. Τα σενάζ είναι στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος με πλάτος όσο του τουβλότοιχου και ύψος 10 έως 15 cm. Κατά την εργασία του κτισίματος, χαράζεται μια σειρά τούβλων στο δάπεδο, σύμφωνα με τα αρχιτεκτονικά σχέδια και διαμερισμάτων οι χώροι. Στη συνέχεια τοποθετούνται **κατακόρυφα ράμματα** στις ακμές τους και αρχίζουν να κτίζονται οι τοίχοι με τα σενάζ. Πριν φτάσει το ύψος μέχρι το ταβάνι, σταματάει το κτίσιμο για δύο μέρες, ώστε να «τραβήξει» η συνδετική λάσπη (συστολή ξήρανσης) και τότε ο τοίχος κείται ανεπαίσθητα. Το **κενό** που έχει αφεθεί πρέπει να είναι

περίπου **15 cm** και κλείνει με την τοποθέτηση **λοξών τούβλων (σφηνότουβλων)** και έτσι ο τοίχος σφηνώνει σταθερά στο δοκάρι ή στο ταβάνι. Με αυτόν τον τρόπο ο τοίχος λειτουργεί ως κατακόρυφος δίσκος και συνεισφέρει στατικά στην ακαμψία του φορέα.

Μια τελευταία κατηγορία είναι οι **διπλοί τοίχοι** της εξωτερικής όψης του κτιρίου —συνήθως σε κατασκευές όπου δεν χρησιμοποιείται θερμοπρόσοψη— που κτίζονται δρομικά σε απόσταση μεταξύ τους. Στο κενό προς την εσωτερική πλευρά του τοίχου, τοποθετείται **θερμομόνωση** πολυστερίνης και ανάλογα μπορεί να αφεθεί κενό με τον εξωτερικό τουβλότοιχο. Το σενάζ από σκυρόδεμα καλύπτει και τους δύο τοίχους, αλλά πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη να ενσωματωθεί εξωτερικά θερμομόνωση πολυστερίνης για να ελαττώσει τις θερμογέφυρες.

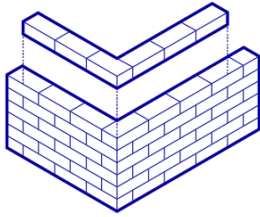
Όταν οι διπλοί τοίχοι έχουν μεγάλο ύψος πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους για μεγαλύτερη ευστάθεια. Η σύνδεση γίνεται με ειδικούς **συνδέσμους**, που δεν είναι τίποτα άλλο από μεταλλικά γαλβανισμένα αγκύρια. Καθώς κτίζονται οι τοίχοι, τα αγκύρια μπαίνουν στη λάσπη μεταξύ των στρώσεων, τρυπάνε τη θερμομόνωση και δένουν τους τοίχους. Οι σύνδεσμοι τοποθετούνται ανά 1,0 m σε οριζόντια και κατακόρυφη απόσταση μεταξύ τους.



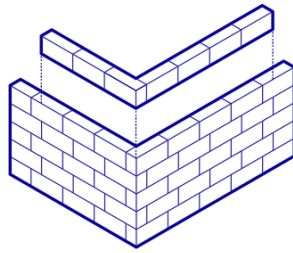
Σχέδιο 6.5

Σκαρίφημα τομής της πιο κοινής μεθόδου τοποθέτησης οπτόπλινθων σε όροφο κτιρίου με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα.

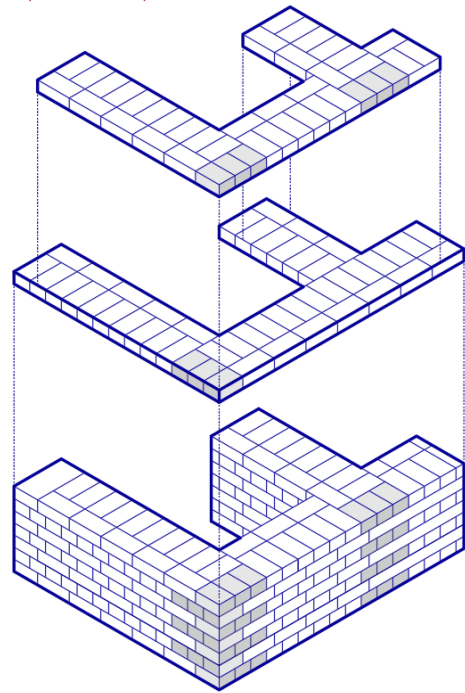
ΔΡΟΜΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ
(ΔΕΚΑΡΗΣ)



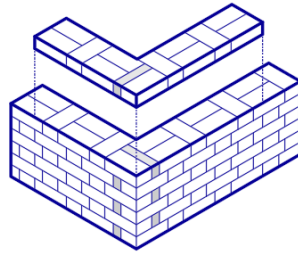
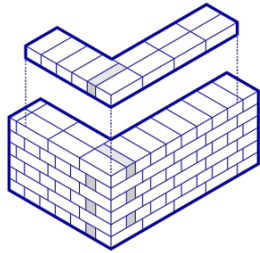
ΟΡΘΟΔΡΟΜΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ
(ΠΕΝΤΑΡΗΣ)



ΥΠΕΡΜΠΑΤΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ
(ΤΡΙΑΝΤΑΡΗΣ)



ΜΠΑΤΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ (ΕΙΚΟΣΑΡΗΣ),
ΣΕ ΔΥΟ ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ ΠΛΕΞΗΣ



ΤΑ ΚΟΜΜΕΝΑ ΤΟΥΒΛΑ ΑΠΟΔΙΔΟΝΤΑΙ ΜΕ ΣΚΙΑ

Σχέδιο 6.6 Διαδοχικές στρώσεις όπου φαίνεται ο τρόπος πλέξης τοίχων από οπτόπλινθους.

Σοβάντισμα

Οι τουβλότοιχοι και τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού καλύπτονται με τον **σοβά** συνολικού **πάχους 2,5 cm** για να αποκτήσουν την τελική ενιαία, λεία επιφάνεια και επίσης για να προστατευθεί το κτίριο από το νερό και άλλους παράγοντες του περιβάλλοντος. Παραδοσιακά ο **σοβάς** αποτελείται από **ασβέστη, άμμο, τσιμέντο και νερό**. Η αναλογία **ασβέστη προς άμμο** κυμαίνεται από **1:2,0 έως 1:2,5**, ενώ η περιεκτικότητα σε **τσιμέντο** διαφέρει ανάλογα τη χρήση του, από **150 έως 450 kg/m³** κονιάματος.

Το σοβάντισμα γίνεται σε **τρεις στρώσεις**. Πρώτα φτιάχνονται με λάσπη, επάλληλοι οδηγοί σε κατακόρυφες ζώνες και των οποίων ελέγχεται η επιπεδότητα και κατακορυφότητα με αλουμιμένιους πήχεις και ζύγι. Σε αυτό το στάδιο ο τεχνίτης μπορεί να καλύψει τις γεωμετρικές μικροατέλειες του τουβλότοιχου. Επίσης, σε αυτό το στάδιο έχουν ήδη τοποθετηθεί οι μαρμαροποδιές και οι ψευτόκασες ή οι κάσες των κουφωμάτων σε εξοχή από τον τουβλότοιχο, που λειτουργούν και αυτές ως οδηγοί της τελικής επιφάνειας.

Το πρώτο χέρι (**πεταχτό**) με βάση το τσιμέντο, έχει τραχιά υφή και εφαρμόζεται σε όλες τις επιφάνειες που πρέπει να επιχρισθούν. Δημιουργεί κατάλληλες συνθήκες πρόσφυσης με **πάχος 5 έως 6 mm**. Η σύνθεσή του είναι ασβεστοκονίαμα και τσιμέντο **250 kg/m³** κονιάματος.

Το δεύτερο χέρι (**λάσπωμα**) εφαρμόζεται στις **οροφές** σε **πάχος 12 έως 15 mm** και τους **τοιχούς** σε **πάχος 15 έως 20 mm**. Έχει αδρή αλλά επίπεδη υφή και εξομαλύνει το υπόβαθρο. Η σύνθεσή του είναι ασβεστοκονίαμα και τσιμέντο **100 kg/m³** κονιάματος.

Το τελικό τρίτο χέρι, ο **λεπτός σοβάς** (ή το λεγόμενο **μάρμαρο**), έχει βάση τη μαρμαρόσκονη και είναι λευκός σε **πάχη 5 έως 7 mm**. Αυτός αποτελεί την τελική επιδερμίδα του τοίχου και μπορεί να έχει διάφορες υφές, από πολύ λεία έως πολύ αδρή, ανάλογα με την τεχνική που θα διαστρωθεί. Σε περιπτώσεις εξωτερικών σοβάδων σε περιβάλλον με υγρασία προστίθεται λευκό τσιμέντο σε αναλογία 100 έως 150 kg/ m³ κονιάματος (Πηγή: Κουκής, 2001, σ. 721).

Σε εξωτερικές **επιδερμίδες με θερμοκέλυφος** επάνω στην θερμομόνωση εφαρμόζεται **ειδικός σοβάς** σε δύο στρώσεις συνολικού πάχους 2 mm.

Σήμερα διατίθενται έτοιμοι σοβάδες με ειδικά πρόσμεικτα που βελτιώνουν τις ιδιότητές τους και δεν περιέχουν ασβέστη. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο **ασβέστης διαβρώνει τα μέταλλα** με τα οποία έρχεται σε επαφή, όπως για παράδειγμα τα δίκτυα εγκαταστάσεων του κτιρίου ακόμα και τον σιδηρό οπλισμό του σκυροδέματος.

Ο σοβάς μπορεί να έχει **χρώμα στη μάζα** του που του δίνει ένα εξαιρετικό τελικό αποτέλεσμα, πολύ ανθεκτικό στον χρόνο. Σε περίπτωση φθοράς στον τοίχο, επισκευάζεται δύσκολα γιατί δεν είναι εύκολο να πετύχουμε την ίδια απόχρωση χρώματος στον νέο σοβά.

Σε εσωτερικούς τοίχους ακολουθεί μια ακόμα τελική επεξεργασία, το **σπατουλάρισμα**, που γίνεται με στόκο εφαρμοσμένο με σπάτουλα, ακολουθεί το επιμελημένο τρίψιμο του τοίχου με το χέρι ή με ειδικό μηχάνημα και ο τοίχος παίρνει μια τελική επιφάνεια εξαιρετικά λεία και μπορεί να δεχτεί το χρώμα.

Σε κρίσιμα σημεία που αναμένεται να παρουσιαστούν ρηγματώσεις στον σοβά, τοποθετείται ενίσχυση με εφελκυστικό **οπλισμό**. Ο οπλισμός αυτός είναι ένα **δίχτυ από υαλόπλεγμα (fiberglass)** σε ταινίες **πλάτους 25 cm** που ενσωματώνεται στο πρώτο χέρι του σοβά. Αυτές οι ενισχύσεις τοποθετούνται διαγώνια στις γωνίες των ανοιγμάτων και με αλληλοεπικάλυψη σε όλα τα σημεία σύνδεσης του τουβλότοιχου με τα άλλα διαφορετικά υλικά, όπως το σκυρόδεμα και οι θερμομονώσεις της όψης.

6.3.6. Πορομπετόν

Τα τούβλα από **πορομπετόν** (με εμπορικές ονομασίες Alfablock, YTONG) είναι συμπαγή, ελαφρά, σε μεγάλα μεγέθη, έχουν πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες, κτίζονται εύκολα και μπορούν να είναι φέροντα.

Οι τεχνικές ιδιότητές τους είναι οι ακόλουθες:

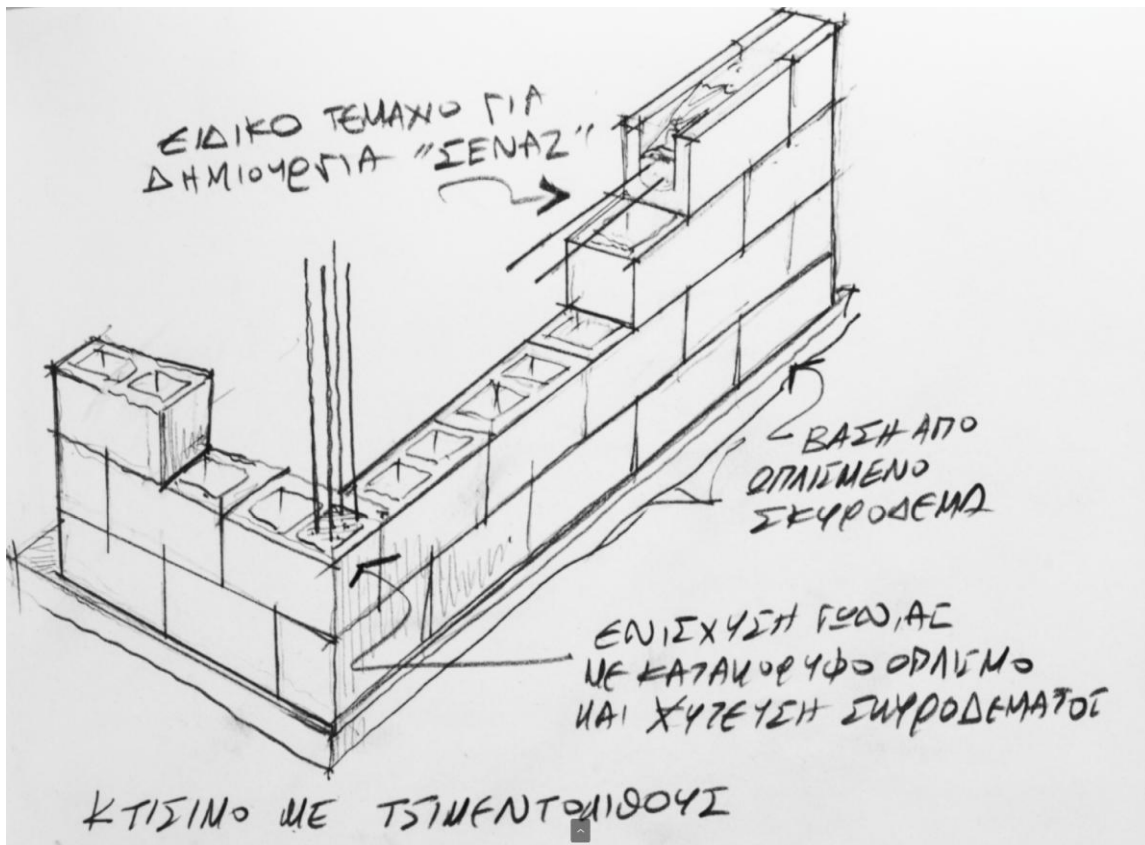
- **Κόβονται** εύκολα με πριόνι σε μικρότερα τεμάχια, όπου απαιτείται.
- **Κτίζονται** δρομικά.
- Υπάρχουν ειδικά τεμάχια για τα **πρέκια** των ανοιγμάτων, με μήκη έως **300 cm**.
- Σε πάχη μεγαλύτερα από 25 cm έχουν επαρκή **φέρουσα** ικανότητα.
- Σε μεγάλα πάχη έχουν ικανοποιητική **θερμομονωτική** ικανότητα.
- Στις διαχωριστικές στρώσεις χρησιμοποιείται ειδική **κόλλα**, πάχους έως **2 mm**.
- Η τελική τους επιφάνεια καλύπτεται με ειδικό **σοβά** πάχους **2 mm**.

6.3.7. Τσιμεντόλιθοι

Οι τσιμεντόλιθοι είναι πολύ κοινό και οικονομικό υλικό δόμησης από τσιμέντο. Χρησιμοποιείται για κτίσιμο συνήθως πρόχειρων κατασκευών, έχει φέρουσα ικανότητα, αλλά έχει μικρές δυνατότητες ευελιξίας στο κτίσιμο. Οι πιο κοινές **διαστάσεις** τους είναι **17x17x34 cm**. Συναντώνται επίσης σε διαστάσεις **15x25x50 cm** και **20x20x40 cm** και αξίζει να σημειωθεί ότι παρουσιάζουν

διαφοροποιήσεις ανάλογα με το εργοστάσιο προέλευσης. Στο εσωτερικό τους έχουν διαμπερείς κατακόρυφες τρύπες που μειώνουν το βάρος τους και δίνουν τη δυνατότητα να περαστεί οπλισμός κατακόρυφα από το θεμέλιο μέχρι το τελικό τους ύψος. Στο κενό αυτό χυτεύεται σκυρόδεμα, ώστε μαζί με τον οπλισμό να ενισχυθεί η φέρουσα ικανότητα της κατασκευής. Συνήθως η ενίσχυση γίνεται στα σημεία διασταύρωσης των τοίχων και στους λαμπάδες των ανοιγμάτων. Υπάρχουν και ειδικά τεμάχια με κούφιο κατά πλάτος το εσωτερικό, όπου τοποθετείται οριζόντιος οπλισμός και με χύτευση σκυροδέματος ενισχύονται και διαμορφώνουν τα πρέκια των ανοιγμάτων και το σενάζ της στέψης. Τέλος, παράγονται και τσιμεντόλιθοι με θερμομόνωση πολυστερίνης στο εσωτερικό τους για βελτίωση της θερμομονωτικής τους ικανότητας.

Για **εμφανείς επενδύσεις όψεων** χρησιμοποιούνται καλής ποιότητας **τσιμεντόλιθοι** που μπορεί να έχουν και χρώμα στη μάζα τους. Πολλές φορές φτιάχνονται και κατά παραγγελία σε επιθυμητό μέγεθος και απόχρωση. Αυτοί οι τσιμεντόλιθοι έχουν λεπτότερο **πάχος 10 cm** και κτίζονται σε διπλούς τοίχους με μόνωση στο κενό τους και με πολύ επιμελημένο τελείωμα και αρμολόγηση.



Εικόνα 6.18

Κτίσιμο τοίχου με τσιμεντόλιθους.

6.4. Γυαλί

6.4.1. Υαλότουβλα

Τα υαλότουβλα είναι τετράγωνα στοιχεία από γυαλί που χρησιμοποιούνται μόνο για να κατασκευαστούν **μη φέρουσες φωτιστικές επιφάνειες** τοίχων. Αποτελούνται από δύο γυάλινες επιφάνειες συγκολλημένες και με κενό ανάμεσά τους. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζουν **στοιχειώδη θερμομόνωση** για τη χρήση τους σε εξωτερικές επιφάνειες.

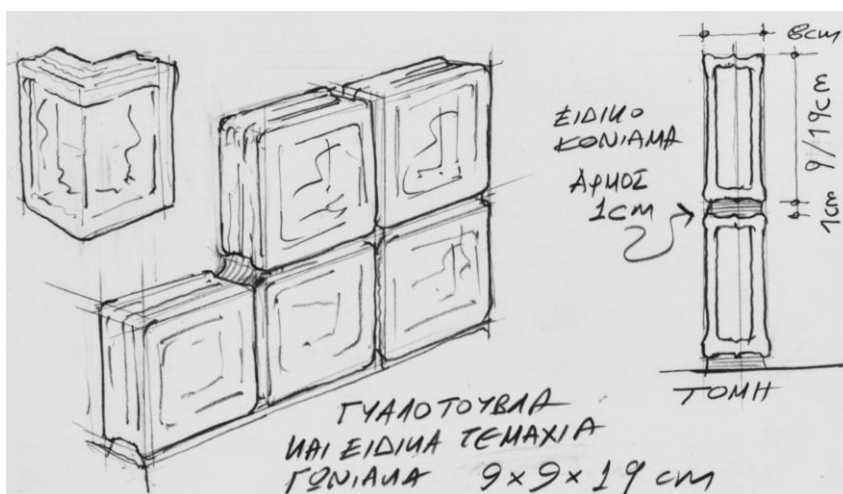
Δεν κτίζονται ισόδομα, αλλά οι οριζόντιοι και κατακόρυφοι **αρμοί** τους **διασταυρώνονται κάθετα** μεταξύ τους. Το κτίσιμό τους γίνεται με ειδική κόλλα για υαλότουβλα και το πάχος του **αρμού** τους είναι **1 cm**, οπότε σχεδιαστικά δημιουργούν έναν **κάνναβο 20 x 20 cm** και **10 x 10 cm**. Για μεγάλα ύψη τοίχων, τοποθετείται ειδικός οπλισμός ανάμεσα στους αρμούς.



Εικόνα 6.19

Αίθριο Μουσείου
Βυζαντινού Πολιτισμού
Θεσσαλονίκης.
Επιδερμίδα του κτιρίου με
εμφανές σκυρόδεμα και
συμπαγή τούβλα και
δημιουργία φωτιστικού
ανοίγματος από
υαλότουβλα.

Αρχιτέκτονας Κ. Κρόκος,
οριστική μελέτη και
μελέτη εφαρμογής Κ.
Κρόκος, Γ. Μακρής,
στατικά Σ. Παλασόπουλος,
Ε. Πανταλέων,
Θεσσαλονίκη 1993.



Εικόνα 6.20

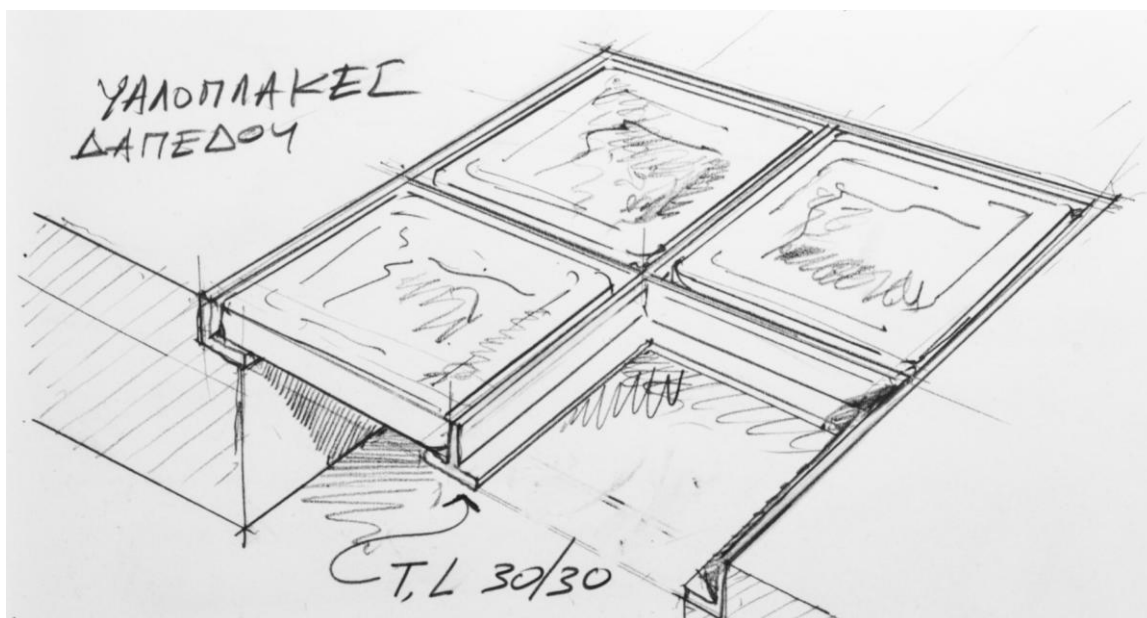
Κτίσιμο με υαλότουβλα.

Για ευστάθεια, το ύψος που φτάνουν πρέπει να είναι ανάλογο του πλάτους τους. Με **πλάτος 1,0 m** μπορούν να έχουν **ύψος μέχρι 8,0 m** που μειώνεται σταδιακά, όσο το πλάτος αυξάνει. Για παράδειγμα, σε πλάτος 6,0 m το συνιστώμενο ύψος είναι μέχρι 3,0 m. Μπορούν να κτιστούν σε ευθεία, σε καμπύλη ή και κάθετα μεταξύ τους, με τη χρήση ειδικών γωνιακών τεμαχίων.

Υπάρχουν ειδικά **πλαίσια ανακλινόμενων-περιστρεφόμενων κουφωμάτων** για δυνατότητα **αερισμού** που ενσωματώνονται στις επιφάνειές τους. Το υλικό τους είναι από **PVC** ή από **μέταλλο βαμμένο** με ηλεκτροστατική βαφή. Οι διαστάσεις των πλαισίων των κασωμάτων αυτών είναι **1x1, 2x2 και 4x4** ακέραια πολλαπλάσια των υαλότουβλων.

6.4.2. Υαλόπλακες

Είναι πλάκες από συμπαγές γυαλί με αντιολισθηρό τελείωμα και χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία φωτιστικών επιφανειών σε δάπεδα. Τοποθετούνται πάντα σε σκελετό από μεταλλική σχάρα αγκυρωμένη στον φέροντα οργανισμό του πατώματος ή της οροφής που παραλαμβάνει τα φορτία. Εφαρμόζονται με ειδική κόλλα αρμού και επιπλέον σφραγιστική μαστίχη για στεγανότητα και από τις δύο πλευρές τους.



Εικόνα 6.21 Λεπτομέρειες φωτιστικής εσχάρας με υαλόπλακες.

6.4.3. Υαλότοιχοι

Η ονομασία «**υαλότοιχοι**» δεν είναι δόκιμη και περιγράφει στοιχεία για την κατασκευή διαφανών όψεων επιδερμίδας των κτιρίων ή για διαχωριστικά εσωτερικών χώρων με την εμπορική ονομασία «**Profilit**». Πρόκειται για κανάλια μορφής «Π» από ανοπτημένο γυαλί πάχους 6 mm σε διάφορα μήκη μέχρι 5,0 m, που διατίθενται σε διάφορα χρώματα, υφές και βαθμούς διαφάνειας. Τοποθετούνται αντικρουστά σε παράλληλη διάταξη, κυρίως κατακόρυφα αλλά και οριζόντια, αφήνοντας μεταξύ των μετώπων τους ένα κενό περίπου 4 cm και οι αρμοί σφραγίζονται στεγανά· επίσης διαθέτουν σχετική θερμομονωτική ικανότητα. Στερεώνονται σε μια ειδική λεπτή περιμετρική κάσα και είναι αυτοφερόμενα. Για εσωτερικούς χώρους μπορούν να τοποθετηθούν ως πόρτες σε ειδικού προφίλ κάσες. Σε μεγάλα μήκη το γυαλί είναι ενισχυμένο με λεπτό συρμάτινο οπλισμό.



Εικόνα 6.22 Κτίριο γραφείων στη Λεωφόρο Συγγρού. Διαμόρφωση όψης ισογείου με σύνθετα υαλοπετάσματα από σταθερά και ανοιγόμενα παράθυρα και ενδιάμεσους υαλότοιχους. Στον όροφο, επιδερμίδα κρεμαστή σε απόσταση από κατακόρυφες περιστρεφόμενες περσίδες για τον έλεγχο του φωτός. Υλικό περσίδων έγχρωμο γυαλί ασφαλείας.

6.5. Ξύλο

Τα ξύλα διαμορφώνονται με εργαλεία για να αποκτήσουν το επιθυμητό σχήμα και κατόπιν συνδέονται μεταξύ τους με κατάλληλες τεχνικές και εξαρτήματα ή ακόμα μπορούν και να κολληθούν με ξυλόκολλες. Το ξύλο ως φυσικό ανισότροπο υλικό, με δεδομένη δομή από ίνες που συστολοδιαστέλλονται καθώς προσλαμβάνουν και αποβάλλουν υγρασία, συμπεριφέρεται διαφορετικά σε μεγάλες διατομές και διαφορετικά σε μικρές. Έτσι, τις συνδέσεις μπορούμε να κατατάξουμε σε δύο κατηγορίες. Αυτές με τις μεγαλύτερες διατομές, που είναι κατάλληλες συνήθως για φέρουσες κατασκευές και αυτές με τις μικρότερες διατομές, που είναι κατάλληλες για άλλες χρήσεις, όπως η κατασκευή κουφωμάτων και επίπλων. Από τις δύο κατηγορίες, οι συνδέσεις λεπτών διατομών απαιτούν πιο λεπτοφυή σκαλίσματα και είναι πιο ασθενείς στην έκθεσή τους στο εξωτερικό περιβάλλον (τη βροχή και τον ήλιο).

6.5.1. Κοπή και μορφοποίηση

6.5.2. Κοπή, πριόνισμα

Για μεγαλύτερα ξύλινα στοιχεία η κοπή γίνεται στο εργαστήριο σε «πριονοκορδέλα». Για μικρότερα ξύλινα στοιχεία το κόψιμο γίνεται στο χέρι με κοινά πριόνια ξύλου ή με ηλεκτρικά δισκοπριόνια, τοποθετημένα σε κατάλληλη βάση για εργασίες κοπής στο εργοτάξιο. Η κοπή του ξύλου με πριόνια γίνεται πάντα ευθύγραμμα.



Εικόνα 6.23

Πριόνι για την κοπή ξύλου. Από τη συμμετοχή σπουδαστών του ΕΜΠ στο εργαστήριο κατασκευής του Ιαπωνικού Περιπτερού στην αυλή του Βυζαντινού Μουσείου το 2019.

Για το κόψιμο ξύλινων στοιχείων σε καμπύλα σχήματα, χρησιμοποιείται ειδικό εργαλείο, συνήθως χειρός, που ονομάζεται «σέγα» και έχει μια λεπτή πριονωτή λάμα που κινείται παλινδρομικά. Η σέγα κόβει σε καμπύλα σχήματα και μόνον λεπτά ξύλα μικρού πάχους έως 10 cm.



Εικόνα 6.24

Σέγα κοπής ξύλινων επιφανειών μικρού πάχους.

6.5.3. Σκάλισμα

Για να χαράξουμε γλυφές, εντορμίες και πατούρες στα ξύλα ή για να διαμορφώσουμε την ακμή τους σε προφίλ ειδικού σχήματος χρησιμοποιούμε μηχανήματα, τέτοια όπως η «σβούρα» ή το «ρούτερ».



Εικόνα 6.25

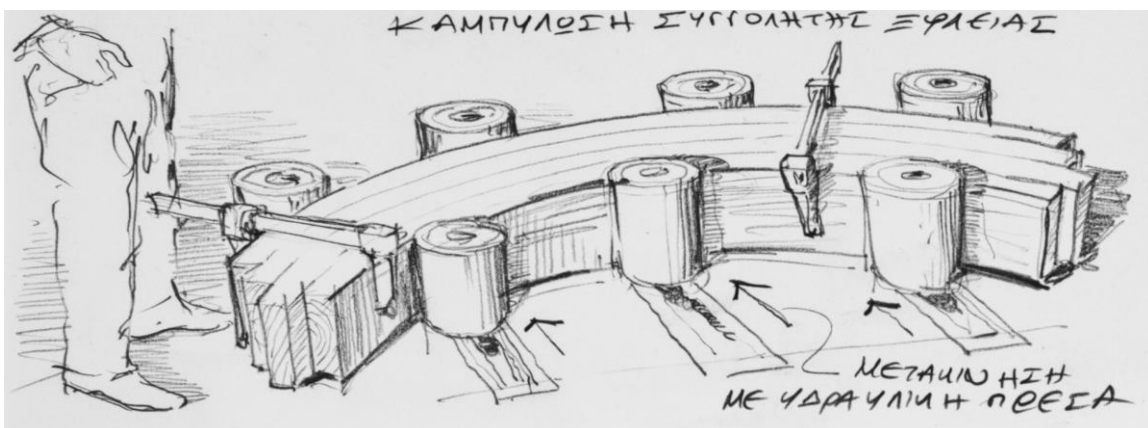
Εξαρτήματα «ρούτερ» για το σκάλισμα, το τρύπημα ή τη δημιουργία προφίλ στο σόκορο.

Αυτά είναι τράπεζες ή εργαλεία χειρός, αντίστοιχα των ηλεκτρικών τρυπανιών. Η διαφορά από τα τρυπάνια είναι ότι στον κορμό τους έχουν λεπίδες διατεταγμένες ακτινωτά και καθώς περιστρέφονται σκαλίζουν το ξύλο. Επίσης, οι κύλινδροι με τις λεπίδες αυτές μπορούν να έχουν κατατομή σε διάφορα σχήματα, κοίλα, κυρτά, κοιλόκυρτα κλπ. ώστε να δώσουν την επιθυμητή τελική κατατομή στο ξύλο.

Για το χειρωνακτικό λεπτομερές σκάλισμα στη μάζα του ξύλου χρησιμοποιούνται τα «**σκαρπέλα**», ειδικά εργαλεία με χειρολαβή, που καταλήγουν συνήθως σε επίπεδη κοφτερή λάμα στην άκρη τους. Το σκαρπέλο οδηγείται με το χέρι και ταυτόχρονα χτυπιέται με σφυρί ώστε να βυθίζεται, να κόβει και να διαμορφώνει κοιλότητες, αφαιρώντας τη μάζα του ξύλου. Χρησιμοποιείται κατεξοχήν στην επιπλοποιία καθώς για φινιρίσματα και τελικές προσαρμογές σε πιο μικρές δομικές κατασκευές, όπως είναι η κατασκευή κουφωμάτων.

6.5.4. Καμπύλωση

Η καμπύλωση μπορεί να γίνει με μηχανικούς τρόπους μόνο σε λεπτές διατομές ξύλων. Αυτό μπορούμε να το κάνουμε τοποθετώντας επάλληλες λεπτές ξύλινες διατομές σε νάρθηκες, με κόλλα ανάμεσά τους. Πολλές φορές η διαδικασία γίνεται σε κλιβάνους με ατμό υπό πίεση. Τη μέθοδο αυτή ανακάλυψε ο Michael Thonet, που παρήγαγε τις ομώνυμες καρέκλες από ελαφρύ δυνατό ξύλο, λυγισμένο σε καμπύλα σχήματα, γνωστές στην Ελλάδα ως «Βιεννέζικες». Μπορούμε να παράγουμε πολύ μεγάλες φέρουσες διατομές από πηχάκια ή σανίδες πάχους μέχρι 4 cm, συγκολλημένες μεταξύ τους εργοστασιακά. Τις τοποθετούμε σε νάρθηκες σε επάλληλες στρώσεις και τους ασκούμε ομοιόμορφη πίεση σε όλο το μήκος τους με υδραυλικά μηχανήματα μέχρι να στεγνώσει η κόλλα ανάμεσα στις διατομές ώστε να αποκτήσουν την επιθυμητή καμπύλη. Έτσι μπορούμε να παράγουμε πολύ μεγάλα δομικά στοιχεία, όπως φέρουσες δοκούς ή και τόξα πολύ μεγάλων ανοιγμάτων, 30 m ή και περισσότερο. Τα στοιχεία αυτά είναι γνωστά ως συγκολλητή ξυλεία και ο τρόπος κατασκευής τους είναι πλεονεκτικός, γιατί περιορίζεται η εσωτερική ανισοτροπία και οι ατέλειες του ξύλου σε σχέση με το φυσικό ξύλο, χάρη στο ότι οι πολλαπλές στρώσεις έχουν διαφορετική προέλευση.



Εικόνα 6.26 Διαδικασία βιομηχανικής καμπύλωσης συγκολλητής ξυλείας.

6.5.5. Β. Λείανση

Το ξύλο φτάνει στα ξυλουργεία διαμορφωμένο σε τυπικές πριστές διατομές. Στη συνέχεια, δεχεται διάφορα στάδια επιφανειακής επεξεργασίας μέχρι να αποκτήσει την τελική επιθυμητή λεία επιφάνεια ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται (η πιο απαιτητική τελική επιφάνεια είναι αυτή των επίπλων). Αυτή η διαδικασία ακολουθεί δύο στάδια, το πλάνισμα και το γυαλόχαρτισμα.

6.5.6. Πλάνισμα

Με το πλάνισμα αφαιρούνται οι φυσικές επιφανειακές ανωμαλίες του ξύλου σε διατομές μικρού πάχους ώστε να γίνει ικανοποιητικά λείο για την τελική επεξεργασία του. Αυτή γίνεται με ειδικά μηχανήματα μορφής τραπεζιού στο εργαστήριο. Η ξύλινη διατομή περνάει μέσα από μια σχισμή που την κρατάει σταθερή και εκεί ένας περιστρεφόμενος κύλινδρος με λεπίδες την αποφλοιώνει επιφανειακά. Με αυτήν τη μέθοδο αφαιρείται ένα ελάχιστου πάχους στρώμα ξύλου και αποκτά την τελική λεία επιφάνεια.

Στα τελικά στάδια, για λείανση και ειδικές λεπτομέρειες, η αντίστοιχη λεπτομερής χειρωνακτική επεξεργασία του ξύλου γίνεται με ειδικό ξυλουργικό εργαλείο, την «**πλάνη**». Με αυτό το εργαλείο αποφλοιώνεται ένα ελάχιστου πάχους στρώμα ξύλου, αλλά επίσης μπορούμε και να χαράξουμε εντορμίες και πατούρες στα ξύλα. Η πλάνη είναι εργαλείο που χρησιμοποιείται κατεξοχήν στην επιπλοποιία, καθώς και σε φινιρίσματα και τελικές προσαρμογές σε μικρές δομικές κατασκευές, για παράδειγμα στην κατασκευή κουφωμάτων.

6.5.7. Γυαλόχαρτισμα

Περαιτέρω η επιφάνεια του ξύλου μπορεί να υποστεί τελική λείανση με γυαλόχαρτο. Αυτή η επεξεργασία μπορεί να γίνει με το χέρι ή ειδικά εργαλεία ηλεκτρικά «παλμικά τριβεία». Τα γυαλόχαρτα είναι χάρτινα φύλλα επιστρωμένα με κόκκους από «σφυρίδι» που τους δίνουν μια τραχιά όψη. Με την εφαρμογή παλινδρομικής κίνησης με πίεση, το σφυρίδι «γδέρνει απαλά» την επιφάνεια του ξύλου με την οποία έρχεται σε επαφή. Υπάρχουν γυαλόχαρτα διαφόρων διαβαθμίσεων τραχύτητας. Οι συνήθεις βαθμοί για την επεξεργασία του ξύλου είναι από το πιο τραχύ Νο80 και σταδιακά στο λεπτότερο Νο120 έως το πιο λεπτό Νο220 για το τελικό φινίρισμα της επιφάνειας. Υπάρχουν λεπτότερες διαβαθμίσεις έως και 1000 που δίνουν εξαιρετικά λείο αποτέλεσμα, χρήσιμες στην επιπλοποιία.

6.5.8. Γ. Συνδέσεις ξύλων

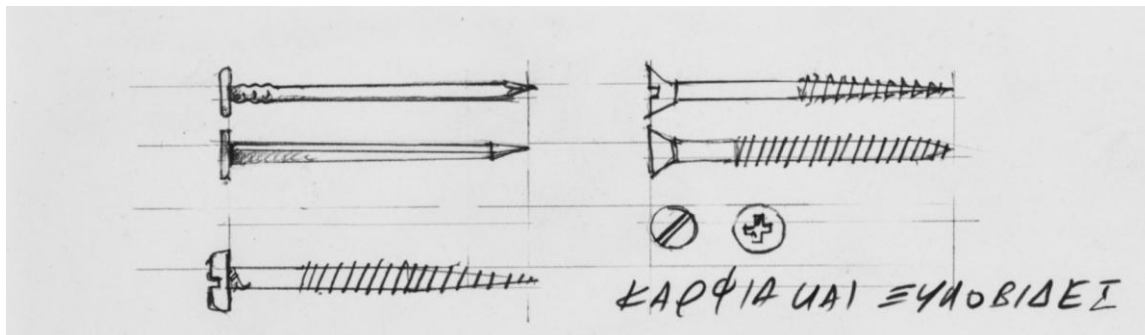
6.5.9. Συγκόλληση

Ο πιο κοινός και απλός τρόπος σταθεροποίησης συνδέσεων ξύλων είναι η συγκόλληση. Απλώνεται η κόλλα και στις δύο επιφάνειες, αυτές έρχονται σε επαφή με πίεση και παραμένουν μέχρι να στεγνώσει η κόλλα για διάστημα 24 ωρών. Η πιο διαδεδομένη κόλλα σε ξύλινες κατασκευές εσωτερικής χρήσης είναι η κρυσταλλική διαφανής με την εμπορική ονομασία Atlacoll. Για συνήθη αντικολλητή ξυλεία εσωτερικής χρήσεως, χρησιμοποιείται η ουρία φορμαλδεΐδη, ενώ για αντικολλητά εξωτερικής χρήσεως χρησιμοποιείται συνήθως μείγμα ουρίας με φαινόλη ή μελαμίνη ή ρεσορσινόλη φορμαλδεΐδη.

6.5.10. Κάρφωμα

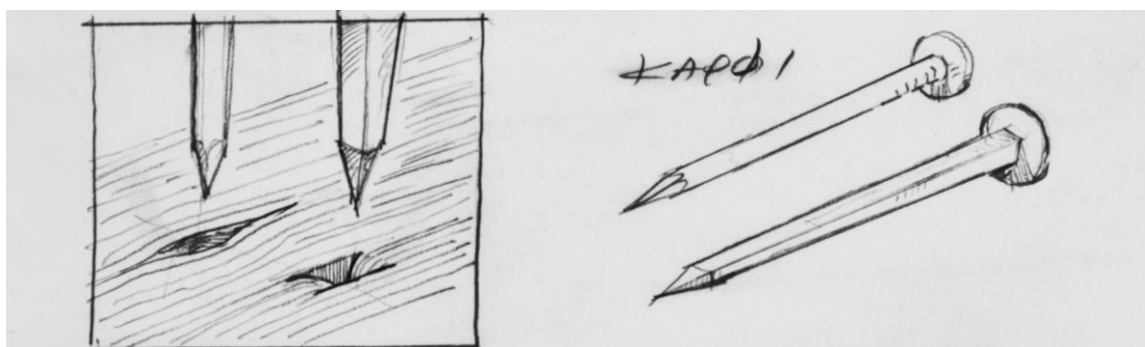
Το κάρφωμα είναι επίσης κοινός τρόπος για να συνδέσουμε δύο ξύλα μεταξύ τους ή να στερεώσουμε ένα ξύλο σε μια σταθερή επιφάνεια. Χρησιμοποιούνται σιδερένια **καρφιά** ή **πρόκες**,

κυλινδρικού σχήματος, που καταλήγουν σε μύτη στο ένα άκρο τους και έχουν πλατύ στρογγυλό κεφάλι στο άλλο άκρο τους, για να δέχεται το χτύπημα από σφυρί. Το σώμα των καρφιών έχει νευρώσεις σε ένα μέρος του, ώστε να δημιουργείται μια τραχιά επιφάνεια και να συγκρατείται στις ίνες της μάζας του ξύλου, ώστε να μη χαλαρώνει και βγαίνει όταν το ξύλο συστολοδιαστέλλεται.



Εικόνα 6.27 Είδη από πρόκες και ξυλόβιδες.

Υπάρχουν και καρφιά με σώμα τετράγωνης διατομής, τα «**γυφτόκαρφα**», τα οποία παρουσιάζουν καλύτερη συμπεριφορά σε σχέση με τα κοινά καρφιά εξαιτίας του τρόπου με τον οποίο η τετράγωνη διατομή συνθλίβει τις ίνες του ξύλου και συγκρατείται ισχυρότερα στη μάζα του. Ήταν ευρέως διαδεδομένα στις παραδοσιακές κατασκευές, για παράδειγμα στις ξύλινες καρφωτές πόρτες, ενώ σήμερα χρησιμοποιούνται περισσότερο στις ταπετσαρίες της επιπλοποιίας.



Εικόνα 6.28 Ο διαφορετικός και πλεονεκτικότερος τρόπος συμπεριφοράς του «γυφτόκαρφου» σε σχέση με την τυπική «ξυλόπροκα».

Μια τελευταία κατηγορία είναι τα πολύ λεπτά καρφάκια με ελάχιστο κεφάλι, τα «**πινεζάκια**» ή λεπτά καρφιά σχήματος «Π»· εφαρμόζονται με καρφωτικά μηχανήματα που λειτουργούν όπως ακριβώς τα συρραπτικά μηχανήματα χαρτιών.

Χρησιμοποιούνται για να στερεωθούν πολύ λεπτές διατομές σε εσωτερικούς χώρους, όπως πηγάκια για αρμοκάλυπτρα και σοβατεπί. Πολλές φορές ενισχύεται η σύνδεση με ταυτόχρονη χρήση κόλλας. Το λεπτό κεφάλι τους μπαίνει μέσα στη μάζα του ξύλου και δεν είναι ορατό, πράγμα χρήσιμο όταν το ξύλο δεν βάφεται και πρέπει να φαίνονται τα νερά του. Το σημείο όπου έχει μπει το «πινεζάκι» έχει ελάχιστη διατομή που στοκάρεται με στόκο ιδίου χρώματος με το ξύλο και είναι πρακτικά αόρατη.

6.5.11. Καρφοελάσματα

Τα καρφοελάσματα είναι μία παραλλαγή καρφιών ειδικού τύπου. Πρόκειται για μεταλλικές λάμες, στην επιφάνεια των οποίων έχει διαμορφωθεί με πρεσάρισμα ένας μεγάλος αριθμός από ελάσματα με ακίδα στην άκρη τους. Αυτές οι λάμες τοποθετούνται εκατέρωθεν του σημείου σύνδεσης δύο διατομών και, με χτύπημα, τα ελάσματα εμπήγνουν στη μάζα των ξύλων όπως τα κοινά καρφιά. Είναι πολύ οικονομικός και γρήγορος τρόπος σύνδεσης ξύλινων στοιχείων ενός φορέα μεταξύ τους και αντικαθιστούν τα μεμονωμένα καρφιά. Αισθητικά, συνήθως δεν είναι επιθυμητό να είναι ορατά και τοποθετούνται σε μη εμφανή δομικά μέλη, όπως είναι τα ξύλινα ζευκτά στέγης.

6.5.12. Ξυλόβιδες

Η πιο κοινή μέθοδος στερέωσης ξύλινων διατομών γίνεται με βίδωμα από ειδικές βίδες, τις «**ξυλόβιδες**», με σπείρωμα και ελαφρά κωνικό κορμό που καταλήγει σε μύτη. Με κατσαβίδι βυθίζονται στη μάζα των ξύλων, ενώ παράλληλα οι βόλτες σκάβουν τις ίνες του ξύλου και σφηνώνουν σταθερά στη μάζα του. Πολλές φορές για να βοηθηθεί η διαδικασία, ανοίγουμε προηγουμένως με τρυπάνι μια τρύπα λεπτότερης διαμέτρου ώστε να μπορέσει η βίδα να προσπεράσει εύκολα το πρώτο ξύλο και να στερεωθεί στιβαρά στο δεύτερο.

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία με διαφορετικές κεφαλές από ξυλόβιδες, ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό και το τελικό οπτικό αποτέλεσμα. Μια κοινή κατηγορία από ξυλόβιδες είναι αυτή με το «φρεζαριστό» κεφάλι. Δηλαδή η κεφαλή τους είναι λοξότμητη κατά 45°, έτσι ώστε όταν βυθιστεί στο ξύλο να μην εξέχει από την επιφάνειά του.

Ας επισημανθεί ότι συνήθως αποφεύγουμε να στερεώνουμε με χρήση ξυλόβιδας απευθείας ξύλινα στοιχεία σε προϊόντα ξύλου με αδύνατη δομή στη μάζα τους, όπως το νοβοπάν και το MDF.

6.5.13. Μπουλονία

Η χρήση περαστών χαλύβδινων μπουλονιών με εξαγωνικό κεφάλι και σπείρωμα στον κορμό τους είναι η πιο ενδεδειγμένη μέθοδος σύνδεσης ξύλινων στοιχείων σε **φέρουσες κατασκευές**. Η σύνδεση επιτυγχάνεται με τη συγκράτηση των διατομών από τις κεφαλές των μπουλονιών και των περικοχλίων (παξιμαδιών) και από τις ροδέλες, με το σφίξιμο που εφαρμόζεται. Ανάλογα με το μέγεθος των ξύλινων διατομών και τις στατικές απαιτήσεις της σύνδεσης, κατόπιν στατικού υπολογισμού, καθορίζεται η διάμετρος των μπουλονιών που θα χρησιμοποιηθούν, ο αριθμός τους, η μεταξύ τους απόσταση, όπως και η απόστασή τους από τα άκρα των διατομών. Είναι προφανές ότι η χρήση μεγάλου αριθμού μπουλονιών δίνει σταθερότερη και ανθεκτικότερη σύνδεση, αλλά παράλληλα οι πολλές τρύπες αδυνατίζουν τις ξύλινες διατομές.

Το ξύλο, ως φυσικό υλικό έχει νερά κατά μήκος της διατομής, έτσι όταν φορτίζεται παράλληλα με τα νερά, τείνει να σχιστεί, επειδή η διάμετρος των μπουλονιών είναι μικρή και οι δυνάμεις συσσωρεύονται σε μια μικρή επιφάνεια, φαινόμενο γνωστό ως «σύνθλιψη άντυγας των οπών». Για να αυξήσουμε την επιφάνεια επαφής χρησιμοποιούμε μεταλλικούς δακτυλίους, τα «**μεταλλικά παρεμβλήματα**», που ενσωματώνονται στις δύο παρειές επαφής των ξύλων, αφού πρώτα έχουμε ανοίξει σε ικανό βάθος κατάλληλες εγκοπές ομόκεντρα με τις οπές των μπουλονιών.

Όταν για τις δεδομένες διατομές οι τάσεις στους κόμβους είναι πολύ μεγάλες, τότε οι συνδέσεις ενισχύονται με τη χρήση μεταλλικών ελασμάτων, των «**κομβοελασμάτων**» που τοποθετούνται είτε εκατέρωθεν στις παρειές των ξύλων είτε σε εντορμία που έχει ανοιχτεί στη μάζα τους. Οι μεταλλικές αυτές λάμες παραλαμβάνουν τις τάσεις που αναπτύσσονται στους κόμβους (κυρίως ροπές) και τις μεταφέρουν ομοιόμορφα στα μπουλονία.



Εικόνα 6.29

Λεπτομέρειες σύνδεσης ξύλων με μπουλόνια και εγκοπές.

6.5.14. Ξυλοσυνδέσεις

Σε φέρουσες κατασκευές και σε έπιπλα γίνεται η σύνδεση με κατάλληλη διαμόρφωση των ξύλινων διατομών στα σημεία ένωσής τους. Αυτό επιτυγχάνεται με σκάλισμα, με πατούρες και με κατάλληλες εσοχές-εξοχές και με τρόπο που η μια διατομή να αγκαλιάζει και να θηλυκώσει με την άλλη, ώστε να δημιουργούν μια στέρεη σύνδεση. Η σταθεροποίηση και η περαιτέρω ενίσχυση της σύνδεσης μπορεί να γίνει με χρήση μπουλονιών, ξύλινων σφηνών, μεταλλικών συνδέσμων ή και με καβίλιες. Η τεχνική εφαρμόζεται συνήθως στην κατασκευή φερόντων στοιχείων, για παράδειγμα στα ζευκτά των στεγών ή και στην κατασκευή επίπλων. Είναι αρκετά πολύπλοκη και απαιτεί εξειδίκευση. Σε κρίσιμα σημεία, επειδή με το σκάλισμα απομειώνονται οι διατομές και αδυνατίζουν, απαιτείται στατικός υπολογισμός. Έτσι, συνήθως σε φέροντα δομικά στοιχεία, για να είναι εξασφαλισμένη η επάρκειά τους, χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες διατομές στα δομικά μέλη. Οι πιο γνωστές και σημαντικές ξυλοσυνδέσεις είναι οι **παραδοσιακές Ιαπωνικές ξυλοσυνδέσεις** με χρήση τόσο στην αρχιτεκτονική, όσο και στην κατασκευή επίπλων. Χαρακτηρίζονται από φαντασία και πολυπλοκότητα και για την επίτευξή τους χρησιμοποιούνται μόνον ξύλινα συνδετικά στοιχεία, όπως καβίλιες και σφήνες.

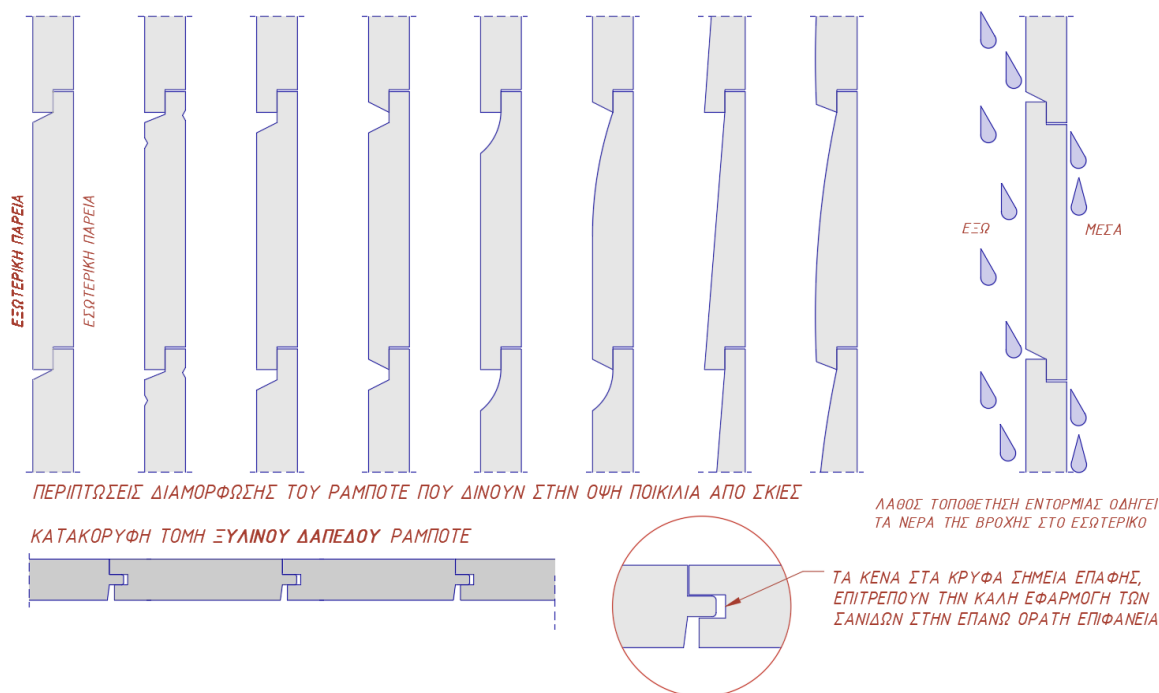
6.5.15. Μόρσα

Το μόρσο είναι μια αφανής πολύ σταθερή σύνδεση που χρησιμοποιούμε για την κάθετη σύνδεση ξύλινων στοιχείων μεταξύ τους, όπως για τη δημιουργία κασωμάτων, όπου συνδέουμε ορθοστάτες και πανωκάσι. Επίσης, είναι η πιο διαδεδομένη ισχυρή σύνδεση σε κατασκευή επίπλων. Η τεχνική συνίσταται στη διαμόρφωση, με κατάλληλο σκάλισμα στο άκρο ενός ξύλινου μέλους, μιας λεπτής γλώσσας, του «**μόρσου**», με μήκος όσο το πάχος του άλλου ξύλινου μέλους που θα συνδεθεί. Στο δεύτερο ξύλινο μέλος σκαλίζεται μια τρύπα υποδοχής αντίστοιχων διαστάσεων με τη γλώσσα, η «**μορσότρυπα**». Το μόρσο σφηνώνεται στη μορσότρυπα και η σύνδεση μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση κόλλας, σφηνών ή και να σταθεροποιηθεί περαιτέρω με καβίλιες ή κάρφωμα.

6.5.16. Ραμποτέ

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται για τη δημιουργία επιφανειών από επιμέρους σανίδες για χρήση σε κατασκευές θυρόφυλλων, ξύλινων δαπέδων ή ξυλεπενδύσεων. Οι σανίδες διαμορφώνονται στα «σόκορα» των μακριών πλευρών τους με κατάλληλες εγκοπές στη μία πλευρά και με κατάλληλες εξέχουσες «πατούρες» στην άλλη πλευρά, με σχέση αρσενικού-θηλυκού. Αυτό τους επιτρέπει να «κουμπώνουν» μεταξύ τους και να δίνουν ένα ενιαίο απαραμόρφωτο επίπεδο. Η σύνδεση εξασφαλίζεται περαιτέρω με το κάρφωμα (συνήθως κρυφό) στο υπόστρωμα όπου εδράζεται η επιφάνεια.

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΤΟΜΗ ΣΕ ΠΟΡΤΕΣ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΟΨΕΩΝ ΜΕ ΡΑΜΠΟΤΕ ΣΑΝΙΔΕΣ



Σχέδιο 6.7

Τυπολογίες ξύλινων σανίδων τοποθετημένων με εντορμίες ραμποτέ.

6.5.17. Καβίλιες

Οι καβίλιες είναι μικροί κύλινδροι από σκληρό ξύλο, συνήθως οξιά, σε διαμέτρους 6, 8, 10 mm και με μήκη 40 mm. Διατίθενται και καβίλιες με μήκος 1000 mm, που κόβονται σε κομμάτια επιθυμητού μήκους. Σε κάθε ξύλινο μέλος ανοίγονται με ακρίβεια σειρές από αντικρουστές τρύπες και ακολούθως τοποθετούνται οι καβίλιες σφηνωτά με κόλλα. Το σώμα της καβίλιας δεν είναι πάντα λείο, αλλά συνήθως είναι ραβδωτό για να επιτυγχάνεται το σφήνωμά της στις τρύπες, ενώ ταυτόχρονα να διεισδύει η κόλλα σε ολόκληρο το μήκος της για ισχυρότερη συγκόλληση. Η τεχνική αυτή δίνει αόρατες και πολύ ανθεκτικές συνδέσεις στα ξύλα, ειδικά αν έχουμε να συνδέσουμε κατά πλάτος ή κάθετα μεταξύ τους ξύλινα στοιχεία, για παράδειγμα ράφια με τα πλαινά της βιβλιοθήκης.

Συνιστάται μόνο για επίπλα και μικρές κατασκευαστικές ξυλουργικές εργασίες. Για τη σταθεροποίηση ξυλοσυνδέσεων σε φέροντα στοιχεία συνήθως σε παραδοσιακές κατασκευές, όπως τα μέλη των ζευκτών σε στέγες, είναι απαραίτητο τα δομικά μέλη να είναι σε κλειστούς εσωτερικούς χώρους, προστατευμένα από την υγρασία και το νερό της βροχής.

6.5.18. Γκινησόπηχη

Με την τεχνική της γκινησόπηχης, συνδέουμε αφανώς ξύλα μεταξύ τους κατά το σόκορο, για να δημιουργήσουμε μια μεγαλύτερη, πλατύτερη επίπεδη επιφάνεια από ξύλο.

Στα ξύλα που θα ενωθούν, ανοίγεται μια γκινησιά (εντορμία) σε όλο το μήκος της λεπτής πλευράς τους. Στη συνέχεια, στην γκινησιά εφαρμόζεται ένα πηχάκι, συνήθως από κόντρα πλακέ, που λειτουργεί ως σύνδεσμος-γέφυρα των δύο διατομών, με πάχος όσο αυτό της εντορμίας όπου με τη χρήση κόλλας εξασφαλίζεται η σύνδεση. Είναι εξαιρετικά ισχυρή σύνδεση που εμποδίζει το σκέβρωμα (κύρτωση) της τελικής επιφάνειας. Για να πετύχει, τα ξύλα πρέπει να κολληθούν με τα νερά τους ανάποδα, οπότε οι τάσεις που δημιουργούνται σε καθεμία σανίδα να αλληλοαναιρούνται.

6.5.19. Μισοχαρακτά

Η μέθοδος των μισοχαρακτών είναι η σύνδεση δύο ξύλινων μελών που διασταυρώνονται συνεπίπεδα. Στα σημεία της σύνδεσης, οι διατομές των ξύλων σκαλίζονται σε βάθος κατά το ήμισυ του πάχους τους και σε πλάτος όσο το πλάτος της άλλης διατομής. Στη συνέχεια θηλυκώνουν μεταξύ τους συνήθως συνεπίπεδα. Τέλος, η σύνδεση σταθεροποιείται με κόλλα, μπουλόνια ή με καβίλιες. Η απομείωση της διατομής προφανώς αδυνατίζει τα ξύλα. Σε μικροκατασκευές αυτό δεν έχει ιδιαίτερη σημασία, αλλά σε μεγαλύτερους φορείς πρέπει να ελεγχθεί η αντοχή της διατομής στο σημείο που έχει υποστεί την απομείωση.

6.5.20. «Δάκτυλα»

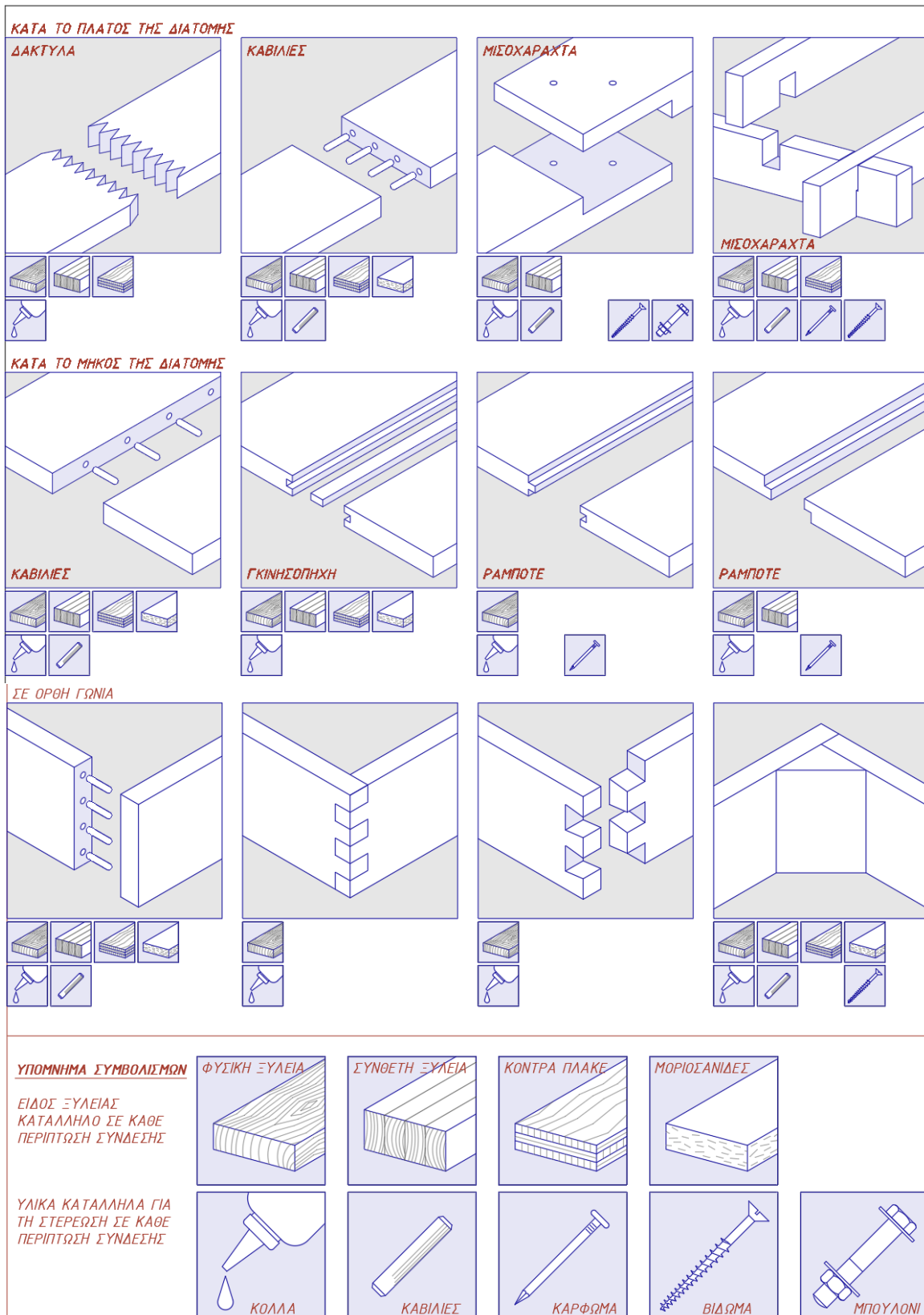
Πρόκειται για μια ιδιαίτερη, κατά μήκος σύνδεση ξύλων με διαμόρφωση οδοντώσεων στις στενές πλευρές ένωσής τους (στα σόκορα). Τα δύο ίδια διαμορφωμένα άκρα «κλειδώνουν» μεταξύ τους και συγκολλούνται με κόλλα. Η αντοχή της σύνδεσης εξασφαλίζεται με αυτό το ιδιαίτερο σχήμα γιατί τα δύο ξύλα δεν μπορούν να μετατοπιστούν εγκάρσια, επειδή το ένα μπαίνει μέσα στο άλλο και επιπλέον γιατί αυξάνεται κατά πολύ η επιφάνεια στην οποία εφαρμόζεται η κόλλα.

6.5.21. Δοκοθήκες

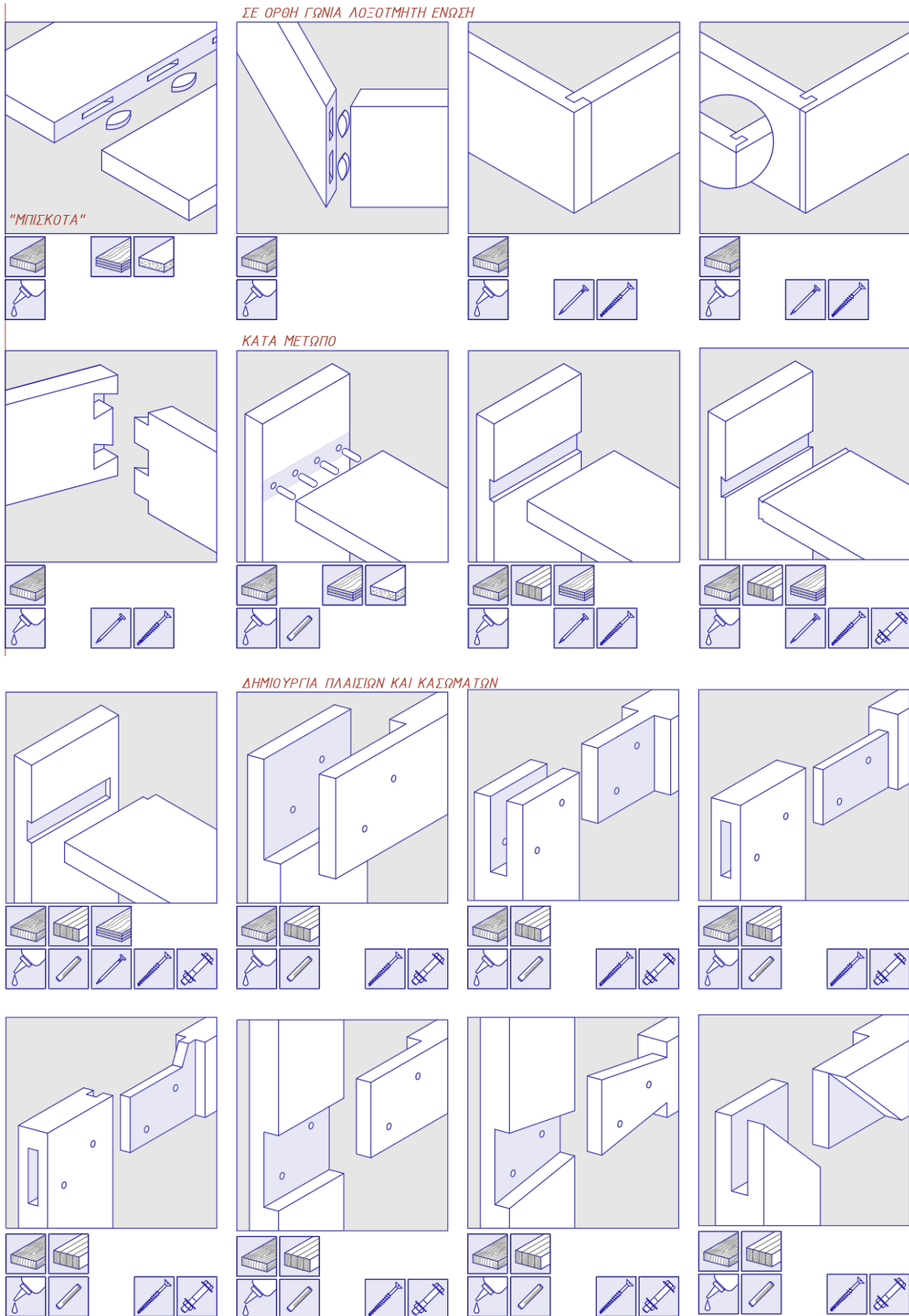
Οι δοκοθήκες αποτελούν ιδιαίτερες ενδιάμεσες συνδέσεις ξύλινων δοκών, με άλλα πρωτεύοντα δομικά μέλη ή απευθείας μεταξύ τους. Είναι μεταλλικές βάσεις με κατάλληλο σχήμα και φτιάχνονται είτε από λάμες συγκολλημένες μεταξύ τους είτε από μεγαλύτερα μεταλλικά φύλλα που είναι κομμένα και διπλωμένα (στρατζαρισμένα) σε κατάλληλο κατά περίπτωση σχήμα. Η δοκοθήκη στερεώνεται στο πρωτεύον δομικό μέλος, συνήθως με μπουλόνια, ενώ επάνω της έρχεται και κάθετα το δευτερεύον δομικό μέλος σε μια κατάλληλα διαμορφωμένη σε αυτήν υποδοχή. Η σύνδεση του δευτερεύοντος δομικού μέλους με τη δοκοθήκη γίνεται με καρφιά ή μπουλόνια.

Η δοκοθήκη αποφορτίζει το ξύλο από τις συγκεντρωμένες δυνάμεις που αναπτύσσονται στη στήριξη, η οποία είναι ιδιαίτερα προβληματική, καθότι σε αυτήν τη θέση η διατομή αδυνατίζει επειδή θα έπρεπε να τρυπηθεί σε πολλά σημεία. Στο σημείο που εδράζεται η δοκός, οι διατμητικές δυνάμεις παραλαμβάνονται από ολόκληρη τη διατομή έδρασης και όχι σημειακά από τις τρύπες των μπουλονιών.

Το πάχος του μετάλλου της δοκοθήκης, ο αριθμός των μπουλονιών και οι μεταξύ τους αποστάσεις πρέπει να είναι αντικείμενα στατικού υπολογισμού.



Σχέδιο 6.8 Τυπολογίες ξύλινων συνδέσεων.



Σχέδιο 6.9 Τυπολογίες ξύλινων συνδέσεων.

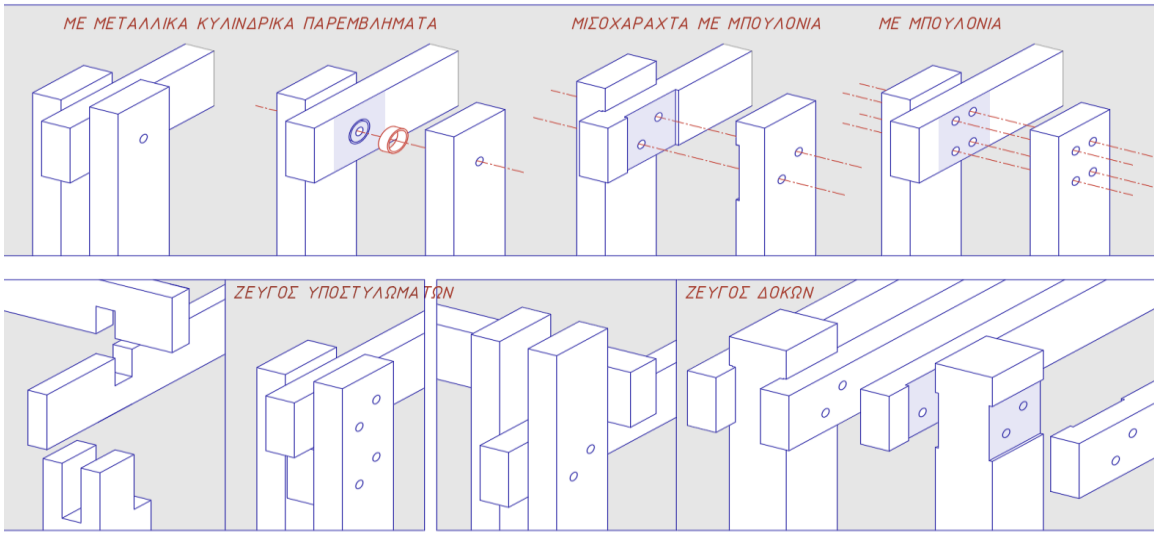


Εικόνα 6.30

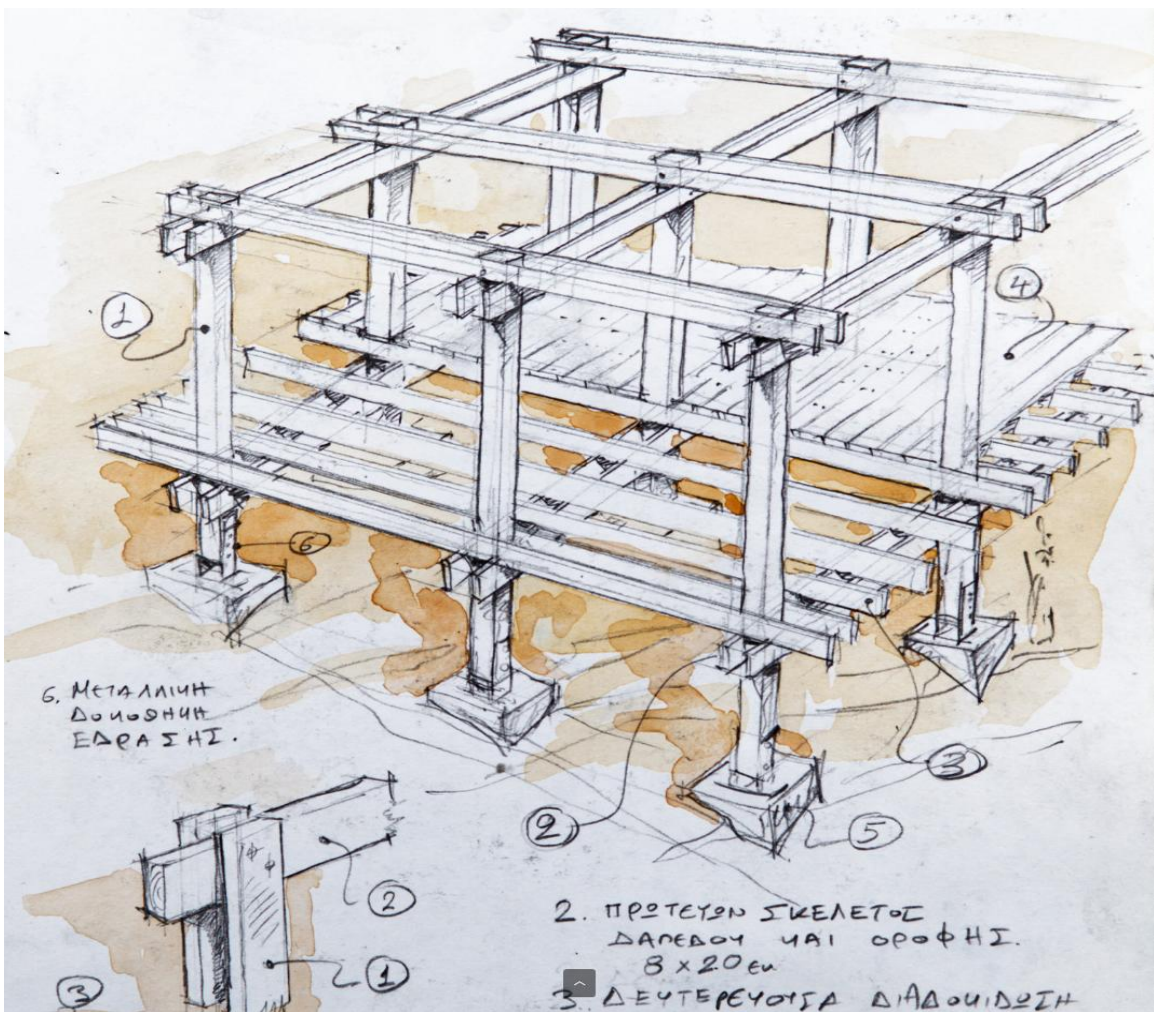
Λεπτομέρεια έδρασης ξύλινου υποστυλώματος σε δοκοθήκη βιδωμένη σε θεμέλιο από σκυρόδεμα. Το ξύλο στη βάση του προστατεύεται με ασφαλτική βαφή.

Πίνακας 6.4: Καταλληλότητα συνδέσεων ξύλου.			
Σύνδεση	Φέρουσες κατασκευές	Έπιπλα, κουφώματα, σκάλες	Ξύλινα δάπεδα, Ξυλεπενδύσεις
Συγκόλληση	V	V	
Κάρφωμα	V	V	V
Καρφοελάσματα	V		
Ξυλόβιδες		V	V
Μπουλόνια	V	Ναι, εφόσον είναι επιθυμητό το αισθητικό αποτέλεσμα.	
Ξυλοσυνδέσεις	V	V	
Μόρσα	Ναι υπό όρους, σε σημεία που δεν είναι εκτεθειμένα σε εξωτερικές συνθήκες, όπως οι στέγες.	V	V
Ραμποτέ		V	V
Καβίλιες	Ναι υπό όρους, σε σημεία που δεν είναι εκτεθειμένα σε εξωτερικές συνθήκες όπως οι στέγες.	V	
Γκινησόπηχη		V	V
Μισοχαρακτά		V	V
Δάκτυλα	V	V	
Δοκοθήκες	V		

ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΔΟΚΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ



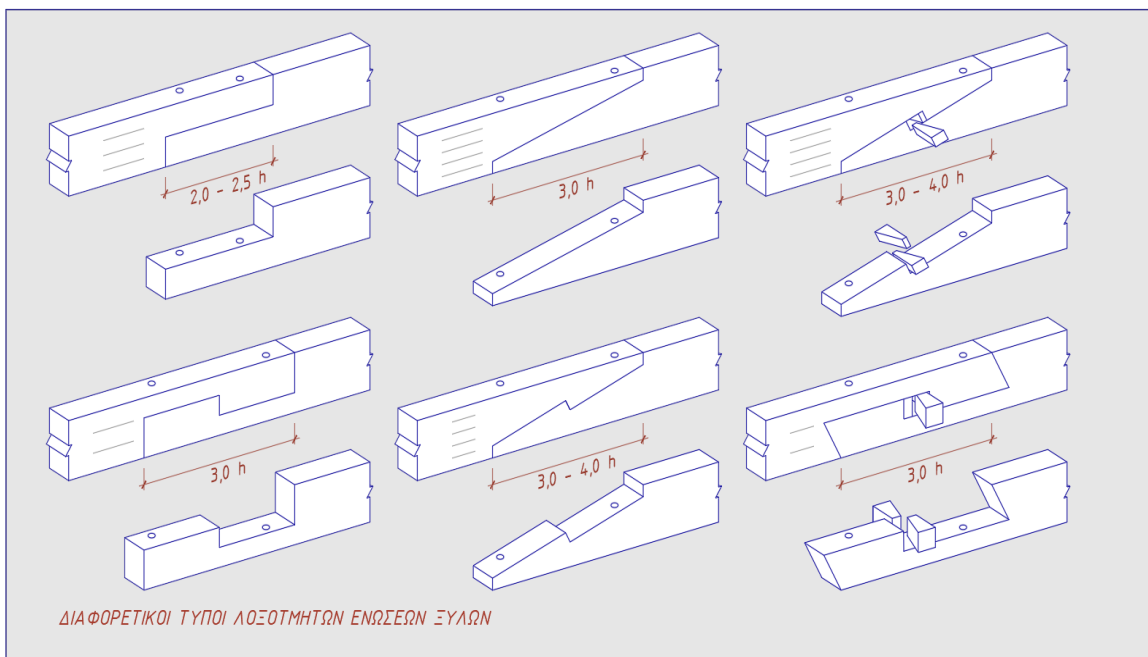
Σχέδιο 6.10 Τυπολογίες φερόντων ξύλινων συνδέσεων μεταξύ δοκών και υποστυλωμάτων.



Εικόνα 6.31 Αξονομετρική απόδοση σκελετού από ξύλινες διατομές με σημειακές θεμελιώσεις των υποστυλωμάτων σε κύβους σκυροδέματος.

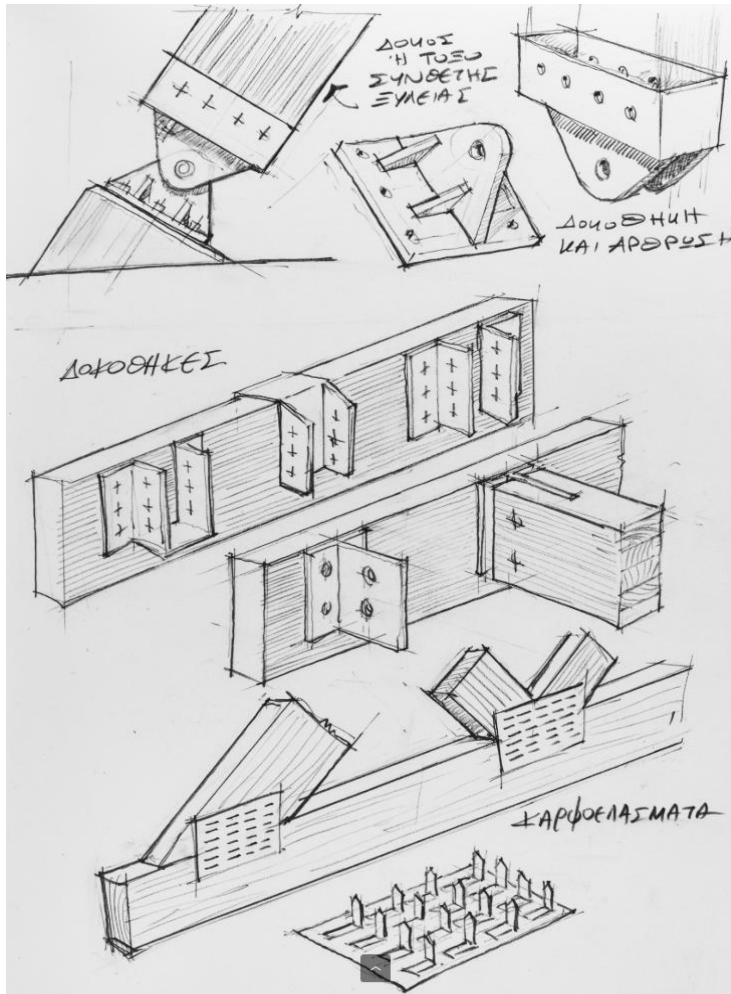


Εικόνα 6.32 Λεπτομέρεια σύνδεσης μετάλλου και ξύλου στην κουπαστή της γέφυρας εισόδου στο Palazzo Querini Stampalia. Αρχιτέκτονας Carlo Scarpa, Βενετία, 1977.



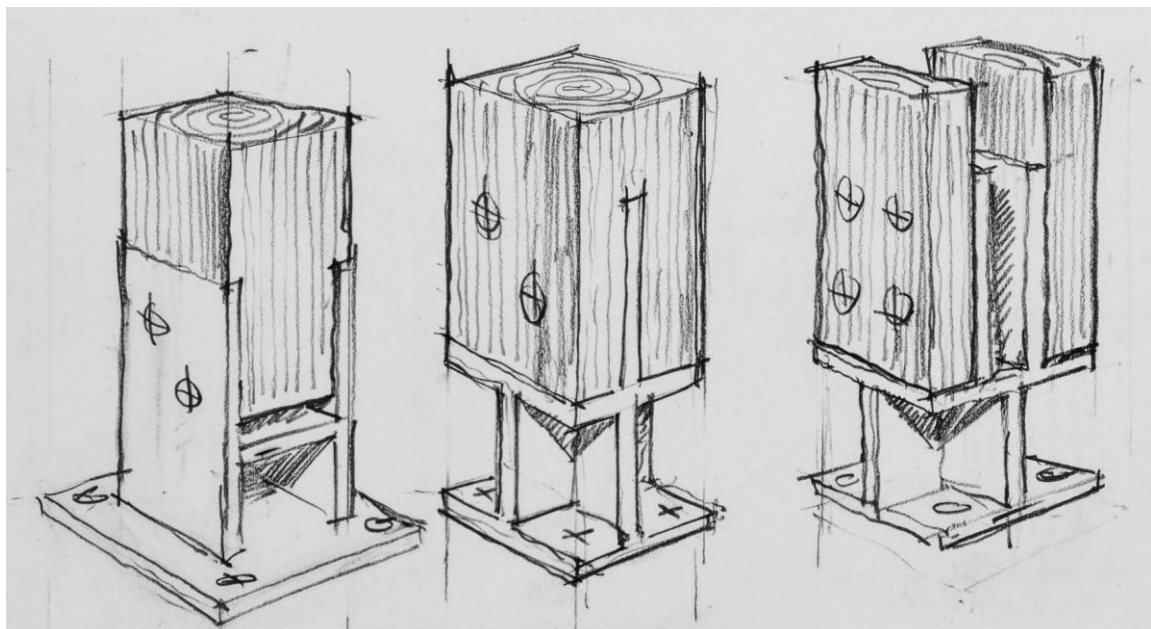
Σχέδιο 6.11

Τυπολογία και γεωμετρία κατά μήκος συνδέσεων φερόντων ξύλινων στοιχείων.



Εικόνα 6.33

Αρθρώσεις με δοκοθήκες, τυπικές δοκοθήκες ξύλινων δοκών και καρφοελάσματα.



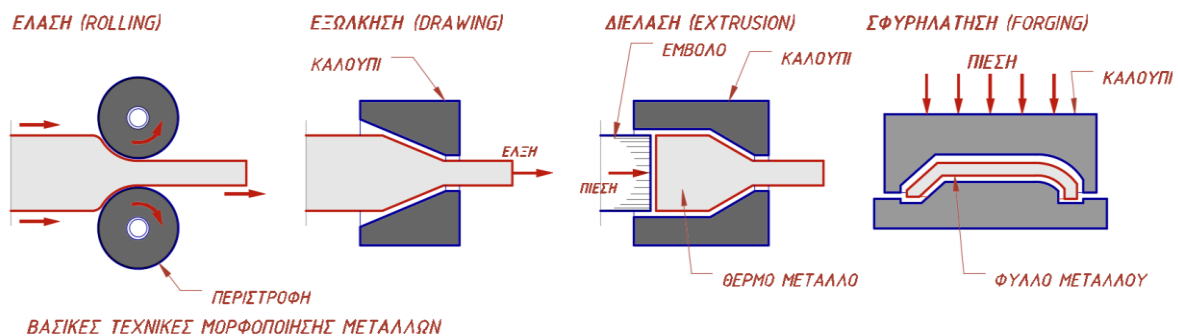
Εικόνα 6.34

Λεπτομέρεια θεμελίωσης ξύλινων υποστλωμάτων μέσω μεταλλικών δοκοθηκών που βιδώνονται σε θεμέλια οπλισμένου σκυροδέματος.

6.6. Μέταλλα

6.6.1. Μορφοποίηση μεταλλικών στοιχείων

Ακολούθως περιγράφονται οι πιο κοινές διαδικασίες μορφοποίησης των μεταλλικών στοιχείων. Πρέπει να σημειωθεί ότι ανάλογα με το μέγεθος και την κλίμακα του στοιχείου που επιθυμούμε να επεξεργαστούμε, υπάρχει μια τεράστια ποικιλία μεγεθών των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιήσουμε αντίστοιχα. Για μικρά αντικείμενα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μικρά φορητά εργαλεία χειρός ή ηλεκτρικά εργαλεία στο εργοτάξιο ή στο εργαστήριο, ενώ στο άλλο άκρο της κλίμακας μεγεθών, συναντάμε μηχανήματα που μπορεί να είναι κολοσσιαία, να ζυγίζουν δεκάδες τόνους και η επεξεργασία να πρέπει να γίνει σε ειδικούς εργοστασιακούς χώρους.



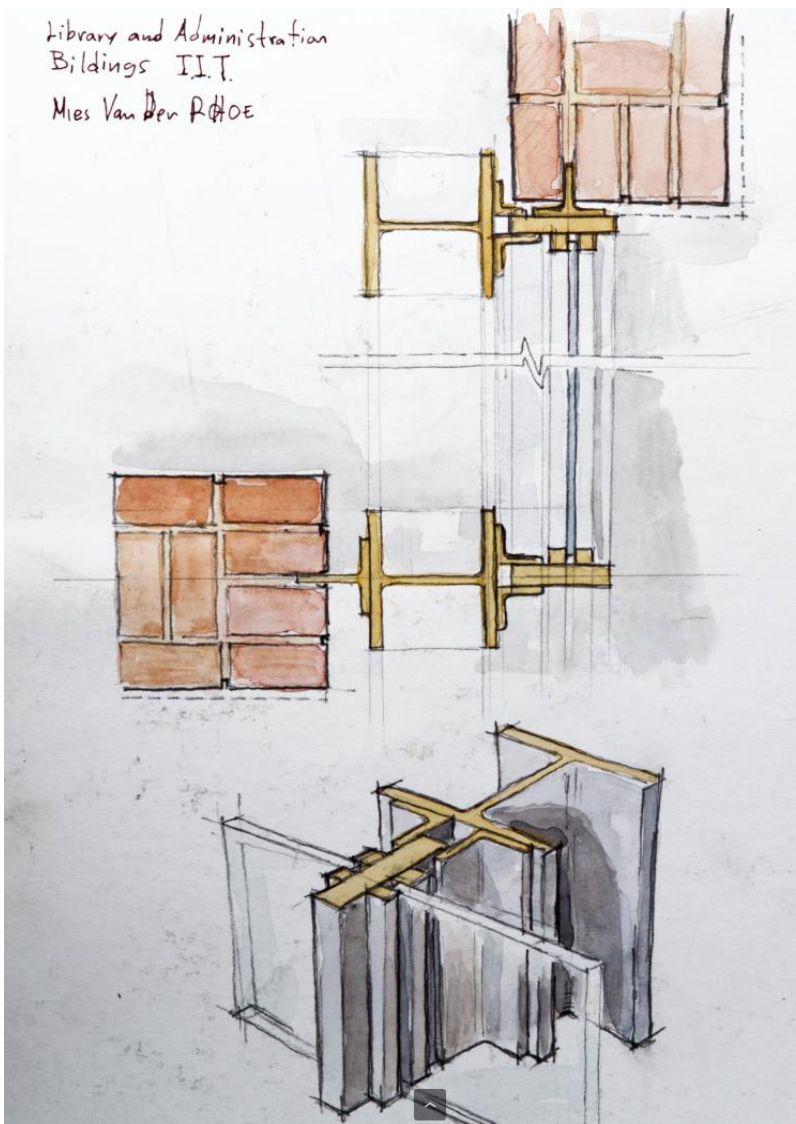
Σχέδιο 6.12 Διάγραμμα τύπων παραγωγής μεταλλικών στοιχείων.



Εικόνα 6.35 Τυπικές χαλύβδινες διατομές, προϊόντα κατεργασίας μετάλλου εν θερμώ. Η λάμα είναι προϊόν έλασης και οι ανοικτές χαλύβδινες διατομές (UNP και IPE) είναι προϊόντα διέλασης.

6.6.2. Χύτευση

Με τη χύτευση μπορούμε να κατασκευάζουμε οποιουδήποτε σχήματος μεταλλικά στοιχεία. Κατασκευάζουμε ένα πρωτότυπο αντικείμενο από υλικό που μπορούμε να επεξεργαστούμε εύκολα, όπως ξύλο και το χρησιμοποιούμε για να αποτυπώσουμε το αρνητικό του σχήμα από νωπό μείγμα άμμου και μπετονίτη μέσα σε διαιρούμενα καλούπια. Στη συνέχεια αφαιρούμε το θετικό καλούπι από την άμμο και χυτεύουμε το μέταλλο στην αποτυπωμένη αρνητικά κοιλότητα μέσα στην άμμο. Είναι βιομηχανική διαδικασία, εξαιρετικά πολύπλοκη και τεχνικά εξειδικευμένη που προσφέρει μεγάλη ακρίβεια και τα καλούπια μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλές φορές για να δώσουν πολλαπλά αντίγραφα.



Εικόνα 6.36

Σχέδιο απόδοσης λεπτομερειών υαλοπετασμάτων από χαλύβδινες διατομές στο κτίριο διοίκησης του ΙΙΤ, στο Ιλινόις.

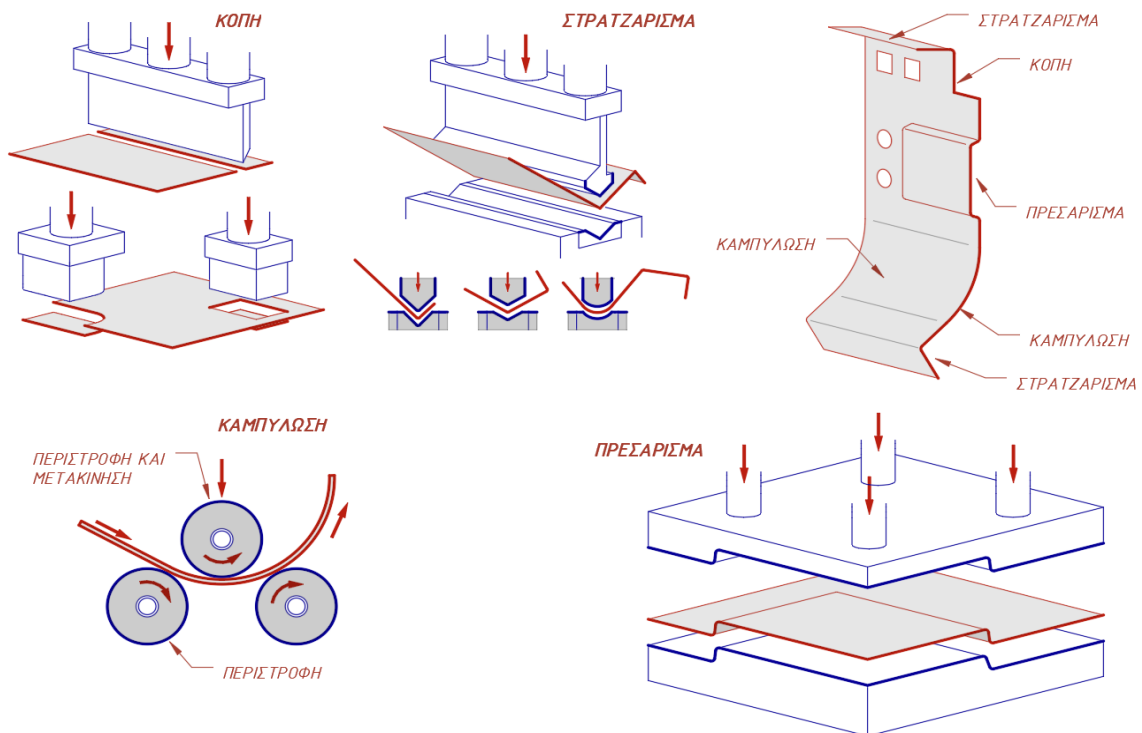
Σχεδιάστηκαν από τον Ludwig Mies van der Rohe.



Εικόνα 6.37

Χυτός μεταλλικός αρθρωτός κόμβος στο στεγασμένο αίθριο. Τα κοίλα γραμμικά στοιχεία του φορέα είναι ηλεκτροσυγκολλημένα με τον κόμβο.

Σχολή Τεχνών Art'ez, Άρνεμ, Ολλανδία.



ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΕΝ ΨΥΧΡΩ

Σχέδιο 6.13

Τεχνικές μορφοποίησης εν ψυχρώ φύλλων μετάλλου.

6.6.3. Κοπή

Όταν πρόκειται για λεπτά στοιχεία μικρού πάχους, η κοπή μετάλλων γίνεται χειρωνακτικά με διάφορους τρόπους, όπως με **σιδηροπρίονα**, με **ηλεκτρικούς τροχούς** και **δίσκους κοπής** στο εργαστήριο ή στο εργοτάξιο. Αντίθετα, για μεγάλα φύλλα λαμαρίνας, με πολύ μεγάλες διαστάσεις και πάχη έως 5 cm, χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα σε εργοστάσια.



Εικόνα 6.38

Κοπή μετάλλων με ηλεκτρικό σιδηροπρίονο. Η ρυθμιζόμενη βάση εξασφαλίζει την ακριβή κοπή σε διαφορετικές γωνίες.

Για την κοπή φύλλων λαμαρίνας χρησιμοποιούμε το «**ψαλίδι**», όπου τα φύλλα τοποθετούνται σε μια μεγάλη τράπεζα και στη συνέχεια μια ισχυρή μεγάλη λεπίδα κατεβαίνει και τα κόβει σε ευθύγραμμα τμήματα με τις επιθυμητές διαστάσεις.

Άλλες τεχνικές που χρησιμοποιούνται είναι η **υδροβολή**, τα **κοπτικά πλάσματος** και τα **κοπτικά λέιζερ**. Τα φύλλα λαμαρίνας τοποθετούνται επίσης σε ειδικές τράπεζες και μια κεφαλή που φέρει το κοπτικό κινείται σε δύο άξονες για να κόψει το φύλλο της λαμαρίνας σε σχήματα οποιουδήποτε περιγράμματος. Η οδήγηση αυτών των κοπτικών γίνεται ψηφιακά, που σημαίνει ότι μπορούμε να σχεδιάσουμε σε αρχείο CAD οποιοδήποτε σχήμα και στη συνέχεια να το δώσουμε για κοπή.



Εικόνα 6.39 Κοπή μετάλλων με τροχό.

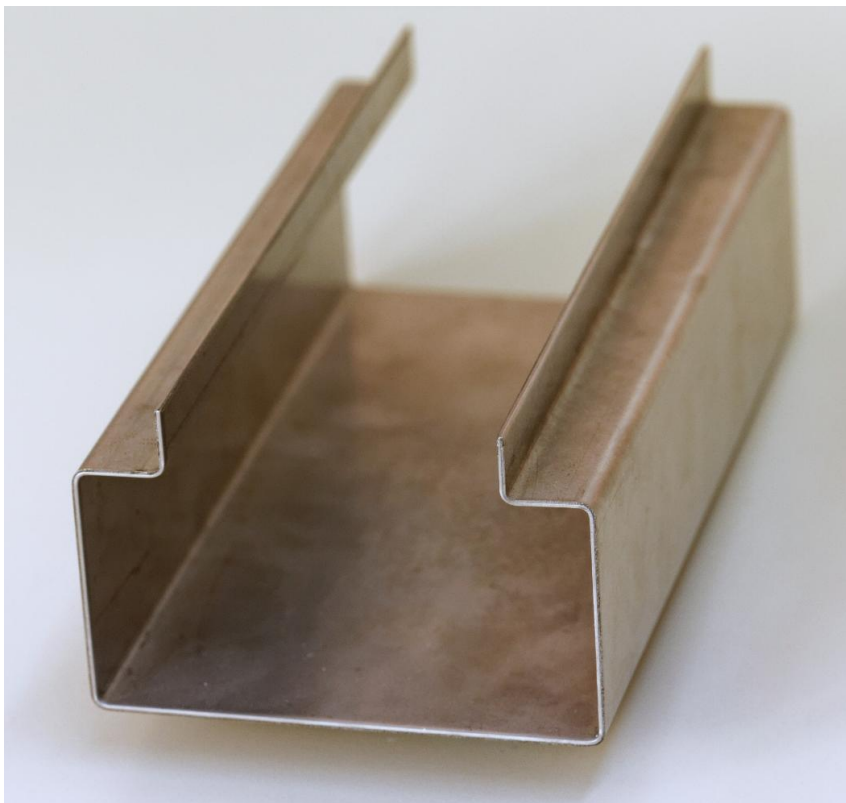
6.6.4. Στρατζάρισμα

Το στρατζάρισμα είναι κατ' ουσία η διαδικασία διπλώματος (τσακίσματος) ή καμπύλωσης μεταλλικών φύλλων για τη διαμόρφωση πτυχώσεων που τους δίνουν ένα τελικό τεθλασμένο σχήμα, για παράδειγμα υδρορροής, μορφής «U» ή για οποιοδήποτε άλλο σχήμα μορφής «Γ», «Z», «V» ή «Π».

Το στρατζάρισμα γίνεται με ειδικό μηχάνημα τη «στράτζα». Πρόκειται για μια μεγάλη επιμήκη τράπεζα, επάνω στην οποία τοποθετείται το μεταλλικό φύλλο που θέλουμε να διαμορφώσουμε, πάνω στην οποία κατεβαίνει ένας μεταλλικός υδραυλικός βραχίονας με μεγάλη πίεση (ανάλογης του πάχους της διατομής), που χτυπάει και πιέζει το φύλλο για να τσακίσει.

Ο βραχίονας και η τράπεζα έχουν κατάλληλες υποδοχές, όπου τοποθετούνται αντίστοιχα οδηγοί με σχέση αρσενικού-θηλυκού, ώστε με την απαιτούμενη πίεση που θα ασκηθεί, να μπορέσει να τσακίσει το φύλλο. Τα ζευγάρια αυτών των οδηγών είναι εναλλάξιμα και με διάφορα σχήματα.

Τα σημεία που διπλώνονται τα μέταλλα μπορούν να διαμορφωθούν σε ακμή με διαφορετικές κάθε φορά γωνίες ή σε καμπύλες με διαφορετικές ακτίνες.



Εικόνα 6.40 Μεταλλική κάσα πόρτας από στρατζαρισμένο φύλλο ανοξείδωτου χάλυβα πάχους 1,5 mm.

Μπορούμε με το στρατζάρισμα να δημιουργήσουμε ακόμα και σωλήνες κυκλικής ή πολυγωνικής διατομής, όπως στύλους ηλεκτροφωτισμού, υποστύλωματα κλπ. Γενικά μπορούμε να διπλώσουμε μεταλλικά φύλλα με **πάχος μέχρι 5 mm**, ενώ για μεγαλύτερα πάχη απαιτούνται πολύ ειδικά εργαστήρια. Τα ναυπηγεία διαθέτουν συνήθως τις μεγαλύτερου μεγέθους στράτζες. Σε πολλές περιπτώσεις απευθυνόμαστε σε αυτά για την κατασκευή ειδικών φορέων, όπως είναι τόξα για στάδια, γέφυρες κλπ.

6.6.5. Καμπύλωση

Η καμπύλωση μεταλλικών γραμμικών στοιχείων γίνεται με κατάλληλο μηχάνημα που ονομάζεται «κουρμπαδόρος». Πρόκειται για μια διάταξη από τρεις κύλινδρους, σε απόσταση μεταξύ τους. Οι δύο ακραίοι κύλινδροι είναι σταθερά και αμετάθετα στερεωμένοι σε μια βάση και μπορούν μόνο να περιστρέφονται, ενώ ο μεσαίος κύλινδρος μπορεί και μετακινείται και να αλλάζει τη θέση του κινούμενος κάθετα ως προς το επίπεδο των δύο άλλων κυλίνδρων.

Το μεταλλικό στοιχείο τοποθετείται έτσι ώστε οι δύο ακραίοι κύλινδροι να εφάπτονται στη μια επιφάνειά του, ενώ ο μεσαίος κύλινδρος εφάπτεται από την άλλη επιφάνεια του στοιχείου που θέλουμε να καμπυλώσουμε. Ο μεσαίος κύλινδρος αρχίζει να κινείται και να ασκεί σταδιακή πίεση από τη μια πλευρά του μετάλλου, έτσι ώστε αυτό να αρχίζει να παραμορφώνεται. Ταυτόχρονα οι κύλινδροι περιστρέφονται μετακινώντας το μεταλλικό στοιχείο, δηλαδή «κυλινδρίζοντάς» το, μέχρι αυτό να αποκτήσει ομοιόμορφη καμπύλη σε όλη του την έκταση.



Εικόνες 6.41, 6.42

Κουρμπαδόροι για την καμπύλωση μεταλλικών σωληνωτών διατομών.



Ο έλεγχος της πίεσης γίνεται είτε με το χέρι είτε με ψηφιακά ελεγχόμενο τρόπο που λαμβάνει υπόψη το είδος του μετάλλου, το πάχος της διατομής και την ακτίνα της καμπύλης. Με αυτό τον τρόπο καμπυλώνουμε κοίλες διατομές ή ακόμα και μεταλλικές διατομές, όπως διπλά ταυ, για να παράγουμε καμπύλες δοκούς. Ας σημειωθεί ότι η ελάχιστη ακτίνα κατά την οποία μπορούμε να καμπυλώσουμε ένα στοιχείο έχει άμεση σχέση με το μέγεθος και το πάχος της διατομής.

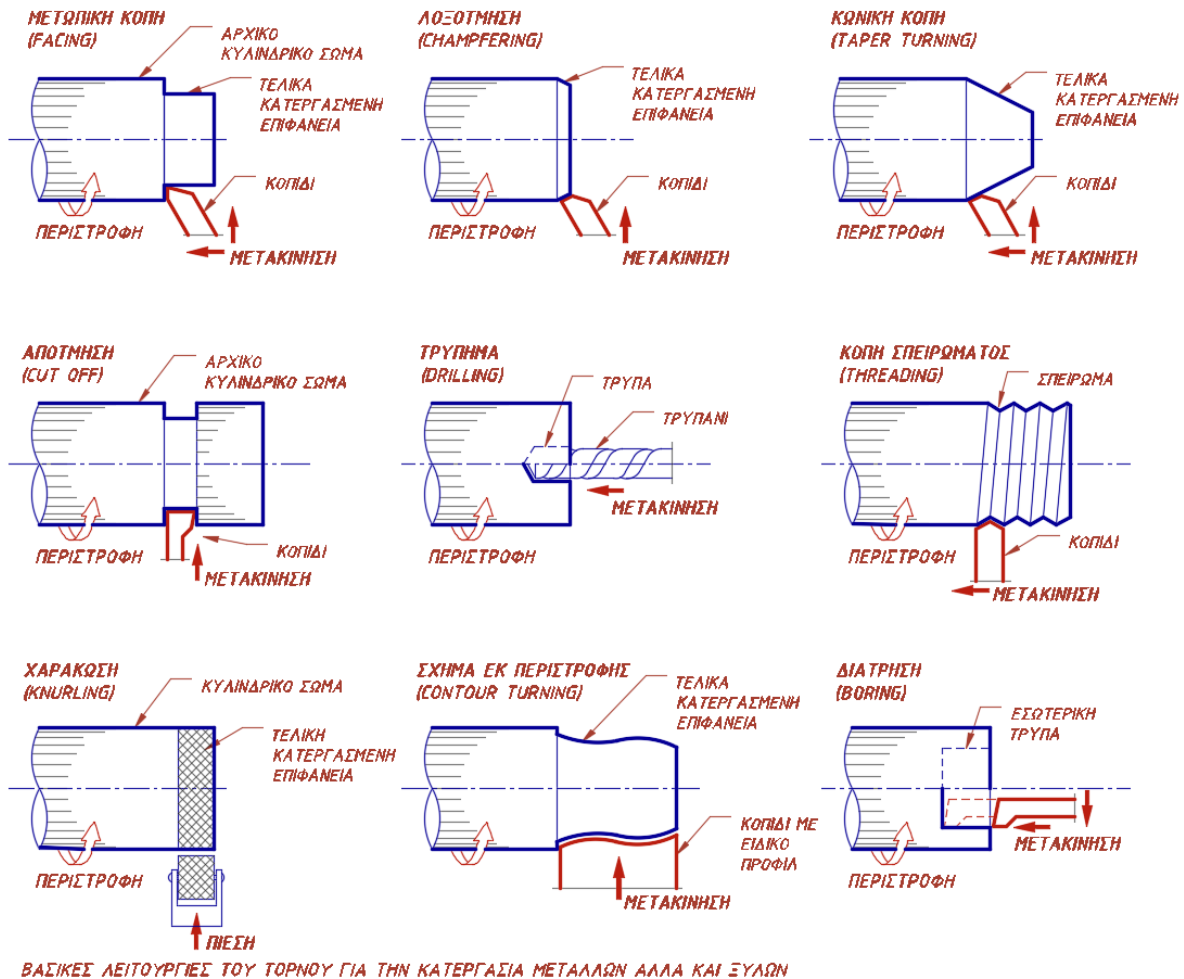
6.6.6. Πρεσάρισμα

Για να μορφοποιήσουμε ένα επίπεδο φύλλο λαμαρίνας σε οποιοδήποτε επιθυμητό καμπύλο κοιλόκυρτο ελεύθερο σχήμα χρησιμοποιούμε πίεση μέσα σε ειδικά καλούπια.

Η **πρέσα** είναι μια μεγάλη τράπεζα με μια υπερκείμενη επιφάνεια που ανεβοκατεβαίνει υδραυλικά. Σε ειδικές υποδοχές τοποθετούνται καλούπια με σχέση θετικού-αρνητικού. Το φύλλο λαμαρίνας τοποθετείται στην πρέσα και στη συνέχεια η επάνω επιφάνεια κατεβαίνει με μεγάλη πίεση, το φύλλο συμπιέζεται και παίρνει το κατάλληλο κοίλο σχήμα που έχει το καλούπι. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται μορφή σε μια σειρά από βιομηχανικά προϊόντα, όπως μεταλλικοί νεροχύτες ή λαμαρίνες αυτοκινήτων. Στην κατασκευαστική βιομηχανία μπορούμε για παράδειγμα με αυτόν τον τρόπο να διαμορφώσουμε φύλλα και πανέλα επικάλυψης όψεων.

6.6.7. Τόρνος

Ο τόρνος είναι το βασικότερο μηχανουργικό εργαλείο μορφοποίησης μετάλλων, ανακαλύφθηκε το 1751 από τον Jacques de Vaucanson και θεωρείται η εφεύρεση που απογείωσε τη βιομηχανική παραγωγή, επιτρέποντας την κατασκευή όλων των εξαρτημάτων μηχανών που γνωρίζουμε.



Σχέδιο 6.14

Κατεργασία κυρίως μετάλλων σε μηχανουργικό τόρνο.

Το προς επεξεργασία μέταλλο τοποθετείται σε έναν άξονα που περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα. Στη συνέχεια, μια κοπτική ακίδα κινείται με ακρίβεια πάνω σε έναν οδηγό και το σκαλίζει. Η ακρίβεια επεξεργασίας είναι πολύ υψηλή και μπορεί εύκολα να αγγίξει το εκατοστό του χιλιοστού (0,01 mm). Πρόκειται δηλαδή για το σκάλισμα των μεταλλικών στοιχείων ώστε να παραχθούν επιθυμητές μορφές. Οι επεξεργασίες που μπορεί να δεχτεί το μέταλλο στον τόρνο είναι η δημιουργία κυλινδρικής διατομής επιθυμητής διαμέτρου, το κόψιμό του σε επιθυμητό μήκος, η διάνοιξη τρύπας στο εσωτερικό του, η δημιουργία εσωτερικών και εξωτερικών σπειρωμάτων, η λείανση της επιφάνειάς του. Με τον τόρνο κατασκευάζουμε εξειδικευμένα εξαρτήματα για απόλυτα ειδικές λεπτομέρειες που έχουμε σχεδιάσει.



Εικόνες 6.43, 6.44, 6.45 Άποψη μηχανουργικού τόρνου, στις δύο πρώτες εικόνες το κυλινδρικό μεταλλικό στοιχείο υπόκειται σε μετωπική κοπή στην επιθυμητή διάμετρο. Στην τρίτη εικόνα το σταθερό τρυπάνι μετακινείται και ανοίγει τρύπα στο περιστρεφόμενο μέταλλο.

6.6.8. Συνδέσεις μετάλλων

6.6.9. Ηλώσεις

Η ήλωση (ή το **κάρφωμα** των μετάλλων) υπήρξε η μοναδική μέθοδος σύνδεσης διατομών μέχρι τα μέσα του 20ού αιώνα, ενώ η ηλεκτροσυγκόλληση εμφανίστηκε μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Η τεχνική απαντάται σε σιδεριές από μορφοσίδηρο, των οποίων οι συνδέσεις γίνονταν (και γίνονται) αποκλειστικά με ηλώσεις, επειδή αυτό το μέταλλο δεν μπορεί να ηλεκτροσυγκολληθεί εξαιτίας της ποσότητας άνθρακα που περιέχει. Με ηλώσεις γίνονταν οι συνδέσεις σε όλα τα μεγάλα μεταλλικά κτίρια από την αρχή της Βιομηχανικής Επανάστασης μέχρι τα μέσα του 20ού αιώνα. Τέτοιες κατασκευές είναι τα γιγάντια τριαρθρωτά τόξα σιδηροδρομικών σταθμών, ακόμη και οι πρώτοι ουρανοξύστες.



Εικόνα 6.46

Λεπτομέρεια αρθρωτής απόληξης μεταλλικού τόξου στον σταθμό ΗΣΑΠ Πειραιά.

Το τόξο αποτελεί τυπική κατασκευή μεταλλικού φορέα του προηγούμενου αιώνα και είναι διαμορφωμένο από απλές χαλύβδινες λάμες συνδεδεμένες μεταξύ τους με ήλους. Η έδραση του τόξου γίνεται επάνω σε βάση από μάρμαρο.

Αρχιτέκτονας Ιωάννης Αξελός, στατικός Μιλτιάδης Αξελός, Πειραιάς, 1929.

Για την ήλωση ανοίγονται διαμπερείς οπές μεταξύ των δύο μετάλλων που πρόκειται να ενωθούν. Στη συνέχεια, ένας τεχνίτης από τη μια πλευρά, περνάει ένα πυρωμένο μεταλλικό καρφί με ημισφαιρικό κεφάλι, ενώ ένας άλλος τεχνίτης, από την άλλη πλευρά, το χτυπάει ώστε να διαμορφωθεί ένα δεύτερο ημισφαιρικό κεφάλι. Στη συνέχεια ο ήλος κρυώνει, οπότε συστέλλεται και σφίγγει μεταξύ τους τις δυο διατομές.

6.6.10. Πριτσίνια

Τα πριτσίνια είναι ένα είδος καρφιών που χρησιμοποιούνται σε επενδύσεις για τη στερέωση λεπτών φύλλων λαμαρίνας πάνω στον σκελετό που τις συγκρατεί. Εφαρμόζονται με ειδικό καρφωτικό μηχάνημα χειρός, τον «**πριτσινάδο**».

Τα πριτσίνια είναι από μαλακό μέταλλο και έχουν στη μια άκρη τους οβάλ κεφάλι.

Τοποθετούνται σε προανοιγμένες τρύπες και με το ειδικό μηχάνημα δημιουργείται ένα δεύτερο κεφάλι στο άλλο (το μη εμφανές) άκρο τους που συγκρατεί τα φύλλα.



Εικόνα 6.47 Σύνδεση φύλλων λαμαρίνας με πριτσίνια.

Για να αφαιρέσουμε τους ήλους και τα πριτσίνια πρέπει να τα καταστρέψουμε με κάποιο πρόσφορο εργαλείο, συνήθως με σφυρί και καλέμι, κόβοντας το κεφάλι τους.

6.6.11. Βίδωμα

Το βίδωμα είναι ο πιο γρήγορος και εύκολος τρόπος σύνδεσης μεταλλικών στοιχείων. Απαιτείται η διάνοιξη τρύπας στα μέταλλα και, με το πέρασμα βίδας μέσα από αυτήν, αυτά συνδέονται σταθερά μεταξύ τους.



Σχέδιο 6.15 Τυπολόγιο από βίδες, στριφώνια και μπουλόνια για μέταλλα ή ξύλα με κεφαλές διαφόρων τύπων.



Εικόνες 6.48, 6.49 Σύνδεση μεταλλικού υποστυλώματος και δοκού με μπουλόνια και έδραση υποστυλώματος σε θεμελίωση με πεδιλοδοκούς. Οι σπές είναι προανοιγμένες στο εργοστάσιο.

6.6.12. Οι κοχλιώσεις

Στις μεταλλικές κατασκευές η χρήση κοχλιών είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος σύνδεσης διατομών μεταξύ τους. Χρησιμοποιούνται μπουλόνια με εξαγωνικό κεφάλι που μπαίνουν περαστά σε προανοιγμένες σπές αντίστοιχης διαμέτρου και σφίγγουν τα δύο μέταλλα μεταξύ τους με το αντίστοιχο εξαγωνικό παξιμάδι. Σε κάθε σύνδεση, η διάμετρος, ο αριθμός, οι αποστάσεις μεταξύ των κοχλιών, αλλά και η δύναμη (ροπή) σύσφιξης αποτελούν αντικείμενα στατικού υπολογισμού. Όλα τα φέροντα μεταλλικά δομικά στοιχεία σε μια κατασκευή έρχονται από το εργοστάσιο στο προδιαμορφωμένο σχήμα τους και με τις τρύπες προανοιγμένες στα ακριβή σημεία συνδέσεων. Στη συνέχεια ανασηκώνονται με γερανό στην τελική τους θέση και συνδέονται με άλλα δομικά μέλη με κοχλίες (μπουλόνια). Είναι η πιο ασφαλής και γρήγορη χρονικά διαδικασία κατασκευής. Ουσιαστικά πρόκειται για συναρμολόγηση που απαιτεί πολύ λιγότερο χρόνο ολοκλήρωσης από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο.

Η τεχνική αυτή επίσης ευνοεί την αποσυναρμολόγηση και αντικατάσταση μελών αν απαιτηθεί. Πρέπει να σημειωθεί ότι σε μεγάλα φέροντα δομικά μέλη δεν είναι εύκολη η διάνοξη σπών στο εργοτάξιο. Ολόκληρη η διαδικασία τρυπήματος πρέπει να έχει ολοκληρωθεί στο εργοστάσιο. Εάν απαιτηθεί να ανοιχτούν τρύπες στο εργοτάξιο, τότε χρησιμοποιούνται ειδικά τρυπάνια με μαγνητική βάση και η διαδικασία είναι πολύ αργή.






















Εικόνα 6.50

Λεπτομέρεια σύνδεσης δοκών πατώματος με μπουλόνια. Το ζεύγος ελασμάτων σύνδεσης των δοκών έχει οβάλ τρύπες που επιτρέπουν την ανοχή διαστάσεων των μελών και επίσης δίνουν τη δυνατότητα για μικροκινήσεις.

6.6.13. Μεταλλόβιδες, λαμαρινόβιδες

Ανάλογα με το είδος των μετάλλων που θέλουμε να βιδώσουμε, χρησιμοποιούμε δύο είδη από βίδες. Η **μεταλλόβίδα** έχει **κυλινδρικό σώμα και σπείρωμα** και χρησιμοποιείται για στερέωση μετάλλων που έχουν αρκετό **πάχος**, συνήθως μεγαλύτερο από **3 mm**, ώστε να μπορεί να ανοιχτεί τρύπα ανάλογης διαμέτρου με τη βίδα και να έχει εσωτερικό σπείρωμα. Αντίθετα επειδή οι λαμαρίνες έχουν μικρό πάχος, δεν μπορεί να δημιουργηθεί σπείρωμα στις τρύπες που ανοίγονται. Η τεχνική είναι να χρησιμοποιηθούν **λαμαρινόβιδες** που έχουν **σπείρωμα σε κωνικό σώμα**. Για να βιδώσουμε μεταλλικά στοιχεία στο εργοτάξιο, πολλές φορές χρησιμοποιούμε ειδικές **αυτοδιάτρητες βίδες** με διαμορφωμένη τη μια άκρη τους σε τρυπάνι. Αυτές, καθώς τοποθετούνται με ηλεκτρικό κατσαβίδι, ανοίγουν την τρύπα και ταυτόχρονα δημιουργούν σπείρωμα στα μέταλλα ώστε να στερεωθούν. Είναι πολύ χρήσιμη τεχνική, γιατί η δημιουργία σπειρώματος στα μέταλλα απαιτεί ειδικά εργαλεία, όπως είναι οι **κολαούζοι (σπειροτόμοι)** και οι **φιλιέρες** και είναι αρκετά χρονοβόρα διαδικασία.

Σημαντικό στοιχείο στο οποίο πρέπει να δοθεί προσοχή είναι το κεφάλι της βίδας, που παίρνει πολλά διαφορετικά σχήματα και αποτελεί συχνό αντικείμενο έρευνας προκειμένου να δοθεί το επιθυμητό οπτικό αποτέλεσμα στις συνδέσεις. Τα κεφάλια από τις βίδες μπορεί να είναι επίπεδα ή καμπύλα, κυλινδρικά ή πολυγωνικά. Μπορεί να εξέχουν ή να βυθίζονται στο σώμα του μετάλλου και να δέχονται διαφορετικά εργαλεία βιδώματος. Επίσης, τα υλικά κατασκευής τους παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία, από απλές γαλβανισμένες, ανοξειδωτες μπρούντζινες κλπ.

Πίνακας 6.5: Τύποι από βίδες.			
Τύποι από βίδες		Σχήματα κεφαλής	
	Τετράγωνη (<i>Square</i>)		Φρεζάτη (<i>Flat</i>)
	Ίσια (<i>Slotted</i>)		Οβάλ ή Φακή (<i>Oval</i>)
	Σταυρού (<i>Phillips</i>)		Τραπεζοειδές ή Ψωμάκι (<i>Pan</i>)
	Τορξ (<i>Torx Star</i>)		Τρας (<i>Truss</i>)
	Άλλεν (<i>Hex Socket</i>)		Εξάγωνο (<i>Hex</i>)
	Πόζιντραϊβ (<i>Pozidrive</i>) Νοβοπανόβιδες		Εξάγωνο Φλαντζωτό (<i>Hex Washer</i>)
	Εξάγωνη (<i>Hexagon</i>)		Ημιστρόγγυλο (<i>Button</i>)
	Διπλού Τετραγώνου (<i>Double Square</i>)		Ημισφαίριο (<i>Round</i>)
	Σταυρού (<i>Frearson</i>)		Κυλινδρικό (<i>Socket Cap</i>)
	Μονής κατεύθυνσης (<i>One Way</i>) ασφαλείας. Δεν μπορούν να αφαιρεθούν.		Χωρίς κεφάλι

<https://www.zaf.gr/blog/typoi-vidwn>

6.6.14. Ηλεκτροσυγκόλληση

Η ηλεκτροσυγκόλληση είναι η πιο κοινή μέθοδος σύνδεσης δύο μεταλλικών στοιχείων και γίνεται με την εφαρμογή πολύ υψηλής θερμοκρασίας.

Ένα ηλεκτρόδιο με το υλικό κόλλησης έρχεται σε επαφή με τα μέταλλα, δημιουργείται βολταϊκό τόξο, αυτά λιώνουν και γίνονται ένα συνεχές σώμα.

Η «ραφή» σε φέροντα στοιχεία απαιτεί υπολογισμό στατικής αντοχής που αφορά τη θερμοκρασία, την ποσότητα της συγκόλλησης, την επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με καθένα από τα δύο μέταλλα και το μήκος της ραφής.

Για να εφαρμοσθεί απαιτεί εμπειρία και δεξιότητα από τον τεχνίτη και ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος.



Εικόνα 6.51, 6.52

Λεπτομέρεια ηλεκτροσυγκόλλησης MIG. Διακρίνεται το στέλεχος με το ηλεκτρόδιο που εξέρχει και η φιάλη αργόν που τροφοδοτεί με αέριο το σημείο της συγκόλλησης. Μάθημα ηλεκτροσυγκόλλησης MIG κατά τη διάρκεια του φοιτητικού εργαστηρίου «School of Commons» στο πλαίσιο του Erasmus+. Saint-Laurent-en-Royans, Σεπτέμβριος 22.

Ανάλογα με το είδος των μετάλλων και τις συνδέσεις που θέλουμε να κάνουμε, υπάρχουν οι εξής κατηγορίες ηλεκτροσυγκόλλησης:

Ηλεκτροσυγκόλληση με ηλεκτρόδια. Δημιουργείται βολταϊκό τόξο μεταξύ ηλεκτροδίου και των μετάλλων, αναπτύσσεται υψηλή θερμοκρασία και το υλικό από το ηλεκτρόδιο λειώνει και γεμίζει το κενό ανάμεσα στα τα δύο μέταλλα με το υλικό συγκόλλησης. Είναι η παλαιότερη και πιο διαδεδομένη τεχνική που κυριαρχεί στην κατασκευή για συγκολλήσεις **χαλύβδινων** στοιχείων. Έχει χαμηλό κόστος και επίσης επιτρέπει να κάνουμε συγκολλήσεις μετάλλων και στο εργοτάξιο.

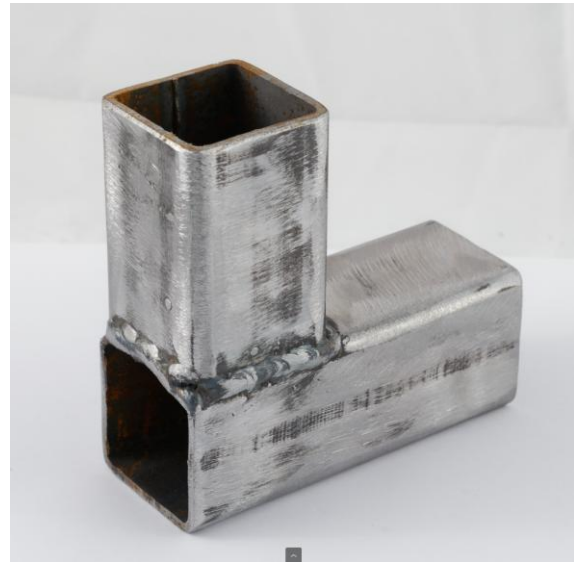
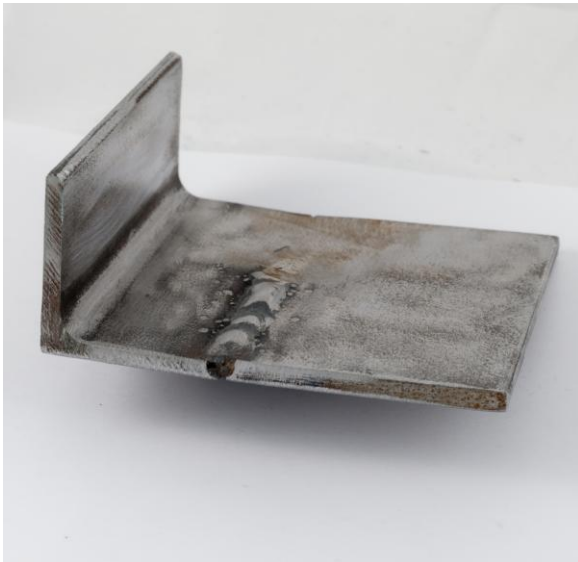
MIG (Metal Inert GAS). Είναι η ίδια τεχνική κόλλησης με βολταϊκό τόξο, που όμως χρησιμοποιεί ένα συνεχώς τροφοδοτούμενο ηλεκτρόδιο. Αυτό θερμαίνει τα μέταλλα μέχρι του σημείου τήξης τους ώστε να ενωθούν. Ταυτόχρονα, στην περιοχή της συγκόλλησης εκχύνεται ένα νέφος αδρανούς αερίου (αργόν ή ήλιο), που δημιουργεί ένα περιβάλλον προστασίας της κόλλησης από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενώσει μεταξύ τους **λεπτά κομμάτια μέταλλο**, καθώς επίσης και μη σιδηρούχα μέταλλα, όπως το **αλουμίνιο**.

TIG (Tungsten Inert Gas). Είναι πιο απαιτητική τεχνικά διαδικασία συγκόλλησης, κατά την οποία χρησιμοποιείται ένα μη αναλώσιμο ηλεκτρόδιο βολφραμίου, ενώ ταυτόχρονα ένα σύρμα πλήρωσης οδηγείται με το χέρι στη ραφή που γεμίζει το κενό και συγκολλά τα μέταλλα. Η περιοχή συγκόλλησης και το ηλεκτρόδιο προστατεύονται από οξειδωση ή άλλη ατμοσφαιρική μόλυνση με ένα νέφος από αδρανές αέριο (αργόν ή ήλιο). Με αυτήν μπορούμε να κολλήσουμε πιο **λεπτά μέταλλα** και χρησιμοποιείται επίσης για τη συγκόλληση **λεπτών στοιχείων ανοξείδωτου χάλυβα** και άλλων μη σιδηρούχων μετάλλων, όπως **αλουμίνιο, μαγνήσιο, τιτάνιο, νικέλιο** και **κραμάτων χαλκού**.

Είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι οι ηλεκτροσυγκολλήσεις **σε κρίσιμα φέροντα στοιχεία**, πρέπει να επιδιώκεται να γίνονται στο **εργοστάσιο** ή στο **εργαστήριο**. Αντίθετα, στο εργοτάξιο κάνουμε τις συνδέσεις με κοχλιώσεις. Ο λόγος είναι ότι το περιβάλλον του **εργαστηρίου** είναι ελεγχόμενο και εκεί η ηλεκτροσυγκόλληση μπορεί να γίνει με την απαιτούμενη προσοχή.

Συγκεκριμένα, κρίσιμα φέροντα δομικά στοιχεία **δεν τα ηλεκτροσυγκολλούμε ποτέ στο εργοτάξιο** και για τη σύνδεση των διατομών τους χρησιμοποιούμε μπουλόνια. Όταν στο εργοτάξιο απαιτείται χρήση ηλεκτροσυγκόλλησης σε φέροντα στοιχεία, αυτή πρέπει να γίνεται μόνο κάτω από ειδικές συνθήκες. Η διαδικασία απαιτεί προσοχή και ειδικές κατασκευές με κλωβούς, ώστε να δημιουργούνται ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος (κυρίως προφύλαξη από τον αέρα). Τέλος, οι συγκολλήσεις εκτελούνται μόνο από ειδικά συνεργεία με την απαιτούμενη εμπειρία. Πολύ συχνά, απαιτείται έλεγχος της ποιότητας της ραφής με ειδικές «ακτινογραφίες».

Τα πιο συνηθισμένα **προβλήματα ποιότητας** είναι ο **ψεκασμός της κόλλησης**, η ύπαρξη **πόρων** μέσα στη ραφή, η κακή σύντηξη των μετάλλων, η **ρηγή διείδυση** υλικού συγκόλλησης και φυσικά η παραμόρφωση των μετάλλων από τη θερμότητα. Στις κρίσιμες κολλήσεις πρέπει να **ελέγχεται η ποιότητα** των ραφών με ειδικές διαγνωστικές μη καταστροφικές τεχνικές (ουσιαστικά γίνονται ακτινογραφίες στις ραφές). Σε περίπτωση που παρατηρηθούν ατέλειες ή αστοχία στη δομή τους, οι ραφές κόβονται και επαναλαμβάνεται η διαδικασία συγκόλλησης από την αρχή.



Εικόνες 6.53, 6.54 Συνεχής ραφή ηλεκτροσυγκόλλησης με μετάλλων. Στη δεύτερη φωτογραφία φαίνεται η κατά ορθή γωνία συγκόλληση τετραγωνικών διατομών RHS με συνεχή περιμετρική ραφή. Οι τετράγωνες διατομές είναι ψυχρής έλασης με τη χαρακτηριστική κατά μήκος ραφή στο σώμα.



Εικόνα 6.55 Σημειακό ποντάρισμα στην περίπτωση που έχουμε να ηλεκτροσυγκολλήσουμε λεπτά φύλλα λαμαρίνας με πάχος μικρότερο από 3 mm.

Ένα σημαντικό στοιχείο στην αρχιτεκτονική είναι η τελική εικόνα των ηλεκτροσυγκολλήσεων που δίνουν οι ραφές. Αυτές είναι δύο ειδών:

α. Η Συνεχής Ραφή. Για να γίνει «συνεχής ραφή» σε δύο μεταλλικές διατομές, αυτές πρέπει να έχουν **πάχος τουλάχιστον 3 mm** ώστε να μπορέσουν να ανταποκριθούν τα μέταλλα στις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την ηλεκτροσυγκόλληση, αλλιώς υπάρχει κίνδυνος αυτές να καταστραφούν λόγω τήξης στην περιοχή της σύνδεσής τους. Η συνεχής ραφή είναι εξαιρετικά ισχυρή και, με κατάλληλη λοξότμητη διαμόρφωση των ακμών των μετάλλων, δημιουργείται επαρκής χώρος στην επαφή των διατομών, ώστε το διαμορφωμένο κενό να γεμίζει με υλικό κόλλησης. Στη συνέχεια, τέτοιες συγκολλήσεις μπορεί να τριφτούν με «σβουράκι» και η επιφάνεια της ένωσης να **λειανθεί** επαρκώς ώστε να δώσει μια ομοιόμορφη λεία τελική επιφάνεια.

β. Το Ποντάρισμα. Χρησιμοποιείται συνήθως όταν οι μεταλλικές διατομές δεν έχουν αρκετό πάχος, όπως για παράδειγμα κατά την κόλληση ενός λεπτού φύλλου λαμαρίνας σε μια μεταλλική διατομή. Τότε χρησιμοποιούμε την τεχνική του «πονταρίσματος». Σε αυτή γίνονται μικρές σημειακές κολλήσεις σε τακτά διαστήματα. Αυτό συμβαίνει γιατί οι υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στα μέταλλα κατά την ηλεκτροσυγκόλληση καταστρέφουν και κυριολεκτικά εξαυλώνουν τα λεπτά μέταλλα. Αυτή η τεχνική έχει επίδραση στην τελική εικόνα της κατασκευής.

Τα σημεία ηλεκτροσυγκόλλησης απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή και επιμελή **προστασία από τη διάβρωση**, ειδικά σε πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία δομικών κατασκευών που πρόκειται να συγκολληθούν και είναι εκτεθειμένα στο εξωτερικό περιβάλλον συνήθως προτιμώνται οι **ανοικτές διατομές** από τις κοίλες, γιατί στις κοίλες διατομές δεν είναι ορατό το εσωτερικό τους και τα σημεία των ραφών μπορεί να σκουριάσουν και να υπάρξει αστοχία στην ένωση.



Εικόνες 6.56 Βαθμιδοφόρος σκάλας από κομμένες διατομές UNP και ηλεκτροσυγκολλημένες με συνεχή ραφή.

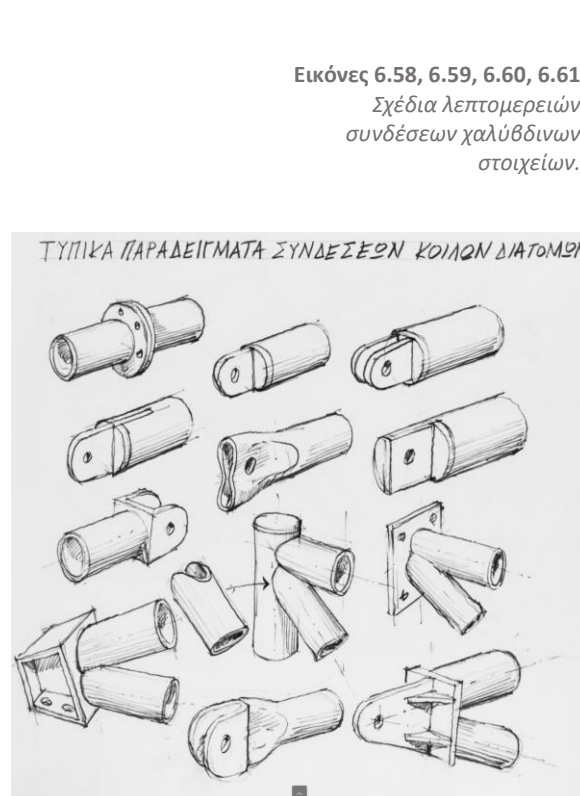
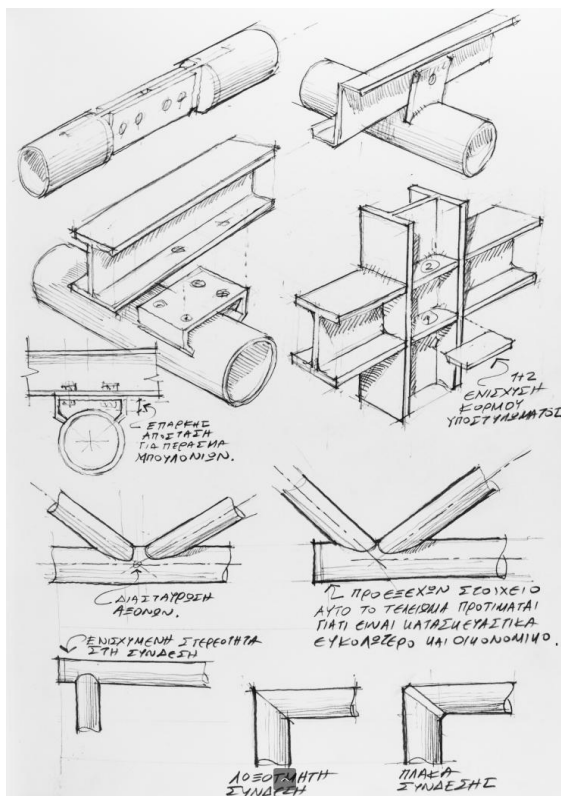
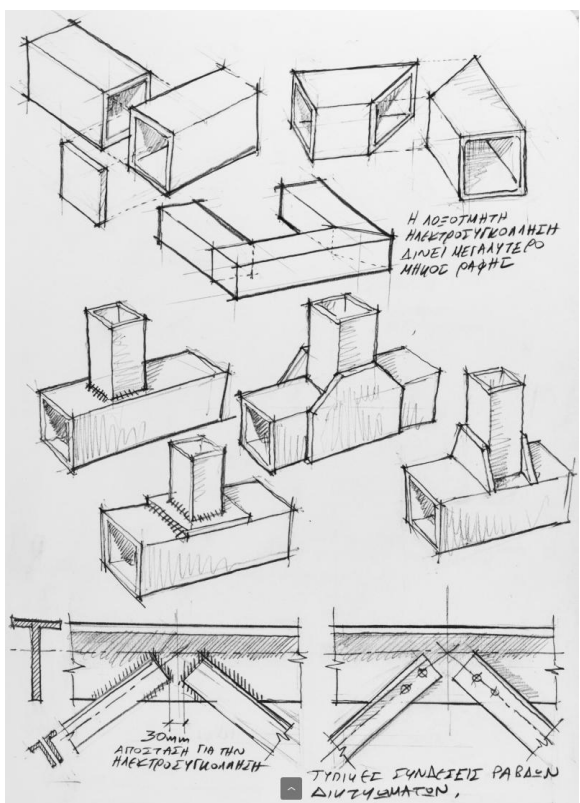
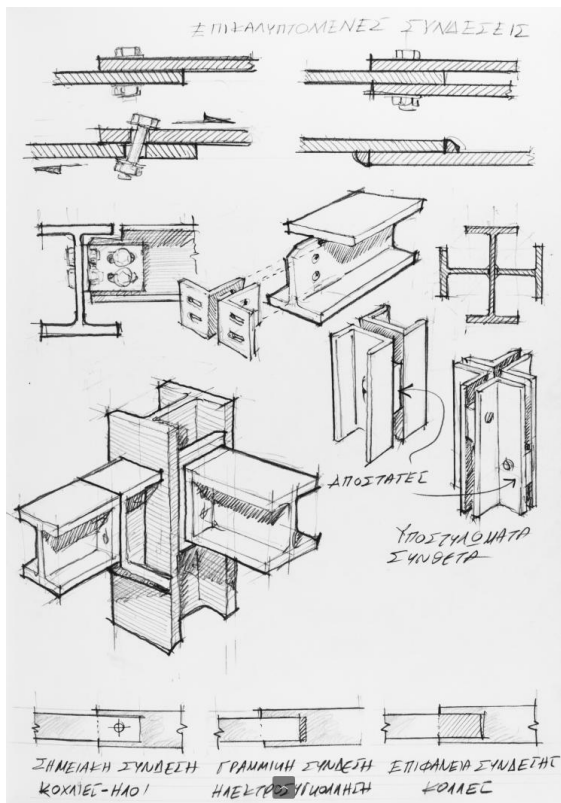
Επειδή αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες κατά την ηλεκτροσυγκόλληση, το προστατευτικό στρώμα των γαλβανισμένων μετάλλων καταστρέφεται. Όταν συγκολλούμε **γαλβανισμένα** στοιχεία, φροντίζουμε να αποκαταστήσουμε την περιοχή στο σημείο της ραφής, ψεκάζοντάς την με ειδικό σπρέι γαλβανίσματος. Η τεχνική αυτή είναι ατελής αλλά αναγκαστική και δεν έχει την ίδια αντοχή με το θερμό γαλβάνισμα. Για την παραγωγή σωστού αποτελέσματος, ολοκληρώνουμε τη συγκόλληση των μελών στο εργοστάσιο και στη συνέχεια για προστασία γαλβανίζουμε ολόκληρο το στοιχείο με θερμό γαλβάνισμα.

6.6.15. Δίπλωμα

Ένας τελευταίος ειδικός τρόπος σύνδεσης λεπτών μεταλλικών φύλλων είναι το δίπλωμα. Τα επίπεδα φύλλα έχουν μεγάλες διαστάσεις και χρησιμοποιούνται κυρίως σε επικαλύψεις στεγών και όψεων. Τα συνηθισμένα υλικά είναι ο **χαλκός**, ο **τιτανιούχος ψευδάργυρος**, ο **τσίγκος** και τα **γαλβανισμένα χαλυβδόφυλλα**. Όλα αυτά τα φύλλα έχουν μικρό **πάχος** περίπου **0,7 mm** και δεν μπορούν να συγκολληθούν ούτε όμως και να καρφωθούν, γιατί από τις τρύπες θα περνάει νερό. Η τεχνική που χρησιμοποιείται είναι να τσακίζονται στις άκρες τους και στη συνέχεια να αναδιπλώνονται με ειδικά φορητά μηχανήματα. Ανάμεσα στις αναδιπλώσεις τοποθετούνται ειδικής μορφής ελάσματα που είναι καρφωμένα στο υπόστρωμα και συγκρατούν ολόκληρη την επικάλυψη σταθερά αγκυρωμένη σε αυτό. Ειδικές αναδιπλώσεις στο περίγραμμα της επιφάνειας ολοκληρώνουν τα άκρα με ειδικές γλυφές για νεροσταλάκτες. Για τη στερέωση της επικάλυψης απαιτείται προσοχή στη διάβρωση διαφορετικών μετάλλων από τα ελάσματα και τα καρφιά με τα οποία έρχονται σε επαφή (βλ. Πίνακα 7.58, Το διμεταλλικό φαινόμενο). Απαιτείται να διαχωρίζονται συνήθως με πλαστικά παρεμβύσματα που δεν τα αφήνουν να έλθουν σε επαφή.



Εικόνα 6.57 Περίπτερο βιβλιοπωλείου στον χώρο της Μπιενάλε Αρχιτεκτονικής της Βενετίας. Στέγη του κτιρίου επικαλυμμένη με δίπλωμα μεταλλικά φύλλα χαλκού. Αρχιτέκτονες James Stirling και Michael Wilford, Βενετία 1991.



Εικόνες 6.58, 6.59, 6.60, 6.61
 Σχέδια λεπτομερειών
 συνδέσεων χαλύβδινων
 στοιχείων.

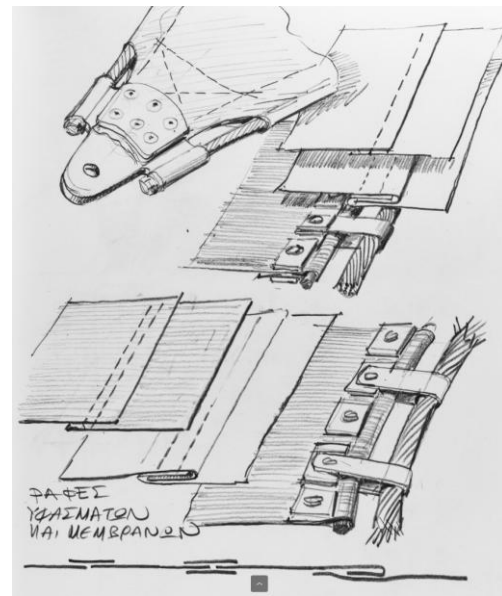
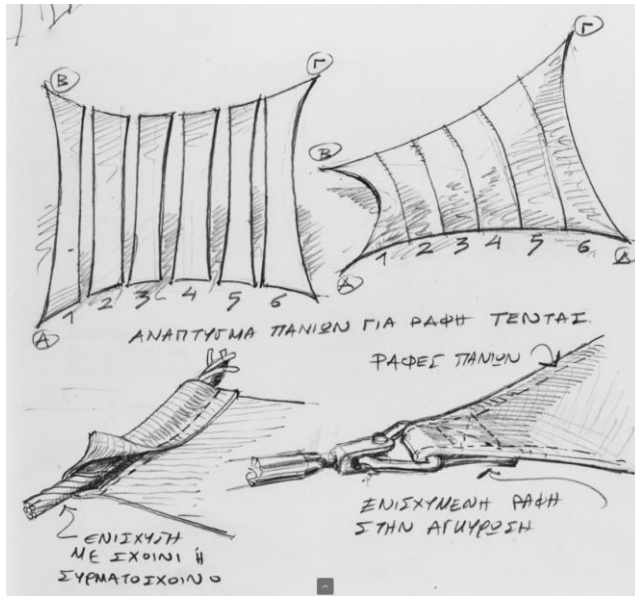
6.7. Υφάσματα, μεμβράνες

Χρησιμοποιούμε τα συνθετικά υλικά σε δύο βασικές κατηγορίες κατασκευών, τις **εφελκούμενες μεμβράνες (τέντες)** και τις **φουσκωτές (πνευματικές)** για κάλυψη πολύ μεγάλων ανοιγμάτων. Τα συνθετικά υφάσματα και τα υφασμένα με συνθετικές ίνες από **υαλονήματα (glass fibers)** ή ίνες **πολυεστέρα**, για προστασία, αδιαβροχοποίηση και αύξηση της αντοχής τους είναι επικαλυμμένα με συνθετικά υλικά όπως το **PVC** και το **PTFE (Teflon)**. Αυτά τα υλικά έχουν την ιδιαιτερότητα να παραλαμβάνουν μόνον εφελκυστικές τάσεις και καθόλου θλιπτικές, οπότε πρέπει να είναι πάντοτε **τεντωμένα**.

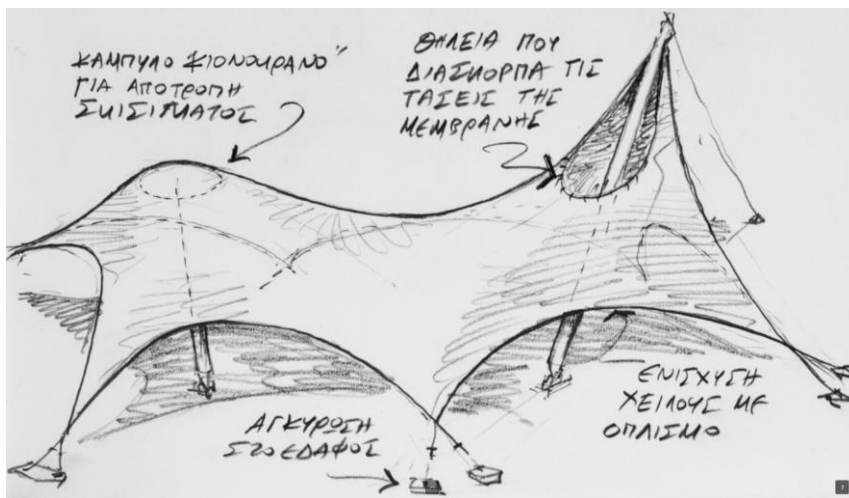


Εικόνες 6.62, 6.63 Εσωτερική άποψη του «Εργαστηρίου Ελαφρών Κατασκευών - I» του Frei Otto στο Πολυτεχνείο της Στουτγάρδης. Ο μεταλλικός ιστός υποβασιάζει ένα δίχτυ από διασταυρούμενα καλώδια ακαμπτοποιημένα μεταξύ τους στα σημεία διασταύρωσης με μεταλλικούς συνδέσμους. Η κάλυψη του χώρου έχει γίνει με τυπική κατασκευή ξύλινης στέγης από καδρόνια και πέτσωμα συνδεδεμένα στα συρματόσχοινα με απλά μέσα. Οι μεγάλες ακτίνες καμπυλότητας επιτρέπουν το κύρτωμα των λεπτών ξύλινων στοιχείων, που είναι ελάχιστο. Για τον φωτισμό του εσωτερικού, τμήμα της οροφής έχει καλυφθεί με συνθετικά διαφανή στοιχεία perspex. Αρχιτέκτονας F. Otto, Στουτγάρδη, Γερμανία, 1967.

Για να δημιουργήσουμε μεγάλες επιφάνειες και να δώσουμε το επιθυμητό σχήμα στην περιμέτρου τους αρκεί να ραφτούν επιμέρους υφάσματα και να συγκολληθούν με τεχνικές αντίστοιχες των πανιών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη. Οι ραφές γίνονται με απλή αναδίπλωση και θερμοκόλληση ή με ράψιμο, ενώ επιπρόσθετα μπορεί να ενισχυθούν και με ελάσματα ή καλώδια.



Εικόνες 6.64, 6.65 Ανάπτυγμα και «πατρόν» για τη ραφή υφασμάτων και συνθετικών μεμβρανών. Εξαιτίας του παραβολοειδούς σχήματος, η τέντα είναι πάντα τσαλακωμένη μέχρι να τεντωθεί και να πάρει το τελικό λείο σχήμα της. Παράλληλα, οι ακμές της επιφάνειας, ανάλογα με το μέγεθος και τις τάσεις που αναπτύσσονται, ενισχύονται με διάφορους τρόπους από απλή ενισχυμένη ραφή έως οπλισμό με σχοινιά και συρματοσχοινία.



Εικόνα 6.66 Οι λεπτές μεμβράνες και τα υφάσματα για να μπορούν να διατηρούν το σχήμα τους, πρέπει να είναι πάντα τεντωμένες. Για την αποφυγή αστοχίας και σχισίματος, εκτός από την περιμετρική ενίσχυση στα ψηλά σημεία, γίνονται ενισχυτικές θηλιές ή χρησιμοποιούνται καμπύλα κιονόκρανα.

Στην περίμετρο συγκεντρώνονται όλες οι τάσεις και η κατασκευή απαιτείται να είναι συνεχώς τεντωμένη. Στο τελείωμα δημιουργείται μια περιμετρική αναδίπλωση (στρίψωμα) με ενισχυμένη πολλαπλή ραφή και σε όλο το μήκος της αναδίπλωσης μπορεί επιπλέον να τοποθετείται ένα ενισχυτικό καλώδιο. Τα καλώδια που συμβάλλουν σε κάθε ακμή εξέρχουν από το πανί και σε εκείνα τα σημεία διαμορφώνεται ένας ειδικός μεταλλικός κόμβος σημειακής αγκύρωσης προς κάθε υποστηρικτικό στοιχείο.

Σε τέντες με μικρή επιφάνεια που χρησιμοποιούνται κυρίως για σκίαση και που δεν παραλαμβάνουν μεγάλες τάσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και караβόπανο. Για τη στερέωσή τους ανοίγονται στην περίμετρό τους ανά μικρά διαστήματα τρύπες και τοποθετούνται πρεσαριστά ειδικές ροδέλες (τρουκς, *Grommets*) που ενισχύουν το χείλος του υφάσματος στο σημείο της τρύπας ώστε να μην ξεφτίσει.

Στη συνέχεια, σε ολόκληρη την περίμετρο, περνάει από αυτές ένα σχοινί ή καλώδιο που τις σταθεροποιεί σε περιμετρικά πλαίσια ή σε άλλες μεταλλικές ή ξύλινες κατασκευές.



Εικόνες 6.67, 6.68 Διαφορετικές περιπτώσεις απόληξης τεντών στο σημείο στήριξης με ενισχύσεις αντίστοιχες της κλίμακας κατασκευής τους και των τάσεων που παραλαμβάνουν.

Οι **καλωδιωτές κατασκευές** είναι δίχτυα από προεντεταμένα χαλύβδινα καλώδια, που διασταυρώνονται στον χώρο ώστε να δώσουν το τελικό σχήμα της επιφάνειάς τους. Στα ψηλά σημεία τους υποβαστάζονται από μεταλλικούς ιστούς, ενώ σημειακά στην περίμετρό τους αγκυρώνονται στο έδαφος. Όλες οι συνδέσεις γίνονται με ειδικής διαμόρφωσης μεταλλικά παρεμβλήματα (συνήθως χυτά εξαρτήματα) που σταθεροποιούν τους κόμβους, τόσο μεταξύ των καλωδίων, όσο και με τις αγκυρώσεις στη θεμελίωσή τους. Η κάλυψή τους γίνεται με **ακρυλικά φύλλα (πλεξιγκλάς)** που στερεώνονται με ειδικούς συνδέσμους στις διασταυρώσεις των καλωδίων.

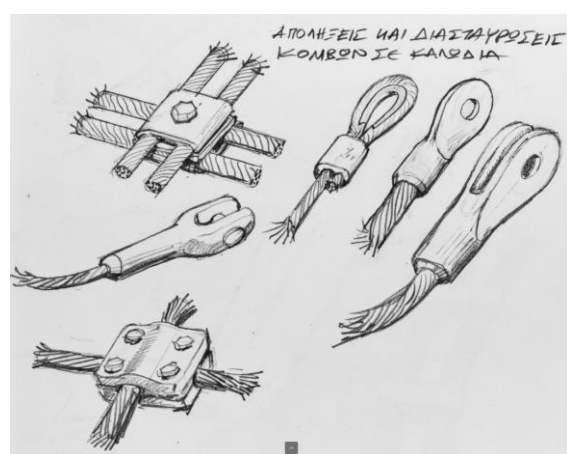
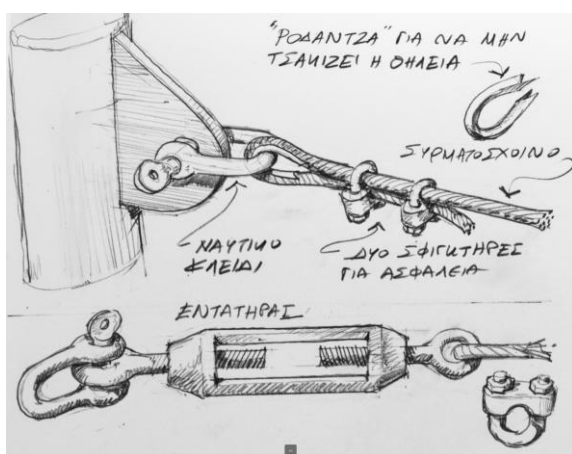


Εικόνα 6.69 Απόληξη μεταλλικού ιστού που υποβαστάζει δίχτυ από ανοξείδωτο χάλυθα για την κάλυψη του χώρου που φιλοξενεί τα πουλιά στον Ζωολογικό Κήπο του Μονάχου. Το ύψος του είναι 22,0 m και η συνολική επιφάνεια κάλυψης 5.000 m². Αρχιτέκτονες Frei Otto και Jörg Gribl, Μόναχο, Γερμανία, 1980.



Εικόνα 6.70 Βάση μεταλλικού ιστού που υποβαστάζει το δίχτυ για την κάλυψη του Ολυμπιακού Σταδίου στο Μόναχο. Το δίχτυ αγκυρώνεται και προεντείνεται περιμετρικά, ώστε να παραμένει άκαμπτο. Μεταξύ των βρόγχων στερεώνονται με βίδες τετράγωνα διαφανή φύλλα από ακρυλικό κρύσταλλο. Αρχιτέκτονες Günther Behnisch και Frei Otto, με συνεργάτη στην επίλυση πεπερασμένων στοιχείων τον I. Χατζηαργύρη. Μόναχο, Γερμανία, 1972.

Να τονιστεί εδώ, ότι όλες οι υφασμάτινες κατασκευές, για να είναι τεντωμένες, δεν μπορεί να είναι επίπεδες, αλλά πρέπει να τους δώσουμε σχήμα **διπλής καμπυλότητας**, όπως το σχήμα της σέλας. Επίσης, οι ακμές στην περίμετρο δεν μπορεί να είναι ευθύγραμμες αλλά να έχουν και αυτές καμπύλο σχήμα. Αν παραβιαστούν αυτοί οι δύο κανόνες, τότε το πανί δεν θα τεντώσει, θα κάνει ζάρες με συνέπεια σε αυτά τα σημεία να συγκεντρωθούν τάσεις και να σχιστεί.



Εικόνες 6.71, 6.72 Διάφοροι ενδεικτικοί τύποι συνδέσεων συρματόσχοινων σε καλωδιωτές κατασκευές.

Η σημαντική δυσκολία στον σχεδιασμό υφασμάτων και καλωδιωτών κατασκευών είναι να βρεθεί η μορφή τους και κατόπιν να πάρουμε το επίπεδο ανάπτυγμα του πανιού ώστε να βγει το πατρόν του σε κλίμακα 1:1 για να το ράψουμε. Η μορφή τους μπορεί να βρεθεί είτε με υφασμάτινα μοντέλα σε μεγάλη κλίμακα, για παράδειγμα 1:10, είτε με τη χρήση ειδικών προγραμμάτων CAD που έχουν δυνατότητες εύρεσης μορφής.



Εικόνα 6.73

Ειδικά στις καλωδιωτές κατασκευές, λόγω της εξαιρετικής αντοχής του χάλυβα μπορεί να έχουμε ακραίες κατασκευαστικές κλίμακες που εξυπηρετούνται από μικρά εργαστήρια έως ειδικά εργοστάσια.

6.8. Συνθετικά υλικά

Η χρήση συνθετικών υλικών στην κατασκευή περιορίζεται σε μικρούς εκθεσιακούς οικίσκους, στοιχεία εσωτερικών ή εξωτερικών πανέλων επένδυσης, έπιπλα, αντικείμενα εσωτερικού χώρου και στην κατασκευή χρηστικών αντικειμένων. Θέλει προσοχή και μέτρο η χρήση τους σε χώρες όπως η Ελλάδα, με έντονη ηλιοφάνεια, όπου η έκθεσή τους στις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου αποπολυμερίζει τα συνθετικά υλικά. Οι τεχνικές διαμόρφωσης συνθετικών υλικών είναι ανάλογες με αυτές της χύτευσης των μετάλλων και είναι οι ακόλουθες:

6.8.1. Εξόλκηση

Κατά την εξόλκηση, τροφοδοτείται συνεχώς πρώτη ύλη πλαστικού μέσα από θερμά ακροφύσια κατάλληλου σχήματος, που παράγουν γραμμικά στοιχεία, όπως προφίλ πλαστικών κουφωμάτων, επίπεδα φύλλα ή σωλήνες.

6.8.2. Φούσκωμα σε καλούπια

Μόλις ένα λιωμένο θερμοπλαστικό σε σχήμα σωλήνα περάσει τη διαδικασία εξόλκησης, πριν αυτό κρυώσει, εισέρχεται σε ένα κυλινδρικό καλούπι και με αέρα υπό πίεση φουσκώνει και παίρνει το τελικό κοίλο σχήμα του καλουπιού. Με αυτήν τη διαδικασία κατασκευάζονται, για παράδειγμα, τα πλαστικά μπουκάλια.

6.8.3. Έκχυση σε καλούπια

Με τη μέθοδο αυτήν, τροφοδοτείται συνεχώς πρώτη ύλη πλαστικού, μέσα από θερμά ακροφύσια με πίεση μέσα σε μεταλλικά καλούπια. Στη συνέχεια, τα καλούπια ανοίγουν και μας δίνουν το τελικό προϊόν. Με τη διαδικασία αυτή φτιάχνονται όλα τα πλαστικά αντικείμενα που γνωρίζουμε, όπως πλαστικά έπιπλα και οποιοδήποτε άλλο μορφοποιημένο αντικείμενο.

6.8.4. 3D Printing

Τεχνική με την οποία μπορούμε να παράγουμε στερεά αντικείμενα οποιασδήποτε μορφής, μέσα από τριδιάστατα μοντέλα CAD. Οι περιορισμοί της τεχνικής αυτής είναι το περιορισμένο μέγεθος του τελικού αντικειμένου και ο αριθμός αντιγράφων που μπορούμε να παράγουμε. Είναι όμως μια συνεχώς εξελισσόμενη τεχνολογία που αλλάζει με γρήγορους ρυθμούς.

6.8.5. Κατεργασία CNC (*milling*)

Πρόκειται για ψηφιακά ελεγχόμενη μέθοδο σμίλευσης υλικών μέσα από τριδιάστατα μοντέλα CAD. Με αυτήν τη διαδικασία, ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι βραχίονες μπορούν να σμιλεύουν αντικείμενα στον χώρο. Χρησιμοποιούν ειδικές κεφαλές που διαθέτουν εναλλάξιμα κοπτικά εργαλεία, αντίστοιχα του υλικού και της επεξεργασίας που θέλουμε να κάνουμε. Τα κοπτικά εργαλεία είναι κυρίως τρυπάνια και φρέζες σε διάφορες διαστάσεις για την επίτευξη της επιθυμητής λεπτομέρειας κατεργασίας.



Εικόνες 6.74, 6.75

«Cocoon», το «Κουκούλι». Περίπτερο για την τελετή έναρξης των Ολυμπιακών αγώνων του Τόκυο 2020 που κατασκευάστηκε στον κήπο του Μουσείου Βυζαντινού και Χριστιανικού Πολιτισμού Αθηνών και σχεδιάστηκε από τον Kengo Kuma, αρχιτέκτονα επίσης του Εθνικού Ολυμπιακού Σταδίου του Τόκυο.

Ο μικρός προσωρινός οικίσκος για την τελετή του τσαγιού είχε γενικές διαστάσεις 4,00 x 7,00 m και είναι συναρμολογημένος από 72 φύλλα κόντρα πλακέ μορφοποιημένα σε CNC, πάχους 18 mm και συνδεδεμένα μεταξύ τους με 2.500 ξύλινες καβίλιες σε προανοιγμένες τρύπες.

Αρχιτέκτονας Kengo Kuma, κατασκευή εργαστήριο με τη συμμετοχή σπουδαστικής ομάδας του ΕΜΠ, Αθήνα 2019.



Εικόνες 6.76, 6.77

Κοπή φύλλων κόντρα πλακέ με CNC και εναλλασσόμενες κεφαλές με προφίλ «εργαλεία» για διαφορετικές κοπές.

6.8.6. Πολυεστερικές κατασκευές

Μπορούμε να κατασκευάζουμε στοιχεία εξοπλισμού χώρων και να τους δώσουμε σχήμα οποιασδήποτε μορφής, με τεχνική αντίστοιχη αυτής που χρησιμοποιείται για την κατασκευή κύτους σε ιστιοπλοϊκά σκάφη. Είναι μια χειρωνακτική τεχνική, πολύ εξειδικευμένη, αλλά και διαδεδομένη, η οποία μπορεί να περιγραφεί στα ακόλουθα επτά στάδια:

1. Κατασκευάζεται το **καλούπι** από οποιοδήποτε υλικό, ακόμη και από πολυεστέρηνη σκαλισμένη σε CNC, για να αποκτήσουμε το τελικό επιθυμητό σχήμα (αρνητικό ή θετικό).
2. Καλύπτεται το καλούπι με ειδικό **κερί** για μπορέσει να αφαιρεθεί με ευκολία στο τέλος της διαδικασίας.
3. Επιστρώνεται με ψεκασμό με ένα στρώμα **gel-coat**, που προσφέρει στην τελική επιφάνεια αντοχή στις ακτινοβολίες UV, στιλπνότητα και που μπορεί να έχει χρώμα.
4. Επιστρώνονται πολύ λεπτά εύκαμπτα φύλλα **υαλονημάτων** (fiberglass) ως οπλισμός, τα οποία επαλείφονται με ρητίνη **πολυεστέρα**. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται σε πολλές στρώσεις για να δώσουμε το ανάλογο πάχος με την επιθυμητή αντοχή. Η επικάλυψη του πολυεστέρα γίνεται με ρολό, με πινέλο ή με πιστόλι ψεκασμού, ώστε να δοθεί λεία επιφάνεια.
5. Για αύξηση της αντοχής, σε ένα από τα στάδια επίστρωσης fiberglass και πολυεστέρα, μπορούμε να ενσωματώσουμε **νευρώσεις** από οποιοδήποτε υλικό, για παράδειγμα αλουμιμένιους νομείς.
6. Ψεκάζεται ένα **στρώμα gel-coat** για να πάρουμε λεία και στιλπνή τελική επιφάνεια. Γενικά το στάδιο αυτό είναι απαραίτητο μόνο στις ορατές επιφάνειες, επομένως επιλέγουμε αν θα το επιστρώσουμε και στις δύο επιφάνειες ή μόνο σε μία από αυτές.
7. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με **γυάλισμα** της τελικής επιφάνειας με ειδικά τριβεία.

6.9. Σύμμεικτες συνδέσεις

6.9.1. Συνδέσεις μεταξύ μετάλλου, ξύλου και οπλισμένου σκυροδέματος

Κατά τον σχεδιασμό φέροντος οργανισμού, αλλά και επιμέρους λεπτομερειών σε ένα κτίριο, συχνά χρησιμοποιούμε διαφορετικά υλικά. Το ποια θα είναι αυτά μπορεί να προκύπτει είτε από συνθετική επιλογή είτε επειδή απλά εκμεταλλευόμαστε τις πλεονεκτικότερες φυσικές ιδιότητες ξεχωριστών υλικών για να δημιουργήσουμε έναν αποτελεσματικό φορέα.

Οι συνηθέστερες συνδέσεις υλικών είναι αυτή του **οπλισμένου σκυροδέματος με μέταλλα** ή **ξύλα** και αυτή ανάμεσα σε **μέταλλο** και **ξύλο**.

Όταν θέλουμε να διαφοροποιήσουμε τα υλικά στους ορόφους, πρέπει να θυμόμαστε ότι το βαρύτερο υλικό είναι το σκυρόδεμα, ακολουθεί το μέταλλο και το πιο ελαφρύ είναι το ξύλο. Δομούμε τη βάση του κτιρίου με το πιο βαρύ υλικό και ψηλότερα ακολουθεί το πιο ελαφρύ. Δηλαδή δεν θα μπορούσαμε να έχουμε ισόγειο από ξύλινο φορέα και όροφο από σκυρόδεμα ή μέταλλο.

Υλικά όπως η πέτρα και τα τούβλα συνδέονται με μεταλλικά ή ξύλινα στοιχεία έμμεσα, μέσω ενσωματωμένων σε αυτά σενάζ συνήθως από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι χυτό υλικό που μπορεί να διαμορφωθεί με πλαστικό τρόπο και να πάρει διαφορετικά σχήματα, είναι δε επαρκώς ανθεκτικό για να παραλάβει και να συνδεθεί με φέροντα στοιχεία από άλλα υλικά.

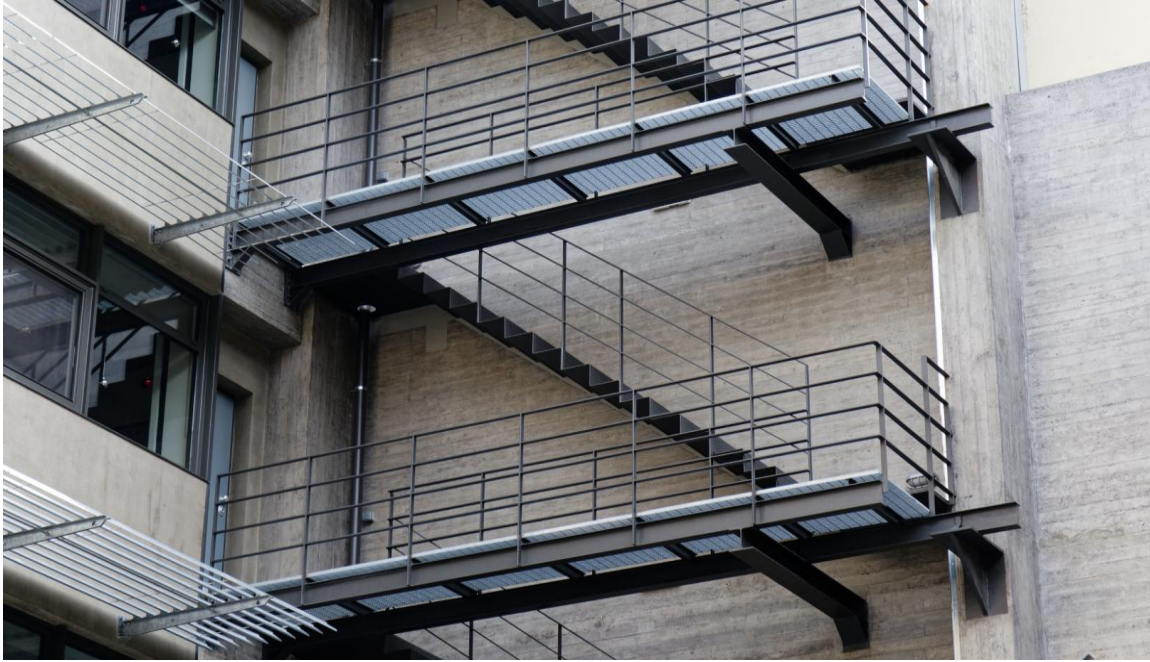
Αντίθετα, τα μέταλλα και τα ξύλα διαμορφώνουν επίπεδους γραμμικούς φορείς, ευθύγραμμους ή καμπύλους και συνδέονται σημειακά με αρθρώσεις. Το σκυρόδεμα λειτουργεί πάντα ως πρωτεύων σκελετός και τα άλλα υλικά ως δευτερεύων. Στην περίπτωση μεταξύ ξύλου και μετάλλου, το μέταλλο θα πρέπει να είναι ο πρωτεύων φορέας.

6.9.2. Οπλισμένο σκυρόδεμα και μέταλλα

Σχετικά με το οπλισμένο σκυρόδεμα, συνήθως ενσωματώνουμε σημειακά στη μάζα του ειδικά αγκύρια με αναμονές, που θα δεχτούν δομικά στοιχεία από άλλα υλικά. Τα **αγκύρια** θα τοποθετηθούν πριν τη χύτευση και θα αγκυρώσουν στον οπλισμό του σκυροδέματος, δημιουργώντας κατάλληλες **αναμονές**.

Μια άλλη τεχνική είναι να τοποθετηθούν εκ των υστέρων **στριφώνια**, αφού διανοιχτούν κατάλληλες τρύπες στο σκυρόδεμα, με τρυπάνια και με τη χρήση εποξειδικής κόλλας. Και οι δύο τεχνικές απαιτούν στατικό υπολογισμό για τον αριθμό, τις διαμέτρους και το βάθος αγκύρωσης των στριφονιών ή των αγκυρίων. Στη συνέχεια, τα μεταλλικά στοιχεία έρχονται και βιδώνονται απευθείας σε αυτές τις αναμονές.

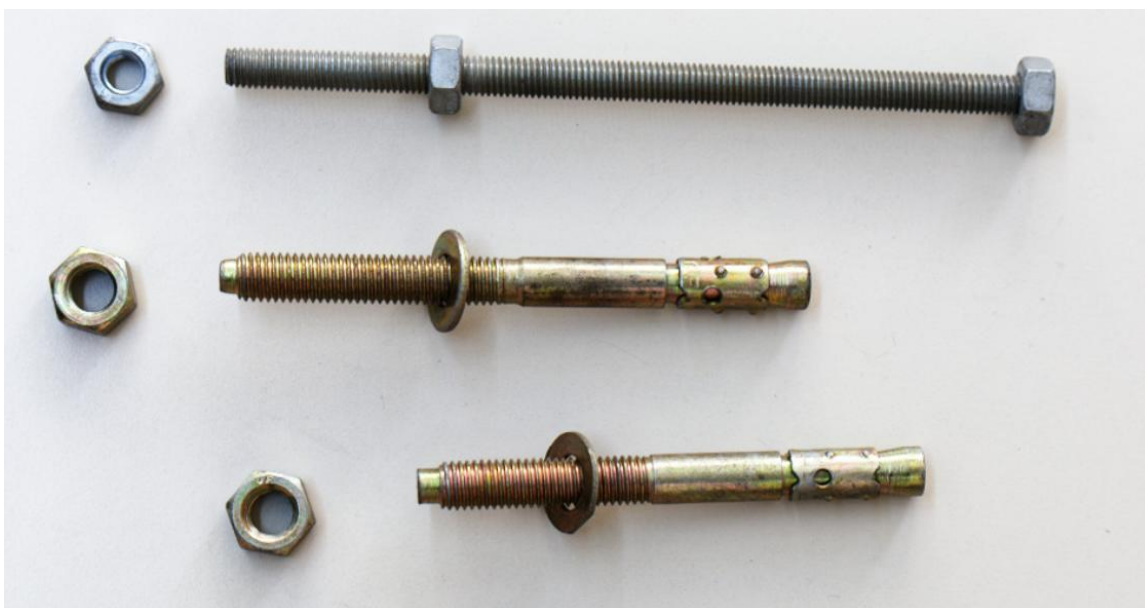
Μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα σύστημα ενίσχυσης του μεταλλικού φορέα στερεώνοντάς τον σε φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος (συνήθως με κολόνες ή τοιχία), τα οποία του **δανείζουν** την **ακαμψία** τους και έτσι πετυχαίνουμε να ελαττώσουμε ή και να εξαφανίσουμε τις διαγώνιες ενισχύσεις που απαιτεί η μεταλλική αρθρωτή κατασκευή.



Εικόνα 6.78 Σύστημα ελαφρών, μεταλλικών, εξωτερικών διαδρόμων και κλιμακοστασίου, αγκυρωμένο στον φέροντα οργανισμό από σκυρόδεμα. Η στερέωση γίνεται είτε απευθείας είτε έμμεσα μέσω προβόλων. Κτίριο γραφείων στην οδό Λαμψάκου. Αρχιτέκτονες «ΩΜ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ» Δημοπούλου, Σαΐτη, Σταθόπουλος, Χριστοδουλέα, στατική μελέτη Ν. Τσιάπης. Αθήνα 2017.



Εικόνα 6.79 Συνδέσεις μεταλλικών στοιχείων με στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος.



Εικόνα 6.80 Χαλύβδινη ντίζα και βλήτρα με μεταλλικά ούπατα για στερέωση σε στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος.

Επίσης, πολλές φορές για τη δημιουργία πατωμάτων ή στεγών, τοποθετούμε δοκούς από μεταλλικά UNP που τα στερεώνουμε στον περιμετρικό φορέα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ακολούθως ο δευτερεύων σκελετός από μεταλλικά γραμμικά στοιχεία εδράζεται επάνω σε αυτό και βιδώνεται ή ηλεκτροσυγκολλάται.

Η ενσωμάτωση μεταλλικών αγκυρίων και αναμονών στο οπλισμένο σκυρόδεμα γίνεται με δύο τρόπους: με μηχανική στερέωση και με χημική στερέωση.

Η μηχανική στερέωση

Με τη μηχανική στερέωση **ενσωματώνουμε** στο σκυρόδεμα **«ντίζες»**, δηλαδή **χαλύβδινες ράβδους με σπείρωμα σε όλο το μήκος τους**. Αυτές στη μία άκρη τους καταλήγουν σε μορφή γάντζου και αγκυρώνουν στον οπλισμό του σκυροδέματος. Το άλλο άκρο τους εξέχει από το σκυρόδεμα και «ζυγίζονται» σε ακριβείς θέσεις με ένα προτρυπημένο μεταλλικό έλασμα, το οποίο επίσης ενσωματώνεται στην παρειά του φορέα σκυροδέματος.

Επίσης, μπορούμε **εκ των υστέρων** να ανοίξουμε τρύπες στο σκυρόδεμα και να χρησιμοποιήσουμε ειδικά **«στριφώνια»** με σπείρωμα στο ορατό τελειώμά τους και με ενσωματωμένα μεταλλικά **«ούπατα»** στο άλλο άκρο που εισέρχονται στο σκυρόδεμα και το συγκρατούν στέρεα.

Η χημική στερέωση

Για τη χημική στερέωση ανοίγονται εκ των υστέρων τρύπες στο σκυρόδεμα και τοποθετούμε απευθείας μεταλλικές ντίζες. Αυτές στερεώνονται χημικά με ρητινούχες κόλλες ειδικές γι' αυτόν το σκοπό.

Στη συνέχεια τα άκρα των φορέων είναι κατάλληλα διαμορφωμένα και τρυπημένα ώστε να συνδεθούν με περικόχλια (παξιμάδια) στις αναμονές.



Εικόνα 6.81 Σύμμεικτη κατασκευή πεζογέφυρας με δοκούς από χαλύβδινες διατομές διπλού «Τ» στο νέο κτίριο βιβλιοθήκης του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης. Αρχιτέκτονας Α. Κωτσιώπουλος, Μ. Παπανικολάου και Ρ. Σακελλαρίδου. Θεσσαλονίκη 2000.



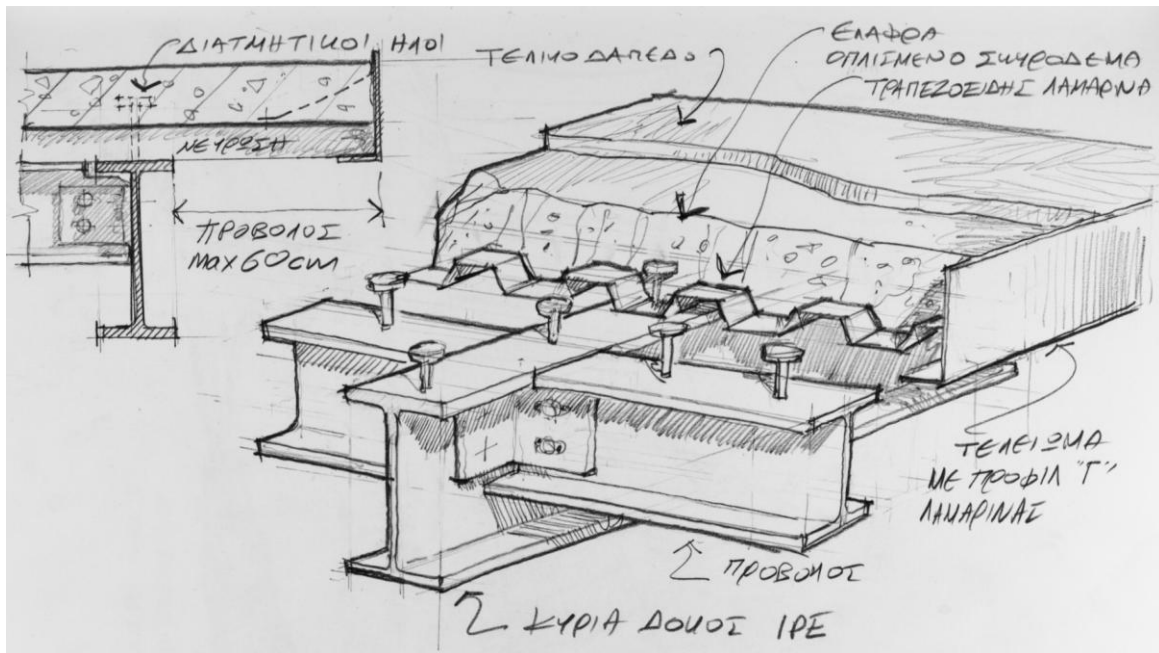
Εικόνα 6.82 Μεταλλικός διάδρομος αναρτημένος με χαλύβδινους ελκυστήρες στην οροφή από σκυρόδεμα. Σταθμός TGV της Λυών.

6.9.3. Οπλισμένο σκυρόδεμα και ξύλα

Στο οπλισμένο σκυρόδεμα διαμορφώνονται αντίστοιχες αναμονές όπως στην περίπτωση με τα μέταλλα, αλλά για να συνδεθούν με τα στοιχεία από ξύλο πρέπει να παρεμβληθούν κατάλληλοι μεταλλικοί σύνδεσμοι και ελάσματα ή μεταλλικές **δοκοθήκες**, επάνω στις οποίες θα βιδώσουμε τα ξύλινα στοιχεία που θα εδραστούν.

6.9.5. Σύμμεικτες κατασκευές

Οι σύμμεικτες κατασκευές αναφέρονται στη χρήση δευτερευόντων στοιχείων από ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα που ενσωματώνονται σε πρωτεύοντες μεταλλικούς φορείς. Η τεχνική αυτή συνίσταται στην τοποθέτηση τραπεζοειδούς λαμαρίνας, η οποία εδράζεται στη μεταλλική διαδοκίδωση του πατώματος και στη συνέχεια, επάνω σε αυτή χυτεύεται μια λεπτή στρώση από ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα. Έτσι δημιουργείται μια επιφάνεια δίσκου που εξασφαλίζει την ακαμψία του φορέα κατά το οριζόντιο επίπεδο.



Εικόνα 6.86

Σύμμεικτη κατασκευή με φορέα δοκών από χάλυβα και πάτωμα από τραπεζοειδή λαμαρίνα και ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα. Η συνοχή των στρωμάτων της κατασκευής εξασφαλίζεται με τους διατμητικούς ήλους, που είναι ηλεκτροσυγκολλημένοι στην άνω παρειά των χαλύβδινων δοκών.

Το ύψος νευρώσεων της τραπεζοειδούς λαμαρίνας είναι ανάλογο του ανοίγματος που γεφυρώνει μεταξύ της μεταλλικής διαδοκίδωσης, ενώ το **πάχος του ελαφρά οπλισμένου σκυροδέματος** μπορεί να είναι **12 έως 15 cm**.

Για τη στέρεα σύνδεση της κατασκευής με τον φορέα χρησιμοποιούνται οι διατμητικοί ήλοι. Αυτοί είναι ειδικά καρφιά με κεφάλι, ηλεκτροσυγκολλημένα εργοστασιακά στην επάνω παρειά των μεταλλικών δοκών του πατώματος.

Έχουν κατάλληλες διαμέτρους και αποστάσεις στατικά υπολογισμένες. Τα κεφάλια από τους ήλους εξέχουν από την τραπεζοειδή λαμαρίνα και ενσωματώνονται στη μάζα του ελαφρά οπλισμένου σκυροδέματος δημιουργώντας ένα συνεκτικό άκαμπτο σύνολο.



Εικόνες 6.87, 6.88 Στην πρώτη εικόνα, μεταλλικός σκελετός κτιρίου στον οποίο διακρίνονται καθαρά τα διαγώνια στοιχεία ακαμψίας, καθώς και οι διατημητικοί ήλοι στο άνω πέλμα των δοκών όπου θα σκυροδετηθεί απευθείας η πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος, όπως φαίνεται στη δεύτερη εικόνα.

6.10. Διαχωριστικοί τοίχοι ξηρής δόμησης

Οι τοίχοι ξηρής δόμησης είναι μια κατηγορία από έτοιμες τυποποιημένες επιφάνειες που στερεώνονται σε ελαφρύ σκελετό και αποτελούν διαχωριστικά στοιχεία για τη διαμερισμάτωση εσωτερικών χώρων. Εφαρμόζονται σε ήδη τελειωμένα κτίρια ανεξαρτητοποιώντας τον φορέα και την εξωτερική επιδερμίδα του κτιρίου από το εσωτερικό του.

Είναι συστήματα ελαφριά, ευπροσάρμοστα και μπορούν να τοποθετηθούν ή να αφαιρεθούν με ευκολία. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε κτίρια με δημόσια χρήση επειδή απαιτούν λίγο χρόνο κατασκευής και ευνοούν την αναδιαμερισμάτωση των χώρων.

Τοποθετούνται **μετά την κατασκευή του τελικού δαπέδου** και, εάν προβλέπονται **ψευδοροφές**, μετά την τοποθέτηση και αυτών. Σε περιπτώσεις τοίχων ξηράς δόμησης στο όριο πυροδιαμερισμάτων, το κενό μεταξύ ψευδοροφής και ταβανιού φράζει με δημιουργία πυροφραγμού με κατάλληλα υλικά γυψοσανίδων.

Πρέπει να σημειωθεί ότι έχουν εξαιρετικές **ηχομονωτικές ιδιότητες** και προτιμώνται σε χώρους με πολύ υψηλές ηχοπροστατευτικές απαιτήσεις, όπως για τον διαχωρισμό μεταξύ δωματίων σε ξενοδοχεία.

Οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις και οι υδραυλικές σωληνώσεις παροχής νερού διέρχονται εύκολα από το κενό μέσα στο πάχος των τοίχων και καταλήγουν σε εξαρτήματα ειδικά για ξηρή δόμηση.

6.10.1. Γυψοσανίδες

Οι γυψοσανίδες είναι επίπεδα πάνελ από πυρήνα γύψου, επενδυμένα από τις δύο πλευρές με ειδικό χαρτί.

Υπάρχουν τρία είδη, οι τυπικές **κοινές γυψοσανίδες** που χρησιμοποιούνται για κατασκευή εσωτερικών τοίχων, ψευδοροφών και γενικά επενδύσεις τοίχων, οι **πυράντοχες γυψοσανίδες** με πυρήνα από ορυκτές ίνες και οι **άνθυγρες γυψοσανίδες** με σιλικονούχο πυρήνα και μειωμένη υδατοαπορροφητικότητα. Υπάρχουν επίσης και γυψοσανίδες για **ειδικές χρήσεις**, όπως **ακουστικές, διάτρητες ηχομονωτικές, ακτινοπροστασίας** με επένδυση φύλλου μόλυβδου, καθώς και με επιφανειακή επένδυση PVC για κινητά χωρίσματα.



Εικόνα 6.89 Ακουστική ηχοανακλαστική καμπύλη διάταξη στο αμφιθέατρο του κτιρίου ΤΣΜΕΔΕ. Αρχιτέκτονες ΟΜ Μελετητική, Α. Δημοπούλου, Κ. Σαΐτη, Γ. Σταθόπουλος, Α. Χριστοδουλέα, στατικά Ε. Γιαννουλάκης. Αθήνα 2013.

Μια άλλη παραλλαγή είναι οι **τσιμεντοσανίδες** κατασκευασμένες από τσιμέντο Portland και από λεπτόκοκκα αδρανή, με όψεις και ακμές ενισχυμένες με υαλόπλεγμα και χωρίς επικάλυψη χαρτιού στην όψη τους. Είναι ανθεκτικές στην κρούση και κατάλληλες για εξωτερική χρήση. Οι λεπτομέρειες κατασκευής των τοίχων από τσιμεντοσανίδες είναι ακριβώς ίδιες με τις κοινές γυψοσανίδες.

Πίνακας 6.6: Διαστάσεις πανέλων ξηράς δόμησης (οι διαστάσεις σε mm).				
Τύπος		Πάχος	Πλάτος	Μήκος φύλλου
Γυψοσανίδες	Γυψοσανίδες κοινές	12,5	1200	2000 / 2500 / 2800
	Άνθυγρες	12,5	1200	2000 / 2500 / 2800
	Πυράντοχες	12,5	1250	2000
	Άνθυγρες - Πυράντοχες	12,5	1250	2000
Ειδικού τύπου γυψοσανίδες	Διάτρητες ακουστικές	12,5	1200	2400
	Ηχομονωτικές	12,5	625	2000
			1250	2500
	Ακτινοπροστασίας	12,5	625	2000
	Με επένδυση PVC για κινητά χωρίσματα	12,5	1200	3000
Τσιμεντοσανίδες		12,5	1200	900 / 2000 / 2400 / 2800
Υπάρχουν και γυψοσανίδες με πάχη 15 mm και 25 mm.				

Το όλο σύστημα βασίζεται σε μικρό αριθμό τυποποιημένων στοιχείων και εξαρτημάτων που είναι φτηνά, εύκολα επεξεργάσιμα με απλά εργαλεία, με γρήγορη εφαρμογή και που έχουν μεγάλη ακρίβεια διαστάσεων, καθώς και εξαιρετική αντοχή στον χρόνο. Επιπλέον πλεονεκτήματα του συστήματος είναι ότι μπορούν εύκολα εκ των υστέρων να τοποθετηθούν στα κτίρια, να γίνουν αλλαγές, να επισκευαστούν και επίσης να αφαιρεθούν με ευκολία. Όλα τα μεταλλικά εξαρτήματα είναι από φύλλα γαλβανισμένων διατομών πάχους 0,6 mm.

Τα βήματα για την κατασκευή διαχωριστικών γυψοσανίδας είναι τα εξής:

- Τοποθετούνται στο δάπεδο **στρωτήρες** μορφής «U» με πλάτος ανάλογο των ορθοστατών, δηλαδή **50, 75 ή 100 mm** και **ύψος 40 mm** που διακόπτονται μόνο στα σημεία που θα υπάρχουν ανοίγματα και πόρτες. Τοποθετούνται **οδηγοί οροφής** με διατομή 60 x 27 mm..

- Τοποθετούνται οι **ορθοστάτες** από διατομές μορφής «C» σε αποστάσεις **ανά 600 mm** (ή και λιγότερο ανάλογα το ύψος του τοίχου σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί). Τοποθετούνται επιπλέον ορθοστάτες στους λαμπάδες των ανοιγμάτων και στα οριζόντια στοιχεία που αντιστοιχούν στα πρέκια και τις ποδιές των ανοιγμάτων.
- Βιδώνονται στους ορθοστάτες οι **διπλές γυψοσανίδες** ή οι τσιμεντοσανίδες μόνο στη μία παρειά του τοίχου. Οι δύο στρώσεις γυψοσανίδων τοποθετούνται με αλληλοεπικάλυψη για μεγαλύτερη αντοχή, κατά τρόπο ώστε να μη συμπίπτουν οι αρμοί τους ούτε κατακόρυφα ούτε οριζόντια.
- Τοποθετούνται οι **ηλεκτρολογικές** καλωδιώσεις και οι **υδραυλικές** σωληνώσεις στο εσωτερικό του τοίχου που περνάνε μέσα από ειδικές οπές στους ορθοστάτες. Επίσης, τοποθετούνται τα κουτιά αναμονής των ηλεκτρολογικών και οι διακόπτες των υδραυλικών.
- Τοποθέτηση **ηχομονωτικού** παπλώματος **πετροβάμβακα** ανάμεσα στους ορθοστάτες.
- Τοποθέτηση και στο άλλο μέτωπο του τοίχου **διπλών γυψοσανίδων**.
- Ολοκλήρωση των **ηλεκτρολογικών** και **υδραυλικών**.
- Τοποθέτηση ειδικών μεταλλικών **γωνιόκρανων**, διαστάσεων **25x25 mm** σε όλες τις γωνίες και τα γυρίσματα του τοίχου για προστασία από τα χτυπήματα.
- Τοποθέτηση στους αρμούς ειδικής **γυψόγαζας** για σπλισμό. Στοκάρισμα όλων των αρμών και όλων των σημείων που φαίνονται οι βίδες.
- Τοποθέτηση **κουφωμάτων** με βίδωμα επάνω στον σκελετό των γυψοσανίδων.
- Τελικό βάψιμο του τοίχου.

Τα επιτρεπόμενα ύψη των τοίχων είναι ανάλογα με τις αποστάσεις των ορθοστατών καθώς και με τις στρώσεις γυψοσανίδας σε κάθε πλευρά της όψης.

Πίνακας 6.7: Διαστάσεις εσωτερικών χωρισμάτων γυψοσανίδας και ύψη τοίχων (οι διαστάσεις σε mm).										
			Μονή γυψοσανίδα σε κάθε πλευρά 1 x 12,5 mm		Διπλή γυψοσανίδα σε κάθε πλευρά 2 x 12,5 mm		Τριπλή γυψοσανίδα σε κάθε πλευρά 3 x 12,5 mm			
Ορθοστάτες C	Αποστάσεις ορθοστατών	Πάχος μονωτικού	Πάχος τοίχου	Ύψος τοίχου	Πάχος τοίχου	Ύψος τοίχου	Πάχος τοίχου	Ύψος τοίχου		
50 x 50	600	40	75	3200	100	4000	125	5200		
	400			3850					4000	6050
	300			4000					4350	6500
75 x 50	600	60	100	4000	125	5050	150	7700		
	400			4350					6000	8400
	300			4850					6500	8750
100 x 50	600	80	125	5100	150	7200	175	9000		
	400			5950					8050	9000
	300			6550					8550	9000
125 x 50	600		150	6650	175	9000	200	9000		
	400			7600					9000	9000
	300			8300					9000	9000
150 x 50	600		175	8200	200	9000	225	9000		
	400			9000					9000	9000
	300			9000					9000	9000

Ο πιο κοινός διαχωριστικός τοίχος εσωτερικών χώρων έχει τελικό πάχος **100 mm**, κατασκευάζεται με **ορθοστάτες 50 x 50 mm** σε αποστάσεις **ανά 600 mm** με **διπλή γυψοσανίδα** σε κάθε πλευρά και εσωτερικά ηχομονωτικό πάπλωμα **πετροβάμβακα**.

6.10.2. Παραλλαγές τοίχων γυψοσανίδας

Οι γυψοσανίδες μπορούν εύκολα να **καμπυλωθούν**.

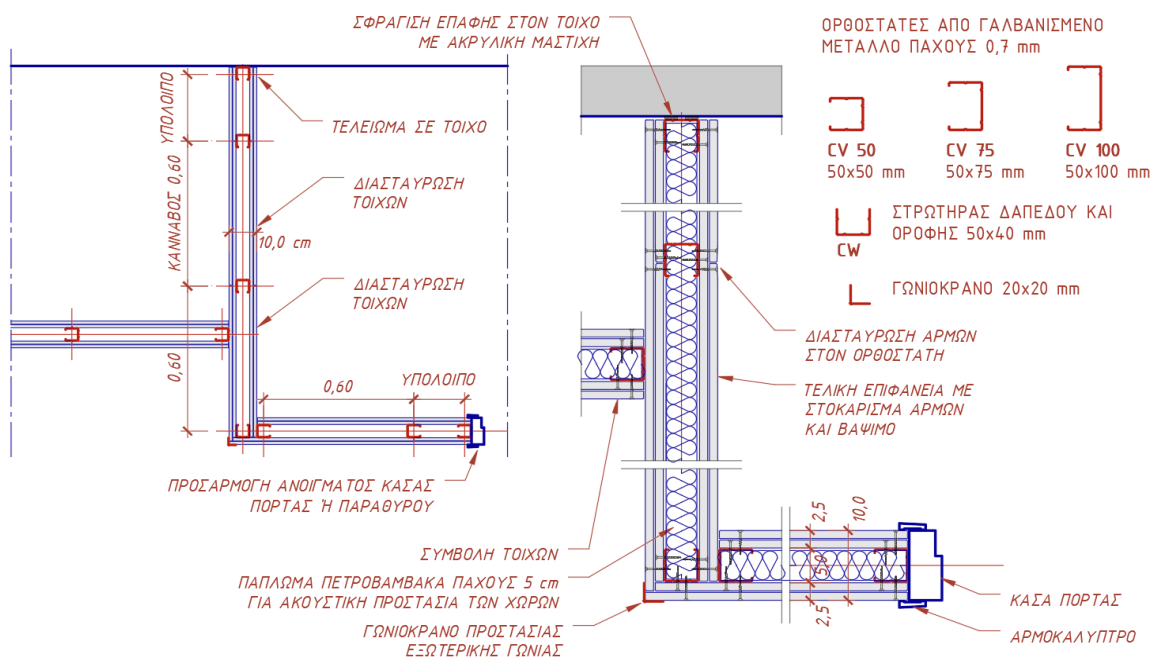
Για αυξημένη ηχομόνωση τοποθετούνται **διπλοί σκελετοί** ανεξάρτητοι μεταξύ τους χωρίς να εφάπτονται και με περιμετρική ελαστική σφράγιση στα σημεία επαφής με το κέλυφος. Εσωτερικά στους σκελετούς μπαίνουν μία ή δύο στρώσεις πετροβάμβακα και τέλος καλύπτονται και από τις δύο πλευρές με διπλή γυψοσανίδα. Το συνολικό πάχος για μια τέτοια διάταξη είναι > 150 mm.

Για το πέρασμα **μηχανολογικών εγκαταστάσεων** και κυρίως σωληνώσεων αποχέτευσης, κατασκευάζονται δύο ανεξάρτητοι σκελετοί σε τόση απόσταση μεταξύ τους, όση απαιτείται για τη διέλευση των σωλήνων. Οι σκελετοί γεφυρώνονται καθ' ύψος σε κανονικές αποστάσεις ώστε να δημιουργούν ένα ενιαίο σύνολο.

Επίσης, είναι δυνατόν να γίνουν τοπικές ενισχύσεις για να τοποθετηθούν στον τοίχο **αναρτημένα στοιχεία εξοπλισμού και έπιπλα**, όπως νιπτήρες, λεκάνες ή ράφια. Η ενίσχυση μπορεί να είναι σημειακή πύκνωση του σκελετού ή χρήση ενισχυμένων διατομών στους ορθοστάτες (για παράδειγμα σε πόρτες μεγάλων διαστάσεων) ή χρήση φύλλων κόντρα πλακέ που αντικαθιστούν τη μία στρώση γυψοσανίδας.

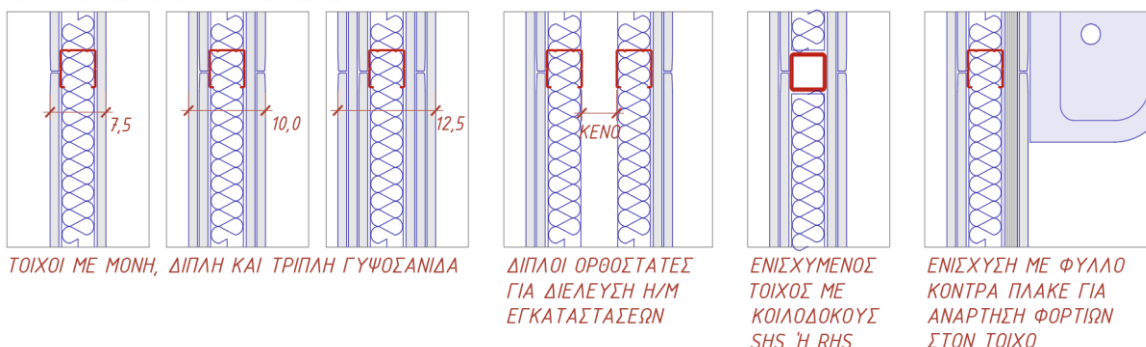
6.10.3. Ελαφρά εσωτερικά διαχωριστικά

Μια παραλλαγή τοίχων ξηρής δόμησης είναι τα **ελαφρά διαχωριστικά πανέλα** που χρησιμοποιούνται κυρίως στη διαμερισμάτωση χώρων γραφείων. Αυτά είναι ολοκληρωμένα συστήματα, με ειδικούς σκελετούς, αντίστοιχους των γυψοσανίδων, επάνω στους οποίους αναρτώνται πανέλα, τζαμαρίες και πόρτες. Τα πανέλα έχουν μια τεράστια ποικιλία υλικών συνήθως από προϊόντα ξύλου, όπως μελαμίνες, MDF επενδυμένα με διάφορα υλικά, όπως καπλαμάδες, PVC, ταπετσαρίες, ηχοαπορροφητικά υφάσματα κλπ. Τα συστήματα αυτά έχουν τεράστια ευελιξία στη σχεδίαση όψεων αλλά το σοβαρό μειονέκτημά τους είναι ότι δεν υπάρχει τυποποίηση των στοιχείων και των εξαρτημάτων μεταξύ των εταιρειών.



Σχέδιο 6.16 Λεπτομέρειες και εξαρτήματα συνδέσεων τοίχων γυψοσανίδας.

ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ ΤΟΙΧΩΝ ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΑΣ



Σχέδιο 6.17

Τυπολογίες και λεπτομέρειες συνδέσεων τοίχων γυψοσανίδας.

6.10.4. Ψευδοροφές

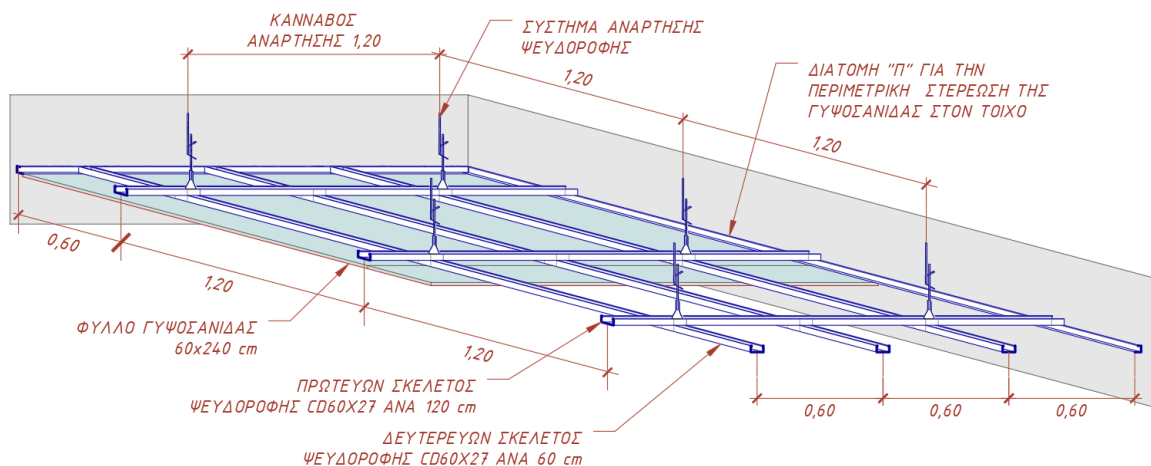
Οι ψευδοροφές τοποθετούνται στους εσωτερικούς χώρους για τους εξής λόγους:

- Όταν θέλουμε, για συνθετικούς λόγους, να **διαφοροποιήσουμε τοπικά το ύψος ενός χώρου**, εφόσον δεν μπορούμε να το κάνουμε αυτό με τον φέροντα οργανισμό. Επίσης, όταν θέλουμε να μειώσουμε συνολικά το ύψος ενός χώρου για να διατηρήσουμε την αναλογία των διαστάσεών του —για παράδειγμα σε μικρούς χώρους όπως τα λουτρά.
- Όταν θέλουμε να **καλύψουμε** και να **εντάξουμε ηλεκτρομηχανολογικά δίκτυα**, όπως είναι οι αγωγοί και τα στόμια κλιματισμού, το δίκτυο πυρόσβεσης, οι αποχετευτικοί σωλήνες, οι ηλεκτρικές καλωδιώσεις ή να τοποθετήσουμε χωνευτά φωτιστικά σώματα.
- Όταν θέλουμε να **ελέγξουμε ακουστικά τον χώρο** χρησιμοποιώντας υλικά με ειδικές ακουστικές ιδιότητες, όπως είναι οι ορυκτές ίνες και οι ειδικές διάτρητες γυψοσανίδες.
- Όταν θέλουμε να καλύψουμε δομικά στοιχεία σε έναν χώρο.

6.10.5. Ψευδοροφές γυψοσανίδων

Οι ψευδοροφές στηρίζονται σε έναν σκελετό αναρτημένο από το ταβάνι με ειδικούς αναρτήρες.

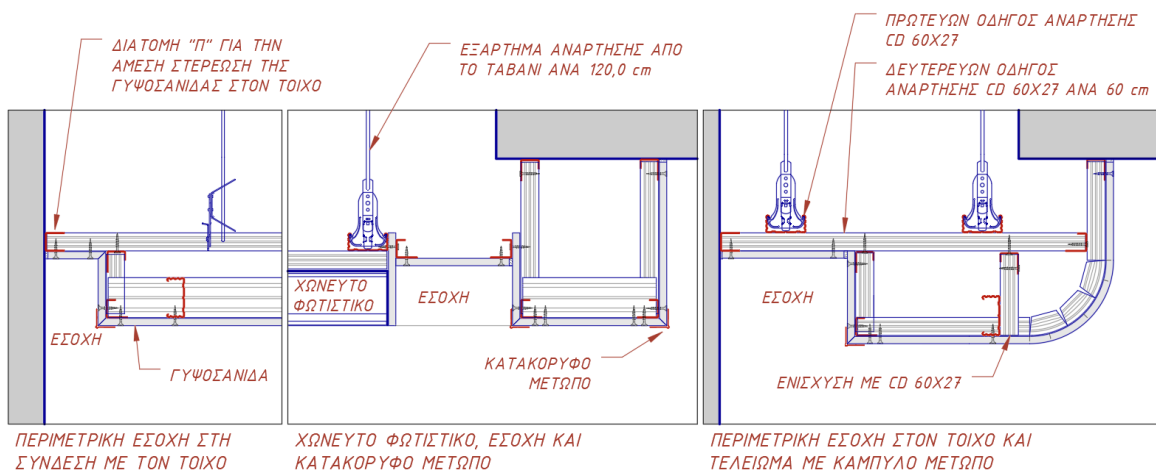
- Η τελική επιφάνεια της ψευδοροφής είναι από **μονά φύλλα γυψοσανίδας**.
- Οι γυψοσανίδες στερεώνονται σε έναν **δευτερεύοντα σκελετό** από παράλληλα διατεταγμένες ειδικές διατομές μορφής «C» και σε μεταξύ τους αξονικές αποστάσεις ανά **600 mm**.
- Ο δευτερεύων σκελετός στερεώνεται από έναν όμοιο **πρωτεύοντα σκελετό** όπου οι διατομές είναι διατεταγμένες σε μεταξύ τους αξονικές αποστάσεις **1200 mm**.
- Στον πρωτεύοντα σκελετό τοποθετούνται ειδικοί **τηλεσκοπικοί αναρτήρες** σε κάρναβο ανά **1200 mm**, που στερεώνονται στο ταβάνι με απλό βίδωμα.
- Τα άκρα της ψευδοροφής δημιουργούν τελείωμα με την τοποθέτηση ειδικών προφίλ σχήματος «S» για δημιουργία **σκοτίας** στο σημείο επαφής με τους περιμετρικούς τοίχους.



Σχέδιο 6.18

Λεπτομέρειες χαράξεων κατασκευής ψευδοροφών από γυψοσανίδα ή ελαφρά φύλλα κόντρα πλακέ.

Στις ψευδοροφές από γυψοσανίδα πρέπει να προβλέπεται θυρίδα επίσκεψης μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Επίσης, χάρη στην ευελιξία του υλικού, μπορούν να προβλεφθούν εσοχές για ενσωμάτωση κρυφού φωτισμού, όπως και να δημιουργηθούν καμπύλα σχήματα.



Σχέδιο 6.19 Λεπτομέρειες κατασκευής και δυνατοτήτων διαμόρφωσης ψευδοροφών από γυψοσανίδα.

6.10.6. Ψευδοροφές πλακιδίων ορυκτών ινών

Οι ψευδοροφές ορυκτών ινών αποτελούνται από ειδικά **πλακίδια ορυκτών ινών** διαστάσεων **600x600 mm**, τα οποία στερεώνονται σε έναν σκελετό σε σχάρα αντίστοιχων διαστάσεων από λεπτές μεταλλικές βέργες ειδικής διατομής. Ο σκελετός αναρτάται από το ταβάνι με απλές τηλεσκοπικές στηρίξεις ανά 1200x1200 mm και τα πλακίδια από ορυκτές ίνες απλά ακουμπούν σε αυτόν σε κατάλληλες πατούρες.

Σε κατάλληλες θέσεις, αντί για πλάκες ορυκτών ινών ενσωματώνεται μηχανολογικός εξοπλισμός, όπως ειδικές σκάφες με φωτιστικά οροφής, στόμια κλιματιστικά, στόμια πυρόσβεσης, ηχεία, ανιχνευτές καπνού.



Εικόνα 6.90 Ψευδοροφή από πλάκες ορυκτών ινών. Διακρίνεται ο σκελετός ανάρτησης και οι ήδη τοποθετημένες πλάκες με στόμια εξαερισμού των κλιματιστικών μονάδων.

6.11. Δαπεδοστρώσεις

Οι δαπεδοστρώσεις γίνονται με μεγαλύτερη ελευθερία και με μεγαλύτερη ποικιλία υλικών, υφών, χρωμάτων και μεγεθών. Υπάρχει μια σημαντική διάκριση των υλικών ανάλογα με τη χρήση τους, αν δηλαδή πρόκειται για δάπεδα εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου.

Οι **εσωτερικοί χώροι** είναι συνήθως απαιτητικοί σε εμφάνιση και τελειότητα υφής, ενώ οι **εξωτερικοί χώροι** απαιτούν ανθεκτικότητα ώστε να μη σπάνε, αντοχή στην απότριψη, αντοχή στον παγετό και τελική επιφάνεια με αντιολισθηρό τελείωμα.

Συνήθως τα μάρμαρα αποφεύγονται σε δημόσιους εξωτερικούς χώρους και προτιμώνται άλλα πιο σκληρά πετρώματα, όπως ο γρανίτης, ο βασάλτης, ο ιγνιμβρίτης ή ο γνεύσιος, τα οποία δεν τρίβονται με τον χρόνο ώστε να γίνουν ολισθηρά.

Τα λίθινα δάπεδα πρέπει να έχουν επαρκές πάχος για να μη σπάνε. Αυτό σημαίνει ότι σε **εσωτερικούς χώρους** θα έχουν πάχος **20 mm**, ενώ σε **εξωτερικούς χώρους** τουλάχιστον **30 mm** που μπορεί να φτάσει και τα **50 mm** έως **70 mm**.

Σε επαγγελματικούς χώρους με βαριά χρήση είναι προτιμότερα τα κεραμικά πλακάκια κλίνκερ, οι ρητινούχες τσιμεντοκονίες και τα βιομηχανικά δάπεδα.

Πίνακας 6.8: Υλικά δαπεδοστρώσεων και ενδεικτικές διαστάσεις.				
Υλικό	Εσωτερικοί χώροι		Εξωτερικοί χώροι	
	Διαστάσεις και είδος	Πάχος	Διαστάσεις και είδος	Πάχος
Κεραμικά εφυσωμένα πλακάκια	Από 10 έως 30 cm ή περισσότερο.	5 mm		
Κεραμικά πλακάκια κλίγκερ	Από 10 έως 30 cm ή περισσότερο.	15 mm	Από 10 έως 30 cm.	30 έως 50 mm
Συνθετικές γρανιτόπλακες	από 40 έως 150 cm.	5 mm	Από 40 έως 150 cm.	10 έως 20 mm
Φυσικοί λίθοι	Μάρμαρο, Γρανίτης, Ασβεστόλιθοι, Σχιστόπλακες.	20 mm 30 mm	Γρανίτης, Ιγνιμβρίτης, Γνεύσιος, Σχιστόπλακες.	50 έως 70 mm
Τσιμεντόπλακες	Τσιμεντοπλακάκια 20 x 20 cm.	20 mm	Πεζοδρομιόπλακες, Βοτσαλόπλακες 40 x 40 cm ή 50 x 50 cm.	50 mm
Τσιμεντοκυβόλιθοι			10 x 10 cm 10 x 20 cm	100 mm
Κυβόλιθοι φυσικού πετρώματος			Γρανίτης, Βασάλτης, Ιγνιμβρίτης, Γνεύσιος κλπ. 10 x 10 cm 10 x 20 cm	100 mm
Μωσαϊκά δάπεδα	Έγχρωμο τσιμέντο και αδρανή σε ποικιλία μεγεθών και χρωμάτων.	100 mm		
Πλάκα ελαφρά οπλισμένου σκυροδέματος			Με επεξεργασία της τελικής επιφάνειας με χτένισμα ή ξέπλυμα για αποκάλυψη αδρανών.	150 mm
Βιομηχανικά δάπεδα	Ρητινούχες τσιμεντοκονίες επάνω σε υπόστρωμα γαρμπιλομωσαϊκού πάχους 5 έως 10 cm.	έως 2,5 mm	Ρητινούχες τσιμεντοκονίες επάνω σε υπόστρωμα γαρμπιλομωσαϊκού 5 cm.	έως 2,5 mm
Ξύλινα καρφωτά δάπεδα	Επάνω σε σκελετό από ξύλινα καδρόνια.	90 mm (συνολικό)	Καταστρώματα (<i>deck</i>) με κενά μεταξύ των ξύλων για να μη συγκρατείται νερό. Επάνω σε μεταλλική ή ξύλινη διαδοκίδωση.	25 έως 45 mm
Ξύλινα κολλητά δάπεδα	Κολλητά πλακίδια 150x150 mm ή σανίδες ξύλου πλάτους 7, 9, 11, 13 cm επάνω σε τσιμεντοκονία εξομάλυνσης.	5 mm τα τρικολλητά 22 mm		
Ξύλινα πλωτά δάπεδα	Σανίδες επικολλητές με λεπτή τελική στρώση ξύλου. Γρήγορη ραμποτέ τοποθέτηση. Απλά ακουμπάνε σε αφρώδες υπόστρωμα 2 mm επάνω σε υπάρχον δάπεδο.	14 mm		

Linoleum και λαστιχένια δάπεδα	Σε πλακίδια ή ρολά, χωρίς αρμούς και ραφές με ειδικό σοβατεπί.	2 mm και 3mm		
Υπερυψωμένα δάπεδα	Σε τηλεσκοπικό ελαφρύ μεταλλικό σκελετό 60x60 cm τοποθετημένα πλακίδια πάχους 5 cm με τελική επιφάνεια linoleum.	από 70 mm έως 1000 mm		
Πρέπει να σημειωθεί ότι οι διαστάσεις των λίθινων και των κεραμικών δαπέδων που παρατίθενται στον πίνακα είναι μόνον ενδεικτικές. Όλα τα υλικά διατίθενται σε τεράστια ποικιλία από υφές, χρώματα, διαστάσεις και σχήματα.				

6.11.1. Ηχομόνωση δαπέδων

Για ηχομόνωση εσωτερικών χώρων που απαιτούν προστασία από τον κτυπογενή ήχο, τοποθετούμε ειδικά αφρώδη συνθετικά υλικά μεταξύ ξύλινου δαπέδου και πετώματος και γεμίζουμε τα κενά μεταξύ των καδρονιών με πάπλωμα πυκνού πετροβάμβακα ή πολυστερίνη σε λεπτά φυλλαράκια. Επίσης, φροντίζουμε ώστε τα δάπεδα να μην ακουμπάνε περιμετρικά στους τοίχους και μεταξύ τους να αφήνεται κενό **3 έως 5 mm** που γεμίζει με ειδική **ελαστική ηχομονωτική ταινία**. Το κενό καλύπτεται από το σοβατεπί.

Το είδος αυτών των υλικών και τα πάχη τους είναι αποτέλεσμα της μελέτης ηχομόνωσης και γίνεται από εξειδικευμένους μελετητές ακουστικής.

6.11.2. Ξύλινα δάπεδα

Σε ξύλινα δάπεδα παρεμβάλλονται **ελαστικά αφρώδη στρώματα** πάχους λίγων χιλιοστών, που αποσβένουν τους κραδασμούς και απορροφούν τους ήχους. Αυτά τα στρώματα τοποθετούνται μεταξύ του τελικού ξύλινου δαπέδου και της υποκείμενης επιφάνειας του «πετώματος». Επιπλέον η σχάρα με τα καδρόνια κάτω από το πέτωμα τοποθετείται επάνω σε πυκνό κάνναβο από ειδικές σημειακές **μεταλλικές δοκοθήκες** διαστάσεων **50x50 mm** που έχουν ενσωματωμένα **ελαστικά πέλματα πάχους 10 mm**. Αυτοί οι αποσβεστήρες στερεώνονται στην πλάκα του φέροντος οργανισμού. Το κενό μεταξύ των καδρονιών διαστρώνεται με πάπλωμα πετροβάμβακα ή γεμίζει με ειδικά μπαλάκια διογκωμένης πολυστερίνης. Το ξύλινο δάπεδο περιμετρικά δεν πρέπει να ακουμπάει στους τοίχους σε κανένα σημείο του και γι' αυτό αφήνεται **κενό πλάτους 3 mm** όπου τοποθετείται **ελαστική ταινία**, η οποία καλύπτεται από το σοβατεπί. Επίσης, για λόγους ακουστικούς, το σοβατεπί πρέπει να στερεώνεται στον τοίχο και να μην ακουμπάει στο ξύλινο δάπεδο.

Υπενθύμιση για τα ξύλινα καρφωτά δάπεδα:

Τα ξύλινα **καρφωτά δάπεδα** είναι από σανίδες φυσικού σκληρού ξύλου, πολύ καλής ποιότητας, σε **μήκη μέχρι 2 m, πάχη 9 έως 12 mm και πλάτη από 90 έως 200 mm**. Οι σανίδες τοποθετούνται επάνω σε ένα ξύλινο υπόστρωμα και κουμπώνουν μεταξύ τους συνδέσεις με **ραμποτέ**. Το υπόστρωμα αποτελείται από ξύλινα **καδρόνια 50x50 mm**, τοποθετημένα κατευθείαν επάνω στον φορέα του πατώματος (σκυρόδεμα ή μέταλλο) σε αξονικές **αποστάσεις ανά 250 ως 300 mm**. Στη συνέχεια, αυτό το «**καδρονιάρισμα**» καλύπτεται με ξύλινο δάπεδο από σανίδες λευκής ξυλείας, το «**πέτωμα**». Όπου έχουμε συνδέσεις και καρφώματα, είναι κρυφά και δεν είναι ορατά στην τελική επιφάνεια.

6.11.3. Πλωτά δάπεδα

Για να εξασφαλίσουμε υψηλά επίπεδα ηχοπροστασίας από τον κτυπογενή ήχο σε χώρους με απαιτήσεις ακουστικής μόνωσης, όπως είναι αίθουσες μουσικής ή τα δωμάτια ξενοδοχείων, κατασκευάζουμε δάπεδα που στην κυριολεξία κολυμπάνε επάνω σε ένα ηχομονωτικό πάπλωμα. Τα υλικά τελικής επένδυσης είναι **κεραμικά πλακάκια**, πλάκες **φυσικού λίθου**, **linoleum** και **πλαστικά** και τέλος τα ξύλινα **κολλητά** δάπεδα που τοποθετούνται κατευθείαν με κόλλα επάνω σε εξομαλυμένο με τσιμεντοκονία υπόστρωμα και συμπεριφέρονται όπως τα κοινά πλακάκια.

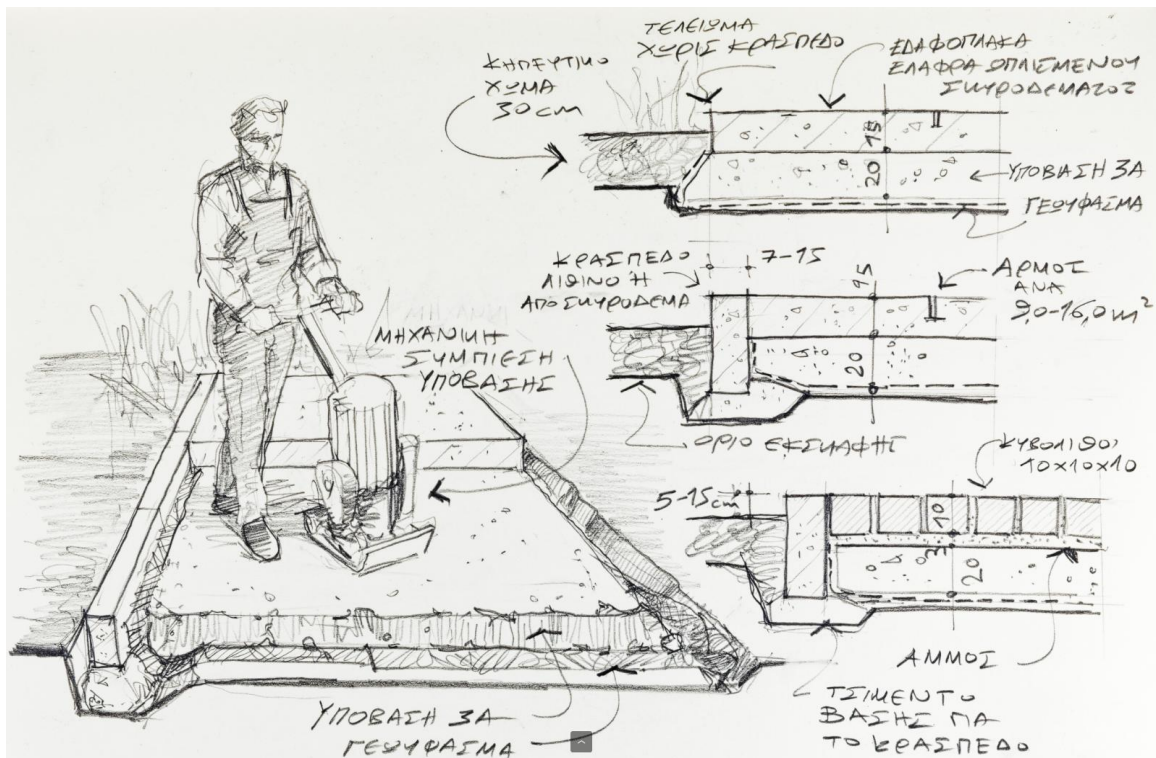
Για την κατασκευή τους, επάνω στον φορέα του πατώματος (οπωσδήποτε από σκυρόδεμα), χυτεύεται μια δεύτερη **πλάκα από ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα** πάχους **12 cm** πάνω στην οποία τοποθετούμε στη συνέχεια το τελικό δάπεδο. Μεταξύ αυτής της κατασκευής και του φορέα του πατώματος παρεμβάλλουμε ηχομονωτική στρώση, **πάπλωμα πυκνού ασυμπίεστου πετροβάμβακα**, πάχους περίπου **5 cm**, καλυμμένο με **φύλλο νάιλον** που τον προστατεύει και τον διαχωρίζει από την υπερκείμενη πλάκα. Το πλωτό δάπεδο περιμετρικά δεν πρέπει να ακουμπάει στους τοίχους σε κανένα σημείο του και γι' αυτό στα άκρα του αφήνεται **κενό πλάτους 3 mm**, όπου και τοποθετείται **ελαστική ταινία** που τελικά καλύπτεται από το σοβατεπί.

6.11.4. Δαπεδοστρώσεις εξωτερικών χώρων

Τα εξωτερικά δάπεδα, εκτός από την απαίτηση αντοχής κατά την αναμενόμενη χρήση, υπόκεινται σε επιπλέον καταπονήσεις **με την έκθεσή τους στο φυσικό περιβάλλον**, για τις οποίες πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερη μέριμνα ώστε να αντιμετωπιστούν τα ακόλουθα φαινόμενα:

Πίνακας 6.9: Παθολογία εξωτερικών δαπέδων και αντιμετώπιση.	
Μετακινήσεις του εδάφους και του χώματος	Δημιουργία αρμών στην εδαφόπλακα ανά 9,0 m² έως 12 m² . Εξυγίανση του εδάφους με κατάλληλη υπόβαση . Εγκιβωτισμός με περιμετρικά κράσπεδα .
Μεταβολές θερμοκρασίας	Δημιουργία αρμών μεταξύ των υλικών. Για κεραμικά πλακίδια αρμοί > 3mm . Οι αρμοί της υπόβασης και του τελικού δαπέδου πρέπει να είναι στην ίδια κατακόρυφο.
Παγετός	Χρήση υλικών χωρίς πόρους , με πολύ μικρή υδατοαπορροφητικότητα ή προστασία της τελικής επιφάνειας με ειδικά βερνίκια που κλείνουν τους πόρους. Αντιπαγετικά πρόσμεικτα στο τσιμέντο.

Οι δαπεδοστρώσεις εξωτερικών χώρων διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τα **σκληρά δάπεδα** και τα **μαλακά δάπεδα** που καθορίζονται από το υλικό δαπεδόστρωσης και το υπόστρωμά τους. Τα απορροφητικά δάπεδα αφήνουν το νερό της βροχής να περάσει στο υπέδαφος και είναι πολύ πιο φιλικά στο περιβάλλον, αντιθέτως τα σκληρά δάπεδα προτιμώνται εκεί που έχουμε αυξημένες απαιτήσεις για αντοχές σε βαριά κυκλοφορία.



Εικόνα 6.91 Διαδικασία κατασκευής και λεπτομέρειες τυπικών δαπεδοστρώσεων εξωτερικών χώρων.



Εικόνα 6.92

Δάπεδο σε πλατεία από τσιμεντοκυβόλιθους με άμμο, εγκιβωτισμένους περιμετρικά με στοιχεία εμφανούς σκυροδέματος.

Εικόνα 6.93 (επόμενη σελίδα)

Δαπεδόστρωση στον κεντρικό δρόμο του Καρπενησίου. Ο δρόμος κυκλοφορίας οχημάτων είναι διαστρωμένος με κυβόλιθους ιγνιμβρίτη, τα εκατέρωθεν κράσπεδα είναι από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος με διατομή που ευνοεί τη συλλογή ομβρίων υδάτων. Οι ζώνες κυκλοφορίας πεζών είναι διαστρωμένες με κεραμικά πλακίδια «κλίνκερ», πλάκες όδευσης τυφλών και χιτό σκυρόδεμα στις ζώνες προσαρμογής με τα κτίρια. Η ενδιάμεση ζώνη με τη φύτευση και κυβόλιθους που έχουν ανάμεσά τους κενό λειτουργεί ως απορροφητικό δάπεδο.

Αρχιτέκτονες Α. Λαμπρόπουλος, Π. Βασιλάτος, Καρπενήσι 2014.

Μη απορροφητικά δάπεδα εξωτερικών χώρων

- Η περιοχή δαπεδόστρωσης **σκάβεται** σε βάθος **15 έως 20 cm** και σε όλη την έκταση της εκσκαφής τοποθετείται **γεωύφασμα** ως διαχωριστικό στρώμα και για την προστασία των υπερκείμενων υλικών.
- Γίνεται **εξυγίανση** του εδάφους με δημιουργία **υπόβασης** πάχους **15,0 cm** για συνηθισμένη χρήση ανθρώπων και ελαφρών οχημάτων ή **20,0 cm** για βαριά χρήση. Αυτή κατασκευάζεται από ισχυρά συμπιεσμένο «**θραυστό υλικό 3Α**» (αμμοχάλικο κοκκομετρικής διαβάθμισης 0-32 mm από θραυστό υλικό λατομείου, ΠΤΠ 0-155).
- Διαστρώνεται **εδαφόπλακα** ελαφρά οπλισμένου σκυροδέματος πάχους **12 cm** έως **15 cm** ανάλογα με την αναμενόμενη χρήση, οπλισμένη με δομικό πλέγμα (όπως για παράδειγμα μεταλλικό πλέγμα T139 με διαστάσεις βρόγχου 15 x15 cm, γνωστό κατά το παρελθόν και ως πλέγμα Δάρινγκ).

Τελικό δάπεδο:

- Από **φυσικούς λίθους, πεζοδρομιόπλακες** και βοτσαλόπλακες σε διάφορες διαστάσεις, σχήματα, χρώματα και υφές **πάχους 40 mm**, με **τσιμεντοκονία** πρόσφυσης **20 mm**.
- Με **κεραμικά πλακίδια**, με ειδική κόλλα πλακιδίων συνολικού **πάχους 10 mm**.
- Από **κυβόλιθους** εναλλακτικά, με ελεύθερη τοποθέτηση επάνω σε στρώμα **άμμου** πάχους **3,0 cm** έως **5,0 cm** χωρίς άλλη συγκολλητική ουσία. Οι **αρμοί** μεταξύ τους πρέπει να είναι μέχρι **3,0 mm** για να μην αποσπώνται από τη θέση τους σε περίπτωση βαριάς κυκλοφορίας.
- Με **χυτό τσιμέντο** σε πάχος τουλάχιστον **5 cm** και επεξεργασία της τελικής του επιφάνειας ώστε να είναι αντιολισθηρό και αν είναι απαραίτητο προσθέτουμε **πρόσμεικτα** για την προστασία από τον **παγετό**. Η τελική του επιφάνεια πριν στεγνώσει με κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να γίνει αδρή. Αυτό γίνεται κυρίως με δύο τρόπους, με «**σκούπισμα**» ή «**χτένισμα**» της επιφάνειας και με ξέπλυμα με νερό υπό πίεση που αφαιρεί ένα ελάχιστο πάχος τσιμέντου αποκαλύπτοντας τα αδρανή.



Απορροφητικά δάπεδα εξωτερικών χώρων

Κυβόλιθοι

1. Όλη η έκταση της περιοχής **σκάβεται** και στην επαφή με το έδαφος τοποθετείται **γεωύφασμα**, ως διαχωριστικό στρώμα και για προστασία.
2. **Εξυγίανση** του εδάφους με δημιουργία **υπόβασης** πάχους **20,0 cm** από ισχυρά συμπιεσμένο «**θραυστό υλικό 3Α**» (αμμοχάλικο κοκκομετρικής διαβάθμισης 0-32 mm από θραυστό υλικό λατομείου, Π.Τ.Π. 0-155).
3. Οι **κυβόλιθοι** τοποθετούνται επάνω σε στρώμα **άμμου** πάχους **3,0 cm** έως **5,0 cm** χωρίς άλλη συγκολλητική ουσία. Οι **αρμοί** μεταξύ τους πρέπει να είναι μέχρι **3,0 mm** για να μην αποσπώνται από τη θέση τους σε περίπτωση βαριάς κυκλοφορίας.

Συμπιεσμένο χώμα (stabilizer), διάτρητοι κυβόλιθοι, ελεύθερες πλάκες σε απόσταση μεταξύ τους.

1. Όλη η έκταση της περιοχής **σκάβεται** και τοποθετείται **γεωύφασμα** στην επαφή με το έδαφος, ως διαχωριστικό στρώμα και για προστασία.
2. **Εξυγίανση** του εδάφους με **υπόβαση** από **χαλίκι** πάχους **15 cm**.
3. Τοποθέτηση διαχωριστικής στρώσης από **γεωύφασμα**.
4. **Συμπιεσμένο χώμα (stabilizer)** πάχους **20 cm** ή **διάτρητοι κυβόλιθοι** ή **ελεύθερες πλάκες** σε απόσταση μεταξύ τους, επάνω σε χαλίκι ή χώμα πάχους **10 cm**.

Περιμετρικός εγκιβωτισμός με τοποθέτηση **κρασπέδου**, ώστε να μη διαρρεύσει από μετακίνηση των χωμάτων. Αυτό μπορεί να είναι είτε από φυσικούς λίθους σε βάση από σκυρόδεμα, είτε από τσιμέντο προκατασκευασμένο ή χυτό επιτόπου, είτε από μεταλλικές λάμες.

6.11.5. Αρμοί Δαπέδων

Οι αρμοί είναι ένα σημείο στο οποίο πρέπει να δίνεται προσοχή, διότι ουσιαστικά διακόπτουν την ενιαία εικόνα του δαπέδου στο σχέδιο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συνθετικό εργαλείο οργάνωσης του χώρου. Τους χρησιμοποιούμε για να προλάβουμε ανεξέλεγκτες ρηγματώσεις στην τελική επιφάνεια, οφειλόμενες στις θερμοκρασιακές συστολοδιαστολές ή σε διαφορικές καθιζήσεις του εδάφους.

Οι διακοπές αυτές κατά τη χύτευση της εδαφόπλακας γίνονται περίπου ανά **12 m²** ώστε να δημιουργηθούν ανεξάρτητες πλάκες και στη συνέχεια, ανάλογα το δάπεδο, εφαρμόζουμε τις ακόλουθες τεχνικές:

- Σε χυτά δάπεδα δημιουργούμε ρηχές **εγκοπές** στην **τελική επιφάνεια** ή κατά τη χύτευση τοποθετούμε **μεταλλικές λάμες** πάχους **2** έως **5 mm**.
- Στα υπόλοιπα δάπεδα αυξάνουμε το **πάχος των αρμών** ή τοποθετούμε **διακριτές λεπτές ζώνες** από το ίδιο ή διαφορετικό υλικό που πρέπει να έχουν **πλάτος** τουλάχιστον **10 cm**. Πολλές φορές οι ζώνες αυτές κατασκευάζονται από χυτό υλικό.
- Οι αρμοί της υπόβασης και του τελικού δαπέδου πρέπει να είναι στην ίδια κατακόρυφο αλλιώς ρηγματώνονται οι επιστρώσεις.
- Στα σημεία των αρμών διακόπτεται η σκυροδέτηση της υπόβασης αλλά μπορούν να συνδέονται με κοινά στοιχεία σπλισμού δομικού πλέγματος.



Εικόνα 6.94 Δαπεδοστρώσεις στον Βοτανικό Κήπο της Βαρκελώνης (JBB) από ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα με διαφορετικές επιφανειακές επεξεργασίες στην τελική του όψη και ενσωματωμένα λειτουργικά στοιχεία από Corten. Οι αρμοί, εκτός από κατασκευαστική ανάγκη, έχουν οργανωθεί με σχεδιαστική πρόθεση. Αρχιτέκτονες Carlos Ferrater και Josep Lluís Canosa, Βαρκελώνη, Ισπανία 1999.

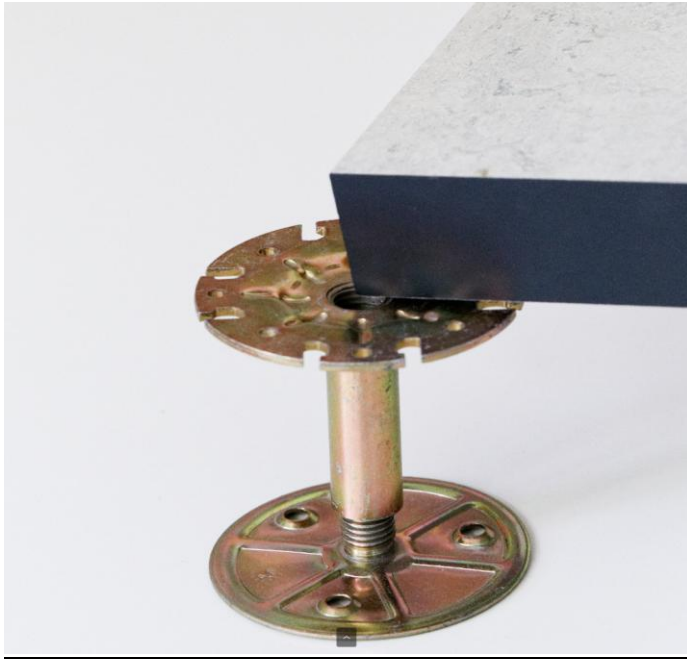
6.11.6. Υπερυψωμένα δάπεδα εσωτερικών χώρων

Πρόκειται για ειδικά δάπεδα που συνήθως τοποθετούνται σε κτίρια γραφείων και σε χώρους δικτύων υπολογιστών. Η τελική επιφάνειά τους είναι μια επιδερμίδα από ανθεκτικές και άκαμπτες πλάκες νοβοπάν, διαστάσεων **600x600 mm** και πάχους **50 mm** με τελική επιφάνεια συνήθως **linoleum**.

Οι πλάκες τοποθετούνται με τηλεσκοπικά πόδια σε υπερυψωμένο, ελαφρύ, γαλβανισμένο σκελετό και σε **κάνναβο** επίσης ανά **600x600 mm**. Το τελικό **ύψος** του δαπέδου ποικίλλει και μπορεί να είναι από ελάχιστο **120 mm** έως **1000 mm** ή και περισσότερο.

Το πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι ότι επιτρέπει τη διέλευση καλωδιώσεων μέσα στο κενό του δαπέδου και την ανάδυσή τους σε επιλεγμένα σημεία του χώρου. Οι πλάκες του δαπέδου σε αυτά τα σημεία αντικαθίστανται με άλλες που έχουν ενσωματωμένες πρίζες ρεύματος και δεδομένων. Αυτή η τεχνική ευνοεί την ελεύθερη επίπλωση στον χώρο, αλλά το σημαντικότερο, την εύκολη αναδιάταξή της χωρίς να απαιτούνται δαπανηρές και καταστροφικές ανακαλωδιώσεις. Σε χώρους server μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως plenum για την παροχή κλιματιζόμενου αέρα μέσα από θυρίδες ενσωματωμένες στις πλάκες δαπέδου.

Χρειάζεται προσοχή η εφαρμογή του σε υπάρχοντα κτίρια, πρέπει να προβλεφθούν σκαλιά που θα γεφυρώσουν την υψομετρική διαφορά από το υπάρχον κλιμακοστάσιο.



Εικόνα 6.94 Υπερυψωμένο δάπεδο σε μεταλλικά τηλεσκοπικά πέλματα. Τα πλακίδια έχουν διαστάσεις 60x60 cm και η επιφάνειά τους είναι τελική συνήθως με λινόλεουμ ή μπορεί να δεχτεί μοκέτες.

6.12. Σύνοψη μεθόδων επεξεργασίας και μορφοποίησης υλικών

Η επιλογή της μεθόδου κατεργασίας και παραγωγής ενός αντικειμένου γίνεται σύμφωνα με τα ακόλουθα κριτήρια:

- Το υλικό και τις φυσικές του ιδιότητες.
- Το μέγεθος και τη γεωμετρία του αντικειμένου που θα παραχθεί.
- Το πλήθος τεμαχίων που θα παραχθούν ή των συνδέσεων που πρέπει να γίνουν.
- Το κόστος των εργαλείων και των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν.
- Ο επιθυμητός βαθμός αυτοματισμού.

Πίνακας 6.10: Συγκριτικές μέθοδοι επεξεργασίας και μορφοποίησης υλικών		
Επεξεργασία και μορφοποίηση		Υλικό και ιδιότητες της μεθόδου
Διαμόρφωση (Forming) Εφαρμογή δύναμης ή πίεσης για πλαστική παραμόρφωση του υλικού ώστε να αποκτήσει το επιθυμητό σχήμα	-Θερμή κατεργασία (Hot working)	Επάνω από τη θερμοκρασία ανακρυστάλλωσης, εύκολη πλαστική κατεργασία μετάλλου.
	Ψυχρή κατεργασία – ανόπτηση (Cold working)	Κάτω από τη θερμοκρασία ανακρυστάλλωσης, αυξάνει την αντοχή.
	Σφυρηλάτηση (Forging)	Μέταλλα, Πλαστικά -Βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες. -Παραγωγή με μεγάλες ανοχές και μικρής ακρίβειας διαστάσεις. -Ακριβός εξοπλισμός.
	Εξέλαση (Extrusion)	Μέταλλα, Πλαστικά -Καλή τελική επιφάνεια. -Παραγωγή με μικρές ανοχές και μεγάλης ακρίβειας διαστάσεις. -Παραγωγή μόνο σχημάτων δύο διαστάσεων.

	Έλαση (Rolling)	Μέταλλα
		-Βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες. -Πλήρως αυτόματη παραγωγή. -Υψηλό κόστος εργαλείων. -Δεν μπορούν να παραχθούν πολύπλοκα σχήματα.
Χύτευση (Casting) Χύτευση λιωμένου υλικού σε καλούπι και κατόπιν στερεοποίηση	Χύτευση σε καλούπι με πίεση (χυτοπρεσαριστό) (Die casting)	Κυρίως για μη σιδηρούχα μέταλλα (π.χ. αλουμίνιο) και πλαστικά γιατί έχουν χαμηλό σημείο τήξης. -Πολύ καλή τελική επιφάνεια. -Μεγάλης ακρίβειας διαστάσεις. -Υψηλό κόστος αρχικού προϊόντος (είναι οικονομική διαδικασία μόνο για μεγάλους αριθμούς παραγωγής).
	Χύτευση με καλούπι από πυρίμαχη άμμο (Sand casting)	Μέταλλα -Χύτευση όλων των μετάλλων. -Παραγωγή μεγάλων και πολύπλοκης μορφής αντικειμένων. -Χαμηλό κόστος αρχικού προϊόντος. -Κακό επιφανειακό τελείωμα. -Όχι μεγάλης ακρίβειας διαστάσεις.
Καλούπια (Molding) Μορφοποίηση λιωμένου ή εύκαμπτου υλικού μέσα σε καλούπι	Έκχυση σε καλούπι (Injection molding)	Θερμοπλαστικά -Γρήγορη διαδικασία. -Παραγωγή υψηλού αυτοματισμού. -Υψηλό κόστος αρχικού προϊόντος.
	Συμπίεση σε καλούπι (Compression molding)	Μη σιδηρούχα μέταλλα, θερμοσκληρυνόμενα πλαστικά -Μικρό κόστος εργαλείων. -Μικρός ρυθμός παραγωγής. -Δεν παράγονται σύνθετα σχήματα.
	Φούσκωμα σε καλούπι (Blow molding)	Θερμοπλαστικά. -Γρήγορη διαδικασία. -Παραγωγή υψηλού αυτοματισμού. -Υψηλό κόστος αρχικού προϊόντος.
Κατεργασία (Machining) Μορφοποίηση με αφαίρεση υλικού από ένα μεγαλύτερο αντικείμενο, συνήθως ως δευτερεύουσα τελική διαδικασία επεξεργασίας σε υλικό που έχει χυτευθεί	Τορνάρισμα (Turning)	Μέταλλα, Πλαστικά.
	Τρύπημα (Drilling)	Μέταλλα, Πλαστικά, Ξύλα.
	3D κοπή (3D cutting)	Μέταλλα, Πλαστικά, Ξύλα.
	Κοπή (Cutting)	Μέταλλα, Πλαστικά, Ξύλα.
Σύνδεση (Joining)	Ηλεκτροσυγκόλληση (Welding)	Μέταλλα.
	Πριτσίνωμα (Riveting)	Μέταλλα, Πλαστικά.

Συναρμολόγηση με σύνδεση πολλών ξεχωριστών κομματιών, ως δευτερεύουσα τελική διαδικασία σε υλικά που έχουν υποστεί προηγούμενη κατεργασία	Μπrouντζοκόλληση (<i>Brazing</i>)	Μέταλλα.
	Βίδωμα (<i>Fastening</i>)	Μέταλλα, Πλαστικά, Ξύλα.
	Συγκόλληση (<i>Soldering</i>)	Μέταλλα, Πλαστικά, Ξύλα.
Συσσώρευση (<i>Additive</i>) Μορφοποίηση με προσθήκη υλικού σε διαδοχικές στρώσεις	3D εκτύπωση (<i>3D printing</i>)	Πλαστικά. -Διαρκώς εξελισσόμενη τεχνολογία. -Αργή διαδικασία παραγωγής. -Μικρού μεγέθους αντικείμενα. -Ιδανική για prototyping.
	Σύντηξη Λείζερ (<i>Laser sintering</i>)	Πλαστικά -Διαρκώς εξελισσόμενη τεχνολογία. -Αργή διαδικασία παραγωγής. -Μικρού μεγέθους αντικείμενα. -Ιδανική για prototyping.
	Μπάνιο φωτοπολυμερισμού (<i>Vat photopolymerization</i>)	Πλαστικά -Διαρκώς εξελισσόμενη τεχνολογία. -Αργή διαδικασία παραγωγής. -Μικρού μεγέθους αντικείμενα. -Ιδανική για prototyping.
Πηγή: https://www.manufacturingguide.com/en/search/process		

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Ashby, M. (2005). *Materials Selection in Mechanical Design*. Oxford: Elsevier.
- Ashby, M., & Johnson, K. (2014). *Materials and Design, the Art and Science of Material Selection in Product Design*. London: Elsevier.
- Ballast, D.K. (2010). *Interior Detailing. Concept to Construction*. New Jersey: Wiley.
- Bennett, D. (2005). *The Art of Precast Concrete*. Basel: Birkhäuser.
- Boake, T.M. (2012). *Understanding Steel Design*. Basel: Birkhäuser.
- Boake, T.M. (2015). *Architecturally Exposed Structural Steel*. Basel: Birkhäuser.
- Bralla, J.G. (2007). *Handbook of Manufacturing Processes, How Products, Components and Materials are Made*. NY: Industrial Press, Inc.
- Brookes, A., & Meijs, M. (2008). *Cladding of Buildings*. Oxon: Taylor and Francis.
- Ching, F.D., Onouye, B.S., & Zuberbuhler, D. (2009). *Building Structures Illustrated. Patterns, Systems, and Design*. New Jersey: Wiley.
- Chudley, R., & Greeno, R. (2010). *Building Construction Handbook*. Oxford: Elsevier.
- Engel, H. (1985). *Measure and Construction of the Japanese House*. Tokyo: Tuttle.
- Gutdeutsch, G. (1996). *Building in Wood, Construction and Details*. Basel: Birkhäuser.
- Harries, D., & Heer, B. (1993). *Basic Blacksmithing*. London: Intermediate Technology Publications.
- Herzog, T., Krippner, R., & Lang, W. (2004). *Facade Construction Manual*. Basel: Birkhäuser.
- Hoadley, B.R. (2000). *Understanding Wood, a Craftsman's Guide to Wood Technology*. Newtown: The Taunton Press.
- Holgate, A. (1995). *The Art of Structural Engineering. The Work of Jörg Schlaich and his Team. Alex Menges*.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., & Auer, T. (2007). *Facades, Principles of Construction*. Basel: Birkhäuser.
- LeCuyer, A. (2008). *ETFE, Technology and Design*. Basel: Birkhäuser.
- Levy, S.M. (2010). *Construction Databook. Construction Materials and Equipment*. NY: McGraw Hill.
- Liebing, R.W. (2009). *Handbook of Detailing. The Graphic Anatomy of Construction*. NY: Springer.
- Lyons, A. (2014). *Materials for Architects and Builders*. Oxon: Routledge.
- Madan, M., Scarborough, W., & Armpriest, D. (2013). *Building Construction, Principles, Materials, and Systems*. Boston: Pearson Education.

- Marshall, D., Worthing, D., & Heath, R. (2008). *Understanding Housing Defects*. London: EG Books.
- Martin, P. (2014). *Modern Concrete Construction Manual, Structural Design, Material Properties, Sustainability*. Munich: Institut für internationale Architektur-Dokumentation.
- McMorrough, J. (2006). *Materials Structure Standards*. Massachusetts: Rockport.
- Minke, G. (2006). *Building with Earth, Design and Technology of a Sustainable Architecture*. Basel: Birkhäuser.
- Motro, R. (2003). *Tensegrity. Structural Systems for the Future*. London: KOGAN Page Science.
- Newman, A. (2004). *Metal Building Systems, Design and Specifications*. NY: McGraw-Hill.
- Noll, T. (2002). *The Joint Book, the Complete Guide to Wood Joinery*. London: Quarto Publishing plc.
- Packer, J.A., & Henderson, J.E. (1997). *Hollow Structural Section, Connections and Trusses. A Design Guide*. Ontario: Canadian Institute of Steel Construction.
- Pearce, P. (1978). *Structure in Nature is a Strategy for Design*. MIT Press.
- Pfeifer, G., Ramcke, R., Achtziger, J., & Zilch, K. (2001). *Masonry Construction Manual*. Munich: Institut für internationale Architektur_Dokumentation.
- Reichel, A., Ackermann, P., Hentschel, A., & Hochberg, A. (2007). *Building with Steel, Details, Principles, Examples*. Basel: Birkhäuser.
- Sauter, D. (2011). *Landscape Construction*. NY: Delmar.
- Seidel, M. (2009). *Tensile Surface Structures. A Practical Guide to Cable and Membrane Construction*. Berlin: Ernst & Sohn.
- Seike, K. (2020). *The Art of Japanese Joinery* (27η ed.). Boulder, Colorado: Weatherhill.
- Siegesmund, S., & Snelhage, R. (2011). *Stone in Architecture, Properties, Durability*. Heidelberg: Springer.
- Silver, P., Mclean, W., Veglio, S., & Hardingham, S. (2006). *Fabrication. The Designers Guide*. Oxford: Elsevier.
- Thallon, R. (2008). *Graphic Guide to Frame Construction*. Newtown: The Taunton Press.
- Trebilock, P., & Lawson, M. (2004). *Architectural Design in Steel*. London: Spon Press.
- Vandenberg, M. (1998). *Cable Nets*. Sussex: Wiley.
- Weiler, S.K., & Scholz-Barth, K. (2009). *Green Roof Systems, a Guide to the Planting, Design and Construction of Landscapes over Structure*. New Jersey: Wiley.
- Yeomans, D. (2016). *How Structures Work, Design and Behaviour from Bridges to Buildings*. Oxford: Wiley.
- Zwenger, K. (2011). *Wood and Wood Joints, Building Traditions of Europe, Japan and China*. Basel: Birkhäuser.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- Hunt, T. (2003). *Το Σημειωματάριο των Κατασκευών*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Neufert, E. (2000). *Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνθεση*. (P. Neufert, & L. Neff, Eds.) Μ. Γκιούρδας.
- Silver, P., McLean, W., & Whitsett, D. (2008). *Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Αθανασόπουλος, Χ. (2007). *Κατασκευή Κτιρίων, Σύνθεση και Τεχνολογία*. Αθήνα: Αθανασόπουλος.
- Αντωνίου, Δ., Δημόπουλος, Γ., Κονταξάκης, Δ., Συμεωνίδου, Ι., & Τσινίκας, Ν. (2020). *Ελαφρές Κατασκευές, Βιομημητικές, Εφήμερες, Ψηφιακές*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Βογιατζάκη, Κ. (2011). *Οικολογική Αρχιτεκτονική με Εναλλακτικά Υλικά Δόμησης και η Περιβαλλοντική τους Αξιολόγηση* (Μεταπτυχιακή Διατριβή ed.). Ξάνθη: ΔΠΘ Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος.
- Θέμελης, Κ. (2000). *Ο Λόγος του Αρχιμάστορα, μια συνομιλία με τον Άρη Κωνσταντινίδη*. Αθήνα: Ίνδικτος.
- Κακαράς, Ι. (2008). *Το Ξύλο ως Υλικό, Είδη Ξύλων, Ιδιότητες, Εφαρμογές*. Καρδίτσα: ΤΕΙ Λάρισας.
- Καλογεράς, Ν., Κιρπότην, Χ., Μακρής, Γ., Παπαϊωάννου, Ι., Ραυτόπουλος, Σ., Τζιτζιάς, Μ., & Τουλιάτος, Π. (1986). *Θέματα Οικοδομικής*. Αθήνα: Συμμετρία.
- Κορρές, Μ. (1994). *Από την Πεντέλη στον Παρθενώνα*. Αθήνα: Μέλισσα.
- Κορρές, Μ. (2014). *Η στέγη του Ηρωδείου και άλλες γιγάντιες γεφυρώσεις*. Αθήνα: Μέλισσα.
- Κουκής, Σ. (2001). *Δομική Τεχνολογία*. Αθήνα: Κουκής.
- Μιχαήλ, Γ., Παγκρατίου, Ε., & Πουλογιάννη, Ν. (2009). *Εγχειρίδιο Ξερολιθικών Κατασκευών, Τοίχοι*. Ιωάννινα: Interreg II.
- Μπίρης, Δ. (1987). *Χωροδικτυώματα και Τριδιάστατες Δικτυωματικές Κατασκευές*. Αθήνα: Τομέας 4, Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ.
- Μπίρης, Κ., & Μπίρης, Κ. (1935). *Ξυλεία και Ξυλουργική*. Αθήνα: Χρίστου Γερ.
- Τσινίκας, Ν. (2001). *Αρχιτεκτονική Ενάντια στη Βαρύτητα*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Τσινίκας, Ν. (2016). *Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Ιστοσελίδες

- Manufacturing Guide. Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022.
<https://www.manufacturingguide.com/en/search/process>
- Weathering steel. Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022.
https://en.wikipedia.org/wiki/Weathering_steel

Your Source for Materials Information. Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022.

<http://www.matweb.com/>

Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού. Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022. <http://>

<https://copper.org.gr/about-copper/>

ΤΕΕ. "Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ". Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022. [https://web.tee.gr/d-e-k-a-](https://web.tee.gr/d-e-k-a-d/tmima-epistimonikoy-kai-anartychiakoy-ergoy/totee/)

[d/tmima-epistimonikoy-kai-anartychiakoy-ergoy/totee/](https://web.tee.gr/d-e-k-a-d/tmima-epistimonikoy-kai-anartychiakoy-ergoy/totee/)

ΤΕΕ, Επιστημονική Επιτροπή Δομικών Υλικών & Στοιχείων του. "Οδηγός Δομικών Υλικών".

Τελευταία πρόσβαση Νοέμβριος 2022.

https://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/

Νομοθεσία

Ν. 4112/2016. Σύνταξη του κανονισμού περί προδιαγραφών μελετών.

ΟΑΣΠ (2003). Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας. Αθήνα: ΥΠΕΧΩΔΕ.

ΟΑΣΠ (2001). Ελληνικός κανονισμός σπλισμένου σκυροδέματος 2000.

ΠΔ 111/2004, ΦΕΚ 76Α. Καθορισμός του Απαιτούμενου Αριθμού Θέσεων Στάθμευσης Αυτοκινήτων.

ΠΔ 696/1974, Φ. 3.-1.-7. Προδιαγραφές μελετών τεχνικών έργων.

ΠΔ 71/1988, ΦΕΚ 32/Α' 17-02-1988. Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα με το ΠΔ 41/2018, ΦΕΚ 80/Α' 07-05-2018.

ΦΕΚ, 2998/Β'. (20-07-2020). Κανονισμός Προσβασιμότητας.

ΦΕΚ, 59/Δ'. (03-02-1989). Κτιριοδομικός Κανονισμός.

Μέρος Γ



Διπλωματική εργασία της Δήμητρας Παπανίκα, η οποία παρουσιάστηκε τον Οκτώβριο 2019 με τίτλο "Το ένδυμα που κατοικώ": ένα ρούχο μετατρέπεται σε κατοικήσιμη δομή με πρωταγωνιστή το σώμα. Τα δεδομένα και οι αρχές στα οποία βασίζεται η αρχιτεκτονική δομή αλλάζουν και κοινή παράμετρος είναι το ανθρώπινο σώμα και η εμπειρία του χρήστη.

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, ανεξάρτητα από την κλίμακα εφαρμογής, υπακούει σε δεδομένα και αρχές, που βρίσκουν την έκφρασή τους μέσω της μορφής και της υλικότητας και το ανθρώπινο σώμα επιβάλλει τους κανόνες πάνω στους οποίους ένα ρούχο μετατρέπεται σε κατοικήσιμη δομή.

Κεφάλαιο 7. Προδιαγραφές του Αρχιτεκτονικού Έργου

Σύνοψη

Παρουσιάζεται το πλαίσιο κτιριολογικών και σχεδιαστικών απαιτήσεων σύμφωνα με τα ελληνικά και διεθνή πρότυπα και γίνεται αναφορά στους υποχρεωτικούς κανονισμούς, όπως είναι η προσβασιμότητα τεχνικών έργων, η πυροπροστασία των κτιρίων και ο σχεδιασμός χώρων στάθμευσης. Τέλος, δίνονται σχεδιαστικές υποδείξεις σε επιμέρους κτιριακά ζητήματα που συχνά παρουσιάζονται στα θέματα του μαθήματος, όπως είναι ο σχεδιασμός της ορατότητας των αιθουσών παραστάσεων.

Προαπαιτούμενη γνώση

Δεν υπάρχει ιδιαίτερη απαίτηση για προαπαιτούμενη γνώση.

7. Προδιαγραφές του αρχιτεκτονικού έργου

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές κτιριολογικές και δομικές προδιαγραφές που πρέπει να ικανοποιεί η αρχιτεκτονική μελέτη για να εξασφαλίζεται η ποιότητα του δομημένου χώρου. Πρόκειται για ένα πλαίσιο κανονισμών που ορίζουν κριτήρια σχεδιασμού των κτιρίων και αφορούν τις προδιαγραφές από τη γεωμετρία και τη σχέση τους με την πόλη, την κτιριολογική οργάνωση των χώρων τους, μέχρι και την ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται, με γνώμονα την άνεση και την ασφάλεια των χρηστών. Πρέπει να γίνουν κατανοητοί από τους αρχιτέκτονες αυτοί οι κανονισμοί, καθώς και οι λόγοι για τους οποίους έχουν θεσπιστεί, αλλά κυρίως το πνεύμα που διέπει την εφαρμογή τους. Έτσι, για παράδειγμα, θα μπορέσουν να ερμηνεύσουν τις διαφορές των απαιτήσεων στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική και να εκτιμήσουν τις υπερβάσεις της, που ουσιαστικά δεν τους καταρρίπτουν, αλλά θέτουν την αρχιτεκτονική πράξη σε ένα διαφορετικό, εξίσου όμως νόμιμο πλαίσιο αξιών. Επίσης, θα μπορούν με ευθυκρισία να σχεδιάσουν πέρα από αυτούς, αλλά πάντα μέσα στο πνεύμα τους, όπως για παράδειγμα μια στενή στρογγυλή σκάλα για ειδική συνθήκη, της οποίας από τον κτιριοδομικό κανονισμό απαγορεύεται η κατασκευή σε κτίρια δημόσιας χρήσης.

Οι σπουδαστές πρέπει να εξοικειώνονται με αυτό το πλαίσιο κανονισμών, μερικοί από τους οποίους έχουν απολύτως δεσμευτικό χαρακτήρα (όπως οι όροι δόμησης). Το νόημα αυτής της εξοικείωσης είναι ότι θα μπορούν να αντιμετωπίσουν σχεδιαστικά ζητήματα με ωριμότητα ήδη από τα πρώτα στάδια της σύνθεσης, χωρίς να αντιμετωπίσουν εκπλήξεις και ανατροπές στα επόμενα στάδια.

Το πλαίσιο διατάξεων που αφορούν το δομημένο περιβάλλον συνίσταται κυρίως σε επτά σημαντικούς κανονισμούς και οδηγίες που είναι οι ακόλουθοι:

Ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (ΝΟΚ), όπως ισχύει σήμερα και ρυθμίζει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του δομημένου χώρου, τη σχέση τους με τον δημόσιο χώρο και καθορίζει τις απαιτήσεις για την προστασία του περιβάλλοντος. Ο κανονισμός αυτός ανανεώνεται και συμπληρώνεται περίπου κάθε τριάντα χρόνια ενσωματώνοντας τις τεχνικές και κοινωνικές εξελίξεις της κάθε εποχής.

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) που ουσιαστικά αντικατέστησε τη μελέτη θερμομόνωσης των κτιρίων.

Ο Κτιριοδομικός Κανονισμός, ο οποίος σύμφωνα με την εισαγωγική του διακήρυξη, «έχει σκοπό τη ρύθμιση της κατασκευής των δομικών έργων στο σύνολό τους και στα επιμέρους στοιχεία τους, έτσι ώστε να εξυπηρετούν τη χρήση για την οποία προορίζονται και σε κανονικές συνθήκες συντήρησης του έργου, για μια οικονομικώς αποδεκτή διάρκεια ζωής».

Ο Κανονισμός Προσβασιμότητας, ο οποίος εξετάζει σε επίπεδο καθολικού σχεδιασμού όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος που επιτρέπουν σε όλα τα άτομα, χωρίς διακρίσεις, να έχουν πρόσβαση σε αυτό.

Ο Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων, όπως έχει συμπληρωθεί, τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα, και ο οποίος αναφέρεται σε απαιτήσεις που αφορούν την ασφάλεια των χρηστών σε περίπτωση πυρκαγιάς και συνακόλουθα του σεισμού.

Ο κανονισμός περί Χώρων Στάθμευσης που αφορά τα γεωμετρικά μεγέθη για την κυκλοφορία των οχημάτων και τον σχεδιασμό χώρων στάθμευσης σε ανοικτούς και στεγασμένους χώρους.

Οι Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ), που είναι ένα σύνολο οδηγιών για εξειδικευμένα τεχνικά ζητήματα που αφορούν τις κατασκευές και οι οποίες κατά το πλείστον αφορούν θέματα εγκαταστάσεων.

Οφείλουμε να αναφέρουμε ότι οι κανονισμοί αυτοί συχνά αλληλοσυμπληρώνονται και αλληλεπικαλύπτονται και όχι πάντα χωρίς ασάφειες. Ενδεικτικό παράδειγμα είναι οι κανόνες για τα κλιμακοστάσια και τις ράμπες, όπου τα στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη στον σχεδιασμό αναφέρονται τόσο στον κτιριοδομικό κανονισμό, όσο και στον κανονισμό πυροπροστασίας, αλλά και στον κανονισμό προσβασιμότητας. Σε μερικές περιπτώσεις, όπως αυτές που αφορούν τον σχεδιασμό των ανελκυστήρων ή τις ράμπες, ενώ περιγράφονται στον κτιριοδομικό κανονισμό, πιο πλήρη στοιχεία δίνονται στον νεότερο οδηγό «Σχεδιάζοντας για Όλους».



Εικόνα 7.1

Κλίμακα ανόδου στη στέγη του ναού. Πλαστικό στοιχείο της όψης μαζί με τον τοίχο αντιστήριξης. Ναός Αγίου Κωνσταντίνου της οικογένειας Βάου στον Αρτεμώνα Σίφνου.

Σε αυτό το κεφάλαιο, λοιπόν, γίνεται προσπάθεια να οργανωθούν και να ταξινομηθούν κατά το δυνατόν όσες από τις απαιτήσεις πιστεύουμε ότι είναι απαραίτητες για τον σχεδιασμό, ενώ δεν γίνεται αναφορά στον οικοδομικό κανονισμό ούτε και σε προδιαγραφές που αφορούν τη σχεδίαση ειδικών μηχανολογικών χώρων ή απαιτήσεις για ηχοπροστασία, που αποτελούν πιο εξειδικευμένα πεδία.

7.1. Άνεση και ασφάλεια κτιρίων

Η νομοθεσία για τις κτιριακές κατασκευές καθορίζει τις αρχές που πρέπει να διέπουν τη μελέτη και την κατασκευή δομικών έργων. Ειδικά ο κτιριοδομικός κανονισμός στη εισαγωγική του διακήρυξη ορίζει ότι στον σχεδιασμό κτιρίων πρέπει να ικανοποιούνται οι ακόλουθες απαιτήσεις:

- Η βελτίωση της άνεσης, της υγείας και της ασφάλειας των ενοίκων και των περιοίκων.
- Η βελτίωση της **ποιότητας**, της ασφάλειας, της **αντοχής**, της αισθητικής και της **λειτουργικότητας** των κτιρίων.
- Η **προστασία** του **περιβάλλοντος** και η εξοικονόμηση ενέργειας.
- Η διευκόλυνση και **προώθηση** της **επιστημονικής έρευνας** στον χώρο των κατασκευών.
- Η **αύξηση** της **παραγωγικότητας** στον τομέα της κατασκευής των κτιρίων.

Σε αυτόν εισάγεται η έννοια του «**δομικού έργου**», η οποία αποτελεί ευρύτερη έννοια από αυτήν του κτιρίου και αφορά **οποιαδήποτε κατασκευή που χρησιμοποιείται και η οποία είναι «σταθερά συνδεδεμένη με το έδαφος»**, με άλλα λόγια περιλαμβάνει όλα τα τεχνικά έργα, τα κτίρια, τις γέφυρες, αλλά ακόμα και τους τοίχους, τις περιφράξεις κλπ. Στον κτιριοδομικό κανονισμό όλα τα κτίρια ταξινομούνται με βάση τη χρήση τους και ανάλογα με αυτήν προσδιορίζεται ο πληθυσμός των χώρων. Η ίδια ταξινόμηση ακολουθήθηκε αργότερα και από τον κανονισμό πυροπροστασίας όπου και περιγράφεται αναλυτικά.

Όλοι οι χώροι στα κτίρια διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

Οι χώροι **κύριας χρήσης** είναι εκείνοι που, σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, προορίζονται για την παραμονή ατόμων (έστω και ενός) επί δυο τουλάχιστον ώρες το εικοσιτετράωρο. Για παράδειγμα, στα κτίρια με χρήση κατοικίας, χώροι κύριας χρήσης είναι τα υπνοδωμάτια, οι χώροι διημέρευσης (καθιστικά, σαλόνια, τραπεζαρίες, χώροι παιχνιδιού), οι κουζίνες, τα γραφεία κλπ. Μια υποκατηγορία αυτών των χώρων είναι οι χώροι **προσωρινής διαμονής**, για παράδειγμα τα γυμναστήρια ή οι χώροι πολλαπλών χρήσεων.

Οι χώροι **βοηθητικής χρήσης** είναι όλοι οι υπόλοιποι χώροι, για παράδειγμα, οι χώροι κυκλοφορίας (διάδρομοι, προθάλαμοι, κλιμακοστάσια), οι χώροι υγιεινής, τα μηχανοστάσια, οι αποθήκες, οι χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, τα κτίρια παραμονής ζώων, όπως στάβλοι κλπ.

7.1.1. Φυσικός φωτισμός και αερισμός

Όλοι οι χώροι κύριας χρήσης των κτιρίων και δομικών έργων πρέπει **να έχουν επαρκή άμεσο ή έμμεσο φυσικό φωτισμό και αερισμό**. Η απαίτηση φυσικού αερισμού για τους χώρους κύριας χρήσης των κατοικιών ισχύει, έστω και αν υπάρχει εγκατάσταση τεχνητού αερισμού.

Επαρκή **άμεσο φυσικό φωτισμό** θεωρείται ότι έχουν οι χώροι όταν τα επίπεδα φωτισμού κατά την ημέρα αρκούν ώστε να εκτελούνται με άνεση οι ειδικές ασχολίες και οι εργασίες των χρηστών, δηλαδή να μπορούν να βλέπουν ευκρινώς και να ελαχιστοποιούνται τα φαινόμενα θάμβωσης. Αυτό κατά τον σχεδιασμό απαιτεί να λαμβάνονται υπόψη όχι μόνο οι θέσεις των ανοιγμάτων σε σχέση με τον προσανατολισμό, αλλά και το μέγεθός τους. Επίσης, πρέπει να υπάρχει μέριμνα για τα χρώματα και τις υφές των επιφανειών του χώρου, και, σε περιπτώσεις χώρων εργασίας, ο συμπληρωματικός τεχνητός φωτισμός που πρέπει να προβλεφθεί σε αριθμό και θέσεις φωτιστικών, αλλά και η έντασή τους και η θερμοκρασία του χρώματος.

Ο φωτισμός θα πρέπει να προέρχεται από ανοίγματα στην οροφή ή σε εξωτερικούς τοίχους του χώρου που βλέπουν είτε σε κοινόχρηστο χώρο του οικισμού είτε σε ακάλυπτο χώρο του οικοπέδου ή του κτιρίου.

Η **συνολική επιφάνεια** (εμβαδόν) των ανοιγμάτων, σε κάθε χώρο, θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το **10%** του καθαρού εμβαδού του χώρου. Όταν επάνω από το άνοιγμα υπάρχει εξώστη ή προστέγασμα που σκιάζει το άνοιγμα, τότε πρέπει να προστίθεται επιπλέον το εμβαδόν της επιφάνειάς του που αντιστοιχεί στο άνοιγμα. Επιπλέον να σημειωθεί ότι για τις διαστάσεις του ανοίγματος υπολογίζεται μόνον το ελεύθερο ύψος κάτω από την κρέμαση των δοκών.

Επαρκή **έμμεσο φυσικό φωτισμό** θεωρείται ότι έχουν οι χώροι, όταν εκπληρώνονται συγχρόνως οι ακόλουθες συνθήκες:

α) Έχουν ανοίγματα προς άλλους χώρους, οι οποίοι έχουν επαρκή άμεσο φυσικό φωτισμό και το εμβαδόν των τμημάτων αυτών των ανοιγμάτων δεν υπολείπεται του **15%** του καθαρού εμβαδού του χώρου που φωτίζεται έμμεσα· β) Οι χώροι που φωτίζονται άμεσα έχουν ανοίγματα που το εμβαδόν τους δεν υπολείπεται του **10%** του αθροίσματος των καθαρών εμβαδών του χώρου που φωτίζεται άμεσα και του χώρου που φωτίζεται έμμεσα.

Επαρκή **άμεσο φυσικό αερισμό** θεωρείται ότι έχουν οι χώροι, όταν ο αερισμός τους προέρχεται από αντίστοιχα ανοίγματα που το εμβαδόν τους είναι τουλάχιστον το **5%** του καθαρού εμβαδού του χώρου.

Για τον υπολογισμό **μετριοούνται** μόνον τα ελεύθερα ανοίγματα των ανοιγόμενων τμημάτων των κουφωμάτων στο σύνολό τους, με την προϋπόθεση ότι το ανώτατο σημείο τους βρίσκεται σε ύψος τουλάχιστον **1,75 m** από το δάπεδο του χώρου.

Στον φυσικό αερισμό **δεν προσμετρώνται** οι εξωτερικές πόρτες που παραμένουν συνήθως κλειστές για λόγους ασφάλειας.

Επαρκή **έμμεσο φυσικό αερισμό** θεωρείται ότι έχουν οι χώροι, όταν έχουν ανοίγματα ελεύθερα προς άλλους χώρους, οι οποίοι έχουν άμεσο φυσικό αερισμό και το εμβαδόν των τμημάτων αυτών των ανοιγμάτων (που το ανώτατο σημείο τους βρίσκεται σε ύψος τουλάχιστον **1,75 m** από το δάπεδο του χώρου) είναι μεγαλύτερο από το **7%** του χώρου που αερίζεται έμμεσα.

Για τους χώρους υγιεινής ο κανονισμός θεωρεί ότι δεν είναι απαραίτητο να αερίζονται με φυσικό τρόπο, αλλά θα πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχει μηχανισμός τεχνητού αερισμού (*shout*).

Για τα **κλιμακοστάσια** ισχύει ότι:

Πρέπει να έχουν **φυσικό φωτισμό** και απαιτείται σε κάθε όροφο ένα άνοιγμα με υαλοπίνακα εμβαδού τουλάχιστον **0,50 m²** προς τον ανοικτό χώρο.

Για τον **φυσικό αερισμό** των κλιμακοστασίων απαιτείται άνοιγμα με ανοιγόμενο κούφωμα ή και χωρίς κούφωμα. Το άνοιγμα αυτό πρέπει να έχει εμβαδόν τουλάχιστο **0,20 m²** και να βρίσκεται είτε στην οροφή του κλιμακοστασίου είτε στον τοίχο, αλλά να μην απέχει περισσότερο του ενός μέτρου από την οροφή του. Η τελευταία απαίτηση προφανώς ευνοεί το «**φαινόμενο της καμινάδας**» για να δημιουργεί ανοδικό ρεύμα που βοηθάει το κλιμακοστάσιο να αερίζεται.

Πίνακας 7.1: Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού σε χώρους.						
Κατηγορία χώρου	Ένταση φωτισμού Lux	Χειμώνας		Καλοκαίρι		Αλλαγές του αέρα ανά ώρα σε χώρους κλιματιζόμενους
		Θερμοκρασία °C	Σχετική υγρασία %	Θερμοκρασία °C	Σχετική υγρασία %	
Κατοικίες	200	22	30 -50	25 – 26	40 - 50	4 - 8
Κουζίνες κατοικιών						15 - 20
Τουαλέτες						15 - 20
Κτίρια γραφείων	500	21 – 23	30 – 35	25 – 26	40 – 50	4 - 8
Καταστήματα						6 - 8
Βιβλιοθήκες, μουσεία	200 - 500	20 – 22	40 – 50	22	40 – 55	4 – 5
Νοσοκομεία		24	30	20 - 24	50 – 60	
Εστιατόρια, κέντρα διασκέδασης	-	21 - 23	30 - 40	23 – 26	50 – 60	6 - 10
Επαγγελματικές κουζίνες						30 - 60
Καφέ, μπαρ	300					12 - 18
Εκπαιδευτήρια	300 - 500			26	45 – 50	
Γυμναστήρια	300					6 - 12

Πηγές: «Τεχνικές οδηγίες ΤΕΕ», TOTEE-2425 και TOTEE-2071
Και ιστοσελίδα: <https://web.tee.gr/d-e-k-a-d/tmima-epistimonikoy-kai-anaptyxiakoy-ergoy/totee/>

Πίνακας 7.2: Πληροφορίες ασφαλείας για το ανθρώπινο σώμα.	
Μέγιστη θερμοκρασία μεταλλικών λαβών και χειριστηρίων	50° C
Μέγιστη θερμοκρασία μη μεταλλικών λαβών και χειριστηρίων	60° C
Μέγιστη θερμοκρασία αέρα για στεγνωτήρια χεριών ζεστού αέρα	60° C
Μέγιστη θερμοκρασία ζεστού νερού	46° C
Θερμοκρασίες άνεσης περιβάλλοντος	17,2 – 23,9 ⁰ C
Μέγιστο βάρος που σηκώνει το 90% των ανδρών χωρίς υπερβολική καταπόνηση	22,7 kg
Μέγιστο βάρος που σηκώνει το 90% των γυναικών χωρίς υπερβολική καταπόνηση	15,9 kg
Μέγιστο βάρος που μεταφέρεται με το ένα χέρι σε μεγάλες αποστάσεις	9,07 kg
Μέγιστη αρχική δύναμη ώθησης	258 N
Μέγιστη αρχική δύναμη έλξης	236 N
Μέγιστη συνεχόμενη δύναμη ώθησης	129 N
Μέγιστη συνεχόμενη δύναμη έλξης	142 N

Πηγή: AIA, Graphic Standards.

7.2. Κλίμακες κτιρίων

Οι κλίμακες των κτιρίων και των δομικών έργων πρέπει να κατασκευάζονται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η άνετη κυκλοφορία ατόμων και η μεταφορά αντικειμένων σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, καθώς και η ασφαλής διαφυγή των ατόμων σε περίπτωση κινδύνου. Ο αριθμός, η θέση τους, η μορφή τους και το πλάτος τους καθορίζονται επιπλέον και από τον κανονισμό πυροπροστασίας.

Σε κάθε **δημόσιο κτίριο** απαιτείται μια τουλάχιστον κλίμακα ελεύθερου πλάτους τουλάχιστον **1,20 m** για την κυκλοφορία ατόμων και τη μεταφορά αντικειμένων μεταξύ διαδοχικών ορόφων σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

Σε κτίρια με **χρήση κατοικίας** με τρεις ή λιγότερους ορόφους (όπου προσμετράται και τυχόν PILOTIS) το ελεύθερο πλάτος της αρκεί να είναι **0,90 m**.

Οι **εσωτερικές κλίμακες** μιας **ενιαίας κατοικίας** μπορούν να έχουν ελεύθερο πλάτος **0,60 m**.

Τα **ελεύθερα πλάτη** πρέπει να είναι ελεύθερα από κάθε εμπόδιο· στα εμπόδια δεν λαμβάνονται υπόψη οι **κουπαστές** που προεξέχουν μέχρι **10 cm** και οι προεξοχές **δοκών** σε τοίχους που προεξέχουν μέχρι **5 cm**.

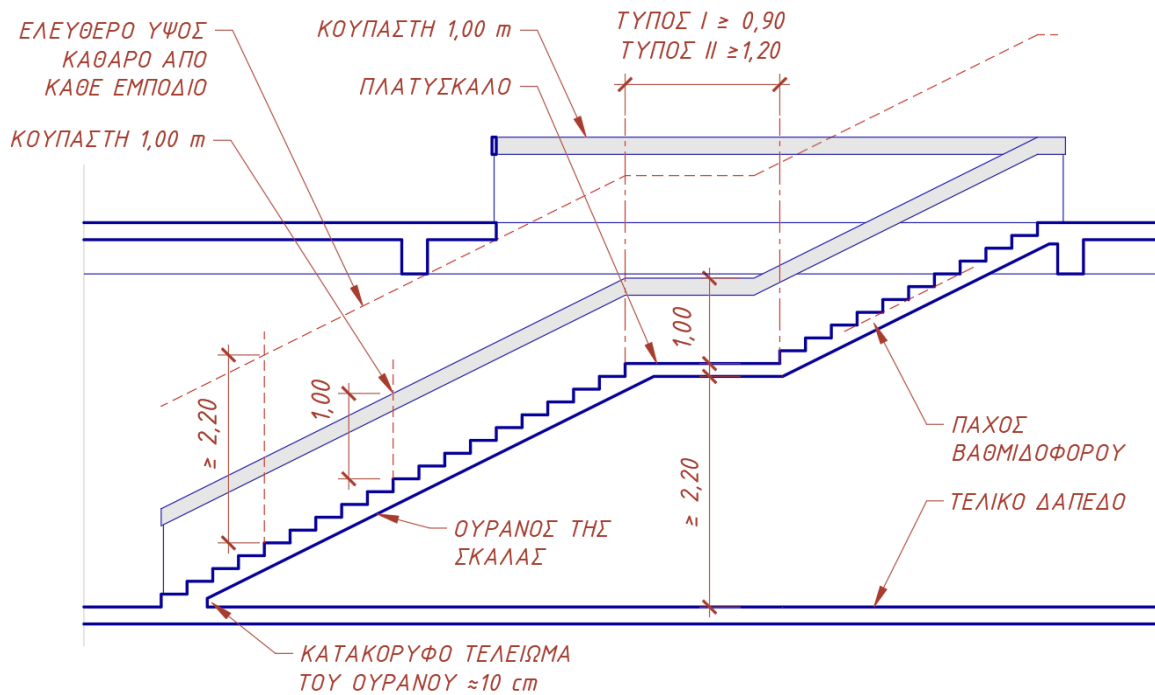


Εικόνες 7.2, 7.3

Σκάλες ανόδου με μεταρρύθμιση βαθμίδων. Αριστερά, με ορθή προοδευτική μεταρρύθμιση σε κτίριο μεσοπολεμικής κατοικίας στον Πειραιά και δεξιά με εσφαλμένη και επικίνδυνη απότομη μεταρρύθμιση.

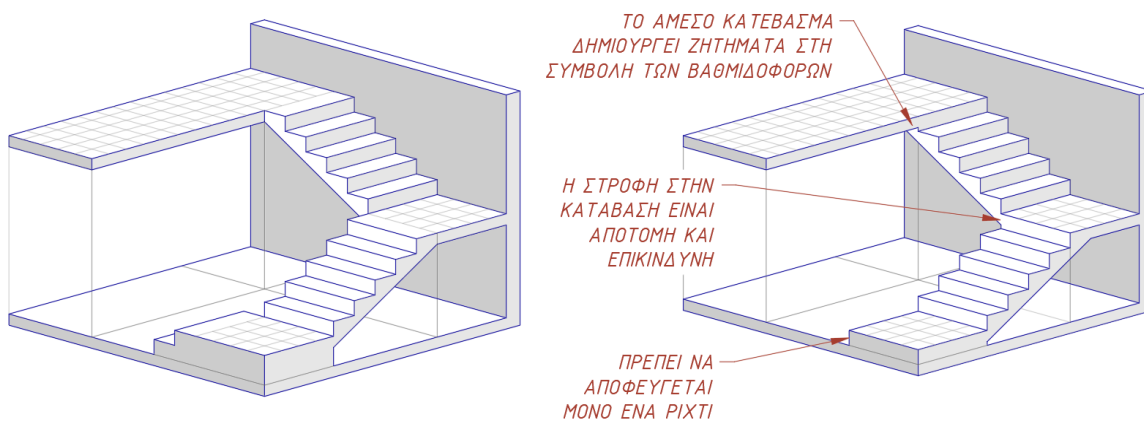
Οι κλίμακες, ανάλογα με τη χρήση του χώρου στον οποίο βρίσκονται, διακρίνονται σε τρεις τύπους με ιδιαίτερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και διαστάσεις που αφορούν τον σχεδιασμό τους, οι οποίοι δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 7.3: Συνοπτικός πίνακας με τους τύπους των κλιμάκων.			
Τύπος σκάλας	Τύπος I	Τύπος II	Τύπος III
Χρήσεις κτιρίου	Κατοικία	Κατοικία	Κατοικία
	Προσωρινή διαμονή, γραφεία, εμπόριο, βιομηχανία – βιοτεχνία, αποθήκευσης, στάθμευσης αυτοκινήτων.		
	Εκπαίδευση, συνάθροιση κοινού, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας.		
Ελάχιστο πλάτος ελεύθερο από κάθε εμπόδιο	1,20 m	0,90 m	1,20 m
Ύψος (ρίχτι) βαθμίδας (*)	Μέγιστο: 18 cm Ελάχιστο: 13 cm	Μέγιστο: 20 cm Ελάχιστο: 13 cm	Μέγιστο: 18 cm Ελάχιστο: 13 cm
Πλάτος (πάτημα) βαθμίδας (*)	Ελάχιστο: 28 cm μετρούμενο στο μέσον τη βαθμίδας.	Ελάχιστο: 25 cm (**) μετρούμενο στο μέσον της βαθμίδας.	Ελάχιστο: 25 cm (**) μετρούμενο σε απόσταση 0,60 m από την εσωτερική περίμετρο σκάλας.
Λοξές βαθμίδες	Μόνο σε καμπύλες σκάλες με ακτίνα καμπυλότητας της εσωτερικής πλευράς μεγαλύτερη από 7,50 m		Επιτρέπονται και πρέπει στην εσωτερική βαθμιδοφόρο να εξασφαλίζεται ελάχιστο πλάτος πατήματος 7 cm
Ελάχιστο ελεύθερο ύψος	2,20 m (μετρίεται κατακόρυφα από την ακμή του κάθε σκαλιού)		
Μέγιστη διαφορά στάθμης μεταξύ διαδοχικών πλατύσκαλων	3,60 m		
Σχέση ύψους – πλάτους (***)	(2 x Ρίχτι) + (1 x Πάτημα) = 60 cm έως 66 cm		
Ελάχιστη διάσταση πλατύσκαλου κατά την προέκταση άξονα κλάδου	1,20 m	0,90 m	1,20 m μετρούμενη επί της καμπύλης που διέρχεται από το μέσον των βαθμίδων
Πλάτος βαθμίδας (πάτημα) θεωρείται η οριζόντια προβολή της απόστασης των ακμών δύο διαδοχικών βαθμίδων.			
(*) Βαθμίδες που ανήκουν στο ίδιο κλάδο δεν πρέπει να έχουν διαφορά στο ύψος (ρίχτι) , μεγαλύτερη από 5 mm και στο πλάτος (πάτημα) , μεγαλύτερη από 10 mm			
(**) Πατήματα βαθμίδων με πλάτος μικρότερο από 26 cm πρέπει να έχουν επιπλέον προεξοχή 2 έως 3 cm ως προς τη βάση του ριχτιού.			
(***) Μια καλή ισορροπία θεωρούνται τα 63 cm . Οι σκάλες προς τα 60 cm είναι πιο απότομες και κουραστικές, ενώ προς τα 66 cm πιο ομαλές και άνετες, αλλά αυξάνεται το μήκος τους.			
Δεν επιτρέπεται να ανοίγουν πόρτες κατευθείαν πάνω στον κλάδο με τις βαθμίδες χωρίς να υπάρχει πλατύσκαλο.			
Σε σκάλες δημόσιων χώρων με πλάτος >180 cm , πρέπει να τοποθετείται διπλός χειρολισθήρας στη μέση.			



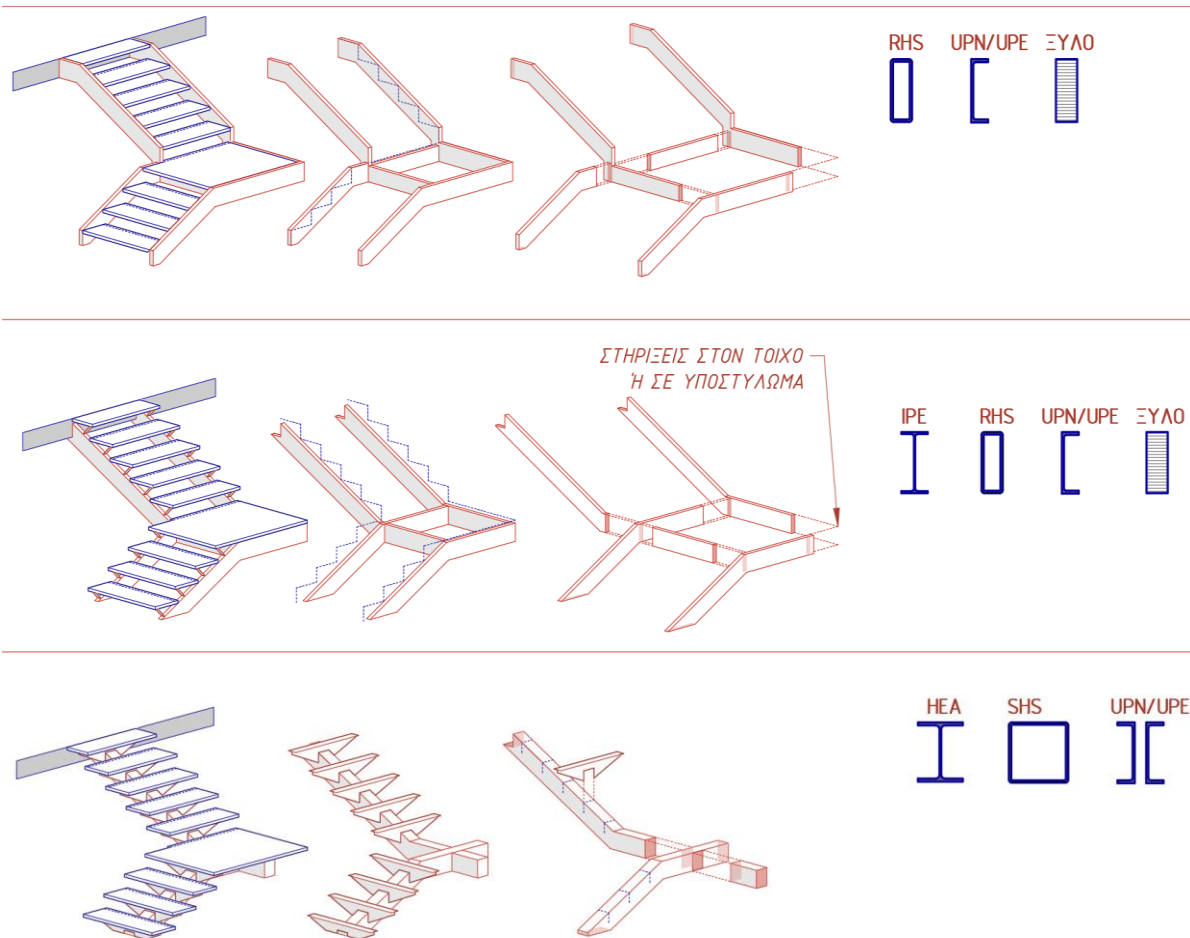
ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΣΚΑΛΑΣ ΜΕ ΠΛΑΤΥΣΚΑΛΟ

Σχέδιο 7.1 Χάραξη σκάλας σε τομή σύμφωνα με τον κτιριοδομικό κανονισμό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΑ ΜΕ ΣΚΑΛΕΣ ΑΠΟ ΔΥΟ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΥΣ ΚΛΑΔΟΥΣ ΥΠΟ ΓΩΝΙΑ. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ.

Σχέδιο 7.2 Σχεδιαστικές και λειτουργικές επισημάνσεις στη χάραξη σκάλας.



ΣΚΑΛΕΣ ΜΕ ΒΑΘΜΙΔΟΦΟΡΟΥΣ ΚΑΙ ΣΚΑΛΟΠΑΤΙΑ ΑΠΟ ΕΛΑΦΡΑ ΥΛΙΚΑ
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΗΘΗ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΒΑΘΜΙΔΟΦΟΡΟΥΣ

Σχέδιο 7.3 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά για σκάλες με βαθμιδοφόρους από ελαφρά υλικά μέταλλο και ξύλο.

7.2.1. Στηθαία

Όλοι οι εξώστες, οι ημιυπαίθριοι χώροι, οι κλίμακες, τα βατά δώματα και όλα τα βατά δάπεδα, των οποίων η στάθμη βρίσκεται σε ύψος μεγαλύτερο από 1,00 m από τον περιβάλλοντα γειτονικό χώρο, πρέπει να περιβάλλονται από **στηθαία** κατάλληλα για να **προφυλάξουν τα άτομα από πτώση**.

Τα στηθαία μπορεί να είναι συμπαγή ή μη συμπαγή ή συνδυασμός των δυο αυτών μορφών. Το **ύψος** των στηθαίων πρέπει να είναι τουλάχιστον **1,00 m** και μετρείται σε κάθε σημείο του από την αντίστοιχη στάθμη του τελειωμένου δαπέδου, ενώ στις κλίμακες μετρείται στο πάτημα από την ακμή της βαθμίδας.

Στα **στηθαία** που δεν είναι αποκλειστικά συμπαγή, πρέπει να τοποθετούνται ενδιάμεσα στοιχεία, όπως, ράβδοι, πλέγματα ή άλλα άθραυστα πετάσματα.

Σε όλα αυτά τα στοιχεία πρέπει να εξασφαλίζεται ότι δεν θα προκύπτουν **διάκενα**, οριζόντια ή κατακόρυφα, μεγαλύτερα από **15 x 25 cm** ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να περάσει νήπιο ανάμεσά τους.

Στα **ειδικά κτίρια όπου συχνάζουν παιδιά** (σχολεία, μουσεία κλπ.) απαγορεύεται τα στηθαία να κατασκευάζονται με οριζόντια στοιχεία που μπορεί να αποτελέσουν κλίμακα ανόδου, ενώ η διάσταση των **διάκενων** δεν επιτρέπεται να είναι μεγαλύτερη των **15 cm**.

Το ύψος **συμπαγούς στηθαίου** δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από **1,20 m**. Όπου κρίνεται σκόπιμο για λόγους ασφάλειας, μπορούν να κατασκευαστούν στηθαία μεγαλύτερου ύψους, αλλά τότε το τμήμα που βρίσκεται πάνω από αυτό το ύψος πρέπει να κατασκευάζεται αποκλειστικά από κγκλίδωμα.

7.3. Προσβασιμότητα

Όλα τα κτίρια που σχεδιάζονται πρέπει να μεριμνούν ώστε όλοι οι χώροι του κτιρίου να είναι απρόσκοπτα **προσπελάσιμοι**, με άνεση και ασφάλεια από **όλους τους χρήστες**. Δίνεται σημασία στον σχεδιασμό για την προσβάσιμη είσοδο στα κτίρια, την οριζόντια και κατακόρυφη κυκλοφορία σε αυτά, καθώς και τις προσβάσιμες εξυπηρετήσεις ανά όροφο.



Εικόνα 7.4

Σχεδιασμός δημόσιου χώρου με μέριμνα για τη δυνατότητα απρόσκοπτης κίνησης. Ανάπλαση κεντρικής περιοχής Καρπενησίου.

Αρχιτέκτονες Α. Λαμπρόπουλος, Π. Βασιλάτος, 2014. Έπαινος UIA στην κατηγορία «Friendly and Inclusive Spaces in the Public Space», Σεούλ, Νότια Κορέα, 2017.

Οι προδιαγραφές αυτές περιλαμβάνουν έναν τουλάχιστον προσβάσιμο χώρο υγιεινής ΑΜΕΑ με κοινή χρήση ανδρών και γυναικών, προσβάσιμους εξοπλισμούς για χρήση κοινού (τηλέφωνα, ψύκτες, ΑΤΜ κλπ.) καθώς και υποδομές διαφυγής σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

Ο όρος **προσβασιμότητα** αναφέρεται στα χαρακτηριστικά ενός περιβάλλοντος (δομημένου ή όχι) που επιτρέπουν σε όλα τα άτομα να έχουν πρόσβαση σε αυτό (συμβατική ή ηλεκτρονική), χωρίς διακρίσεις ηλικίας, φύλου, σωματικής διάπλασης, αναπηρίας ή αντίληψης.

Ειδικά ο **Κανονισμός Προσβασιμότητας** για το **δομημένο περιβάλλον** (τόσο των κτιρίων όσο και του περιβάλλοντα χώρου, δημόσιου ή ιδιωτικού), **εξασφαλίζεται μέσω ειδικής διαδικασίας σχεδιασμού**, κατά την οποία οι ανάγκες των ατόμων με αναπηρίες εξετάζονται με στόχο να επιτρέπεται σε όλα τα άτομα να μπορούν **αυτόνομα, με ασφάλεια** και με **άνεση** να προσεγγίσουν και να χρησιμοποιήσουν τις υποδομές και τις υπηρεσίες, καθώς και τα αγαθά που διατίθενται σε αυτό το συγκεκριμένο περιβάλλον.

Ο σημερινός κανονισμός προσβασιμότητας, ενσωματώνει τις οδηγίες σχεδιασμού του ΥΠΕΧΩΔΕ «Σχεδιάζοντας για Όλους» του 1998. Επίσης, ο οικοδομικός κανονισμός ζητάει σε όλα τα κτίρια να είναι προσπελάσιμοι όλοι οι χώροι, κύριοι και βοηθητικοί.

7.3.1. Προσβάσιμη διαδρομή

Κατά τον σχεδιασμό πρέπει να εξασφαλίζονται διάδρομοι απρόσκοπτης κυκλοφορίας με ελάχιστο **καθαρό πλάτος** 0,90m, οι οποίοι καθ' όλο το μήκος τους να είναι ελεύθεροι από κάθε είδους πιθανά εμπόδια, όπως εξοπλισμοί, μόνιμα ή προσωρινά αποθηκευμένα υλικά κλπ. Το ελεύθερο **καθαρό ύψος των διαδρόμων** πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,20 m.

Επιπλέον πρέπει να προβλέπεται η δημιουργία ενός τουλάχιστον **χώρου περιστροφής αναπηρικού αμαξιδίου** ελάχιστης διαμέτρου 1,50 m. Ο χώρος περιστροφής αναπηρικού αμαξιδίου μπορεί να ταυτίζεται με πλατύσκαλο σκάλας ή να εξασφαλίζεται στον προθάλαμο ή σε διάδρομο του κτιρίου. Όταν ο χρήστης αναπηρικού αμαξιδίου χρειάζεται να κάνει **στροφή κατά 90°** για να εισέλθει σε κάθετο διάδρομο ή σε άλλο χώρο, θα πρέπει το άθροισμα του καθαρού πλάτους των διαδρόμων (ή του διαδρόμου και του ανοίγματος), όπου πρόκειται να εισέλθει, να είναι μεγαλύτερο ή ίσο των 2,00 m.

7.3.2. Προσβάσιμη είσοδος

Σύμφωνα με τις οδηγίες «Σχεδιάζοντας για Όλους», ζητείται κατά τη μελέτη των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων, εφόσον είναι δυνατόν, να αποφεύγονται υψομετρικές διαφορές σε οποιαδήποτε στάθμη. Η προσπέλαση στα κτίρια πρέπει να είναι ισόπεδη ή να γίνεται με κεκλιμένα επίπεδα μέγιστης **κλίσης 5%**. Όπου δεν είναι εφικτή η κατασκευή κεκλιμένου επιπέδου, θα πρέπει να εγκαθίστανται μηχανήματα ανύψωσης όπως ανελκυστήρες ή αναβατόρια.

Μόνο σε **υφιστάμενα κτίρια** και **υπαίθριους κοινόχρηστους χώρους** μπορεί να κατασκευαστεί κεκλιμένο επίπεδο-ράμπα παράλληλα με το κτίριο με **κλίση 5%** και όχι μεγαλύτερη από **8%**. Αυτό μπορεί να γίνει με την προϋπόθεση ότι το εναπομένον ελεύθερο πλάτος του πεζοδρομίου είναι μεγαλύτερο ή ίσο με 0,90m και ότι η ράμπα δεν παρακωλύει την είσοδο/έξοδο ανεξάρτητα από τη χρήση τους, ούτε και σε παρακείμενες εισόδους/εξόδους θέσεων στάθμευσης.

7.3.3. Κεκλιμένα επίπεδα – ράμπες

Για τη γεφύρωση υψομετρικών διαφορών, εκτός από τις σκάλες, μπορούμε να έχουμε και κεκλιμένα επίπεδα. Η κατασκευή ραμπών στα κτίρια πρέπει να έχει **μέγιστη κλίση 12,5% (1:8)**, ενώ σε κτίρια υγείας και κοινωνικής πρόνοιας καλό είναι η μέγιστη κλίση να διατηρηθεί στο 10%. Γενικά οι ράμπες πρέπει να είναι ευθύγραμμες και οι αλλαγές στην κατεύθυνση να γίνονται με παρεμβολή οριζόντιου τμήματος. Σε ράμπες με κλίση μεγαλύτερη από 6% πρέπει να παρεμβάλλονται **οριζόντια πλατύσκαλα** μήκους **1,50 m** σε **υψομετρική** διαφορά μέχρι **1,80 m**, καθώς και στα σημεία όπου υπάρχει πόρτα, η οποία ανοίγει στην αρχή ή το τέλος του κλάδου της ράμπας.

Όλα τα παραπάνω ισχύουν εφόσον στο κτίριο έχει εξασφαλιστεί σε κάθε περίπτωση η απρόσκοπτη κίνηση ατόμων που χρησιμοποιούν αναπηρικά αμαξίδια σε όλους τους χώρους κύριας χρήσης και αφορά τόσο για τη δυνατότητα εισόδου τους στα κτίρια, όσο και τη δυνατότητα μετακίνησης μέσα σε αυτά. Η κατασκευή κεκλιμένων επιπέδων με απαίτηση κίνησης με **αναπηρικό αμαξίδιο** είναι πιο απαιτητική και πρέπει να λαμβάνει υπόψη της τις ακόλουθες προδιαγραφές:



Εικόνα 7.5

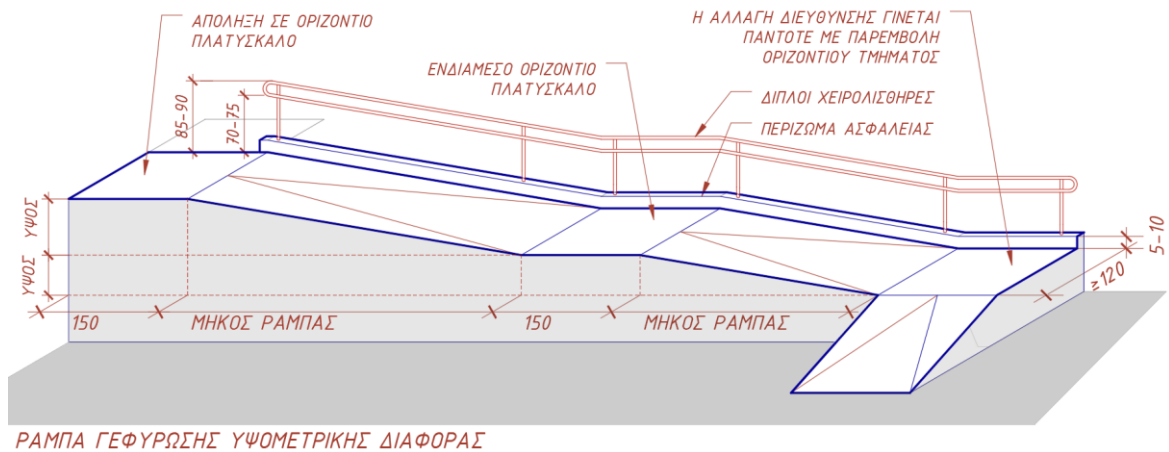
Ράμπα κυκλοφορίας επισκεπτών στην όψη επέκτασης του κτιρίου της Εθνικής Πινακοθήκης.

Αρχιτέκτονες Π. Γραμματόπουλος, Χ. Πανουσάκης, Δ. Βασιλόπουλος, Αθήνα 2021.

Για την κάλυψη **υψομετρικών διαφορών** μεγαλύτερων από **2 cm**, απαιτείται η δημιουργία κεκλιμένων επιπέδων – ραμπών (μόνιμων ή φορητών), που πρέπει να έχουν **μέγιστη κλίση 5% (1:20)**, προκειμένου να εξασφαλίζεται κατά το δυνατόν η **αυτόνομη εξυπηρέτηση** των ατόμων με αναπηρία.

Ο ακόλουθος πίνακας δίνει τις απαιτήσεις για κάλυψη αυτών των υψομετρικών διαφορών.

Πίνακας 7.4: Κάλυψη υψομετρικών διαφορών με κεκλιμένα Επίπεδα – Ράμπες.				
Υψομετρική διαφορά σε εκατοστά	Τύπος κάλυψης	Μέγιστη κλίση		Ελάχιστο απαραίτητο μήκος
		Λόγος	Ποσοστό	
έως 2 cm	Φαλτσογωνιά	1:1	100%	2 cm
2 – 4 cm		1:2	50%	4 – 8 cm
4 – 10 cm	Ράμπα	1:10	10%	1,00 m
10 – 25 cm		1:12	8%	3,00 m (*)
25 – 50 cm		1:16	6%	5,00 m (*)
50 cm και άνω	Ράμπα ή μηχανικό μέσο, όπως αναβατόριο ή ανελκυστήρας	1:20	5%	10,00 m (*)
Το ωφέλιμο πλάτος μιας ράμπας (καθαρό πλάτος χωρίς τους χειρολισθήρες, τα κιγκλιδώματα, τα στηθαία κλπ.) πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,90 m . Εάν απαιτείται παράλληλη κίνηση και διασταύρωση αμαξιδίων, τότε το ωφέλιμο πλάτος πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,70 m .				
Επιβάλλεται να κατασκευάζονται οριζόντια πλατύσκαλα στην αρχή και στο τέλος κάθε κεκλιμένου επιπέδου - ράμπας, καθώς και σε κάθε σημείο αλλαγής της διεύθυνσής της .				
Κλίσεις μεγαλύτερες από 10% απαιτούν υποβοήθηση .				
(*) Για ράμπες με μεγαλύτερο μήκος πρέπει οπωσδήποτε να παρεμβάλλεται ένα οριζόντιο τμήμα μήκους 1,50 m .				



ΡΑΜΠΑ ΓΕΦΥΡΩΣΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ

Σχέδιο 7.4 Χάραξη ράμπας κυκλοφορίας πεζών σύμφωνα με τον κτιριοδομικό κανονισμό.

Τα **κεκλιμένα επίπεδα – ράμπες** πρέπει να φέρουν εκατέρωθεν στηθαίο ή **κιγκλίδωμα ύψους 90 cm** και στη βάση τους **περίζωμα (σοβατεπί)** ύψους 5 έως 10 cm.

Ειδικά το **περίζωμα (σοβατεπί)** εξυπηρετεί τόσο τα τυφλά άτομα, γιατί ανιχνεύεται από το μπαστούνι, όσο και από άτομα σε αναπηρικά αμαξίδια, αφού εμποδίζουν τους μικρούς τροχούς του αμαξιδίου να βρεθούν στο κενό.

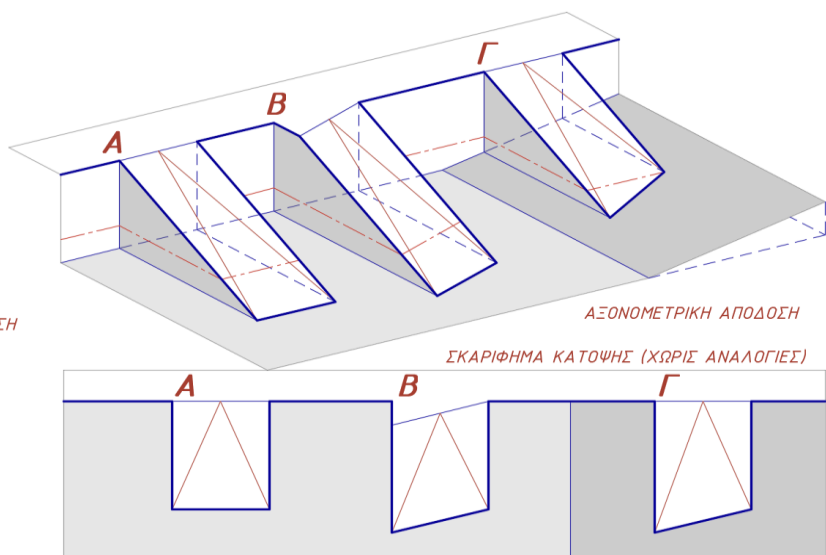
Πρέπει επίσης να τοποθετούνται **χειρολισθήρες** για διευκόλυνση όλων των χρηστών, όπως για παράδειγμα ατόμων με αστάθεια ή με βακτηρίες (πατερίτσες), υπερήλικες, αλλά και μη βλέποντες.

Οι **χειρολισθήρες** πρέπει να είναι **διπλοί** και να τοποθετούνται στα κιγκλιδώματα, στα στηθαία και στους τοίχους. Συγκεκριμένα, από τη στάθμη του τελικού δαπέδου, τοποθετείται ο ένας σε ύψος **70 cm** και ο άλλος σε ύψος **90 cm**. Σε περίπτωση κεκλιμένου επιπέδου-ράμπας με πλάτος μεγαλύτερο από 3,00 m, πρέπει, κατά μήκος της διαδρομής και στο μέσον της να τοποθετείται **ενδιάμεσος διπλός χειρολισθήρας**.

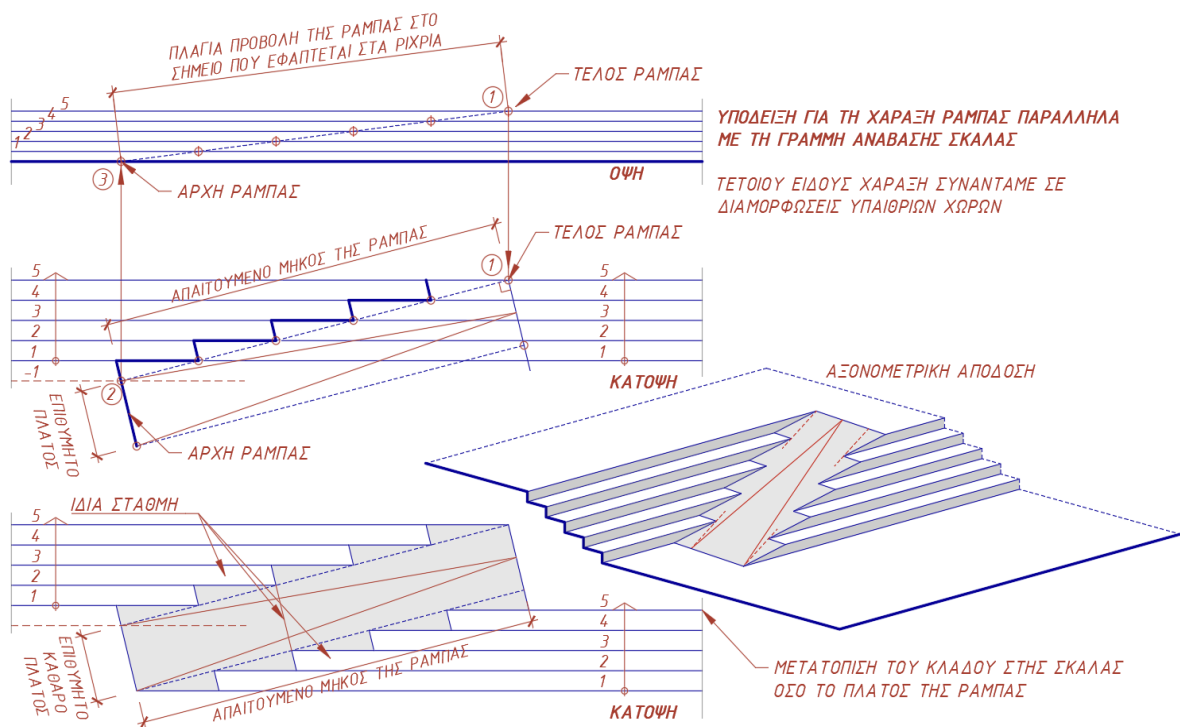
ΥΠΟΔΕΙΞΗ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΡΑΜΠΩΝ

ΟΙ ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΕΛΟΥΣ ΤΗΣ ΡΑΜΠΑΣ ΕΙΝΑΙ ΠΑΝΤΟΤΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ (ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ Α ΚΑΙ Β).

ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΜΟΝΟΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΟΥ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΕΧΕΙ ΚΛΙΣΗ (ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Γ).



Σχέδιο 7.5 Υπόδειξη για χάραξη ράμπας σε κάτοψη.



Σχέδιο 7.6 Ράμπα γεφύρωσης υψομετρικής διαφοράς ενσωματωμένης σε σκάλα.

7.3.4. Ράμπες πεζών σε δημόσιους χώρους

Για την εξυπηρέτηση αμαξιδίων σε διαμορφώσεις εξωτερικών χώρων, στα πεζοδρόμια, στα σημεία των διαβάσεων πεζών, στις διαχωριστικές νησίδες και στις εσοχές στάθμευσης, δημιουργούνται ειδικές **σκάφες** με κλίση πλάτους **1,50 m** (ή εάν είναι εφικτό, με πλάτος όσο η διάβαση πεζών), με **κλίση 5%** και μέγιστο **8%**. Να σημειωθεί ότι τα **κράσπεδα των πεζοδρομίων** έχουν υψομετρική διαφορά από το οδόστρωμα κυκλοφορίας οχημάτων, από **7 cm** έως **15 cm** που είναι και το συνηθέστερο.

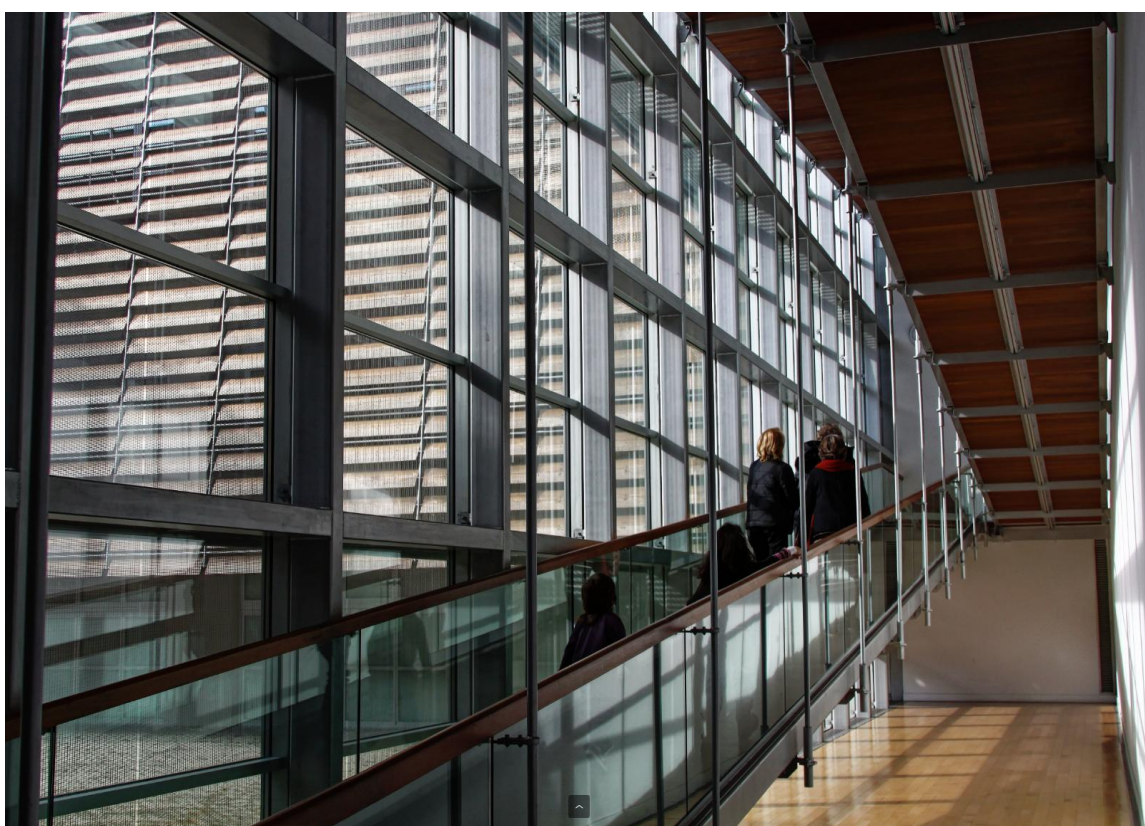
Σε **υπαίθριους δημόσιους χώρους** καλό είναι να αποφεύγεται η δημιουργία **υψομετρικών** διαφορών μεγαλύτερων από **5 cm** και αυτές μπορούν να παραλειφθούν με φалтσογωνιά στο κράσπεδο. Έτσι αποφεύγεται η σημειακή δημιουργία της σκάφης για αμαξίδια, που αλλιώς συναντάμε σε όλα τα σημεία των διαβάσεων. Προϋπόθεση είναι, να έχει περιοριστεί η κυκλοφορία των οχημάτων και να διέρχονται με χαμηλή ταχύτητα, ενώ ο διαχωρισμός των ζωνών κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων να γίνεται με κατάλληλα εμπόδια (κολονάκια) και σημαίνονται χρωματικά με διαφοροποίηση του υλικού τους.

Ειδικά τα **πεζοδρόμια**, συνιστάται να σχεδιάζονται με μέγιστη **κατά μήκος κλίση** μέχρι **12%**. Για μεγαλύτερες κλίσεις φτιάχνονται **δύο** τουλάχιστον **σκαλιά** με μέγιστο **ύψος 15 cm**. **Εγκάρσια** τα πεζοδρόμια θα πρέπει, για την απορροή των νερών, να έχουν **κλίση 1,5%** και με μέγιστη **4%** προς το οδόστρωμα.

7.3.5. Ραμπόσκαλες

Οι ραμπόσκαλες είναι η ταυτόχρονη ύπαρξη ράμπας και σκαλοπατιών. Κάποιες φορές που η υψομετρική κλίση είναι πολύ έντονη για τη δημιουργία ράμπας με ανεκτή κλίση, προσθέτουμε ενδιάμεσως σκαλοπάτια. Και φυσικά δεν αποτελεί ενδεδειγμένη λύση για την κίνηση ατόμων που χρησιμοποιούν αναπηρικό αμαξίδιο. Συνήθως οι ραμπόσκαλες κατασκευάζονται σε ανοιχτούς υπαίθριους χώρους και σε πεζοδρόμια με μεγάλη κλίση.

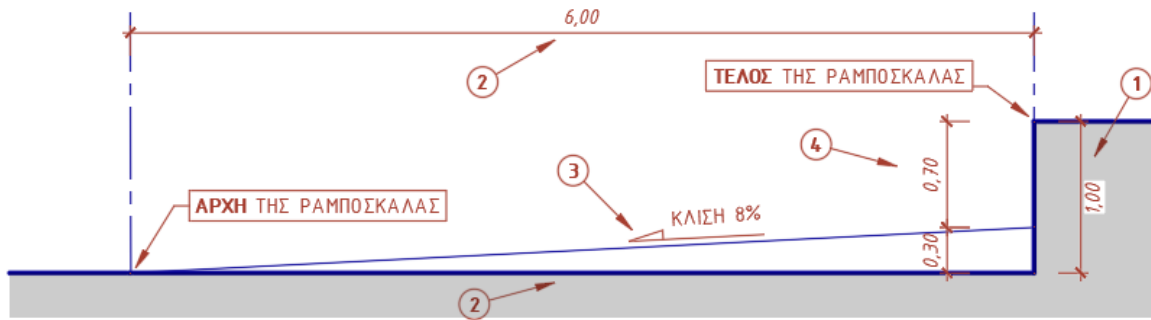
Κατά τον σχεδιασμό ο στόχος είναι να κρατήσουμε την κλίση σε ανεκτό επίπεδο (μέχρι 12%) και να γεφυρώσουμε το υπόλοιπο της υψομετρικής διαφοράς με σκαλοπάτια. Αυτά θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ανά δύο. Πρέπει να αποφεύγεται το ένα μόνο σκαλοπάτι (ρίχτι), γιατί δεν γίνεται πάντα αντιληπτό και είναι αιτία ατυχημάτων. Η χάραξη της ραμπόσκαλας φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



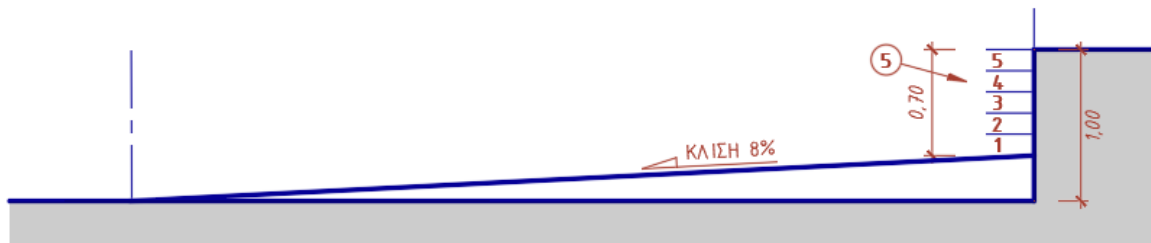
Εικόνα 7.6

Αναρτημένη ράμπα κυκλοφορίας επισκεπτών στο Μουσείο Μπενάκη.

Αρχιτέκτονες Μ. Κοκκίνου, Α. Κούρκουλας. Αθήνα 2004.



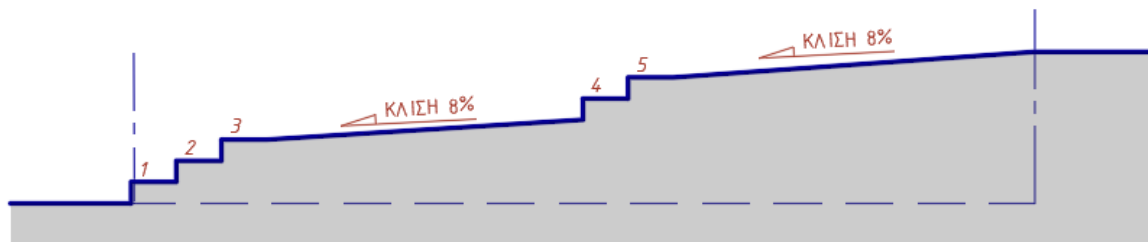
1. ΔΙΝΕΤΑΙ Η ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΚΑΛΥΨΟΥΜΕ (ΣΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1,0 m)
2. ΔΙΝΕΤΑΙ ΤΟ ΔΙΑΤΙΘΕΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ (ΣΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 6,0 m)
3. ΟΡΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΚΛΙΣΗ ΡΑΜΠΑΣ (ΣΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 8%)
4. ΒΡΙΣΚΟΥΜΕ ΓΡΑΦΙΚΑ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΨΟΥΣ ΠΟΥ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΚΑΛΥΦΘΕΙ ΜΕ ΣΚΑΛΙΑ (ΣΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 0,70 m)



5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΥΜΕ ΤΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΡΙΧΤΙΑ (ΣΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ $5 \times 14,0 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$)



6. ΚΑΤΑΝΕΜΟΥΜΕ ΤΑ ΣΚΑΛΙΑ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ ΤΟΥΛΑΧΙΣΤΟΝ ΑΝΑ ΔΥΟ ΚΑΙ ΓΕΦΥΡΩΝΟΥΜΕ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΡΑΜΠΑ



7. ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΚΑΤΑΝΕΙΜΟΥΜΕ ΤΑ ΣΚΑΛΟΠΑΤΙΑ ΜΕ ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ

Σχέδιο 7.7

Τομή με τη μέθοδο χάραξης
ραμπόσκαλας.

Καλό θα είναι το ελάχιστο πλατύσκαλο να έχει μήκος όσο ένα πάτημα και ένα βήμα. Δηλαδή αν, για παράδειγμα, θεωρήσουμε το πάτημα 30 cm και το βήμα 65 cm, τότε το πλατύσκαλο θα πρέπει να έχει μήκος 95 cm. Το επόμενο μεγαλύτερο πλατύσκαλο θα πρέπει να είναι ένα επιπλέον βήμα, δηλαδή συνολικά 160 cm κοκ.

7.3.6. Αναβατόρια

Αναβατόρια κατακόρυφης κίνησης με πλατφόρμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσα βελτίωσης της πρόσβασης σε **υφιστάμενα κτίρια** όταν δεν υπάρχει ή δεν είναι εφικτή η εγκατάσταση ανελκυστήρα επιβατών.

Οι **ελάχιστες απαιτούμενες διαστάσεις πλατφόρμας** προκειμένου για αναβατόρια κατακόρυφης κίνησης είναι **0,90 x 1,20 m** (με απαιτούμενη ανυψωτική ικανότητα 250 κιλά). Είναι δυνατή και η χρήση πλατφόρμας με διαστάσεις 0,80 x 1,00 m, αλλά συνιστάται μόνο σε υπάρχοντα κτίρια και σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Όταν η πλατφόρμα πρέπει να χρησιμοποιηθεί και από δεύτερο άτομο (συνοδό), τότε πρέπει να έχει ελάχιστες διαστάσεις **0,90 x 1,40 m** (με απαιτούμενη ανυψωτική ικανότητα 350 κιλά). Μπροστά ακριβώς από το σημείο εισόδου και εξόδου του αναβατορίου πρέπει να προβλέπεται ελεύθερος **χώρος ελιγμού** του αμαξιδίου διαστάσεων **1,50 x 1,50 m**.

7.3.7. Ανελκυστήρες

Οι ανελκυστήρες εξασφαλίζουν την κατακόρυφη κίνηση προσώπων (και εμπορευμάτων) στα κτίρια. Το μέγεθος και ο αριθμός τους μπορούν να ποικίλουν ανάλογα με τον πληθυσμό και τις ανάγκες του κτιρίου και ανάλογα με τη χρήση του. Υπάρχουν ανελκυστήρες με διαφορετικά μεγέθη και ταχύτητες μεταφοράς. Τα μεγέθη ποικίλλουν από τους μικρούς ανελκυστήρες που τοποθετούνται σε κατοικίες και μπορούν να εξυπηρετήσουν έως δύο άτομα, μέχρι τους πολύ μεγάλους ανελκυστήρες για 15 ή περισσότερα άτομα. Η επιλογή του κατάλληλου τύπου προβλέπεται από τη μηχανολογική μελέτη.

Ωστόσο σε όλα τα κτίρια με δημόσια χρήση, για την εύρυθμη λειτουργία τους είναι καλό να τοποθετούνται **δύο ανελκυστήρες**, ώστε να εξυπηρετείται η ταυτόχρονη άνοδος και κάθοδος, μειώνοντας τον χρόνο αναμονής και μετακίνησης. Επίσης, οι ανελκυστήρες πρέπει να έχουν κατάλληλες διαστάσεις για την εξυπηρέτηση αναπηρικών αμαξιδίων, καθώς και πρόβλεψη για εξοπλισμό που εξυπηρετεί τα άτομα με άλλες ειδικές ανάγκες, όπως τα φωνητικά μηνύματα και τη γραφή Brail για τυφλά άτομα. Σε περίπτωση που εγκαθίστανται περισσότεροι από ένας ανελκυστήρες, αρκεί μόνο στον έναν να υπάρχει πρόβλεψη για αναπηρικό αμαξίδιο.

Σχεδιασμός των θαλάμων ανελκυστήρων για αμαξίδια

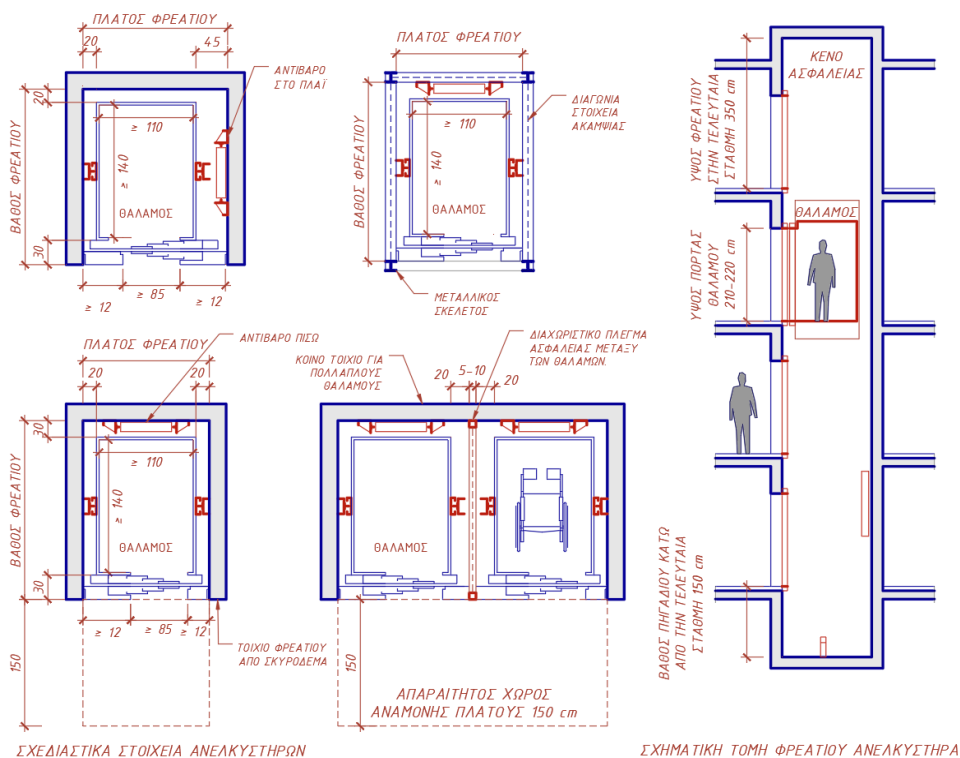
Οι ελάχιστες εσωτερικές **καθαρές διαστάσεις του θαλάμου** πρέπει να είναι **1,10 x 1,40 m** και η είσοδος γίνεται από τη μικρή πλευρά. Αυτές οι διαστάσεις δεν επιτρέπουν τη **αναστροφή του αμαξιδίου**, έτσι η έξοδος πρέπει να γίνεται με την όπισθεν. Οι ελάχιστες **καθαρές διαστάσεις του θαλάμου**, που επιτρέπουν την **περιστροφή του αμαξιδίου** κατά την έξοδο, πρέπει να είναι **1,50 x 1,50 m**. Μόνο σε υπάρχοντα κτίρια κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η πρόβλεψη ανελκυστήρα με τις ελάχιστες εσωτερικές διαστάσεις θαλάμου **1,00 x 1,25 m** για έναν χρήστη αναπηρικού αμαξιδίου χωρίς συνοδό.

Σε κτίρια με περισσότερους από **τέσσερις ορόφους «συνιστάται»** να υπάρχει επαρκής χώρος με διαστάσεις **1,10 x 2,20m** ώστε να δέχεται και **φορείο**.

Οι **πόρτες** σε κτίρια που χρησιμοποιούνται από κοινό πρέπει να είναι **αυτόματες**. Το ελάχιστο πλάτος της **πόρτας** είναι **0,85 m**. Πρέπει επίσης να τοποθετείται **καθρέπτης** απέναντι από την πόρτα από το ύψος **0,70 m μέχρι τα 2,00 m**. Επίσης, πρέπει στα τοιχώματα του θαλάμου να υπάρχει **χειρολισθήρας** σε ύψος **0,90 m**.

Μπροστά ακριβώς από την πόρτα του ανελκυστήρα πρέπει να προβλέπεται ελεύθερος **χώρος αναμονής και περιστροφής** αναπηρικού αμαξιδίου πλάτους **1,50 m**.

Κάτω από τη χαμηλότερη στάση του ανελκυστήρα πρέπει να προβλέπεται βύθιση του φρεατίου κατά **1,50 m**, που σημαίνει ότι οι ανελκυστήρες θεμελιώνονται χαμηλότερα από τη στάθμη της υπόλοιπης οικοδομής. Αυτό απαιτείται για την τοποθέτηση μηχανισμών απόσβεσης αποφυγής τραυματισμών σε περίπτωση πτώσης του θαλάμου. Επίσης, το φρεάτιο στην άνω απόληξή του πρέπει να έχει ελεύθερο ύψος **3,50 m** από την τελευταία ανώτατη στάθμη ώστε να υπάρχει επαρκής ασφαλής χώρος για τον συντηρητή.



Σχέδιο 7.8 Σχεδιαστικά στοιχεία ανελκυστήρων.

Συνήθως ο ανελκυστήρας περιβάλλεται στις τρεις πλευρές του από τοιχώματα. Σε περιπτώσεις πολλαπλών ανελκυστήρων, αυτοί μοιράζονται ένα κοινό φρεάτιο. Οι θάλαμοι μεταξύ τους χωρίζονται με μεταλλική κατασκευή σε ολόκληρο το ύψος του πηγαδιού, στην οποία τοποθετείται μεταλλικό πλέγμα προστασίας για την ασφάλεια και προστασία από πτώση των τεχνικών συντήρησης.

Πίνακας 7.5: Ανελκυστήρες με δυνατότητα χρήσης από ΑΜΕΑ με αμαξίδιο.							
Κατηγορία	Αντίβαρο	Θάλαμος εσωτερικές διαστάσεις		Φρεάτιο ελάχιστες διαστάσεις		Άτομα	Παρατηρήσεις
		Πλάτος	Βάθος	Πλάτος	Βάθος		
Πρώτη	Πίσω	100	125	145	165	5	Χωρίς δυνατότητα περιστροφής και χωρίς συνοδό.
	Στο πλάι			165	155		
Δεύτερη	Πίσω	110	140	155	195	8	Χωρίς δυνατότητα περιστροφής και με παρουσία συνοδού.
	Στο πλάι			175	180		
Τρίτη	Πίσω	140	200	180	255	16	Με δυνατότητα περιστροφής, παρουσία συνοδού και επιβατών.
	Στο πλάι			205	240		

Για όλες τις κατηγορίες, ελάχιστο πλάτος ανοίγματος αυτόματης (συρόμενης) πόρτας **85 cm**.

7.3.8. Χώροι προσβάσιμων χώρων αναμονής και διαφυγής

Σε περίπτωση κινδύνου, όπως για παράδειγμα σε μια **πυρκαγιά**, όλα τα μέτρα που έχουν ληφθεί αποσκοπούν στην έγκαιρη και ασφαλή εκκένωση του κτιρίου από τους χρήστες. Σε τέτοια περίπτωση **δεν επιτρέπεται η χρήση ανελκυστήρων** και ο μόνος τρόπος διαφυγής είναι οι σκάλες. Όμως, άτομα με ειδικές ανάγκες και χρήστες αναπηρικών αμαξιδίων πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να συγκεντρωθούν σε κατάλληλα ασφαλή σημεία του ορόφου μέχρι να έλθουν σε βοήθεια τα σωστικά συνεργεία.

Σε κάθε κτίριο (εκτός από τις κατοικίες) που έχει περισσότερους από έναν ορόφους και σε κάθε έναν από αυτούς, πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη κατάλληλων **προσβάσιμων προστατευόμενων χώρων αναμονής** για περίπτωση έκτακτων αναγκών. Εκεί μπορούν να φιλοξενηθούν ένα ή δύο αναπηρικά αμαξίδια ανάλογα με τον πληθυσμό του ορόφου. Οι χώροι αυτοί βρίσκονται εντός των πυροπροστατευμένων κοινόχρηστων κλιμακοστασίων και σχεδιάζονται σε τέτοια θέση ώστε να μην παρεμποδίζεται η κίνηση στην όδευση διαφυγής.

Προβλέπεται η κατάλληλη σχεδίαση χώρου για **μία θέση αναπηρικού αμαξιδίου** —όταν ο πληθυσμός του ορόφου είναι μικρότερος από 200 άτομα— ή χώρου **με δύο θέσεις αναπηρικών αμαξιδίων** —όταν ο πληθυσμός του ορόφου είναι μεγαλύτερος από 200 άτομα. Οι **διαστάσεις** που έχει αυτός ο χώρος θα πρέπει να είναι **0,80 x 1,30 m** ανά αμαξίδιο.

Δεν έχουν την υποχρέωση πρόβλεψης τέτοιων χώρων μόνο τα κτίρια που είναι μονώροφα (ισόγεια) ή που διαθέτουν αυτόματα συστήματα πυρόσβεσης (*sprinklers*).

7.4. Χώροι υγιεινής

Ο σχεδιασμός των λουτρών αφορά τη δημιουργία χώρων που καλύπτουν στοιχειώδεις εξυπηρετήσεις καθαριότητας και υγιεινής του κτιρίου.

Οι χώροι υγιεινής χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες: αυτούς που σχεδιάζονται για δημόσια κτίρια και αυτούς που σχεδιάζονται για κτίρια κατοικίας. Στην ενότητα αυτή θα εξετάσουμε τις παραμέτρους που αφορούν τα κτίρια δημόσιας χρήσης και περιλαμβάνουν νιπτήρα, ουρητήρια και χώρο λεκάνης.

- Πρέπει να προβλέπεται διαφορετική εξυπηρέτηση ανδρών - γυναικών.
- Πρέπει να υπάρχει ίσος αριθμός νιπτήρων και λεκανών.
- Πρέπει να προβλέπεται ειδικά διαμορφωμένος χώρος υγιεινής για **AMEA -ένας ανά όροφο**. Αυτοί οι ειδικοί χώροι συνιστάται να έχουν ανεξάρτητη είσοδο, χωρίς κοινό προθάλαμο με τους υπόλοιπους χώρους υγιεινής. Επίσης, συνιστάται σε συγκροτήματα χώρων υγιεινής να υπάρχει ένας ανδρών και ένας γυναικών AMEA.
- Οι χώροι με τις τουαλέτες είναι κλειστοί και ο υποχρεωτικός αερισμός τους μπορεί να είναι φυσικός ή τεχνητός. Τα υλικά επένδυσης των τοίχων και του δαπέδου να είναι κατάλληλα για τη χρήση και ανθεκτικά σε χημικά καθαριστικά.
- Σε κτίρια δημόσιας χρήσης συνιστάται να υπάρχουν κατ' ελάχιστο δύο λουτρά, για εξασφάλιση της λειτουργίας του ενός, σε περίπτωση βλάβης του άλλου.

Σε πολυώροφα κτίρια, οι τουαλέτες τοποθετούνται σε **κατακόρυφους πυρήνες** που διευκολύνουν τη **διέλευση των αποχετεύσεων σε στήλες** μέχρι το ισόγειο ή το υπόγειο του κτιρίου, κατόπιν σε ειδικά συλλεκτήρια φρεάτια και από εκεί στο αποχετευτικό δίκτυο της πόλης.

Ο αριθμός των χώρων υγιεινής είναι ανάλογος της χρήσης του κτιρίου και ανάλογος του αριθμού των ατόμων που μπορεί αυτό να φιλοξενήσει. Στη νομοθεσία και στη βιβλιογραφία ποικίλλουν οι απαιτήσεις και δεν υπάρχει συνήθως μια κοινή αποδεκτή αντιμετώπιση του θέματος.

Στην ελληνική νομοθεσία και για χώρους εστιατορίων, καφέ κλπ. προβλέπεται:

Πίνακας 7.6: Αριθμός WC για χρήσεις εξυπηρέτησης κοινού, όπως εστιατόρια, καφέ κλπ.			
Εξυπηρετούμενα άτομα	Απαραίτητος αριθμός WC	Αριθμός προσωπικού	WC προσωπικού
Μέχρι 40 άτομα	1	Μέχρι 15 άτομα	1
Από 41 μέχρι 120	1 + 1	Από 16 – 40 άτομα	2
Από 121 μέχρι 250	2 + 2	Από 41 – 70 άτομα	3
Από 251 μέχρι 500	3 + 3	Από 71 – 100 άτομα	4
Για κάθε 500 επιπλέον άτομα +2 WC		Για κάθε επιπλέον 50 άτομα +1 WC	
Πηγή: ΤΟΤΕΕ 2423/86			

Εναλλακτικά, για να αποκτηθεί μια αίσθηση των απαιτούμενων χώρων στον σχεδιασμό και σε επίπεδο κοινοτικής νομοθεσίας στη Μεγάλη Βρετανία, όπου κάποιος μπορεί να εντοπίσει τις διαφορές.

Πίνακας 7.7: Πρόνοια χώρων υγιεινής για δημόσια κτίρια.				
	Ανδρών (*)		Γυναικών (*)	
	Πληθυσμός	Αναλογία	Πληθυσμός	Αναλογία
Εστιατόρια				
WC	έως 400 άτομα	1 ανά 100	έως 200 άτομα	2 ανά 100
	πλέον των 400 ατόμων	1 κάθε 250	πλέον των 200 ατόμων	1 κάθε 100
Ουρητήρια		1 ανά 25		
Θέατρα, συναυλιακοί χώροι, χώροι διασκέδασης				
WC	έως 250 άτομα	1	έως 50 άτομα	2
			5-100	3
	πλέον των 250 ατόμων	1 κάθε 500	πλέον των 100 ατόμων	1 κάθε 400
Ουρητήρια	έως 100 άτομα	2		
	πλέον των 100	1 κάθε 80		
Κινηματογράφοι				
WC	έως 250 άτομα	1	έως 75 άτομα	2
			76-100	3
	πλέον των 250	1 κάθε 500	πλέον των 100	1 κάθε 80
Ουρητήρια	έως 200 άτομα	2		
	πλέον των 200	1 κάθε 100		
Γραφεία, εμπορικά καταστήματα				
WC	έως 15 άτομα	1 κοινό		
	16-50	1		1
	51-75	2		2
	76-100	3		3
	πλέον των 100	1 κάθε 25		
(*) Θεωρούμε ίσο αριθμό ανδρών και γυναικών.				
Πηγή: <i>Metric Handbook</i> , p. 5-12.				

Κατά τον σχεδιασμό κτιρίων δημόσιου χαρακτήρα προτείνεται στους προθαλάμους των χώρων υγιεινής να προβλέπεται ελεύθερος χώρος περιστροφής αναπηρικού αμαξιδίου διαμέτρου **1,50 m**.

Σε δημόσια κτίρια, οι ελάχιστες απαιτήσεις για κατασκευή αποχωρητηρίων κοινού και προσωπικού είναι οι ακόλουθες:

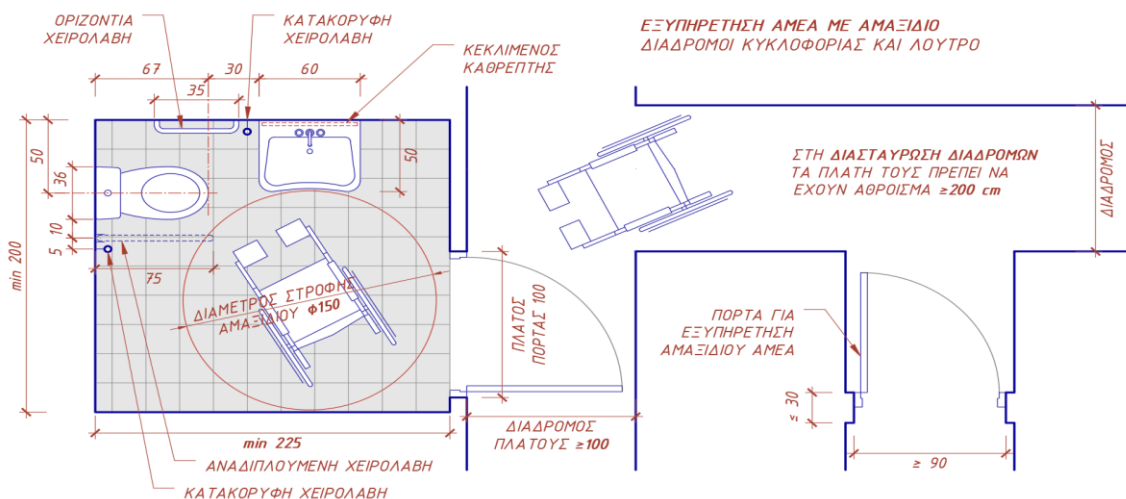
- Οι τοίχοι και τα δάπεδα στις τουαλέτες και τον προθάλαμο κατασκευάζονται από **μόνιμα υλικά**.
- Εσωτερικές διαστάσεις σε προθάλαμο και αποχωρητήρια, κατ' ελάχιστο **1,00 x 1,20 m**.
- Ελάχιστο ύψος **2,10 m**.

- Τα υλικά επένδυσης σε προθάλαμο και αποχωρητήρια, σε όλα τα δάπεδα και τους τοίχους (τουλάχιστον μέχρι ύψους 1,80 m), να είναι λεία και αδιαπώσιτα, ανθεκτικά σε χημικά καθαριστικά, όπως για παράδειγμα τα κεραμικά πλακίδια πορσελάνης.
- Πρέπει να υπάρχει εξαερισμός φυσικός ή τεχνητός.
- Η λεκάνη αποχωρητηρίου να είναι ευρωπαϊκού τύπου.
- Στον προθάλαμο να υπάρχει νιπτήρας με σαπουνοθήκη και χειροπετσέτες μιας χρήσης.
- Η προσπέλαση αποχωρητηρίου δεν επιτρέπεται να γίνεται μέσα από παρασκευαστήριο και χώρο πλύσης σκευών.

Για τον σχεδιασμό αποχωρητηρίων για ΑΜΕΑ σε δημόσια κτίρια στο εσωτερικό των χώρων υγιεινής πρέπει:

- Να προβλέπεται ελεύθερος χώρος περιστροφής αναπηρικού αμαξιδίου **διαμέτρου 1,5 m**.
- Η προσπέλαση των χώρων υγιεινής να είναι **ισόπεδη**. Εάν υπάρχει αναπόφευκτη υψομετρική διαφορά, αυτή πρέπει να καλύπτεται με κεκλιμένα επίπεδα μέγιστης κλίσης 5% που θα κατασκευάζονται σύμφωνα με την Οδηγία του ΥΠΕΧΩΔΕ «Ράμπες ατόμων και αμαξιδίων». Το ελεύθερο πλάτος διαδρόμου ή κεκλιμένου επιπέδου πρέπει να είναι **1,20** έως **1,30 m**.
- Η πόρτα της τουαλέτας θα πρέπει να έχει καθαρό πλάτος φύλλου **0,90 m** από κάσα σε κάσα και να ανοίγει προς τα έξω ή να είναι συρόμενη.
- Ο μηχανισμός κλειδαριάς του θυρόφυλλου πρέπει να επιτρέπει το άνοιγμα και από την έξω πλευρά σε περίπτωση κινδύνου.

Σε περιπτώσεις όπου στους δημόσιους χώρους υγιεινής προβλέπεται και η χρήση ντους, αυξάνονται οι διαστάσεις του χώρου, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης ειδικού πάγκου, ενώ εξασφαλίζεται παράλληλα ελεύθερος χώρος διακίνησης με διάμετρο 1,50 m. Ο χώρος του ντους πρέπει να είναι συνεπίπεδος με το υπόλοιπο δάπεδο και η ομαλή απορροή του ύδατος να γίνεται μόνο με τη διαμόρφωση ρύσεων.



Σχέδιο 7.9 Σχεδιαστικά στοιχεία λουτρού και διαδρόμων κτιρίων για χρήση από άτομα με αναπηρικό αμαξίδιο.

7.5. Στάθμευση αυτοκινήτων

Οι χώροι στάθμευσης είναι υποχρεωτικοί για όλα τα κτίρια και έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις σχεδιασμού για την άνετη και ασφαλή κίνηση των οχημάτων. Οι απαιτήσεις αφορούν τις χαράξεις ελιγμών για την κίνηση κατά τη στάθμευση και οι οποίες πρέπει να είναι ελεύθερες από εμπόδια. Αυτό δημιουργεί αρκετές δυσκολίες κατά τον σχεδιασμό, γιατί η ύπαρξη των υποστυλωμάτων του φέροντος οργανισμού επηρεάζει τη χάραξή τους. Αυτό σημαίνει ότι ήδη από το στάδιο της προμελέτης πρέπει να ληφθούν υπόψη οι γεωμετρικές απαιτήσεις, ώστε να ταιριάζουν με τα αντίστοιχα στοιχεία του υπολοίπου κτιρίου.

Σε κάθε κτίριο πρέπει να προβλέπεται η ύπαρξη ορισμένου αριθμού θέσεων, ανάλογα με τη χρήση του και το μέγεθός του. Στον ακόλουθο πίνακα δίνονται οι απαιτήσεις από τη νομοθεσία περί χώρων στάθμευσης για κάθε χρήση κτιρίου, όπως ισχύει σήμερα για αστικά κέντρα.

Πίνακας 7.27: Αριθμός θέσεων στάθμευσης.		
Κατηγορία κτιρίου	Μια θέση ανά επιφάνεια κτιρίου	Άλλη απαίτηση
Κατοικία	100 m ²	ή μια θέση ανά κατοικία
Γραφεία, διοίκηση, εμπορικά καταστήματα	60 m ²	
Πολυκαταστήματα, υπεραγορές τροφίμων	15 m ²	
Εστιατόρια, καφέ, αναψυκτήρια	35 m ²	
Κέντρα διασκέδασης	20 m ²	
Θρησκευτικοί χώροι	50 m ²	
Θέατρα, κινηματογράφοι, εκθεσιακά κέντρα	35 m ²	
Βιβλιοθήκες, μουσεία, πινακοθήκες	60 m ²	
Κέντρα υγείας, θεραπευτήρια, περίθαλψη	50 m ²	
Νοσοκομεία, κλινικές		ανά 3 κλίνες
Κοινωνική πρόνοια, γηροκομεία κλπ.		ανά 10 κλίνες
Παιδικό σταθμοί, βρεφονηπιακοί σταθμοί		ανά αίθουσα
Πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση		ανά αίθουσα
Τριτοβάθμια εκπαίδευση	60 m ²	
Αθλητικές εγκαταστάσεις, γυμναστήρια	100 m ² χώρου άθλησης	και ανά 12 θεατές
Συνεργεία αυτοκινήτων	20 m ²	
Ξενοδοχεία, ξενώνες		ανά 6 κλίνες
Βιομηχανίες, βιοτεχνίες	60 m ²	

7.6. Στεγασμένοι χώροι Στάθμευσης

Ο κανονισμός πυροπροστασίας περιέχει διατάξεις για τους στεγασμένους χώρους στάθμευσης, που τους κατατάσσει σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθός τους και είναι οι ακόλουθοι:

Μικρού μεγέθους < 300 m², μεσαίου μεγέθους 300 -750 m² και μεγάλου μεγέθους > 750 m².

Ο υπολογισμός χωρητικότητας γίνεται με συντελεστή, **1 αυτοκίνητο ανά 20,0 m²**.

*Το καθαρό ύψος των χώρων στάθμευσης είναι τουλάχιστον **2,20 m** και τοπικά κάτω από δοκούς, τουλάχιστον **1,90 m***

*Σε όλους τους χώρους στάθμευσης πρέπει να προβλέπεται ορισμένος αριθμός θέσεων που να εξυπηρετούν **ΑΜΕΑ**.*

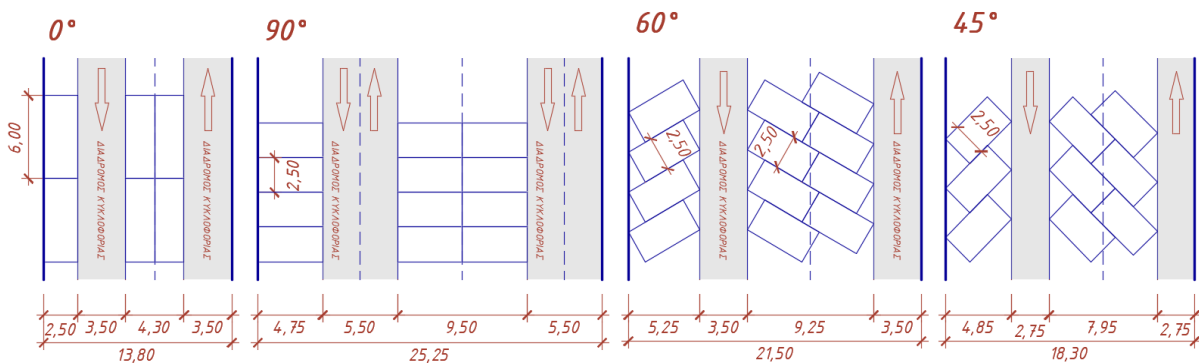
Σε εξωτερικούς χώρους στάθμευσης, ο αριθμός τους πρέπει να είναι το **5%** επί του συνόλου των θέσεων ή για μικρούς χώρους, τουλάχιστον **1 θέση**. Το πλάτος τους πρέπει να είναι **3,50 m**. Πρέπει να αποφεύγονται θέσεις στάθμευσης ΑΜΕΑ παράλληλα με το πεζοδρόμιο. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, κατασκευάζονται με μήκος 6,00 m ώστε να είναι δυνατή η διέλευση ατόμου με αμαξίδιο ανάμεσα από δύο σταθμευμένα αυτοκίνητα και με σκάφη ανόδου στο πεζοδρόμιο πλάτους 0,90 m.

Σε σταθμούς αυτοκινήτων (parking) μεγάλου μεγέθους, προβλέπονται **θέσεις ΑΜΕΑ**, σε ποσοστό **2%** και κατ' ελάχιστο **2 θέσεις**. Το πλάτος αυτών των θέσεων είναι **3,20 m**.

7.6.1. Είσοδοι – έξοδοι χώρων στάθμευσης

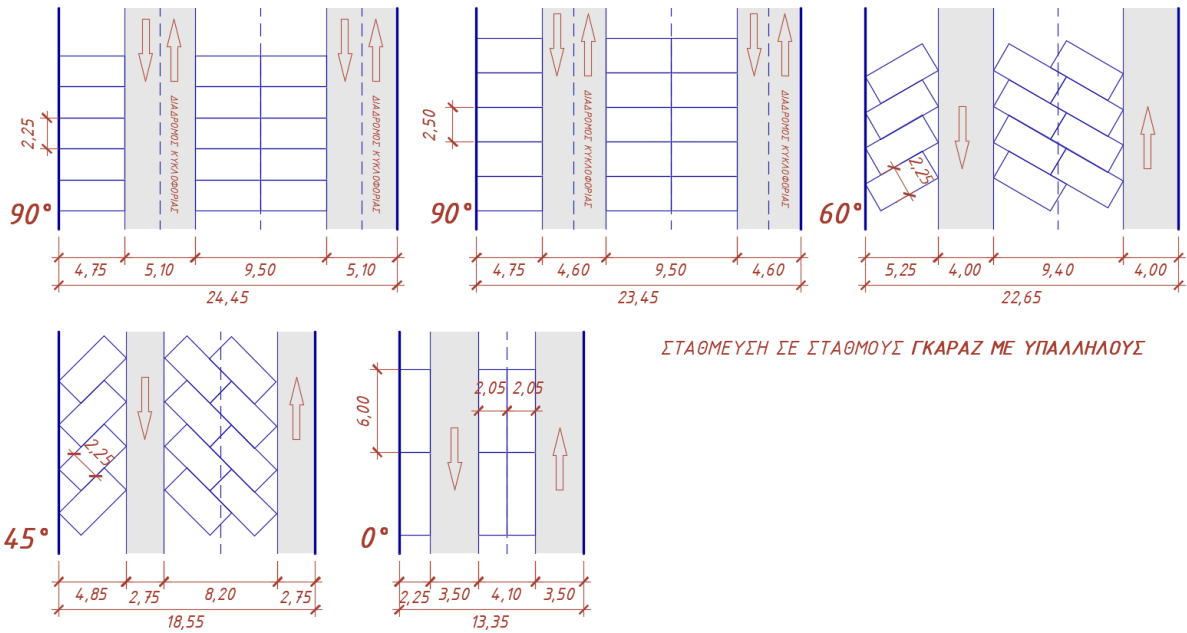
Πίνακας 7.28: Πλάτος εισόδων και εξόδων στεγασμένων χώρων στάθμευσης.			
Μέγεθος στεγασμένου χώρου στάθμευσης	Επιφάνεια	Είσοδοι - Έξοδοι	Πλάτος ευθύγραμμου διαδρόμου εισόδου - εξόδου.
Μικρού μεγέθους	< 300 m ²	Ένας κοινός διάδρομος	3,0 m
Μεσαίου μεγέθους	300 – 750 m ²	Ένας κοινός διάδρομος	4,5 m
Μεγάλου μεγέθους	> 750 m ²	Ξεχωριστή είσοδος - έξοδος	3,0 m
			Εάν αυτές είναι παράπλευρες, τότε το συνολικό πλάτος πρέπει να είναι 7,0 m

Πίνακας 7.29: Πλάτος λωρίδας διαδρόμων κυκλοφορίας οχημάτων (διαστάσεις σε m).			
Στα ευθύγραμμα τμήματα		Στα καμπύλα τμήματα (οριζόντια ή κεκλιμένα)	
Οριζόντια	Κεκλιμένα	Ελάχιστη εσωτερική ακτίνα στροφής	Πλάτος
2,25	2,75	4,15	3,70
		5,00	3,60
		6,00	3,50
		7,00	3,45
		8,00	3,40
		9,0	3,35
		10,0	3,30

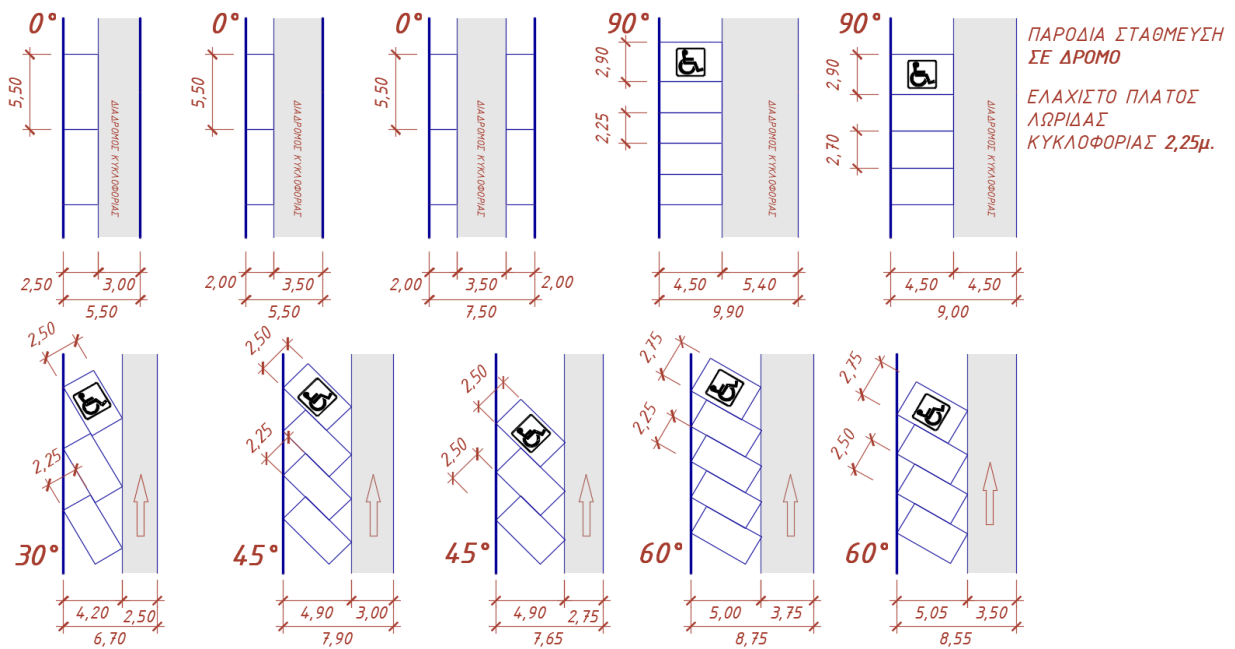


Σχέδιο 7.10

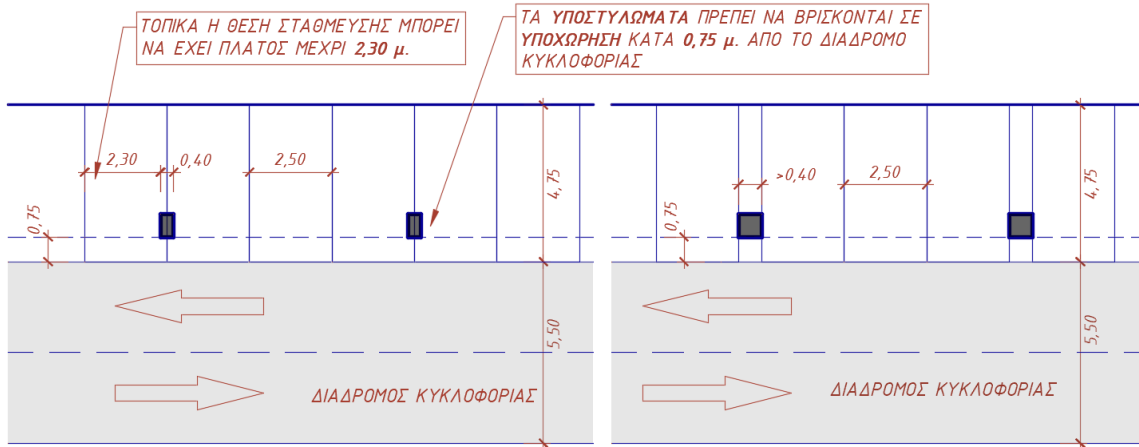
Σχεδιαστικές προδιαγραφές στάθμευσης σε σταθμούς αυτοκινήτων με αυτοεξυπηρέτηση.



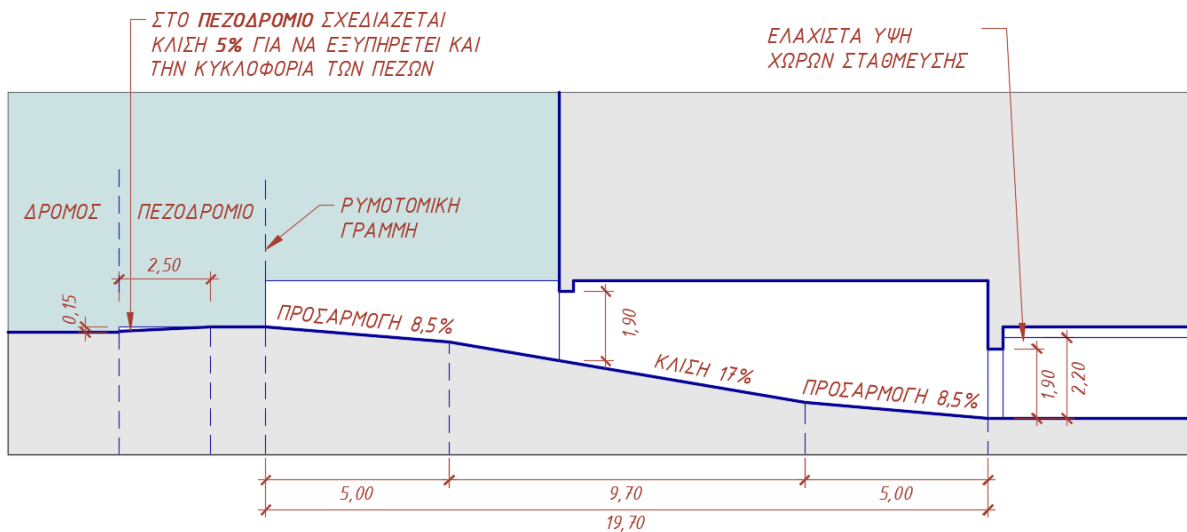
Σχέδιο 7.11 Σχεδιαστικές προδιαγραφές στάθμευσης σε σταθμούς αυτοκινήτων με υπαλλήλους.



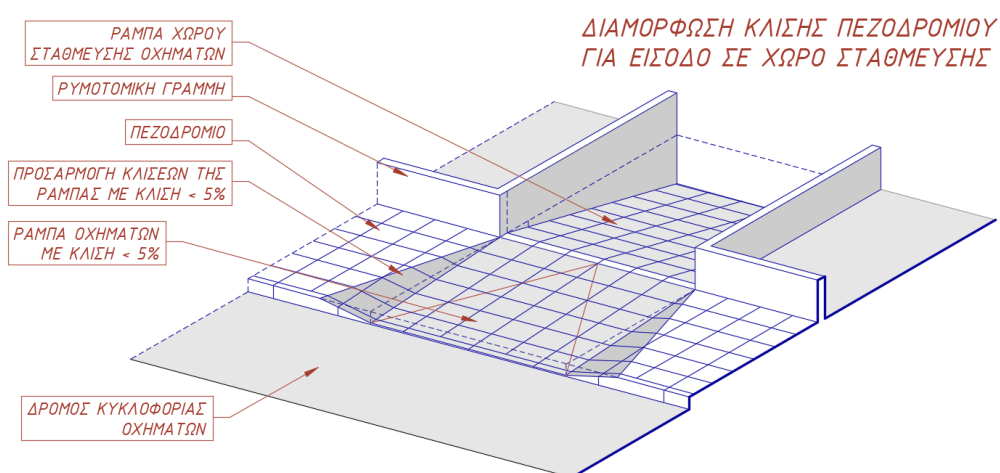
Σχέδιο 7.12 Σχεδιαστικές προδιαγραφές παράδιας στάθμευσης.



Σχέδιο 7.13 Απαιτήσεις για τη θέση υποστυλωμάτων ανάμεσα στις θέσεις στάθμευσης.



Σχέδιο 7.14 Χάραξη τομής ράμπας αυτοκινήτων. Παράδειγμα ευθύγραμμης ράμπας με κλίση 17%.



Σχέδιο 7.15 Αξονομετρική απόδοση συμβολής ράμπας αυτοκινήτων με το πεζοδρόμιο.

7.6.2. Σκάλες και κεκλιμένα επίπεδα-ράμπες σε χώρους στάθμευσης

Η είσοδος των οχημάτων σε χώρους στάθμευσης γίνεται από τη **στάθμη του διαμορφωμένου δρόμου** με μικρή σημειακή υποβίβαση του πεζοδρομίου σε εκείνο το σημείο και στη συνέχεια, **μέσα από τη ρυμοτομική γραμμή**, κατασκευάζεται το **κεκλιμένο τμήμα** τους που οδηγεί στον εσωτερικό χώρο στάθμευσης.

Η είσοδος και η έξοδος οχημάτων σε χώρους στάθμευσης μπορεί να γίνεται είτε με κεκλιμένα επίπεδα είτε με **ανελκυστήρες** ή και με άλλα κατάλληλα πιστοποιημένα μηχανικά μέσα. Εάν ο χώρος στάθμευσης είναι πολυώροφος και εξυπηρετείται με ανελκυστήρες, τότε θα πρέπει να τοποθετούνται τουλάχιστον δύο ανελκυστήρες.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση της ράμπας σε **ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης** μπορεί να είναι **20%**. Στους **δημόσιους χώρους στάθμευσης** οι ράμπες εισόδου - εξόδου και μεταξύ των ορόφων πρέπει να έχουν **μέγιστη κλίση 17%**

Εάν οι ράμπες χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα και για την κυκλοφορία των οχημάτων και τη στάθμευση, σε ειδικά σχεδιασμένους πολυώροφους σταθμούς αυτοκινήτων, τότε οι μέγιστες κλίσεις τους πρέπει να είναι:

Για στάθμευση υπό γωνία: $90^\circ - 81^\circ$	μέγιστη κλίση: 6%
Για στάθμευση υπό γωνία: $80^\circ - 71^\circ$	μέγιστη κλίση: 5,5%
Για στάθμευση υπό γωνία: $< 70^\circ$	μέγιστη κλίση: 5%

Στην αρχή και στο τέλος κάθε κεκλιμένου επιπέδου πρέπει να κατασκευάζεται **τμήμα προσαρμογής κλίσεων, μήκους 5,0 m**, με κλίση το ήμισυ της κλίσης της ράμπας. Εάν οι ράμπες έχουν μικρό μήκος, τότε η προσαρμογή μπορεί να γίνει με κατασκευή **καμπύλης με ακτίνα 20,0 m**.

Στα σημεία ελέγχου εισόδου-εξόδου (εφόσον προβλέπονται) θα πρέπει να υπάρχει **ευθύγραμμο τμήμα μήκους 6,00 m** και κλίσης μέχρι **7%**. Η λωρίδα σε αυτό το σημείο πρέπει να έχει πλάτος **2,30 m**.

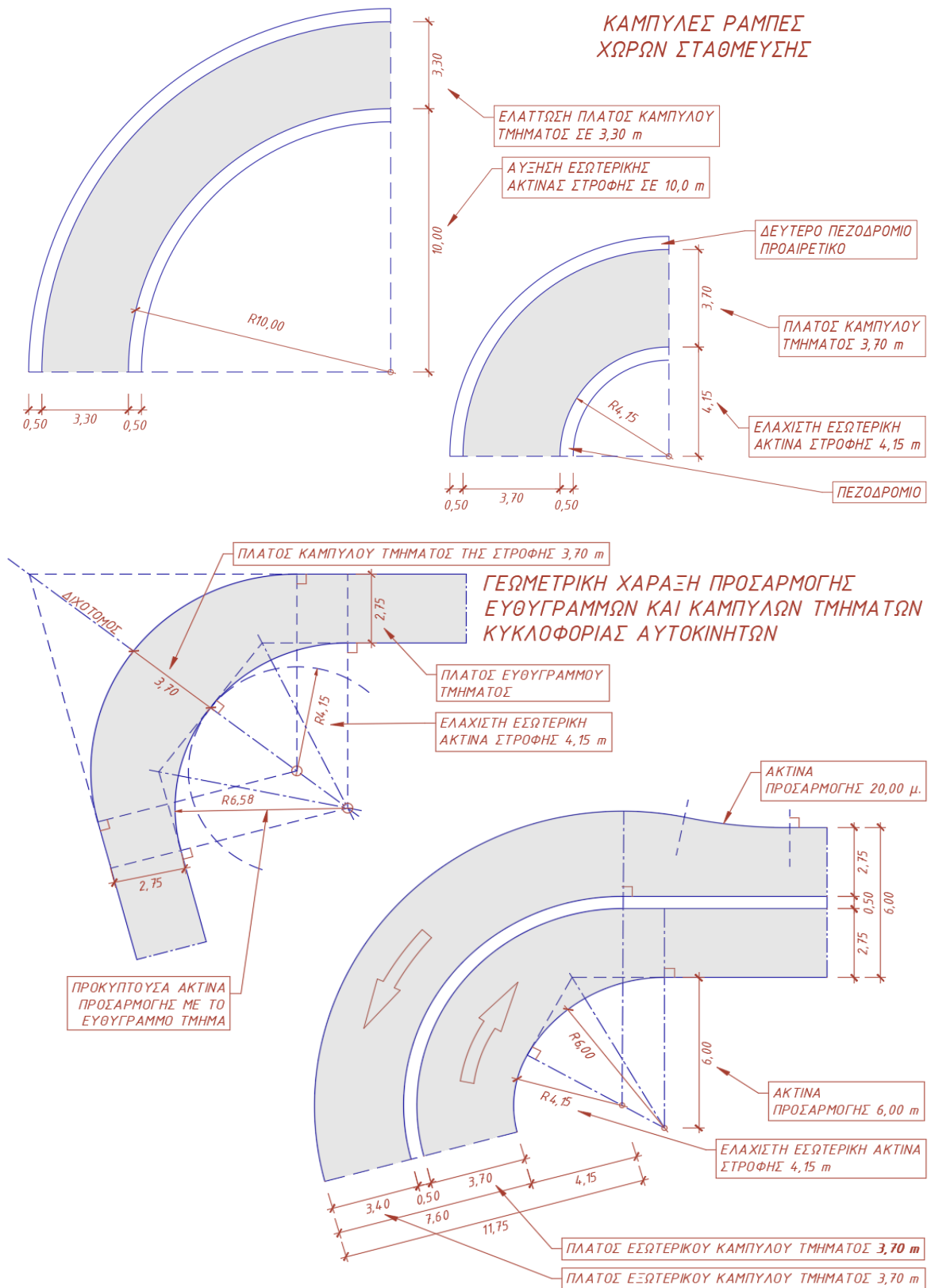
Ειδικά στα κεκλιμένα επίπεδα θα πρέπει να προβλέπεται **πεζοδρόμιο πεζών** πλάτους **50 cm**, ενώ η κατασκευή δεύτερου πεζοδρομίου είναι προαιρετική.

Η κίνηση των πεζών γίνεται μέσω **κλιμακοστασίων**. Τα εσωτερικά κλιμακοστάσια σε πολυώροφα γκαράζ πρέπει να είναι **πυροπροστατευμένα**. Όταν είναι πολυώροφα υπόγεια ή όταν είναι υπέργεια με περισσότερους από 3 ορόφους, πρέπει να διαθέτουν σε κάθε όροφο ειδικό **πυροπροστατευμένο προθάλαμο (lobby)** για την προστασία από τον καπνό, με πυράντοχες αυτόκλειόμενες πόρτες με δείκτη πυραντίστασης τουλάχιστον 30 λεπτών.

Σε ράμπες δύο κατευθύνσεων πρέπει να προβλέπεται **διαχωριστική νησίδα** πλάτους **50 cm**.

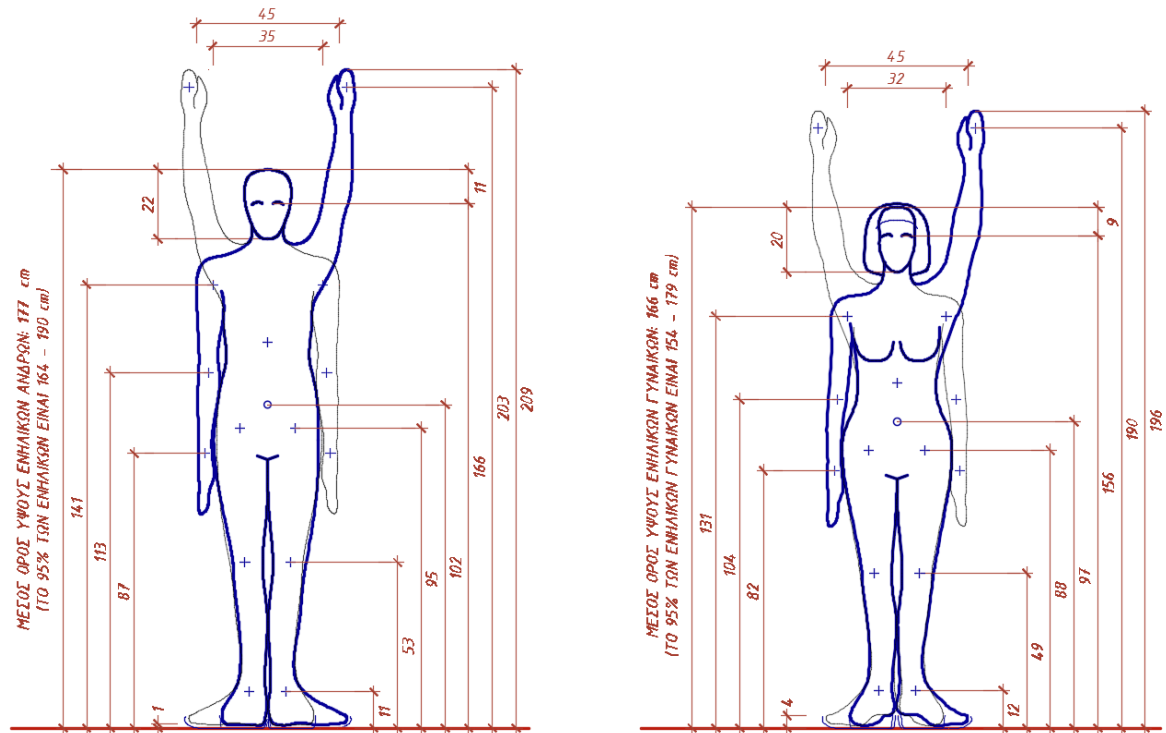
Στα καμπύλα τμήματα κεκλιμένων επιπέδων η μέγιστη **εγκάρσια κλίση** πρέπει να είναι από **3%** έως **5%**.

7.6.3. Προσαρμογή καμπύλων κι ευθύγραμμων τμημάτων κυκλοφορίας αυτοκινήτων



Σχέδιο 7.16 Γεωμετρική χάραξη καμπύλης κυκλοφορίας οχημάτων και της προσαρμογής της με ευθύγραμμα τμήματα.

7.7. Μετρικά στοιχεία για σχεδίαση χώρων



ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΝΗΛΙΚΩΝ ΑΝΔΡΩΝ ΚΑΙ ΓΥΝΑΙΚΩΝ. ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΝ ΣΤΟ ΜΕΣΟ 50% ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ. ΣΤΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΨΟΥΣ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΤΑ ΠΑΠΟΥΤΣΙΑ.
ΠΗΓΗ: HENRY DREYFUSS ASSOCIATES, NEW YORK, N.Y.

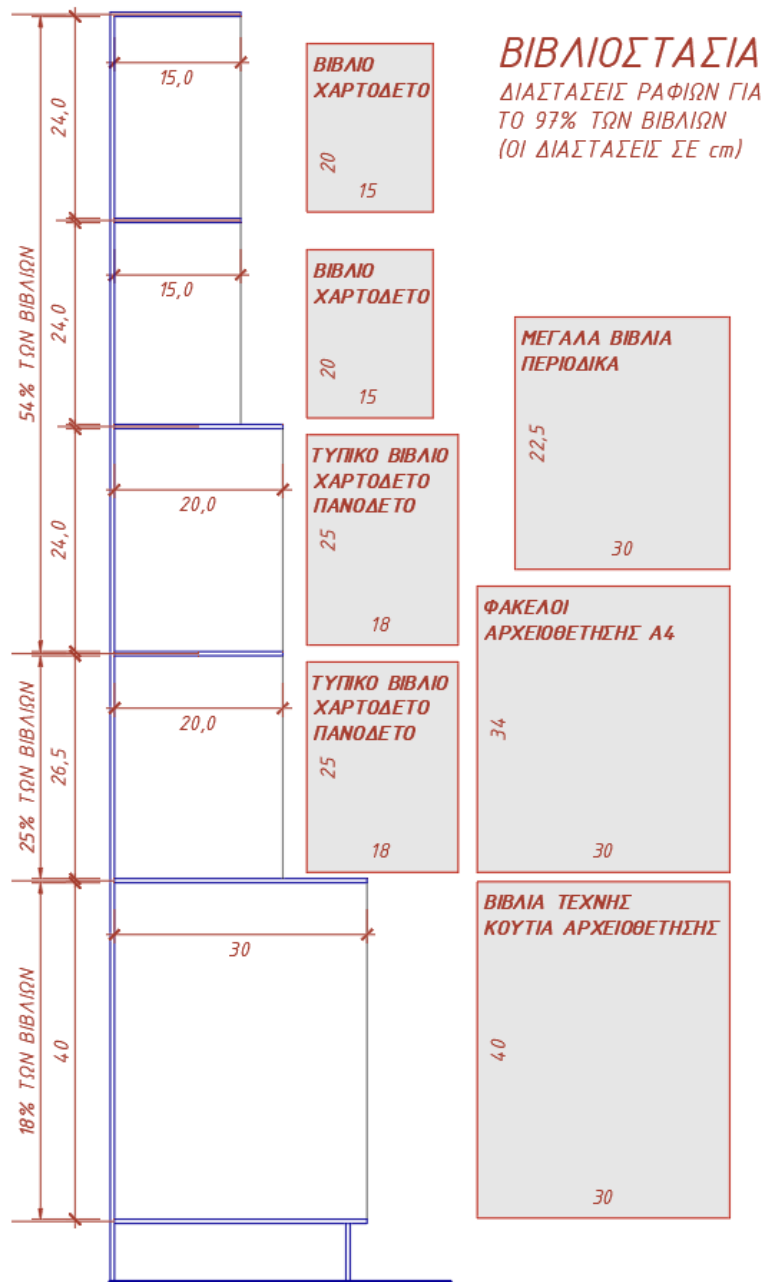
Σχέδιο 7.17 Ανθρωπομετρικές διαστάσεις ενηλίκων ανδρών και γυναικών.



Εικόνες 7.7

Ανθρωπομετρικές σχεδιαστικές διαστάσεις του σώματος σε διαφορετικές στάσεις.

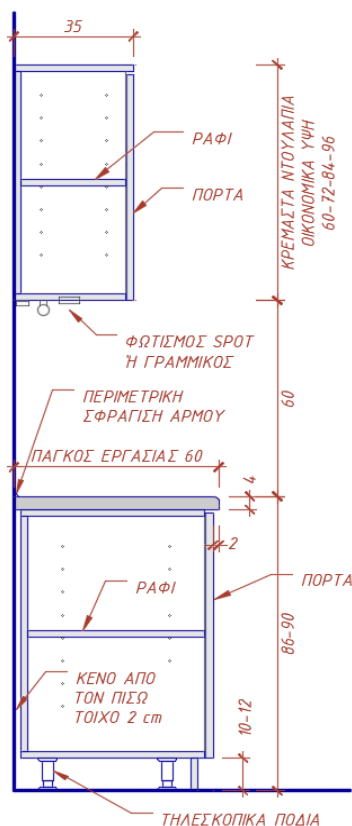
7.7.2. Ράφια βιβλιοθηκών



Σχέδιο 7.23 Διαστάσεις.

7.7.3. Πάγκοι και ντουλάπια οικιακής κουζίνας

ΠΑΓΚΟΣ ΚΑΙ ΝΤΟΥΛΑΠΙΑ ΚΟΥΖΙΝΑΣ



ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΛΑΤΗ ΓΙΑ ΚΡΕΜΑΣΤΑ ΝΤΟΥΛΑΠΙΑ: 60, 50, 45, 35, 30 cm

Η ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ:

- ΑΔΙΑΒΡΟΧΗ,
- ΝΑ ΜΗΝ ΕΧΕΙ ΠΟΡΟΥΣ,
- ΝΑ ΑΝΤΕΧΕΙ ΣΤΗ ΧΑΡΑΞΗ,
- ΝΑ ΑΝΤΕΧΕΙ ΣΤΑ ΗΠΙΑ ΧΗΜΙΚΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ.

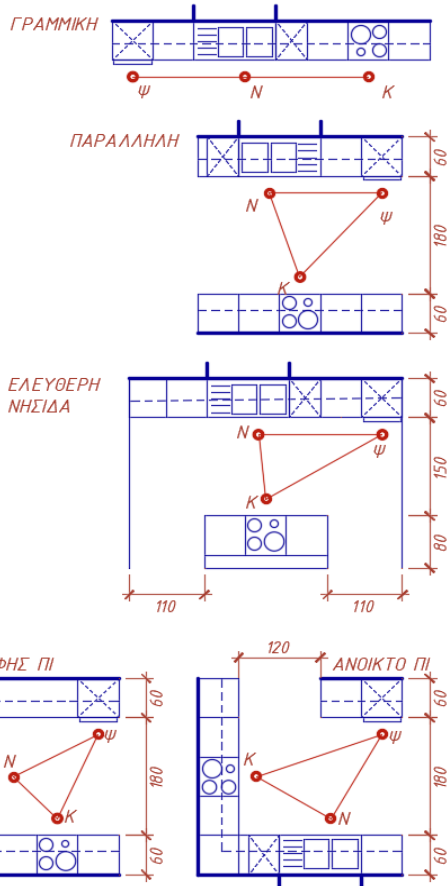
ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ:

- ΒΑΚΕΛΙΤΗΣ,
- ΚΟΡΙΑΝ,
- ΑΒΩΝΙΤΗΣ,
- ΓΡΑΝΙΤΗΣ,
- ΜΑΡΜΑΡΟ,
- ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΠΛΑΚΙΔΙΑ, ΚΛΠ.

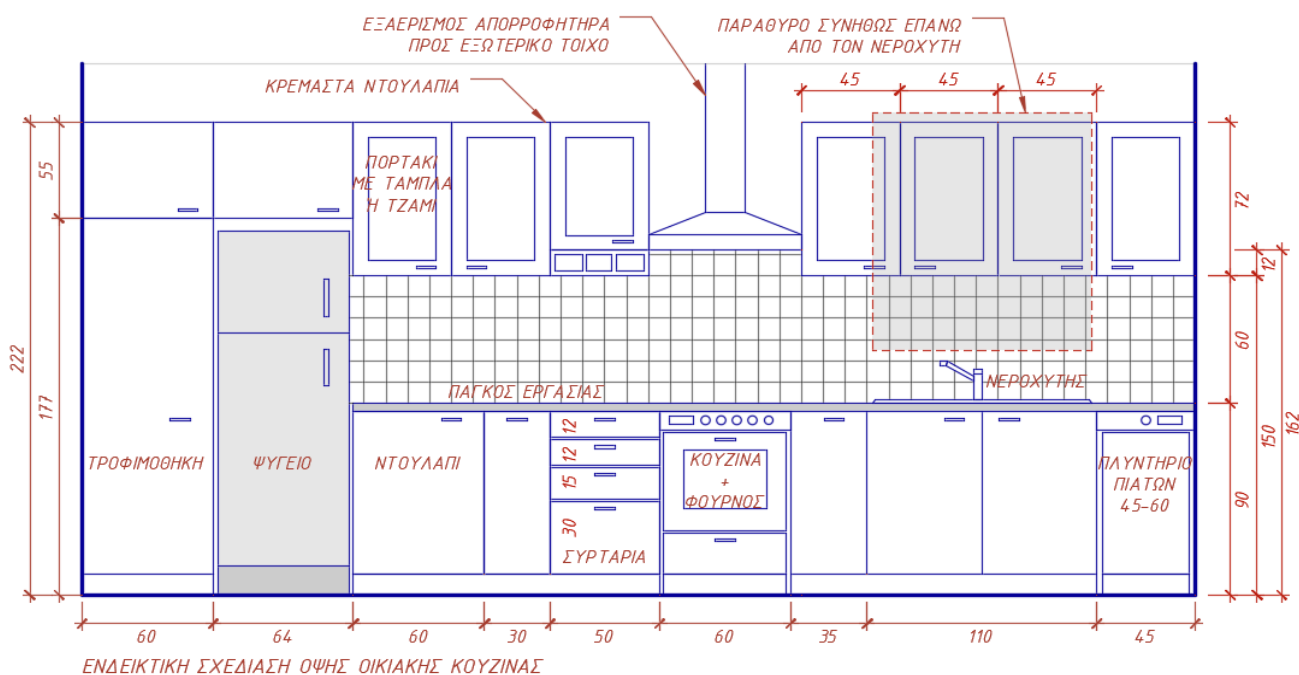
ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΠΟΥ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΤΑ ΝΤΟΥΛΑΠΙΑ ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΗΘΩΣ ΜΟΓ ΜΕ ΜΕΛΑΜΙΝΗ 18 mm ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΟ ΞΥΛΟ.

ΤΑ ΣΥΡΤΑΡΙΑ ΕΧΟΥΝ ΣΥΝΗΘΗ ΥΨΗ: 12, 15, 30 cm

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ



Σχέδιο 7.24 Σχεδιαστική οργάνωση οικιακής κουζίνας με ενδεικτικά υλικά και διαστάσεις τομής.



Σχέδιο 7.25 Ενδεικτική σχεδιαστική οργάνωση οικιακής κουζίνας σε όψη.

7.8. Προστασία από πυρκαγιά

Ο κίνδυνος πυρκαγιάς είναι ένα φαινόμενο που σε επίπεδο πόλης αντιμετωπίζεται μέσα από οργανωμένα δίκτυα υπηρεσιών και εγκαταστάσεων πυρόσβεσης. Σε επίπεδο κτιρίου, κατά τον σχεδιασμό πρέπει λαμβάνονται υπόψη και να ενσωματώνονται όλα τα **κατάλληλα στοιχεία** και να παίρνονται όλα τα **μέτρα** που έχουν στόχο την ασφάλεια σε περίπτωση πυρκαγιάς. Ειδικότερα:

- α) Να προστατεύεται η ζωή και η υγεία των ατόμων που βρίσκονται μέσα στο κτίριο.
- β) Να εμποδίζεται η εξάπλωση της φωτιάς σε άλλους χώρους του κτιρίου.
- γ) Να αποτρέπεται η μετάδοση της φωτιάς στα όμορα και στα γειτονικά κτίρια καθώς και σε γειτονικές περιοχές.
- δ) Να προστατευτεί το κτίριο από **κατάρρευση λόγω φωτιάς**, τουλάχιστον για όσο χρονικό διάστημα απαιτείται για την εκκένωσή του.

Σε αυτήν την ενότητα δίνονται οι **γενικές πληροφορίες** που θα βοηθήσουν στην εξοικείωση με τις βασικές απαιτήσεις για τη διαχείριση του σχεδιασμού σε επίπεδο προμελέτης, όπως προδιαγράφονται από τον ισχύοντα κανονισμό πυροπροστασίας κτιρίων. Θα παρουσιαστούν **θεμελιώδεις έννοιες** στοιχείων **πυροπροστασίας** και θα παρατεθούν ενδεικτικά συγκριτικά παραδείγματα που αφορούν τις κατηγορίες κτιρίων που συνήθως συναντούν οι σπουδαστές κατά τις σπουδές τους, δηλαδή κατοικίες, γραφεία και υπηρεσίες, εμπορικά καταστήματα, καθώς και στεγασμένους χώρους συνάθροισης κοινού.

Ο τελικός σχεδιασμός κτιρίων είναι αρκετά πιο πολύπλοκος με πολλές λεπτομέρειες και υποπεριπτώσεις που διαφοροποιούν τους υπολογισμούς.

Η μελέτη μέτρων πυροπροστασίας για κτίρια χωρίζεται σε δύο βασικά σκέλη, την **παθητική** και την **ενεργητική πυροπροστασία**.

Η **Παθητική Πυροπροστασία** αφορά όλα τα στοιχεία και τις παραμέτρους που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων και θα αναλυθούν στη συνέχεια. Τη συντάσσει ο αρχιτέκτονας και περιλαμβάνει τη διπλή απαίτηση για διασφάλιση της **δομικής ακεραιότητας** του κτιρίου για όσο χρόνο απαιτείται μέχρι την ομαλή απρόσκοπτη **απομάκρυνση των ενοίκων**, αλλά το κρισιμότερο, όλα εκείνα τα κτιριολογικά χαρακτηριστικά (κυκλοφορίας και διαφυγής) που ενσωματώνονται στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και διασφαλίζουν αυτές τις απαιτήσεις.

Η **Ενεργητική Πυροπροστασία** αφορά τον κατάλληλο εξοπλισμό, τα δίκτυα και τις μηχανολογικές εγκαταστάσεις που τοποθετούνται στο κτίριο, οι οποίες διασφαλίζουν την έγκαιρη ανίχνευση εστίας πυρκαγιάς και τα μέσα που πρέπει να διατίθενται για την ανάσχεση και τον περιορισμό της. Τη συντάσσει ο μηχανολόγος-μηχανικός και βασίζει τη μελέτη του στην παθητική πυροπροστασία που ήδη έχει συνταχθεί από τον αρχιτέκτονα.

*Ο Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων, ως ειδικός κανονισμός, περιέχει απαιτήσεις ασφάλειας που εξειδικεύουν άλλους γενικούς κανονισμούς σχεδιασμού κτιρίων, όπως ο **Οικοδομικός** ή ο **Κτιριοδομικός Κανονισμός**. Πρέπει να σημειωθεί ότι εφόσον υπάρχουν κοινά θέματα που ρυθμίζονται από αυτούς τους άλλους, πάντοτε θα υπερισχύει ο κανονισμός πυροπροστασίας.*

Από τα πρώιμα στάδια της αρχιτεκτονικής μελέτης, καλούμαστε να ακολουθήσουμε συγκεκριμένα βήματα για να εξετάσουμε και να καθορίσουμε τις δεσμευτικές σχεδιαστικές απαιτήσεις του κανονισμού πυροπροστασίας, που επηρεάζουν συνθετικές επιλογές. Αυτές είναι οι ακόλουθες:

Πίνακας 7.8: Παράμετροι σχεδιασμού για προστασία από πυρκαγιά.	
A. Οι κύριες και οι δευτερεύουσες χρήσεις που στεγάζονται στο κτίριο καθορίζουν:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Το μέτρο υπολογισμού του θεωρητικού πληθυσμού ανά χρήση. 2. Τον βαθμό επικινδυνότητας του κτιρίου και των επιμέρους χώρων του. 3. Την απαίτηση για χρήση υλικών και τελειωμάτων χώρων με κατάλληλο δείκτη πυραντίστασης. 	
B. Ο αριθμός και η επιφάνεια των ορόφων καθορίζουν:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Τον συνολικό θεωρητικό πληθυσμό ανά χώρο και ανά όροφο. 2. Το μέγεθος των πυροδιαμερισμάτων. 3. Τα ελάχιστα πλάτη των οριζοντίων οδεύσεων διαφυγής (διαδρόμων) και των κατακόρυφων οδεύσεων διαφυγής (κλιμακοστασίων). 4. Τον αριθμό και τη θέση των κατακόρυφων εξόδων διαφυγής (κλιμακοστασίων). 5. Τα μέγιστα μήκη οδεύσεων διαφυγής για την ασφαλή διαφυγή μέχρι: <ol style="list-style-type: none"> i. τις κατακόρυφες πυροπροστατευμένες οδεύσεις ii. την ασφαλή διαφυγή σε άλλο πυροδιαμέρισμα iii. τις τελικές εξόδους διαφυγής στην ύπαιθρο 	

7.8.1. Πληθυσμός ενοίκων στα κτίρια

Ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο που παρέχει ο κανονισμός πυροπροστασίας είναι ο στατιστικός υπολογισμός του θεωρητικού πληθυσμού ενός κτιρίου με βάση τις χρήσεις που περιλαμβάνει. Αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο κατά τον σχεδιασμό, που μας βοηθάει γενικότερα να αντιληφθούμε τον αριθμό των χρηστών που αναμένεται να χρησιμοποιήσουν τους χώρους του κτιρίου που σχεδιάζουμε. Αυτός ο πληθυσμός καθορίζει επίσης τα πλάτη των **διαδρόμων** σε κάθε όροφο, οι οποίοι λειτουργούν ως **οριζόντιες οδεύσεις διαφυγής**. Επίσης, τον αριθμό και τη θέση των **κλιμακοστασίων**, τα οποία λειτουργούν ως **κατακόρυφες οδεύσεις διαφυγής** (πυροπροστατευμένες ή μη), απαραίτητες για την ασφαλή εκκένωσή του σε περίπτωση κινδύνου.

***Ορισμός:** Θεωρητικός πληθυσμός είναι ο τεχνικός υπολογισμός των ατόμων του χώρου, ως βάση υπολογισμού για τη λήψη των κατάλληλων μέτρων και μέσων πυροπροστασίας. Ο θεωρητικός πληθυσμός δεν αποτελεί κριτήριο του μέγιστου πληθυσμού που μπορεί να συγκεντρωθεί στο κτίριο και υπολογίζεται με βάση τη χρήση και το μέγεθος (καθαρή επιφάνεια) του κάθε χώρου.*

Πίνακας 7.9: Θεωρητικός πληθυσμός κτιρίων ανάλογα τη χρήση τους.	
Κατηγορία χρήσης	Θεωρητικός πληθυσμός
A) Κατοικίες , κτίρια διαμερισμάτων, οικότροφεία	1 ατ. / 18,00 m ²
B) Προσωρινή διαμονή , ξενοδοχεία, ξενώνες	1 ατ. / 18,00 m ² ή αριθμός κλινών και το μόνιμο προσωπικό
Γ) Χώροι συνάθροισης κοινού	
Χώροι με σταθερές θέσεις	1 ατ. / θέση
Χώροι με κερκίδες και συνεχή καθίσματα	1 ατ. / 0,45 μέτρα μήκους

Δ) Χώροι συνάθροισης χωρίς σταθερές θέσεις	
Αμφιθέατρα διαλέξεων, δικαστήρια, αθλητικές εκδηλώσεις, ναοί, κέντρα διασκέδασης, bar	1 ατ. / 0,65 m ²
Εστιατόρια , καφέ, ζαχαροπλαστεία, λέσχες, αίθουσες συνεδριάσεων, βιβλιοθήκες, εκθεσιακά κέντρα, αποδυτήρια	1 ατ. / 1,40 m ²
Χώροι αναμονής συγκοινωνιών, εκθέσεων, χώροι ορθίων	1 ατ. / 0,30 m ²
Βιβλιοθήκες, χώροι άθλησης , γυμναστήρια, αίθουσες γυμναστικής με όργανα	1 ατ. / 5,00 m ²
Κολυμβητήρια	1 ατ. / 3,00 m ² 1 ατ. / 5,00 m ² επιφάνειας νερού
Χώρος συνάθροισης χωρίς καθορισμένη χρήση	1 ατ. / 0,30 m ²
Ε) Εκπαιδευτήρια , σχολικά κτίρια όλων των βαθμίδων	
Αίθουσες	1 ατ. / 2,00 m ²
Εργαστήρια	1 ατ. / 4,50 m ²
Λοιποί χώροι	1 ατ. / 6,00 m ²
ΣΤ) Υγεία και κοινωνική πρόνοια , νοσηλευτικές εγκαταστάσεις	1 ατ. / 11,00 m ²
Μονάδες Α' βάρθμιας υγείας	1 ατ. / 9,00 m ²
Μονάδες Β' βάρθμιας υγείας	1 ατ. / 11,00 m ² θάλαμοι ασθενών 1 ατ. / 22,00 m ² γραφεία κλπ.
Κοινωνική πρόνοια, παιδικόι σταθμοί, οίκοι ευγηρίας	1 ατ. / 3,00 m ² 1 ατ. / 30,00 m ² βοηθητικόί χώροι κλπ.
Ζ) Σωφρονισμός	Αριθμός κρατουμένων, εργαζομένων και επισκεπτών ή 1 ατ. / 11,00 m ²
Η) Εμπόριο , Καταστήματα	
Έκθεση και πώληση	1 ατ. / 3,00 m ² σε υπόγειο και ισόγειο 1 ατ. / 6,00 m ² σε ορόφους
Γραφεία	1 ατ. / 10,00 m ²
Κυλικεία εστιατόρια	1 ατ. / 1,40 m ²
Διάδρομοι κίνησης εμπορικών κέντρων	1 ατ. / 1,40 m ²
Αποθήκευση εμπορευμάτων	1 ατ. / 30,00 m ²
Θ) Γραφεία , δημόσια και ιδιωτικά	
Κλειστά γραφεία ≤ 50,00 m ²	1 ατ./9,00 m ²
Ανοικτά γραφεία (open space) ≥ 50,00 m ²	1 ατ./5,00 m ²
Χώροι αναμονής υποδοχής	1 ατ. / 3,00 m ²
Ι) Βιομηχανίες, βιοτεχνίες	1 ατ. / 10,00 m ²
Κ) Αποθήκευση	
Κέντρα αποθήκευσης και διανομής	1 ατ. / 30,00 m ²
Αποθήκευση	1 ατ. / 50,00 m ²
Λ) Χώροι στάθμευσης , πρατήρια υγρών καυσίμων, πλυντήρια	1 ατ. / 6,00 m ²
Στάθμευση ιδιωτική	2 ατ. / θέση, 1 ατ. / δίκυκλο
Στάθμευση δημόσια	1 ατ. / θέση, 1 ατ. / δίκυκλο

Χώροι αναμονής γενικά (*)	1 ατ. / 0,30 m ²
(*) Οι χώροι αναμονής αθροίζονται επιπλέον στον πληθυσμό της αίθουσας στην οποία αντιστοιχούν, ώστε να προκύψει ο συνολικός, τελικός θεωρητικός πληθυσμός.	
Για τον υπολογισμό του πληθυσμού αθροίζονται τα καθαρά εμβαδά των χώρων , συμπεριλαμβανομένων και των διαδρόμων, ενώ δεν υπολογίζονται οι χώροι υγιεινής και τα κλιμακοστάσια.	

7.8.2. Οδεύσεις διαφυγής

Η **Οδευση διαφυγής** καθορίζεται με βάση το θεωρητικό πληθυσμό του κτιρίου ανά όροφο.

Ορισμός: **Οδευση διαφυγής** είναι η συνεχής και χωρίς εμπόδια πορεία για τη διαφυγή από οποιοδήποτε σημείο κτιρίου προς ασφαλή χώρο. Ασφαλείς χώροι είναι οι υπαίθριοι χώροι ή η διαφυγή σε άλλο πυροδιαμέρισμα του ίδιου κτιρίου.

Ο όροφος με τον μεγαλύτερο αριθμό ενοίκων (πληθυσμό) καθορίζει συνήθως την παροχή της κατακόρυφης όδευσης διαφυγής (κλιμακοστάσιο). Εξάριση αποτελούν τα κτίρια με περισσότερους από 6 ορόφους (συμπεριλαμβανομένου του ισογείου), όπου η παροχή της κατακόρυφης όδευσης διαφυγής ισούται με το άθροισμα των παροχών δύο διαδοχικών ορόφων.

Ορισμός: **Παροχή όδευσης διαφυγής** είναι ο αριθμός των ατόμων που είναι δυνατό να διαφύγει έγκαιρα και με ασφάλεια χωρίς συνωστισμό, χρησιμοποιώντας αυτήν την όδευση.

Οι υψομετρικές διαφορές μέχρι 40 cm συμπεριλαμβάνονται στις οριζόντιες οδεύσεις.

Το πλάτος των **τελικών εξόδων** στον όροφο ή το **επίπεδο εκκένωσης** πρέπει να επαρκεί για το άθροισμα παροχών:

- A) παροχή κλιμακοστασίων και ραμπών από υπερκείμενους τους ορόφους ή τα επίπεδα.
- B) παροχή κλιμακοστασίων και ραμπών από υποκείμενους τους ορόφους ή τα επίπεδα.
- Γ) παροχή από τον ίδιο τον όροφο ή το επίπεδο εκκένωσης.

Το **ελάχιστο πλάτος όδευσης διαφυγής** είναι **90 cm** για κατοικίες, γραφεία και χώρους συνάθροισης κοινού. Εάν σε χώρους γραφείων και χώρους συνάθροισης κοινού οι διάδρομοι κυκλοφορίας έχουν πλάτος μεγαλύτερο από 1,80 μ, τότε επιβάλλεται και σχεδιασμός **εναλλακτικής όδευσης**. Αυτό απαιτείται, επειδή κατά την εκκένωση ενός κτιρίου δεν θα πρέπει να υπάρχει συγκέντρωση μεγάλου πλήθους ανθρώπων, το οποίο και ευνοεί την πιθανότητα ατυχημάτων λόγω συνωστισμού.

Ελάχιστο ύψος όδευσης διαφυγής σε κύριους χώρους είναι **2,20 m** και σε σκάλες και τοπικά κάτω από δοκούς και πρέκια **2,00 m**.

*Πρέπει να σημειωθεί ότι **απαγορεύεται** να θεωρούνται και να χρησιμοποιούνται **ως οδεύσεις διαφυγής**:*

*Οι **ανεγκυστήρες**, επειδή η κίνησή τους εξαρτάται από μηχανικά μέσα και σε περίπτωση πυρκαγιάς μπορεί να σταματήσει η λειτουργία τους, με αποτέλεσμα τον εγκλωβισμό των*

ατόμων που τους χρησιμοποιούν. Σε τέτοια περίπτωση, αυτόματο σύστημα οδηγεί τους ανελκυστήρες στο επίπεδο εκκένωσης, ανοίγει τις πόρτες και σταματούν τη λειτουργία τους.

Οι **κυλιόμενες σκάλες**, επειδή το ύψος των σκαλιών είναι πολύ μεγάλο και δεν ανταποκρίνεται στην άνεση χρήσης, με κίνδυνο πτώσης κατά τη διαφυγή.

Για τον υπολογισμό του ελάχιστου πλάτους οριζοντίων διαδρόμων κυκλοφορίας χρησιμοποιείται και ο συντελεστής της **μονάδας πλάτους** που είναι **0,60 m**. Αυτό σημαίνει ότι, έχοντας υπολογίσει τον συνολικό θεωρητικό πληθυσμό ενός χώρου, κάνουμε αναγωγή στην παροχή ατόμων ανά μονάδα πλάτους και βρίσκουμε το απαιτούμενο ελάχιστο πλάτος της όδευσης, το οποίο και μας εξασφαλίζει την ασφαλή κίνηση του πλήθους για την εκκένωση του χώρου σε περίπτωση κινδύνου.

Πίνακας 7.10: Σχεδιασμός Οδεύσεων διαφυγής, Παροχή και ελάχιστο πλάτος.				
Οδεύσεις	Κατηγορία χώρων			
	Κατοικίες	Γραφεία	Καταστήματα	Συνάθροιση κοινού (*)
	Παροχή ατόμων ανά μονάδα πλάτους των 0,6 m			
Για οριζόντιες οδεύσεις (διάδρομοι, πόρτες)	100 άτομα	100 άτομα	100 άτομα Υπόγεια 50 ατ.	100 άτομα Υπόγεια 50 ατ.
Για κατακόρυφες οδεύσεις (σκάλες ράμπες)	75 άτομα	60 άτομα	60 άτομα Υπόγεια 30 ατ.	50 άτομα Υπόγεια 30 ατ.
Ελάχιστο πλάτος όδευσης	0,70 m	0,70 m (*)	0,70 m (*)	0,70 m
Αριθμός οδεύσεων διαφυγής	2 για ορόφους με περισσότερα από 50 άτομα ή για περισσότερους από 6 ορόφους και πληθυσμό ορόφου μεγαλύτερο από 30 άτομα.	Σε κάθε όροφο απαιτείται πρόσβαση σε 2 τουλάχιστον κλιμακοστάσια.		
(*) Αν το πλάτος είναι μεγαλύτερο από 1,80 m απαιτείται η δημιουργία και 2ης όδευσης διαφυγής.				

Παράδειγμα: Εάν σε έναν χώρο γραφείων έχει υπολογιστεί ότι ο θεωρητικός πληθυσμός είναι 150 άτομα και η οριζόντια όδευση διαφυγής έχει αναλογία 100 άτομα ανά μονάδα πλάτους, τότε απαιτείται διάδρομος κυκλοφορίας ελάχιστου πλάτους 0,90 m.

Αντίστοιχα για κατακόρυφη όδευση απαιτείται αναλογία 60 άτομα ανά μονάδα πλάτους, οπότε αντίστοιχα και σκάλα ελάχιστου πλάτους 1,5 m.

Προφανώς η διαφορά στις απαιτήσεις μεταξύ οριζόντιας και κατακόρυφης όδευσης έγκειται στο γεγονός ότι η κίνηση στις σκάλες είναι δυσχερέστερη από ό,τι στις οριζόντιες διαδρομές και επομένως απαιτείται μεγαλύτερη άνεση για την ασφαλή κίνηση κατά την κάθοδο.

Πρέπει επίσης να ελέγξουμε εάν από αυτόν τον υπολογισμό που προέκυψε καλύπτεται το ελάχιστο υποχρεωτικό πλάτος οδεύσεων διαφυγής.

7.8.3. Μήκος οδεύσεων διαφυγής

Το μέγιστο μήκος πραγματικής απροστάτευτης όδευσης διαφυγής δεν πρέπει να ξεπερνά τα **45 m** και, σε χώρους που προστατεύονται από αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης, το μήκος αυξάνεται σε 60 m. Επίσης, αρκεί μόνον η μία από τις οδεύσεις να πληροί το μέγιστο όριο μήκους της πραγματικής απόστασης.

Ορισμοί: *Πραγματική απόσταση απροστάτευτης όδευσης διαφυγής είναι το μήκος της πορείας που κάποιο άτομο θα διανύσει φυσιολογικά για να διαφύγει μέχρι την πλησιέστερη έξοδο κινδύνου.*

Πυροπροστατευμένη όδευση διαφυγής είναι το τμήμα της όδευσης (κλιμακοστάσιο, διάδρομος, προθάλαμος) που περικλείεται από πυράντοχα δομικά στοιχεία με προκαθορισμένο δείκτη πυραντίστασης.

Πίνακας 7.11: Μέγιστο μήκος οδεύσεων διαφυγής.					
Σχεδιασμός απροστάτευτης όδευσης διαφυγής	Κατηγορία χώρων				
	Κατοικίες		Γραφεία	Εμπόριο	Συνάθροιση κοινού (*)
	Μονο-κατοικίες	Πολυ-κατοικίες			
Μία κατεύθυνση	25,0 m	18,0 m	18,0 m (**)	18,0 m	18,0 m (**)
Περισσότερες κατευθύνσεις	35,0 m	35,0 m	45,0 m	45,0 m	45,0 m
(**) Αδιέξοδα	12,0 m	9,0 m	9,0 m	9,0 m	9,0 m
Αδιέξοδα με αυτόματο σύστημα πυρανίχνευσης ή πυρόσβεσης		30,0 m	18 m	18 m	18,0 m
(*) Στον πίνακα αυτόν δεν περιλαμβάνονται οι υπαίθριοι χώροι συνάθροισης, οι αθλητικές εγκαταστάσεις, ούτε και οι ειδικές απαιτήσεις για αμφιθέατρα.					
(**) Οι αποστάσεις αυτές αυξάνουν όταν έχουν τοποθετηθεί στο κτίριο συστήματα ενεργητικής πυροπροστασίας όπως οι αυτόματοι καταιονιστήρες (<i>sprinklers</i>).					

7.8.4. Έξοδοι κτιρίου

Ορισμοί: *Όροφος εκκένωσης είναι ο όροφος του κτιρίου, του οποίου οι τελικές έξοδοι οδηγούν σε ασφαλή υπαίθριο χώρο. Ανάλογα με το ανάγλυφο και την κλίση του οικοπέδου, μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι από ένας όροφοι εκκένωσης και καθορίζονται στην αρχιτεκτονική μελέτη.*

Έξοδος κινδύνου είναι το άνοιγμα (πόρτα) που οδηγεί σε πυροπροστατευμένη όδευση διαφυγής ή σε μια οδό ή σε έναν ανοικτό χώρο, ασφαλή από τον κίνδυνο της φωτιάς ή και του καπνού.

Τελική έξοδος είναι η κατάληξη μιας όδευσης διαφυγής από κτίριο, που οδηγεί σε οδό ή ανοικτό χώρο, ασφαλή από τον κίνδυνο της φωτιάς ή και του καπνού.

Ειδικά για χώρους συνάθροισης κοινού (αμφιθέατρα, χώρους αθλητικών εκδηλώσεων, κέντρα διασκέδασης, εστιατόρια, χώρους εκθέσεων, χώρους αναμονής συγκοινωνιών), οι οριζόντιες οδεύσεις και οι έξοδοι διαφυγής πρέπει να εξασφαλίζουν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

Από κάθε σημείο χώρου συνάθροισης κοινού πρέπει να **εξασφαλίζεται διαφυγή προς δύο τουλάχιστον εξόδους** με διαφορετική όδευση προς την καθεμία (οι οδεύσεις αυτές επιτρέπεται να έχουν τα πρώτα 30 μέτρα μήκους κοινά).

Όταν ο **χώρος** υποδιαιρείται σε δύο μέρη ή **κατανέμεται σε δύο επίπεδα** (με διαφορά στάθμης τουλάχιστον **1,10m**), θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον μία ξεχωριστή έξοδος για το κάθε τμήμα.

Οι **εξοδοί** πρέπει να είναι **απομακρυσμένες μεταξύ τους** και σε τέτοια διάταξη ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα να φραχθούν συγχρόνως οι οδεύσεις προς περισσότερες από μία εξόδους σε περίπτωση μιας εστίας πυρκαγιάς.

Πίνακας 7.12: Ο αριθμός και τα ελάχιστα πλάτη εξόδων κινδύνου ανά όροφο.				
Πληθυσμός ορόφου (άτομα)	Κατηγορία κτιρίου			
	Προσωρινή διαμονή	Συνάθροιση κοινού	Εμπόριο	Γραφεία
Έως 50	1 x 0,90 m (*)		1 x 0,90 m (*)	1 x 0,90 m (*)
51 – 150	2 x 1,10 m	2 x 0,90 m	2 x 0,90 m	2 x 1,10 m
151 – 250		2 x 1,40 m	2 x 1,40 m	2 x 1,40 m
251 – 300	2 x 1,40 m	2 x 1,80 m	3 x 1,60 m	3 x 1,60 m
301 – 400				
401 – 500	3 x 1,60 m	3 x 1,80 m	4 x 1,80 m	4 x 1,80 m
501 – 700				
701 – 750				
751 – 800	4 x 1,80 m	+1 x 1,80 m ανά 300 ατ.	+1 x 1,80 m ανά 400 ατ.	+1 x 1,80 m ανά 250 ατ.
801 - 1000				
> 1000	+1 x 1,80 m ανά 250 ατ.			

(*) Σε υπόγειο: 2 x 0,90 m

Τα φύλλα στις πόρτες εξόδων κινδύνου ανοίγουν προς τα έξω, δηλαδή προς τη φορά διαφυγής.

Σε χώρους με πληθυσμό **μικρότερο των 50 ατόμων**, οι πόρτες δεν είναι απαραίτητο να ανοίγουν προς τα έξω.

7.8.5. Πόρτες διαφυγής

Είναι σημαντικό να καταλάβουμε ότι σε κτίρια, κυρίως δημόσια, η φορά κατά την οποία ανοίγουν τα φύλλα στις πόρτες δεν σχεδιάζεται με τυχαίο τρόπο. Οι πόρτες πάντα **«ανοίγουν προς τα έξω»**, δηλαδή προς τη φυσική πορεία κίνησης των ενοίκων προς τον όροφο εκκένωσης και στη συνέχεια προς το ύπαιθρο:

- Σε χώρους στους οποίους αντιστοιχεί **πληθυσμός μεγαλύτερος από 50 άτομα**.
- Πόρτες **διαδρόμων κυκλοφορίας και κλιμακοστασίων**.
- Σε χώρους που παρουσιάζουν **υψηλό βαθμό κινδύνου**, όπως τα λεβητοστάσια, τα μηχανοστάσια, οι αποθήκες κλπ.

Οι πόρτες των πυροδιαμερισμάτων (σε διαδρόμους και κλιμακοστάσια) πρέπει να διαθέτουν **μπάρες πανικού** που απασφαλίζουν την πόρτα, ώστε αυτή να ανοίξει με τη φυσική ώθηση του πλήθους που κινείται για να διαφύγει.

Σε όλους τους ορόφους του κτιρίου, οι πόρτες ανοίγουν **από τους χώρους των ορόφων προς το κλιμακοστάσιο**. Αντίθετα, στον **όροφο εκκένωσης** οι πόρτες ανοίγουν προς τα έξω και έχουν φορά από το **κλιμακοστάσιο προς την έξοδο διαφυγής**.

Οι υπόλοιπες πόρτες των εσωτερικών χώρων στα κτίρια ανοίγουν κανονικά προς το εσωτερικό του χώρου στον οποίο αντιστοιχούν.

Οι **περιστρεφόμενες πόρτες** δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως τελικές έξοδοι διαφυγής και γι' αυτό τοποθετούνται επιπλέον παράπλευρες πόρτες με μπάρες πανικού και φύλλα που ανοίγουν προς τα έξω.

7.8.6. Πυροδιαμερίσματα

Τα κτίρια, ανάλογα με τις χρήσεις που φιλοξενούν, καθώς και με το μέγεθός τους (επιφάνεια, αριθμός ορόφων), μπορούν να διαιρούνται σε επιμέρους **πυροδιαμερίσματα**. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν διακριτές διαιρέσεις μεταξύ των ορόφων ή ακόμα και μεταξύ περιοχών στον ίδιο όροφο. Τα πυροδιαμερίσματα περιβάλλονται από δομικά στοιχεία ικανά να αντισταθούν στη φωτιά και να περιορίσουν τη διάδοσή της σε άλλα μέρη του κτιρίου.

Ορισμός: Πυροδιαμέρισμα. Τα κτίρια, ανάλογα το μέγεθος και τις χρήσεις του κάθε ορόφου τους, μπορεί να διαιρούνται σε επιμέρους τμήματα χώρων που ονομάζονται **πυροδιαμερίσματα**. Δηλαδή ορίζονται μέγιστα εμβαδά χώρων, τα οποία περικλείονται ερμητικά από δομικά στοιχεία με προκαθορισμένο κατά περίπτωση δείκτη πυραντίστασης. Η επικοινωνία μεταξύ περιοχών του ορόφου γίνεται μέσα από ειδικές πυράντοχες πόρτες που λειτουργούν και ως έξοδοι κινδύνου.

Η επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών πυροδιαμερισμάτων σε έναν όροφο γίνεται από ειδικές **πυράντοχες πόρτες** εφοδιασμένες με **μπάρες πανικού** και οι οποίες σε περίπτωση πυρκαγιάς κλείνουν αυτόματα. Αυτές οι πόρτες λειτουργούν και ως έξοδοι ασφαλούς διαφυγής.

Γενικά τα μικρά κτίρια αποτελούνται από ένα μοναδικό πυροδιαμέρισμα. Ωστόσο οι **επικίνδυνοι χώροι** όπως λεβητοστάσια, μηχανοστάσια, ηλεκτροστάσια κλπ. πρέπει οπωσδήποτε να αποτελούν ξεχωριστό πυροδιαμέρισμα και να χωροθετούνται μακριά από τελικές εξόδους διαφυγής.

Ορισμός: Επικίνδυνοι χώροι είναι τα λεβητοστάσια, οι αποθήκες καυσίμων, γενικά αποθηκευτικοί χώροι, εργαστήρια, θάλαμοι ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, μαγειριά κλπ. Αυτοί οι χώροι πρέπει να αποτελούν ανεξάρτητα πυροδιαμερίσματα, όποιο και να είναι το εμβαδόν τους, και επίσης να μην τοποθετούνται κάτω ή δίπλα σε εξόδους κτιρίων.

Η απαίτηση για ερμητικό κλείσιμο των πυροδιαμερισμάτων δεν αφορά μόνον τα υλικά των τοίχων και τις πόρτες που τα περιβάλλουν, αλλά και τις διελεύσεις μηχανολογικών δικτύων που περνούν από το ένα πυροδιαμέρισμα στο άλλο. Ειδική μέριμνα λαμβάνεται για το δίκτυο κλιματισμού. Σε περίπτωση πυρκαγιάς ο κλιματισμός και ο αερισμός του κτιρίου διακόπτεται και οι αγωγοί κλιματισμού στο όριο των πυροδιαμερισμάτων διαθέτουν ειδικές θυρίδες (*dumpers*) που σφραγίζουν αυτόματα, για να μην υπάρχει κίνδυνος μεταφοράς καπνού και τοξικών ουσιών στους χώρους.

Πίνακας 7.13: Μέγιστα εμβαδά πυροδιαμερισμάτων.				
	Μέγιστα εμβαδά και όγκοι πυροδιαμερισμάτων			
Κατηγορία χώρου	Υπόγεια	Μονώροφα	Πολυώροφα	Συντελεστής με καταιονιστήρες (*)
Κατοικίες	500 m ²	Χωρίς απαίτηση	1.000 m ²	x2
Γραφεία	500 m ²	2.000 m ²	1.000 m ²	x2

Εμπόριο	500 m ²	2.000 m ²	1.000 m ²	x2
Αίθρια εμπορικών κέντρων	500 m ²	4.000 m ²	2.000 m ²	x2
Χώροι συνάθροισης κοινού	500 m ²	4.000 m ²	2.000 m ²	-
(*) Συντελεστής αύξησης μεγέθους πυροδιαμερίσματος με εγκατάσταση καταιονιστήρων (<i>sprinklers</i>).				

7.8.7. Περιορισμός διάδοσης φωτιάς σε γειτονικά κτίρια

Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό είναι η παρουσία **ανοιγμάτων (πορτών, παραθύρων, υαλοπετασμάτων) σε γειτονικά πυροδιαμερίσματα**, είτε στον ίδιο όροφο είτε μεταξύ διαφορετικών ορόφων. Η **απόσταση** αυτών των **ανοιγμάτων** πρέπει να είναι μεγαλύτερη από **1,4 m** για την αποτροπή μεταφοράς της φωτιάς και του καπνού. Μπορούμε όμως να τα σχεδιάσουμε σε μικρότερη απόσταση εφόσον τα υαλοπετάσματα πληρούν ειδικές προδιαγραφές πυραντοχής. Να θυμόμαστε ότι τα μέταλλα δεν αντέχουν στις υψηλές θερμοκρασίες και «λιώνουν» στη θερμοκρασία μιας τυπικής πυρκαγιάς, που είναι 900° C.

Επίσης, η **απόσταση μεταξύ των κτιρίων** επιβάλλει περιορισμούς, τόσο στον δείκτη πυραντοχής της επιδερμίδας του κτιρίου, όσο και στο ποσοστό ανοιγμάτων των όψεων που βλέπουν προς γειτονικά κτίρια. Στον ακόλουθο πίνακα δίνονται αυτές οι απαιτήσεις.

Πίνακας 9.14: Απαιτήσεις ελέγχου εξωτερικής μετάδοσης της φωτιάς μεταξύ κτιρίων.				
Απαίτηση	Απόσταση τοίχου από το όριο του οικοπέδου ή από άλλο κτίριο			
	< 3 m	3 – 5 m	5 – 10 m	>10 m
Δείκτης πυραντίστασης εξωτερικού τοίχου	Πλήρης	Πλήρης	Μισή	Δεν απαιτείται
Κατηγορία αντίδρασης στη φωτιά των υλικών εξωτερικής επένδυσης (*)	B-s1, d1 A2-s1, d0	B-s1, d2 A2-s1, d1	C-s2, d2 B-s2, d2	D-s2, d2 C-s2, d2
Ποσοστό ανοιγμάτων της όψης με < F30	≤ 15%	≤ 25%	≤ 50%	≤ 80%
Ποσοστό ανοιγμάτων της όψης με ≥ F30	≤ 30%	≤ 50%	100%	100%
(*) Για τις κατηγορίες των υλικών, βλ. πίνακα 9.16				

7.8.8. Δείκτες αντίστασης στη φωτιά των δομικών στοιχείων

Ακολουθούν οι πίνακες με δείκτες πυραντίστασης δομικών στοιχείων μόνο για τις κατηγορίες των κτιρίων κατοικίας, γραφείων, εμπορικών καταστημάτων και χώρων συνάθροισης κοινού, που συνιστούν τις πιο κοινές περιπτώσεις.

Πίνακας 9.15: Ελάχιστοι επιτρεπόμενοι δείκτες πυραντίστασης.				
Όροφος και στάθμη από τον όροφο εκκένωσης	Κατοικία	Συνάθροιση κοινού	Εμπόριο	Γραφεία
Υπόγειο > 10 m	F90	F120	F120	F90
Υπόγειο ≤ 10 m	F60	F90	F90	F60
Έως 2 ορόφους (≤ 5 m)	F30	F60	F60	F30
3 – 6 ορόφους (≤ 15 m)	F60	F90	F90	F60
7 – 10 ορόφους (≤ 27 m)	F90	F120	F120	F90
Άνω των 8 ορόφων (> 27 m)	F120	F180	F180	F120
Με αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης (καταιονιστήρες – <i>sprinklers</i>), οι ελάχιστοι δείκτες πυραντίστασης επιτρέπεται να μειώνονται κατά 60 λεπτά, όχι όμως να μειώνονται σε λιγότερο από F60.				

Πίνακας 9.16: Δείκτες πυραντίστασης για πυροπροστατευμένες οδεύσεις διαφυγής όπου δεν προβλέπεται.		
	Δείκτης	Υπόγειο
Έως 3 ορόφους	F30	F60
4 έως 8 ορόφους	F60	F90
Άνω των 9 ορόφων	F90	F90

Μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο (μάνικες με νερό) πρέπει να τοποθετείται:

- α) Σε χώρους συνάθροισης κοινού με πληθυσμό περισσότερα από 250 άτομα.
- β) Σε μουσεία, εκθεσιακά κέντρα με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.500 m².
- γ) Σε χώρους συνάθροισης κοινού με θεωρητικό πληθυσμό πάνω από 50 άτομα και που η στάθμη του δαπέδου τους βρίσκεται σε ύψος μεγαλύτερο από 20,0 m.

Αυτόματο σύστημα καταιονισμού νερού (sprinklers) που καλύπτει το σύνολο των χώρων συνάθροισης πρέπει να τοποθετείται:

- α) Σε εκθεσιακά κέντρα με επιφάνεια μεγαλύτερη των 3.500 m².
- β) Σε χώρους συνάθροισης κοινού με θεωρητικό πληθυσμό πάνω από 50 άτομα και που η στάθμη του δαπέδου τους βρίσκεται σε ύψος μεγαλύτερο από 23,0 m.
- γ) Σε υπόγειους χώρους συνάθροισης κοινού με θεωρητικό πληθυσμό πάνω από 50 άτομα. Το αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης καλύπτει επιπλέον τις απροστάτευτες οδεύσεις διαφυγής, μέχρι την τελική έξοδο κινδύνου.

Για τη λειτουργία του συστήματος θα πρέπει σε ειδικό χώρο του κτιρίου (συνήθως υπόγειο), να υπάρχει δεξαμενή νερού πυρόσβεσης μαζί με τον αντίστοιχο χώρο αντλιοστασίου που θα εξυπηρετεί το σύστημα πυρόσβεσης. Το μέγεθος αυτής της δεξαμενής προσδιορίζεται από τον μηχανολόγο. Η δεξαμενή και η ειδική αντλία είναι απαιτητό να υπάρχουν, γιατί η **πίεση** του υδροδοτικού δικτύου της πόλης δεν επαρκεί για να καλύψει τη λειτουργία του πυροσβεστικού δικτύου.

Υπάρχουν χώροι στους οποίους **δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί νερό** για την κατάσβεση πυρκαγιάς και επιβάλλεται η χρήση συστήματος πυρόσβεσης με **CO**, με **χημικό αφρό** ή με **σκόνη (ξηράς κόνεως)**. Τέτοιοι είναι: οι χώροι με καύσιμα, οι μηχανολογικοί χώροι, τα ηλεκτροστάσια, οι χώροι με servers και ηλεκτρονικούς υπολογιστές και οι χώροι αρχείων. Αυτό συμβαίνει γιατί η πυρκαγιά σε καύσιμα δεν μπορεί να σβήσει με νερό, επίσης το νερό καταστρέφει τα αρχεία, ενώ σε χώρους με ηλεκτρολογικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό προκαλεί βραχυκυκλώματα που είναι εξίσου επικίνδυνα.

7.8.9. Πυραντίσταση Υλικών

Η **πυραντίσταση** αφορά την επιλογή των **υλικών** από τα οποία θα πρέπει να κατασκευαστεί το κτίριο, καθώς και τα υλικά από τα οποία θα γίνουν οι επενδύσεις του. Αυτά πρέπει να είναι άκαυστα και να έχουν έναν ορισμένο κατά περίπτωση **δείκτη πυραντίστασης**, ανάλογα με τη χρήση του χώρου, την επικινδυνότητά του και τον αναμενόμενο αριθμό ενοίκων. Τα υλικά πρέπει να **διατηρούν την ακεραιότητά τους και να μην μεταδίδουν τη φωτιά**. Οι δείκτες αυτοί σημαίνονται με το γράμμα **“F”** που ακολουθείται από τα απαιτούμενα λεπτά της ώρας για αντίσταση στη φωτιά. Έτσι, για παράδειγμα, διακρίνονται σε κατηγορίες F30, F60, F90 και F120 λεπτά. Τα

εσωτερικά τελειώματα του κτιρίου (δάπεδα, ελαφριοί διαχωριστικοί τοίχοι, χρώματα κλπ.) διακρίνονται σε κατηγορίες από 0 (άκαυστα υλικά), 1, 2, 3 και έως 4.



Εικόνα 7.8

Οι συνέπειες της πυρκαγιάς σε μεταλλικό κτίριο. Τα φύλλα πλαγιοκάλυψης έχουν εξαϋλωθεί ενώ τα φέροντα στοιχεία έχουν καταρρεύσει ή υποστεί παραμορφώσεις. Αφίδνες 2021.

Ορισμός: **Δείκτης Πυραντίστασης** είναι η ικανότητα μιας κατασκευής ή ενός δομικού στοιχείου να αντιστέκεται για καθορισμένο χρονικό διάστημα στα θερμικά αποτελέσματα της φωτιάς, χωρίς απώλεια της ευστάθειας, της ακεραιότητας και της αντίστασης στη δίοδο της θερμότητας.

Τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούμε πρέπει να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις Ευρωπαϊκών κλάσεων (*Euroclass*) «για την ταξινόμηση των δομικών προϊόντων με βάση τις επιδόσεις αντίδρασης στη φωτιά» και να καλύπτουν δύο κριτήρια-δείκτες για τη χρήση τους στις κατασκευές, την **αντίσταση στη φωτιά** και την **αντίδρασή τους στη φωτιά**.

Οι δείκτες αντίστασης αναφέρονται στην ικανότητα των δομικών στοιχείων να αντιστέκονται στην πυρκαγιά για ορισμένο χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι για αυτό το χρονικό διάστημα θα πρέπει να διατηρούν την ευστάθειά τους (**R**), τη δομική τους ακεραιότητα (**E**) και να μην μεταδίδουν τη φωτιά, τον καπνό και τη θερμότητα σε άλλους χώρους (**I**).

Αυτή η κατάταξη εξετάζει περισσότερες κατηγορίες επιδόσεων (*Euroclasses*) σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ που δίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 7.17: Κριτήρια αξιολόγησης δείκτη πυραντίστασης υλικών (<i>Resistance to Fire</i>).		
Συμβολισμός και Κριτήριο		Περιγραφή απαίτησης
R	Φέρουσα ικανότητα (<i>Load Bearing Capacity</i>)	Για φέροντα δομικά στοιχεία όταν είναι εκτεθειμένο σε φωτιά σε μία ή περισσότερες πλευρές: Διατήρηση δομικής ικανότητας και ευστάθειας.
E	Ακεραιότητα (<i>Integrity</i>)	Για διαχωριστικά στοιχεία όταν είναι εκτεθειμένα στη μία πλευρά τους: Δεν επιτρέπουν τη διέλευση φλόγας, θερμών αερίων και καπνού στην άλλη μη εκτεθειμένη πλευρά.
I	Θερμομονωτική ικανότητα (<i>Thermal Insulation</i>)	Για διαχωριστικά στοιχεία όταν είναι εκτεθειμένα στη μία πλευρά τους: Δεν επιτρέπουν την άνοδο της θερμοκρασίας στην άλλη μη εκτεθειμένη πλευρά.
W	Περιορισμός θερμικής ακτινοβολίας (<i>Limitation of Radiation</i>)	Για δομικά στοιχεία όταν είναι εκτεθειμένα στη μία πλευρά τους: Δεν επιτρέπουν τη μετάδοση θερμικής ακτινοβολίας στην άλλη μη εκτεθειμένη πλευρά.
M	Μηχανική αντοχή (<i>Mechanical Resistance</i>)	Για δομικά στοιχεία: να αντιστέκονται σε πρόσκρουση από αστοχία άλλου δομικού στοιχείου.
C	Ικανότητα αυτοσφράγισης (<i>Self Closure</i>)	Για δομικά στοιχεία (πόρτες, ρολά): να κλείνουν αυτόματα και να σφραγίζουν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση και ανεξάρτητα από τη διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια.
S	Διαρροή Καπνού (<i>Smoke Leakage</i>)	Για δομικά στοιχεία: Δεν επιτρέπουν τη διόδο θερμών αερίων ή καπνού στην άλλη, μη εκτεθειμένη πλευρά.
Για παράδειγμα, εάν ένα υλικό έχει φέρουσα ικανότητα R=155 λεπτά και θερμομονωτική ικανότητα E=80 λεπτά , θα ταξινομηθεί με δείκτη πυραντίστασης: RE60 .		
Οι χρόνοι σε λεπτά επιλέγονται από την ακολουθία: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360.		

Η δεύτερη σημαντική απαίτηση μέσω του συστήματος Ευρωπαϊκών κλάσεων (*Euroclass*) είναι η ταξινόμηση των υλικών ως προς την «αντίδραση στη φωτιά», δηλαδή τη συμβολή τους στην ανάπτυξη και εξάπλωσή της. Μέσω των προτύπων αυτών επιδιώκεται η χρήση υλικών περιορισμένης αναφλεξιμότητας.

Πίνακας 7.18: Κριτήρια αξιολόγησης δείκτη αντίδρασης στη φωτιά των υλικών.	
Κριτήριο αντίδρασης	Κατηγορίες
Συμβολή στην ανάφλεξη και καύση	A1 (άκαυστα υλικά), A2 (άκαυστα υλικά), B , C , D , E , F
Συμβολή στην παραγωγή καπνού	s1 : μηδενική ή πολύ μικρή παραγωγή καπνού s2 : μέτρια παραγωγή καπνού s3 : σημαντική παραγωγή καπνού
Συμβολή στην παραγωγή φλεγόμενων σωματιδίων ή σταγονιδίων	d0 : μηδενική παραγωγή d1 : μικρή παραγωγή d2 : σημαντική παραγωγή
Ένα υλικό μπορεί για παράδειγμα να ταξινομηθεί ως: B-s1, d1 ή ως A2-s2,d1 κλπ. Για τα δάπεδα η αντίστοιχη ταξινόμηση είναι: A2-FL-s1 ή C-FL-s2 κλπ.	

Ακολουθούν δείκτες πυραντίστασης δομικών στοιχείων με τιμές πυραντίστασης σε λεπτά, όπως αυτοί καθορίζονταν από τον προηγούμενο κανονισμό πυροπροστασίας και τους προμηθευτές αντίστοιχων υλικών. Οι δείκτες αυτοί κρίνεται απαραίτητο να δοθούν ώστε να αποκτηθεί μια αίσθηση εξοικείωσης με τα μεγέθη και τη σημασία τους.

Ας σημειωθεί ότι τα υλικά που χρησιμοποιούμε στην κατασκευή δεν εξαντλούνται στα παραδείγματα που ακολουθούν. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα οποιοδήποτε υλικό, αρκεί να είναι πιστοποιημένο από εγκεκριμένα εργαστήρια σύμφωνα με τους κανονισμούς τυποποίησης ΕΛΟΤ ή άλλου εγκεκριμένου οργανισμού.

Πίνακας 7.19: Πυραντίσταση τοίχων από οπτόπλινθους και τιμεντόλιθους.				
	Λεπτά πυραντίστασης (F)			
	Φέροντες		Μη φέροντες	
	Ανεπίχριστοι	Επιχρισμένοι	Ανεπίχριστοι	Επιχρισμένοι
Συμπαγείς πλίνθοι 9 cm (δρομικός)	30	180	90	180
Συμπαγείς πλίνθοι 19 cm (μπατικός)	180	240	240	240
Διάτρητοι πλίνθοι 9 cm (δρομικός)	30	60	60	120
Διάτρητοι πλίνθοι 19 cm (μπατικός)	120	180	180	240
Διάτρητοι πλίνθοι 19 cm (μπατικός) με διαμπερείς οπές	0	60	0	60
Διάτρητοι πλίνθοι 19 cm (μπατικός) με κενά μέχρι 60%	0	0	0	30

Πίνακας 7.20: Πυραντίσταση για διαχωριστικούς μη φέροντες τοίχους από γυψοσανίδες.					
	Συνολικό πάχος (σε mm) γυψοσανίδες και από τις δύο πλευρές και μόνωση πετροβάμβακα στο διάκενο.			Τύπος γυψοσανίδας Πυραντοχή τοίχου (λεπτά της ώρας)	
	Μονή γυψοσανίδα 1 x 12,5 mm	Διπλή γυψοσανίδα 2 x 12,5 mm	Τριπλή γυψοσανίδα 3 x 12,5 mm	Απλή γυψοσανίδα	Πυράντοχη γυψοσανίδα
	Μονός σκελετός	75	100, 125, 150	125, 150, 175	F30
Διπλός σκελετός		155, 205, 255		F30	F90
Διπλός σκελετός σε απόσταση για διέλευση εγκαταστάσεων	>155	>155		F30	F90

Οι τοίχοι από γυψοσανίδες κατασκευάζονται από το **τελικό δάπεδο** μέχρι την **ψευδοροφή** του χώρου, εάν υπάρχει.
Όμως, στην περίπτωση πυροδιαμερισμάτων, οι τοίχοι από γυψοσανίδα προσπερνούν την ψευδοροφή και φτάνουν μέχρι την πλάκα της οροφής.

Πίνακας 7.21: Πυραντίσταση για υποστυλώματα οπλισμένου σκυροδέματος (διαστάσεις σε mm).							
Έκθεση σε πυρκαγιά	Ελάχιστη διάσταση υποστυλώματος και επικάλυψης του οπλισμού του						
		F30	F60	F90	F120	F180	F240
Σε όλη την περίμετρο	Πλάτος υποστυλώματος	150	200	250	300	400	450
	Επικάλυψη οπλισμού	20	25	30	35	35	35
Έκθεση του 50% της περιμέτρου	Πλάτος υποστυλώματος	125	160	200	200	300	350
	Επικάλυψη οπλισμού	20	25	25	25	30	35
Μόνον μια πλευρά εκτεθειμένη	Πλάτος υποστυλώματος	100	120	140	160	200	240
	Επικάλυψη οπλισμού	20	25	25	25	25	25

Πίνακας 7.22: Πυραντίσταση για δοκούς οπλισμένου σκυροδέματος (διαστάσεις σε mm).							
	Ελάχιστη διάσταση δοκού και επικάλυψης του οπλισμού της.						
		F30	F60	F90	F120	F180	F240
Αμφιέριστες	Πλάτος δοκού	80	120	150	200	240	280
	Επικάλυψη οπλισμού	20	30	40	50	70	80
Συνεχείς	Πλάτος υποστυλώματος	80	80	120	150	200	240
	Επικάλυψη οπλισμού	20	20	35	50	60	70

Πίνακας 7.23: Πυραντίσταση για πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος (διαστάσεις σε mm).							
	Ελάχιστες διαστάσεις πλάκας και επικάλυψης του οπλισμού της						
		F30	F60	F90	F120	F180	F240
Αμφιέριστες	Πάχος πλάκας	75	95	110	125	150	170
	Επικάλυψη οπλισμού	15	20	25	35	45	55
Συνεχείς	Πάχος πλάκας	75	95	110	125	150	170
	Επικάλυψη οπλισμού	15	20	20	25	35	45
Αμφιέριστες οπλισμένες με νευρώσεις ή καυστά υλικά πλήρωσης	Πάχος πέλματος	70	90	105	115	135	150
	Πλάτος νεύρωσης	75	90	110	125	150	175
	Επικάλυψη οπλισμού	15	25	35	45	55	65
Συνεχείς οπλισμένες με νευρώσεις ή καυστά υλικά πλήρωσης	Πάχος πέλματος	70	90	105	115	135	150
	Πλάτος νεύρωσης	75	80	90	110	125	150
	Επικάλυψη οπλισμού	15	20	25	35	45	55

Τα υλικά εσωτερικών τελειωμάτων σε δάπεδα και οροφές, όπως χρώματα και επενδύσεις τοίχων, κατατάσσονται σε κατηγορίες από το 0 (τα πλήρως άκαυστα υλικά) έως 4. Ακολουθεί ενδεικτικός πίνακας ικανότητας για αντίσταση στη φωτιά για μερικά από τα κοινά υλικά εσωτερικών τελειωμάτων τοίχων και δαπέδων:

Πίνακας 7.24: Κατηγορίες τελειωμάτων εσωτερικών τοίχων.					
Εσωτερικό τελείωμα τοίχων	Ελάχιστο πάχος (mm)	Ακάλυπτα	Κατηγορία τελειωμάτων		
			Κάλυψη επιφάνειας υλικού		
			Βερνικόχρωμα ή ελαιόχρωμα	Πλαστικό χρώμα	Ταπετσαρία
Άκαυστα υλικά *	6	0	0	0	0
Επιχρίσματα με κονίαμα	10	0	0	0	0
Γυψοσανίδες	9	0	1	0	1
Αντικολλητά φύλλα (Κόντρα πλακέ)	12	2	2	2	2
Αντικολλητά φύλλα (Κόντρα πλακέ)	6	1	4	4	-
Μορισσανίδες (νοβοπάν)	6	4	-	-	-

Πίνακας 7.25: Κατηγορίες τελειωμάτων εσωτερικών δαπέδων.	Κατηγορία τελειωμάτων
Μωσαϊκό, τσιμεντοκονία, κεραμικά πλακάκια, μαρμαρόπλακες, λίθινες πλάκες κλπ.	0
Πλαστικά, ξύλινα, μοκέτες, χαλιά κλπ.	4

Ως **άκαυστα δομικά υλικά** (κατηγορία 0) είναι αποδεκτά χωρίς πειραματική δοκιμασία τα ακόλουθα:

α) Αδρανή από πετρώματα (άμμος, χαλίκια, λίθοι κλπ.), πηλός, άργιλος, κίσηρη, σμυρίδα, ποζολάνες (θηραϊκή γη κλπ.) κ.ά.

β) Υλικά που παράγονται από πετρώματα και ορυκτά με όπτηση ή διόγκωση όπως: τσιμέντο, άσβεστος, γύψος, περλίτης, μπετονίτης.

γ) Κονιάματα, σκυροδέματα, τεχνητοί λίθοι και πλάκες.

δ) Υλικά και ίνες **πετροβάμβακα**, **υαλοβάμβακα** με συγκολλητικό ανόργανο υλικό.

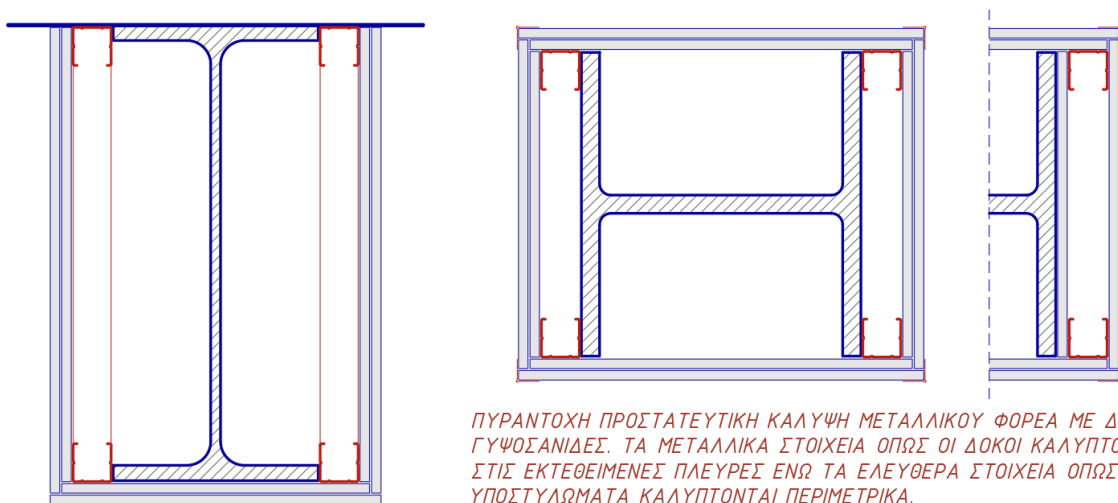
ε) **Τούβλα**, **κεραμικά**, **γυαλί**.

στ) **Μέταλλα** και **κράματα** (που δεν είναι σε λεπτό καταμερισμό).

7.8.10. Πυραντοχή φορέων από χάλυβα

Τα **μεταλλικά φέροντα στοιχεία** απαιτούν ειδική μέριμνα για την προστασία τους από τη φωτιά, επειδή ο **χάλυβας** σε θερμοκρασίες πάνω από 550° C χάνει περισσότερο από τη μισή αντοχή του (το αλουμίνιο χάνει τη μισή αντοχή του σε θερμοκρασία 200° C και κράματά του στους 300° C), ενώ αυτός πλέον διαρρέει σε συνηθισμένες πυρκαγιές που η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 900° C. Έχει μεγάλη θερμική αγωγιμότητα και σε συνθήκες πυρκαγιάς, αρκεί ελάχιστος χρόνος για να φτάσει σε αυτήν τη θερμοκρασία ολόκληρη η μάζα της διατομής, οπότε αυτή χάνει κάθε φέρουσα αντοχή και διαρρέει.

Για τον λόγο αυτό απαιτείται η προστασία από τη φωτιά, με κάλυψη των μεταλλικών στοιχείων σε όλες τις **εκτεθειμένες παρειές τους**. Η προστασία γίνεται με τους ακόλουθους τρόπους:

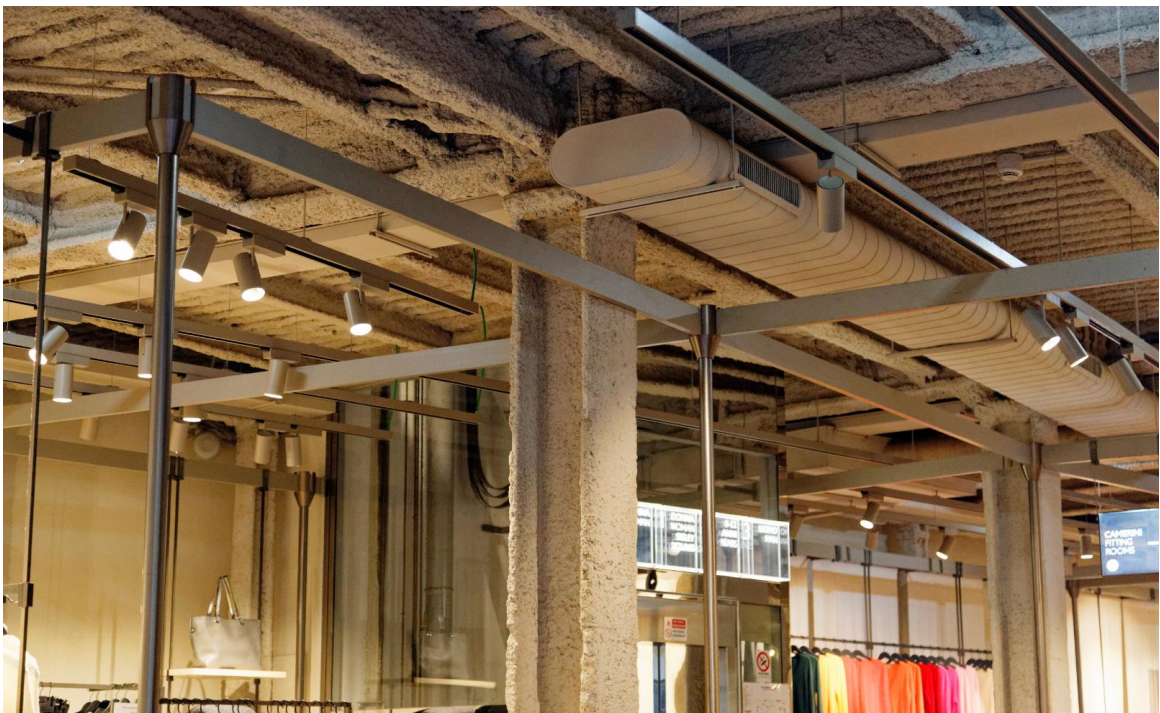


ΠΥΡΑΝΤΟΧΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΦΟΡΕΑ ΜΕ ΔΙΠΛΕΣ ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΕΣ. ΤΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΠΩΣ ΟΙ ΔΟΚΟΙ ΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΕΚΤΕΘΕΙΜΕΝΕΣ ΠΛΕΥΡΕΣ ΕΝΩ ΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΠΩΣ ΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ ΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΙ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ.

Σχέδιο 7.26 Αντιπυρική περιμετρική προστασία μεταλλικών στοιχείων φέροντος οργανισμού με πυράντοχες γυψοσανίδες.

- Με ειδική **αντιπυρική βαφή** που είναι μείγμα εποξειδικής βάσης και χρώματος που εφαρμόζονται στη μεταλλική επιφάνεια.
- Με **αντιπυρικό αφρό** που ψεκάζεται επάνω στα εκτεθειμένα μέλη. Επειδή ο αντιπυρικός αφρός, παρουσιάζει άσχημη εικόνα, συνήθως εφαρμόζεται σε σημεία του φορέα που δεν είναι ορατά και βρίσκονται μέσα σε ψευδοροφές ή πίσω από επενδύσεις.
- Με **πυράντοχες επενδύσεις** των εκτεθειμένων μελών στην πυρκαγιά. Τα πατώματα και οι δοκοί καλύπτονται, με **πυράντοχες ψευδοροφές**, είτε με επένδυση μεμονωμένων μελών με **πυράντοχες γυψοσανίδες** που τοποθετούνται με ειδικό τρόπο στις εκτεθειμένες πλευρές του.
- Με **εγκιβωτισμό σε σκυρόδεμα** μεταλλικών στοιχείων του φέροντος οργανισμού, κυρίως των υποστυλωμάτων.

Όταν η **αντιπυρική βαφή** ή ο **αφρός** εκτεθούν σε υψηλή θερμοκρασία, διογκώνονται και σχηματίζουν ένα μονωτικό στρώμα που προστατεύει το χαλύβδινο μέλος από τη θερμότητα. Αυτές οι επικαλύψεις προσφέρουν πυραντοχή έως και τέσσερις ώρες.



Εικόνες 7.9, 7.10 Μεταλλικά στοιχεία με αντιπυρική βαφή. Περίπτωση με εμφανή τα μεταλλικά στοιχεία και ο μηχανολογικός εξοπλισμός στην οροφή σε κατάστημα ρούχων στη Βενετία.

7.8.11. Πυραντοχή φέρουσας δομικής ξυλείας

Οι φέρουσες διατομές από ξύλο συμπεριφέρονται καλύτερα στην πυρκαγιά, σε σχέση με τις εκτεθειμένες φέρουσες διατομές από χάλυβα. Το ξύλο αναφλέγεται σε περίπου 500°C και, λόγω της μικρής θερμοαγωγιμότητας της κυτταρίνης που περιέχει, σε συνθήκες πυρκαγιάς απαιτείται αρκετός χρόνος για να φτάσει σε αυτήν τη θερμοκρασία ολόκληρη η μάζα της διατομής του. Έτσι η **θερμότητα μεταδίδεται αργά στη μάζα** του ξύλου και η **καύση περιορίζεται** στην εκτεθειμένη του **επιφάνεια**. Στον ακόλουθο πίνακα δίνεται η ταχύτητα καύσης του ξύλου που είναι εκτεθειμένο σε φωτιά.

Πίνακας 7.26: Βαθμός καύσης του ξύλου.		
Είδος ξύλου	Πυκνότητα του ξύλου	Βαθμός επιφανειακής καύσης του ξύλου
Πλατύφυλλα (Hardwood)	> 650 kg / m ³	30 mm / ώρα
Δομική Ευρωπαϊκή ξυλεία	450 – 550 kg / m ³	40 mm / ώρα
Κόκκινος κέδρος	380 kg / m ³	50 mm / ώρα

Η απανθρακωμένη επιφάνεια δρα **θερμομονωτικά, περιορίζει** τη φλόγα και **προστατεύει** τη μάζα του εσωτερικού του ξύλου, μέχρι την απομάκρυνση του αιτίου που την προκαλεί. Επίσης, οι υψηλές θερμοκρασίες δεν επιφέρουν μηχανική ή χημική αλλοίωση στη μάζα του ξύλου και η **αύξηση της θερμοκρασίας** του άκαυστου ξύλου περιορίζεται σε **βάθος 25 mm έως 30 mm**. Επομένως η **απώλεια αντοχής** ενός καιόμενου ξύλινου στοιχείου είναι ανάλογη της **απομείωσης της διατομής του**, μόνο κατά τον χρόνο που αυτό είναι εκτεθειμένο στη φωτιά.

Να σημειωθεί ότι η ξυλεία του φέροντος οργανισμού έχει μάλλον **μικρή συμμετοχή** στην πρόκληση και **διασπορά της φωτιάς** εντός του χώρου, σε σύγκριση με τον εξοπλισμό του κτιρίου. Επίσης, το ξύλο κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς, δεν εμφανίζει σημαντικές **διαστολές** και **δεν καταπονεί** τα άλλα στοιχεία του φέροντος οργανισμού, όπως συμβαίνει για παράδειγμα σε λιθόκτιστα κτίρια, με κίνδυνο ανατροπής των πέτρινων τοίχων.

Η απομείωση της διατομής ενός ξύλινου δομικού μέλους, που είναι και η βασική βλάβη που προκαλείται από τη φωτιά, αντιμετωπίζεται με τους εξής τρεις τρόπους:

- **Κάλυψη με πυράντοχα υλικά** όλων των εκτεθειμένων παρειών, για παράδειγμα με πυράντοχες γυψοσανίδες.
- **Επάλειψη αντιπυρικής βαφής.** Όταν η αντιπυρική βαφή εκτεθεί σε υψηλή θερμοκρασία, διογκώνεται και σχηματίζει ένα μονωτικό στρώμα φυσαλίδων αέρα που προστατεύει το ξύλο από τη θερμότητα.
- **Αύξηση των διατομών** που απαιτούνται για τη φέρουσα ικανότητα του φορέα. Επειδή οι φέρουσες κατασκευές από ξύλο έχουν απολύτως προβλέψιμη χρονική εξέλιξη αντοχής των μελών και των συνδέσεών τους, είναι δυνατόν να υπολογιστούν με μεγάλη ακρίβεια οι απαιτούμενες διαστάσεις για τον ορισμένο χρόνο πυραντίστασης που προβλέπει ο κανονισμός πυροπροστασίας.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Adler, D. (Ed.). (2003). *Metric Handbook, Planning and Design Data*. Architectural Press.
- Chudley, R., & Greeno, R. (2010). *Building Construction Handbook*. Oxford: Elsevier.
- Deplazes, A. (2005). *Constructing Architecture, Materials Processes Structures, A Handbook*. (A. Deplazes, Ed.) Bessel: Birkhäuser.
- Marshall, D., Worthing, D., & Heath, R. (2008). *Understanding Housing Defects*. London: EG Books.
- McMorrrough, J. (2006). *Materials Structure Standards*. Massachusetts: Rockport.
- Tricker, R. (2004). *Building Regulations in Brief*. Oxford: Elsevier.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- Littlefield, D. (2012). *Αρχιτεκτονική Σύνοψη, Δεδομένα Σχεδιασμού Οικοδομικών Έργων*. Κλειδάριθμος.
- Neufert, E. (2000). *Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνοψη*. (P. Neufert, & L. Neff, Eds.) Μ. Γκιούρδας.
- Silver, P., McLean, W., & Whitsett, D. (2008). *Εισαγωγή στην Αρχιτεκτονική Τεχνολογία*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Αθανασόπουλος, Χ. (2007). *Κατασκευή Κτιρίων, Σύνοψη και Τεχνολογία*. Αθήνα: Αθανασόπουλος.
- Τζώνος, Π., & Χόιπελ, Γ. (1982). *Η Οργάνωση της Αρχιτεκτονικής Μελέτης. Ένας Οδηγός*. Θεσσαλονίκη: Τζώνος.

Νομοθεσία

- ΒΔ της 15/17-5-1956, ΦΕΚ 123Α. Περί κανονισμού θεάτρων - Κινηματογράφων κλπ.
- ΠΔ 111/2004, ΦΕΚ 76Α. Καθορισμός του Απαιτούμενου Αριθμού Θέσεων Στάθμευσης Αυτοκινήτων.
- ΠΔ 696/74, ΦΕΚ 301Α/08-10-74. Προδιαγραφές μελετών τεχνικών έργων.
- ΠΔ 71/1988, ΦΕΚ 32/Α' 17-02-1988. Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα με το ΠΔ 41/2018, ΦΕΚ 80/Α' 07-05-2018. 2018.
- ΦΕΚ, 285/Δ'. (05-03-2004). Πολεοδομικά Σταθερότυπα.
- ΦΕΚ, 212/Α'. (29-08-1996). Προδιαγραφές Ασφαλείας στα Εργοτάξια.
- ΦΕΚ, 2998/Β'. (20-07-2020). Κανονισμός Προσβασιμότητας.
- ΦΕΚ, 59/Δ'. (03-02-1989). Κτιριοδομικός Κανονισμός.

Ιστοσελίδες

ΕΓΚΥΚΛΙΟΙ ΓΠΠ - ΥΠΟΥΡΓΕΙΩΝ -ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ ΦΟΡΕΩΝ/, τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 2022
<http://cp.pamth.gov.gr/civil/nomothesia/>

ΤΕΕ. «Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ». Τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 2022, <https://web.tee.gr/d-e-k-a-d/tmima-epistimonikoy-kai-anaptyxiakoy-ergoy/totee/>

ΥΠΕΧΩΔΕ. «Σχεδιάζοντας για όλους - οδηγίες σχεδιασμού». 1998. Τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 2022, <http://cp.pamth.gov.gr/civil/nomothesia/>

Κεφάλαιο 8: Σχεδιαστική Διαχείριση του Αρχιτεκτονικού Έργου

Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στην οργάνωση και στις προδιαγραφές της αρχιτεκτονικής μελέτης, καθώς και στο περιεχόμενο και στις πληροφορίες που αυτή πρέπει να περιέχει. Γίνεται αναφορά στο αρχιτεκτονικό σχέδιο και τις ενδεδειγμένες προδιαγραφές και τεχνικές του, ώστε αυτό να είναι συνεπές με τις υπόλοιπες μελέτες και να λειτουργεί ως το εργαλείο επικοινωνίας με τους μελετητές και τους τεχνίτες.

Προαπαιτούμενη γνώση

Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προηγούμενη γνώση.

8.1. Περιεχόμενο και προδιαγραφές της αρχιτεκτονικής μελέτης

Για την υλοποίηση ενός κτιριακού έργου απαιτείται να έχουν προηγηθεί σχέδια μελετών που περιγράφουν με ακρίβεια την κατασκευή. Απαιτούνται μελέτες από μια σειρά ειδικότητες μηχανικών που εμπλέκονται σε αυτό, με σαφές πεδίο και όρια αρμοδιότητας της κάθε ειδικότητας, που καθορίζονται από την επιστημονική της επάρκεια. Κάθε ειδικότητα μηχανικού εκπονεί τις αντίστοιχες μελέτες που αφορούν το επιστημονικό πεδίο της αρμοδιότητάς τους.

«Η αρχιτεκτονική μελέτη αποτελεί τη βασική και κύρια μελέτη ενός κτιριακού έργου, επάνω στην οποία αποτυπώνονται όλες οι μελέτες των άλλων ειδικοτήτων, λαμβάνονται υπόψη όλες οι δεσμεύσεις των μελετών υποδομής και των υποστηρικτικών μελετών και καθορίζονται οι απαιτήσεις των αναγκαίων ειδικών μελετών». Αποτελεί μια κωδικοποιημένη μέθοδο διαχείρισης της πληροφορίας, η οποία είναι κοινώς αποδεκτή και κατανοητή, μια μονοσήμαντη απεικόνιση για την ακριβή και πιστή υλοποίηση του έργου.

Οι μελέτες που απαιτείται να γίνουν για την υλοποίηση ενός έργου είναι: Η **αρχιτεκτονική μελέτη**, η **στατική μελέτη** (μελέτη του φέροντος οργανισμού), η μελέτη **ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου** και οι μελέτες **ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων**. Εκτός από αυτές και ανάλογα με τη φύση του κτιρίου, υπάρχει ανάγκη (και υποχρέωση) να εκπονηθούν μια σειρά από ειδικές μελέτες, όπως **γεωλογική, γεωτεχνική, ακουστική, φυτοτεχνική** κ.ά. Επίσης, μελέτες που αφορούν όχι το ίδιο το δομικό έργο, αλλά υποστηρικτικές προεργασίες υποδομής του εργοταξίου, όπως μελέτες κατασκευής **ειδικών ξυλοτύπων** κλπ.

Οι προδιαγραφές που θα ακολουθήσει η αρχιτεκτονική μελέτη δεν έχουν μόνο ελεγκτική σκοπιμότητα, αλλά αποτελούν και ένα σύνολο από κωδικοποιημένες πληροφορίες, κατασταλαγμένες από την εμπειρία και διεθνώς αποδεκτές που είναι κατανοητές χωρίς δυσερμηνείες. Αφορούν όλους όσους εμπλέκονται στον σχεδιασμό και στην κατασκευή, από τον αρχιτέκτονα που θα τροφοδοτήσει με στοιχεία τις μελέτες των άλλων μηχανικών που συμμετέχουν, μέχρι τον κύριο του έργου, τις αρμόδιες ελεγκτικές αρχές και, προπάντων, τους κατασκευαστές και τα τεχνικά συνεργεία.

Το νομικό πλαίσιο προδιαγραφών και κανονισμών που διέπουν την αρχιτεκτονική μελέτη είναι, ενδεικτικά, το ακόλουθο: ο Οικοδομικός Κανονισμός, ο Κτιριοδομικός Κανονισμός, ο Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων, ο Κανονισμός Προσβασιμότητας, ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), οι Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ), οι Ευροκώδικες, οι Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ) και όποιοι κανονισμοί αναφέρονται σε ειδικά ζητήματα και, τέλος, η

σύνταξη Σχεδίου Ασφάλειας και Υγείας (ΣΑΥ) και ο φάκελος Ασφάλειας και Υγείας (ΦΑΥ), που αφορούν την οργάνωση και τη λειτουργία του εργοταξίου.

Όλες οι **μελέτες κτιριακών έργων** ακολουθούν **τέσσερα διακριτά στάδια** που είναι τα ακόλουθα:

1. Προκαταρκτική Μελέτη ή Μελέτη Σκοπιμότητας του έργου

Αυτό το στάδιο αναφέρεται σε όλες τις αναγκαίες επιμέρους μελέτες, συνήθως σε μορφή τεχνικών εκθέσεων κα διαγραμμάτων, που απαιτούνται για τη διερεύνηση των δυνατών εναλλακτικών λύσεων για ένα έργο. Ακολουθώντας την παρουσίαση των επικρατέστερων από τις λύσεις, την κατάταξή τους και την επιλογή της προσφορότερης, με βάση τις απαιτήσεις του εργοδότη και με κριτήρια τεχνικοοικονομικά, αναπτυξιακά, κοινωνικά, περιβαλλοντικά και ασφάλειας.

2. Προμελέτη

Πρόκειται για τον **λειτουργικό σχεδιασμό του έργου** και καλύπτει την ετοιμασία όλων εκείνων των στοιχείων, τα οποία θα αποσαφηνίσουν τη βασική ιδέα επίλυσης της λειτουργίας και της μορφής του έργου, καθώς επίσης και την εκτιμώμενη δαπάνη του.

3. Οριστική μελέτη

Πρόκειται για τον **γεωμετρικό σχεδιασμό** του έργου και περιλαμβάνει τη σύνταξη των στοιχείων τα οποία επιτρέπουν τον σχηματισμό πλήρους εικόνας της λειτουργίας, δομής και μορφής του έργου και της προβλεπόμενης δαπάνης για την υλοποίησή του. Λαμβάνει υπόψη της και έχει ενσωματώσει στον σχεδιασμό όλες τις υπόλοιπες απαιτούμενες μελέτες, όπως η στατική μελέτη, η μελέτη ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, η ακουστική κ.ά. ώστε να αποδίδει την τελική μορφή του έργου. Τα σχέδια αυτού του σταδίου υποβάλλονται σε αρμόδιες υπηρεσίες για εγκρίσεις και την τελική έκδοση της οικοδομικής άδειας.

4. Μελέτη εφαρμογής

Πρόκειται για τον **κατασκευαστικό σχεδιασμό** του έργου και περιλαμβάνει τη σύνταξη και υποβολή όλων των στοιχείων τα οποία **αποτελούν αναλυτική τεχνική πληροφόρηση** ικανή για την κατασκευή του. Η μελέτη εφαρμογής λαμβάνει υπόψη της και ενσωματώνει σε αναλυτικό λεπτομερειακό σχεδιασμό όλα τα στοιχεία των υπόλοιπων απαιτούμενων μελετών, ώστε ο σχεδιασμός να εμφανίζει την τελική και πλήρη κατασκευαστική μορφή του έργου.

Είναι προφανές ότι η εκπόνηση μελετών και με τα τέσσερα στάδια αφορά πιο συχνά τα πολύ μεγάλα κτιριακά προγράμματα. Το συνηθέστερο είναι να παραλείπεται το πρώτο στάδιο (αυτό της μελέτης σκοπιμότητας) και να υλοποιούνται μόνο τα τρία τελευταία.

Σε πολύ **μικρά κτιριακά** προγράμματα, η **προμελέτη** αφορά τη διαδικασία προσχεδίων για συζήτηση και διερεύνηση εναλλακτικών επιλογών με τον πελάτη, μέχρι την τελική αρχιτεκτονική λύση. Η μελέτη κλειδί είναι η **οριστική μελέτη**, η οποία είναι απαραίτητη και για την αδειοδότηση του έργου από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Αργότερα, κατά την κατασκευή, ακολουθεί συμπληρωματικά, ως φυσική συνέχεια η μελέτη εφαρμογής που αποσαφηνίζει ειδικά σημεία της κατασκευής.

Οι αρχιτεκτονικές μελέτες διακρίνονται σε δύο βασικά είδη:

A. Μελέτες για Κτιριακά Έργα και

B. Μελέτες για Ειδικά Κτιριακά Έργα, οι οποίες με τη σειρά τους χωρίζονται σε δύο διακριτές κατηγορίες:

B1. Μελέτες για Διατηρητέα Κτίρια, Μνημεία κλπ.

Αυτή η κατηγορία αφορά ειδικές αρχιτεκτονικές μελέτες που έχουν ως αντικείμενο έργα με αυξημένες λειτουργικές, αισθητικές ή τεχνικές απαιτήσεις, οι οποίες επιβάλλουν αναζήτηση και μελέτη αυξημένης δυσκολίας. Τέτοια έργα είναι:

- Εντάξεις μνημείων εν γένει.
- Εργασίες συντήρησης, αποκατάστασης ή επέμβασης σε κτίρια χαρακτηρισμένα ως μνημεία, διατηρητέα ή παραδοσιακά.
- Μουσειογραφικές μελέτες, εκθέσεις και περίπτερα εκθέσεων.
- Επίπλωση και εξοπλισμός χώρων.
- Μελέτες εσωτερικών χώρων.

B2. Μελέτες για Διαμορφώσεις – Αναπλάσεις

Αφορούν ειδικές αρχιτεκτονικές μελέτες που έχουν ως αντικείμενο τις αναπλάσεις περιοχών, οικιστικών ή μη, των οποίων οι ειδικές λειτουργικές, αισθητικές ή τεχνικές απαιτήσεις επιβάλλουν μελέτη αυξημένης δυσκολίας. Τέτοια έργα είναι:

- Εντάξεις μνημείων ή συνόλων μνημείων εν γένει.
- Διαμορφώσεις ελεύθερων χώρων και τοπίου (πλατειών, κήπων, πάρκων, περιβάλλοντος χώρου κτιρίου).
- Μελέτες ανάπλασης οικιστικών περιοχών, παραδοσιακών οικισμών ή τμημάτων τους.



Εικόνα 8.1 Υπαίθριο θέατρο με φέροντα οργανισμό από ελαφρά επίπεδα δικτυώματα από ανοικτές διατομές χάλυβα και επένδυση με σανίδες φυσικής ξυλείας. Αρχιτέκτονας Δημήτρης Μπίρης και ειδικός συνεργάτης αρχιτέκτονας Δημήτρης Παπαλεξόπουλος. Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, 1997.

Αναλυτικά για κάθε στάδιο της αρχιτεκτονικής μελέτης οι **απαιτήσεις** που αφορούν το περιεχόμενο, τις προδιαγραφές με τα στοιχεία και τις πληροφορίες που πρέπει να περιλαμβάνονται σε κάθε σχέδιο παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

8.1.1.Κτιριακά έργα

8.1.1.1. Αρχιτεκτονική προμελέτη

Πίνακας 8.1: Κτιριακά Έργα, Αρχιτεκτονική Προμελέτη.		
1. Κείμενο τεχνικής έκθεσης		
<ul style="list-style-type: none"> – Το πρόγραμμα και το οργανόγραμμα του έργου. – Η τοπογραφική ανάλυση του χώρου. – Τα εδαφολογικά και κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής. – Οι δεσμεύσεις που προκύπτουν από τα προηγούμενα, καθώς και από τα πολεοδομικά δεδομένα του ευρύτερου χώρου (υφιστάμενες ή προβλεπόμενες οδοί, όροι δόμησης, χαρακτήρας της περιοχής κλπ.). – Η αιτιολόγηση της προτεινόμενης λύσης, των ειδικών απαιτήσεων και των εναλλακτικών λύσεων. – Η διάταξη στον χώρο με διαγράμματα λειτουργίας και προσπελάσεων, η περιγραφή των μορφολογικών επιλογών. – Συνοπτική τεχνική περιγραφή τρόπου κατασκευής και προτεινόμενων υλικών. 		
Τριδιάστατη απεικόνιση της πρότασης με ανάλογη λεπτομερειακή απόδοση ώστε να καταστεί σαφής και κατανοητή η προτεινόμενη λύση.		
2. Προσχέδια της αρχιτεκτονικής λύσης		
Τοπογραφικό σχέδιο	Αποτυπώνεται η υφιστάμενη κατάσταση της άμεσης περιοχής καθώς και η χωροθέτηση του κτιρίου στο γήπεδο.	1:1000 1:500 1:200
Κατόψεις	Όλων των επιπέδων, συμπεριλαμβανομένων και των υπογείων και δωματίων.	1:200 1:100
Τομές	Τουλάχιστον δύο, μια εγκάρσια και μια διαμήκη. Η μία τομή πρέπει οπωσδήποτε να διέρχεται από κλιμακοστάσιο.	
Όψεις	Όλες τις γενικές όψεις.	
Περιβάλλον χώρος	Σχέδιο γενικής διάταξης με τις προβλεπόμενες προσπελάσεις και τις απαραίτητες διαμορφώσεις του.	
Φωτορεαλιστικά	Τριδιάστατη απεικόνιση της πρότασης.	
Πρόπλασμα (μακέτα)	Απλών όγκων σε μεγάλη κλίμακα.	
Χρονικός προγραμματισμός του έργου	Πρόκειται για τεύχος με πίνακες αλληλουχίας των εργασιών, της χρονικής τους διάρκειας καθώς και προαπαιτήσεις από άλλες εργασίες για την έναρξη της καθεμίας.	
(*) Ανάλογα με το μέγεθος και τη φύση του έργου, μπορούμε κατά περίπτωση να καθορίσουμε διαφορετικά τις κλίμακες.		

8.1.1.2. Οριστική μελέτη αρχιτεκτονικών

Πίνακας 8.2: Κτιριακά Έργα, Οριστική Αρχιτεκτονική Μελέτη.		
1. Τα κτιριακά σχέδια		
Τοπογραφικό διάγραμμα	Η ένταξη του έργου στο γήπεδο και στον περιβάλλοντα χώρο, όπου θα φαίνεται και η διάταξη της κυκλοφοριακής σύνδεσης με το υφιστάμενο ή προβλεπόμενο οδικό δίκτυο.	1:200 1:500 1:1000
Γενικής διάταξης και περιβάλλοντος χώρου	<ul style="list-style-type: none"> – Όλες τις προβλεπόμενες κατασκευές, οι προσπελάσεις και οι διαμορφώσεις των ελεύθερων χώρων του οικοπέδου με αποσαφηνισμένη τη χάραξή τους στο οικόπεδο (οριζοντιογραφικά και υψομετρικά). – Μέριμνα σχεδιασμού προσβάσεων ΑΜΕΑ. 	
Διάγραμμα δόμησης	Περιλαμβάνει τους υπολογισμούς κάλυψης και δόμησης και τον έλεγχό τους με τους ισχύοντες όρους.	1:200 1:100
Κατόψεις	<ul style="list-style-type: none"> – Άξονες καννάβου οργάνωσης και χάραξης του κτιρίου. – Εσωτερικές και εξωτερικές γενικές διαστάσεις. – Στάθμες των χώρων. – Ονομασίες χώρων. – Οικοδομικά στοιχεία που προκύπτουν από τη μελέτη του φέροντος οργανισμού και των εγκαταστάσεων (θέσεις κυρίων φερόντων στοιχείων, ενδείξεις υλικών, χώροι μηχανημάτων, χώροι κατακόρυφων διελεύσεων αγωγών κλπ.). 	1:50
Όψεις	<ul style="list-style-type: none"> – Γενικές κατακόρυφες διαστάσεις. – Υψόμετρα των εξωτερικών όγκων του κτιρίου. – Βασικά στοιχεία των όψεων και των πέριξ διαμορφώσεων. – Ενδείξεις υλικών όψης. 	
Τομές	<ul style="list-style-type: none"> – Γενικές κατακόρυφες διαστάσεις – Υψόμετρα των χώρων. – Τα οικοδομικά στοιχεία που προκύπτουν από τη μελέτη φέροντος οργανισμού και των εγκαταστάσεων (θέσεις κυρίων φερόντων στοιχείων, ενδείξεις υλικών, χώροι μηχανημάτων, χώροι διελεύσεως κυρίων αγωγών κλπ.). 	
*Οι κλίμακες των σχεδίων μπορούν να καθοριστούν διαφορετικά σε σχέση με το μέγεθος και τη φύση του κτιρίου.		
2. Μελέτη Προσβασιμότητας για Άτομα με Ειδικές Ανάγκες (ΑΜΕΑ)		
Έκθεση	Αναλύει τις μέριμνες για την προσβασιμότητα ΑΜΕΑ που έχουν ληφθεί κατά τον σχεδιασμό καθώς και τις τεχνικές απαιτήσεις για την εφαρμογή τους.	
Σχέδια προσβασιμότητας	Διαγραμματικά σχέδια προσβασιμότητας σε όλους τους χώρους του κτιρίου και του περιβάλλοντος χώρου.	1:50
3. Μελέτη Παθητικής Πυροπροστασίας		
Έκθεση	Αναλύει τις δομικές μέριμνες για την προστασία από τη φωτιά που έχουν ληφθεί κατά τον σχεδιασμό και τους υπολογισμούς που καθορίζουν τις τεχνικές απαιτήσεις για την εφαρμογή τους.	
Κατόψεις	Διαγραμματικά σχέδια οδεύσεων διαφυγής, δομικής πυροπροστασίας και πυροδιαμερισμάτωσης.	1:50
Τομές		
4. Εκθέσεις και κείμενα		

Τεχνική περιγραφή	Περιγράφεται εκτενώς το είδος των προβλεπόμενων κατασκευών και το είδος των προτεινομένων υλικών.
Προμετρήσεις και προϋπολογισμός	Προσδιορισμός για τις ποσότητες και τις εργασίες του έργου με ομαδοποίηση των εργασιών, σύμφωνα με τα σχέδια της οριστικής μελέτης.
Χρονικός προγραμματισμός	Τεύχος με πίνακες χρονικής διάρκειας και αλληλουχίας των εργασιών.
Τριδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση	

8.1.1.3. Αρχιτεκτονική μελέτη εφαρμογής

Πίνακας 8.3: Κτιριακά Έργα, Αρχιτεκτονική Μελέτη Εφαρμογής		
1. Γενικά κατασκευαστικά σχέδια		
Χαράξεων και διαμορφώσεις		1:50
Κατόψεις όλων των επιπέδων	<ul style="list-style-type: none"> – Διαστάσεις γενικές και επιμέρους, οι οποίες διαστασιολογούν αναλυτικά όλα τα ανοίγματα, τις εσοχές και εξοχές των χώρων, καθώς και τα δομικά στοιχεία. – Στάθμες γενικές και επιμέρους, οι οποίες έχουν αφετηρία ένα σταθερό επιλεγμένο σημείο αντιστοιχισμένο με την απόλυτη στάθμη του. Οι στάθμες αφορούν τα δάπεδα ή επίπεδα κυκλοφορίας (π.χ. πλατύσκαλα), διάφορα επιμέρους στοιχεία (π.χ. στηθαία) με διαφορετικό υψόμετρο και γενικά σε κάθε ορατή διαμόρφωση. – Στάθμες των βασικών επιπέδων με διπλή αναφορά (τελική στάθμη διαμόρφωσης και στάθμη φέροντος οργανισμού ή υπόβασης). – Σήμανση ανοιγμάτων και κουφωμάτων (σε συνάρτηση με τον συνυποβαλλόμενο πίνακα κουφωμάτων). Περιλαμβάνουν στοιχεία για τις στάθμες ποδιών, κατωφλίων και υπερθύρων. Επίσης, σημειώνονται και περιγράφονται τα τυχόν μη ορατά (μη τεμνόμενα στην κάτοψη) κουφώματα. – Τύποι όλων των προκατασκευασμένων στοιχείων, αν υφίστανται (σε συνάρτηση με τον σχετικό συνυποβαλλόμενο πίνακα). – Στοιχεία του φέροντος οργανισμού διαστασιολογημένα. – Τοίχοι πλήρωσης με διάκριση του είδους τους (τουβλότοιχοι, γυψοσανίδας κλπ.). – Δάπεδα με διάκριση του είδους κατασκευής τους και ενδεικτική χάραξη αρμών τους. – Οι ακριβείς και οριστικές θέσεις των υδραυλικών υποδοχέων, υδρορροών, φρεατίων, πάσης φύσεως σωληνώσεων με διάμετρο μεγαλύτερη από 5 cm, 	1:50

	<p>πυροσβεστικών σταθμών και φωλεών, ψυκτών και όλων των στοιχείων των εγκαταστάσεων, τα οποία επηρεάζουν τη γεωμετρία και τη λειτουργία των χώρων.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ρύσεις και απορροές ομβρίων στις κατόψεις δωματίων και στεγών, με τις θέσεις των υδρορροών και όλων των σχετικών υψομέτρων διαμόρφωσής τους. – Μόνιμος εξοπλισμός (πάγκοι, εντοιχισμένες ντουλάπες, ερμάρια κλπ.) με τις ακριβείς και οριστικές τους θέσεις. – Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός και οι διελεύσεις των δικτύων. – Ελεύθερα σχήματα, όπως είναι οι καμπύλοι τοίχοι. Γεωμετρική χάραξη εξαρτημένη από σταθερά σημεία. – Υπόμνημα υλικών, σημάνσεων και ειδικών συμβόλων. – Αρίθμηση και ονομασία των χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών), με το αντίστοιχο εμβαδόν και το ελεύθερο ύψος τους (Η αρίθμηση είναι ενιαία για κάθε αναφορά του χώρου σε άλλα σχέδια, πίνακες και τεχνική περιγραφή). – Χαρακτηριστικά σύμβολα που θα παραπέμπουν στα αντίστοιχα σχέδια: όλων των γραμμών γενικών τομών, των γραμμών κατασκευαστικών τομών, των γενικών και ειδικών λεπτομερειών, των κλιμακοστασίων κλπ. – Σχεδιαστικός κάρναβος. – Ονομασία σχεδίων. – Σήμανση Βορρά. – Σχεδιαστική κλίμακα. – Πίνακας τελειωμάτων χώρων όπου θα αναφέρονται για κάθε χώρο: τα υλικά των δαπέδων, τοίχων και οροφών, ο τύπος χρωματισμού των τελικών επιφανειών. Ο πίνακας μπορεί να αποτελεί ξεχωριστό παράρτημα στην τεχνική περιγραφή ή ξεχωριστό τεύχος. 	
Τομές	<p>Τουλάχιστον δύο (2) ανά κατεύθυνση (πλάτος, μήκος) και η μία θα τέμνει το κλιμακοστάσιο.</p> <p>Εάν υπάρχουν περισσότερα από ένα κύρια κλιμακοστάσια, θα είναι ανάλογος και ο αριθμός των τομών που θα τέμνουν στη σχετική θέση.</p>	1:50

<p>Όψεις και επιπλέον τις όψεις που βρίσκονται σε εσοχές και γενικά σε αφανή σημεία των κυρίων όψεων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Κατακόρυφες διαστάσεις γενικές και επιμέρους αναλυτικά για διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων, εσοχών, εξοχές εξωστών, στεγάστρων και κάθε δομικού στοιχείου. – Σχετικές στάθμες γενικές και επιμέρους κατ’ αντιστοιχία αυτών που εμφανίζονται στις κατόψεις συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών του φέροντος οργανισμού. – Σημάνσεις, αρίθμηση και ονομασίες, χώρων, κουφωμάτων, προκατασκευασμένων στοιχείων κλπ. (σε αντιστοιχία με τις κατόψεις) – Άξονες βάσει του σχεδιαστικού καννάβου. – Συμβολισμοί που παραπέμπουν στα αντίστοιχα σχέδια κατασκευαστικών τομών, των γενικών και ειδικών λεπτομερειών κλπ. – Υλικά όψης. – Σημείωση της θέσης του φέροντος οργανισμού σε κάθε επίπεδο. – Τα εμφανή στοιχεία εγκαταστάσεων (υδρορροές, καπνοδόχοι, αγωγοί πάσης φύσεως, μηχανήματα κλπ.). 	<p>1:50</p>
<p>2. Κατασκευαστικές τομές</p>		
<p>Κατακόρυφες τομές Οριζόντιες τομές</p>	<p>Τουλάχιστον τέσσερις (4) τομές σε επιλεγμένες θέσεις του εξωτερικού κελύφους και όσες χρειάζονται σε εσωτερικά σημεία του κτιρίου ώστε να αποσαφηνίζουν κατασκευαστικά θέματα για την εκτέλεση του έργου.</p>	<p>1:20</p>
<p>3. Δάπεδα και ψευδοροφές</p>		
<p>Σχέδια δαπέδων</p>	<p>Τα σχέδια δαπέδων αποσαφηνίζουν τον τρόπο κατασκευής και το υλικό των δαπεδοστρώσεων καθώς και τις χαράξεις των αρμών τους.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> – Σχετικές στάθμες, γενικές και επιμέρους σε αντιστοιχία με αυτές των κατόψεων συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών του φέροντος οργανισμού. – Διαστάσεις γενικές και επιμέρους, αναλυτικά οι οποίες αφορούν εσοχές και εξοχές χώρων καθώς και δομικά στοιχεία. – Επιστρώσεις με τον ειδικό σχεδιασμό τους και την ειδική χάραξη διάστρωσής τους, το υλικό τους και τα όριά τους. – Κατασκευαστικοί αρμοί διάστρωσης διαστασιολογημένοι. Όλα τα στοιχεία εγκαταστάσεων των δαπέδων που περιγράφονται στη μελέτη εγκαταστάσεων (π.χ. σιφώνια, αεραγωγοί δαπέδου κλπ.) – Ειδικές κατασκευές κάτω από την επιφάνεια διάστρωσης. – Υπόβαση ή σκελετός εφαρμογής των δαπέδων (π.χ. δοκίδες σε ξύλινα δάπεδα, σκελετός ψευδοδαπέδων κλπ.) 	<p>1:50</p>

Ανόψεις ψευδοροφών και οροφών	Τα σχέδια άνοψης ψευδοροφών αποσαφηνίζουν τον τρόπο κατασκευής και τα υλικά των ψευδοροφών και της χάραξης. Δίνουν αναλυτική πληροφόρηση για δομικά θέματα αναρτήσεων των κατασκευών οροφής, των φωτιστικών σωμάτων και των στοιχείων εγκαταστάσεων που ενσωματώνονται σε αυτές. Σε οροφές εμφανούς σκυροδέματος δίνεται η χάραξη του ξυλοτύπου. Σχεδιάζονται ως ανόψεις με διάταξη και προσανατολισμό ίδιο με αυτόν των κατόψεων, όπως ακριβώς αποδίδονται στα στατικά σχέδια οι ξυλότυποι οροφών.	
	<ul style="list-style-type: none"> – Σχετικές στάθμες γενικές και επιμέρους σε αντιστοιχία με αυτές των κατόψεων, συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών του φέροντος οργανισμού. – Διαστάσεις γενικές και επιμέρους αναλυτικά, οι οποίες διαστασιολογούν εσοχές και εξοχές χώρων καθώς και δομικά στοιχεία. – Τα αφανή δομικά στοιχεία στους χώρους (π.χ. δοκοί) – Τις διατάξεις κάλυψης οροφής με τον ειδικό σχεδιασμό τους και την ειδική χάραξή τους, το υλικό τους και τα όριά τους. – Κατασκευαστικοί αρμοί εάν υπάρχουν με την αντίστοιχη διαστασιολόγησή τους. – Στοιχεία εγκαταστάσεων των οροφών που περιγράφονται στη μελέτη εγκαταστάσεων (π.χ. φώτα, στόμια αεραγωγών, καταιονιστήρες κλπ.) 	1:50
4. Ειδικά κατασκευαστικά σχέδια		
Κουφώματα	Πίνακας κουφωμάτων που περιγράφει τον σχεδιασμό και τους τύπους των κουφωμάτων, τον αριθμό τους και τον εξοπλισμό τους. Όλοι οι τύποι των κουφωμάτων περιγράφονται σε σχέδια και κωδικοποιούνται σε αντιστοιχία με την κωδικοποίηση στα γενικά σχέδια της μελέτης. Η κατηγοριοποίησή τους σε υποκατηγορίες (π.χ. άνοιγμα, αριθμός φύλλων, εξοπλισμός κλπ.) γίνεται σε ξεχωριστούς πίνακες όπου ανά κούφωμα έχουμε πολλαπλή πληροφόρηση, όπως π.χ. τρόπος ανοίγματος, πυραντοχή ή μη σε λεπτά, ακουστικά χαρακτηριστικά σε db, σε τι τύπο και πάχος τοίχου εφαρμόζεται κλπ.	1:50
Κλιμακοστάσια	Κατόψεις των κλιμάκων και χάραξη μετασχηματισμού των σκαλοπατιών. Τομές κατακόρυφες όλων των κλιμάκων του κτιρίου.	1:20
Ειδικοί χώροι	Αναπτύγματα τοίχων και εσωτερικών και εξωτερικών επενδύσεων, σε χώρους μεγάλης ή ειδικής σημασίας για το κτίριο, όπως αμφιθέατρα, χώροι εκθέσεων. Σε χώρους με επενδύσεις (π.χ. υγροί χώροι) Σε ειδικές κατασκευές (π.χ. κιγκλιδώματα). Τα σχέδια περιγράφουν τον τρόπο επένδυσης, τον σχεδιασμό, τη χάραξη και τις υποβάσεις και αναρτήσεις (π.χ. σκελετούς, άγκιστρα κλπ.), την επαναληπτικότητα και αλλαγή γεωμετρίας ή εγκατάστασης (π.χ. κιγκλιδώματα, ορθοστάτες κλπ.).	1:50 1:20

Ειδικές κατασκευές, όπως κιγκλιδώματα, στηθαία κλπ.	Αναπτύγματα ειδικών κατασκευών.	1:20	
	Κατασκευαστικά σχέδια ειδικών κατασκευών.	1:5 1:1	
Μόνιμος εξοπλισμός, όπως ερμάρια, πάγκοι, ντουλάπες	Πίνακες μόνιμου εξοπλισμού.	1:50 1:20	
	Κατασκευαστικά σχέδια μόνιμου εξοπλισμού.	1:5 1:1	
Προκατασκευασμένα στοιχεία	Πίνακες προκατασκευασμένων στοιχείων.	1:20 1:10	
	Κατασκευαστικά σχέδια προκατασκευασμένων στοιχείων.	1:5 1:1	
5. Οικοδομικές Λεπτομέρειες και Ειδικές Λεπτομέρειες			
<ul style="list-style-type: none"> – Συνδέσεις δομικών στοιχείων σε κάτοψη και τομή. – Αρμοί διαστολής σε κάτοψη και τομή. – Λεπτομέρειες κουφωμάτων στα σημεία συνδέσεων με δομικά στοιχεία, αναφορά στους τύπους σύνδεσης των προφίλ, καθώς και αναλυτικές λεπτομέρειες κουφωμάτων. – Δάπεδα. – Ψευδοροφές. – Στέγες και μόνωση δωματίων. – Ειδικές κατασκευές (ξύλινες, μεταλλικές, κλπ.). – Λεπτομέρειες κλιμακοστασίων και χειρολισθήρων. – Ειδικές λεπτομέρειες ειδικών κατασκευών, όπως ακουστικών, ηχοτεχνικών κ.ά. – Λεπτομέρειες περιβάλλοντος χώρου. 	1:10	1:5 1:1	
	6. Τεχνικές Περιγραφές		
	<p>Δίνεται η πλήρης εικόνα με λεπτομερή ανάλυση των εργασιών, επεξηγώντας και συμπληρώνοντας τα σχέδια της μελέτης.</p> <p>Μαζί με τα σχέδια, συνιστούν το πλήρες περιεχόμενο του έργου που πρόκειται να εκτελεστεί και ταυτόχρονα αποτελούν το μέσο ελέγχου της εκτέλεσης των εργασιών.</p>		
	Τεχνική Έκθεση	<ul style="list-style-type: none"> – Το πρόγραμμα του έργου. – Η τοπογραφική αποτύπωση του χώρου. – Τα εδαφολογικά και κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής. – Οι δεσμεύσεις που προκύπτουν από τα ως άνω καθώς και από τα πολεοδομικά δεδομένα κατά το τυχόν εγκεκριμένο σχέδιο ανάπτυξης του ευρύτερου χώρου (υφιστάμενες ή προβλεπόμενες οδοί, όροι δόμησης, χαρακτήρας της περιοχής κλπ.). – Η αιτιολόγηση της προτεινόμενης λύσης, των ειδικών απαιτήσεων και των εναλλακτικών λύσεων. – Η διάταξη στον χώρο με διαγράμματα λειτουργίας και προσπελάσεων. – Η περιγραφή των μορφολογικών επιλογών. – Ανάλυση και σχολιασμός του κτιριολογικού προγράμματός του σε σχέση με τη λύση. 	
	Τεχνική περιγραφή οικοδομικών	<ul style="list-style-type: none"> – Προεργασίες (είδη εργασιών, εκσκαφές, επιχώσεις). – Φέρων οργανισμός (Φ.Ο. σπλισμένου σκυροδέματος, μεταλλικός κλπ.). 	

	<ul style="list-style-type: none"> - Τοίχοι (οπτοπλινθοδομές, ξηρά δόμηση, χυτές τοιχοποιίες, προκατασκευασμένοι τοίχοι, διαχωριστικά κλπ.). - Κουφώματα (ξύλινα, μεταλλικά, αλουμινίου, ρολά κλπ.). - Μονώσεις (δάπεδα και τοιχώματα υπογείου, οροφές υπογείων, δώματα, εξωτερικοί τοίχοι, αρμοί κλπ.). - Επιχρίσματα (εσωτερικά/εξωτερικά επιχρίσματα, τσιμεντοκονίες κλπ.). - Επιστρώσεις – Επενδύσεις (δάπεδα όλων των υλικών δομικών ή επιστρώσεων, επενδύσεις σκληρών πλακών και μεταλλικών). - Μεταλλικές κατασκευές (φέρουσες κατασκευές χάλυβα, χειρολισθήρες, θυρόकाσες κλπ.). - Ξυλουργικές κατασκευές (ερμάρια, πέργκολες κλπ.). - Υαλουργικά (υαλοπίνακες, καθρέπτες κλπ.). - Χρωματισμοί (ακρυλικά, πλαστικά, βερνίκια κλπ.). - Ψευδοροφές (ξηράς δόμησης, ορυκτών ινών, μεταλλικές κλπ.). - Ειδικές κατασκευές (σύνθετες κατασκευές).
Τεχνική περιγραφή περιβάλλοντα χώρου	<ul style="list-style-type: none"> - Κατασκευές περιβάλλοντα χώρου (κλίμακες, ράμπες, στηθαία κλπ.). - Φύτευση (φυτά, εργασίες κλπ.).
Τεύχος χρωματικής μελέτης	
Προμετρήσεις	Τεύχη με προμετρήσεις της ποσότητας υλικών που απαιτούνται για την υλοποίηση του έργου, καθώς και ο αντίστοιχος προϋπολογισμός, σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης εφαρμογής.
Χρονικός προγραμματισμός	Πίνακας με καταγραφή και χρονική αλληλουχία όλων των εργασιών για την κατασκευή του έργου.
Τριδιάστατο μοντέλο	Περιλαμβάνει χαρακτηριστικά υλικά του κελύφους του κτιρίου, τον φέροντα οργανισμό, τα γεωμετρικά στοιχεία των εγκαταστάσεων.

8.1.2. Ειδικά κτιριακά έργα: Διατηρητέα κτίρια, μνημεία κ.ά.

8.1.2.1. Προμελέτη

Πίνακας 8.4: Ειδικά Κτίρια, Διατηρητέα Κτίρια και Μνημεία, Αρχιτεκτονική Προμελέτη.		
1. Αποτύπωση. Στις μελέτες αποκατάστασης ή επέμβασης σε υφιστάμενα διατηρητέα κτίρια ή μνημεία, απαιτείται η αποτύπωση του κτιρίου ως διακριτό και ολοκληρωμένο στάδιο, με σχολαστική σχεδιαστική και φωτογραφική τεκμηρίωση.		
Τοπογραφικό διάγραμμα	Αποτυπώνει λεπτομερώς τη θέση και το ακριβές περίγραμμα του κτιρίου, καθώς και όλα τα στοιχεία του περιβάλλοντος χώρου του. Σημειώνονται οι προβολές από τα περιγράμματα των αρχιτεκτονικών προεξοχών, όπως οι στέγες, όπου αυτές διαφοροποιούνται από το περίγραμμα του ισόγειου.	1:500 1:200 1:100
Κατόψεις	Κατόψεις όλων των επιπέδων. Σε αυτές απεικονίζονται όλες οι μετρημένες διαστάσεις εσωτερικά και εξωτερικά, καθώς και οι διαγώνιες διαστάσεις ανά χώρο.	1:100 1:50 1:20

Τομές	Όσες τομές είναι απαραίτητες, ανάλογα με την πολυπλοκότητα του κτιρίου.	1:100 1:50 1:20
Αναπτύγματα εσωτερικών όψεων	Όλων των κύριων χώρων, και από τις 4 πλευρές τους. Αν το κτίριο έχει διαφοροποιήσεις στην πλειονότητα των χώρων του, τότε τα αναπτύγματα σχεδιάζονται ως τομές, τόσες ώστε να δείχνουν όλους τους χώρους.	1:50 1:20
Όψεις	Σχεδιάζονται όλες οι όψεις καθώς και αυτές που είναι σε εσοχές και δεν είναι εμφανείς.	1:100 1:50
Λεπτομέρειες	Κουφώματα, δάπεδα, κλίμακες, οροφών και γενικά ειδικών μορφολογικών στοιχείων (τζακιών, διακόσμου κλπ.).	1:10 1:5 1:1
Σχέδια παθολογίας του κτιρίου	Σε όλα τα γενικά σχέδια της αποτύπωσης επισημαίνονται οι κάθε είδους βλάβες και φθορές που έχει υποστεί το κτίριο οι οποίες χαρακτηρίζονται με ιδιαίτερο συμβολισμό που επεξηγείται σε ειδικό υπόμνημα.	1:100 1:50 1:20
Τεχνική έκθεση αποτύπωσης	<ul style="list-style-type: none"> – Αναφορά σε όλα τα ιστορικά στοιχεία που σχετίζονται με το κτίριο και το περιβάλλον του. Τα στοιχεία αυτά συλλέγονται και περιγράφονται στη μελέτη και προκύπτουν από έρευνα ειδικών ερευνητών, σχετική βιβλιογραφία, αν υφίσταται και αρχαική τεκμηρίωση, αν διατίθεται. – Περιγραφή επεμβάσεων, προσθηκών, μετατροπών σε διάφορες φάσεις κατά χρονολογική σειρά. Η τεκμηρίωση της περιγραφής μπορεί να περιλαμβάνει μεθόδους τομών στον οργανισμό του κτιρίου, παλαιότερη φωτογράφιση ή άλλο οπτικό υλικό κλπ. – Λεπτομερή περιγραφή του κτιρίου, ανά επίπεδο και ανά χώρο, εξωτερικά και εσωτερικά, με εντοπισμό των σημείων ενδιαφέροντος (διάκοσμος, ιδιαίτερα μορφολογικά στοιχεία κλπ.), καθώς και σχετική αξιολόγησή τους. – Περιγραφή της τυπολογικής διάρθρωσης των χώρων του κτιρίου και των μορφολογικών χαρακτηριστικών του. – Περιγραφή, ανάλυση και σχετική αξιολόγηση του φέροντος οργανισμού του κτιρίου, σε συνδυασμό με τον τρόπο που οικοδομήθηκε, περιγράφοντας τις διάφορες φάσεις κατασκευής του κτιρίου και τις πιθανές τροποποιήσεις που έχουν γίνει. Απαιτείται επιτόπια έρευνα και τομές στον οργανισμό του κτιρίου με λήψη δοκιμών από τον μελετητή του φέροντος οργανισμού. <p>Προσδιορισμό της στρατηγικής αποκατάστασης του κτιρίου βασισμένης στα ιδιαίτερα προβλήματα και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του κτιρίου.</p>	
Τεύχος φωτογραφικής τεκμηρίωσης	<p>Τεύχος με τις φωτογραφίες αποτύπωσης του συνόλου του εξωτερικού και εσωτερικού του κτιρίου καθώς και του άμεσου περιβάλλοντος χώρου.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Η εσωτερική φωτογράφιση του κτιρίου παρουσιάζεται ανά χώρο, με φωτογραφίες μετωπικά ανά τοίχο, δάπεδο και οροφές στο σύνολο και σε επιμέρους λεπτομερειακές απόψεις, με προσδιορισμό της θέσης λήψης τους που θα φαίνεται σε σχετικά σκαριφήματα κατόψεων. <p>Η εξωτερική φωτογράφιση του κτιρίου παρουσιάζεται τόσο ανά όψη, όσο και σε γενικές απόψεις (προοπτικές αποδόσεις) με προσδιορισμό της θέσης λήψης τους που θα φαίνεται σε σχετικά σκαριφήματα κατόψεων.</p>	

Τεύχος παθολογίας	Τεύχος με την Έκθεση Παθολογίας, συνοδεύει και συνδέεται με τα σχέδια παθολογίας και περιγράφει όλες τις βλάβες και τις φθορές που έχει υποστεί το κτίριο και τις αιτιολογεί αν είναι δυνατόν. Συσχετίζεται με την αντίστοιχη έκθεση των άλλων κατηγοριών μελετών (στατικής, εγκαταστάσεων).	
Αποτύπωση διακόσμου	Η Αποτύπωση Διακόσμου (ζωγραφικού, γλυπτικού κλπ.) είναι το πρώτο στάδιο της ειδικής Μελέτης Διακόσμου που συντάσσεται από συντηρητή έργων τέχνης.	
Πρόταση αποκατάστασης και λειτουργικός σχεδιασμός	Η προμελέτη αφορά στην πρόταση αποκατάστασης του κτιρίου και περιλαμβάνει όλα τα σχέδια που περιγράφονται στην Προμελέτη των κτιριακών έργων .	1:50 1:20
	Σχέδια καθαιρέσεων και προσθηκών σε σχέση με τα σχέδια της αποτύπωσης.	1:50 1:20
	Μελέτη διακόσμου από ειδικό συντηρητή έργων τέχνης.	
2. Μουσειογραφική μελέτη και Μελέτη εκθέσεων		
Απεικονίζονται όλες οι μουσειογραφικές εκθεσιακές ενότητες , οι λειτουργικές ενότητες της λύσης και η εκθεσιακή πορεία επισκεπτών. Σχέδια χωροθέτησης εκθεμάτων , όπου απεικονίζεται η μουσειολογική κατανομή των εκθεμάτων ανά μουσειογραφική ενότητα και οι κατασκευές τοποθέτησης προβολής και φωτισμού τους (βάθρα, προθήκες κλπ.).		
Η μουσειογραφική προσέγγιση της λύσης, με αναφορά στη μουσειολογική και ιστορική μελέτη, περιλαμβάνει: <ul style="list-style-type: none"> – Τα εκθέματα και τον τρόπο ανάδειξής τους. – Τις προτεινόμενες κατασκευές τοποθέτησης και προβολής εκθεμάτων. – Τη μελέτη με τον γενικό φωτισμό της έκθεσης και τον ειδικό φωτισμό των εκθεμάτων. 		

8.1.2.2. Οριστική μελέτη

Πίνακας 8.5: Ειδικά Κτίρια, Διατηρητέα Κτίρια και Μνημεία, Αρχιτεκτονική Οριστική Μελέτη.	
1. Περιλαμβάνει όλα τα σχέδια και τα τεύχη που περιγράφονται στην Οριστική μελέτη των κτιριακών έργων .	
Μουσειογραφική μελέτη	Σχέδια διάταξης εκθεμάτων όπου απεικονίζεται η διάταξη των εκθεμάτων ανά μουσειογραφική ενότητα και ανά θέση, προθήκη ή βάθρο με τις πραγματικές τους διαστάσεις και αρίθμηση αντίστοιχη με αυτήν του καταλόγου εκθεμάτων που συνοδεύουν τη μουσειολογική μελέτη.
Μελέτη εκθέσεων	

8.1.2.3. Μελέτη εφαρμογής

Πίνακας 8.6: Ειδικά Κτίρια, Διατηρητέα Κτίρια και Μνημεία, Αρχιτεκτονική Μελέτη Εφαρμογής.	
Περιλαμβάνει όλα τα σχέδια και τα τεύχη που περιγράφονται στη Μελέτη εφαρμογής των κτιριακών έργων .	
Μουσειογραφική μελέτη	<ul style="list-style-type: none"> – Σχέδια φωτισμού εκθεμάτων σε κατόψεις και τομές, όπου απεικονίζονται οι θέσεις των φωτιστικών σωμάτων ανάδειξης των εκθεμάτων ανά θέση, προθήκη ή βάθρο με τις αντίστοιχες κατασκευές στήριξής τους. – Τεύχος τεχνικής περιγραφής ειδικού φωτισμού εκθεμάτων.
Μελέτη εκθέσεων	

8.1.3. Ειδικά κτιριακά έργα: Μελέτες διαμορφώσεων - αναπλάσεων

Οι μελέτες αυτές αφορούν αναπλάσεις, όπως είναι οι πεζοδρομήσεις σε οικιστικά σύνολα, η διαμόρφωση ελεύθερων χώρων σε πλατείες, οι διαμορφώσεις παραρεμάτιων περιοχών κλπ.

8.1.3.1. Προμελέτη

Πίνακας 8.7: Ειδικά Κτιριακά, Διαμορφώσεις - Αναπλάσεις, Αρχιτεκτονική Προμελέτη		
Περιλαμβάνει όλα τα σχέδια και τα τεύχη που περιγράφονται στην Προμελέτη των κτιριακών έργων.		
Αποτύπωση και τεκμηρίωση	Σχέδια τοπογραφικής και ορθοφωτογραφικής αποτύπωσης του χώρου που περιλαμβάνουν: <ul style="list-style-type: none">– Την αποτύπωση του προς ανάπλαση χώρου.– Τη ρυμοτομία, την οδοποιία, τις εγκαταστάσεις, τις περιβάλλουσες κατασκευές και τα κτίρια.	1:200 1:100
	Πίνακας και διαγράμματα με καταγραφή όλων των ακινήτων που εμπεριέχονται στο αντικείμενο της μελέτης και περιλαμβάνουν: <ul style="list-style-type: none">– Κατάταξη χρήσεων, όγκου/δόμησης, αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών, ιδιοκτησίας κλπ.	
Σχέδιο γενικής διάταξης	Σχέδιο της διαμόρφωσης όπου θα εμφανίζονται όλα τα προτεινόμενα στοιχεία διαμόρφωσης και αστικού εξοπλισμού (μόνιμου και κινητού).	1:200 1:100
Σχέδιο κυκλοφορίας οχημάτων και πεζών	Διαγραμματικό σχέδιο της κυκλοφορίας οχημάτων και πεζών.	1:200 1:100
Σχέδιο προσβάσεων ΑΜΕΑ	Διαγραμματικό σχέδιο της προσβασιμότητας ΑΜΕΑ.	1:200 1:100
Επιμέρους σχέδια διαμορφώσεων	Δαπεδοστρώσεις και ειδικές διαμορφώσεις, όπως ράμπες κυκλοφορίας, κλίμακες. Στοιχεία αστικού εξοπλισμού, όπως καθιστικά. Πρόταση για τα προτεινόμενα υλικά κατασκευής.	1:50

8.1.3.2. Οριστική μελέτη

Πίνακας 8.8: Ειδικά Κτιριακά, Διαμορφώσεις - Αναπλάσεις, Οριστική Αρχιτεκτονική Μελέτη.		
Περιλαμβάνει όλα τα σχέδια και τα τεύχη που περιγράφονται στην Οριστική μελέτη των κτιριακών έργων.		
Τοπογραφικό διάγραμμα	Σχέδιο ένταξης των στοιχείων του έργου στον ευρύτερο περιβάλλοντα χώρο της επέμβασης, στο οποίο θα φαίνεται και η διάταξη της κυκλοφοριακής σύνδεσης με το υφιστάμενο ή προβλεπόμενο οδικό δίκτυο.	1:1000 1:500 1:200
Γενική διάταξη του χώρου επέμβασης	<ul style="list-style-type: none"> – Όλες οι προβλεπόμενες κατασκευές. – Οι προσπελάσεις. – Η φύτευση. – Οι διαμορφώσεις των ελεύθερων χώρων με αποσαφηνισμένη τη χάραξή τους στο οικόπεδο (οριζοντιογραφικά και υψομετρικά). – Προσβάσεις ΑΜΕΑ. – Ρύσεις ομβρίων. – Εγκαταστάσεις κλπ. 	1:500 1:200
Διατομές	Καθ' όλο το μήκος του έργου σε ίσες αποστάσεις. Η απόσταση των γραμμών τομών μεταξύ τους θα καθοριστεί από το μέγεθος και την πολυπλοκότητα των επεμβάσεων.	1:500 1:200
Σχέδια οριζοντιογραφίας	Φαίνονται επιμέρους διατάξεις και διαμορφώσεις, διαφοροποιήσεις υλικών, κατασκευές κλπ.	1:50 1:20
Τεχνική περιγραφή	Τεύχος με εκτενή περιγραφή του είδους των προβλεπόμενων κατασκευών και του είδους των προτεινόμενων υλικών.	
Προμέτρηση και προϋπολογισμός	Τεύχη με προμετρήσεις της ποσότητας υλικών που απαιτούνται για την υλοποίηση του έργου, καθώς και ο αντίστοιχος προϋπολογισμός.	
Χρονικός προγραμματισμός	Πίνακας με καταγραφή και χρονική αλληλουχία όλων των εργασιών για την κατασκευή του έργου.	
Τρισδιάστατη φωτορεαλιστική απεικόνιση	Σε επιμέρους τμήματά του.	

8.1.3.3. Μελέτη εφαρμογής

Πίνακας 8.9: Ειδικά Κτιριακά, Διαμορφώσεις - Αναπλάσεις, Αρχιτεκτονική Μελέτη εφαρμογής.	
Περιλαμβάνει όλα τα σχέδια και τα τεύχη που περιγράφονται στη Μελέτη εφαρμογής των κτιριακών έργων.	
Γενικά σχέδια χαράξεων και διαμορφώσεων.	
Σχέδιο γενικής διάταξης ολόκληρου του αντικειμένου και τμηματικά σχέδια.	1:200
Σχέδια χαράξεων και διαμορφώσεων.	1:100
	1:50
Γενικά κατασκευαστικά σχέδια	
Γενικά κατασκευαστικά σχέδια με τμηματικές κατόψεις, όψεις και τομές.	1:50
Κατακόρυφες κατασκευαστικές τομές.	1:50
Τμηματικά σχέδια διαμορφώσεων δαπέδων και δαπεδοστρώσεων.	1:20
Ειδικά κατασκευαστικά σχέδια	
Χαράξεις και κατασκευαστικά σχέδια ραμπών και κλιμάκων.	1:50
	1:20
	1:10
	1:5
Πίνακες και κατασκευαστικά σχέδια του μόνιμου εξοπλισμού και του αστικού εξοπλισμού, όπως καθιστικά, πέργκολες, φωτιστικά, καλάθια αχρήστων κλπ.	1:20
	1:10
	1:5
Οικοδομικές λεπτομέρειες & Ειδικές λεπτομέρειες	
Λεπτομέρειες όλων των ειδικών κατασκευών.	1:10
	1:5
	1:1
Λεπτομέρειες όλων των διαμορφώσεων σε κατόψεις και τομές.	1:10
	1:5
Τριδιάστατο μοντέλο του αντικειμένου μελέτης με χαρακτηριστικά τα γεωμετρικά στοιχεία των διαμορφώσεων, τις υφές των υλικών, τις ειδικές κατασκευές, τις εγκαταστάσεις κλπ.	
(*) Ανάλογα με το μέγεθος και τη φύση του έργου, μπορούμε κατά περίπτωση να καθορίσουμε διαφορετικά τις κλίμακες.	

8.2. Συγκρότηση της πληροφορίας στο σχέδιο

Το σχέδιο, εκτός από την ορθή απεικόνιση των δομικών και όλων των άλλων γεωμετρικών στοιχείων του κτιρίου που απεικονίζει υπό κλίμακα, οφείλει να συγκροτήσει και ένα σύνολο από κωδικοποιημένες, σαφείς και ενιαία αποδομένες πληροφορίες.

Οι κώδικες αυτοί είναι κοινά αποδεκτοί και έχουν καθιερωθεί στον τεχνικό κόσμο σε παγκόσμιο επίπεδο και αυτό είναι φυσικό να συμβαίνει γιατί οι πρακτικές κατασκευής είναι κοινές. Η απόδοση του τύπου των υλικών που χρησιμοποιούνται στη μελέτη κτιριακών έργων έχει προσαρμοστεί στην εξέλιξη της τεχνολογίας, από τη σχεδίαση στο χέρι μέχρι τις εφαρμογές CAD, πάντα όμως μέσα από έναν κοινό αναγνώσιμο κώδικα προδιαγραφών. Στην πράξη οποιοσδήποτε συνεπής συμβολισμός είναι αποδεκτός, αρκεί να μην έρχεται σε αντίφαση με άλλα στοιχεία του σχεδίου ή άλλους ήδη αποδεκτούς συμβολισμούς.

Το υπόμνημα συμβολισμών και υλικών είναι αυτό που πρέπει να υπάρχει και να είναι κοινό σε όλη τη μελέτη.

Μια σημαντική παράμετρος είναι η τυποποίηση σε επίπεδο συμβόλων και ερμηνείας της υλικότητας των σχημάτων που πρέπει ο αρχιτέκτονας να διατηρεί στις μελέτες, για να μπορεί να επικοινωνεί με κοινή συμβατική γλώσσα όσον αφορά τις δικές του μελέτες μέσα στον χρόνο, αλλά και με συνεργάτες και κατασκευαστές.

Η τυποποίηση ξεκινάει από το μέγεθος των σχεδίων που παράγονται και που πρέπει να είναι υποπολλαπλάσια του A0 (841X1189 mm), όπου το πλάτος των 90 cm είναι το τυπικό μέγεθος ρολών για διαφανή χαρτιά σχεδίασης με το χέρι και των ρολών χαρτιών για ψηφιακούς εκτυπωτές σχεδίων (*plotters*). Όλα τα παραγόμενα σχέδια πρέπει να διπλώνονται σε μέγεθος A4 (210x297 mm), δηλαδή στο μέγεθος μιας τυπικής σελίδας χαρτιού για λόγους αρχειοθέτησης — όπως μπορείτε να φανταστείτε, για μια μεγάλη μελέτη κτιριακού έργου, που παράγει πολλές εκατοντάδες σχέδια, ίσως και μερικές χιλιάδες.

Εικόνα 8.2

Έγχρωμη αξονομετρική τομή καμπαναριού με διαφορετικά επίπεδα τομής καθ' ύψος και χωρίς διαστάσεις. Το είδος του σχεδίου, η μέθοδος απεικόνισης και οι πληροφορίες που ενσωματώνονται σε αυτό, είναι πάντοτε ανάλογες του επιδιωκόμενου σκοπού.



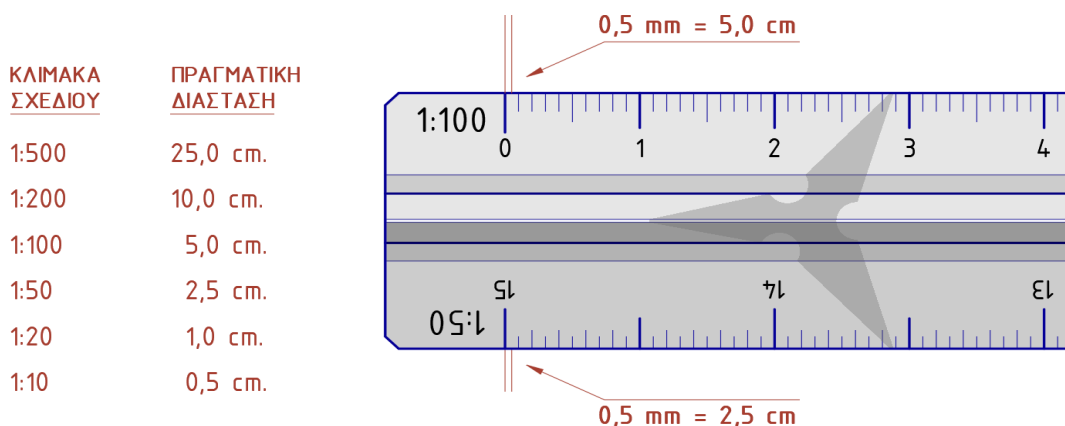
8.2.1. Κλίμακες σχεδίου

Το κτίριο αποτυπώνεται σχεδιαστικά στο χαρτί σε σμίκρυνση, υπό συγκεκριμένη κλίμακα και οι αρχιτέκτονες είναι εξοικειωμένοι με αυτό το εργαλείο γραφικής απόδοσης των ιδεών τους. Η επιλογή της κλίμακας γίνεται με βάση την επιθυμητή απόδοση λεπτομέρειας που πρέπει να διακρίνεται ευκρινώς στο τελικό τυπωμένο σχέδιο, καθώς και στο δεδομένο μέγεθος του χαρτιού. Η καθεμία κλίμακα διαφέρει από την άλλη συνήθως κατά το διπλάσιο και η κλίμακα κλειδί για την κατασκευή είναι η 1:50, της οποίας η σημασία θα αναλυθεί στη συνέχεια.

Ωστόσο ένα ζήτημα που δημιουργεί σύγχυση πολλές φορές είναι η σχεδίαση με προγράμματα CAD, όπου ο αρχιτέκτονας λειτουργεί ουσιαστικά σε πραγματικό μέγεθος 1:1 μέσα σε έναν τεράστιο ψηφιακό χώρο και μπορεί να μεγθύνει ή να σμικρύνει κατά βούληση το θέμα του. Μπορεί να σχεδιάσει οτιδήποτε και να προσθέσει πληροφορίες όσο λεπτομερείς και αν είναι αυτές. Όταν όμως το σχέδιο τυπωθεί σε χαρτί υπό κλίμακα, τότε διαπιστώνεται ότι πλήθος πληροφοριών έχουν χαθεί, γιατί είναι τόσο μικρές και πυκνές που είναι δυσδιάκριτες και άρα άχρηστες.

Εδώ πρέπει να επισημάνουμε ότι το ανθρώπινο μάτι έχει ικανότητα να διακρίνει λεπτομέρειες με ελάχιστη αποδεκτή διάσταση, μισό χιλιοστό. Πρακτικά είναι αδύνατον να σχεδιάσουμε στο χέρι ή να διαβάσουμε σε τυπωμένο σχέδιο κάτι που είναι μικρότερο από αυτό το διακριτικό όριο.

ΣΤΟ ΤΕΛΙΚΟ ΤΥΠΩΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ, ΤΟ ΟΡΙΟ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ ΕΙΝΑΙ: 0,5 mm



Σχέδιο 8.1 Όρια απόδοσης ελάχιστων λεπτομερειών στα τυπωμένα σχέδια ανάλογα της κλίμακας σχεδίασης.

Στην **κλίμακα 1:50**, το **όριο** του μισού χιλιοστού στο τυπωμένο χαρτί, αντιστοιχεί σε **2,5 «πραγματικά εκατοστά»**. Οτιδήποτε μικρότερο από αυτό δεν φαίνεται, αλλά ακόμη και αν αποδοθεί σχεδιαστικά (με CAD, γιατί στο χέρι δεν θα μπορούσαμε να το σχεδιάσουμε), δεν έχει καμία πρακτική χρησιμότητα. Έτσι εξηγείται για παράδειγμα, γιατί στα σχέδια κατασκευής σε 1:50 δεν αποδίδεται ο σοβάς, ο οποίος έχει πραγματικό πάχος 2 cm, βρίσκεται δηλαδή κάτω από το όριο των 2,5 cm.

Οι κλίμακες που χρησιμοποιούμε στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό είναι οι ακόλουθες:

Πίνακας 8.10: Κλίμακες αρχιτεκτονικών σχεδίων.		
Κλίμακα σχεδίου	Σχέδια μελέτης που αντιστοιχούν σε κάθε κλίμακα	Απόδοση μέγιστης πραγματικής λεπτομέρειας
1:1000	Τοπογραφικά σχέδια.	50,0 cm
1:500	Τοπογραφικά σχέδια.	25,0 cm
1:200	Σχέδια αρχιτεκτονικής προμελέτης, Τοπογραφικά σχέδια.	10,0 cm
1:100	Σχέδια αρχιτεκτονικής προμελέτης.	5,0 cm
1:50	Σχέδια οριστικής μελέτης, μελέτης εφαρμογής και κατασκευής.	2,5 cm
1:25	Χρησιμοποιείται σπανιότερα αντί της 1:20 σε πολύ μεγάλες τομές.	1,25 cm
1:20	Σχέδια μελέτης εφαρμογής. Κατασκευαστικές τομές, αναπτύγματα χώρων, σχέδια σταθερού εξοπλισμού.	1,0 cm
1:10	Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών.	5,0 mm
1:5	Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών.	2,5 mm
1:1	Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών.	0,5 mm

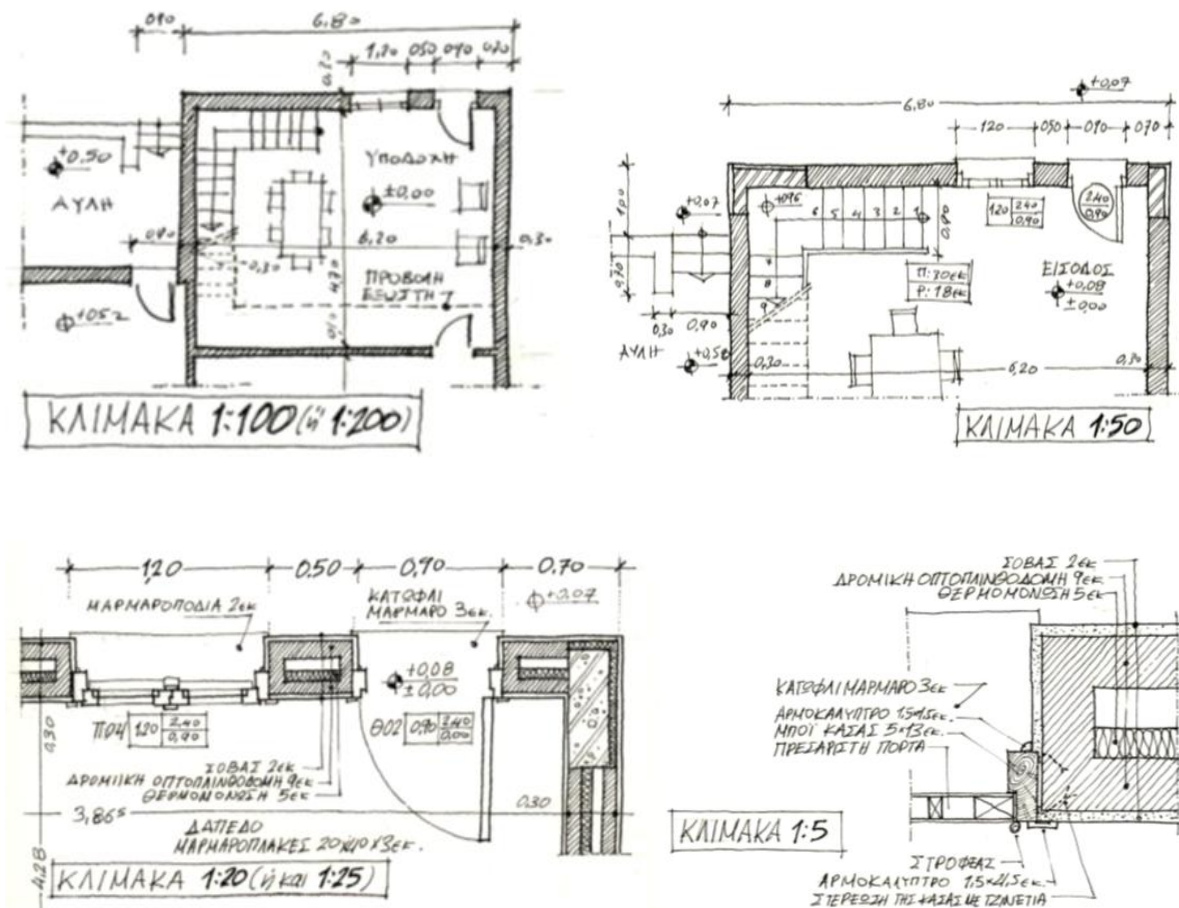
Η 1:50 αποτελεί τη βασική κλίμακα αναφοράς, τόσο κατά τη μελέτη, όσο και κατά την υλοποίηση του κτιρίου και, δεν είναι τυχαίο ότι το όριο διακριτικής ικανότητας των 2,5 cm, που αναφέρθηκε, αποτελεί ουσιαστικά και το **όριο ανοχής αποκλίσεων σε μια κατασκευή**. Σε αυτήν την κλίμακα απεικονίζονται όλα τα στοιχεία που είναι απαραίτητα και χρήσιμα για την κατασκευή, όπως ο φέρων οργανισμός του κτιρίου, οι τοίχοι πλήρωσης, οι μονώσεις, τα ανοίγματα και οι τύποι τους, οι αναλυτικές στάθμες, καθώς επίσης και ο σταθερός και κινητός εξοπλισμός και, φυσικά, η πλήρης διαστασιολόγηση που απαιτείται για να εκτελεστούν οι εργασίες.

Όταν έχουμε πολύ μεγάλα κτίρια των οποίων οι κατόψεις δεν είναι δυνατόν να χωρέσουν σε ένα χαρτί, τότε τα τυπώνουμε κατά τμήματα σε περισσότερα σχέδια, αφού τα χωρίσουμε σε λογικές ενότητες με μεταξύ τους αλληλοεπικάλυψη.

Στις πολύ μικρές κλίμακες (1:100 1:200 κλπ.) καταφεύγουμε υποχρεωτικά σε μια αφαίρεση και συνήθως παραλείπουμε τον διαχωρισμό μεταξύ φέροντος οργανισμού και στοιχείων πλήρωσης. Επίσης, αποδίδουμε αφαιρετικά τα στοιχεία εξοπλισμού και τα ανοίγματα, ενώ και οι διαστάσεις είναι επιλεκτικά λιγότερες και ειδικά στην 1:200, όπου διαστασιολογούνται μόνον οι γενικοί όγκοι του κτιρίου.



Εικόνα 8.3 Μερική κατεδάφιση κτιρίου που αποδίδει την τομή του σε φυσική κλίμακα.

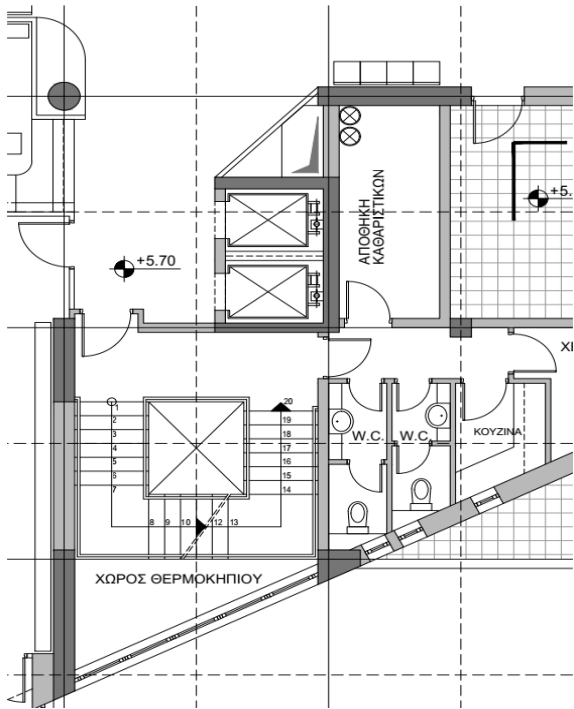


Εικόνα 8.2

Σχεδιαστική απόδοση πληροφορίας σε διαφορετικές κλίμακες κατόψεων.

Οι κλίμακες 1:20 και οι μεγαλύτερες, 1:10, 1:5, 1:1, αποτελούν αποκλειστικά κλίμακες εφαρμογής για την κατασκευή όπου αποδίδονται και οι πιο μικρές λεπτομέρειες όλων των στοιχείων που αποτελούν την κατασκευή, καθώς και του τρόπου συναρμογής τους.

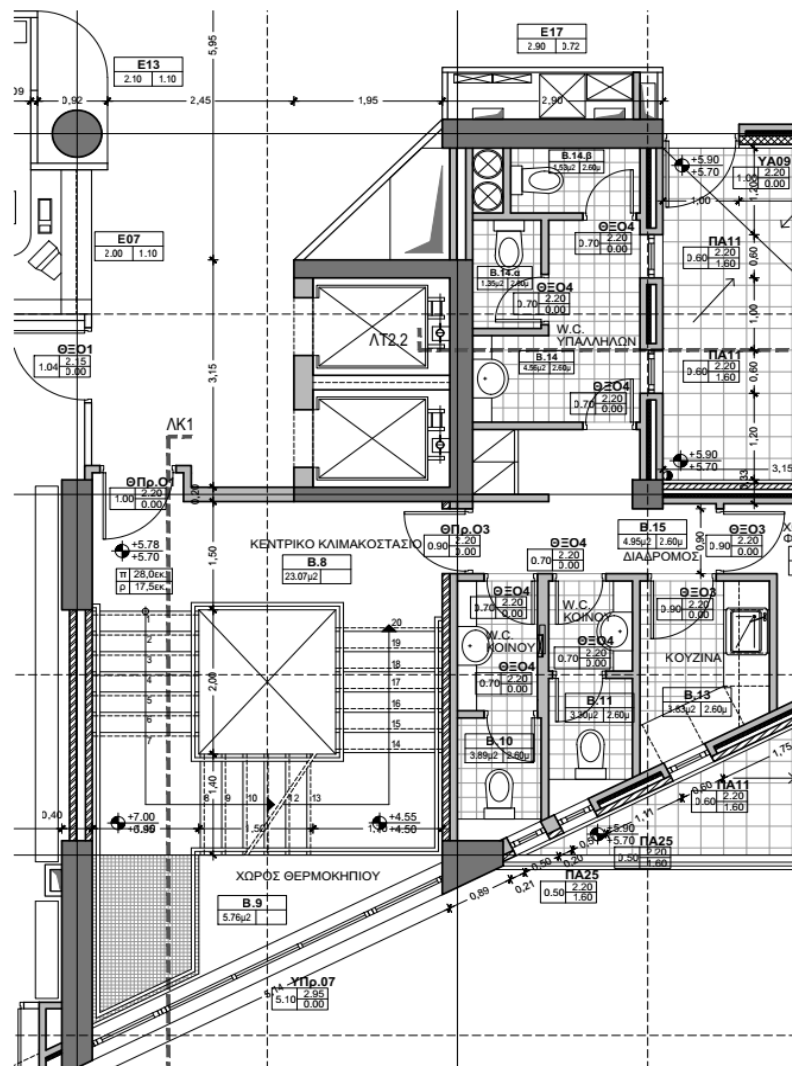
Σε αυτές εστιάζουμε σημειακά όπου συναρμόζονται διαφορετικά υλικά, αλλά και σε «ευαίσθητα» σημεία της κατασκευής που χρήζουν επεξήγησης. Εδώ τα επεξηγηματικά κείμενα κι η σχολαστική διαστασιολόγηση έχουν βαρύνουσα σημασία.

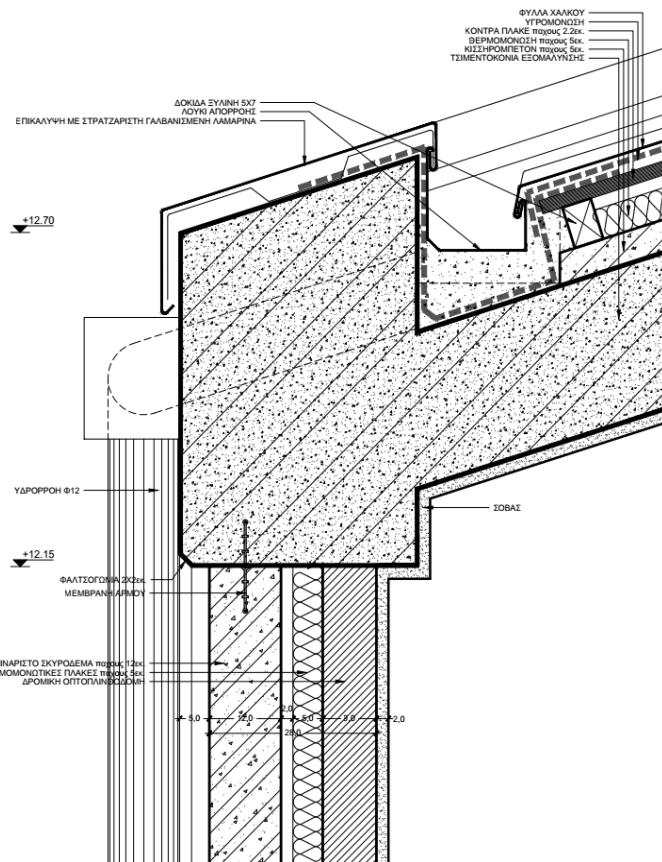
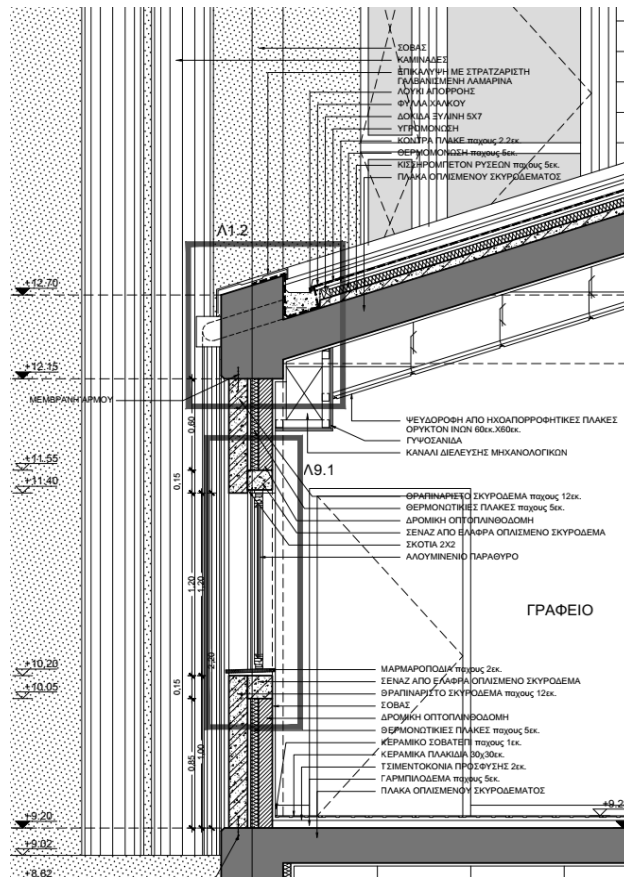


Σχέδια 8.2, 8.3

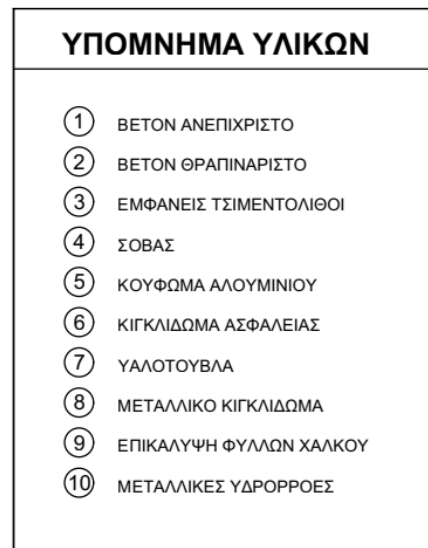
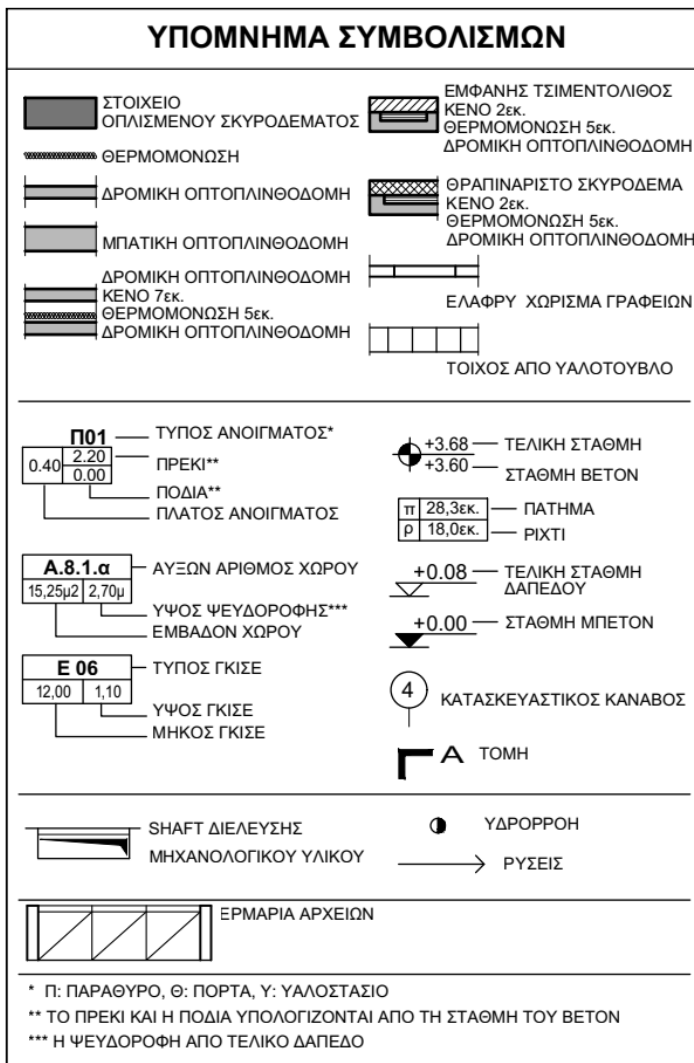
Ενδεικτική σύγκριση εξέλιξης της αρχιτεκτονικής οργάνωσης των χώρων, αλλά και του πλούτου της πληροφορίας στις κατόψεις κτιρίου στο ίδιο σημείο.

Η πρώτη από την προμελέτη σε κλίμακα 1:100 και η δεύτερη από τη μελέτη εφαρμογής σε κλίμακα 1:50.





Σχέδιο 8.5, 8.6 Τομές από τη μελέτη εφαρμογής σε κλίμακα 1:20 και δεξιά 1:5.



Σχέδιο 8.7 Τα υπομνήματα συμβολισμών και υλικών στις κατόψεις και τις τομές, βασισμένα σε καθιερωμένα πρότυπα, εξασφαλίζουν τη συνεπή αναγνωσιμότητα του σχεδίου.

8.2.2. Οι συμβολισμοί του σχεδίου, πίνακας υλικών και πίνακας συμβολισμών

Όλα τα υλικά που συγκροτούν το κτίριο πρέπει να ξεχωρίζουν και να γίνονται αντικείμενο ιδιαίτερου συμβολισμού. Ο τρόπος συμβολισμού τους μέχρι ενός σημείου είναι κωδικοποιημένος με τυπικό τρόπο, αλλά ταυτόχρονα είναι ανοικτός σε ιδιαιτερότητες και σε συμβολισμούς που δεν έχουν προβλεφθεί. Αρκεί όλα τα υλικά να καταγράφονται με μοναδικό τρόπο, χωρίς αντιφάσεις και αμφισημίες, στον «Πίνακα Υλικών» που πρέπει να υπάρχει σε κάθε σχέδιο και που θα πρέπει οπωσδήποτε να είναι ο ίδιος σε ολόκληρη τη μελέτη. Το ίδιο ισχύει και στα σύμβολα που χρησιμοποιούμε και αναφερόμαστε στις στάθμες, στις ενδείξεις όψεων και τομών, στους συμβολισμούς ανοιγμάτων κλπ. που πρέπει με συνέπεια να αποδίδονται και να καταγράφονται σε κάθε σχέδιο στον «Πίνακα Συμβολισμών».

8.2.3. Οι διαστάσεις

Στα αρχιτεκτονικά σχέδια οι διαστάσεις πρέπει να έχουν **απόλυτη ενότητα, αυστηρή τυποποίηση** και στα σχέδια κάθε κλίμακας να μην ανακατεύονται διαφορετικές μονάδες, όπως τα μέτρα

με τα εκατοστά και τα χιλιοστά· επίσης, πρέπει πάντοτε να εμφανίζουμε το ακέραιο μέρος και τα ανάλογα δεκαδικά ψηφία. Τέτοια προβλήματα συχνά παρατηρούνται στην ψηφιακή σχεδίαση με CAD και απαιτείται να προηγηθούν ειδικές σχολαστικές ρυθμίσεις για τη σωστή εμφάνιση των μονάδων στις διαστάσεις.

Πίνακας 8.11: Υποδείξεις για τη σωστή αναγραφή διαστάσεων.	
Λάθος	Σωστό
,25	0,25
12	12,00
5,343685	5,34
7,529243	7,53

Οι μονάδες μέτρησης και η προσέγγιση σε δεκαδικά είναι ανάλογη του υλικού κατασκευής και της κλίμακας σχεδίασης. Σε κατασκευές από σκυρόδεμα χρησιμοποιούμε τα μέτρα γιατί η ακρίβεια μισού εκατοστού είναι το όριο λεπτομέρειας που μπορεί να κατασκευάσει ένας τεχνίτης. Για παράδειγμα, γράφουμε **8,30 m** και αν απαιτείται **8,305 m** (σε σχεδίαση με το χέρι, συχνά το τρίτο δεκαδικό μέρος αποδίδεται ως εκθέτης, π.χ. **8,30⁵ m**). Πρέπει να επισημανθεί ότι δεν έχουν νόημα διαστάσεις σε τρίτο δεκαδικό, για παράδειγμα **8,603 m**. Αυτά τα 3 χιλιοστά καλό είναι να στρογγυλοποιηθούν σε **8,60 m** ή σε **8,605 m**. Εάν εμφανίζονται τέτοια «παράξενα» μέτρα, τότε οφείλουμε να ελέγξουμε ολόκληρο το κτίριο και, αν είναι απαραίτητο, να μικροτροποποιήσουμε τις διαστάσεις του (εφόσον αναφερόμαστε σε ορθοκανονικές διαστάσεις και όχι σε λοξές αποτμήσεις, στις οποίες επίσης θα χρησιμοποιήσουμε δύο δεκαδικά).

Σε μεταλλικές κατασκευές η ακρίβεια σε χιλιοστά είναι απαραίτητη. Σε ξυλουργικές εργασίες η ακρίβεια εκατοστών ή χιλιοστών είναι επίσης απαραίτητη.

Πίνακας 8.12: Μονάδες διαστάσεων και ακρίβεια ανάλογα με το υλικό κατασκευής και την κλίμακα του σχεδίου.				
Μονάδα	Δεκαδικό μέρος	Παράδειγμα	Κλίμακες	Υλικό κατασκευής
Μέτρα m	Δύο δεκαδικά ψηφία	25,67 m	έως 1:20	Για όλα τα υλικά και ειδικά για τα τούβλα και το σκυρόδεμα.
Εκατοστά cm	Ένα δεκαδικό ψηφίο	46,5 cm	1:20 έως 1:1	Για λεπτομέρειες σε όλα τα υλικά.
Χιλιοστά mm	Χωρίς δεκαδικό μέρος	1546 mm	Όλες οι κλίμακες	Για μεταλλικά κτίρια.
			1:10 έως 1:1	Για όλα τα υλικά εκτός από τα τούβλα και το σκυρόδεμα.

Η αλλαγή μονάδων στις διαστάσεις είναι απαραίτητη για λόγους κατανόησης και σωστής αντίληψης των μεγεθών. Για παράδειγμα, σε σχέδιο λεπτομέρειας γράφουμε ότι ένα στοιχείο έχει διάσταση **2,5 mm**, αλλά δεν είναι λογικό να γράψουμε **0,0025 m**. Επίσης, δεν είναι λογικό να εμφανίζουμε δεκαδικό μέρος σε διαστάσεις που είναι σε χιλιοστά, όπως για παράδειγμα **25,3 mm**. Τέτοιος βαθμός ακρίβειας **δεν έχει νόημα** σε κανένα δομικό έργο. **Υποδιαίρέσεις του χιλιοστού χρησιμοποιούνται μόνο στα μηχανουργία** επεξεργασίας μετάλλων, όπου οι ακρίβειες κατεργασίας μπορεί να φτάσουν στο χιλιοστό του χιλιοστού, δηλαδή σε μικρόμετρα (μm), αλλά αυτό αφορά τα μηχανολογικά εξαρτήματα και ποτέ τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.

8.2.4. Διαστασιολόγηση και οι διαστάσεις στο σχέδιο

Τα σχέδια πρέπει να είναι σχολαστικά διαστασιολογημένα. Δεν επιτρέπεται κατά την κατασκευή να εξαγονται συμπεράσματα με μέτρηση διαστάσεων επάνω στο σχέδιο χρησιμοποιώντας κλιμακόμετρο. Αυτό είναι προφανές από τη φύση της τεχνικής εργασίας. Σχεδιάζουμε σε μέτρα και πάντα με δύο διακριτά δεκαδικά ψηφία. Καμιά φορά είναι απαραίτητη η **αλλαγή μονάδων διαστάσεων**, για παράδειγμα από μέτρα σε εκατοστά ή σε χιλιοστά σε σχέδια λεπτομερειών. Πρέπει αυτή η αλλαγή να δηλώνεται με ρητή αναφορά στο υπόμνημα. Γράφουμε, για παράδειγμα, στο υπόμνημα: «Οι διαστάσεις σε Εκατοστά» ή «Οι διαστάσεις σε Χιλιοστά». Τα χιλιοστά χρησιμοποιούνται πολύ συχνά σε σχέδια μεταλλικών κτιρίων, γιατί η φύση του υλικού έχει αυτήν την απαίτηση ανοχών.

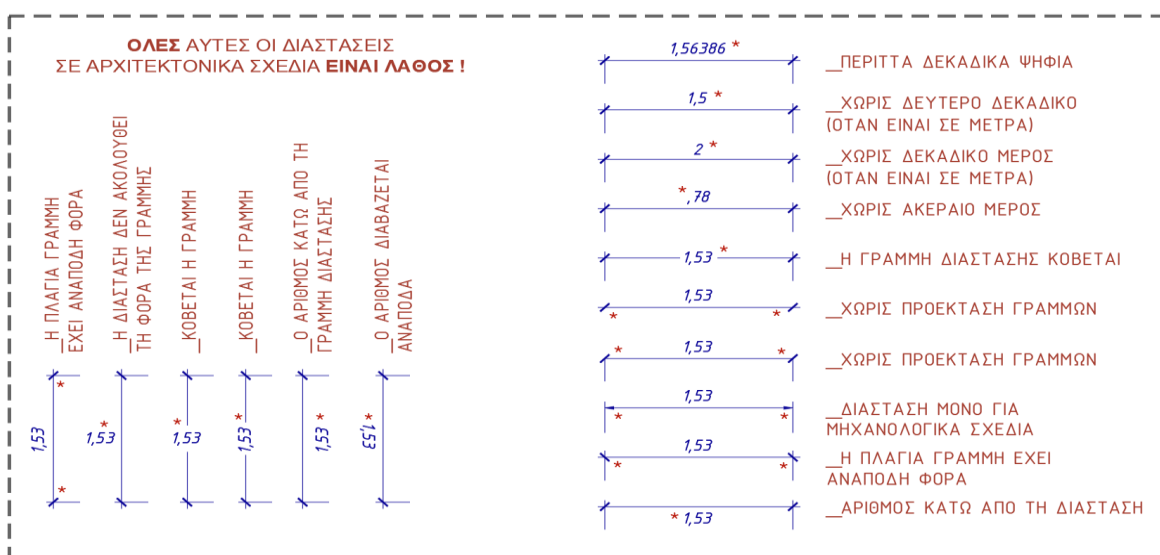
Σχόλια και μερικές παρατηρήσεις για σχέδια σε αγγλοσαξονικό σύστημα μονάδων.

Σε σχέδια που προέρχονται από χώρες με το **αγγλοσαξονικό σύστημα μονάδων*** (πόδια, ίντσες), όταν υπάρχει απαίτηση να μεταφερθούν οι διαστάσεις στο **μετρικό σύστημα**, τότε χρησιμοποιούμε τα **ακέραια χιλιοστά**. Αυτό είναι λογικό γιατί εάν, για παράδειγμα, έχουμε μια διάσταση **14'** (δεκατέσσερα πόδια), αυτή θα μετατραπεί σε **4267 mm** και όχι σε **4267,2 mm** ούτε σε **4,2672 m**, αλλά ούτε και σε **4,26 m**, διότι κατά τη μετατροπή, οι διαφορές των δεκαδικών σε επιμέρους διαστάσεις αθροίζονται και προκύπτουν ασυμφωνίες στις συνολικές διαστάσεις του κτιρίου. Η Μεγάλη Βρετανία ακολουθεί πλέον το μετρικό σύστημα, ενώ στις ΗΠΑ το μετρικό σύστημα χρησιμοποιείται αποκλειστικά στην αεροδιαστημική βιομηχανία.

Προσοχή στις μετατροπές, επειδή ακολουθείται το δωδεκαδικό σύστημα υποδιαίρεσης των μονάδων* και ένα πόδι (1') έχει δώδεκα ίντσες (12"). Για παράδειγμα, σε μια διαίρεση που δίνεται σε δεκαδικό σύστημα, σημαίνει ότι 17' πόδια διά 2, μας δίνουν πηλίκο οκτώμισι πόδια 8,5' (οκτώμισι δεκαδικά πόδια) ή αλλιώς 8' 6" (οκτώ πόδια και έξι ίντσες) δηλαδή, $17' \div 2 = 8,5' = 8' 6"$ (οκτώμισι δεκαδικά πόδια είναι οκτώ πόδια και έξι ίντσες).

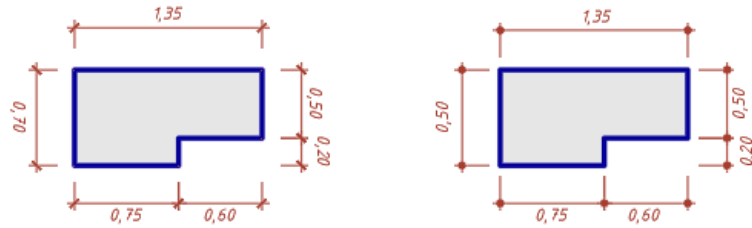
(*) Σημείωση: Μία **ίντσα** συμβολίζεται **1"**, ένα **πόδι** συμβολίζεται **1'** και ένα πόδι έχει 12 ίντσες.

Επίσης, έχουμε: $1" = 2,54 \text{ cm}$, $1' (\text{πόδι}) = 12" (\text{ίντσες}) = 12 \times 2,54 \text{ cm} = 30,48 \text{ cm}$.

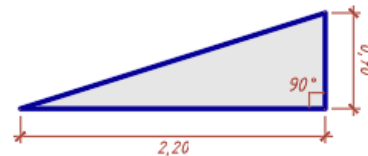
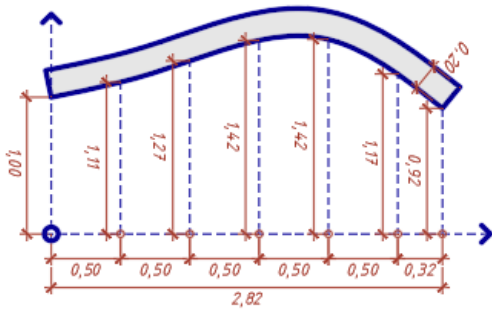
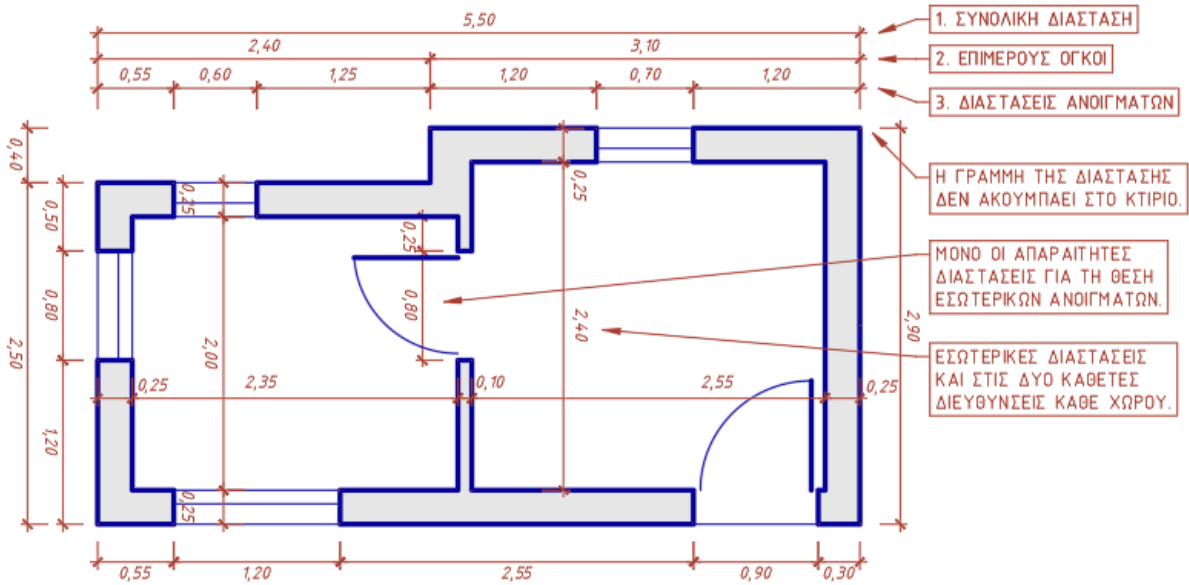


Σχέδιο 8.8 Επισημάνση λανθασμένων διαστάσεων σε αρχιτεκτονικά σχέδια.

ΤΥΠΟΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

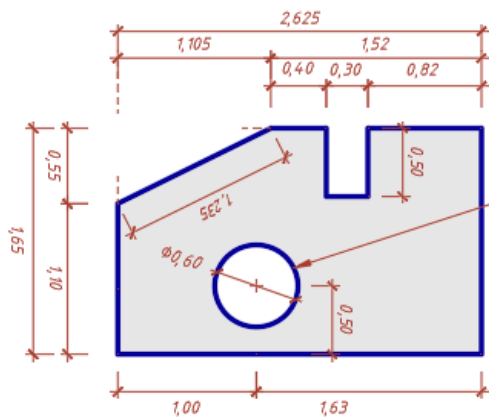


ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΑΤΟΨΗΣ



ΣΕ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΠΡΟΤΙΜΟΥΜΕ ΤΙΣ ΟΡΘΟΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΦΕΥΓΟΥΜΕ ΝΑ ΔΙΝΟΥΜΕ ΑΛΛΕΣ ΓΩΝΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΡΘΗ.

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΜΕ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ



ΠΡΟΣΟΧΗ ΕΦΟΣΩΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΤΡΙΤΑ ΔΕΚΑΔΙΚΑ ΨΗΦΙΑ. ΑΡΚΕΙ ΑΚΡΙΒΕΙΑ: $\pm 5 \text{ mm}$ Ή $\pm 0,005 \text{ m}$

ΣΕ ΚΥΚΛΟΥΣ ΣΗΜΕΙΩΝΟΥΜΕ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΟΥΜΕ:
Α. ΤΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟ "φ"
Β. ΤΙΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ

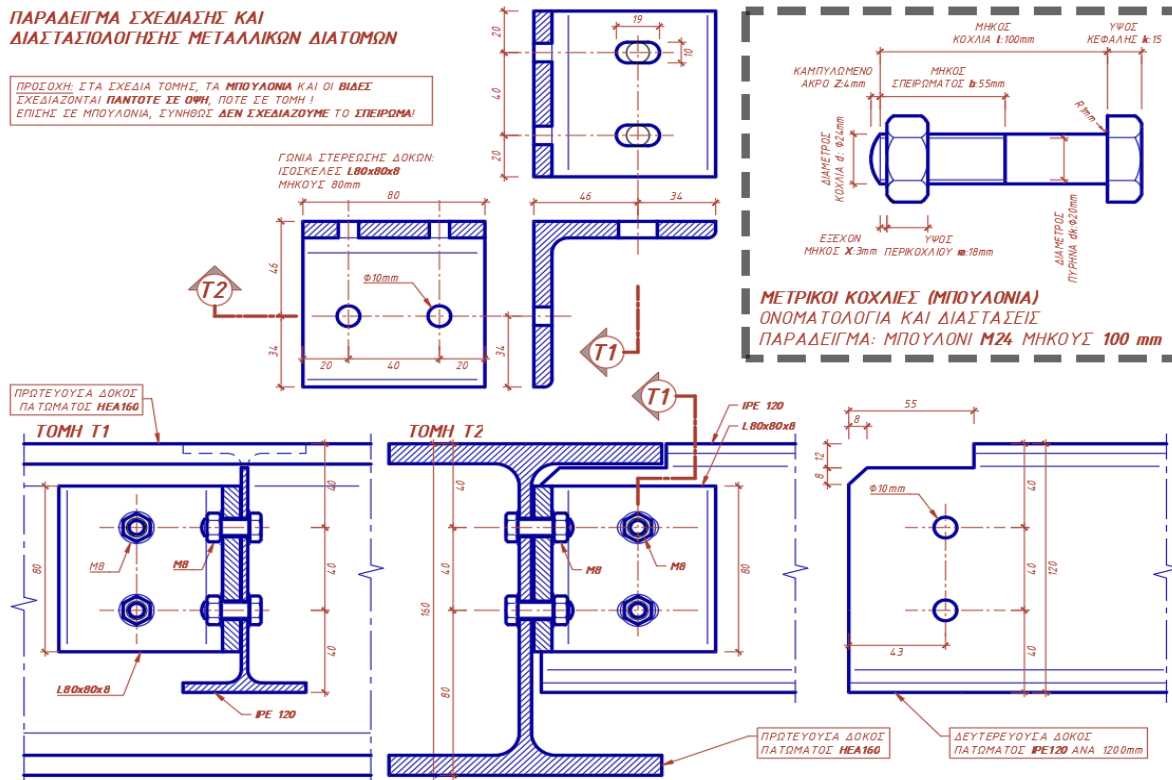
Σχέδιο 8.9

Επισημάνσεις για τις διαστάσεις σε αρχιτεκτονικά σχέδια.

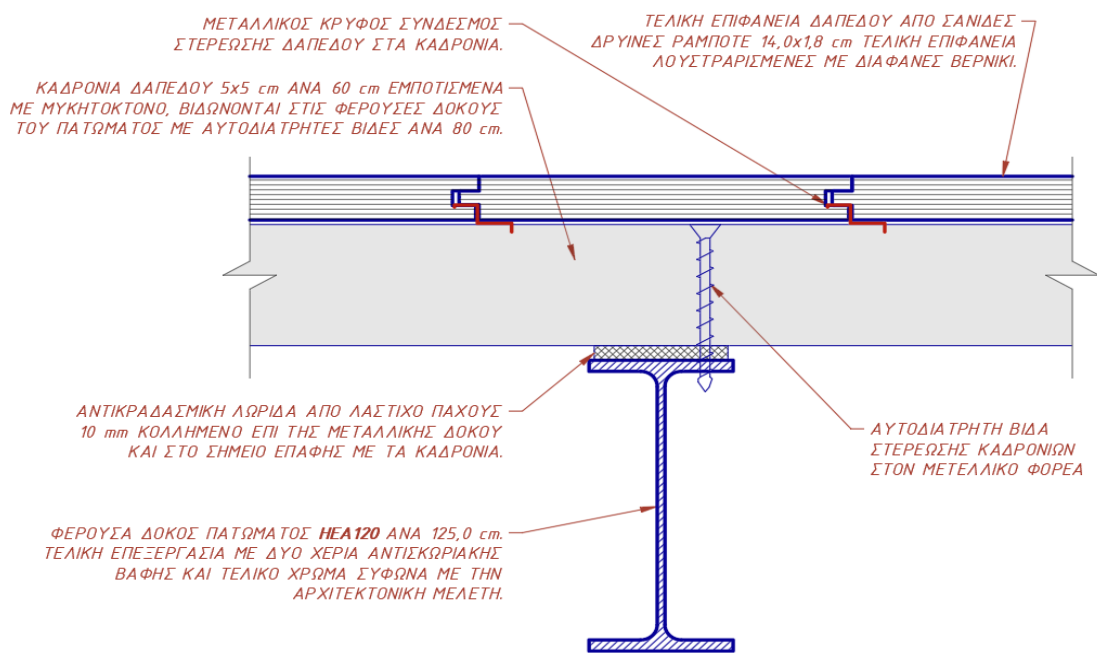
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΣΤΑ ΣΧΕΔΙΑ ΤΟΜΗΣ, ΤΑ ΜΠΟΥΛΟΝΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΒΙΔΕΣ ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΙ ΠΑΝΤΟΤΕ ΣΕ ΟΜΗ, ΠΟΤΕ ΣΕ ΤΟΜΗ! ΕΠΙΣΗΣ ΣΕ ΜΠΟΥΛΟΝΙΑ, ΣΥΝΗΘΩΣ ΔΕΝ ΣΧΕΔΙΑΖΟΥΜΕ ΤΟ ΣΠΕΙΡΩΜΑ!

ΓΩΝΙΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ ΔΟΚΩΝ: ΙΣΟΚΕΛΕΣ $L80 \times 80 \times 8$ ΜΗΚΟΥΣ 80mm



Σχέδιο 8.10 Παράδειγμα σχεδίασης και διαστασιολόγησης μεταλλικών διατομών.



ΚΑΔΡΟΝΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ 5x5 cm ΑΝΑ 60 cm ΕΜΠΟΤΙΣΜΕΝΑ ΜΕ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΟ, ΒΙΔΩΝΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΔΟΚΟΥΣ ΤΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΥΤΟΔΙΑΤΡΗΤΕΣ ΒΙΔΕΣ ΑΝΑ 80 cm.

ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ ΑΠΟ ΣΑΝΙΔΕΣ ΔΡΥΙΝΕΣ ΡΑΜΠΟΤΕ 14,0x1,8 cm ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΛΟΥΣΤΡΑΡΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕ ΔΙΑΦΑΝΕΣ ΒΕΡΝΙΚΙ.

ΑΝΤΙΚΡΑΔΑΣΜΙΚΗ ΛΩΡΙΔΑ ΑΠΟ ΛΑΣΤΙΚΟ ΠΑΧΟΥΣ 10 mm ΚΟΛΛΗΜΕΝΟ ΕΠΙ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΔΟΚΟΥ ΚΑΙ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΑ ΚΑΔΡΟΝΙΑ.

ΑΥΤΟΔΙΑΤΡΗΤΗ ΒΙΔΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ ΚΑΔΡΟΝΙΩΝ ΣΤΟΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΦΟΡΕΑ

ΦΕΡΟΥΣΑ ΔΟΚΟΣ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ HEA 120 ΑΝΑ 125,0 cm. ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΔΥΟ ΧΕΡΙΑ ΑΝΤΙΣΚΩΡΙΑΚΗΣ ΒΑΦΗΣ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΟ ΧΡΩΜΑ ΣΥΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΕΡΙΧΕΤΑΙ ΣΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ:

1. ΠΟΙΑ Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ:	ΤΕΛΙΚΟ ΔΑΠΕΔΟ	ΦΕΡΟΥΣΑ ΔΟΚΟΣ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ
2. ΤΙ ΥΛΙΚΟ ΕΙΝΑΙ:	ΣΑΝΙΔΕΣ ΞΥΛΟΥ ΔΡΥΙΝΕΣ	ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΙΡΕ
3. ΤΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΧΕΙ:	1,8 x 14 cm	ΥΨΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ 120 mm
4. ΠΩΣ ΣΤΕΡΕΩΝΕΤΑΙ:	ΡΑΜΠΟΤΑΡΕΤΑΙ	(ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ ΑΠΟ ΤΑ ΣΤΑΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ)
5. ΑΝΑ ΠΟΙΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΠΟΘΕΤΕΙΤΑΙ:	ΡΑΜΠΟΤΕ ΣΕ ΕΠΑΦΗ	ΒΙΔΩΝΟΝΤΑΙ ΑΝΑ 125,0 cm
6. ΠΟΙΑ Η ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ:	ΔΙΑΦΑΝΕΣ ΒΕΡΝΙΚΙ	ΑΝΤΙΣΚΩΡΙΑΚΗ ΒΑΦΗ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑ.

Σχέδιο 8.11 Επισημάνση της απαιτούμενης ταυτότητας πληροφορίας σε σχέδια λεπτομεριών.

8.3. Ζητήματα απόδοσης γραφικών σχεδιαστικών στοιχείων σε αρχιτεκτονικά σχέδια

8.3.1. Χάραξη δρόμων και κεκλιμένων επιπέδων σε ισοϋψείς καμπύλες

Κατά τη σχεδίαση ενός τοπογραφικού σχεδίου ή την κατασκευή προπλασμάτων, χρειάζεται να χαράξουμε δρόμους, μονοπάτια ή απλά κεκλιμένα επίπεδα. Τότε οι υψομετρικές καμπύλες τέμνονται από αυτούς τους δρόμους.

Η μέθοδος για τη σωστή χάραξή τους και για τον μετασχηματισμό των καμπυλών είναι η εξής:

Ξεκινάμε με τη βασική παρατήρηση πως οι ισοϋψείς καμπύλες τέμνουν πάντοτε τον δρόμο σχεδόν κάθετα και όχι υπό γωνία.

Αυτό συμβαίνει γιατί ο κάθε δρόμος που έχει κλίση και είναι ανηφορικός, έχει σχεδόν το ίδιο υψόμετρο σε κάθε σημείο εγκάρσια στον άξονά του. Πρέπει δηλαδή κάθε εγκάρσια τομή να είναι πάντα σχεδόν οριζόντια.

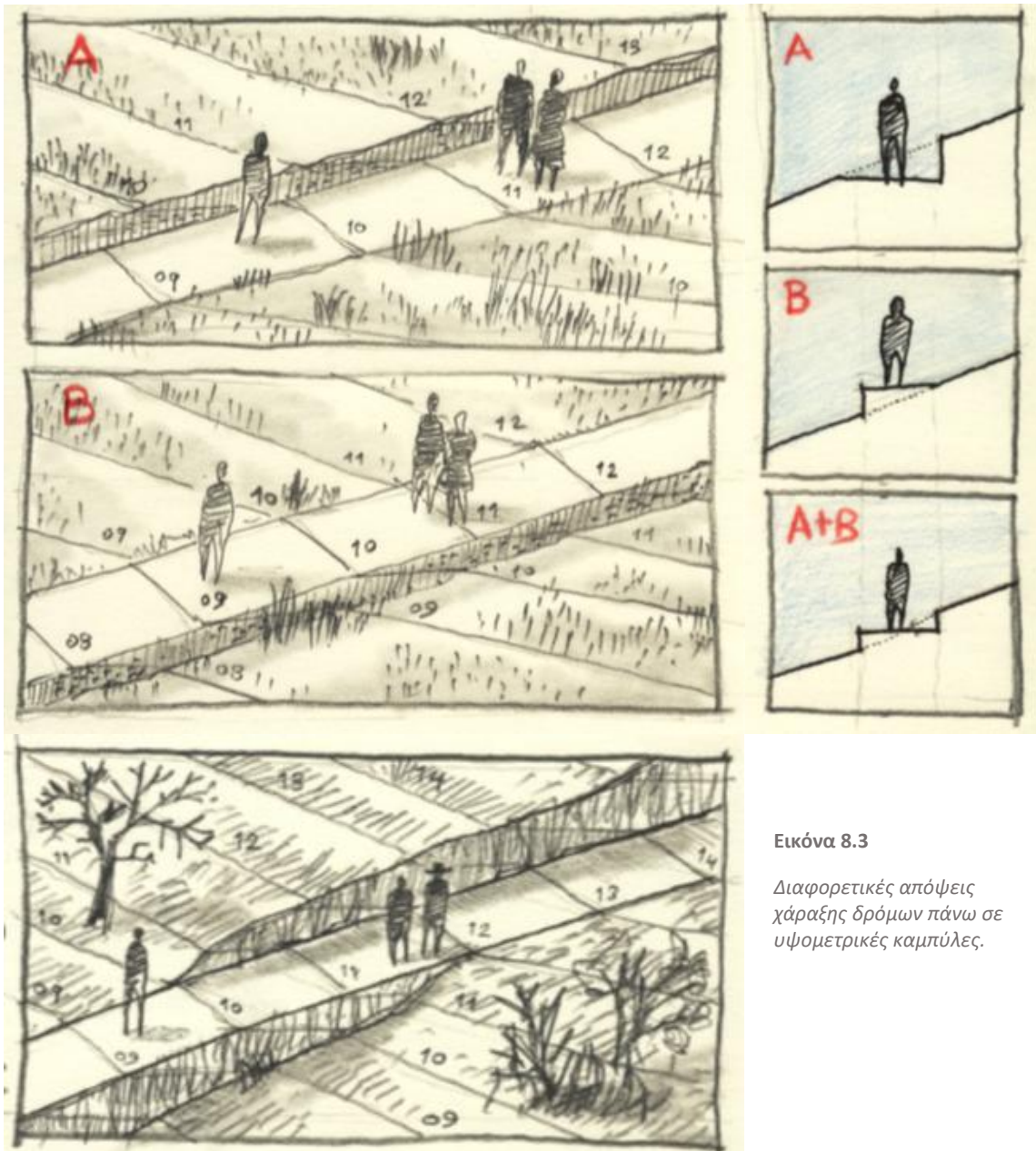
Υπάρχουν τρεις τρόποι για να αποδοθούν οι δρόμοι καθώς τέμνουν τις ισοϋψείς καμπύλες. Αυτούς τους τρόπους, που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα, ας τους ονομάσουμε 'Α', 'Β' και 'Α+Β', εξαιτίας του ότι η τρίτη μέθοδος προκύπτει από συγκερασμό των δύο προηγούμενων.

Οι ισοϋψείς καμπύλες, μόλις συναντήσουν τον δρόμο ή το κεκλιμένο επίπεδο, «στρίβουν» κάθετα στον άξονά του, κατά τον τρόπο που φαίνεται στα σκαριφήματα. Η μέθοδος 'Α' σημαίνει εκσκαφή του φυσικού εδάφους, η μέθοδος 'Β' σημαίνει επίχωση του φυσικού εδάφους και, τέλος, στη μέθοδο που ονομάσαμε 'Α+Β', έχουμε ταυτόχρονα εκσκαφή και επίχωση.

Επειδή όμως το έδαφος δεν έχει πάντοτε ομαλή ή κανονική κλίση, δηλαδή οι υψομετρικές καμπύλες παρουσιάζουν διαφορετική πυκνότητα κατά τόπους, συμβαίνει στη χάραξη του δρόμου να εμφανίζονται ταυτόχρονα όλες οι περιπτώσεις.

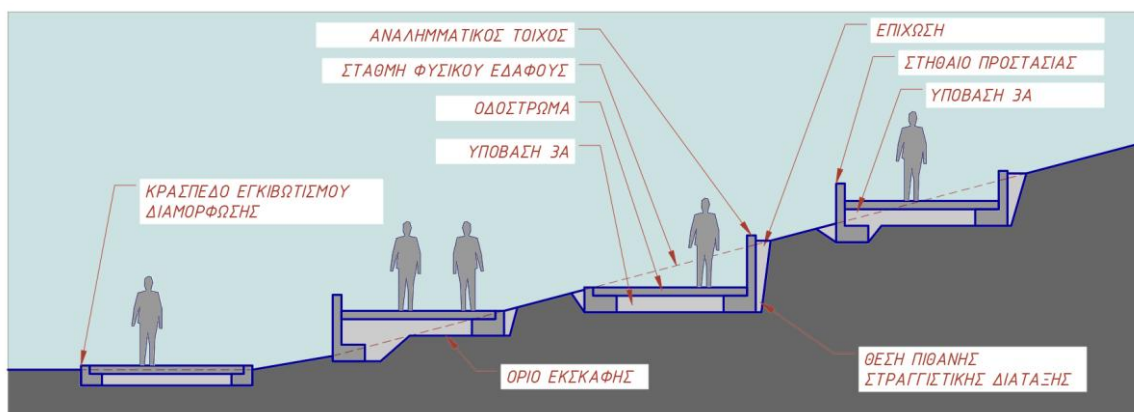
Το κριτήριο για την επιλογή της κάθε περίπτωσης, όπως φαίνεται στο σχήμα, έχει να κάνει με την κλίση του εδάφους, την οικονομία του ως τεχνικού έργου και, το σπουδαιότερο, την αισθητική απαίτηση του αρχιτέκτονα για το οπτικό αποτύπωμα που αφήνει στο τοπίο.

Για μικρές κλίσεις η επιλογή 'Β' (σχ. 1) φαίνεται ικανοποιητική. Αντίθετα, για ισχυρότερες κλίσεις του εδάφους η επιλογή της μεθόδου 'Β' (σχ. 2) δίνει μεγάλο 'οπτικό αποτύπωμα' στην πλαγιά, επειδή απαιτείται η κατασκευή τοιχείου αντιστήριξης και ενδεχομένως και η τοποθέτηση στηθαίου ή και κιγκλιδώματος για την προστασία από πτώση. Τέλος, το πλάτος του δρόμου είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή μας.



Εικόνα 8.3

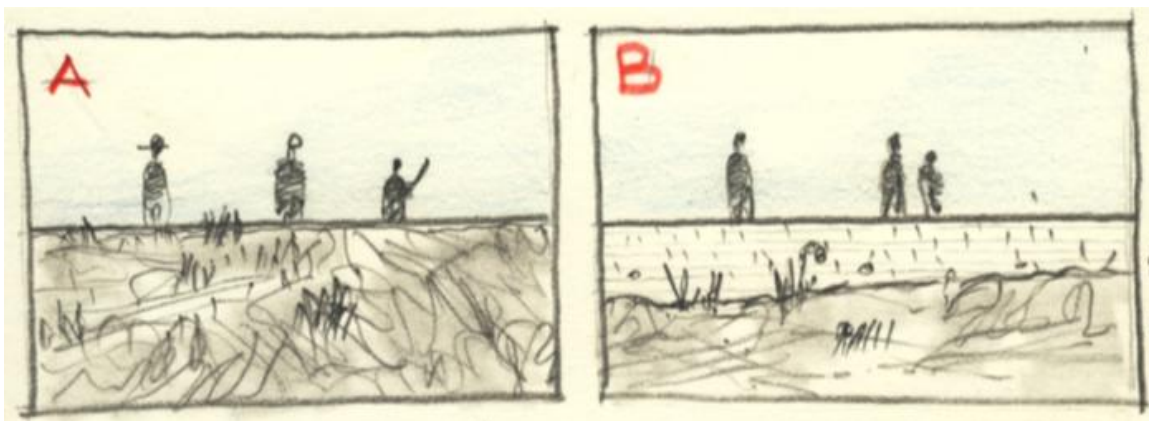
Διαφορετικές απόψεις χάραξης δρόμων πάνω σε υψομετρικές καμπύλες.



ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΔΡΟΜΩΝ, ΜΟΝΟΠΑΤΙΣΩΝ ΚΑΙ ΠΛΑΤΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΔΑΦΗ ΜΕ ΚΛΙΣΕΙΣ

Σχέδιο 8.12 Περιπτώσεις διαμόρφωσης διατομής δρόμων και πλατωμάτων σε εδάφη με κλίσεις.

Στα ακόλουθα σχήματα βλέπουμε τις οπτικές επιπτώσεις στη χάραξη ενός δρόμου όταν αυτός ιδωθεί από χαμηλότερο επίπεδο.



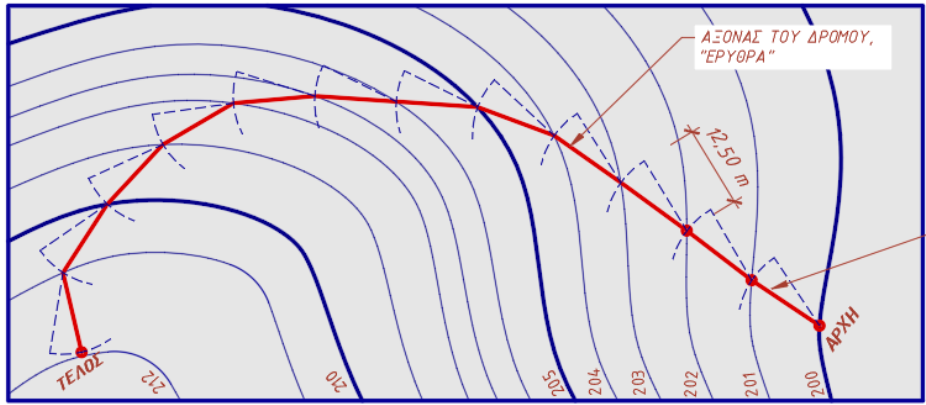
Εικόνες 8.5 Προοπτικές απόψεις χάραξης κεκλιμένων δρόμων.

Η θεμελίωση, οι διαστάσεις και το βάθος της χάραξης προσδιορίζονται ανάλογα με το ύψος του τοιχείου και με την ποιότητα του εδάφους.

Για τη **χάραξη ενός δρόμου** ή ενός **μονοπατιού** ή ενός **κεκλιμένου επιπέδου** σε υψομετρικές καμπύλες ακολουθείται διαδικασία που περιγράφεται σε τέσσερα βήματα:

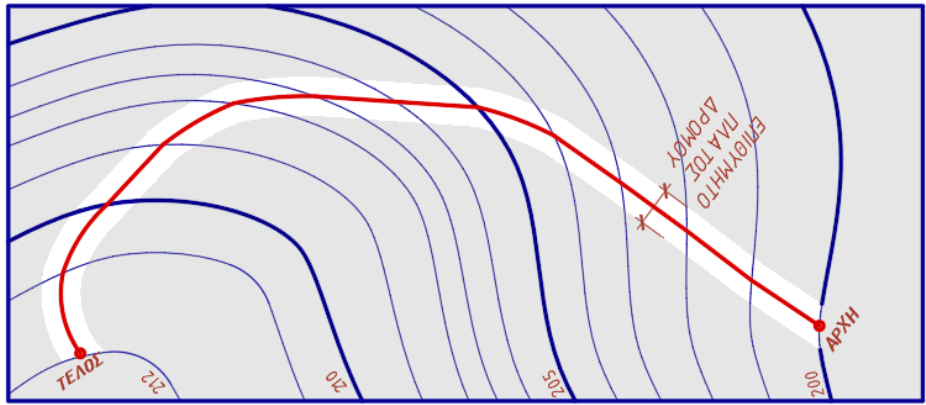
1. Επιλέγουμε το σημείο **αρχής** (ή τέλους) επάνω στον **άξονα** του δρόμου, που στην οδοποιία ονομάζεται **ερυθρά** και σημειώνεται με **κόκκινη γραμμή**. Η ερυθρά περνάει ακριβώς από το μέσον του δρόμου, καθορίζει με καμπύλες τη γεωμετρία της χάραξης των στροφών, τα τελικά υψόμετρα και την κατά μήκος κλίση του. Έχουμε επίσης αποφασίσει την επιθυμητή **κλίση** (για τα οχήματα είναι μέχρι 17%, για τους πεζούς μέχρι 12%, για άτομα μειωμένης κινητικότητας 5% κλπ.).
2. Από αυτό το σημείο αρχής (ή τέλους) του δρόμου, τέμνουμε διαδοχικά τις υψομετρικές καμπύλες σε **ισομήκη ευθύγραμμα τμήματα**, που έχουν μήκος όσο είναι απαραίτητο για να καλυφθεί η υψομετρική διαφορά μεταξύ τους. Για παράδειγμα, σε **ισοΰψεις** ανά 1,00 m και με κλίση 12% θα πρέπει αυτά τα ευθύγραμμα τμήματα να έχουν μήκος 8,5 m.
3. Αφού χαράξουμε την ερυθρά σε όλο το μήκος της, σχεδιάζουμε δύο παράλληλες γραμμές ως προς αυτή, που αποτελούν τα **εκατέρωθεν όρια του δρόμου**, δηλαδή **το πλάτος του**, που συνήθως παραμένει σταθερό.
4. Τέλος, **μετασχηματίζουμε** τις υψομετρικές καμπύλες στα σημεία που τέμνονται με τον άξονα (δηλαδή με την ερυθρά) και για πλάτος παίρνουμε όσο το πλάτος του δρόμου. Τις **περιστρέφουμε κάθετα** στον **άξονα**, επειδή, όπως είναι λογικό, κάθε δρόμος έχει πάντα το ίδιο (περίπου) υψόμετρο σε όλο το πλάτος του. Τέλος, ενώνουμε τα σημεία διακοπής στα όρια του δρόμου για να αποκαταστήσουμε τη συνέχεια των υψομετρικών καμπυλών.

Στην αξονομετρική απεικόνιση φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο οι **ισοΰψεις καμπύλες** τέμνουν το ανάγλυφο ενός δρόμου, καθώς και τα **κράσπεδα** του πεζοδρομίου. Στο ακόλουθο σκαρίφημα αποδίδονται σε **κάτοψη** οι καμπύλες και φαίνεται το πώς αυτές διασχίζουν σχεδόν **κάθετα** τον δρόμο, αλλά και ο χαρακτηριστικός τρόπος με τον οποίο **συναντώνται** με τα **κράσπεδα** του πεζοδρομίου, τη **διαχωριστική νησίδα** και τα **τοιχία αντιστήριξης**.

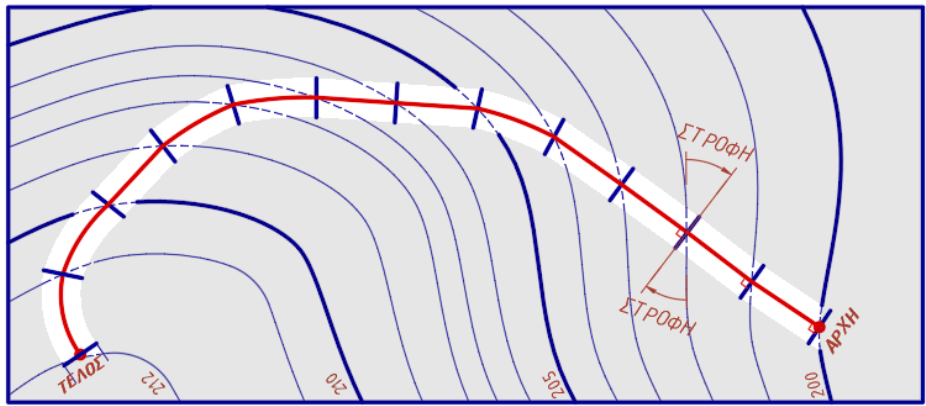


ΧΑΡΑΞΗ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΔΡΟΜΟΥ (ΕΡΥΘΡΑ) ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΜΗΚΟΣ ΑΠΟ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΕ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ.

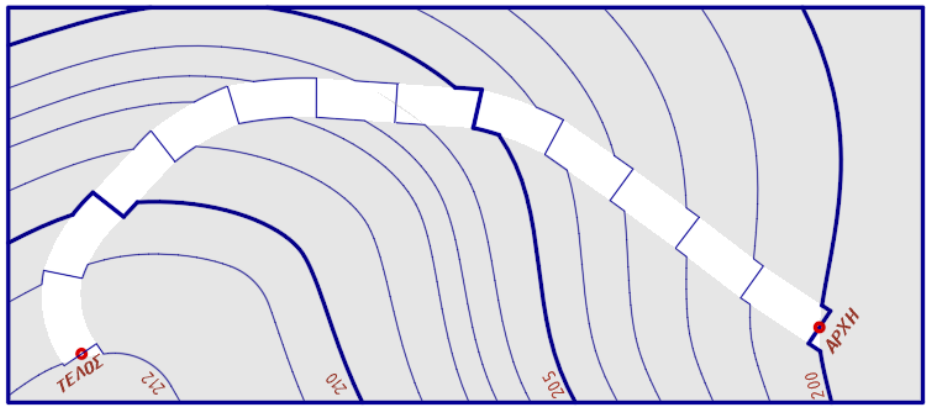
ΕΙΣΤΩ ΚΛΙΣΗ 8% ΓΙΑ ΥΨΟΣ: $\Delta h=1,00$; ΜΗΚΟΣ: $\Delta=12,50$ m



ΧΑΡΑΞΗ ΤΟΥ ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΡΥΘΡΑ



ΣΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΤΟΜΗΣ ΤΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗΝ "ΕΡΥΘΡΑ", ΓΙΝΕΤΑΙ Η "ΣΤΡΟΦΗ" ΤΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΑΘΕΤΑ ΣΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ.



"ΣΥΝΔΕΣΗ" ΤΩΝ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΕΚΑΤΕΡΩΘΕΝ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ.

Σχέδιο 8.13

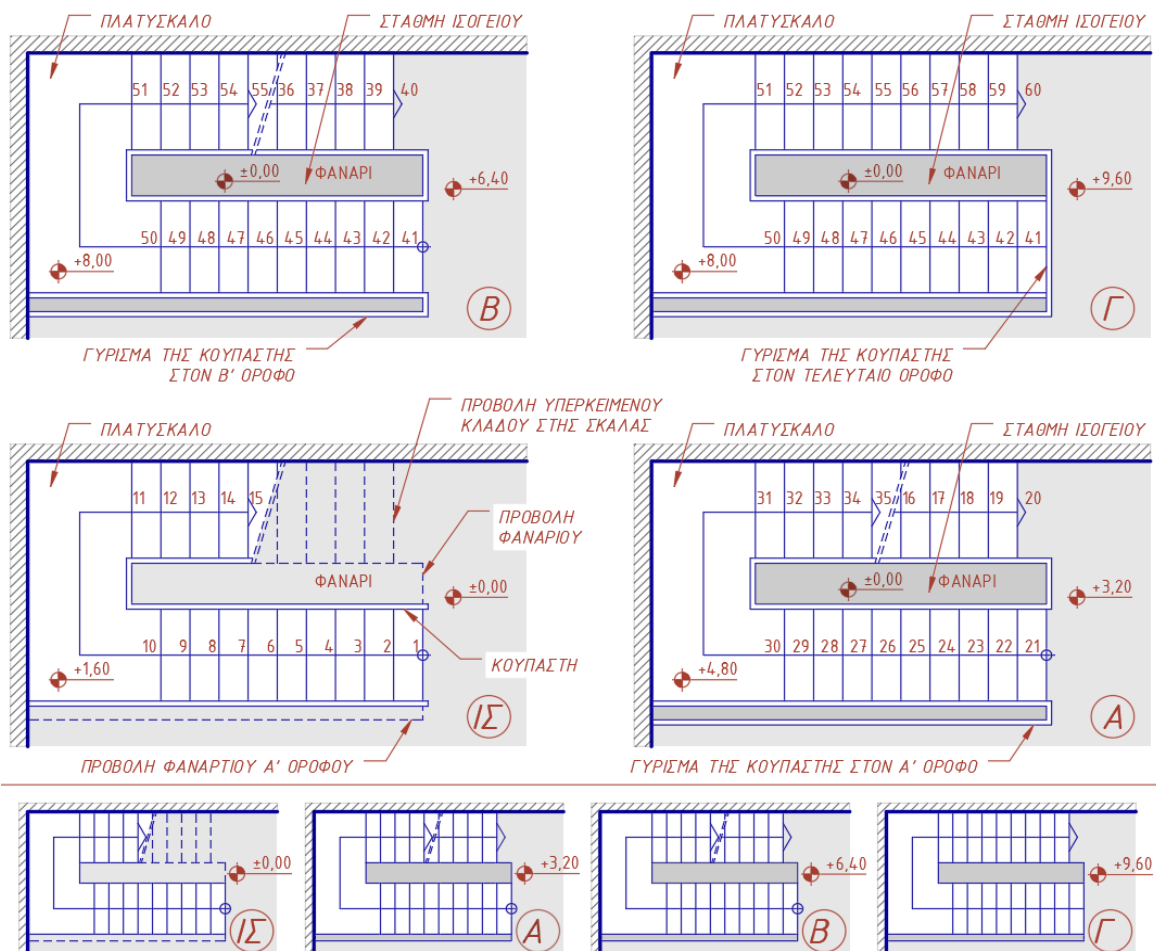
Παράδειγμα με μέθοδο χάραξης δρόμων σε υψομετρικές καμπύλες.

8.3.2. Σχεδιαστική απόδοση της σκάλας

Στα ακόλουθα σκαριφήματα έχει αποδοθεί σχεδιαστικά μια τυπική σκάλα με δύο κλάδους και πλατύσκαλο που εφάπτεται σε δύο πλευρές στους τοίχους του κτιρίου.

Το **πρώτο** σκαριφήμα αντιστοιχεί στην κατώτατη στάθμη (π.χ. $\pm 0,00$), στο σημείο δηλαδή όπου ξεκινάει η σκάλα και γι' αυτό ο υπερκείμενος κλάδος φαίνεται με διακεκομμένη γραμμή προβολής άνοψης. Το **δεύτερο** σκαριφήμα αντιστοιχεί στον 1ο όροφο ($+3,20$), εφόσον η σκάλα ακολουθεί την ίδια χάραξη και δεν αλλάζουν τα ύψη. Το **τρίτο** σκαριφήμα αντιστοιχεί στον 2ο όροφο ($+6,40$), αλλά και σε κάθε επόμενο τυπικό όροφο. Το **τέταρτο** σκαριφήμα αντιστοιχεί στην ανώτερη στάθμη απόληξης του κλιμακοστασίου ($+9,60$). Για να είναι ορθή η σχεδίαση πρέπει να περιλαμβάνει πάντοτε τα ακόλουθα στοιχεία, όπως αυτά επισημαίνονται στα σκαριφήματα:

- Στην κατώτερη στάθμη δείχνονται με εστιγμένη γραμμή οι προβολές της άνοψης, τόσο του κλάδου ανάβασης, όσο και του φαναριού της σκάλας.
- Σχεδιάζονται οι κουπαστές και ο τρόπος που αυτές γυρίζουν και αγκαλιάζουν τον χώρο ώστε να μην αφήνονται κενά επικίνδυνα για πτώση, τόσο στο φανάρι, όσο και στις ελεύθερες πλευρές του κλιμακοστασίου. Ιδιαίτερη προσοχή στην ανώτερη στάθμη, όπως φαίνεται στο σκαριφήμα.
- Η γραμμή ανάβασης με αρίθμηση των ριχτιών σε κλίμακες σχεδίου ίσες και μεγαλύτερες της 1:50.
- Πρέπει να αναγράφονται οι στάθμες και στα πλατύσκαλα.



ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΑΛΑΣ ΜΕ ΔΥΟ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΥΣ ΚΛΑΔΟΥΣ ΚΑΙ ΦΑΝΑΡΙ ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΕΣ 1:50 ΚΑΙ 1:100, 1:200

Σχέδιο 8.14 Σχεδιαστικά στοιχεία σκάλας με δύο ευθύγραμμους κλάδους σε διαφορετικές κλίμακες σχεδίασης.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Adler, D. (Επιμ.). (2003). *Metric Handbook, Planning and Design Data*. Architectural Press.

A.I.A., Hall, D., & Giglio, N. (2016). *Architectural Graphic Standards*. Wiley.

Ballast, D.K. (2010). *Interior Detailing. Concept to Construction*. New Jersey: Wiley.

Deplazes, A. (2005). *Costructing Architecture, Materials Processes Structures, A Handbook*. (A. Deplazes, Ed.) Basel: Birkhäuser.

Levy, S. M. (2010). *Construction Databook. Construction Materials and Equipment*. NY: McGraw Hill.

Liebing, R.W. (2009). *Handbook of Detailing. The Graphic Anatomy of Construction*. NY: Springer.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

Littlefield, D. (2012). *Αρχιτεκτονική Σύνθεση, Δεδομένα Σχεδιασμού Οικοδομικών Έργων*. Κλειδάριθμος.

Neufert, E. (2000). *Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνθεση* (P. Neufert, & L. Neff, Eds.) Μ. Γκιούρδας.

Τζώνος, Π., & Χόιπελ, Γ. (1982). *Η Οργάνωση της Αρχιτεκτονικής Μελέτης. Ένας Οδηγός*. Θεσσαλονίκη: Τζώνος.

Νομοθεσία

Ν. 4112/2016. Σύμβαση του κανονισμού περί προδιαγραφών μελετών.

ΠΔ 696/1974, Φ. 3.-1.-7. Προδιαγραφές μελετών τεχνικών έργων.

Ιστοσελίδες

ΥΠΕΧΩΔΕ. Σχεδιάζοντας για όλους - Οδηγίες σχεδιασμού. Retrieved Σεπτέμβριος 2022, from <http://cp.pamth.gov.gr/civil/nomothesia/>

Λεξικό αγγλο-ελληνικής ορολογίας δομικών όρων

A		Batten	Επιφράκτης
A truss	Αετωματικό δικτύωμα	Batten	Λαπάτσα
A truss	Τριγωνικό δικτύωμα	Batten	Πήχη
Abrasive	Τραχύς	Batten (sth)	Ασφαλίζω
Abrasive	Τριπτικός	Batten (sth)	Κλείνω
Abrasive wheel	Τριβείο τροχού	Batten (sth)	Σανιδιώνω
Absorb	Απορροφώ	Bay	Εσοχή σε κτίριο
Abutment	Ακρόβαθρο	Bay	Φάτνωμα
Abutment	Βάθρο	Beam	Δοκός
Abutment	Υποστήριγμα	Bear	Υποβαστάζω
Accuracy	Αξιοπιστία οργάνου	Bear	Φέρω
Accurate	Αξιόπιστος	Bearer	Φέρον στοιχείο
Accurate	Ορθός	Bed	Βάση
Adhere	Προσκολλώ	Bed	Κλίνη
Adhesion	Προσκόλληση	Bed	Κοίτη
Adhesive	Κολλώδης	Bed	Στρώση
Adhesive	Συγκολλητικός	Bend	Κάμπτω
Adjust	Προσαρμόζω	Bending	Κάμψη
Adjust	Ρυθμίζω	BIM (Building Information Modelling)	Τεχνολογία Μοντέλων Δομικών Πληροφοριών
Adjustable spanner	Γαλλικό κλειδί	Bind	Δεσμεύω
Adobe	Πηλός	Bind	Προσδένω
Air pillow	Αερόστρωμα	Bitumen	Άσφαλτος
Air tight	Αεροστεγής	Bitumen	Πίσσα
Anneal	Ανόπτηση	Block	Μονόλιθος
Apex	Κορυφή	Block	Ογκόλιθος
Apex	Κορυφωμα	Block	Πέδιλο
Aramid fibers (Kevlar)	Ίνες αραμιδίου	Block	Συγκρατώ
Aramid fibers (Kevlar)	Κέβλαρ	Block	Τεχνητός λίθος
Arc	Βολταϊκό τόξο	Block	Αυτοφερόμενο Δομικό
Arc	Σπινθήρας	Body Frame Integral (BFI)	Κέλυφος
Arc	Τόξο	Bodywork	Αμάξωμα
Arc weld	Ηλεκτροσυγκόλληση	Bolt	Μπουλόνι
Arc weld	Συγκόλληση βολταϊκού τόξου	Bond	Δεσμεύομαι
Arch	Τόξο	Bond	Δεσμός
Arched	Τοξωτός	Bond	Δομούμαι
Artisan	Μάστορας	Bond	Στρώση
Ash	Τέφρα	Bond	Τρόπος δόμησης
B		Bore	Τρυπή
Baffle	Διάφραγμα ρυθμιστικό	Bow string truss	Τοξωτό δικτύωμα
(ήχου, φωτός)		Brace	Στερεώνω
Band	Κορδέλα	Brace	Υποστηρίζω
Band	Στεφάνι	Bracing	Ακαμψία
Band	Ταινία	Bracing	Αντιστήριξη
Barrel vault	Ημικυλινδρικός θόλος	Bracing	Ενίσχυση
Barrier	Εμπόδιο	Bracing	Ζεύξη
Barrier	φράγμα	Branch	Κλάδος
Baton	Ράβδος	Brazier	Μαγκάλι
Batten	Δοκός στήριξης	Brazier	Φούρνος
Batten	Εγκάρσια σανίδα	Brazing	Μπρουντζοκόλληση
Batten	συνοχής πατώματος	Brick	Οπτόπλινθος
Batten	Επηγκενίδα (ναυτ.)		

Brick	Τούβλο
Brick/ Clay brick	Οπτόπλινθος
Brick/ Mud brick	Ωμόπλινθος
Brickwork	Πλινθοδομή
Bridge/ Fan bridge	Κρεμαστή γέφυρα βεντάλια
Bridge/ Harp bridge	Κρεμαστή γέφυρα άρπα
Bridging	Γεφύρωση
Bridging	Στήριγμα
Brittle	Εύθραυστος
Brittle	Εύθρυπτος
Bronze	Μπρούντζος
Bronze	Ορείχαλκος
Buckle	Λυγίζω
Buckle	Σκεβρώνω
Buckling	Λυγισμός
Building veneer	Επένδυση Επιδερμίδα κτιρίου
Butt-end	Συγκόλληση κατ' άκρο
C	
Cable-hung	Αναρτημένο από καλώδια
Cable-net	Καλωδιωτή κατασκευή
Cable-stayed καλώδια	Αντιστηριζόμενο με καλώδια
Cage	Κλωβός
Camber	Καμπυλότητα
Camber	Κυρτότητα
Canopy	Θόλος
Canopy	Μαρκίζα
Canopy	Σκιάς
Cantilever	Πρόβολος
Capillary	Τριχοειδής
Carbon fibers	Ανθρακονήματα
Casing	Πλαίσιο
Cast	Χυτό
Cast / Concrete casting	Διάστρωση σκυροδέματος
Castellated	Οδοντωτός
Castellated	Πυργοειδής
Castellated beams	Κυψελωτές δοκοί
Cast-iron	Χυτοσίδηρος
Catenary	Αλυσοειδής καμπύλη
Catenoid	Αλυσοειδής εκ περιστροφής επιφάνεια
Cavity	Εσοχή
Cavity	Κοιλότητα
Cellulose	Κυτταρίνη
Cellulose	Σελιόζη
Cement concrete	Άοπλο σκυρόδεμα
Cement concrete slab	Πλάκα άοπλου σκυροδέματος
Centrifugal	φυγοκεντρικός
Cesspool	Βόθρος
Cesspool	Σηπτική δεξαμενή
Chisel	Σκαρπέλο

Chisel	Σμίλη
Clad	Επένδυση
Clad	Επικαλυμμένο
Clad	Επιστρωμένο (με κάτι)
Cladding	Επένδυση
Cladding	Επικάλυψη μη φέρουσα
Cladding	Τοιχοποιία μη φέρουσα
Cladding panels	Επιφανειακά στοιχεία μη φέρουσας επικάλυψης
Cladding panels	Πανέλα επικάλυψης όψης μη φέροντα
Clay	Άργιλος
Cleave	Ανοίγω
Cleave	Σχίζω
CNC (Computer Numerical Control)	Υπολογιστικός Αριθμητικός Έλεγχος
Coarse	Αδρός
Coarse	Τραχύς
Coarse gravel	Χονδρόκοκκο χαλίκι
Coat	Επάλειψη
Coat	Επίστρωση
Coefficient	Συντελεστής
Coffer	Φάτνωμα
Cohesion	Συνοχή
Coil	Περιέλιξη
Coil	Πηνίο
Coil	Σπείρα
Coil	Τυλίγω
Compendium	Επιτομή
Compendium	Σύνοψη
Compensate	Αναπληρώνω
Compensate	Αντισταθμίζω
Compensate	Ισοφαρίζω
Component	Δομικό στοιχείο
Component	Εξάρτημα
Component	Συστατικό
Compress	Συμπιέζω
Compression	Θλίψη
Compression	Συμπίεση
Compression stress	Θλιπτική τάση
Compressive	Θλιπτικός
Comprise	Αποτελούμαι
Comprise	Περιλαμβάνω
Computational	Υπολογισμο
Computational	Υπολογιστικό
Computerized	Αυτοματοποιημένος
Computerized	Ψηφιακά ελεγχόμενος
Condensation	Συμπύκνωση υδρατμών
Condense	Συμπυκνώνω
Condense	Συνοψίζω
Conduction	Μετάδοση με επαφή
Conductivity	Αγωγιμότητα
Congruent	Σε συμφωνία
Congruent	Σύμφωνος
Congruent triangles	Ίσια τρίγωνα
Conjunction	Σύζευξη

Conjunction	Σύνδεση
Conjunction	Σύνδεσμος
Consist	Αποτελούμαι
Consist	Συνίσταμαι
Constant force truss	Δικτύωμα υπό συνεχή τάση
Constitute	Αποτελώ
Constitute	Συνιστώ
Contraction	Στένεμα
Contraction	Συστολή
Contractor	Ανάδοχος
Contractor	Εργολάβος
Convection	Μετάδοση (θερμότητας)
Convex	Κυρτός
Corbel	Αναβαθμίδα
Corbel	Εξοχή
Corbel	Πρόμοχθος
Corbel	Φουρούσι
Corbel	Ωτίδα
Corbelling	Εκφορικός τρόπος δομής
Corrugate	Αυλακώνω
Corrugate	Ζαρώνω
Corrugate	Πτυχώνω
Corrugated	Αυλακωτός
Corrugated	Πτυχωτός
Course	Διαδρομή
Course	Κατεύθυνση
Course	Στρώση
Course	Στρώση από τούβλα
Cowl	Καλύπτρα
Crenellated	Οδοντωτός
Crevice	Ρωγμή
Crop	Κοντοκόβω
Crop	Κουρεύω
Cross laminated	Αντεπικολλητή ξυλεία
Crumble	Θρυμματίζω
Curing	Ωρίμανση (σκυροδέματος)
Current	Κυκλοφορία
Current	Ρεύμα (νερού, ηλεκτρικό)
Curtain wall	Μη δομικός εξωτερικός τοίχος
Curtain wall	Τοίχος πρόσοψης
Curtain wall	Ψευδότοιχος
Curvilinear	Καμπυλόγραμμος
Curvilinear	Καμπυλοευθύγραμμος
D	
Damp	Υγρασία
Daub	Μουτζουρώνω
Daub	Πασαλείβω
Dead load	Ίδιον βάρος
Dead load	Μόνιμο φορτίο
Dead load	Νεκρό φορτίο
Dead load	Στατικό φορτίο
Decay	Σαπίζω
Decay	Φθείρομαι
Decay	Φθίνω

Deflect	Απομακρύνω
Deflect	Εκτρέπω
Deflect	Παρεκκλίνω
Deflexion	Απόκλιση
Deflexion	Εκτροπή
Deform	Παραμορφώνω
Deformation	Παραμόρφωση
Deteriorate	Εκφυλίζομαι
Deteriorate	Χειροτερεύω
Diagrid	Διαγώνιος
Differential settlement	Διαφορική καθίζηση
Dig (dig-dug-dug)	Εκσκαφή
Dig (dig-dug-dug)	Σκάβω
Digital Fabrication	Ψηφιακή κατασκευαστική πρακτική
Discrete	Διακεκριμένο
Discrete	Ξεχωριστό
Distinct	Έντονος
Distinct	Ευδιάκριτος
Distinct	Ξεχωριστός
Distort	Στρεβλώνω
Distortion	Στρέβλωση
Distribute	Διανέμω
Distribute	Διασκορπίζω
Distribution	Διανομή
Distribution	Κατανομή
Distribution	Μοιρασιά
Diurnal	Ημερήσιος
Dome	Θόλος
Dome	Τρούλος
Double-cantilevered cable-stay	Διπλός πρόβολος αντιστηριζόμενος από καλώδια
Dovetail	Χελιδονοουρά
Dovetail	Ψαλιδωτός
Dovetail-Joint	Ψαλιδωτή ένωση
Dowel	Βλήτρο
Dowel	Καβίλια
Dowel	Ξυλόκαρφο
Down Draught	Καθοδικό ρεύμα
Draught	Ελκυσμός
Draw-on	Αντλώ
Draw-on	Παρασύρω
Draw-on	Προχωρώ
Draw-on	Φορώ
Drip	Ποταμός ποδιάς παραθύρου
Drip	Σταγόνα
Drip	Σταλαγμός
Duct	Αγωγός
Ductile	Εύπλαστος
Ductile	Μαλακός
Dynamic load	Δυναμικό φορτίο

E	
Eave	Άκρο της στέγης
Eave	Γείσωμα
Eave	Μαρκίζα
Eave	Πρόστεγο
Efficient	Αποτελεσματικός
Efficient	Δραστήριος
Efficient	Ικανός
Electrical arcing	Βραχυκύκλωμα
Enamel	Βερνίκι
Enamel	Σμάλτο
Enclosure	Περίβλημα
Encounter	Αντιμετωπίζω
Encounter	Συναντώ απροσδόκητα
Engage	Εμπλέκω
Engage-column	Ημικίονας
Engineering	Μηχανική
Engineering	Μηχανική κατασκευή
Envelope	Κέλυφος κτιρίου
Envelope	Περίβλημα κτιρίου
Equilateral	Ισόπλευρος
Erection	Ανέγερση
Even	Επίπεδος
Even	Ίσιος
Even	Κανονικός
Even	Ομαλός
Excavator	Εκσκαφέας (μηχάνημα)
Exploded view	Αποσυναρμολογημένη άποψη
Extrude	Εκθλίβω
Extrude	Εξωθώ
Extrusion	Έκθλιψη
Extrusion	Εξαγωγή
Extrusion	Εξέλαση
Extrusion	Εξώθηση
F	
Fabric	Δομή
Fabric	Πανί
Fabric	Υφασμα
Face	Επίστρωση όψης
Face	Όψη
Facet	Έδρα
Facet	Όψη γεωμετρικού αντικειμένου
Facia, Fascia	Κορνίζα
Facia, Fascia	Οριζόντια ταινία
Fail	Αστοχώ
Falsework	Καλούπι
Falsework	Προσωρινός ξυλότυπος
Fan	Ανεμιστήρας
Fan	Βεντάλια
Felt	Πίλημα
Felt	Τσόχα
Ferrocement	Ενισχυμένο τσιμέντο (ή σκυρόδεμα)
Ferrocement	Φεροσιμέντο

Fiberglass (Fibreglass)	Υαλονήματα
Film	Μεμβράνη
Film	Φιλμ
Fin	Πτερύγιο
Fine gravel	Λεπτόκοκκο χαλίκι
Fir	Έλατο
Float	Επιπλέων
Float	Πλευστό
Float Glass	Πλευστό γυαλί
Flux	Μεταλλαγή
Flux	Ρευστότητα
Flux	Ροή
Footing	Βάση
Footing	Κρηπίδωμα
Footing	Πέδιλο
Footing / Centric spread fng	Κεντρικό θεμέλιο
Footing / Eccentric spread fng	Έκκεντρο θεμέλιο
Footing / Spread footing	Θεμέλιο
Footing Foundation	Θεμελίωση με πέδιλα
Forge	Σφυρηλατώ
Fork spanner	Γερμανικό κλειδί
Formwork	Καλούπι
Foundation	Θεμελίωση
Foundation/ Mat foundation	Γενική κοιτόστρωση
Foundry	Χυτήριο
Fracture	Θραύση
Fracture	Θρυμματισμός
Frame	Ξυλοδεσιά
Frame	Πλαίσιο
Frame	Σκελετός
Framework	Πλαίσιο υποδομής
Framework	Σκελετός
Framework	Υποδομή
Framing Square	Σιδηρογωνιά (εργαλείο)
Friction	Τριβή
Fungal	Σήψη λόγω βακτηριδίων
Funicular	Σχοινοειδής
Funicular	Σχοινοτενής
Fuse	Ασφάλεια ηλεκτρική
Fuse	Τήκομαι
Fuse	Τήξη
Fusion	Τήξη
G	
Gantry	Γερανογέφυρα
Gantry	Ικρίωμα
Gasket	Παρέμβυσμα
Gasket	Σφραγιστική τσιμούχα
Gasket	Φλάντζα
Gelcoat	Πολυεστέρας
Girder	Ζύγωμα
Girder	Κύρια δοκός
Girder	Υψίκορμη δοκός
Glazing	Τοποθέτηση/Εφαρμογή υαλοπινάκων
Glulam (Glue laminated)	Αντεπικολλητές διατομές
Grade	Διαβάθμιση

Grade	Διαβαθμισμένο υλικό (θεμελιώσεων)
Grain	Κόκκος
Grain / Fine grain	Λεπτή κοκκομετρία
Gravel	Αμμοχάλικο
Gravel	Γαρμπίλι
Gravel	Σκύρα
Gravel	Χαλίκι
Gravel	Χαλικοστρώνω
Gravel Pit	Δανειοθάλαμος αμμοχάλικου
Grinder	Τριβίδι
Grinder	Τροχός τριβείου
Grit	Λεπτοχάλικες (αμμοχάλικο ή γαρμπίλι)
Groin	Ακμή
Groin	Σταυροθόλιο
Groin	Τομή
Groin vault	Ημικυλινδρικό σταυροθόλιο
Groove	Αυλακωτός
Grout	Αραιό κονίαμα
Grout	Ρευστό Κονίαμα
Grout curtain	Τσιμεντοκονία επικάλυψης
Gusset Plate	Έλασμα σύνδεσης
Gusset Plate	Κομβοέλασμα
Guy	Πρότονος (ναυτ.)
Guy	Στράλι (ναυτ.)
Guy	Σχοινί
Guyed Cables	Πρότονα καλώδια

H

Hacksaw	Πριόνι χειρός
Hacksaw	Σιδηροπρίονο
Halve	Κόβω κατά το ήμισυ
Hammer	Σφυρί
Hammer	Σφυρί (μηχάνημα)
Handling	Χειρίζομαι
Header	Μπατικός λίθος
Heat Sink	Ψήκτρα
Hight-Rise	Ουρανοξύστης
Hinge	Άρθρωση
Hinge	Μεντεσές
Hinge	Στροφέιο
Hinged Arc	Αρθρωτό τόξο
Hinged Beam	Δοκός με αρθρώσεις
Hinging Post	Παραστάδα ανάρτησης θύρας
Hip	Κορυφή
Hip	Μαχιάς
Hip	Μέτωπο
Hip Cap	Καλυπτήρας κορυφής
Hip Jack Rafter	Μετωπικός αμείβων
Human Comfort	Άνεση χρήστη
Humidity	Υγρασία

I

Identical	Ίδιος
Identical	Πανομοιότυπος
Identical	Ταυτόσημος
Impregnate	Εμποτίζω
Impregnation	Εμποτισμός
Impurite	Ακάθαρτος
Impurite	Μολυσμένος
In situ	Επί του πεδίου
In situ	Επιτόπου
Incise	Κόβω
Incise	Χαράζω
Incision	Τομή
Incision	Χάραξη
Incorporate	Ενσωματώνω
Index	Δείκτης
Index	Μέγεθος
Induce	Προκαλώ
Induction	Επαγωγή
Inert	Αδρανής
Inert gas	Αδρανές αέριο
Inertia	Αδράνεια
Infill	Γέμισμα
Infill	Πλήρωση
Ingredient	Συστατικό
Inherent	Έμφυτος
Inherent	Συμφυής
Integral	Ακέραιο
Integral	Ολοκληρωτικό
Integrity	Ακεραιότητα
Integrity	Επάρκεια
Intense	Δυνατός
Intense	Έντονος
Intense	Σφοδρός
Interval	Απόσταση
Interval	Διάστημα
Ironore	Σιδηρομετάλλευμα
Isolate	Απομονώνω
Isotropic	Ισοτροπικό υλικό (με ιδιότητες ίδιες, ανεξάρτητα προσανατολισμού και κατεύθυνσης)
Iterate	Επαναλαμβάνω

J

Jam	Παρεμβάλλω
Jam	Σφηνώνω
Jam	Φρακάρω
Jamp-post	Κολόνα
Jamp-post	Παραστάδα
Joint	Άρθρωση
Joint	Ένωση
Joint	Κόμβος
Joints	Αναμονές οπλισμού
Joist	Δοκάρι
Joist	Πάτερο

Junction	Διασταύρωση
Junction	Ένωση
Junction	Συμβολή
K	
Key	Αγριάδα επιφάνειας για επίχριση
Key	Κλειδί
Kiln	Κάμινος
Kiln	Κλίβανος
Kiln	Φούρνος
L	
Ladder	Ανεμόσκαλα
Ladder	Σκάλα
Lag	Επενδύω
Lag	Μονώνω
Lag	Υστέρηση
Lamella	Έλασμα
Lamella	Πετάλιο
Lamella	Φολίδα
Laminated	Επικολλητό
Laminated	Συγκολλητό
Lamination	Ελασματοποίηση
Lamination	Λεπίδωση
Lap	Επικάλυμμα
Lap	Κάλυμμα
Lateral	Πλάγιος
Lateral	Πλευρικός
Lath	Γρίλια
Lath	Μπαγδατί
Lath	Πηγάκι λεπτή σανίδα
Lath	Πήχης
Lath	Τσατμάς
Lathe	Τόρνος
Lattice	Δικτυωτό
Lattice	Κιγκλίδωμα
Lattice	Φολίδα
Layout	Ανάλυση
Layout	Διάταξη
Layout	Πλάνο
Layout	Στήσιμο
Layout	Σχέδιο
Lean	Γέρνω
Lean	Στηρίζομαι
Lenticular	Φακοειδής
Lever	Μοχλός
Lever arm	Μοχλοβραχίονας
Lid	Καπάκι
Lid	Σκέπασμα
Light well	Φωταγωγός κτιρίου Φρεάτιο φωτισμού
Lime	Ασβέστης
Lining	Επένδυση
Lining	Επίστρωμα
Lining	Παρειά
Lining	Χιτώνιο

Lintel (Lintol)	Επιστύλιο
Lintel (Lintol)	Πρέκι
Lintel (Lintol)	Υπέρθυρο
Live load	Ενεργό φορτίο
Live load	Κινητό φορτίο
Live load	Ωφέλιμο φορτίο
Load	Φορτίο
Load bearing	Φέρον Στοιχείο
Loader	Φορτωτής (μηχάνημα)
Log	Κορμός δέντρου
Log	Κούτσουρο
Logistic	Διαχείριση
Logistic	Επιμελητεία
Logistic	Εφοδιαστικό
Logistic	Υλικοτεχνική υποστήριξη
Logistic	Υποστήριξη
Loose	Αμολημένο
Loose	Σκορπισμένο
Loose	Χαλαρό
Lumber	Ξυλεία
Lumber	Χοντρή ξυλεία κατασκευών
M	
Maintain	Διατηρώ
Maintain	Συντηρώ
Malleable	Ελατός
Malleable	Εύκαμπτος
Malleable	Μαλακός
Masonry	Κτίσιμο
Masonry	Λιθοδομή
Masonry	Τοιχοποιία
Massive	Βαρύς
Massive	Μεγάλος
Massive	Ογκώδης
Massive	Συμπαγής
Mast	Ιστός
Mat foundation	Γενική κοιτόστρωση
Match	Ενώνω
Match	Προσαρμόζω
Mate	Βοηθός
Mate	Σύζευξη
Mate	Ταίρι
Mating adapter	Προσαρμογέας σύνδεσης
Matrix	Καλούπι
Matrix	Μήτρα
Matting	Ψαθωτό
Mesh	Δίχτυ
Mesh	Πλέγμα
Metal extrusion	Διέλαση
Metal extrusion	Εξώθηση μετάλλων
Metal Inert Gas (MIG)	Ηλεκτροσυγκόλληση με αδρανές αέριο
Mild Steel	Μαλακό ατσάλι
Mill	Τόρνος
Mill	Τριβέας
Mill	Φρέζα

Milling	Εκγλυφή
Milling	Φρεζάρισμα
Mineral	Ανόργανη ουσία
Mineral	Ορυκτό
Model	Πρότυπο
Modeling	Πρότυπο
Modular	Αρθρωτό
Modulation	Τυποποίηση
Module	Αναλογία
Module	Εμβάτης
Module	Μέτρο
Module	Πρότυπη μονάδα
Moisture	Υγρασία
Mold (US)	Διαμορφώνω
Mold (US)	Καλούπι
Mold (US)	Μήτρα
Molten	Λιωμένος
Molten	Χυτός
Moment	Ροπή
Moment frame	Πλαίσιο
Moment of inertia	Ροπή αδρανείας
Monocoque	Μονοκέλυφος
Monocoque structure	Αυτοφερόμενο κέλυφος
Monocoque structure	Ολοφέρουσα κατασκευή
Mortice and tenon joint	Ένωση με μόρσο
Mortice and tenon joint	Ένωση τορμού εντορμίας
Mortise	Μόρσο
Mould	Διαμορφώνω
Mould	Καλούπι
Mould	Μήτρα
Mould	Χυτός
Mud	Ιλύς
Mud	Λάσπη
Mud	Πηλός
Mud Brick	Ωμόπλιθος
Mud Slab	Μπετόν καθαριότητας
Mud Slab	Πλάκα άοπλου σκυροδέματος
Mud Slab	Σκυρόδεμα εξομάλυνσης

N	
Nail gun	Καρφωτικό πιστόλι
Nailing plate	Καρφοέλεσμα
Nog	Τακάκι
Nog	Τάκος
Nominal	Εικονικό
Nominal	Ονομαστικό
Non-woven	Μη υφαντό
Notch	Δόντι
Notch	Εγκοπή
Notch	Χαρακιά σχήματος "Λ"
Novelty	Καινοτομία
Novelty	Καινοφανές
Novelty	Νεωτερισμός
Nut	Παξιμάδι μπουλονιού
Nut	Περικόχλιο

O	
Occurance	Πληρότητα
Occurance	Χωρητικότητα
Opencast	Επιφανειακό
Optimise	Βελτιστοποιώ
Optimize	Βελτιστοποιώ
Order	Κατηγορία
Order	Πειθαρχία
Order	Ρυθμός
Order	Σειρά
Order	Τάξις
Oriented Strand Board (OSB)	Λεπιδοσανίδα
Oriented Strand Board (OSB)	Πανέλο
προσανατολισμένων ινών	
Outriggers	Αποστάτες
Overhang	Προεξοχή

P	
Pace	Βήμα
Pace	Βηματισμός
Pad	Εξέδρα
Pad	Πέδιλο
Pad	Στήριγμα
Pad	Σφήνα
Pane	Πίνακας
Pantil	Κεραμίδι τύπου S (Ρωμαϊκό)
Parametric modeling	Παραμετρική μοντελοποίηση
Party-wall	Μεσοτοιχία
Pattern	Διάρθρωση
Pattern	Διάταξη
Pattern	Επανάληψη προτύπου
Pattern	Καλούπι
Pattern	Καμβάς
Pattern	Πρότυπο
Pebbledash	Κονιοριπή
Pebbledash	Χονδρός σοβάς
Pedestal	Βάση
Pedestal	Κώνος θεμελίου
Peg	Γόμφος
Peg	Καρφί
Peg	Πάσσαλος
Peg	Πείρος
Peg	Στήριγμα
Perform	Εκπληρώνω
Perform	Εκτελώ
Pier	Αντηρίδα
Pier	Βάθρο
Pig-iron	Χελώνα μετάλλου (ημικατεργασμένο μέταλλο)
Pillar	Στύλος
Pin	Βελόνα
Pin	Πείρος

Pin	Περόνη
Pin Joint	Άρθρωση
Pinnacle	Κορύφωμα
Pinnacle	Κορύφωμα Γοτθικού πυργίσκου
Pitched Roof	Κεκλιμένη στέγη
Pivot	Άξονας
Pivot	Πείρος
Pivot	Πόλος
Placing	Διάστρωση
Plane	Επίπεδο
Plane	Πλάνη ξυλουργική
Plank	Σανίδα
Plank	Σανίδωμα
Plaster	Κονίαμα
Plaster	Σοβάς
Plastic PP	Πολυπροπυλένιο
Plastics CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer)	Πολυμερές ενισχυμένο με ανθρακονήματα
Plastics FRP (Fiber Reinforced Plastics)	Ινοπλισμένα πλαστικά
Plate(-ing)	Επενδύω
Plate(-ing)	Επιμεταλλώνω
Platform Frame (Wooden or metal)	Σύστημα ελαφρού σκελετού (ξύλινου ή μεταλλικού)
Plot	Ιδιοκτησία
Plot	Οικόπεδο
Ply	Διάστρωση
Ply	Στρώση
Plywood	Κόντρα πλακέ
Pointing	Αρμολόγηση
Pole	Ακόντιο
Pole	Πάσσαλος
Pole	Πόλος
Pole	Στύλος
Polish	Γυαλάδα
Polish	Στιλπνότητα
Polish	Τελική επιφανειακή επεξεργασία
Portico	Πρόναος
Portico	Προστώο
Precise	Ακριβής
Precise	Ορθός
Precision	Ακρίβεια χειριστή
Preserver	Συντηρητικό
Pringle Shape	Σχήμα υπερβολικού παραβολοειδούς
Procedure	Διαδικασία
Process	Διαδικασία
Process	Εξέλιξη
Process	Μέθοδος

Process	Πορεία
Profile	Κατατομή
Profile	Πλάγιος
Profile	Προφίλ
Prone	Επιρρεπής
Prone	Πρηνής
Prop	Στήριγμα
Prop	Υποστύλωμα
Proportion	Αναλογία
Proportion	Σχέση μεγεθών
Providing construction joints	Αναμονές οπλισμού
Pull	Έλκω
Pull	Σύρω
Pull	Τραβώ
Pultrusion	Διέλαση
Pultrusion	Εξόκληση
Pumice	Ελαφρόπετρα
Pumice	Κίσηρη
Punching	Τρύπημα
Purlin	Διάξυλο οροφής
Purlin	Δοκίδα
Purlin	Τεγίδα
Put Together	Συναρμολογώ
Putty	Στόκος

Q

Quadrangle	Τετράγωνη εσωτερική αυλή
Quadrangle	Τετράγωνο
Quadrant	Τεταρτημόριο
Quadrilateral	Τετράπλευρος
Quarry	Λατομείο
Quarrying	Λατόμευση

R

Rack	Ικρίωμα
Rack	Ράφι
Raft	Σχεδία
Raft foundation	Γενική κοιτόστρωση
Rafter	Αμείβων
Rafter	Ψαλίδι στέγης
Rake	Γέρισμο
Rake	Κλίση
Raw	Αδούλετο
Raw	Ακατέργαστο
Raw	Ωμό
React	Αντιδρώ
Rebate	Αυλάκωση
Rebate	Εντορμία
Rebated	Αυλακωμένος
Rebated	Ραμποτέ
Recambered	Ανακαμπυλωμένο
Recambered	Ανάποδη καμπύλη
Recess	Διακοπή
Recess	Εγκοπή
Recess	Εσοχή
Recess	Κόγχη
Recessed	Χωνευτό (φωτιστικό)

Rectilinear	Ευθύγραμμος
Redundant	Πλεονάζων
Regain	Ανακτώ
Regain	Ξαναβρίσκω
Reinforce	Ενισχύω
Reinforcement	Ενίσχυση
Reinforcement	Οπλισμός
Render	Κονίαμα
Render	Χοντροκονίαμα
Render float	Τριφτός σοβάς
Render set	Σοβάντισμα
Rendering	Περνάω κονίαμα
Rendering	Σοβαντίζω
Renovation	Ανακαίνιση
Repellent	Απωθητικό
Repellent/ Water repellent	Υδατοαπωθητικό
Resilience	Ανθεκτικότητα
Resilience	Αντοχή
Resin	Ρητίνη
Resist	Ανθίσταμαι
Restrain	Συγκρατώ
Retaining wall	Τοίχος αντιστήριξης
Retention	Διατήρηση
Rib (ribbed)	Νεύρωση
Rib (ribbed)	Νομέας
Rib (ribbed)	Πλευρό
Ribbed dome	Θόλος με νευρώσεις
Ribbed vault	Θόλος με νευρώσεις
Ribben vault	Θόλος με νευρώσεις
Ribbon	Κορδέλα
Ribbon	Λωρίδα
Rigid	Άκαμπτος
Rigid	Αλύγιστος
Rigidity	Ακαμψία
Rigidity	Δυσκαμψία
Ring spanner/ Box spanner	Πολύγωνο κλειδί
Ring tube	Δακτυλιοειδής σωλήνας
Rip	Σχίσσιμο
Rivet	Ήλος
Rivet	Πριτσίνι
Rod	Ακόντιο
Rod	Δοκός
Rod	Ράβδος
Roller	Στήριξη κύλισης
Rolling	Έλαση
Rolling mill	Ελασματουργείο
Rolling mill	Εργαστήριο ελάσεως μετάλλων
Rot	Σαπίζω
Rot	Σήψη
Roughly	Πρόχειρα
Roughly	Τραχιά
Route	Όδευση
Route	Οδός
Route	Πορεία
Rubble	Μπάζα
Rubble	Χαλάσματα

Rubble	Χαλίκι (για δρόμους)
Runoff	Απορροή νερών
Rust	Σκουριά
<hr/>	
S	
Saddle	Κάλυμμα
Saddle	Σέλα
Salt cake	Ορυκτό άλας
Sand	Άμμος
Sand cement	Σκυρόδεμα με άμμο
Sand paper	Γυαλόχαρτο
Sanding	Γυαλοχάρτισμα
Sanding	Τρίβω
Saw	Πριόνι
Saw	Πριονίζω
Saw mill	Πριονιστήριο
Saw/Jig-saw	Σέγα
Scaffold	ΙΚρίωμα
Scaffold	Σκαλωσιά
Scarf	Ενώνω με λοξότμητη ένωση
Scarf joint	Λοξότμητη σύνδεση
Scarf weld	Ηλεκτροσυγκόλληση με επικάλυψη
Schedule	Πρόγραμμα
Schedule	Σχέδιο
Seam	Αρμός
Seam	Ένωση με αναδίπλωση
Seam	Ράμμα
Seam	Ραφή
Seamlessly	Χωρίς ραφή
Secant piles	Αλληλοτεμνόμενοι πάσσαλοι υποθεμελίωσης
Segment	Τμήμα
Segment	Τομέας
Self-bracing	Αυτοφερόμενος
Separation	Διαίρεση
Separation	Διαχωρισμός
Sewage	Απόβλητα
Sewage	Αποχέτευση
Shaft	Άξονας
Shaft	Άτρακτος
Shaft	Φρέαρ
Shaft	Φρεάτιο
Shear	Διάτμηση
Shear	Τέμνουσα δύναμη
Shear wall	Τοίχιο αντιστήριξης
Sheathing	Επένδυση
Sheathing	Επικάλυψη
Sheathing	Υλικό περιβλήματος
Shed	Μονόρριχτη στέγη
Shed	Υπόστεγο
Sheet	Έλασμα
Sheet	Φύλλο
Shelter	Καταφύγιο
Shelter	Στεγάζω
Shelter	Στέγαστρο

Shutter	Ξυλότυπος	Spin	Περιστρέφω
Shutter	Παντζούρι	Splay	Απλώνω
Sill	Κατώφλι	Splay	Διευρύνω
Sill	Περβάζι	Splaying	Άπλωμα
Silt	Ιλύς	Splice	Ένωση
Silt	Λάσπη	Splice	Μάτισμα
Skew	Λοξός	Splice	Σύνδεση
Skew	Σκεβρωμένος	Splice	Σύνδεση σανίδων
Skim	Σπατουλάρισμα		ραμποτέ
Skim coat	Τελική επίστρωση	Split	Διαιρώ
Skim plastering	Σπατουλαριστός σοβάς	Split	Μοιράζω
Skirt	Κράσπεδο	Split	Σχίζω
Skirting	Περιζώνω	Spool	Καρούλι
Skirting	Πλαισιώνω	Spool	Κουβάρι
Skirting	Σοβατεπί	Spool	Μασούρι
Slab	Πλάκα	Spool	Μπομπίνα
Slab	Πλακοδοκός	Spot weld	Ποντάρισμα
Slab	Χοντρή φέτα	Spot weld	Σημειακή
Slag	Λάβα		ηλεκτροσυγκόλληση
Slag	Σκωρία		
Slaking of lime	Σβήσιμο ασβέστη	Spring	Γένεση καμπύλης
Slat	Λωρίδα	Spring	Ελατήριο
Slat	Σανίδα	Spring points	Σημεία γένεσης τρούλου
Slate	Λίθινη πλάκα	Sprungbonded	Μη υφασμένο
Slate	Σχιστόλιθος	Stack	Καμινάδα
Sleeper wall	Τοίχος έδρασης	Stack	Καπνοδόχος
Slope	Κλιτύς	Stack	Στήλη
Slope	Πλαγιά	Stack	Στοιβά
Slope	Πρανές	Stage	Βαθμίδα
Slope roof	Κεκλιμένη μονόρριχτη	Stage	Σκηνή
	στέγη	Stager	Βαθμιδωτός
Sloping	Επικλινής	Stager	Κλιμακωτός
Sloping	Κεκλιμένος	Stairwell	Φρεάτιο κλιμακοστασίου
Slurry	Τσιμεντοκονίαμα	Standard	Προδιαγραφή
Soil	Έδαφος	Standard	Πρότυπο
Soil	Χώμα	Static load	Ίδιον Βάρος
Soil	Χωμάτινος	Static load	Μόνιμο φορτίο
Soil (sth)	Βρωμίζω	Static load	Στατικό φορτίο
Soil (sth)	Λερώνω	Stay	Πρότονος (ναυτ.)
Solar arrays	Φωτοβολταϊκές	Stay	Στήριγμα
	συστοιχίες	Stay	Στράλια (ναυτ.)
Solid waste	Απόβλητα στερεά	Stay	Στύλος
Solstice	Ηλιοστάσιο	Steel	Χάλυβας
Space frame	Χωρικό πλαίσιο	Steep	Απότομος
Space frame	Χωροδικτύωμα	Steep	Κατακόρυφος
Spacer	Αποστάτης	Step	Βήμα
Spall	Γωνιάζω λίθο	Step	Σκαλί
Spalling	Αποφλοίωση	Stich	Βελονιά
Spalling	Θρυμματισμός	Stich	Ράβω
Spalling	Σμίλευση	Stiffen	Σκληραίνω
Span	Άνοιγμα	Stiffen	Σφίγγω
Spanner	Μηχανικό κλειδί	Stiffness	Ακαμψία
Spike	Διατρυπώ	Stiffness	Σκληρότητα
Spike	Καρφί	Stone veneer	Λιθεπένδυση
Spike	Κάρφωμα	Storage heater	Θερμοσυσσωρευτής
Spin	Γνέθω	Storm sewer	Αγωγός ομβρίων
Spin	Κλώθω	Storm sewer	Αποχέτευση ομβρίων

Stow	Αποθηκεύω
Stow	Στοιβάζω
Strain	Ένταση
Strain	Θλίψη
Strain	Καταπόνηση
Strain	Παραμόρφωση
Strand	Νήμα
Strand	Πλεξούδα
Strap beam	Συνδετήρια δοκός
Straw	Άχυρο
Straw	Καλάμι
Strength	Αντοχή
Strength	Δύναμη
Strength	Ισχύς
Stress	Ένταση
Stress	Τάση
Stressed skin	Επιδερμίδα υπό τάση
Stretch	Τάση
Stretch	Τείνω
Stretch	Τεντώνω
Stretch limit	Όριο τάσης
Stretcher	Διαμήκης
Stretcher	Δρομική πλίνθος
Structural integrity	Δομική επάρκεια
Structural skin	Αυτοφερόμενο δομικό
κέλυφος	
Structure	Διάρθρωση
Structure	Οικοδόμημα
Structure	Δομή
Structure	Κατασκευή
Strut	Αντηρίδα
Strut	Αντιστήριγμα
Strut	Κομβοέλασμα
Strut	Ορθοστάτης
Strut	Φέρουσα δοκός πλαισίου
Stud	Δοκίδα
Stud	Καρφί
Stud bolt	Ακέφαλη βίδα
Subsoil	Υπέδαφος
Substrate	Υπόστρωμα
Suction	Αναρρόφηση
Sufficient	Επαρκής
Suit	Προσαρμόζω
Suit	Ταιριάζω
Suspended ceiling	Αναρτημένη οροφή
Suspended floor	Αναρτημένο δάπεδο
Suspension bridge	Κρεμαστή γέφυρα
Suspension cables	Καλώδια ανάρτησης-κρέμασης
Sustain	Διατήρηση
Sustainability	Αειφορία
Sustainability	Βιωσιμότητα
Sustainable	Αειφόρος / Βιώσιμος

T

Tackle	Βίτσι
Tackle	Παλάγκο

Tanalith	Συντηρητικό ξύλου (χρωμιωμένος αρσενικός χαλκός, CCA)
Tangent	Εφαπτομένη
Tangential stress	Διαμητική τάση
Tantalize	Συντήρηση ξύλου με εμποτισμό φαρμάκου
Taper	Δίνω κωνοειδές σχήμα
Taper	Λέπτυνση
Taper	Λέπτυνση άκρης
Taper fit	Κωνική συναρμογή
Tear	Σχίζω
Tearing	Ξέφτισμα
Tearing	Σχίσσιμο
Tempered	Αναθερμασμένο
Tempered glass	Θερμοσκληρωμένο γυαλί
Tempering	Ανόπτηση
Tendon	Τένων/Τένοντας
Tenon	Ενώνω με δόντι
Tenon	Θηλυκώνω
Tenon	Μόρσο
Tenon	Τόρμος
Tensile	Εφελκυσμός
Tensile strain	Καταπόνηση από εφελκυσμό
Tensile strength	Αντοχή εφελκυσμού
Tensile stress	Τάση εφελκυσμού
Tension	Ένταση
Tension	Τάση
Tensional	Εφελκυστικός
Tensor	Τανυστής
Terrazzo	Μωσαϊκό
Textile	Υφαντό
Textile	Υφασμα
Thermal bridging	Θερμογέφυρα
Thermal Lag	Θερμική υστέρηση
Thread	Σπείρωμα
Thrust	Ώθηση
Thrust	Ώση
Tie	Συρμάτινη τιράντα
Tie	Τραβέρσα
Tie	Υπέρτονο
Tier	Διάζωμα
Tight	Στεγανός
Tight	Σφιχτός
Tight/Water tight	Υδατοστεγανός
Timber frame	Σύστημα ξύλινου κλωβού
Timbrel	Χαμηλό τύμπανο θόλου
Timbrel vault	Καμάρα με χαμηλωμένο τύμπανο
Timbrel vault	Χαμηλωμένος θόλος
Tin (Sn)	Κασσίτερος
Torch weld	Οξυγονοκόλληση βολταϊκού τόξου

Torque	Ροπή στρέψης
Torsion	Στρέψη
Tough	Σκληρός
Transept	Εγκάρσιο κλίτος
Transept	Πτέρυγα
Translucent	Ημιδιαφανές
Traverse	Διαγώνιος
Traverse	Διαπερνώ
Treat	Κατεργάζομαι
Treatment	Θεραπεία
Treatment	Κατεργασία μετάλλου
Treatment	Μεταχείριση
Trench	Αυλάκι
Trench	Τάφος
Trench	Χαντάκι
Truss	Δικτύωμα επίπεδο
Truss	Τομέας
Truss rod	Ελκυστήρας
Tube	Σωλήνας
Turf	Τύρφη
Turnbuckle	Εντατήρας
Turnbuckle	Σφιγκτήρας

U	
Ultimate	Έσχατο
Ultimate	Τελικό
Ultimate	Ύστατο
Underlying	Βαθύτερος
Uneven	Ακανόνιστος
Uneven	Ανομοιογενής
Unidirectional	Μονής κατεύθυνσης
μονόδρομος	
Unique	Απαράμιλλος
Unique	Μοναδικός
Unity	Ενότητα
Upright	Ευθυτενής
Upright	Όρθιος
Upright	Στητός
Utilize	Αξιοποιώ
Utilize	Εκμεταλλεύομαι
Utilize	Κάνω χρήση
U-Value	Συντελεστής θερμοπερατότητας

V	
Vault	Ημικυλινδρικός θόλος
Vault	Καμάρα
Veneer	Επένδυση
Veneer	Καπλαμάς ξύλου
Ventilation	Εξαερισμός
Vignette	Σκαρίφημα
Void	Κενό
Vortex	Δίνη

W	
Wafer	Βάφλα
Wafer	Γέμιση
Wafer	Φάτνωμα
Wafer slab	Πλάκα φατνωματική
Warp	Κυρτώνω
Warp	Παραμορφώνομαι
Warp	Πετσικάρω
Warp	Σκεβρώνω
Waste	Σπατάλη
Waste	Φύρα
Wattle	Καλαμωτή
Wear	Ένδυση
Wear	Φθορά (φθαρμένο)
Weathering	Επένδυση προστασίας
Weathering	Επικάλυψη
Weave	Υφαίνω
Weaving	Ύφανση
Web	Κορμός δοκού «Η»
Web	Νεύρωση δοκού
Wedge	Σφήνα
Weld bead	Ραφή συγκόλλησης
Weld(-ing)	Ηλεκτροσυγκόλληση μετάλλων
Weld(-ing)	Ραφή μετάλλων
Weld(-ing)	Συγκόλληση
Weld(-ing)	Συγκόλληση με σύντηξη
Welding rod	Ηλεκτρόδιο ηλεκτροσυγκόλλησης
Well match	Καλοταιριασμένο
Winch	Βαρούλκο
Winch	Βίντσι
Winch	Εργάτης (μηχάνημα)
Wind scoop	Ανεμοδόχος
Window sill	Ποδιά παραθύρου
Wobble	Κουνιέμαι
Wobble	Ταλαντεύομαι
Wood peg	Ξύλινος πείρος
Wood plug	Ξύλινη τάπα
Worn	Φθαρμένος
Worn	Φορεμένος
Woven	Πλεκτός
Woven	Υφαντός
Wrap	Τυλίγω
Wrench	Γαλλικό κλειδί
Wrought iron	Σφυρήλατος σίδηρος

X	
Y	
Yield	Υποχωρώ
Yield point	Όριο διαρροής

Z

Λεξικό ελληνο-αγγλικής ορολογίας δομικών όρων

A

Αγριάδα επιφάνειας για Επίχριση	Key
Αγωγιμότητα	Conductivity
Αγωγός	Duct
Αγωγός ομβρίων	Storm sewer
Αδούλευτο	Raw
Αδράνεια	Inertia
Αδρανές αέριο	Inert gas
Αδρανής	Inert
Αδρός	Coarse
Αειφορία	Sustainability
Αειφόρος	Sustainable
Αεροστεγής	Air tight
Αερόστρωμα	Air pillow
Αετωματικό δικτύωμα	A truss
Ακάθαρτος	Impurite
Άκαμπτos	Rigid
Ακαμψία	Bracing
Ακαμψία	Rigidity
Ακαμψία	Stiffness
Ακανόνιστος	Uneven
Ακατέργαστο	Raw
Ακέραιο	Integral
Ακεραιότητα	Integrity
Ακέφαλη βίδα	Stud bolt
Ακμή	Groin
Ακόντιο	Pole
Ακόντιο	Rod
Ακρίβεια χειριστή	Precision
Ακριβής	Precise
Άκρο της στέγης	Eave
Ακρόβαθρο	Abutment
Αλληλοτεμνόμενοι πάσσαλοι υποθεμελίωσης	Secant piles
Αλύγιστος	Rigid
Αλυσοειδής εκ περιστροφής επιφάνεια	Catenoid
Αλυσοειδής καμπύλη	Catenary
Αμάξωμα	Bodywork
Αμείβων	Rafter
Άμμος	Sand
Αμμοχάλικο	Gravel
Αμολημένο	Loose
Αναβαθμίδα	Corbel
Ανάδοχος	Contractor
Αναθερμασμένο	Tempered
Ανακαίνιση	Renovation
Ανακαμπυλωμένο	Recambered
Ανακτώ	Regain

Αναλογία	Module
Αναλογία	Proportion
Ανάλυση	Layout
Αναμονές οπλισμού	Joints
Αναμονές οπλισμού	Providing construction joints
Αναπληρώνω	Compensate
Ανάποδη καμπύλη	Recambered
Αναρρόφηση	Suction
Αναρρόφηση	Suction
Αναρτημένη οροφή	Suspended ceiling
Αναρτημένο από καλώδια	Cable-hung
Αναρτημένο δάπεδο	Suspended floor
Ανέγερση	Erection
Ανεμιστήρας	Fan
Ανεμοδόχος	Wind scoop
Ανεμόσκαλα	Ladder
Άνεση Χρήστη	Human Comfort
Ανθεκτικότητα	Resilience
Ανθίσταμαι	Resist
Ανθρακονήματα	Carbon fibers
Άνοιγμα	Span
Ανοίγω	Cleave
Ανομοιογενής	Uneven
Ανόπτηση	Anneal
Ανόπτηση	Tempering
Ανόργανη ουσία	Mineral
Αντεπικολητές διατομές	Glulam (Glue laminated)
Αντεπικολητή ξυλεία	Cross laminated
Αντηρίδα	Pier
Αντηρίδα	Strut
Αντιδρώ	React
Αντιμετωπίζω	Encounter
Αντισταθμίζω	Compensate
Αντιστήριγμα	Strut
Αντιστηριζόμενο με καλώδια	Cable-stayed
Αντιστήριξη	Bracing
Αντλώ	Draw-on
Αντοχή	Resilience
Αντοχή	Strength
Αντοχή εφελκυσμού	Tensile strength
Αξιοπιστία οργάνου	Accuracy
Αξιόπιστος	Accurate
Αξιοποιώ	Utilize
Άξονας	Pivot
Άξονας	Shaft
Άοπλο σκυρόδεμα	Cement concrete
Απαράμιλλος	Unique
Άπλωμα	Splaying
Απλώνω	Splay
Απόβλητα	Sewage
Απόβλητα στερεά	Solid waste
Αποθηκεύω	Stow

Απόκλιση	Deflexion
Απομακρύνω	Deflect
Απομονώνω	Isolate
Απορροή νερών	Runoff
Απορροφώ	Absorb
Απόσταση	Interval
Αποστάτες	Outriggers
Αποστάτης	Spacer
Αποσυναρμολογημένη άποψη	Exploded view
Αποτελεσματικός	Efficient
Αποτελούμαι	Comprise
Αποτελούμαι	Consist
Αποτελώ	Constitute
Απότομος	Steep
Αποφλοίωση	Spalling
Αποχέτευση	Sewage
Αποχέτευση ομβρίων	Storm sewer
Απωθητικό	Repellent
Αραιό κονίαμα	Grout
Άργιλος	Clay
Άρθρωση	Hinge
Άρθρωση	Joint
Άρθρωση	Pin Joint
Αρθρωτό	Modular
Αρθρωτό τόξο	Hinged Arc
Αρμολόγηση	Pointing
Αρμός	Seam
Ασβέστης	Lime
Αστοχώ	Fail
Ασφάλεια ηλεκτρική	Fuse
Ασφαλίζω	Batten (sth)
Άσφαλτος	Bitumen
Άτρακτος	Shaft
Αυλάκι	Trench
Αυλακωμένος	Rebated
Αυλακώνω	Corrugate
Αυλάκωση	Rebate
Αυλακωτός	Corrugated
Αυλακωτός	Groove
Αυτοματοποιημένος	Computerized
Αυτοφερόμενο δομικό	Body Frame Integral (BFI)
Κέλυφος	
Αυτοφερόμενο δομικό	Structural skin
Κέλυφος	
Αυτοφερόμενο κέλυφος	Monocoque structure
Αυτοφερόμενος	Self-bracing
Άχυρο	Straw
<hr/>	
B	
Βαθμίδα	Stage
Βαθμιδωτός	Stager
Βάθρο	Abutment
Βάθρο	Pier
Βαθύτερος	Underlying
Βαρούλκο	Winch
Βαρύς	Massive
Βάση	Bed

Βάση	Footing
Βάση	Pedestal
Βάφλα	Wafer
Βελόνα	Pin
Βελονιά	Stitch
Βελτιστοποιώ	Optimize (US) / Optimise (UK)
Βεντάλια	Fan
Βερνίκι	Enamel
Βήμα	Pace
Βήμα	Step
Βηματισμός	Pace
Βίντσι	Winch
Βίτσι	Tackle
Βιώσιμος	Sustainable
Βιωσιμότητα	Sustainability
Βλήτρο	Dowel
Βοηθός	Mate
Βόθρος	Cesspool
Βολταϊκό τόξο	Arc
Βραχυκύκλωμα	Electrical arcing
Βρωμίζω	Soil (sth)
<hr/>	
Γ	
Γαλλικό κλειδί	Adjustable spanner
Γαλλικό κλειδί	Wrench
Γαρμπίλι	Gravel
Γείσωμα	Eave
Γέμιση	Wafer
Γέμισμα	Infill
Γένεση καμπύλης	Spring
Γενική κοιτόστρωση foundation	Foundation/ Mat
Γενική κοιτόστρωση	Raft foundation
Γενική κοιτόστρωση	Raft foundation
Γερανογέφυρα	Gantry
Γερμανικό κλειδί	Fork spanner
Γέρνω	Lean
Γέρισμο	Rake
Γεφύρωση	Bridging
Γνέθω	Spin
Γόμφος	Peg
Γρίλια	Lath
Γυαλάδα	Polish
Γυαλοχάρτισμα	Sanding
Γυαλόχαρτο	Sand paper
Γωνιάζω λίθο	Spall
<hr/>	
Δ	
Δακτυλιοειδής σωλήνας	Ring tube
Δανειοθάλαμος αμμοχάλικου	Gravel Pit
Δείκτης	Index
Δεσμεύομαι	Bond
Δεσμεύω	Bind
Δεσμός	Bond
Διαβάθμιση	Grade
Διαβαθμισμένο υλικό	Grade

(Θεμελιώσεων)	
Διαγώνιος	Diagrid
Διαγώνιος	Traverse
Διαδικασία	Procedure
Διαδικασία	Process
Διαδρομή	Course
Διάζωμα	Tier
Διαίρεση	Separation
Διαιρώ	Split / Divide
Διακεκκριμένο	Discrete
Διακοπή	Recess
Διαμήκης	Stretcher
Διαμορφώνω	Mold (US)
Διαμορφώνω	Mould
Διανέμω	Distribute
Διανομή	Distribution
Διάξυλο οροφής	Purlin
Διαπερνώ	Traverse
Διάρθρωση	Pattern
Διάρθρωση	Structure / Articulation
Διασκορπίζω	Distribute
Διασταύρωση	Junction
Διάστημα	Interval / Space
Διάστρωση	Placing
Διάστρωση	Ply
Διάστρωση σκυροδέματος	Cast / Concrete casting
Διάταξη	Layout
Διάταξη	Pattern
Διατήρηση	Retention
Διατήρηση	Sustain
Διατηρώ	Maintain
Διάτμηση	Shear
Διατμητική τάση	Tangential stress
Διατρυπή	Spike
Διαφορική καθίζηση	Differential settlement
Διάφραγμα ρυθμιστικό (ήχου, φωτός)	Baffle
Διαχείριση	Logistic
Διαχωρισμός	Separation
Διέλαση	Metal extrusion
Διέλαση	Pultrusion
Διευρύνω	Splay
Δικτύωμα Επίπεδο	Truss
Δικτύωμα υπό συνεχή τάση	Constant force truss
Δικτυωτό	Lattice
Δίνη	Vortex
Δίνω κωνοειδές σχήμα	Taper
Διπλός πρόβολος αντιστηριζόμενος από καλώδια	Double-cantilevered cable-stay
Δίχτυ	Mesh
Δοκάρι	Joist
Δοκίδα	Purlin
Δοκίδα	Stud
Δοκός	Beam
Δοκός	Rod
Δοκός με αρθρώσεις	Hinged Beam

Δοκός στήριξης	Batten
Δομή	Fabric
Δομή	Structure
Δομική επάρκεια	Structural integrity
Δομικό στοιχείο	Component
Δομούμαι	Bond
Δόντι	Notch
Δραστήριος	Efficient
Δρομική πλίνθος	Stretcher
Δύναμη	Strength
Δυναμικό φορτίο	Dynamic load
Δυνατός	Intense
Δυσκαμψία	Rigidity

E

Εγκάρσια σανίδα συνοχής	Batten
Εγκάρσιος	
Εγκάρσιο κλίτος	Transept
Εγκοπή	Notch
Εγκοπή	Recess
Έδαφος	Soil
Έδρα	Facet
Εικονικό	Nominal
Εκγλυφή	Milling
Εκθλίβω	Extrude
Έκθλιψη	Extrusion
Έκκεντρο θεμέλιο	Footing / Eccentric spread footing
Εκμεταλλεύομαι	Utilize
Εκπληρώνω	Perform
Εκσκαφέας (μηχάνημα)	Excavator
Εκσκαφή	Dig (dig-dug-dug)
Εκτελώ	Perform
Εκτρέπω	Deflect
Εκτροπή	Deflexion
Εκφορικός τρόπος δομής	Corbelling
Εκφυλίζομαι	Deteriorate
Έλαση	Rolling
Έλασμα	Lamella
Έλασμα	Sheet
Έλασμα σύνδεσης	Gusset Plate
Ελασματοποίηση	Lamination
Ελασματοουργείο	Rolling mill
Ελατήριο	Spring
Έλατο	Fir
Ελατός	Malleable
Ελαφρόπετρα	Pumice
Ελκυσμός	Draught
Ελκυστήρας	Truss rod
Έλκω	Pull
Εμβάτης	Module
Εμπλέκω	Engage
Εμπόδιο	Barrier
Εμποτίζω	Impregnate
Εμποτισμός	Impregnation
Έμφυτος	Inherent
Ένδυση	Wear
Ενεργό Φορτίο	Live load

Ενισχυμένο τσιμέντο (ή σκυρόδεμα)	Ferrocement
Ενίσχυση	Bracing
Ενίσχυση	Reinforcement
Ενισχύω	Reinforce
Ενότητα	Unity
Ενσωματώνω	Incorporate
Ένταση	Strain
Ένταση	Stress
Ένταση	Tension
Εντατήρας	Turnbuckle
Έντονος	Distinct
Έντονος	Intense
Εντορμία	Rebate
Ενώνω	Match
Ενώνω με δόντι	Tenon
Ενώνω με λοξότμητη ένωση	Scarf
Ένωση	Joint
Ένωση	Junction
Ένωση	Splice
Ένωση με αναδίπλωση	Seam
Ένωση με μόρσο	Mortice and tenon joint
Ένωση τορμού εντορμίας	Mortice and tenon joint
Εξαγωγή	Extrusion
Εξαερισμός	Ventilation
Εξάρτημα	Component
Εξέδρα	Pad
Εξέλαση	Extrusion
Εξέλιξη	Process
Εξοχή	Corbel
Εξώθηση	Extrusion
Εξώθηση μετάλλων	Metal extrusion
Εξωθώ	Extrude
Εξόγκηση	Pultrusion
Επαγωγή	Induction
Επάλειψη	Coat
Επαναλαμβάνω	Iterate
Επανάληψη προτύπου	Pattern
Επάρκεια	Integrity
Επαρκής	Sufficient
Επένδυση	Clad / Cladding
Επένδυση	Lining
Επένδυση	Sheathing
Επένδυση	Veneer
Επένδυση επιδερμίδας κτιρίου	Building veneer
Επένδυση προστασίας	Weathering
Επενδύω	Lag
Επενδύω	Plate(-ing)
Επηγεκνίδα (ναυτ.)	Batten
Επί του πεδίου	In situ
Επιδερμίδα υπό τάση	Stressed skin
Επικάλυμμα	Lap
Επικαλυμμένο	Clad
Επικάλυψη	Sheathing
Επικάλυψη	Weathering
Επικάλυψη μη φέρουσα	Cladding

Επικλινής	Sloping
Επικολλητό	Laminated
Επιμελητεία	Logistic
Επιμεταλλώνω	Plate(-ing)
Επίπεδο	Plane
Επίπεδος	Even
Επιπλέον	Float
Επιρρεπής	Prone
Επίστρωμα	Lining
Επιστρωμένο (με κάτι)	Clad
Επίστρωση	Coat
Επίστρωση όψης	Face
Επιστύλιο	Lintel (Lintol)
Επιτομή	Compendium
Επιτόπου	In situ
Επιφανειακά στοιχεία μη φέρουσας επικάλυψης	Cladding panels
Επιφανειακό	Opencast
Επιφράκτης	Batten
Εργαστήριο ελάσεως μετάλλων	Rolling mill
Εργάτης (μηχάνημα)	Winch
Εργολάβος	Contractor
Εσοχή	Cavity
Εσοχή	Recess
Εσοχή σε κτίριο	Bay
Έσχατο	Ultimate
Ευδιάκριτος	Distinct
Εύθραυστος	Brittle
Εύθρυπτος	Brittle
Ευθύγραμμος	Rectilinear
Ευθυτενής	Upright
Εύκαμπτος	Malleable
Εύπλαστος	Ductile
Εφαπτομένη	Tangent
Εφελκυσμός	Tensile
Εφελκυστικός	Tensional
Εφοδιαστικό	Logistic

Z

Ζαρώνω	Corrugate
Ζεύξη	Bracing
Ζύγωμα	Girder

H

Ηλεκτρόδιο ηλεκτροσυγκόλλησης	Welding rod
Ηλεκτροσυγκόλληση	Arc weld
Ηλεκτροσυγκόλληση με αδρανές αέριο	Metal Inert Gas (MIG)
Ηλεκτροσυγκόλληση με επικάλυψη	Scarf weld
Ηλεκτροσυγκόλληση μετάλλων	Weld(-ing)

Ηλιοστάσιο	Solstice
Ήλος	Rivet
Ημερήσιος	Diurnal

Ημιδιαφανές	Translucent
Ημικίονας	Engage-column
Ημικυλινδρικό σταυροθόλιο	Groin vault
Ημικυλινδρικός θόλος	Barrel vault
Ημικυλινδρικός θόλος	Vault

Θ	
Θεμέλιο	Footing / Spread footing
Θεμελίωση	Foundation
Θεμελίωση με πέδιλα	Footing Foundation
Θεραπεία	Treatment
Θερμική υστέρηση	Thermal Lag
Θερμογέφυρα	Thermal bridging
Θερμοσκληρυμένο γυαλί	Tempered glass
Θερμοσυσσωρευτής	Storage heater
Θηλυκώνω	Tenon
Θλιπτική τάση	Compression stress
Θλιπτικός	Compressive
Θλίψη	Compression
Θλίψη	Strain
Θόλος	Canopy
Θόλος	Dome
Θόλος με νευρώσεις	Ribbed dome
Θόλος με νευρώσεις	Ribbed vault
Θόλος με νευρώσεις	Ribben vault
Θραύση	Fracture
Θρυμματίζω	Crumble
Θρυμματισμός	Fracture
Θρυμματισμός	Spalling

Ι	
Ιδιοκτησία	Plot
Ίδιον Βάρος	Static load
Ίδιον Βάρος	Dead load
Ίδιος	Identical
Ικανός	Efficient
Ικρίωμα	Gantry
Ικρίωμα	Rack
Ικρίωμα	Scaffold
Ιλύς	Mud
Ιλύς	Silt
Ίνες αραμιδίου	Aramid fibers (Kevlar)
Ινοπλισμένα πλαστικά (Reinforced Plastics)	Plastics FRP (Fiber)
Ίσια τρίγωνα	Congruent triangles
Ίσιος	Even
Ισόπλευρος	Equilateral
Ισοτροπικό υλικό (με ιδιότητες ίδιες, ανεξάρτητα προσανατολι- σμού και κατεύθυνσης)	Isotropic
Ισοφαρίζω	Compensate
Ιστός	Mast
Ισχύς	Strength

Κ	
Καβίλια	Dowel
Καθοδικό Ρεύμα	Down Draught
Καινοτομία	Novelty

Καινοφανές	Novelty
Καλάμι	Straw
Καλαμωτή	Wattle
Καλοταιριασμένο	Well matched
Καλούπι	Falsework
Καλούπι	Formwork
Καλούπι	Matrix
Καλούπι	Mold (US)
Καλούπι	Mould
Καλούπι	Pattern
Κάλυμμα	Lap
Κάλυμμα	Saddle
Καλυπτήρας κορυφής	Hip Cap
Καλύπτρα	Cowl
Καλώδια ανάρτησης- Κρέμασης	Suspension cables
Καλωδιωτή κατασκευή	Cable-net
Καμάρα	Vault
Καμάρα με χαμηλωμένο Τύμπανο	Timbrel vault
Καμβάς	Pattern
Καμινάδα	Stack
Κάμιнос	Kiln
Κάμπτω	Bend
Καμπυλόγραμμος	Curvilinear
Καμπυλοευθύγραμμος	Curvilinear
Καμπυλότητα	Camber
Κάμψη	Bending
Κανονικός	Even
Κάνω χρήση	Utilize
Καπάκι	Lid
Καπλαμάς ξύλου	Veneer
Καπνοδόχος	Stack
Καρούλι	Spool
Καρφί	Peg
Καρφί	Spike
Καρφί	Stud
Καρφοέλεσμα	Nailing plate
Κάρφωμα	Spike
Καρφωτικό πιστόλι	Nail gun
Κασσίτερος	Tin (Sn)
Κατακόρυφος	Steep
Κατανομή	Distribution
Καταπόνηση	Strain
Καταπόνηση από εφελκυσμό	Tensile strain
Κατασκευή	Structure
Κατατομή	Profile
Καταφύγιο	Shelter
Κατεργάζομαι	Treat
Κατεργασία μετάλλου	Treatment
Κατεύθυνση	Course
Κατηγορία	Order
Κατώφλι	Sill
Κέβλαρ	Aramid fibers (Kevlar)
Κεκλιμένη μονόρριχτη στέγη	Slope roof
Κεκλιμένη στέγη	Pitched Roof
Κεκλιμένος	Sloping

Κέλυφος κτιρίου	Envelope
Κενό	Void
Κεντρικό θεμέλιο footing	Footing / Centric spread
Κεραμίδι τύπου S (Ρωμαϊκό)	Pantil
Κιγκλίδωμα	Lattice
Κινητό Φορτίο	Live load
Κίσσηρη	Pumice
Κλάδος	Branch
Κλειδί	Key
Κλείνω	Batten (sth)
Κλίβανος	Kiln
Κλιμακωτός	Stager
Κλίνη	Bed
Κλίση	Rake
Κλιτύς	Slope
Κλωβός	Cage
Κλώθω	Spin
Κόβω	Incise
Κόβω κατά το ήμισυ	Halve
Κόγχη	Recess
Κουλοτήτα	Cavity
Κοίτη	Bed
Κόκκος	Grain
Κολλώδης	Adhesive
Κολόνα	Jamb-post
Κομβοέλασμα	Gusset Plate
Κομβοέλασμα	Strut
Κόμβος	Joint
Κονίαμα	Plaster
Κονίαμα	Render
Κονιοριπή	Pebbledash
Κοντοκόβω	Crop
Κόντρα πλακέ	Plywood
Κορδέλα	Band
Κορδέλα	Ribbon
Κορμός δέντρου	Log
Κορμός δοκού «Η»	Web
Κορνίζα	Facia, Fascia
Κορυφή	Apex
Κορυφή	Hip
Κορύφωμα	Apex
Κορύφωμα	Pinnacle
Κορύφωμα Γοτθικού	Pinnacle
πυργίσκου	
Κουβάρι	Spool
Κουνιέμαι	Wobble
Κουρεύω	Crop
Κούτσουρο	Log
Κράσπεδο	Skirt
Κρεμαστή γέφυρα	Suspension bridge
Κρεμαστή γέφυρα άρπα	Bridge/ Harp bridge
Κρεμαστή γέφυρα βεντάλια	Bridge/ Fan bridge
Κρηπίδωμα	Footing
Κτίσιμο	Masonry
Κυκλοφορία	Current
Κύρια δοκός	Girder

Κυρτός	Convex
Κυρτότητα	Camber
Κυρτώνω	Warp
Κυτταρίνη	Cellulose
Κυψελωτές δοκοί	Castellated beams
Κωνική Συναρμογή	Taper fit
Κώνος Θεμελίου	Pedestal

Λ

Λάβα	Slag
Λαπάτσα	Batten
Λάσπη	Mud
Λάσπη	Silt
Λατομείο	Quarry
Λατόμευση	Quarrying
Λεπιδοσανίδα	Oriented Strand Board (OSB)
Λεπίδωση	Lamination
Λεπτή Κοκκομετρία	Grain / Fine grain
Λεπτόκοκκο Χαλίκι	Fine gravel
Λεπτοχάλικες (αμμοχάλικο ή γαρμπίλι)	Grit
Λέπτυνση	Taper
Λέπτυνση άκρης	Taper
Λερώνω	Soil (sth)
Λιθεπένδυση	Stone veneer
Λίθινη πλάκα	Slate
Λιθοδομή	Masonry
Λιωμένος	Molten
Λοξός	Skew
Λοξότμητη σύνδεση	Scarf joint
Λυγίζω	Buckle
Λυγισμός	Buckling
Λωρίδα	Ribbon
Λωρίδα	Slat

Μ

Μαγκάλι	Brazier
Μαλακό ατσάλι	Mild Steel
Μαλακός	Ductile
Μαλακός	Malleable
Μαρκίζα	Canopy
Μαρκίζα	Eave
Μασούρι	Spool
Μάστορας	Artisan
Μάτισμα	Splice
Μαχιάς	Hip
Μεγάλος	Massive
Μέγεθος	Index
Μέθοδος	Process
Μεμβράνη	Film
Μεντεσές	Hinge
Μεσοτοιχία	Party-wall
Μετάδοση (θερμότητας)	Convection
Μετάδοση με επαφή	Conduction
Μεταλλαγή	Flux
Μεταχείριση	Treatment
Μέτρο	Module

Μετωπικός αμείβων	Hip Jack Rafter
Μέτωπο	Hip
Μη δομικός εξωτερικός	Curtain wall
Τοίχος	
Μη υφαντό	Non-woven
Μη υφασμένο	Spunbonded
Μήτρα	Matrix
Μήτρα	Mold (US)
Μήτρα	Mould
Μηχανική	Engineering
Μηχανική κατασκευή	Engineering
Μηχανικό κλειδί	Spanner
Μοιράζω	Split
Μοιρασιά	Distribution
Μολυσμένος	Impurite
Μοναδικός	Unique
Μονής κατεύθυνσης	Unidirectional μονόδρομος
Μόνιμο Φορτίο	Dead load
Μόνιμο Φορτίο	Static load
Μονοκέλυφος	Monocoque
Μονόλιθος	Block
Μονόρριχτη στέγη	Shed
Μοντελοποίηση (Διαμόρφωση) Κτιριακής	Building Information Modeling (BIM)
Πληροφορίας	
Μονώνω	Lag
Μόρσο	Mortise
Μόρσο	Tenon
Μουτζουρώνω	Daub
Μοχλοβραχίονας	Lever arm
Μοχλός	Lever
Μπαγδατί	Lath
Μπάζα	Rubble
Μπατικός Λίθος	Header
Μπετόν καθαριότητας	Mud Slab
Μπομπίνα	Spool
Μπουλόνι	Bolt
Μπρουντζοκόλληση	Brazing
Μπρούντζος	Bronze
Μωσαϊκό	Terrazzo
N	
Νεκρό φορτίο	Dead load
Νεύρωση	Rib (ribbed)
Νεύρωση δοκού	Web
Νεωτερισμός	Novelty
Νήμα	Strand
Νομέας	Rib (ribbed)
Ξ	
Ξαναβρίσκω	Regain
Ξέφτισμα	Tearing
Ξεχωριστό	Discrete
Ξεχωριστός	Distinct
Ξυλεία	Lumber
Ξύλινη τάπα	Wood plug

Ξύλινος πείρος	Wood peg
Ξυλοδεσιά	Frame
Ξυλόκαρφο	Dowel
Ξυλότυπος	Shutter
O	
Ογκόλιθος	Block
Ογκώδης	Massive
Όδευση	Route
Οδοντωτός	Castellated
Οδοντωτός	Crenellated
Οδός	Route
Οικόπεδο	Plot
Οικοδόμημα	Structure
Ολοκληρωτικό	Integral
Ολοφέρουσα κατασκευή	Monocoque structure
Ομαλός	Even
Ονομαστικό	Nominal
Οξυγονοκόλληση βολταϊκού	Torch weld
τόξου	
Οπλισμός	Reinforcement
Οπτόπλινθος	Brick/ Clay brick
Ορείχαλκος	Bronze
Όρθιος	Upright
Ορθός	Accurate
Ορθός	Precise
Ορθοστάτης	Strut
Οριζόντια ταινία	Facia, Fascia
Όριο διαρροής	Yield point
Όριο τάσης	Stretch limit
Ορυκτό	Mineral
Ορυκτό άλας	Salt cake
Ουρανοξύστης	Hight-Rise
Όψη	Face
Όψη γεωμετρικού	Facet
αντικειμένου	
Π	
Παλάγκο	Tackle
Πανέλα επικάλυψης όψης	Cladding panels
μη φέροντα	
Πανέλο Προσανατολισμένων	Oriented Strand Board
Ινών	(OSB)
Πανί	Fabric
Πανομοιότυπος	Identical
Παντζούρι	Shutter
Παξιμάδι μπουλονιού	Nut
Παραμετρική μοντελοποίηση	Parametric modeling
Παραμορφώνομαι	Warp
Παραμορφώνω	Deform
Παραμόρφωση	Deformation
Παραμόρφωση	Strain
Παραστάδα	Jamp-post
Παραστάδα ανάρτησης	Hinging Post
θύρας	
Παρασύρω	Draw-on
Παρειά	Lining

Παρεκκλίνω	Deflect
Παρεμβάλλω	Jam
Παρέμβυσμα	Gasket
Πασαλείβω	Daub
Πάσσαλος	Peg
Πάσσαλος	Pole
Πάτερο	Joist
Πέδιλο	Block
Πέδιλο	Footing
Πέδιλο	Pad
Πειθαρχία	Order
Πείρος	Peg
Πείρος	Pin
Πείρος	Pivot
Περβάζι	Sill
Περίβλημα	Enclosure
Περίβλημα κτιρίου	Envelope
Περιέλιξη	Coil
Περιζώνω	Skirting
Περικόχλιο	Nut
Περιλαμβάνω	Comprise
Περιστρέφω	Spin
Περνάω κονίαμα	Rendering
Περόνη	Pin
Πετάλιο	Lamella
Πετσικάρω	Warp
Πηλός	Adobe
Πηλός	Mud
Πηνίο	Coil
Πηγάκι λεπτή σανίδα	Lath
Πήχη	Batten
Πήχης	Lath
Πίλημα	Felt
Πίνακας	Pane
Πίσσα	Bitumen
Πλαγιά	Slope
Πλάγιος	Lateral
Πλάγιος	Profile
Πλαίσιο	Casing
Πλαίσιο	Frame
Πλαίσιο	Moment frame
Πλαίσιο υποδομής	Framework
Πλαισιώνω	Skirting
Πλάκα	Slab
Πλάκα άοπλου σκυροδέματος	Cement concrete slab
Πλάκα άοπλου σκυροδέματος	Mud Slab
Πλάκα φατνωματική	Wafer slab
Πλακοδοκός	Slab
Πλάνη ξυλουργική	Plane
Πλάνο	Layout
Πλέγμα	Mesh
Πλεκτός	Woven
Πλεξούδα	Strand
Πλεονάζων	Redundant
Πλευρικός	Lateral

Πλευρό	Rib (ribbed)
Πλευστό	Float
Πλευστό γυαλί	Float Glass
Πληρότητα	Occupancy
Πλήρωση	Infill
Πλινθοδομή	Brickwork
Ποδιά παραθύρου	Window sill
Πόλος	Pivot
Πόλος	Pole
Πολύγωνο κλειδί spanner	Ring spanner/ Box spanner
Πολυεστέρας	Gelcoat
Πολυμερές Ενισχυμένο με Ανθρακονήματα	Plastics CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer)
Πολυπροπυλένιο	Plastic PP
Ποντάρισμα	Spot weld
Πορεία	Process
Πορεία	Route
Ποταμός ποδιάς παραθύρου	Drip
Πρανές	Slope
Πρέκι	Lintel (Lintol)
Πρηνής	Prone
Πριόνι	Saw
Πριόνι Χειρός	Hacksaw
Πριονίζω	Saw
Πριονιστήριο	Saw mill
Πριτσίνι	Rivet
Πρόβολος	Cantilever
Πρόγραμμα	Schedule
Προδιαγραφή	Standard
Προεξοχή	Overhang
Προκαλώ	Induce
Πρόμοχθος	Corbel
Πρόναος	Portico
Προσαρμογέας σύνδεσης	Mating adapter
Προσαρμόζω	Adjust
Προσαρμόζω	Match
Προσαρμόζω	Suit
Προσδένω	Bind
Προσκόλληση	Adhesion
Προσκολλώ	Adhere
Πρόστεγο	Eave
Προστώο	Portico
Προσωρινός ξυλότυπος	Falsework
Πρότονα καλώδια	Guyed Cables
Πρότονος (ναυτ.)	Guy
Πρότονος (ναυτ.)	Stay
Πρότυπη μονάδα	Module
Πρότυπο	Model
Πρότυπο	Modeling
Πρότυπο	Pattern
Πρότυπο	Standard
Πρότυπο	Profile
Πρόχειρα	Roughly
Προχωρώ	Draw-on
Πτέρυγα	Transept

Πτερύγιο	Fin
Πτυχώνω	Corrugate
Πτυχωτός	Corrugated
Πυργοειδής	Castellated

P

Ράβδος	Baton
Ράβδος	Rod
Ράβω	Stich
Ράμμα	Seam
Ραμποτέ	Rebated
Ραφή	Seam
Ραφή μετάλλων	Weld(-ing)
Ραφή συγκόλλησης	Weld bead
Ράφι	Rack
Ρεύμα (νερού, ηλεκτρικό)	Current
Ρευστό κονίαμα	Grout
Ρευστότητα	Flux
Ρητίνη	Resin
Ροή	Flux
Ροπή	Moment
Ροπή αδράνειας	Moment of inertia
Ροπή στρέψης	Torque
Ρυθμίζω	Adjust
Ρυθμός	Order
Ρωγμή	Crevice

Σ

Σανίδα	Plank
Σανίδα	Slat
Σανίδωμα	Plank
Σανιδώνω	Batten (sth)
Σαπίζω	Decay
Σαπίζω	Rot
Σβήσιμο ασβέστη	Slaking of lime
Σε συμφωνία	Congruent
Σέγα	Saw/Jig-saw
Σειρά	Order
Σέλα	Saddle
Σελιόζη	Cellulose
Σημεία γένεσης τρούλου	Spring points
Σημειακή ηλεκτρο-συγκόλληση	Spot weld
Σηπτική δεξαμενή	Cesspool
Σήψη	Rot
Σήψη λόγω βακτηριδίων	Fungal
Σιδηρογωνιά (εργαλείο)	Framing Square
Σιδηρομετάλλευμα	Ironore
Σιδηροπρίονο	Hacksaw
Σκάβω	Dig (dig-dug-dug)
Σκάλα	Ladder
Σκαλί	Step
Σκαλωσιά	Scaffold
Σκαρίφημα	Vignette
Σκαρπέλο	Chisel
Σκεβρωμένος	Skew
Σκεβρώνω	Buckle
Σκεβρώνω	Warp

Σκελετός	Frame
Σκελετός	Framework
Σκέπασμα	Lid
Σκηνή	Stage
Σκιάς	Canopy
Σκληραίνω	Stiffen
Σκληρός	Tough
Σκληρότητα	Stiffness
Σκορπισμένο	Loose
Σκουριά	Rust
Σκύρα	Gravel
Σκυρόδεμα εξομάλυνσης	Mud Slab
Σκυρόδεμα με άμμο	Sand cement
Σκωρία	Slag
Σμάλτο	Enamel
Σμίλευση	Spalling
Σμίλη	Chisel
Σοβαντίζω	Rendering
Σοβάντισμα	Render set
Σοβάς	Plaster
Σοβατεπί	Skirting
Σπατάλη	Waste
Σπατουλάρισμα	Skim
Σπατουλαριστός σοβάς	Skim plastering
Σπείρα	Coil
Σπείρωμα	Thread
Σπινθήρας	Arc
Σταγόνα	Drip
Σταλαγμός	Drip
Στατικό φορτίο	Dead load
Στατικό φορτίο	Static load
Σταυροθόλιο	Groin
Στεγάζω	Shelter
Στεγανός	Tight
Στέγαστρο	Shelter
Στένεμα	Contraction
Στερεώνω	Brace
Στεφάνι	Band
Στήλη	Stack
Στήριγμα	Bridging
Στήριγμα	Pad
Στήριγμα	Peg
Στήριγμα	Prop
Στήριγμα	Stay
Στηρίζομαι	Lean
Στήριξη κύλισης	Roller
Στήσιμο	Layout
Στητός	Upright
Στυλνότητα	Polish
Στοιβά	Stack
Στοιβάζω	Stow
Στόκος	Putty
Στράλι (ναυτ.)	Guy
Στράλια (ναυτ.)	Stay
Στρεβλώνω	Distort
Στρέβλωση	Distortion
Στρέψη	Torsion

Στροφείο	Hinge
Στρώση	Bed
Στρώση	Bond
Στρώση	Course
Στρώση	Ply
Στρώση από τούβλα	Course
Στύλος	Pillar
Στύλος	Pole
Στύλος	Stay
Συγκόλληση	Weld(-ing)
Συγκόλληση βολταϊκού τόξου	Arc weld
Συγκόλληση κατ' άκρο	Butt-end
Συγκόλληση με σύντηξη	Weld(-ing)
Συγκολλητικός	Adhesive
Συγκολλητό	Laminated
Συγκρατώ	Block
Συγκρατώ	Restrain
Σύζευξη	Conjunction
Σύζευξη	Mate
Συμβολή	Junction
Συμπαγής	Massive
Συμπιέζω	Compress
Συμπίεση	Compression
Συμπυκνώνω	Condense
Συμπύκνωση υδρατμών	Condensation
Συμφυής	Inherent
Σύμφωνος	Congruent
Συναντώ απροσδόκητα	Encounter
Συναρμολογή	Put Together
Σύνδεση	Conjunction
Σύνδεση	Splice
Σύνδεση σανίδων ραμποτέ	Splice
Σύνδεσμος	Conjunction
Συνδετήρια δοκός	Strap beam
Συνίσταμαι	Consist
Συνιστώ	Constitute
Συνοχή	Cohesion
Σύνοψη	Compendium
Συνοψίζω	Condense
Συντελεστής	Coefficient
Συντελεστής θερμοπερατότητας	U-Value
Συντήρηση ξύλου με εμπότισμό φαρμάκου	Tantalize
Συντηρητικό	Preserver
Συντηρητικό ξύλου (χρωμιωμένος αρσενικός χαλκός, CCA)	Tanalith
Συντηρώ	Maintain
Συρμάτινη τιράντα	Tie
Σύρω	Pull
Συστατικό	Component
Συστατικό	Ingredient
Σύστημα ελαφρού σκελετού (ξύλινου ή μεταλλικού)	Platform Frame (Wooden or metal)
Σύστημα ξύλινου κλωβού	Timber frame

Συστολή	Contraction
Σφήνα	Pad
Σφήνα	Wedge
Σφηνώνω	Jam
Σφίγγω	Stiffen
Σφικτήρας	Turnbuckle
Σφιχτός	Tight
Σφοδρός	Intense
Σφραγιστική τσιμούχα	Gasket
Σφυρήλατος σίδηρος	Wrought iron
Σφυρηλατώ	Forge
Σφυρί	Hammer
Σφυρί (μηχάνημα)	Hammer
Σχεδία	Raft
Σχέδιο	Layout / Sketch / Plan
Σχέδιο	Schedule
Σχέση μεγεθών	Proportion
Σχήμα υπερβολικού παραβολοειδούς	Pringle Shape
Σχίζω	Cleave
Σχίζω	Split
Σχίζω	Tear
Σχίσιμο	Rip
Σχίσιμο	Tearing
Σχιστόλιθος	Slate
Σχοινί	Guy
Σχοινοειδής	Funicular
Σωλήνας	Tube

T

Ταινία	Band
Ταίρι	Mate
Ταιριάζω	Suit
Τακάκι	Nog
Τάκος	Nog
Ταλαντεύομαι	Wobble
Τανυστής	Tensor
Τάξις	Order
Τάση	Stress
Τάση	Stretch
Τάση	Tension
Τάση εφελκυσμού	Tensile stress
Ταυτόσημος	Identical
Τάφος	Trench
Τεγίδα	Purlin
Τείνω	Stretch
Τελική επίστρωση	Skim coat
Τελική επιφανειακή Επεξεργασία	Polish
Τελικό	Ultimate
Τέμνουσα δύναμη	Shear
Τένοντας	Tendon
Τεντώνω	Stretch
Τένων	Tendon
Τεταρτημόριο	Quadrant
Τετράγωνη εσωτερική αυλή	Quadrangle
Τετράγωνο	Quadrangle
Τετράπλευρος	Quadrilateral

Τέφρα	Ash
Τεχνητός λίθος	Block
Τεχνολογία Μοντέλων πληροφοριών	BIM (Building Δομικών Information Modelling)
Τήκομαι	Fuse
Τήξη	Fuse
Τήξη	Fusion
Τμήμα	Segment
Τοίχιο αντιστήριξης	Shear wall
Τοιχοποιία	Masonry
Τοιχοποιία μη φέρουσα	Cladding
Τοίχος αντιστήριξης	Retaining wall
Τοίχος έδρασης	Sleeper wall
Τοίχος πρόσοψης	Curtain wall
Τομέας	Segment
Τομέας	Truss
Τομή	Groin
Τομή	Incision
Τόξο	Arc
Τόξο	Arch
Τοξωτό δικτύωμα	Bow string truss
Τοξωτός	Arched
Τοποθέτηση/Εφαρμογή υαλοπινάκων	Glazing
Τόρμος	Tenon
Τόρνος	Lathe
Τόρνος	Mill
Τούβλο	Brick
Τραβέρσα	Tie
Τραβώ	Pull
Τραχιά	Roughly
Τραχύς	Abrasive
Τραχύς	Coarse
Τριβέας	Mill
Τριβείο τροχού	Abrasive wheel
Τριβή	Friction
Τριβίδι	Grinder
Τριβω	Sanding
Τριγωνικό δικτύωμα	A truss
Τριπτικός	Abrasive
Τριφτός σοβάς	Render float
Τριχοειδής	Capillary
Τρόπος δόμησης	Bond
Τρούλος	Dome
Τροχός τριβείου	Grinder
Τρύπημα	Punching
Τρυπή	Bore
Τσατμάς	Lath
Τσιμεντοκονία επικάλυψης	Grout curtain
Τσιμεντοκονίαμα	Slurry
Τσόχα	Felt
Τυλίγω	Coil
Τυλίγω	Wrap
Τυποποίηση	Modulation
Τύρφη	Turf
Υ	
Υαλονήματα	Fiberglass (Fibreglass)

Υγρασία	Damp
Υγρασία	Humidity
Υγρασία	Moisture
Υδατοαπωθητικό	Repellent/ Water repellent
Υδατοστεγανός	Tight/Water tight
Υλικό περιβλήματος	Sheathing
Υλικοτεχνική υποστήριξη	Logistic
Υπέδαφος	Subsoil
Υπέρθυρο	Lintel (Lintol)
Υπέρτονο	Tie
Υποβαστάζω	Bear
Υποδομή	Framework
Υπολογισμο	Computational
Υπολογιστικό	Computational
Υπολογιστικός Αριθμητικός Έλεγχος	CNC (Computer Numerical Control)
Υπόστεγο	Shed
Υποστήριγμα	Abutment
Υποστηρίζω	Brace
Υποστήριξη	Logistic
Υπόστρωμα	Substrate
Υποσύλωμα	Prop
Υποχωρώ	Yield
Ύστατο	Ultimate
Υστέρηση	Lag
Υφαίνω	Weave
Ύφανση	Weaving
Υφαντό	Textile
Υφαντός	Woven
Ύφασμα	Fabric
Ύφασμα	Textile
Υψίκορμη δοκός	Girder
Φ	
Φακοειδής	Lenticular
Φάτνωμα	Bay
Φάτνωμα	Coffer
Φάτνωμα	Wafer
Φέρον στοιχείο	Bearer
Φέρον Στοιχείο	Load bearing
Φεροσιμέντο	Ferrocement
Φέρουσα δοκός πλαισίου	Strut
Φέρω	Bear
Φθαρμένος	Worn
Φθειρομαι	Decay
Φθίνω	Decay
Φθορά (φθαρμένο)	Wear
Φιλμ	Film
Φλάντζα	Gasket
Φολίδα	Lamella
Φολίδα	Lattice
Φορεμένος	Worn
Φορτίο	Load
Φορτωτής (μηχάνημα)	Loader
Φορώ	Draw-on
Φούρνος	Brazier
Φούρνος	Kiln

Φουρούσι	Corbel
Φράγμα	Barrier
Φρακάρω	Jam
Φρέαρ	Shaft
Φρεάτιο	Shaft
Φρεάτιο κλιμακοστασίου	Stairwell
Φρέζα	Mill
Φρεζάρισμα	Milling
Φυγοκεντρικός	Centrifugal
Φύλλο	Sheet
Φύρα	Waste
Φωταγωγός κτιρίου	Light well
φρεάτιο φωτισμού	
Φωτοβολταϊκές συστοιχίες	Solar arrays

Χ

Χαλαρό	Loose
Χαλάσματα	Rubble
Χαλίκι	Gravel
Χαλίκι (για δρόμους)	Rubble
Χαλικοστρώνω	Gravel
Χάλυβας	Steel
Χαμηλό τύμπανο θόλου	Timbrel
Χαμηλωμένος θόλος	Timbrel vault
Χαντάκι	Trench
Χαράζω	Incise
Χαρακιά σχήματος "Λ"	Notch
Χάραξη	Incision
Χειρίζομαι	Handling
Χειροτερεύω	Deteriorate
Χελιδονοουρά	Dovetail
Χελώνα μετάλλου	Pig-iron
(ημικατεργασμένο μέταλλο)	
Χιτώνιο	Lining
Χονδρόκοκκο χαλίκι	Coarse gravel
Χονδρός σοβάς	Pebbledash

Χοντρή ξυλεία κατασκευών	Lumber
Χοντρή φέτα	Slab
Χοντροκονίαμα	Render
Χυτήριο	Foundry
Χυτό	Cast
Χυτός	Molten
Χυτός	Mould
Χυτοσίδηρος	Cast-iron
Χώμα	Soil
Χωμάτινος	Soil
Χωνευτό (φωτιστικό)	Recessed
Χωρητικότητα	Occupancy
Χωρικό πλαίσιο	Space frame
Χωρίς ραφή	Seamlessly
Χωροδικτύωμα	Space frame

Ψ

Ψαθωτό	Matting
Ψαλίδι στέγης	Rafter
Ψαλιδωτή ένωση	Dovetail-Joint
Ψαλιδωτός	Dovetail
Ψευδότοιχος	Curtain wall
Ψήκτρα	Heat Sink
Ψηφιακά ελεγχόμενος	Computerized
Ψηφιακή Κατασκευαστική	Digital Fabrication
Πρακτική	

Ω

Ωθηση	Thrust
Ωμό	Raw
Ωμόπλινθος	Brick/ Mud brick
Ωμόπλινθος	Mud Brick
Ωρίμανση (σκυροδέματος)	Curing
Ώση	Thrust
Ωτίδα	Corbel
Ωφέλιμο Φορτίο	Live load

Το βιβλίο αποτελεί εγχειρίδιο για το έβδομο και το όγδοο εξάμηνο των Αρχιτεκτονικών Συνθέσεων. Επιχειρείται η σύζευξη του Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού και της Οικοδομικής Τεχνολογίας. Στόχοι του παρόντος συγγράμματος είναι η μεθοδική ανάλυση και η ταξινόμηση των κατασκευαστικών επιλογών που υπηρετούν την αρχιτεκτονική σύνθεση, η βαθύτερη κατανόησή τους, ο καθορισμός των κριτηρίων για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να επιλέγονται τα υλικά και η επίλυση των κατασκευαστικών λεπτομερειών. Το βιβλίο αποτελείται από οκτώ (8) κεφάλαια, τα οποία περιλαμβάνονται σε τρία μέρη με επεξηγηματικό και σχολιασμένο εικονογραφημένο υλικό. Το πρώτο μέρος (κεφάλαια 1-4) πραγματεύεται τη φύση των δομικών φορέων, τα είδη τους στην κατασκευή, το εύρος των επιλογών, τις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε υλικού, καθώς και στοιχεία σχεδίασης λεπτομερειών. Γίνεται εκτεταμένη αναφορά στη χρήση των δομικών υλικών και της τεχνολογικής τους εξέλιξης. Ακολουθούν η κατηγοριοποίηση και η ταξινόμηση των δομικών φορέων και της επιδερμίδας του κτιρίου: εξετάζονται τα στοιχεία που αποτελούν την επιδερμίδα, καθώς και οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις που αυτή πρέπει να καλύπτει. Στο δεύτερο μέρος (κεφάλαια 5 και 6) γίνεται γνωριμία με τα σημαντικά δομικά υλικά, τις μηχανικές ιδιότητές τους, τα φυσικά τους όρια και τη συμβατότητά τους στην κατασκευή. Αναλύονται η μορφοποίηση και οι τεχνικές επεξεργασίας τους, καθώς και στοιχεία προδιαστασιολόγησης. Επιπλέον, με κάθε αναφορά επιχειρείται ο μεθοδικός καθορισμός κριτηρίων για τη χρήση τους, καθώς και εναλλακτικών προσεγγίσεων με βάση ζητήματα οικονομίας, κανονισμών και της εικόνας του τελικού αποτελέσματος. Τέλος, στο τρίτο μέρος δίνονται στοιχεία για τη σχεδιαστική διαχείριση του αρχιτεκτονικού έργου με τις καθιερωμένες πρακτικές, την προσέγγιση και τη σχεδιαστική απόδοση με το χέρι αλλά και μέσω CAD και με τις ειδικές απαιτήσεις ολοκληρωμένης συγκρότησης της πληροφορίας με βάση ποικίλες καθιερωμένες πρακτικές αλλά και με βάση τις απαιτήσεις των κανονισμών.

Το παρόν σύγγραμμα δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του Έργου ΚΑΛΛΙΠΟΣ+	
Χρηματοδότης	Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, Προγράμματα ΠΔΕ, ΕΠΑ 2020-2025
Φορέας υλοποίησης	ΕΛΚΕ ΕΜΠ
Φορέας λειτουργίας	ΣΕΑΒ/Παράρτημα ΕΜΠ/Μονάδα Εκδόσεων
Διάρκεια 2ης Φάσης	2020-2023
Σκοπός	Η δημιουργία ακαδημαϊκών ψηφιακών συγγραμμάτων ανοικτής πρόσβασης (περισσότερων από 700) • Προπτυχιακών και μεταπτυχιακών εγχειριδίων • Μονογραφιών • Μεταφράσεων ανοικτών textbooks • Βιβλιογραφικών Οδηγών
Επιστημονικά Υπεύθυνος	Νικόλαος Μήτρου, Καθηγητής ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ
ISBN: 978-618-228-128-4	DOI: http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-363

Το παρόν σύγγραμμα χρηματοδοτήθηκε από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων του Υπουργείου Παιδείας.