

**ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε
ΜΕΓΑΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ 1, 26334, ΠΑΤΡΑ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ FEDRA ΜΕ ΤΗ
ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 6**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ: ΖΙΑΡΑ ΘΕΟΔΩΡΑ

ΣΙΜΙΤΖΗ ΜΑΡΙΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΚΑΒΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στα πλαίσια της αποφοίτησης μας από το τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής και έχοντας παρακολουθήσει με επιτυχία τα θεωρητικά και πρακτικά μαθήματα, συντάξαμε την πτυχιακή εργασία με θέμα «μελέτη τοιχοποιίας με το πρόγραμμα FEDRA βάση του Ευρωκώδικα 6» που έχει ως σκοπό την μελέτη μιας φέρουσας τοιχοποιίας με ένα καινούργιο ηλεκτρονικό πρόγραμμα και με τις γνώσεις που έχουμε αποκομίσει ως τώρα από την σχολή και από την έρευνα που έχουμε πραγματοποιήσει (βιβλία, μελέτες). Ευχαριστούμε ιδιαίτερος τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Κακαβά για την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια του. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε και τους υπόλοιπους καθηγητές μας για τις γνώσεις μας δώσανε.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
Περιεχόμενα.....	1
Εικόνες	4
Πίνακες.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΕΣ	8
1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ.....	8
1.1 Ιστορική Ανασκόπηση.....	8
1.2. Κατηγορίες Τοιχοποιιών	9
1.3. Λιθοδομές	10
1.4. Είδη-Διαστάσεις-Προδιαγραφές τούβλων	11
1.5 Κονιάματα-Επιχρίσματα	21
2. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ	26
2.1 Γενικά	26
2.2 Λειτουργία της φέρουσας τοιχοποιίας.....	26
2.3 Η άοπλη τοιχοποιία	27
2.4 Η διαζωματική τοιχοποιία	28
2.5. Η οπλισμένη τοιχοποιία.....	28
2.6. Δοκοί, πρέκια, τόξα τοιχοποιίας	29

3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑΣ	29
3.1 Θερμομόνωση τοιχοποιιών	29
3.2 Υγρομόνωση στις τοιχοποιίες	30
3.3 Ηχομόνωση στις τοιχοποιίες	31
4. ΒΛΑΒΕΣ-ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΩΝ	32
4.1. Εκφυγές (εξάνθηση).....	32
4.2. Βλάβες κονιαμάτων-επιχρισμάτων	32
4.3. Ρηγματώσεις	33
4.4. Μετακινήσεις τοίχων	33
4.5. Φωτιά-Παγετός.....	34
4.6. Τεχνικές επισκευής και συντήρησης	34
5. ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	35
5.1. Τοίχοι αντιστήριξης.....	35
5.2. Επενδύσεις τοίχων-Τοιχοπετάσματα.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Ευρωκώδικας 6	37
1 ΓΕΝΙΚΑ.....	37
1.1 Σκοπός.....	37
2. ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	43
2.1 Θεμελιώδεις απαιτήσεις.....	43
3. ΥΛΙΚΑ.....	44
3.1 Λιθοσώματα.....	44
3.2 Κονίαμα.....	46
3.3 Σκυρόδεμα πληρώσεως	47
3.4 Χάλυβας οπλισμού	48
3.5 Προεντεταμένος χάλυβας.....	48
3.6 Μηχανικές ιδιότητες της άοπλης τοιχοποιίας.....	49
3.7 Μηχανικές ιδιότητες οπλισμένης προεντεταμένης και διαζωματικής τοιχοποιίας	52

3.8 Παραμορφωσιακά χαρακτηριστικά τοιχοποιίας.....	53
4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ	54
4.1 Δομητική συμπεριφορά και ευστάθεια του συνόλου.....	54
4.2 Δράσεις, συνδυασμοί και επί μέρους συντελεστές	54
4.3 Αντοχή σχεδιασμού της τοιχοποιίας	54
4.4 Άοπλοι τοίχοι υποβαλλόμενοι σε κατακόρυφα φορτία.....	55
4.5 Άοπλα διατμητικά τοιχώματα από τοιχοποιία.....	59
4.6 Άοπλοι τοίχοι υποβαλλόμενοι σε οριζόντια φορτία κάθετα στο επίπεδο τους	61
4.7 Οπλισμένη τοιχοποιία	63
5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ	65
6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	70
7. ΕΙΔΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΓΙΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΣΕΣΕΙΣΜΟΓΕΝΕΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ FEDRA	76
1. Εισαγωγή -Τι κάνει το πρόγραμμα	76
2. FEDRA με ΕΑΚ 2000.....	77
3. FEDRA με ΕΑΚ 2003.....	77
4. Βασική φιλοσοφία χρήσης προγράμματος	77
5. Τι συμβαίνει μόλις πρωτοτοποθετηθεί το πρόγραμμα.....	78
6. Βασικά στάδια μιας μελέτης είναι εν συντομία τα ακόλουθα.....	79
7. Σχεδίαση	81
8. Βήμα προς βήμα ένα παράδειγμα.....	82
9. Ιδιότητες αντικειμένων.....	87
10. Αναγνώριση πλακών.....	88
11. Επίλυση.....	90
12. Στέγη	90
13. Αρχεία	91
14. Υλικά.....	93

15. Φορτία κατασκευής.....	95
16. Κατανομή φορτίων ξύλινων δαπέδων και στέγης, Συντελεστής φορτίου στέγης.....	95
17. Σεισμικοί συντελεστές	96
18. Γενικά χαρακτηριστικά του κτιρίου	96
19. Αρχικές τιμές.....	97
20. Μεθοδολογία επίλυσης και διαστασιολόγησης	99
21. Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων	101
22. Σημεία που πρέπει να προσέξετε	102
Κάτοψη	104
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	105

Εικόνες

Εικόνα 1 Λιθοδομές από πορομπετόν	12
Εικόνα 2 Χειροποίητα συμπαγή τούβλα (k-ceramica).....	12
Εικόνα 3 Μικρά τούβλα με διαστάσεις 6x9x19 cm	13
Εικόνα 4 Τούβλο μικρό 9x9x19 εκ. (Χαλκίς Α.Ε.)	13
Εικόνα 5 Τούβλο εναμισάρι 6X12X19 εκ. (Χαλκίς Α.Ε.)	13
Εικόνα 6 Τούβλο μεγάλο 9x12x19 εκ. (Χαλκίς Α.Ε.).....	13
Εικόνα 7 Τουβλίνα ή τουβλέτα 18x18x32 εκ. (Χαλκίς Α.Ε.).....	14
Εικόνα 8 Δρομική τοιχοποιία (πάχους 9 εκ.)	14
Εικόνα 9 Δρομική τοιχοποιία (πάχους 12 εκ.)	15
Εικόνα 10 Μπατική τοιχοποιία (πάχους 19 εκ.), τύπου "ντάμα".	15
Εικόνα 11 Παραλλαγή (χωρίς δεσίματα) υπερμπατικής τοιχοποιίας (πάχους 29 εκ.)	15
Εικόνα 12 Τούβλα από αφρομπετόν	16
Εικόνα 13 Τούβλα γεμιστά με πολυουρεθάνη	16
Εικόνα 14 Τοιχοποιία με διακοσμητικά τούβλα 1.....	17
Εικόνα 15 Τοιχοποιία με διακοσμητικά τούβλα 2	17

Εικόνα 16 Τοιχοποιία από πυρότουβλα 1	17
Εικόνα 17 Τσιμεντόλιθοι.....	18
Εικόνα 18 Υαλότουβλο 19X19X8 εκ.....	19
Εικόνα 19 Γυψοσανίδες.....	20
Εικόνα 20 Καμπτικές αντοχές	52
Εικόνα 21 Διαγράμματα τάσεων-παραμόρφωσης.....	53
Εικόνα 22 Φέρουσα διατομή.....	59
Εικόνα 23 Δ.1: Διάγραμμα το οποίο δίνει τον αυξητικό συντελεστή της 4.4.8.....	59
Εικόνα 24 Σχ. 4.5 Συνεργαζόμενα πλάτη διατμητικών τοιχωμάτων	60
Εικόνα 25 Σχ. 4.6: Οριζόντια τομή τοίχου μεταξύ ισχυρών στηρίξεων (το σχήμα δεν περιλαμβάνεται στον EC6)	62
Εικόνα 26 Σχ. E1: Φορτία σχεδιασμού τοίχου υπογείου.....	63
Εικόνα 27 Σχ. 4.9: Διαγράμματα παραμορφώσεων για την οριακή κατάσταση αστοχίας.....	64
Εικόνα 28 Αγκυρώσεις	67
Εικόνα 29 Κατακόρυφες αποκλίσεις	71
Εικόνα 30 Υπολογισμοί	78
Εικόνα 31 Βασικά στάδια μιας μελέτης.	79
Εικόνα 32 Μορφή κτιρίου-ορόφοι	80
Εικόνα 33 Επιλογή σχεδίασης.....	80
Εικόνα 34 Σχεδίαση.....	81
Εικόνα 35 Ευθυγράμμιση κάναβου	82
Εικόνα 36 Ορθογώνιος τοίχος	83
Εικόνα 37 Ορθογώνιος τοίχος	83
Εικόνα 38 Όψη	84
Εικόνα 39 Δοκός και Υποστύλωμα.....	85
Εικόνα 40 Δοκός.....	85
Εικόνα 41 Κάτοψη.....	86
Εικόνα 42 Πλάκες-Αναγνώριση τοπολογίας κτιρίου	87

Εικόνα 43 Ιδιότητες αντικειμένων	87
Εικόνα 44 Δοκός.....	88
Εικόνα 45 Παράθυρο	88
Εικόνα 46 Υποσύλωμα	88
Εικόνα 47 Πλάκες.....	89
Εικόνα 48 Μορφολογία πλάκας	89
Εικόνα 49 Χαρακτηριστικά στέγης.....	90
Εικόνα 50 Είδος στέγης.....	91
Εικόνα 51 Διατομές ράβδων ζευκτού.....	91
Εικόνα 52 Απόσταση ζευκτών.	91
Εικόνα 53 Αρχείο μελέτης.....	91
Εικόνα 54 Αναζήτηση μελέτης.....	92
Εικόνα 55 Σχέδια σε DXF αρχεία	93
Εικόνα 56 Τοιχοποιία – Λιθοσώματα.....	93
Εικόνα 57 Κονιάματα.....	94
Εικόνα 58 Σκυροδέματα	Εικόνα 59 Χάλυβες
	94
Εικόνα 60 Ξυλεία στέγης	94
Εικόνα 61 Ενισχύσεις.....	95
Εικόνα 62 Φορτία κατασκευής	95
Εικόνα 63 Σεισμικοί συντελεστές	96
Εικόνα 64 Γενικά χαρακτηριστικά κτιρίου.....	97
Εικόνα 65 Αρχικές τιμές.....	98

Πίνακες

Πίνακας 1 Συντελεστές ασφαλείας.....	44
Πίνακας 2 Συντελεστές ασφαλείας.....	44
Πίνακας 3 Λιθοσώματα σε ομάδες.....	45
Πίνακας 4 Συντελεστές αναγωγής	47

Πίνακας 5 Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος πλήρωσεως.....	48
Πίνακας 6 Τιμές συντελεστή K.....	50
Πίνακας 7 Διάγραμμα 1	50
Πίνακας 8 Τιμές συντελεστή K.....	51
Πίνακας 9 Κονιάματα γενικής εφαρμογής	52
Πίνακας 10 Διάγραμμα 2 και 3	57
Πίνακας 11 Οριακές τιμές για τοιχούς και δοκούς.....	65
Πίνακας 12 Ανθεκτικότητα χάλυβα	66
Πίνακας 13 Ελάχιστη επικάλυψη σκυροδέματος.....	67
Πίνακας 14 Επιτρεπόμενες διαστάσεις	69
Πίνακας 15 Επιτρεπόμενες άνευ υπολογισμού διαστάσεις	70
Πίνακας 16 Συντελεστές συμπεριφοράς	73
Πίνακας 17 Γεωμετρικές απαιτήσεις.....	72
Πίνακας 18 Έπιτρεπόμενο πλήθος ορόφων	74
Πίνακας 19 Ποσοστό διατομής τοίχων.....	73

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στη Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδύκτιο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδάστριες

ΖΙΑΡΑ ΘΕΟΔΩΡΑ

ΣΙΜΙΤΖΗ ΜΑΡΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή έχει ως θέμα την μελέτη τοιχοποιίας με ένα καινούργιο πρόγραμμα, το οποίο ονομάζεται FEDRA βάση ενός από τους εννιά Ευρωκώδικες, τον Ευρωκώδικα 6. Η κατασκευή κτιρίων με φέροντα οργανισμό τοιχοποιίας

κυριάρχησε μέχρι τη δεκαετία του 1930, εποχή που ακόμα το οπλισμένο σκυρόδεμα δεν είχε την ευρεία εφαρμογή του στις κτιριακές κατασκευές. Δεδομένου λοιπόν της παλαιότητας των κτιρίων που σώζονται θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθούν οι τοίχοι αντιστήριξης των κτιρίων αλλά και, η δημιουργία νέων, όπως πραγματοποιείται σήμερα με σύγχρονα προγράμματα. Συγκεντρωτικά η εργασία επικεντρώνεται στα εξής σημεία:

1. Στην παρουσίαση των υλικών κατασκευής φέρουσας και απλής τοιχοποιίας και ανάλυση των μηχανικών τους ιδιοτήτων.
2. Στην παρουσίαση των διαφόρων ειδών βλαβών κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία.
3. Στην παρουσίαση των διαφόρων μεθόδων και τεχνικών επισκευής φέρουσας τοιχοποιίας.
4. Στην παρουσίαση του Ευρωκώδικα 6.
5. Στην παρουσίαση και στη κατασκευή κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία με το νέο πρόγραμμα FEDRA.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΕΣ

1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΩΝ

1.1 Ιστορική Ανασκόπηση

Η ιστορία της τοιχοποιίας, δηλαδή της κατασκευής τοίχων, ξεκινάει από πολύ παλιά και αποτελεί και τον αρχαιότερο τρόπο δόμησης, με εξαίρεση κάποιες κατασκευές από ξύλο. Ως τοιχοποιία, ορίζεται η πλήρωση (το γέμισμα) των κατακόρυφων στοιχείων του εξωτερικού περιβλήματος, καθώς και των εσωτερικών χωρισμάτων των κτιρίων. Τα αρχαία χρόνια, για να κατασκευάσει κάποιος έναν τοίχο χρησιμοποιούσε πέτρες, χωρίς κανένα συνδετικό κονίαμα (όπως π.χ. λάσπη). Η τεχνική αυτή, βέβαια υστερούσε σε αντοχή, αλλά αν οι πέτρες είχαν τοποθετηθεί με σωστό τρόπο, το τοίχιο μπορούσε να σηκώσει αρκετά φορτία. Με τη χρήση της λάσπης σαν συνδετικό εργαλείο, ο τοίχος άρχισε να αποκτά μεγαλύτερες αντοχές και αντιστάσεις. Η σωστή τοποθέτηση των υλικών βέβαια, τόσο της λάσπης όσο και των λίθων, διαδραμάτιζαν σημαντικό ρόλο σε αυτό. Με το πέρασμα του χρόνου στην τοιχοποιία άρχισαν να χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για να φτάσουμε στα σύγχρονα χρόνια που γίνεται χρήση δομικών στοιχείων (όπως τούβλα, τσιμεντόλιθοι κ.λπ.), τσιμεντοκονίας, χάλυβα αλλά και χαλύβδινων ινών (διαφόρων ειδών). Αξίζει ωστόσο να αναφερθεί ότι τοιχοποιίες γίνονται και με γυαλί και μέταλλο, σε βιομηχανικά κτίρια, αποθήκες, εμπορικά κτίρια κ.λπ.

1.2. Κατηγορίες Τοιχοποιιών

Τοιχοποιίες ονομάζουμε τα πλήρη κατακόρυφα στοιχεία μιας κατασκευής. Συναντώνται, άλλοτε σαν μόνιμες κατασκευές (λιθοδομές, πλινθοδομές, οπτοπλινθοδομές, χυτές τοιχοποιίες) και άλλοτε σαν κινητές, (ξύλινα, μεταλλικά και πλαστικά στοιχεία). Ανάλογα με τη θέση, τη χρήση και τη μορφή του κτιρίου, επιλέγεται το αντίστοιχο υλικό, με το οποίο θα γίνει η τοιχοποιία. Έτσι εξασφαλίζονται : η λειτουργία, η αντοχή, η αισθητική, η οικονομία, η προστασία και η διάρκεια ζωής της κατασκευής

Υπάρχουν διάφορα είδη τοιχοποιιών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ενός κτιρίου. Αυτά διαφέρουν ανάλογα με το είδος της κατασκευής και τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της τοιχοποιίας.

Κατηγορίες τοιχοποιίας

Η τοιχοποιία ανάλογα με το σκοπό που επιτελεί, διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

- **Φέρουσα**, όταν αποτελεί σκελετό ή και μέρος του και αναλαμβάνει σημαντικά φορτία. Παράλληλα, η φέρουσα τοιχοποιία διακρίνεται σε άοπλη (όταν δεν περιλαμβάνει οπλισμό, δηλαδή σίδερα) και οπλισμένη (όταν περιλαμβάνει οπλισμό).
- **Πλήρωσης**, όταν χρησιμοποιείται για να γεμίσουμε κενά μεταξύ των στοιχείων του σκελετού, ενώ ο σκελετός έχει κατασκευαστεί από άλλο υλικό όπως π.χ. οπλισμένο σκυρόδεμα.
- **Διακοσμητική**, όταν τοποθετείται για να επικαλύψει άλλες επιφάνειες για λόγους εμφάνισης, διακόσμησης ή ακόμα και μόνωσης.

Στην Ελλάδα, η πιο ευρεία χρήση τοιχοποιίας είναι η πλήρωση, η οποία κατασκευάζεται τις περισσότερες φορές με τη χρήση τούβλων. Υπάρχουν όμως και άλλα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως τσιμεντόλιθοι, πέτρες, πλίνθοι από ελαφρύ πορώδες μετόν κ.λπ.

Οι τοιχοποιίες διακρίνονται ανάλογα με τη θέση τους στο κτίριο, σε :

- **Εξωτερικές**: Όταν χωρίζουν τον εσωτερικό από τον εξωτερικό χώρο.
- **Εσωτερικές**: Όταν διαρρυθμίζουν κάποιο εσωτερικό χώρο.

Οι τοιχοποιίες διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο δόμησης σε:

- Ανισόδομες τοιχοποιίες
- Ισόδομες τοιχοποιίες (ισοϋψές-ανισοϋψές σύστημα)
- Έμπλεκτες τοιχοποιίες
- Δρομικές τοιχοποιίες
- Μπατικές τοιχοποιίες
- Υπερμπατικές τοιχοποιίες
- Ψαθωτές ή δικέλυφες τοιχοποιίες
- Τοιχοποιίες με αλισσοειδές ή σταυροειδές σύστημα

- Τοιχοποιίες με μικτό σύστημα
- Οπλισμένες τοιχοποιίες

Οι τοιχοποιίες διακρίνονται ανάλογα με τα υλικά κατασκευής τους, σε :

- Λιθοδομές
 - A) Ξηρολιθοδομές
 - B) Αργολιθοδομές
 - Γ) Ημιλαξευτές
 - Δ) Λαξευτές
- Πλινθοδομές
 - A) Ωμοπλινθοδομές
 - B) Οπτοπλινθοδομές (συμπαγής με ή χωρίς σκάφη, διάτρητες με οριζόντιες ή κατακόρυφες οπές)
- Τσιμεντοπλινθοδομές-Γυψοπλινθοδομές
- Μικτές τοιχοποιίες
 - A) Λιθοπλινθοδομές
 - B) Ξυλόπηκτες τοιχοποιίες
 - Γ) Σύνθετες τοιχοποιίες

1.3. Λιθοδομές

Οι λιθοδομές (κτισμένος τοίχος από πέτρα) είναι το πιο παλιό είδος τοιχοποιίας. Στην Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική η δόμηση με φυσικούς λίθους είναι η συνηθέστερη. Στις μέρες μας όμως δεν είναι συνηθισμένο το κτίσιμο κτιρίων εξ ολοκλήρου από πέτρα λόγω του υψηλού κόστους υλικών και εργασίας. Είναι διαδεδομένη όμως η κατασκευή λιθοδομής με τον τρόπο της επένδυσης, της ήδη υπάρχουσας οπτοπλινθοδομής. Η λιθοδομή χωρίζεται σε διαφορετικές κατηγορίες, ανάλογα με την επεξεργασία της πέτρας. Τα πιο γνωστά είδη λιθοδομών είναι:

α. Ξηρολιθοδομές

Ξηρολιθοδομές ή ξερολιθιές ή ξερολίθια, είναι οι λιθοδομές που κτίζονται χωρίς κονίαμα (λάσπη) και με σχετικά μικρή - επιτόπια επεξεργασία της πέτρας. Είναι η παλαιότερη μέθοδος λιθοδομής. Σήμερα τείνει να εγκαταλειφθεί ή χρησιμοποιείται μόνο σε κατασκευές με μικρή σημασία, (μικρά βοηθητικά κτίσματα, χαμηλοί τοίχοι αντιστήριξης, ή χαμηλές διαχωριστικές μάντρες).

β . Αργολιθοδομές

Αργολιθοδομές λέγονται οι τοιχοποιίες που γίνονται με αργούς λίθους (έχουν υποστεί πολύ μικρή ή και καθόλου επεξεργασία) και κονίαμα. Χρησιμοποιούνται σε τοίχους υπογείων, αντιστήριξης, αλλά και σε ανωδομές κτιρίων. Το ελάχιστο πάχος μιας αργολιθοδομής είναι 45 έως 50 εκατ.

γ. Ημιλαξευτές Λιθοδομές

Ημιλαξευτές είναι οι λιθοδομές οι οποίες κατασκευάζονται με μισολαξευμένες πέτρες (έχουν υποστεί μεγαλύτερη επεξεργασία από αυτή των αργολιθοδομών) και κονίαμα. Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που μας ενδιαφέρει η εμφάνιση της τοιχοποιίας όπως κατοικίες μνημειακά κτίρια και γενικά για τοίχους υπογείων και ισογείων.

Η λιθοδομή κτίζεται από την μια και σπανιότερα από τις δύο πλευρές με μισολαξευμένες πέτρες, ενώ ο υπόλοιπος όγκος της οικοδομής κτίζεται με αργούς λίθους.

δ. Λαξευτές Λιθοδομές

Η λαξευτή τοιχοποιία είναι ο αρχαιότερος τρόπος κατασκευής λιθοδομών, με τον οποίο έχουν κτισθεί πολύ σημαντικά μνημεία. Η κάθε πέτρα έχει υποστεί τέτοια επεξεργασία που έχει αποκτήσει πλήρως το σχήμα που χρειάζεται για την κατασκευή της λιθοδομής.

Με λαξευτές τοιχοποιίες κατασκευάζονται τοίχοι σε οικοδομικά έργα, βάθρα σε γέφυρες, αψίδες, θόλοι, τοίχοι αντιστήριξης κ.τ.λ. Στην αρχαιότητα η δόμηση γινόταν χωρίς κονίαμα. Άλλωστε η αντοχή της τοιχοποιίας βασίζεται στην απόλυτη έδραση και στην εμπλοκή των λίθων. Για να ενισχυθεί όμως η κατασκευή χρησιμοποιούσαν μεταλλικούς συνδετήρες.

ε. Άλλα είδη λιθοδομών

Πλακοειδείς

Ακανόνιστες πέτρες

Λιθοδομές με κροκάλες

Κυκλώπεια λιθοδομή

Λιθοδομές θεμελίων

Λιθοδομές υπογείων

Λιθοδομές ανωδομής

Μικτές τοιχοποιίες: αναφερόμαστε εδώ κυρίως σε εκείνες που έχουν ως κύριο τμήμα τις λιθοδομές. Ένα είδος μικτής τοιχοποιίας είναι ο συνδυασμός λιθοδομής με χυτή τοιχοποιία από σκυρόδεμα σε στρώσεις με πάχος αρμού περίπου 3 εκάτ. Το λιθόκτιστο τμήμα του τοίχου πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 30% μακρόστενες πέτρες, οι οποίες να έχουν πάχος τουλάχιστον 24 εκάτ. και να εισχώρουν στην μάζα του σκυροδέματος, ώστε να εμποδίζεται η αποκόλληση της λιθοδομής. Αντίστροφη είναι η διάταξη της λεγόμενης πλινθοπερίβλητης τοιχοποιίας, η οποία είναι μικτή τοιχοποιία με το εσωτερικό της τμήμα λιθοδομή και το εξωτερικό οπτοπλινθοδομή για διακόσμηση και ενίσχυση. Υπάρχουν τέλος μικτές τοιχοποιίες με το εξωτερικό τους τμήμα λιθοδομή και το εσωτερικό τους οπτοπλινθοδομή, όπου πρέπει να εξασφαλίζεται η συωεργασία των δύο τμημάτων, είτε με αλληλοεμπλοκή, είτε με συνδετικό κονίαμα, είτε με σιδερένια άγκυστρα.

1.4. Είδη-Διαστάσεις-Προδιαγραφές τούβλων

Οπτοπλινθοδομή (τούβλο) Τα τούβλα κατασκευάζονται κυρίως από άργιλο είναι διάτρητα και παράγονται σε δύο βασικά μεγέθη (μονό με 6 τρύπες και διπλό με 12 τρύπες). Η εξωτερική τοιχοποιία κατασκευάζεται με διπλή σειρά τούβλων με ενδιάμεσο κενό στο οποίο τοποθετείται εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης. Για να σταθεροποιηθεί η τοιχοποιίας κατασκευάζονται οριζόντιες στρώσεις οπλισμένου σκυροδέματος πάχους όσο το πάχος της τοιχοποιίας (σενάζ).



Εικόνα 1 Λιθοδομές από πορομπετόν

Λιθοδομές από πορομπετόν Το πορομπετόν αποτελείται από φυσικά υλικά όπως τσιμέντο, χαλαζία, άσβεστο και νερό. Στην Ελλάδα είναι γνωστό ως πορομπετόν τύπου YTONG. Έχει χαμηλό βάρος, γεγονός που ενισχύει την αντισεισμικότητας της κατασκευής, παρέχει ικανοποιητική θερμομόχονωση χωρίς επιπλέον μόνωση, έχει ακρίβη

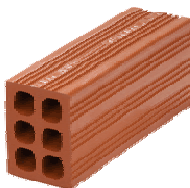
Τα πρώτα τούβλα ήταν συμπαγή άρα είχαν και μεγαλύτερο βάρος. Από τη μια πλευρά τους είχαν λεία επιφάνεια και από την άλλη μια μικρή λακκούβα για να δένει καλύτερα το τούβλο με τη λάσπη. Η πιο συνηθισμένη τους διάσταση: 21x10x4 εκατοστά.



Εικόνα 2 Χειροποίητα συμπαγή τούβλα (k-ceramica).

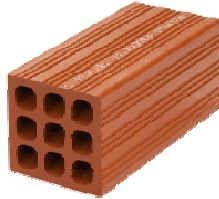
Η ανάγκη για μικρότερο βάρος οδηγεί στα διάτρητα τούβλα, αυτά με τα οποία κτίζουμε σήμερα τη συντριπτική πλειονότητα των οικοδομών. Οι τρύπες παρέχουν και κάποιες μονωτικές ιδιότητες. Επίσης χρησιμεύουν στο να προσφύεται καλύτερα η λάσπη και να γίνεται πιο ισχυρή η τοιχοποιία. Οι ονομασίες και οι διαστάσεις των πιο διαδεδομένων τούβλων που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά είναι:

Μικρά τούβλα (εξάοπα) με διαστάσεις 6x9x19 εκατοστά

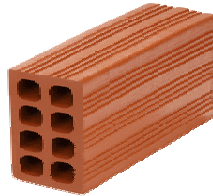


Εικόνα 3 Μικρά τούβλα με διαστάσεις 6x9x19 cm

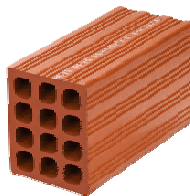
Μικρά τούβλα (εννιάοπα) με διαστάσεις 9x9x19 εκατοστά

**Εικόνα 4 Τούβλο μικρό 9x9x19 εκ. (Χαλκίς Α.Ε.)**

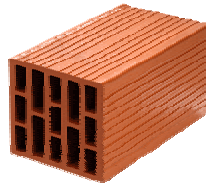
Εναμισάρια (οκτάοπα) με διαστάσεις 6x12x19 εκατοστά

**Εικόνα 5 Τούβλο εναμισάρι 6X12X19 εκ. (Χαλκίς Α.Ε.)**

Μεγάλα τούβλα (δωδεκάοπα) με διαστάσεις 9x12x19 εκατοστά

**Εικόνα 6 Τούβλο μεγάλο 9x12x19 εκ. (Χαλκίς Α.Ε.)**

Τουβλίνες ή τουβλέτες με διαστάσεις 15X18X32, 18X18X32 κ.α.



Εικόνα 7 Τουβλίνα ή τουβλέτα 18x18x32 εκ. (Χαλκίς Α.Ε.)

Οι τοιχοποιίες αναλόγως με τα τούβλα και με τον τρόπο που κτίζονται, χωρίζονται στις κατηγορίες:

ΟΡΘΟΔΡΟΜΙΚΗ είναι η τοιχοποιία στην οποία ο τοίχος έχει πάχος 6 εκατοστά. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν στην κατασκευή τοίχων που δέχονταν συρόμενα (χωνευτά) κουφώματα, για εξοικονόμηση λίγων εκατοστών στο πάχος του τοίχου. Σήμερα για λόγους στατικότητας δεν χρησιμοποιείται.

ΔΡΟΜΙΚΗ (πάχος 9 εκατοστών) είναι η τοιχοποιία που χρησιμοποιούμε για την κατασκευή των εσωτερικών χωρισμάτων. Επίσης κτίζοντας δύο δρομικούς τοίχους και τοποθετώντας ανάμεσά τους θερμομονωτικό υλικό, κατασκευάζουμε τους εξωτερικούς τοίχους μιας οικοδομής.



Εικόνα 8 Δρομική τοιχοποιία (πάχος 9 εκ.)

ΔΡΟΜΙΚΗ (πάχος 12 εκατοστών): αλλάζει μόνο το πάχος του τοίχου με αποτέλεσμα να γίνεται πιο ισχυρός, κατά τα άλλα ίδια χρήση με τη δρομική των 9 εκατοστών.



Εικόνα 9 Δρομική τοιχοποιία (πάχους 12 εκ.)

ΜΠΑΤΙΚΗ είναι η τοιχοποιία στην οποία ο τοίχος έχει πάχος όσο το μήκος του τούβλου, 19εκατοστά. Παλαιότερα υπήρχαν διάφοροι τρόποι κτισίματός της. Σήμερα έχει επικρατήσει αυτός με την ονομασία «ντάμα», γιατί η εμφάνιση του τοίχου θυμίζει το ταμπλό πάνω στο οποίο παίζεται το ομώνυμο παιχνίδι. Η φέρουσα τοιχοποιία κατασκευάζεται υποχρεωτικά από μπατικούς ή υπερμπατικούς τοίχους.



Εικόνα 10 Μπατική τοιχοποιία (πάχους 19 εκ.), τύπου "ντάμα".

ΥΠΕΡΜΠΑΤΙΚΗ είναι η τοιχοποιία στην οποία ο τοίχος έχει πάχος όσο ένας δρομικός και ένας μπατικός μαζί, δηλαδή 29 εκατοστά και δεν χρησιμοποιείται πολύ σήμερα παρά μόνο σε περιπτώσεις φέρουσας τοιχοποιίας.



Εικόνα 11 Παραλλαγή (χωρίς δεσίματα) υπερμπατικής τοιχοποιίας (πάχους 29 εκ.)

ΨΑΘΩΤΗ (πάχος 19 εκατοστά) είναι η τοιχοποιία με διάκενο στο εσωτερικό της. Κτίζεται από δύο σειρές μικρά τούβλα (εξάοπα) όρθια, ανά διαστήματα δεμένα μεταξύ τους με τούβλα κάθετα (κλειδιά). Είναι εξωτερική τοιχοποιία και παρείχε μια μόνωση στην οικοδομή εξαιτίας του διάκενου ανάμεσα στα τούβλα. Αυτό το είδος

τοιχοποιίας θεωρείται σήμερα ξεπερασμένο (καταργήθηκε όταν εμφανίστηκαν και άρχισαν να χρησιμοποιούνται τα θερμομονωτικά υλικά).

Σήμερα χρησιμοποιείται κονίαμα αλλά η σημασία του είναι πάρα πολύ μικρή. Το πάχος των αρμών είναι μόνο 3 έως 6 χιλ. ενώ στις αργολιθοδομές το αντίστοιχο πάχος είναι 2 έως 3 εκατ.

ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ με «τούβλα» από αφρομπετόν (ALFABLOCK ή YTONG)



Εικόνα 12 Τούβλα από αφρομπετόν

Τα «τούβλα» αυτά είναι ένα σύγχρονο δομικό υλικό που παράγεται από κυψελωτό μπετόν, το οποίο μετά από υδροθερμική κατεργασία αποκτά πόρους και αφρώδη υφή. Οι πρώτες ύλες για την κατασκευή του είναι το τσιμέντο, τα πυριτικά συστατικά, το νερό και το διογκωτικό μέσο (διάλυμα αφρογόνου ουσίας που δημιουργεί φυσαλίδες κατά την επαφή του με τον αέρα, οι οποίες εγκλωβίζονται στο μίγμα).

Κτίζονται με κονίαμα ή με ειδική κόλλα και ανά 2,5 έως 4 μέτρα κατασκευάζεται σενάζ. Οι δύο όψεις στη συνέχεια επιχρίονται με ένα λεπτό στρώμα επιχρίσματος ή μένουν ανεπίχριστες. Άλλος τρόπος είναι το στοκάρισμα με το ίδιο υλικό συγκόλλησης κόλλα) και στη συνέχεια βάψιμο του τοίχου.

Οπτοπλινθοδομή από τούβλα ΓΕΜΙΣΤΑ ΜΕ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ



Εικόνα 13 Τούβλα γεμιστά με πολυουρεθάνη

Είναι τούβλα που στην σχεδίαση τους έχει προβλεφθεί χώρος για τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού (πολυουρεθάνης), πράγμα που ενισχύει την θερμική αντίσταση της τοιχοποιίας. Οι διαστάσεις τους είναι ίδιες με αυτές της μπατικής οπτοπλινθοδομής.

Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την τοποθέτηση του μονωτικού υλικού, για την επιτυχή πλήρωση των κενών στο εσωτερικό των τούβλων. Υπάρχουν επίσης τα ειδικά θερμομονωτικά τούβλα εξωτερικής τοιχοποιίας που εξασφαλίζουν ικανοποιητική θερμομόνωση.

Τοιχοποιία με ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΑ ΤΟΥΒΛΑ



Εικόνα 14 Τοιχοποιία με διακοσμητικά τούβλα 1



Εικόνα 15 Τοιχοποιία με διακοσμητικά τούβλα 2

Τα διακοσμητικά τούβλα είναι συμπαγή τούβλα που παράγονται σε διάφορες διαστάσεις. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία σε χρωματισμούς. Τοποθετούνται για διακοσμητικές επενδύσεις τοίχων εσωτερικών ή εξωτερικών, τζακιών κ.τ.λ. Εξωτερικά η επιφάνεια τους είναι λεία

Τοιχοποιία από ΠΥΡΟΤΟΥΒΛΑ



Εικόνα 16 Τοιχοποιία από πυρότουβλα 1

Τα πυρότουβλα ή πυρίμαχα τούβλα χρησιμοποιούνται σε τζάκια, φούρνους, καπνοδόχους, κλπ. Δεν παράγονται από την κοινή άργιλο, αλλά από ειδική άργιλο μεγάλου σημείου τήξης. Είναι αρκετά ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες και δεν προκαλούνται ρωγμές ή παραμορφώσεις από την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών.

Τα πυρότουβλα είναι συμπαγή, μεγαλύτερα και πιο βαριά από τα κοινά τούβλα, ενώ το κονίαμα που χρησιμοποιούμε για την δόμηση τους γίνεται από πυρόχωμα, την άργιλο δηλαδή με την οποία παράγεται και το ίδιο το πυρότουβλο.

Τοιχοποιία από ΤΣΙΜΕΝΤΟΛΙΘΟΥΣ



Εικόνα 17 Τσιμεντόλιθοι

Τσιμεντολιθοδομές ονομάζονται οι λιθοδομές που γίνονται από τσιμεντόλιθους και οι οποίες πριν μερικά χρόνια είχαν εκτεταμένη χρήση στην χώρα μας. Σε σχέση με τις οπτοπλινθοδομές παρουσίαζαν κάποια πλεονεκτήματα, που άλλωστε ήταν και ο λόγος της ευρείας χρήσης τους.

Δεν χρειάζονται ψήσιμο και μπορούν να κατασκευασθούν φθηνότερα και γρηγορότερα στο εργοτάξιο που υπάρχουν οι πρώτες ύλες, και οι διαστάσεις τους είναι μεγαλύτερες από των τούβλων, (16x17x33), κτίζονται γρηγορότερα και πιο οικονομικά από αυτά.

Οι τσιμεντόλιθοι κατασκευάζονται από τσιμεντοκονίαμα που περιέχει ένα μέρος τσιμέντου και 4 έως 5 μέρη χοντλής άμμου με καλή κοκκομετρική σύνθεση. Προστίθενται επίσης αδρανή παρόμοια με αυτά των οπτοπλίνθων (σκύρα ψημένη άργιλος, κ.τ.λ.). Η τελική τους μορφή είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο. Αυτό το σχήμα το παίρνει σε ειδικά μεταλλικά καλούπια μετά από συμπίεση και δόνηση.

Οι τσιμεντόλιθοι είναι διάτρητοι, με οπές ορθογώνιες ή άλλης μορφής έτσι παρά τις μεγάλες τους διαστάσεις δεν έχουν υπερβολικό βάρος (ένας τσιμεντόλιθος ζυγίζει περίπου 11 κιλά). Προκειμένου να κτισθεί ένας τοίχος από τσιμεντόλιθους με πάχος 17 εκατ. χρειάζονται 14 τσιμεντόλιθοι διαστάσεων 16x17x33. Τα μειονεκτήματά τους, λόγω των οποίων μειώθηκε η χρησιμοποίησή τους είναι:

Α) Η δυσκολία κατασκευής τοίχων που η μορφή τους να έχει γωνίες και πολύπλοκα σπασίματα (εσοχές, εξοχές κ.τ.λ.).

Β) Η δυσκολία να ανοίξουν τρύπες ή να τεμαχιστούν για τις ανάγκες της οικοδομής όπως π.χ. για τοποθέτηση υδραυλικών και ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.

Γ) Η μειωμένη ικανότητά τους σε ηχομόνωση και θερμομόνωση.

Δ) Η υγραπορροφητικότητα.

Όταν στους τσιμεντόλιθους υπάρχουν κατάλληλες οπές μπορούμε αφού τοποθετήσουμε κατακόρυφο οπλισμό και πληρώσουμε τις τρύπες με κονίαμα να

αποκτήσουμε μια κατασκευή με βελτιωμένη αντοχή. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι τοιχοποιίες από τσιμεντόλιθους μπορούν να είναι φέρουσες αλλά μόνο για χαμηλές κατασκευές.

Τοιχοποιία από ΥΑΛΟΤΟΥΒΛΑ



Εικόνα 18 Υαλότουβλο 19X19X8 εκ.

Χρησιμοποιούνται για τον έμμεσο φωτισμό χώρων στους οποίους δεν μπορούμε να ανοίξουμε κανονικό κούφωμα. Επειδή έχουν μειωμένη αντοχή είναι καλό να αποφεύγονται οι μεγάλες φορτίσεις γι' αυτό συνήθως δομούνται σε μικρές επιφάνειες.

Τα υαλότουβλα σπάνια είναι συμπαγή. Συνήθως είναι με κενό στο εσωτερικό τους. Οι πλευρές τους είναι διαμορφωμένες με εγκοπές ή έχουν επικολλημένη μια αμμώδη στρώση ώστε να επιτυγχάνεται απόλυτη σύνδεση με το κονίαμα. Έχουν σχήμα ορθογώνιου παραλληλεπιπέδου και οι διαστάσεις τους είναι 19x19x7.

Κατά τη δόμηση των υαλότουβλων δεν χρειάζεται η εμπλοκή τους, αντίθετα οι αρμοί πρέπει να είναι σαφείς τόσο σε κατακόρυφο όσο και σε οριζόντιο επίπεδο. Αυτό συμβαίνει γιατί προκειμένου να δομηθούν, τοποθετείται οπλισμός ανάμεσα στους αρμούς δύο γειτονικών υαλότουβλων.

Στην συνέχεια οι επιφάνειες τους πακτώνονται σε εγκοπές του τοίχου ή σε οδηγούς αλουμινίου, σχήματος ανεστραμμένου Π. με την βοήθεια τσιμεντοκονιάματος ή ειδικής μαστίχας.

Τοιχοποιία από ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΕΣ

Τα τελευταία χρόνια, η αντίληψη για την διαρρύθμιση των εσωτερικών επαγγελματικών χώρων και κυρίως για τους χώρους γραφείων, έχει αλλάξει. Πολλά γραφεία αναδιαμορφώνονται μερικώς ή ολοκληρωτικά συχνά. Από αυτή την ανάγκη, προέκυψαν οι κατασκευές ελαφρών χωρισμάτων, τα οποία προσαρμόζονται εύκολα και γρήγορα, σε κάθε χώρο.



Εικόνα 19 Γυψοσανίδες

Τα ελαφρά χωρίσματα κατασκευάζονται συνήθως από γυψοσανίδες. Σε σχέση με την κοινή τοιχοποιία έχουν πολλά πλεονεκτήματα όπως, η ταχύτητα κατασκευής, το μικρό βάρος, η έλλειψη ανάγκης επιχρισμάτων κ.λπ. Τα συστήματα αυτά έχουν μεγάλη ποικιλία σε διάφορες τυποποιημένες ή κατά παραγγελία διαστάσεις. Ο τρόπος συναρμολόγησής τους, δίνει τη δυνατότητα να μεταβάλλονται συνεχώς και να ικανοποιούν τις απαιτήσεις κάθε μελέτης.

Οι γυψοσανίδες κατασκευάζονται βιομηχανικά με ορυκτό γύψο, ο οποίος ανακατεύεται (μέσα σε ειδικό αναμείκτη) με φυτικές ίνες ή πριονίδια ξύλου και ανάλογη ποσότητα νερού. Στην συνέχεια το μείγμα συμπιέζεται σε ειδικές πρέσες από όπου βγαίνει σε πλάκες διαφόρων τυποποιημένων διαστάσεων.

Τα ελαφρά χωρίσματα περιλαμβάνουν ξύλινο ή μεταλλικό σκελετό και επικάλυψη από γυψοσανίδες. Η συναρμολόγηση τους είτε γίνεται επί τόπου, είτε στο εργοστάσιο, όπου προκατασκευάζονται οπλισμένα πανό με επικάλυψη ενσωματωμένη στον σκελετό. Τα προκατασκευασμένα αυτά πανό συνδέονται μεταξύ τους επί τόπου στον χώρο που θα τοποθετηθούν.

Όσον αφορά τον τρόπο τοποθέτησης του χωρίσματος, αρχικά χαράσσεται το ίχνος του στο δάπεδο, την οροφή και τους τοίχους. Στην συνέχεια προσαρμόζονται πάνω στο ίχνος, οι μεταλλικές υποδοχές που χρησιμεύουν ως οριζόντιοι και κατακόρυφοι οδηγοί του χωρίσματος.

Η απόσταση των ορθοστατών είναι ανάλογη με το πάχος των γυψοσανίδων. Δηλαδή για πάχος γυψοσανίδων περίπου 10 χιλιοστά, οι ορθοστάτες απέχουν το πολύ 15 εκατοστά μεταξύ τους, ενώ για πάχος γυψοσανίδας 12-50 χιλιοστά η απόσταση των ορθοστατών είναι 60 εκατοστά.

Σε οριζόντια διεύθυνση ο σκελετός φέρει τουλάχιστον μια οριζόντια δοκίδα στο ελεύθερο ύψος του. Εάν υπάρχουν ανοίγματα στο χωρίσμα, αυτά πλαισιώνονται με ορθοστάτες και οριζόντιες δοκίδες.

Επειδή οι γυψοσανίδες δεν πρέπει να πιεστούν κατά την τοποθέτησή τους, κόβονται κατά 1-2 εκατοστά μικρότερες από το ύψος που πρόκειται να καλύψουν. Κατά την τοποθέτησή τους έρχονται σε επαφή με την οροφή με την βοήθεια μικρών σφηνών, που τοποθετούνται στην κάτω ακμή τους.

Γενικά κατά την τοποθέτηση χωρισμάτων με γυψοσανίδες, όταν έχουμε πλήρη τοιχοποιία ξεκινούμε από τον τοίχο του κτιρίου. Σε περίπτωση όμως που υπάρχει

άνοιγμα στο χώρισμα, τότε ξεκινούμε την τοποθέτηση των γυψοσανίδων από την θέση του ανοίγματος.

Οι αρμοί που δημιουργούνται μεταξύ των γυψοσανίδων γεμίζουν με ειδικό γυψόστοκο, ο οποίος καλύπτεται με χάρτινη ταινία ή αυτοκόλλητη ταινία από πλέγμα υαλοϊνών. Η στερέωση των γυψοσανίδων στον σκελετό ανάλογα με το υλικό κατασκευής του, γίνεται με καρφιά ή ειδικές βίδες.

1.5 Κονιάματα-Επιχρίσματα

Κονιάματα

Κονιάματα είναι μίγματα μίας ή περισσοτέρων συνδετικών υλών (κονιών), νερού, λεπτόκοκκων αδρανών (<4mm) και ενδεχομένως ειδικών προσθέτων, τα οποία έχουν αξιόλογη ρευστότητα και πλαστικότητα όταν είναι νωπά, αποκτούν δε μετά την πήξη και σκλήρυνση της συνδετικής ύλης, μηχανική αντοχή και άλλες φυσικές και χημικές ιδιότητες. Οι ιδιότητες του νωπού και του σκληρυμένου κονιάματος εξαρτώνται από το είδος και τις αναλογίες των πρώτων υλών, από τον τρόπο ανάμιξης και μορφοποίησης και από τις συνθήκες που επικρατούν και εφαρμόζονται κατά την διάρκεια της σκλήρυνσης.

Τα κονιάματα μπορούν να διαιρεθούν κατά διάφορους τρόπους όπως :

Ανάλογα με τον τρόπο πήξης και σκλήρυνσης που εξαρτάται από το είδος της κονιάς, σε **υδραυλικά** και **αερικά**.

Ανάλογα με το φαινόμενο βάρος τους σε ελαφριά (<1500Kg/m³) και βαριά (>1500Kg/m³).

Ανάλογα με το είδος της κονιάς ή των αδρανών σε:

Τσιμεντοκονιάματα με συνδετική ύλη το τσιμέντο

Ασβεστοκονιάματα με συνδετική ύλη τον πολτό άσβεστου ή την κονιοποιημένη υδράσβεστο.

Τσιμεντοασβεστοκονιάματα ή μικτά κονιάματα με μίγμα τσιμέντου και άσβεστου ως συνδετική ύλη.

Ποζολανικά κονιάματα με συνδετική ύλη άσβεστο (με μερική υποκατάσταση με τσιμέντο) και ποζολάνη (φυσική ή τεχνητή).

Μαρμαροκονιάματα με κύριο αδρανές την μαρμαρόσκονη αντί της άμμου και συνδετική ύλη ασβέστη ή τσιμέντο (με ενδεχόμενη μικρή προσθήκη γύψου)

Γυψοκονιάματα με κύριο συνδετικό υλικό την γύψο.

Παρασκευή, δόμηση και ιδιότητες κονιαμάτων

Η ανάμιξη των υλικών για την παρασκευή ενός κονιάματος γίνεται είτε μηχανικά (μικρές μπετονιέρες), είτε με τα χέρια. Η αναλογία μίξεως κρατιέται σταθερή, όταν χρησιμοποιούνται ειδικά δοχεία μέτρησης για τις κονίες και την άμμο. Για να αποφευχθεί το γρήγορο στέγνωμα του κονιάματος, τα τούβλα, οι πέτρες ή άλλα υλικά της τοιχοποιίας πρέπει, ανάλογα με την απορροφητικότητά τους και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, να καταβρέχονται προηγουμένως, ώστε να προκύψει απόλυτη πρόσφυση με το κονίαμα. Σε περίπτωση θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατώτερης των 4°C, πρέπει να διακόπτεται κάθε εργασία παρασκευής και χρήσης κονιάματος.

- Η εργασιμότητα είναι μία σύνθετη ιδιότητα και συντίθεται από την πλαστικότητα που είναι η ικανότητα να μορφοποιείται το κονίαμα χωρίς να

χάνει την συνοχή του, την ρευστότητα και το αναπόμικτο που είναι η ικανότητα να διατηρεί την ομοιογένεια και να μην διαχωρίζεται σε στρώσεις διαφόρων συνθέσεων κατά την παραμονή του ή την μεταφορά του.

- Ιδιαίτερα όσον αφορά στην μηχανική αντοχή των κονιαμάτων δόμησης θα πρέπει να αναφερθεί ότι, σε αντίθεση με τα σκυροδέματα, δεν πρέπει να υπερτονίζεται η σημασία της. Στα κονιάματα δόμησης, όπως και σε άλλες κατηγορίες κονιαμάτων, η μηχανική αντοχή δεν είναι γενικά απαραίτητο να είναι μεγάλη και κατά κανόνα πρέπει να είναι μικρότερη από αυτή των δομικών στοιχείων με τα οποία χρησιμοποιείται. Αναφέρονται στην βιβλιογραφία πολλές περιπτώσεις όπου πολλές φορές στην προσπάθεια της επίτευξης των μεγαλύτερων δυνατών αντοχών, να δημιουργούνται τελικώς κατώτερης ποιότητας κονιάματα.
- Ανθεκτικότητα είναι η ικανότητα μιας κατασκευής να διατηρεί την αρχική της εμφάνιση, την αντοχή της και την ακεραιότητα της για πολλά χρόνια. Στην τοιχοποιία οι δύο πιο σημαντικές προϋποθέσεις για την εξασφάλιση της ανθεκτικότητας είναι μία αμετάβλητη σε διαστάσεις δομική μονάδα και ένα κονίαμα που να εξασφαλίζει μία μόνιμη και τέλεια πρόσφυση, καθιστώντας παράλληλα την όλη κατασκευή υδατοστεγή. Μία συνολική θεώρηση του θέματος της ανθεκτικότητας περιλαμβάνει μεταξύ άλλων αντιμετώπιση των θεμάτων της εξανθήσεως, της αυτογενούς αποκαταστάσεως μικρορωγμών, του περιεχομένου αέρα, του παγετού και της στεγανότητας.
- Μεταξύ των διαφόρων παραγόντων που συντελούν στην δημιουργία μιας υγιούς τοιχοποιίας, η πρόσφυση μεταξύ του κονιάματος και των λοιπών στοιχείων της τοιχοποιίας, αναγνωρίζεται από όλους ως ο σημαντικότερος παράγοντας. Είναι προφανές ότι τοιχοποιίες που χαρακτηρίζονται από ισχυρή και ανθεκτική πρόσφυση, είναι ικανοποιητικά αδιαπέραστες από την υγρασία και επαρκώς ισχυρές για να ανθίστανται στις εξωτερικές καταπονήσεις από την πίεση του ανέμου και τις σεισμικές δονήσεις παράμετρο που ενδιαφέρει ιδιαίτερα την Ελλάδα, λόγω της αυξημένης σεισμικότητας που παρουσιάζει. Η πρόσφυση μπορεί να θεωρηθεί ως το αποτέλεσμα μιας συνδυασμένης δράσης μηχανικής προσφύσεως και χημικής αντιδράσεως. Η μηχανική πρόσφυση επισυμβαίνει όταν ενυδατώνεται το συνδετικό υλικό προκειμένου να σχηματίσει πυριτικούς κρυστάλλους που εισχωρούν μέσα στις ρωγμές ή στα τριχοειδή κενά των τούβλων. Η χημική πρόσφυση λαμβάνει χώρα στην διεπιφάνεια κονιάματος και μονάδας τοιχοποιίας. Η ασβεστος σε ένα κονίαμα δημιουργεί περιβάλλον με pH περίπου 12.4 στο οποίο οι πυριτικές και οι ενώσεις του αργιλίου διαλύονται και αντιδρούν με τα ιόντα ασβεστίου του κονιάματος για να δώσουν κατάλληλα προϊόντα που κατά κάποιο τρόπο εμπλέκουν σε ένα ιδιαίτερα σταθερό δεσμό το κονίαμα και τα τούβλα μεταξύ τους.
- Από τις βασικότερες αιτίες για την δημιουργία εξανθημάτων είναι:
 1. Ο λανθασμένος σχεδιασμός και η κακότεχνη κατασκευή (παράλειψη προστασίας, ατελής πλήρωση αρμών και ρωγμών κονιάματος, μη χρησιμοποίηση μονωτικής στρώσεως, ύπαρξη ελαττωματικών στομιών υδρορροών κλπ)
 2. Η κακή επιλογή των μονάδων της τοιχοποιίας, ιδίως όταν τα τούβλα είναι αργλικής προελεύσεως
 3. Η κακή επιλογή των υλικών των κονιαμάτων και ιδίως όταν τα χρησιμοποιούμενα τσιμέντα δεν είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε αλκάλια

4. Οι συνθήκες περιβάλλοντος και κυρίως αφ ενός μεν η ύπαρξη βροχοπτώσεων και αφ ετέρου δε η αυξημένη παρουσία καπνού, SO₂, και H₂S στα βιομηχανικά αέρια.
- Έχει παρατηρηθεί ότι τα κονιάματα (ιδίως τα δόμησης και επιχρισμάτων) ενίοτε παρουσιάζουν ατέλειες με μορφή κυρίως α) μικρορωγμών που οφείλονται σε μικροκαθιζήσεις ή μετακινήσεις της τοιχοποιίας και ευρίσκονται μέσα στη μάζα του κονιάματος και β) μικρών κενών και ανωμαλιών στην επιφάνεια επαφής κονιάματος και πλίνθων. Οι ρηγματώσεις αυτές είναι δυνατόν να συμβούν κατά την διάρκεια της αρχικής σκληρύνσεως ως αποτέλεσμα της συρρικνώσεως και συμπυκνώσεως του κονιάματος είτε μετά την σκλήρυνση είτε λόγω διαφορετικού συντελεστή θερμικής διαστολής των επιμέρους στοιχείων της τοιχοποιίας είτε λόγω αλληπαλλήλων μεταλλαγών στον όγκο τους (ύγρανση, ξήρανση), ακόμα και λόγω μετακινήσεως του τοίχου.

Επιχρίσματα

Επίχρισμα καλείται το μίγμα ενός ή περισσοτέρων ανόργανων συνδετικών υλικών, αδρανών, νερού και μερικές φορές και ειδικών προσμίκτων και/ή προσθέτων, που εφαρμόζεται σε τοίχους και οροφές σε μια ή περισσότερες στρώσεις.

Τα επιχρίσματα διακρίνονται σε εξωτερικά και εσωτερικά.

Τα επιχρίσματα ανάλογα με τον **τρόπο εφαρμογής τους και την χρήση τους** διακρίνονται σε:

- Εξωτερικά τριών στρώσεων
- Εξωτερικά μιας στρώσης
- Ελαφροβαρή
- Εξωτερικά έγχρωμα
- Εσωτερικά τριών στρώσεων
- Εσωτερικά μιας στρώσης γύψου
- Θερμομονωτικά
- Ανακαίνιση (renovation)

Δόμηση επιχρισμάτων

Σε κάθε επιφάνεια τα επιχρίσματα εκτελούνται πάντοτε από πάνω προς τα κάτω. Κάτω από ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες το ελάχιστο χρονικό διάστημα αποπεράτωσης των εσωτερικών επιχρισμάτων είναι 20 ημέρες από την έναρξη τους, ενώ για τα εξωτερικά επιχρίσματα με λάσπωμα 40 ημέρες και χωρίς λάσπωμα 20 ημέρες. Η διάστρωση της τελευταίας στρώσης των επιχρισμάτων σε εκτεταμένες επιφάνειες μπορεί να διακόπτεται σε προεξοχές (υποστυλώματα, δοκοί, ανοίγματα κτλ). Σε κάθε περίπτωση οι προσωρινές γραμμές διακοπής δεν πρέπει να διακρίνονται μετά την αποπεράτωση των επιχρισμάτων. Τα επιχρίσματα διακόπτονται υποχρεωτικά και με κάθε επιμέλεια στους αρμούς διαστολής του κτιρίου.

α. Πρώτη στρώση επιχρίσματος (πεταχτό)

Η πρώτη στρώση εκτελείται αφού στεγνώσει η τοιχοποιία σε μικρές δόσεις με το μυστρί, ώστε η επιφάνεια να καλυφθεί ολόκληρη με κονίαμα. Επιφάνεια που θα παρουσιάζει κενά στην κάλυψη μεγαλύτερα από 10% κρίνεται απορριπτέα. Αποτελείται από λεπτόρευστο τσιμεντοκονίαμα αναλογίας 450 kg τσιμέντου ανά m³ κονιάματος με άμμο (0/3). Η πυκνότητα του επιχρίσματος θα είναι τέτοια, που μόλις θα επιτρέπει να διακρίνεται το υπόστρωμα.

β. Δεύτερη στρώση επιχρίσματος (λάσπωμα)

Μετά την ξήρανση της πρώτης στρώσης, διαστρώνεται η δεύτερη. Κατά τη στρώση αυτή, το επίχρισμα αποκτά επιπεδότητα και μορφή (λεία, τραχεία κτλ). Η επιπεδότητα των επιχρισμάτων επιτυγχάνεται με οδηγούς από το υλικό επιχρίσματος, που κατασκευάζονται ανά μέτρο περίπου, με τη βοήθεια καλά ζυγισμένων, τόσο κατακόρυφα, όσο και οριζόντια, ξύλινων τάκων. Μετά την ξήρανση τους, το μεταξύ των οδηγών κενό πληρούται με κονίαμα, που ρίχνεται με μυστρί στον τοίχο και στη συνέχεια πιέζεται και εξομαλύνεται με ξύλινο πήχη που κινείται σε επαφή με τους οδηγούς. Απαγορεύεται ρητά η διάστρωση του λασπώματος χωρίς τη χρήση ραμμάτων, τάκων, οδηγών κτλ.

γ. Τρίτη στρώση επιχρίσματος (ψιλό)

Από τον τρόπο εκτέλεσης και επεξεργασίας της τελευταίας στρώσης εξαρτάται η εμφάνιση του επιχρίσματος, η στεγανότητα και η ονομασία του. Η τελευταία στρώση πρέπει να έχει παντού την ίδια υφή και να είναι το ίδιο πορώδης, ώστε ο χρωματισμός της επιφάνειας να απορροφηθεί ομοιόμορφα. Το πάχος της τρίτης στρώσης δεν υπερβαίνει τα 5 mm -7 mm. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί για άμμο, ρύζι από μάρμαρο, οπότε έχουμε το μαρμαροκονίαμα.

Ειδικά επιχρίσματα

Πεταχτά Επιχρίσματα: Ακολουθείται η μέθοδος διάστρωσης για την πρώτη στρώση επιχρίσματος (πεταχτό) που περιγράφηκε στην παράγραφο «Κατασκευή». Στη συνέχεια διαστρώνονται με το μυστρί μικρές ποσότητες κονιάματος, ώστε η επιφάνεια να καλυφθεί εντελώς και να αποκτήσει ομοιόμορφη, τραχεία υφή. Πριν τη διάστρωση του πεταχτού ο τοίχος διαβρέχεται και μόλις η επιφάνεια στεγνώσει ενώ ο τοίχος είναι ακόμη νωπός εκτοξεύεται το «πεταχτό». Στην περίπτωση πεταχτού επιχρίσματος 3 στρώσεων, αυτό διαστρώνεται όπως τα τριπτά. Η διαφορά έγκειται στην τελευταία στρώση, η οποία εκτελείται με τον ίδιο τρόπο με την πρώτη στρώση (πεταχτά).

Εξωτερικά Πατητά Επιχρίσματα Τσιμεντομαρμαροκονίας: Η πρώτη στρώση θα κατασκευαστεί ως ανωτέρω. Για τη δεύτερη στρώση (λάσπωμα) χρησιμοποιείται κονίαμα 450 kg κοινού τσιμέντου, 1,05 m³ άμμου και όχι περισσότερο από 0,07 m³ πολτού ασβέστη. Το πάχος της δεύτερης στρώσης είναι περίπου 15 mm. Η επιφάνεια του λασπώματος χαράσσεται με το μυστρί, ώστε να σχηματίζονται πυκνά διασταυρούμενες γραμμές. Η τρίτη στρώση θα ολοκληρωθεί σε δύο διαδοχικές φάσεις και αποτελείται από κονίαμα με αναλογία κατ' όγκο 1 μέρος λευκού τσιμέντου ανά 2,5 - 3 μέρη μαρμαρόσκονης με ή χωρίς προσθήκη ορυκτού χρώματος. Η τελική επιφάνεια θα επεξεργαστεί αρχικά με το τριβίδι και κατόπιν θα πατηθεί με το μυστρί.

Θερμομονωτικά Επιχρίσματα: Τα θερμομονωτικά επιχρίσματα εφαρμόζονται σε 3 στρώσεις (όπως τα επιχρίσματα τσιμεντοκονίας) συνολικού πάχους 3 cm. Στην περίπτωση που απαιτείται αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα εφαρμόζονται επιπλέον στρώσεις επί μεταλλικού πλέγματος με συνολικό πάχος 2 cm. Τις 3 πρώτες ημέρες ενδείκνυται να διαβρέχονται, ώστε να ενισχύεται η αντοχή τους. Τα θερμομονωτικά επιχρίσματα που παρασκευάζονται στο εργοτάξιο, αποτελούνται από περλίτη, τσιμέντο, πλαστικοποιητή και νερό, με σύνθεση ανάλογη με την απαιτούμενη θερμομονωτική ικανότητα και τις συνθήκες λειτουργίας. Καταρχήν αναμιγνύεται το νερό με τον πλαστικοποιητή, στη συνέχεια προστίθεται το τσιμέντο, ακολουθεί ανάμιξη για 20 sec και κατόπιν προστίθεται ο διογκωμένος περλίτης. Το μίγμα αναδεύεται για 1 min – 2 min. Το μίγμα αφήνεται για 10 min – 15 min πριν να χρησιμοποιηθεί. Η τρίτη στρώση είναι η ίδια με τα μαρμαροκονίαματα.

Έτοιμα Επιχρίσματα: Η εφαρμογή των έτοιμων επιχρισμάτων γίνεται αμέσως μετά την ανάμιξη τους με τη χρήση σωλήνα εκτόξευσης. Η απαιτούμενη ποσότητα εκτοξεύεται στην επιφάνεια του τοίχου, όπου έχουν τοποθετηθεί γαλβανισμένοι μεταλλικοί οδηγοί. Στη συνέχεια διαστρώνεται το επίχρισμα. Η επόμενη στρώση μπορεί να εφαρμοστεί λίγες ώρες αργότερα ή την επόμενη μέρα. Γενικά για την ανάμιξη και την εφαρμογή των έτοιμων κονιαμάτων ως επιχρίσματα, ο Ανάδοχος υποχρεούται να ακολουθεί πιστά τις οδηγίες εφαρμογής των εργοστασίων παραγωγής των υλικών. Η προσθήκη χημικών βελτιωτικών πρόσμικτων, χωρίς σχετική οδηγία του εργοστασίου παραγωγής του υλικού απαγορεύεται. Τα επιχρίσματα από ακρυλικά κονιάματα εφαρμόζονται επί όλων των σταθερών επιφανειών με κατάλληλη μέθοδο ανάλογα με την υφή της προς επίχριση επιφάνειας, σε 2 στρώσεις πεταχτού και τελικής στρώσης πάχους 12 mm – 15 mm αναλόγως των οδηγιών του εργοστασίου παραγωγής. Στην περίπτωση που οι προς επίχριση επιφάνειες έχουν μεγάλες ανωμαλίες, θα προηγείται η διάστρωση πρώτης και δεύτερης στρώσης με ασβεστοτσιμεντοκονιάματα ικανού πάχους και κατόπιν θα διαστρώνεται το ακρυλικό κονίαμα με πάχος 5 mm – 6 mm.

Υγρασία επιχρίσματος

Για την προστασία του επιχρίσματος είναι αναγκαίο να λαμβάνονται μέτρα κατά της διείσδυσης της υγρασίας:

- Στους τοίχους κοντά σε θεμέλια θα διαμορφώνονται στραγγιστήριες οπές σε αποστάσεις 1 m περίπου και λίγο πάνω από το έδαφος.
- Στις διπλές τοιχοποιίες με διάκενο, οι οπές αυτές θα συνεχίζονται και στο επίχρισμα, έτσι ώστε το νερό που εισχωρεί στο διάκενο να μη συναντά εμπόδιο στο επίχρισμα. Αποτελεσματικοί για την αποστράγγιση είναι οι λεπτοί πλαστικοί σωλήνες κατά μήκος ενός αρμού της διπλής τοιχοποιίας, που εμφανίζονται στο επίχρισμα με μικρή προεξοχή.
- Το επίχρισμα πρέπει να ξεκινά ψηλότερα από τους στεγανωτικούς μανδύες, ώστε να μην αποτελεί γέφυρα διακίνησης της υγρασίας.

Οι ποδιές των παραθύρων πρέπει να προεξέχουν τουλάχιστον 2 cm από την τελική εξωτερική επιφάνεια του τοίχου για να μη γλύφει το νερό πάνω στο επίχρισμα. Η ποδιά πρέπει να συνεχίζεται σε μήκος λίγο μεγαλύτερο από το άνοιγμα του παραθύρου και να φέρει νεροσταλάκτη κατά μήκος της κάτω επιφάνειας.

Κανόνες εφαρμογής των επιχρισμάτων

Για την ορθή εφαρμογή των επιχρισμάτων συνήθως χρησιμοποιούνται οδηγοί από κονίαμα ή από μεταλλικά πηγάκια που είτε μένουν μέσα στο επίχρισμα είτε αφαιρούνται στη συνέχεια. Όταν τα μεταλλικά πηγάκια παραμένουν μέσα στο επίχρισμα θα πρέπει να είναι ανοξείδωτα ή γαλβανισμένα ώστε να αποφεύγεται η διάβρωσή τους από τα υλικά του κονιάματος. Η χρήση οδηγών δεν είναι υποχρεωτική και βοηθάνε μόνο στο καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα του επιχρίσματος. Όταν εφαρμόζεται σοβάς μιας στρώσης δεν συνιστάται η χρήση οδηγών από κονίαμα παρά μόνο μεταλλικά πηγάκια διότι μετά την εφαρμογή θα φαίνεται το ίχνος του οδηγού. Η εφαρμογή της τελικής στρώσης (όταν το επίχρισμα γίνεται σε τρεις στρώσεις) συνιστάται να γίνεται τουλάχιστον 7-10 ημέρες μετά την εφαρμογή της βασικής στρώσης. Η εφαρμογή των επιχρισμάτων πρέπει να αποφεύγεται σε συνθήκες παγετού. Συνιστάται να αποφεύγεται η χρήση τους σε θερμοκρασίες κάτω των 5° C την ημέρα διότι κατά την περίοδο της νύκτας μπορεί να επικρατούν συνθήκες παγετού. Το ίδιο ισχύει και για θερμοκρασίες άνω των 30° C. Το ίδιο ισχύει και για θερμοκρασίες άνω των 30°C. Σε αυτές τις περιπτώσεις συνιστάται η διαβροχή των τοίχων πριν και μετά τη χρήση όσο το δυνατόν πιο συχνά και κατά τη διάρκεια των

πρώτων τριών ημερών. Μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας του επιχρίσματος. Αυτό γίνεται με ειδικά εργαλεία (τριβίδια) που διαφέρουν ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η διαμόρφωση της επιφάνειας γίνεται συνήθως μετά την αρχή πήξης του κονιάματος και η επιφάνεια του επιχρίσματος θα πρέπει να βρέχεται. Τα αναμίγματα των επιχρισμάτων πρέπει να είναι συμβατά με τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος, και ειδικά με την αντοχή του. Το υπόστρωμα θα πρέπει να υποστηρίζει επαρκώς το επίχρισμα και να παρεμποδίζει τις μετακινήσεις του. Οι τοιχοποιίες, καθώς και τα κονιάματα των αρμών, δεν θα πρέπει να είναι ασθενέστερα αλλά κατά προτίμηση ελαφρώς ισχυρότερα από τα επιχρίσματα. Σε ασθενέστερα υποστρώματα, τα μίγματα των επιχρισμάτων θα πρέπει να περιορίζονται σε ασθενέστερα μίγματα.

Σε γενικές γραμμές θα πρέπει να αποφεύγεται:

- Η χρήση άμμων που περιέχουν μεγάλα ποσοστά παιπάλης ή χώματος
- Η χρήση υπερβολικής ποσότητας τσιμέντου
- Η προσθήκη μεγάλης ποσότητας νερού στην αρχή ή μετέπειτα όταν το κονίαμα έχει αρχίσει να πήζει
- Η παρατεταμένη ανάμιξη ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται αερακτικά πρόσθετα.
- Η χρήση προσθέτων όταν δεν είναι πλήρως γνωστή η σύνθεσή τους, οι ιδιότητές τους και ο τρόπος χρήσης τους.

2. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

2.1 Γενικά

Παρά το γεγονός ότι η τοιχοποιία αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα δομικά στοιχεία, οι γνώσεις για την μηχανική συμπεριφορά των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία είναι περιορισμένες. Αξίζει να σημειωθεί ότι μέχρι τις αρχές του αιώνα μας ο σχεδιασμός των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία ήταν εμπειρικός. Τις τελευταίες όμως δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί αξιόλογες ερευνητικές προσπάθειες σχετικά με τη συμπεριφορά, χρήση και βελτίωση της τοιχοποιίας, με αποτέλεσμα να ανακτά σταδιακά ένα επίπεδο αξιοπιστίας. Τα πλεονεκτήματα της τοιχοποιίας από δομική άποψη είναι το χαμηλό κόστος, η ευκολότερη προστασία έναντι πυρκαγιάς, θερμοκρασίας και ήχου, η ταχύτητα και ευκολία στην κατασκευή, η πολύ καλή αισθητική και ανθεκτικότητα στον χρόνο. Ανάμεσα στα μειονεκτήματά της θα μπορούσαν να αναφερθούν η παθηρή φύση της και η μικρότερη αντοχή της (σε σχέση με το σκυρόδεμα).

2.2 Λειτουργία της φέρουσας τοιχοποιίας

Οι φέροντες τοίχοι θεωρούνται ως συνεχή κατακόρυφα στοιχεία, που στηρίζονται στο σύστημα των πατωμάτων, το οποίο με τη σειρά του μεταφέρει σε αυτούς κατακόρυφα κινητά και νεκρά φορτία. Τα φορτία βαρύτητας και οι πλάγιες ωθήσεις, που επενεργούν από τη μία πλευρά ενός εξωτερικού τοίχου, δημιουργούν μία ροπή. Καθώς τα κατακόρυφα φορτία είναι αντίθετα από την τάση αυτής της καμπτικής ροπής, οι βασικές εσωτερικές δυνάμεις, που καθορίζουν τη φέρουσα αντοχή της τοιχοποιίας, είναι η θλίψη και η διάτμηση. Η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας αναφέρεται σε οριζόντιες φορτίσεις όπως άνεμάνεμος, σεισμός κ.λ.π.. Διακρίνεται σε τρία είδη αστοχίας : α) αστοχία των συνδέσμων με πρόκληση βαθμιδωτών ρωγμών β) αστοχία των μονάδων με διαμπερείς ρωγμές γ) αστοχία λόγω θλίψης Η καμπτική αντοχή της τοιχοποιίας διακρίνεται σε : α) καμπτική αντοχή σε κάθετη διεύθυνση, που εξαρτάται κυρίως από την αντοχή των συνδέσμων (κονιαμάτων) β) καμπτική

αντοχή σε οριζόντια διεύθυνση, που εξαρτάται κυρίως από την αντοχή των τοιχοσωμάτων.

2.3 Η άοπλη τοιχοποιία

Η μηχανική συμπεριφορά της άοπλης τοιχοποιίας επηρεάζεται σημαντικά από τη διεύθυνση φόρτισης σε σχέση με τη διεύθυνση των αρμών. Έτσι παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή σε θλίψη και χαμηλή σε εφελκυσμό και διάτμηση. Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας εξαρτάται από :

- Τα χαρακτηριστικά των λιθοσωμάτων, δηλαδή από την αντοχή, τον τύπο τους και τη γεωμετρία τους (συμπαγή, διάτρητα, είδος και ποσοστό οπών, σχετικό ύψος) και την υδατοαπορροφητικότητα τους.
- Τα χαρακτηριστικά του κονιάματος, δηλαδή την αντοχή και σύνθεση του μείγματος (λόγος νερού προς τσιμέντο, συγκράτηση ύδατος), το σχετικό πάχος του κονιάματος σε σχέση με το λιθόσωμα και τη σχετική παραμόρφωση των δύο υλικών.
- Τις συνθήκες που επικρατούν στην τοιχοποιία, δηλαδή τον τρόπο εμπλοκής των λιθοσωμάτων, τη διεύθυνση φόρτισης, τις τοπικές αυξήσεις τάσεων, τον τρόπο επιβολής του φορτίου, κ.ά..
- Το υλικό και το πάχος του αρμού. Έχει παρατηρηθεί ότι όσο ο λόγος του πάχους του αρμού προς το ύψος των τοιχοσωμάτων αυξάνεται, τόσο το λιθόσωμα τείνει να αστοχήσει εξαιτίας πλευρικής ολίσθησης λόγω των παραμορφώσεων του υλικού του αρμού.
- Κατασκευαστικές λεπτομέρειες όσον αναφορά : - Συγκεντρωμένα φορτία, των οποίων η επίδραση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως τον λόγο της φορτιζόμενης επιφάνειας προς το μήκος του τοίχου, τη θέση του φορτίου κατά μήκος του τοίχου, τον τρόπο επιβολής του φορτίου κατά το πάχος του τοίχου, του τύπο και το υλικό της τοιχοποιίας, τον λόγο του ύψους προς το μήκος και το πάχος του τοίχου και τον αριθμό των συγκεντρωμένων φορτίων. - Εγκοπές στο σώμα του τοίχου, που είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς σε λεπτούς τοίχους και κυρίως όταν έχουν οριζόντια ή διαγώνια διεύθυνση, οπότε επηρεάζουν μεγάλο μέρος του τοίχου.
- Την ποιότητα κατασκευής, καθώς η τοιχοποιία κατασκευάζεται επί τόπου του έργου από εργατοτεχνικό προσωπικό (του οποίου η εμπειρία ποικίλει), υπό διάφορες κλιματολογικές συνθήκες, με υλικά που μπορεί να μην πληρούν της προδιαγραφές της πολιτείας (αν υπάρχουν). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η αντοχή της να διαφέρει ανάλογα με αυτούς τους παράγοντες.

Η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας εξαρτάται από τη συνεργασία του κονιάματος και των τοιχοσωμάτων, οποία με τη σειρά της εξαρτάται από ένα πλήθος παραγόντων, μερικοί από τους οποίους είναι : α) η σύνθεση του κονιάματος κι ειδικότερα ο λόγος άμμος/τσιμέντο, ο λόγος τσιμέντο/νερό, η περιεκτικότητα σε νερό και τυχόν χημικά πρόσθετα β) το είδος του τοιχοσώματος και ειδικότερα το πορώδες, η υγρασία, η μορφή της διεπιφάνειας και η μακροσκοπική του μορφή (μορφή, ύπαρξη και μέγεθος οπών και εγκοπών).

Η διατμητική αντοχή υπό θλίψη (πάντα συνυπάρχουν ορθές τάσεις) είναι μικρή. Οι μορφές θραύσης του τοίχου είναι τρεις και εξαρτώνται από το είδος της εξωτερικής φόρτισης και τις διαστάσεις του τοίχου :

- Διατμητική ολίσθηση μέσω των αρμών του κονιάματος
- Διαγώνια εφελκυστική ρηγμάτωση
- Θλιπτική αστοχία λόγω τέμνουσας.

Πλαστιμότητα μιας κατασκευής είναι η ικανότητα της για πλαστική παραμόρφωση μετά το όριο διαρροής, χωρίς να μειώνεται η αντίστασή της. Δείκτης πλαστιμότητας μ είναι ο λόγος της μέγιστης μετακίνησης της κατασκευής προς την μετακίνηση διαρροής της. Το γεγονός ότι η πλαστιμότητα ενός πολυόροφου κτιρίου εξαρτάται από την πλαστιμότητα των μεμονομένων ορόφων, σε συνδυασμό με τη μειωμένη πλαστιμότητα των άοπλων τοιχοποιιών, έχει περιορίσει το συνυπολογισμό των άοπλων τοιχοποιιών στη φέρρουσα κατασκευή, αφού οι διαθέσιμες πλαστιμότητες

τους δεν επαρκούν για ολόκληρο το κτίριο. Όταν επομένως λαμβάνονται υπόψη στον αντισεισμικό υπολογισμό, θεωρούνται ότι βρίσκονται στην ελαστική τους φάση.

2.4 Η διαζωματική τοιχοποιία

Διαζωματική ονομάζεται η τοιχοποιία που περικλείεται από οριζόντια και κατακόρυφα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος αλλά και μεταλλικά ή/ και ξύλινα, με τα οποία σχηματίζει ένα είδος πλαισιακής κατασκευής.

Τοιχοποιίες με οριζόντια διαζώματα.

Τα οριζόντια διαζώματα τοποθετούνται συνήθως στις στάθμες των δαπέδων και των ανωφλιών, στην θέση έδρασης της στέγης, στην στέγη της θεμελίωσης και σε στηθαία από τοιχοποιία. Οπλίζονται με διαμήκη και εγκάρσιο οπλισμό (συνδετήρες), που υπολογίζεται με βάση την λειτουργία τους σε κάμψη και σε διάτμηση. Η ικανότητα μεταφοράς των οριζοντίων δυνάμεων στον τοίχων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ακαμψία των διαφραγμάτων. Εξάλλου, τα οριζόντια διαζώματα συνδέουν τους φέροντες τοίχους μεταξύ τους, ώστε η κατασκευή να λειτουργεί ως ενιαίο σύνολο.

Τοιχοποιίες με κατακόρυφα και οριζόντια διαζώματα

Συνδυασμός οριζοντίων και κατακόρυφων διαζωμάτων γίνεται σε περιοχές με μεγάλη σεισμικότητα ή σε κτίρια θεμελιωμένα σε κακό έδαφος. Έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αντοχής και της πλαστιμότητας του κτιρίου. Ο υπολογισμός των διαζωμάτων γίνεται σε οριζόντια και κατακόρυφα επίπεδα.

2.5. Η οπλισμένη τοιχοποιία

Η οπλισμένη τοιχοποιία φέρει πολλά από τα μειονεκτήματα της άοπλης εξασφαλίζοντας μια καλή αντοχή σε ανακυκλιζόμενη ένταση με μειωμένη μάζα. Η τοποθέτηση του οπλισμού στην τοιχοποιία έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση της εφελκυστικής, διατμητικής και θλιπτικής αντοχής της. Ο οπλισμός προσθέτει πλαστιμότητα και αντοχή στην τοιχοποιία, που με τη σειρά της προστατεύει τον οπλισμό και παραλαμβάνει τα φορτία με ελάχιστη παραμόρφωση και μέγιστη απόσβεση της σεισμικής ενέργειας. Υπάρχουν δύο μορφές οπλισμένης τοιχοποιίας. Τοιχοποιία με οπλισμό μέσα στον πυρίνα και τοιχοποιία με οπλισμό διάσπαρτο μέσα στα λιθοσώματα.

Πειραματικά αποτελέσματα έχουν αποδείξει ότι ευνοϊκή επιρροή του οπλισμού μειώνεται, όσο αυξάνεται η εξωτερική θλιπτική τάση. Οι δύο βασικές μορφές αστοχίας για αυτό το είδος της τοιχοποιίας είναι:

α) αστοχία από κάμψη που ευνοείται από:

- Μικρές τιμές του λόγου πλάτος/ύψος
- Μεγάλες τιμές θλιπτικής έντασης
- Πολύ μικρές τιμές του λόγου θλιπτικής έντασης/θλιπτικής αντοχής
- Μεγάλο ποσοστό οριζοντίου διάσπαρτου οπλισμού
- Μικρό ποσοστό οπλισμών συγκεντρωμένων στα άκρα

β) αστοχία από διάτμηση, που παρατηρείται σε περιπτώσεις ανακυκλιζόμενης φόρτισης μεγάλου εύρους μετά από μια κύρια μορφή καμπτικής αστοχίας.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτήν τη μορφή της τοιχοποιίας είναι ο ομοιόμορφος οριζόντιος οπλισμός, η καλή ποιότητα του κονιάματος και η αποτελεσματική συνάφεια.

2.6. Δοκοί, πρέκια, τόξα τοιχοποιίας

Η χρήση χάλυβα-οπλισμού στην τοιχοποιία επιτρέπει τον σχεδιασμό εύκαμπτων στοιχείων όπως δοκών, διαδοδίκων και υπερθύρων. Έτσι αποφεύγεται η χρήση άλλων υλικών εκεί που απαιτούνται εύκαμπτα δομικά στοιχεία.

Πρέκια

Τα πρέκια είναι φορείς που κατασκευάζονται πάνω από ανοίγματα πόρτες και παράθυρα για να υποβαστάζουν την υπερκείμενη τοιχοποιία. Είναι συνήθως οριζόντια και στηρίζονται σε κατακόρυφα στοιχεία, τους παραστάτες.

Χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Πρέκια από οπλισμένη τοιχοποιία
- Μεταλλικά πρέκια
- Πρέκια από σκυρόδεμα
- Ξύλινα πρέκια

3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑΣ

3.1 Θερμομόνωση τοιχοποιιών

Με την προηγηθείσα ανάπτυξη αναδείχθηκε ο σημαντικός ρόλος των εξωτερικών τοιχοποιιών στην επίτευξη θερμικής άνεσης μέσα στα κτίρια. Η απόδοση της τοιχοποιίας από πλευράς θερμομόνωσης εξαρτάται από τη φύση των υλικών που την αποτελούν, το ειδικό βάρος τους, την αγωγιμότητά τους καθώς και από την περιεχόμενη υγρασία. Η περιεχόμενη μέσα σε μια τοιχοποιία υγρασία μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου και γι αυτό θα πρέπει να γίνουν ορισμένες παραδοχές για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών. Οι πρόσφατα δομημένες τοιχοποιίες, εσωτερικές και εξωτερικές, κατακρατούν υψηλό ποσοστό υγρασίας μέχρι την ολοκλήρωση της αρχικής ξήρανσης, διαδικασίας που μπορεί να διαρκέσει μεγάλο χρονικό διάστημα. Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, το πάχος τους, τη χρήση και τις απαιτήσεις των χώρων που περικλείουν, οι τοιχοποιίες θερμομονώνονται είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά. Υπάρχει επίσης η περίπτωση τοποθέτησης θερμομονωτικού υλικού στον πυρίνα της με αυτόν τον τρόπο διαμορφούμενης δικέλυφης τοιχοποιίας ή η χρήση τούβλων με αυξημένες θερμομονωτικές ικανότητες. Όπως θα φανεί στη συνέχεια κάθε μια από τις παραπάνω μεθόδους παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, με συνέπεια η ορθή επιλογή να έχει κριτήρια τις ειδικές κάθε φορά λειτουργικές και κατασκευαστικές απαιτήσεις του κτιρίου. Υπάρχουν όμως ορισμένοι γενικοί κανόνες ανεξάρτητα από τον τρόπο θερμομόνωσης που θα επιλεγεί:

- Το θερμομονωτικό υλικό θα πρέπει να προστατεύεται κατάλληλα για την αποφυγή συμπύκνωσης και δρόσου
- Απαραίτητη είναι η παρεμπόδηση της διείσδυσης των νερών της βροχής, ώστε να μην επέλθουν ανεπανόρθωτες βλάβες στα υλικά με συνέπεια την απώλεια της θερμομονωτικής ικανότητας του τοίχου
- Ουσιαστικής σημασίας είναι η αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών, οι οποίες προσθέτουν μεγάλες θερμικές απώλειες και αναπτύσσουν μεγάλες θερμικές τάσεις στα επιμέρους υλικά της τοιχοποιίας

- Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζονται ορισμένα ευπαθή σημεία όπως π.χ ενώσεις δομικών στοιχείων, σωληνώσεις και λοιπά, ώστε να προστατεύονται ικανοποιητικά από την θερμότητα και την υγρασία
- Η σωστή αλληλοδιαδοχή των στρώσεων των υλικών έχει ιδιαίτερη σημασία για να αποφευχθούν δυσάρεστες συνέπειες

3.2 Υγρομόνωση στις τοιχοποιίες

Η υγρασία στις κατασκευές αποτελεί μια σημαντική απειλή όχι μόνο για τα δομικά στοιχεία που προσβάλλει αλλά και για την άνεση και την υγεία των ενοίκων. Η αξία της υγροπροστασίας ή υγρομόνωσης έχει αναγνωριστεί από πολλά χρόνια και συνιστά σε συνδυασμό με την θερμομόνωση ουσιαστικό παράγοντα σχεδιασμού. Το νερό, που μπορεί να υπάρχει στα δομικά στοιχεία των κατασκευών και με τις τρεις φάσεις του (υγρή, στερεή και αέρα), διεισδύει στη μάζα τους χωρίς συνήθως να γίνεται Άμεσα αντιληπτό και προκαλεί σοβαρές βλάβες που φτάνουν και μέχρι την πλήρη καταστροφή των υλικών. Ο πάγος και το χαλάζι μπορεί να προκαλέσουν μηχανική διάβρωση. Η βροχή που οδηγείται στο εσωτερικό μιας τοιχοποιίας με την βοήθεια του ανέμου μπορεί να δημιουργήσει λεκέδες ή/και αποσύνθεση. Η συμπύκνωση των υδρατμών στο εσωτερικό μιας τοιχοποιίας προκαλεί συνήθως μείωση της αντοχής και καταστροφή της θερμομόνωσης. Τέλος, ο σχηματισμός δρόσου στην επιφάνεια των τοίχων έχει ως αποτέλεσμα την καταστροφή των εσωτερικών τελειωμάτων. Πρέπει να σημειωθεί ότι το πρόβλημα της υγρασίας αρχίζει πολλές φορές από το στάδιο της κατασκευής ενός κτιρίου είτε από την ενσωματωμένη υγρασία των υλικών που χρησιμοποιούνται, είτε γιατί τα υλικά βράχηκαν στο εργοτάξιο, είτε γιατί ήρθαν σε επαφή με άλλα υλικά αυξημένης υγρασίας. Η υγρασία αυτή, όπως θα δούμε, μπορεί να εξατμιστεί με χρόνο καθώς το κτίριο «στεγνώνει». Η δομή και η φύση της τοιχοποιίας, αλλά και ο τρόπος που αυτά συνδέονται μεταξύ τους παίζει σημαντικό ρόλο στο ρυθμό διείσδυσης της υγρασίας. Το αυξημένο πορώδες και η ύπαρξη συνέχειας στα υλικά διευκολύνουν την κίνηση του νερού σε υγρή φάση διαμέσου των τριχοειδών αγγείων και σε αέρια φάση μέσω της διάχυσης των υδρατμών. Παλαιότερα η κλασική αντιμετώπιση του προβλήματος ήταν η αύξηση του πάχους των τοίχων. Σήμερα όμως η ανάπτυξη βελτιωμένων σχεδιαστικών και υπολογιστικών μεθόδων και η βελτίωση της ποιότητας των υλικών επιτρέπει την χρήση λεπτότερων τοίχων αλλά με επιμελημένη κατασκευή από πλευράς υγρομόνωσης. Συχνά είναι το φαινόμενο ποιοτικής ανεπάρκειας των υλικών και εσφαλμένων κατασκευαστικών μεθόδων, που καθιστούν αναποτελεσματική την όποια υγρομόνωση θέτοντας σε κίνδυνο το κτίριο και την υγεία των ενοίκων. Συμπερασματικά τονίζεται ότι για μια σωστή υγροπροστασία σημασία έχει η ορθή διάγνωση και η πρόληψη με μια έγκαιρη επέμβαση. Οι βλάβες πολλές φορές δεν είναι αναστρέψιμες και μη εκ των υστέρων προσπάθεια δεν είναι πάντοτε αποτελεσματική. Η σωστή υγροπροστασία αποτελεί συνδυασμό καλού σχεδιασμού, κατάλληλης επιλογής υλικών και επιμελούς εργασίας στη φάση της κατασκευής.

Μορφές υγρασίας

Η υγρασία μιας κατασκευής μπορεί να οφείλεται σε μια ή περισσότερες αιτίες, η διάγνωση της αιτίας της υγρασίας είναι πολλές φορές δύσκολη και απαιτεί προσεκτική έρευνα. Οι κυριότερες μορφές υγρασίας ανάλογα με την προέλευση είναι:

α) υγρασία νέων κατασκευών

β) υγρασία λόγω κακής συντήρησης ή κακοτεχνιών του κτιρίου

γ) υγρασία συμπήκνωσης

- Χειμερινή
- Αερινή και θερινή
- Υγρασία λόγω αναπνοής
- Υγρασία σε υγρούς χώρους

δ) υγρασία λόγω διάχυσης υδρατμών

ε) υγρασία περιοδικών διαβρέξεων

στ) υγρασία εδάφους

ζ) υγρασία λόγω βροχής

3.3 Ηχομόνωση στις τοιχοποιίες

Το αίσθημα της άνεσης μέσα στους χώρους κατοικίας. Το αίσθημα της άνεσης μέσα στους χώρους κατοικίας και εργασίας συναρτάνται κυρίως με τους παράγοντες θέρμανσης και ψύξης, αλλά στην σημερινή εποχή της κυριαρχίας της τεχνολογίας που δημιουργεί στην καθημερινή ζωή αφόρητους θορύβους εξίσου σημαντικός είναι ο παράγοντας της ηχομόνωσης. Το άτομο επιδιώκει την ησυχία και την ιδιωτικότητα. Κυριότερες πηγές δημιουργίας ηχορύπανσης μπορεί να θεωρηθούν τόσο οι εξωτερικοί θόρυβοι που προέρχονται από τα συγκοινωνιακά μέσα, τα δομικά και άλλα μηχανήματα κλπ., όσο και οι εσωτερικοί θόρυβοι από τις τηλεοράσεις, τις οικιακές συσκευές ή τους θορυβώδεις γείτονες. Για κάθε είδους θόρυβο, που δεν είναι δυνατόν να εξαλειφθεί ή να περιοριστεί, θα πρέπει να ληθούν μέτρα κατασκευαστικά που είτε θα τον απορροφήσουν είτε θα εμποδίσουν τη μετάδοση του δια μέσου των τοιχών, των οροφών και των πατωμάτων. Πολλοί κτιριοδομικοί κανονισμοί προβλέπουν σήμερα απαιτήσεις ηχομόνωσης για τα δομικά στοιχεία. Οι τοιχοποιίες έχουν αποδείξει ότι παρέχουν μια πολύ καλή ηχομόνωση. Ο θόρυβος μπορεί να μεταδωθεί με διάφορους τρόπους:

α) ως αερογενής ήχος, διαμέσου ανοιχτών παραθύρων ή θυρών, σχισμών των κουφωμάτων και κάθε είδους σωληνώσεων

β) ως αερογενής ήχος, διαμέσου τοιχοποιιών ή άλλων χωρισμάτων

γ) ως χτυπογενής ήχος, προερχόμενος από χτυπήματα πάνω σε δομικά στοιχεία.

Στην τελευταία περίπτωση, το δεχόμενο το χτύπημα δομικό στοιχείο αρχίζει να πάλλεται και ακτινοβολεί δευτερογενή, αερογενή ήχο στους γειτονικούς χώρους. Οι δονήσεις του διεγερθέντος δομικού στοιχείου μπορεί επίσης να διαδοθούν μέσα από το σκελετό του κτιρίου και σε άλλα δομικά στοιχεία και να προκαλέσουν την εκπομπή αερογενή ήχου. Κατά την διάδοση του ήχου μέσα από ένα τοίχωμα, ένα μέρος μόνο της ηχητικής ενέργειας που προσπίπτει διέρχεται μέσα από αυτό, ενώ ένα άλλο τμήμα ανακλάται στην επιφάνεια του τοιχώματος και το υπόλοιπο μετατρέπεται σε θερμότητα. Ο ακουστικός έλεγχος των τοιχοποιιών περιλαμβάνει αφενός την απορρόφηση του μεγαλύτερου μέρους του ήχου, ώστε να μην αντανακλάται, και αφετέρου την παρεμπόδιση της μεταφοράς του ήχου διαμέσου των τοιχών σε παρακείμενους χώρους. Αν και η σύγχρονη εξέλιξη της τεχνολογίας έκανε δυνατή τη βελτίωση του βαθμού ηχομόνωσης δομικών στοιχείων μικρού βάρους, η μάζα παραμένει ο ουσιαστικότερος παράγοντας ηχοπροστασίας. Έτσι οι τοιχοποιίες, συνδυάζοντας το πλεονέκτημα της μάζας με αυτό της μικρής δυσκαμψίας, θεωρούνται πολύ καλά ηχομονοτικά δομικά στοιχεία.

4. ΒΛΑΒΕΣ-ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΩΝ

Οι βλάβες των τοίχων είναι τις περισσότερες φορές εμφανείς. Τα αίτια όμως των βλαβών καθώς και μια σοβαρότερη εκτίμηση της κατάστασης κυρίως φερόντων τοίχων είναι συχνά αντικείμενο ειδικής έρευνας. Θα πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ επισκευής, η οποία είναι η επαναφορά της τοιχοποιίας στην κατάσταση που βρισκόταν πριν από τη βλάβη και της ενίσχυσης, η οποία ορίζεται ως η πρόσδοση εκείνης της φέρουσας ικανότητας που επιβάλλουν οι ισχύοντες κανονισμοί για τη συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Η απόφαση για επισκευή, ενίσχυση ή ακόμη και κατεδάφιση μιας υφιστάμενης τοιχοποιίας, εξαρτάται από την σοβαρότητα της βλάβης, το κόστος της απαιτούμενης επέμβασης για την αποκατάσταση, σε συνάρτηση με τη σημασία που πιθανώς έχει το κτίριο.

Οι βλάβες των τοιχοποιιών ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά τα προβλήματα που προέρχονται από κακό σχεδιασμό και κακοτεχνίες της κατασκευής, πλημμελή συντήρηση και κακή χρήση του κτιρίου. Η δεύτερη κατηγορία συνδέεται με προβλήματα που οφείλονται σε εξωτερικούς παράγοντες όπως, φωτιά, υγρασία, παγετό, φυσική διάβρωση, γήρανση των υλικών κ.ά. αποτελέσματα αυτών των αιτιών είναι οι ρηγματώσεις, μετακινήσεις τοίχων, καταστροφή αρμολογημάτων, καθύγραση ή διαρροή υγρασίας μέσα από τους τοίχους κ.ά.

4.1. Εκφυγές (εξάνθηση)

Είναι ένα κοινό πρόβλημα λιθοδομών, οπτοπλινθοδομών και τσιμεντολιθοδομών και συνίσταται στη διύλιση διαλυτών αλάτων επάνω στην επιφάνεια της τοιχοποιίας, που έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κηλίδων, ραβδώσεων και εξανθημάτων. Οι εκφυγές επηρεάζουν την εμφάνιση της τοιχοποιίας, αλλά όχι και την ευστάθειά της. Οφείλονται συνήθως σε ορυκτά ανόργανα θειικά άλατα κυρίως μαγνησίου και νατρίου. Το φαινόμενο των εκφυγών έχει ως απαραίτητη προϋπόθεση τη συνύπαρξη ποσότητας νερού, που μπορεί να προέρχεται, είτε από τη βροχή, είτε από το κονίαμα, είτε από εδαφική υγρασία, είτε τέλος από συμπήκνωση υδρατμών. Ριζική αντιμετώπιση του προβλήματος των εκφυγών μπορεί να γίνει με χρήση υλικών τοιχοποιίας που έχουν χαμηλή περιεκτικότητα αλάτων και με τη γενικότερη προστασία της τοιχοποιίας από κάθε μόρφη υγρασίας.

4.2. Βλάβες κονιαμάτων-επιχρισμάτων

Ένα μεγάλο ποσοστό των βλαβών των τοιχοποιιών εμφανίζεται στους εξωτερικούς τοίχους με την μορφή μετατόπισης, απόλέπισης και ρηγματώσης επιχρισμάτων. Επιφανειακές ρηγματώσεις επιχρισμάτων που δεν εκτείνονται στον πυρήνα του τοίχου έχουν συνήθως τριχοειδείς ρωγμές με δεικτυωτή μορφή. Για να αποφευχθούν αυτής της μορφής οι ρηγματώσεις, πρέπει το επίχρισμα εκτός των άλλων να αποτελείται από πολλές λεπτές στρώσεις, ώστε να είναι απαλλαγμένο από εσωτερικές τάσεις. Οι βλάβες των επιχρισμάτων λόγω θερμοκρασιακών διακυμάνσεων έχουν την μορφή ρωγμών, όταν υπάρχει υπέρβαση της εφελκυστικής αντοχής, ή την μορφή χαλάρωσης όταν υπάρχει υπέρβαση της διατμητικής αντοχής.

4.3. Ρηγματώσεις

Η κυρίαρχη μορφή βλαβών είναι οι ρηγματώσεις στα επιχρίσματα και στον πυρήνα της τοιχοποιίας. Οι ρωγμές των ίδιων των τοίχων είναι σαφώς ουσιαστικότερες και πιο επικίνδυνες και μπορεί να εμφανιστούν με μορφή και μέγεθος που ποικίλει ανάλογα με τα αίτια που τις προκάλεσαν. Οφείλονται κυρίως στις παραμορφώσεις των υλικών της τοιχοποιίας, οι οποίες συνοδεύονται από μεμονωμένες πλευρικές λεπτές ρωγμές στην βάση της τοιχοποιίας, ενώ σε περίπτωση τοίχου μεγάλου μήκους μπορεί να προκαλέσουν ακόμη και την θράυση και διαίρεση του σε δύο τμήματα. Οι ρηγματώσεις είναι πιθανό να εμφανιστούν όχι μόνο στα σημεία με τις μεγαλύτερες εφελκυστικές ή διατμητικές τάσεις, αλλά και στα ασθενέστερα σημεία της κατασκευής. Υπάρχουν φυσικά και άλλες περιπτώσεις σχηματισμού ρωγμών, όπως π.χ. Στην πλήρωση ενός σκελετού οπλισμένου σκυροδέματος με τοιχοποιίες ή όταν σε φέροντες τοίχους προστίθενται τμήματα από κισσηρόπλινθους που δεν έχουν στεγώσει κλπ. Μια από τις βασικότερες μεθόδους επισκευών ρωγμών είναι αυτή των ενεμάτων με ισχυρά κονιάματα, ώστε να εμφραχθούν τα σχηματιζόμενα κενά.

4.4. Μετακινήσεις τοίχων

Τα αίτια των μετακινήσεων των τοίχων μπορεί να είναι:

- α) θερμοκρασιακές μεταβολές που προκαλούν συστολοδιαστολές ανομοιογενείς για κάθε διαφορετικό υλικό
- β) μεταβολή των διαστάσεων ή και μόνιμες παραμορφώσεις λόγω υπερκαταπόνησης από τα επιβαλλόμενα φορτία
- γ) ιδιαίτερη συμπεριφορά των υλικών απέναντι στην υγρασία

Οι θερμοκρασιακές μεταβολές και η υγρασία

Οι θερμοκρασιακές μεταβολές και η υγρασία μπορεί να προκαλέσουν κατακόρυφες όσο και οριζόντιες μετακινήσεις στις τοιχοποιίες. Η σοβαρότητα των ρωγμών που είναι δυνατόν να προκληθούν, εξαρτάται όχι μόνο από το βαθμό συστολής ή διαστολής των διαφόρων υλικών, αλλά και από το μέγεθος της τοιχοποιίας που υφίσταται μετακίνηση. Σημαντική επίδραση έχουν οι ακόλουθοι παράγοντες:

- α) η αντοχή των χρησιμοποιούμενων κονιαμάτων
- β) η δυνατότητα ολίσθησης της τοιχοποιίας
- γ) η ισχυρή σύνδεση δύο τοίχων στα άκρα τους

Ελαστικές-Πλαστικές παραμορφώσεις

Η βράγχυση των τοιχοποιιών λόγω της επιβολής αξονικών φορτίων δεν δημιουργεί συνήθως σοβαρά προβλήματα. Μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος που προέρχεται από την ελαστική παραμόρφωση οριζοντίων στοιχείων, όπως πατώματα, δοκοί, υπέρθυρα κλπ. Τα τούβλα των οπτοπλινθοδομών δεν υφίστανται πλαστικές παραμορφώσεις, ενώ αυτό συμβαίνει στο κονίαμα, προλαμβάνοντας έτσι την αποσύνδεση της τοιχοποιίας, αφού με τη πλαστική του παραμόρφωση μπορεί να αντισταθμίσει τη διαστολή λόγω υγρασίας των τούβλων.

Μετακινήσεις εξαιτίας της θεμελίωσης

Όταν μια τοιχοποιία είναι κτισμένη επάνω σε θεμέλια σκυροδέματος, που εκτείνονται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, είναι δυνατόν να προκληθούν προβλήματα από τη διαστολή της τοιχοποιίας και τη συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος. Σε

χαμηλές θερμοκρασίες η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας δεν είναι συνήθως ικανή να αντισταθμίσει τη συστολή του σκυροδέματος με αποτέλεσμα τη δημιουργία ρωγμών στις γωνίες του τοίχου. Το φαινόμενο αντιμετωπίζεται με τη διακοπή της συνεχείας τοιχοποιίας-θεμελίωσης τοποθετώντας μια στρώση κατάλληλου υλικού.

4.5. Φωτιά-Παγετός

Ανάλογα με το μέγεθος της πυρκαγιάς προκαλούνται αποφλοιώσεις των τοίχων, τήξης και αποσύνθεση του κονιάματος και τέλος κατάρευση της τοιχοποιίας. Πόλο παίζει το βάθος της περιοχής βλάβης του κονιάματος.

Η πίεση που ασκεί ο πάγος έχει επακόλουθο την αποφλοίωση, την αποσύνθεση, αλλά ακόμη και τη θραύση των τούβλων, όταν δεν είναι ανθεκτικά σε παγετό ή δεν έχουν ψηθεί αρκετά. Στον παγετό αντέχουν μόνο τούβλα επένδυσης και οπτόπλινθοι, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για εξωτερικές τοιχοποιίες.

4.6. Τεχνικές επισκευής και συντήρησης

Το πλύσιμο νέων τοιχοποιιών μπορεί να αποτελέσει πηγή κηλίδων, αν δεν χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα διαλύματα καθαρισμού και δεν ληφθεί μέριμνα για την προστασία ορισμένων ευπαθών σημείων, όπως πχ. των μεταλλικών κουφωμάτων αποξίδωση κλπ. Το πλύσιμο πρέπει να γίνεται στα τελευταία στάδια όταν πια το κονίαμα έχει στεγνώσει, αλλά έγκαιρα, ώστε να μην προλάβουν να σχηματιστούν λεκέδες διάφορης προέλευσης. Μεταξύ άλλων χρησιμοποιείται η μέθοδος πλυσίματος με νερό υψηλή πίεση σε συνδυασμό με ορισμένα διαλύματα καθαρισμού. Εάν ο τοίχος δεν είναι εκ των προτέρων διαποτισμένος, η εφαρμογή της υψηλής πίεσης μπορεί να οδηγήσει τα διαλύματα καθαρισμού μέσα στον πυρήνα της τοιχοποιίας, με πιθανή συνέπεια την εμφάνιση κηλίδων στο μέλλον. Τα διαλύματα καθαρισμού πρέπει να επιλέγονται με το κριτήριο συμβατότητας προς τα υλικά των τοιχοποιιών. Η φύση αυτών των διαλυμάτων καθώς και η μέθοδος εφαρμογής τους εξαρτάται από την φύση του υλικού που σχημάτισε την κηλίδα ή απορροφήθηκε από την τοιχοποιία. Έτσι για:

- α) κηλίδες από χρώματα
- β) κηλίδες από χαλύβδινα ρινίσματα
- γ) κηλίδες από χαλκό ή ορείχαλκο
- δ) κηλίδες καπνού

Για παλιές τοιχοποιίες το πλύσιμο με ατμό από υψηλή πίεση είναι μια μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε λείες όσο και σε αδρές επιφάνειες τοίχων. Διαλύματα χημικά ή καθαρισμού δεν απαιτούνται συνήθως, εκτός και αν πρόκειται για ασυνήθηστες βαθιές κηλίδες. Ξηρές αμμοβολές χρησιμοποιούνται μόνο όταν δεν είναι αποτελεσματικές οι άλλες μη κατατρεπτικές μέθοδοι. Πλύσιμο με κρύο νερό υπό υψηλή κίνηση είναι μια καλή μέθοδος, εφόσον υπάρχει άφθονο διαθέσιμο νερό.

Ενέματα

Όταν πρόκειται για τοιχοποιίες μεγάλου πάχους, οι οποίες έχουν υποστεί σημαντικές βλάβες χρησιμοποιείται η τεχνική των ενεμάτων, δηλαδή της έγχυσης στην τοιχοποιία λεπτόρευστου μίγματος δια μέσου κατάλληλα ανοιγομένων οπών. Τα ενέματα αποκαθιστούν τη συνέχεια της τουβλοδομής ή λιθοδομής και επιτυγχάνουν την

επισκευή ή ενίσχυση της με μικρή διατάραξη, αφού επηρεάζουν κυρίως το συνδετικό κονίαμα και όχι την υπόλοιπη δομή της. Η πορεία της εφαρμογής του ενέματος χαρακτηρίζεται από την ενεσιμότητα, η οποία εξαρτάται από το ιξώδες, τον χρόνο πήξης, την ευστάθεια του μίγματος, την απορροφητικότητα της τοιχοποιίας, την κοκκομετρική σύνθεση των αδρανών, τις διαστάσεις των κενών κ.α.

Αντικατάσταση τοιχοποιίας

Όταν η τοιχοδομή αρχίζει αποσυντίθεται, η καταστροφή συνεχίζεται με επιταχυνόμενο ρυθμό. Μια τέτοια κατάσταση μπορεί να αντιμετωπισθεί μόνο με αντικατάσταση του τμήματος που έχει υποστεί βλάβη. Όταν η ζημιά είναι εκτεταμένη, απαιτείται αντικατάσταση ολόκληρων τοίχων. Τα νέα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν επιδιώκεται να είναι όσο το δυνατό όμοια με τα απομακρυνόμενα. Όταν η βλάβη οφείλεται σε εκτεταμένη και σοβαρή υγρασία, δίνεται η ευκαιρία με τις εργασίες αντικατάστασης να τοποθετηθούν οι κατάλληλες στεγανωτικές στρώσεις.

5. ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

5.1. Τοίχοι αντιστήριξης

Οι τοίχοι αυτοί κατασκευάζονται για να συγκρατήσουν το έδαφος σε απότομα πρανή με κλίσεις μεγαλύτερες από τις κανονικές. Η πίεση των γαιών ενεργεί ως οριζόντια δύναμη και επομένως οι τοίχοι αντιστήριξης καταπονούνται κυρίως κατά την έννοια της ολίσθησης και της ανατροπής. Η πίεση αυτή εξαρτάται από τον όγκο, το βάρος, τη σύνθεση του εδάφους και την περιεκτικότητα του σε υγρασία, υπολογίζεται δε με διάφορες μεθόδους οι οποίες είναι απλοποιημένες και στηρίζονται στη γενική θεωρία του Coulomb. Αν και δεν αποτελούν πολλές φορές οργανικό στοιχείο των κτιρίων, επειδή είναι συνήθως εκτεθειμένοι σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες, σε συνεχή επαφή με το έδαφος και υπό την πίεση σημαντικών φορτίων γαιών, θα πρέπει να σχεδιάζονται με προσοχή και ως προς τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες και ως προς την επιλογή των υλικών δομής τους. Διακρίνονται τέσσερα βασικά είδη τοίχων αντιστήριξης.

- α) τοίχοι βαρύτητας
- β) τοίχοι πρόβολοι
- γ) τοίχοι με εσωτερικές αντηρίδες
- δ) τοίχοι με εξωτερικές αντηρίδες

Η συνηθέστερη και η πιο οικονομική μορφή είναι αυτή του οπλισμένου τοίχου πρόβολου (β). το κατακόρυφο τμήμα είναι οπλισμένο για να παραλαμβάνει τις εφελκυστικές τάσεις. Η βάση από σκυρόδεμα ανθίσταται στην ανατροπή και ολίσθηση του τοίχου αναπτύσσοντας οριζόντιες και κατακόρυφες αντιδράσεις. Η διπλή τοιχοποιία παρουσιάζει μεγαλύτερη ευελιξία, αφού δεν περιορίζει μονοσήμαντα τις αποστάσεις μεταξύ των ράβδων του οπλισμού. Η περίπτωση με τον οπλισμό στις κατακόρυφες οπές διάτρητων τούβλων είναι ίσως οικονομικότερη. Στην περίπτωση των οριζόντιων οπών ο οπλισμός τοποθετείται σε ειδικούς θήλακες κονιάματος.

5.2. Επενδύσεις τοίχων-Τοιχοπετάσματα

Επένδυση τοιχοποιίας ονομάζουμε μία μη φέρουσα κατασκευή προς την εξωτερική πλευρά του τοίχου, που αποβλέπει στην προστασία, τη θερμομόνωση ή/και τη

βελτίωση της εμφάνισης του. Στην περίπτωση εξωτερικού τοίχου από οπτόπλινθους, οι επενδύσεις μπορεί να συνίστανται από ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία, φυσικούς ή τεχνητούς λίθους ή πλάκες, φύλλα αμιαντοτσιμέντου, κρύσταλλα κλπ. Στην περίπτωση όπου η φέρουσα εξωτερική τοιχοποιία συνίσταται από ξύλινη ή μεταλλική κατασκευή, ως επένδυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί η οπτοπλινθοδομή. Η σύνδεση των επενδύσεων με το κυρίως σώμα της τοιχοποιίας γίνεται είτε με συγκόλληση, είτε με αγκύρωση για περιπτώσεις βαρύτερων επενδύσεων. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στην πρόβλεψη αρμών εργασίας ή διαστολής για την αποφυγή ρηγματώσεων.

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται στα κτίρια αντί μιας φέρουσας εξωτερικής τοιχοποιίας ελαφριά δομικά στοιχεία μη φέροντα, τα οποία στηρίζονται σε κάθε όροφο στα δομικά στοιχεία του φέροντα οργανισμού, δηλαδή σε πλάκες, δοκούς και υποστυλώματα. Τα τοιχώματα ή τοιχοπετάσματα αυτά λειτουργούν προστατευτικά έναντι της θερμότητας, της υγρασίας, της φωτιάς και άλλων κτιριοδομικών απαιτήσεων. Αποτελούνται συνήθως από ελαφριά δομικά υλικά συμπεριλαμβανομένης και της οπτοπλινθοδομής και υπολογίζονται για να παραλαμβάνουν τις εγκάρσιες φορτίσεις, τις οποίες μεταφέρουν στα γειτονικά δομικά στοιχεία του φέροντα οργανισμού. Ο υπολογισμός αυτός στους περισσότερους εθνικούς κανονισμούς είναι εμπειρικός και αναφέρεται σε πίνακες που δίνουν τις σχετικές αναλογίες του μήκους προς το απαιτούμενο πάχος του τοιχοπετάσματος. Τα αναρτημένα τοιχοπετάσματα είναι ένα είδος τοιχοποιίας που στερεώνεται ή αναρτάται είτε στα υποστυλώματα, είτε στις πλάκες του φέροντα οργανισμού. Πρέπει να υπολογίζονται σε ανεμοπίεση θετική και αρνητική, οπότε πιθανώς απαιτείται και προσθήκη οπλισμού.

Στηθαία

Η εξωτερική τοιχοποιία πρέπει να απολήγει στη στάθμη του δώματος ή της στέγης σε κατακόρυφη προεξοχή που ονομάζεται στηθαίο. Στηθαία επίσης χρειάζονται στα άκρα των εξωστών, αλλά και σε πολλές σκάλες, ιδιαίτερα στις εξωτερικές. Τα στηθαία απαιτούν ιδιαίτερη κατασκευαστική μέριμνα, γιατί πολλές φορές αποτελούν ευπαθή σημεία διείσδυσης των νερών της βροχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Ευρωκώδικας 6

1 ΓΕΝΙΚΑ

1.1 Σκοπός

- Ο Ευρωκώδικας 6 (EC6) εφαρμόζεται στο σχεδιασμό κτιρίων από άοπλη, οπλισμένη, προεντεταμένη και διαζωματική τοιχοποιία.
- Καλύπτει απαιτήσεις αντοχής λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας.
- Δεν καλύπτει απαιτήσεις όπως θερμομόνωση ή ηχομόνωση.
- Δεν καλύπτει απαιτήσεις αντισεισμικού σχεδιασμού (βλέπε Εθνικό Κείμενο Εφαρμογής).
- Οι δράσεις δίδονται στον EC1.
- Δεν καλύπτει έλεγχο υφισταμένων κτιρίων.
- Καλύπτει τοιχοποιίες που κατασκευάζονται από τα παρακάτω λιθοσώματα συνδεδεμένα με κονίαμα φυσικής ή θραυστής άμμου ή ελαφρών αδρανών:
 - οπτόπλινθοι (και ελαφροί)
 - πλίνθοι από πυριτικό ασβέστιο
 - πλίνθοι από σκυρόδεμα
 - ελαφρόπλινθοι από σκυρόδεμα
 - τεχνητοί λίθοι
 - λαξευτοί φυσικοί λίθοι
 - οι ωμόπλινθοι δεν περιλαμβάνονται
- Δεν δίνονται κανόνες εφαρμογής για την προεντεταμένη και τη διαζωματική τοιχοποιία.
- Για τους τύπους που δεν καλύπτονται πλήρως έχουν εφαρμογή οι ίδιες αρχές και κανόνες εφαρμογής με ενδεχόμενη συμπλήρωση.
- Στις περιπτώσεις που το σκυρόδεμα συμμετέχει στη φέρουσα ικανότητα πολύ περισσότερο από την τοιχοποιία (π.χ. τοίχοι με γέμισμα, αμφίπλευροι μανδύες) θα πρέπει να εφαρμόζεται ο EC2.
- Περιλαμβάνει λεπτομερείς κανόνες για συνήθη κτίρια. Η εφαρμογή τους ενδέχεται να περιορίζεται από πρακτικές αιτίες ή εξ αιτίας απλοποιήσεων.
- Ο EC6, μέρος 1-1 περιλαμβάνει τα εξής κεφάλαια:
 - Κεφ. 1: Γενικά
 - Κεφ. 2: Βάσεις σχεδιασμού
 - Κεφ. 3: Υλικά
 - Κεφ. 4: Σχεδιασμός της τοιχοποιίας
 - Κεφ. 5: Κατασκευαστικές λεπτομέρειες
 - Κεφ. 6: Κατασκευή
- Τα κεφάλαια 1,2 είναι κοινά σε όλους τους Ευρωκώδικες (με κατάλληλη προσαρμογή).

- Το μέρος 1-1 δεν καλύπτει:
 - την αντίσταση σε πυρκαγιά (βλέπε EC6, Μέρος 1-2).
 - ειδικά θέματα ειδικών τύπων κτιρίων (π.χ. δυναμικά φαινόμενα σε υψηλά κτίρια).
 - ειδικά θέματα ειδικών τύπων έργων (π.χ. γέφυρες, καπνοδόχοι, δεξαμενές υγρών).
 - ειδικά θέματα ειδικών τύπων δομικών στοιχείων (τόξα ή θόλοι).
- Άλλα μέρη του Ευρωκώδικα 6 (βρίσκονται στη φάση σύνταξης ή προγραμματισμού της σύνταξής τους).
 - Μέρος 1-2: Δομητικός σχεδιασμός σε πυρκαγιά.
 - Μέρος 1-3: Λεπτομερείς κανόνες για το σχεδιασμό έναντι οριζόντιων φορτίων.
 - Μέρος 1-X: Διατομές πολύπλοκης μορφής σε κατασκευές από τοιχοποιία.
 - Μέρος 2: Σχεδιασμός, επιλογή υλικών και κατασκευή τοιχοποιίας.
 - Μέρος 3: Απλοποιημένοι και απλοί κανόνες για κατασκευές από τοιχοποιία.
 - Μέρος 4: Κατασκευές με μειωμένες απαιτήσεις αξιοπιστίας και ανθεκτικότητας.

1.1 Διάκριση μεταξύ αρχών και κανόνων εφαρμογής

- Οι αρχές περιλαμβάνουν θέσεις και ορισμούς που δεν έχουν εναλλακτική διατύπωση. Επίσης, περιλαμβάνουν απαιτήσεις και αναλυτικά προσομοιώματα από τα οποία δεν επιτρέπεται απόκλιση εκτός αν αυτό δηλώνεται σαφώς. Οι αρχές ορίζονται από το γράμμα (A) μετά τον αριθμό της παραγράφου.
- Οι κανόνες εφαρμογής είναι αναγνωρισμένοι κανόνες που σέβονται τις αρχές και ικανοποιούν τις απαιτήσεις τους. Επιτρέπεται η χρήση εναλλακτικών κανόνων εφαρμογής όταν συμφωνούν με τις αρχές και εξασφαλίζουν την ίδια τουλάχιστον στάθμη αξιοπιστίας.

Κανόνες εφαρμογής είναι τα άρθρα που δεν σημειώνονται ως αρχές.

1.2 Παραδοχές

- Μελέτη από κατάλληλο προσωπικό.
- Επίβλεψη και ποιοτικός έλεγχος στα εργοστάσια, τις εγκαταστάσεις και το εργοτάξιο.
- Κατασκευή από επιδέξιο και έμπειρο προσωπικό.
- Υλικά με προδιαγραφές.
- Καλή συντήρηση και κατάλληλη χρήση.

1.4 Ορισμοί

1.2.1 Όροι κοινοί σε όλους τους Ευρωκώδικες

Στα επόμενα, ακολουθείται η ορολογία που χρησιμοποιείται στο Διεθνές Πρότυπο ISO 8930, εκτός εάν άλλως δηλώνεται.

Σε όλους τους Ευρωκώδικες χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι όροι με το εξής νόημα:

Τεχνικά έργα: Κάθε τι που δομείται ή προκύπτει από διαδικασίες κατασκευής. Αυτός ο όρος καλύπτει και τα κτίρια και τα άλλα έργα Πολιτικού Μηχανικού. Αναφέρεται στο σύνολο του

δομήματος και περιλαμβάνει τόσο τα φέροντα όσο και τα μη φέροντα στοιχεία.

Εκτέλεση: Η δραστηριότητα παραγωγής ενός κτιρίου ή ενός έργου Πολιτικού Μηχανικού. Ο όρος καλύπτει τις εργασίες εργοταξίου. Μπορεί επίσης να σημαίνει την παραγωγή στοιχείων

εκτός εργοταξίου και την εν συνεχεία συναρμολόγησή τους στο εργοτάξιο.

Τύπος κτιρίου ή έργου Πολιτικού Μηχανικού: Τύπος δομικού έργου, ο οποίος καθορίζει τη σκοπούμενη χρήση του, για παράδειγμα, βιομηχανικό κτίριο, οδογέφυρα.

Είδος φορέα: Δομητικός τύπος, ο οποίος υποδηλώνει τον τρόπο διατάξεως των φερόντων στοιχείων, για παράδειγμα, δοκός, ξύλινη κατασκευή δικτυωματικής μορφής, τόξο, κρεμαστή γέφυρα.

Δομικό υλικό: Ένα υλικό που χρησιμοποιείται για τη δόμηση, π.χ. σκυρόδεμα, χάλυβας, ξύλο, τοιχοποιία.

Σύστημα δόμησης: Υποδηλώνει το κύριο δομικό υλικό π.χ. κατασκευή οπλισμένου σκυροδέματος, χαλύβδινη, ξύλινη κατασκευή, τοιχοποιία.

Μέθοδος κατασκευής: Ο τρόπος με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η κατασκευή, π.χ. χύτευση επί τόπου, προκατασκευή, δόμηση εν προβόλω.

Φέρων οργανισμός: Τα φέροντα στοιχεία ενός κτιρίου ή ενός έργου Πολιτικού Μηχανικού και ο τρόπος με τον οποίο θεωρείται ότι αυτά τα στοιχεία λειτουργούν (κατά την προσομοίωση του έργου).

Δόμημα: Σύνθεση συνδεδεμένων μεταξύ τους στοιχείων, τα οποία έχουν μελετηθεί ώστε να εξασφαλίζουν ορισμένη δυσκαμψία.

1.4.2 Ειδικοί όροι χρησιμοποιούμενοι στο ENV1996-1-1

1.4.2.1 Τοιχοποιία

Τοιχοποιία: Μία σύνθεση λιθοσωμάτων τοποθετημένων κατά καθορισμένη διάταξη και συνδεδεμένων μεταξύ τους με κονίαμα.

Οπλισμένη τοιχοποιία: Η τοιχοποιία στην οποία τοποθετούνται ράβδοι ή πλέγματα (συνήθως χαλύβδινα). Ο οπλισμός τοποθετείται στο κονίαμα ή στο σκυρόδεμα πλήρωσης, έτσι ώστε όλα τα υλικά να συνεργάζονται για την ανάληψη δυνάμεων.

Προεντεταμένη τοιχοποιία: Τοιχοποιία στην οποία εισάγονται εσωτερικές θλιπτικές τάσεις, μέσω εφελκόμενου οπλισμού.

Διαζωματική τοιχοποιία: Τοιχοποιία κατασκευαζόμενη έτσι ώστε να περιβάλλεται και από τις τέσσερις πλευρές της από υποστυλώματα και δοκούς οπλισμένου σκυροδέματος ή οπλισμένης τοιχοποιίας. Αυτά τα περιβάλλοντα στοιχεία δεν μελετώνται ώστε να αποτελούν πλαίσια.

Εμπλοκή λιθοσωμάτων: Η κανονική διάταξη των λιθοσωμάτων έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η από κοινού λειτουργία τους.

1.4.2.2 Αντοχή της τοιχοποιίας

Χαρακτηριστική αντοχή της τοιχοποιίας: Η τιμή της αντοχής για την οποία ισχύει ότι το ποσοστό 5% των μετρήσεων αντοχής της τοιχοποιίας δίνουν τιμές υπολειπόμενες αυτής.

Σημείωση: Η τιμή μπορεί να ληφθεί από τα αποτελέσματα ειδικών δοκιμών ή από την αξιολόγηση πειραματικών αποτελεσμάτων ή άλλων καθορισμένων τιμών.

Θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας: Η αντοχή της τοιχοποιίας σε θλίψη απαλλαγμένη από την επιρροή της τριβής στις πλάκες φορτίσεως, απ' τη λυγηρότητα ή από την εκκεντρότητα του φορτίου.

Διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας: Η αντοχή της τοιχοποιίας υποβαλλόμενης σε τέμνουσες δυνάμεις.

Καμπτική αντοχή της τοιχοποιίας: Η αντοχή της τοιχοποιίας σε καθαρή κάμψη.

Αντοχή συναφείας: Η ανά μονάδα επιφανείας αντοχή συναφείας, μεταξύ οπλισμού και σκυροδέματος ή κονιάματος, όταν ο οπλισμός υποβάλλεται σε εφελκυστικές ή σε θλιπτικές δυνάμεις.

1.4.2.3 Λιθοσώματα

Λιθόσωμα: Ένα στοιχείο κατάλληλα διαμορφωμένο, ώστε να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή τοιχοποιίας.

Λιθοσώματα Ομάδας 1, 2α, 2β και 3: Διάκριση των λιθοσωμάτων σε ομάδες ανάλογα με το ποσοστό, το μέγεθος και τη διεύθυνση των κενών, όταν τα λιθοσώματα βρίσκονται στην οριστική τους θέση στην τοιχοποιία.

Οριζόντιες όψεις: Η επάνω και η κάτω όψεις ενός λιθοσώματος, όπως αυτό είναι ενσωματωμένο στην τοιχοποιία.

Εγκοπή: Μία εσοχή, διαμορφούμενη κατά την παραγωγή, σε μια ή και στις δύο οριζόντιες όψεις του λιθοσώματος.

Κενό: Ένα διαμορφωμένο κενό σε λιθόσωμα, διαμπερές ή τυφλό.

Λαβή: Κενό διαμορφούμενο σε λιθόσωμα, ώστε να επιτρέπει την ευκολότερη μεταφορά του με το ένα ή με τα δύο χέρια ή από μηχανή.

Τοίχωμα: Το συμπαγές υλικό μεταξύ διαδοχικών κενών λιθοσώματος.

Κέλυφος: Το συμπαγές υλικό της περιμέτρου ενός λιθοσώματος μεταξύ μίας όψεως και ενός κενού.

Μικτή διατομή: Το εμβαδόν της διατομής του λιθοσώματος χωρίς την αφαίρεση οπών, κενών και εσοχών.

Θλιπτική αντοχή λιθοσώματος: Η μέση θλιπτική αντοχή ενός καθορισμένου πλήθους λιθοσωμάτων.

Σημείωση: Για τις ανάγκες αυτού του Ευρωκώδικα, βλέπε EN 772-1, «Μέθοδοι δοκιμής λιθοσωμάτων. Μέρος-1, Προσδιορισμός της θλιπτικής αντοχής».

Ανηγγενη θλιπτική αντοχή λιθοσωμάτων: Η θλιπτική αντοχή λιθοσωμάτων ανηγμένη στη θλιπτική αντοχή ενός ξηρού ισοδύναμου λιθοσώματος διαστάσεων όψεως 100X100mm.

Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή λιθοσώματος: Η τιμή θλιπτικής αντοχής η οποία έχει πιθανότητα 95% να υποσκελισθεί από τις θλιπτικές αντοχές καθορισμένου πλήθους λιθοσωμάτων.

Σημείωση: Για τις ανάγκες αυτού του Ευρωκώδικα, βλέπε EN 772-1, «Μέθοδοι δοκιμής λιθοσωμάτων. Μέρος-1. Προσδιορισμός θλιπτικής αντοχής».

1.4.2.4 Κονίαμα

Κονίαμα: Μίγμα ανόργανων συνδετικών υλικών, αδρανών και ύδατος, με προσθήκη προσθέτων και προσμίκτων, εφ' όσον απαιτείται.

Σημείωση: Για τους σκοπούς αυτού του Ευρωκώδικα, βλ. Εν 998-2 «Προδιαγραφές για τα κονιάματα τοιχοποιίας. Μέρος 2. Κονίαμα τοιχοποιίας».

Κονίαμα γενικής εφαρμογής: Κονίαμα το οποίο χρησιμοποιείται σε αρμούς πάχους μεγαλύτερου των 3mm και στο οποίο χρησιμοποιούνται μόνον βαριά αδρανή.

Κονίαμα λεπτής στρώσεως: Κονίαμα μελετημένο ώστε να χρησιμοποιείται σε αρμούς πάχους μεταξύ 1mm και 3mm.

Ελαφροκονίαμα: Κονίαμα συνθέσεως τέτοιας ώστε η πυκνότητά του (σκληρυμένου και ξηρού) να είναι μικρότερη από 1500Kg/m³. **Κονίαμα ειδικής συνθέσεως:** Κονίαμα κατάλληλης συνθέσεως και παρασκευασμένο ώστε να πληροί προκαθορισμένες ιδιότητες, των οποίων η ικανοποίηση ελέγχεται μέσω δοκιμών.

Προδιαγεγραμμένο κονίαμα: Κονίαμα παρασκευασμένο βάσει προκαθορισμένης συνθέσεως. Οι ιδιότητες του κονιάματος θεωρούνται δεδομένες βάσει της αναλογίας των συνιστώντων υλικών.

Εργοστασιακό κονίαμα: Κονίαμα παρασκευασμένο (σύνθεση και ανάμιξη) σε εργοστάσιο και αποστελλόμενο σε εργοτάξιο.

Προδοσολογημένο κονίαμα: Υλικό αποτελούμενο από τα συνιστώντα υλικά δοσολογημένα σε μίαν εγκατάσταση. Τα συνιστώντα υλικά αναμιγνύονται στο εργοτάξιο υπό αναλογίες και συνθήκες προδιαγεγραμμένες από το εργοστάσιο συσκευασίας τους.

Εργοταξιακό κονίαμα: Κονίαμα αποτελούμενο από υλικά των οποίων οι αναλογίες καθορίζονται και η ανάμιξη πραγματοποιείται στο εργοτάξιο.

Θλιπτική αντοχή κονιάματος: Η μέση θλιπτική αντοχή προδιαγεγραμμένου πλήθους δοκιμών μετά τη συντήρησή τους για 28 ημέρες.

Σημείωση: Για τους σκοπούς αυτού του Ευρωκώδικα, βλέπε EN1015-11, «Μέθοδοι δοκιμής κονιαμάτων τοιχοποιίας. Μέρος 11. Προσδιορισμός καμπτικής και θλιπτικής αντοχής σκληρυμένου κονιάματος».

1.4.2.5 Σκυρόδεμα πληρώσεως

Σκυρόδεμα πληρώσεως: Μίγμα σκυροδέματος με κατάλληλη συνεκτικότητα και μέγεθος αδρανών προς πλήρωση κενών και κοιλοτήτων της τοιχοποιίας.

1.4.2.6 Οπλισμός

Οπλισμός: Οπλισμός προς χρήση στην τοιχοποιία.

Οπλισμός οριζόντιων αρμών: Οπλισμός προδιαμορφωμένος ώστε να τοποθετηθεί μέσα σε οριζόντιους αρμούς.

Σημείωση: Για τις ανάγκες αυτού του Ευρωκώδικα, βλέπε EN 845-3. «Προδιαγραφές για δευτερεύοντα στοιχεία για τοιχοποιία. Μέρος 3. Οπλισμός οριζόντιων αρμών».

Προεντεταμένος χάλυβας: Χαλύβδινα σύρματα, ράβδοι ή συρματοσχοίνα προς χρήση σε τοιχοποιία.

1.4.2.7 Δευτερεύοντα στοιχεία

Στρώση προστασίας έναντι υγρασίας: Ένα φύλλο, μία στρώση λιθοσωμάτων ή άλλο υλικό, το οποίο χρησιμοποιείται για να εμποδίσει τη διόδο του ύδατος.

Σύνδεσμος: Εξάρτημα το οποίο χρησιμεύει για τη σύνδεση δύο στρώσεων κοίλης τοιχοποιίας ή για τη σύνδεση τοίχου με πλαισίωμα ή με άλλο τοίχο.

Έλασμα: Για τη σύνδεση στοιχείων τοιχοποιίας με τα γειτονικά τους στοιχεία (όπως δάπεδα και οροφές).

1.4.2.8 Αρμοί κονιάματος

Οριζόντιος αρμός: Μία στρώση κονιάματος μεταξύ δύο οριζόντιων όψεων λιθοσωμάτων.

Κατακόρυφος αρμός: Αρμός κονιάματος κάθετος στον οριζόντιο αρμό και στην όψη του τοίχου.

Διαμήκης αρμός: Κατακόρυφος αρμός μέσα στο πάχος του τοίχου, παράλληλος προς την όψη του τοίχου.

Αρμός λεπτής στρώσεως: Αρμός κατασκευαζόμενος από κονίαμα λεπτής στρώσεως, μέγιστου πάχους 3mm.

Αρμός διαστολής: Αρμός ο οποίος επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση του τοίχου μέσα στο επίπεδό του.

Αρμολόγημα: Η διαδικασία τελειώματος ενός αρμού κονιάματος κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Βαθύ αρμολόγημα: Η μέθοδος πληρώσεως και τελειώματος αρμών κονιάματος μετά από την αφαίρεση του σκληρυμένου κονιάματος σε βάθος.

1.4.2.9 Τύποι τοίχων

Φέρων τοίχος: Τοίχος με οριζόντια διατομή εμβαδού τουλάχιστον ίσου με 0.04m², ή με τη διατομή ενός λιθοσώματος (στην περίπτωση κατά την οποία χρησιμοποιούνται λιθοσώματα των Ομάδων 2α, 2β ή 3 με διατομή μεγαλύτερη από 0.04m²), ο οποίος έχει μελετηθεί ώστε να φέρει επιβαλλόμενα φορτία πέραν του ιδίου βάρους του.

Μονόστρωτος τοίχος: Τοίχος χωρίς κοιλότητα ή συνεχή κατακόρυφο αρμό μέσα στο επίπεδό του.

Κοίλος τοίχος: Τοίχος αποτελούμενος από δύο παράλληλους μονόστρωτους τοίχους, κατάλληλα συνδεδεμένους μεταξύ τους μέσω συνδέσμων ή μέσω οριζόντιου οπλισμού και του οποίου η μία ή και οι δύο στρώσεις φέρουν κατακόρυφα φορτία. Ο χώρος μεταξύ των δύο τοίχων παραμένει ως συνεχές κενό ή πληρούται ή γεμίζει μόνον εν μέρει με μη φέρον θερμομονωτικό υλικό.

Δίστρωτος τοίχος: Τοίχος αποτελούμενος από δύο παράλληλους τοίχους με τον μεταξύ διαμήκη αρμό (πάχους 25mm) πλήρως γεμισμένο με κονίαμα. Οι δύο τοίχοι είναι κατάλληλα συνδεδεμένοι με συνδέσμους, ώστε να δρουν από κοινού για την ανάληψη φορτίων.

Κοίλος τοίχος με πλήρωση: Τοίχος αποτελούμενος από δύο παράλληλους τοίχους με το μεταξύ τους κενό ($\geq 50\text{mm}$) πλήρως γεμισμένο με σκυρόδεμα. Οι δύο τοίχοι συνδέονται κατάλληλα με συνδέσμους ή με οριζόντιο οπλισμό, ώστε να δρουν από κοινού για την ανάληψη φορτίων.

Τοίχος όψεως: Τοίχος από λιθοσώματα όψεως, ο οποίος συνδέεται με τον φέροντα τοίχο και συμμετέχει στην ανάληψη φορτίων.

Τοίχος από σκαφοειδή λιθοσώματα: Τοίχος στον οποίο τα λιθοσώματα συνδέονται μεταξύ τους μέσω δύο λωρίδων κονιάματος γενικής εφαρμογής κατά μήκος των εξωτερικών

οριζόντιων όψεων των σκαφοειδών λιθοσωμάτων.

Πέτασμα όψεως: Τοίχος αποτελούμενος από λιθοσώματα όψεως, χωρίς σύνδεση με τον φέροντα τοίχο και, επομένως, χωρίς συμμετοχή στην ανάληψη φορτίων.

Διατηρητικό τοίχωμα: Τοίχος φέρων οριζόντιες δυνάμεις εντός του επιπέδου του.

Τοίχος δυσκαμψίας: Τοίχος κατασκευαζόμενος καθέτως προς άλλο τοίχο με σκοπό τη συμμετοχή του στην ανάληψη οριζόντιων δυνάμεων ή την αποφυγή λυγισμού, ώστε να εξασφαλίζεται η ευστάθεια του κτιρίου.

Μη φέρων τοίχος: Τοίχος ο οποίος δεν έχει υπολογισθεί ώστε να φέρει δυνάμεις και ο οποίος μπορεί να αφαιρεθεί χωρίς βλάβη για την ακεραιότητα του δομήματος.

1.4.2.10 Διάφορα

Εσοχή: Εσοχή διαμορφωμένη με τοιχοποιία.

Εγκοπή: Οδόντωση σχηματιζόμενη στην επιφάνεια του τοίχου.

Κονίαμα πληρώσεως: Χυτευόμενο μίγμα τσιμέντου, άμμου και ύδατος για την πλήρωση μικρών κενών ή κοιλοτήτων.

2. ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

2.1 Θεμελιώδεις απαιτήσεις

- Αναφέρονται γενικές απαιτήσεις επάρκειας και ασφάλειας των δομημάτων, κοινές σε όλους τους Ευρωκώδικες.

Οι απαιτήσεις αυτές είναι: Αξιοπιστία, καταλληλότητα για την προβλεπόμενη χρήση, αποδεκτή πιθανότητα αστοχίας στο χρόνο ζωής του, μη βλάβη από τυχαία και σπάνια συμβάντα (εκρήξεις κ.λ.π.) σε βαθμό δυσανάλογο προς το αίτιο, περιορισμός των βλαβών.

2.2 Ορισμοί και κατατάξεις

- Εισάγονται ορισμοί και κατατάξεις στα ακόλουθα αντικείμενα, κοινοί σε όλους τους Ευρωκώδικες:
 - Οριακές καταστάσεις: αστοχίας και λειτουργικότητας.
 - Καταστάσεις σχεδιασμού: μόνιμες, παροδικές, τυχηματικές.
 - Δράσεις: μόνιμες, μεταβλητές, τυχηματικές.
 - Τιμές δράσεων (όπως στον EC1).
 - Χαρακτηριστικές τιμές δράσεων, αντιπροσωπευτικές τιμές μεταβλητών δράσεων, τιμές σχεδιασμού (γ_G , γ_P , ψ).
 - Ιδιότητες υλικών, χαρακτηριστικές τιμές, τιμές σχεδιασμού (γ_M).

2.3 Απαιτήσεις σχεδιασμού

- Οριακές καταστάσεις αστοχίας.
- Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας.
- Περιγράφονται στον Πίν. 2.1 του Κανονισμού (δεν παρατίθεται).
- Γενικά οι συνδυασμοί δράσεων ακολουθούν τη διάρθρωση του αντίστοιχου κεφαλαίου του EC2. Λόγω της πολυπλοκότητάς τους προτείνεται από τους συγγραφείς του παρόντος τεύχους να χρησιμοποιούνται οι συνδυασμοί του Ε.Κ.Ο.Σ. για συνήθη κτίρια.
- Οι συντελεστές ασφαλείας δράσεων ταυτίζονται με τις τιμές του Ε.Κ.Ο.Σ. (Πίν. 2.2).
- Οι συντελεστές ασφαλείας υλικών διαφοροποιούνται και συνδέονται με δύο παράγοντες: (Πίν.2.3).
 - την κατηγορία ελέγχου εργοστασιακής παραγωγής λιθοσωμάτων.
 - την κατηγορία κατασκευής (ως προς το τεχνικό προσωπικό και την επίβλεψη), (βλέπε §6.9).

2.4 Ανθεκτικότητα σε διάρκεια

Παράγοντες που επιδρούν: χρήση δομήματος, περιβαλλοντικές συνθήκες, σύνθεση και ιδιότητες υλικών, μορφή στοιχείων, κατασκευαστικές λεπτομέρειες, ποιότητα κατασκευής, στάθμη ελέγχου, ειδικά μέτρα προστασίας, συντήρηση

- Κατά τη μελέτη πρέπει να αποτιμώνται οι συνθήκες περιβάλλοντος και να λαμβάνονται υπόψη για τη διατύπωση καταλλήλων προδιαγραφών για την προστασία των υλικών.

Πίνακας 2.2: Επί μέρους συντελεστές ασφαλείας για τις δράσεις σε κτίρια, έναντι μόνιμων και παροδικών καταστάσεων σχεδιασμού

	Μόνιμες δράσεις (γ_G) (βλέπε σημείωση)	Μεταβλητές δράσεις (γ_Q)		Προένταση (γ_P)
		Μία με τη χαρακτηριστική της τιμή	Οι άλλες με την τιμή συνδυασμού τους	
Ευμενής επιρροή	1.00	0.00	0.00	0.90
Δυσμενής επιρροή	1.35	1.50	1.35	1.20

Σημείωση: Βλέπε επίσης § 2.3.3.1 (3) Κανονισμού

Πίνακας 1 Συντελεστές ασφαλείας

Πίνακας 2.3: Επί μέρους συντελεστές ασφαλείας για τις ιδιότητες των υλικών (γ_M)

γ_M			Κατηγορία κατασκευής (βλέπε §6.9)		
Τοιχοποιία	Κατηγορία ελέγχου εργοστασιακής παραγωγής λιθοσωμάτων	I	A	B	Γ
		II	1.70	2.20	2.70
Αγκύρωση και εφελκυστική/ θλιπτική αντοχή συνδέσμων και ελασμάτων των τοίχων			2.50	2.50	2.50
Αγκύρωση οπλισμού			1.70	2.20	-
Χάλυβας (γ_s)			1.15	1.15	-

Σημείωση: Η τιμή του γ_M για το σκυρόδεμα πληρώσεως πρέπει να λαμβάνεται κατάλληλη ώστε να συμφωνεί με την κατηγορία ελέγχου κατά την παραγωγή των λιθοσωμάτων στην περιοχή στην οποία χρησιμοποιείται το σκυρόδεμα πληρώσεως.

Πίνακας 2 Συντελεστές ασφαλείας

3. ΥΛΙΚΑ

3.1 Λιθοσώματα

3.1.1 Τύποι λιθοσωμάτων

Τα λιθοσώματα πρέπει να ανήκουν στους ακόλουθους τύπους:

- Οπτόπλινθοι κατά το EN 771-1.
- Λιθοσώματα από πυριτικό ασβέστιο, κατά το Πρότυπο EN 771-2.
- Λιθοσώματα από σκυρόδεμα με συνήθη ή ελαφρά αδρανή κατά το Πρότυπο EN 771-3.
- Ελαφρόλιθοι από σκυρόδεμα, κατά το Πρότυπο EN 771-4.
- Τεχνητοί λίθοι, κατά το Πρότυπο EN 771-5.
- Λαξευτοί, φυσικοί λίθοι, κατά το Πρότυπο EN 771-6.

Τα λιθοσώματα θα κατατάσσονται ανάλογα με τη στάθμη ποιοτικού ελέγχου κατά την παραγωγή, στην Κατηγορία I ή στην Κατηγορία II.

Κατηγορία I. Απαιτείται:

- Επίτευξη προκαθορισμένης θλιπτικής αντοχής.
- Σύστημα ποιοτικού ελέγχου: Επιλογή δειγμάτων κατά το αντίστοιχο EN 771.

- Δοκιμασία δειγμάτων κατά το EN 772-1: Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων(κάτω όριο 5%).

Κατηγορία II. Απαιτείται:

- Μέση τιμή θλιπτικής αντοχής μεγαλύτερη της προκαθορισμένης

Οι φυσικοί λίθοι κατατάσσονται στην Κατηγορία II.

Τα λιθοσώματα πρέπει να κατατάσσονται στις Ομάδες 1, 2α, 2β ή 3.(γ).

- Κριτήριο: Διατομή και όγκος των κενών (Πίνακας 3.1.).

Η διάταξη των κενών στα λιθοσώματα των Ομάδων 2α, 2β και 3 πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγεται σοβαρός κίνδυνος ρηγματώσεως.

Ο Ευρωκώδικας δεν καλύπτει αργούς λίθους.

Η κατηγορία λιθοσωμάτων επηρεάζει το συντελεστή ασφαλείας της τοιχοποιίας γM.

Η ομάδα στην οποία ανήκουν τα λιθοσώματα διαφοροποιεί τις εξίσωσης υπολογισμού της θλιπτικής και διατμητικής χαρακτηριστικής αντοχής τοιχοποιίας (fk και fvk).

Πίνακας 3.1: Απαιτήσεις για την κατάταξη των λιθοσωμάτων σε Ομάδες

	Ομάδα λιθοσώματος			
	1	2α	2β	3
Όγκος κενών ως ποσοστό % του μικτού όγκου (βλέπε σημ.1)	≤ 25	>25-45 για οπτοπλίνθους >25-50 για λιθοσώματα από σκυρόδεμα	>45-55 για οπτοπλίνθους >50-60 για λιθοσώματα από σκυρόδεμα (βλέπε σημ 2)	≤ 70
Όγκος ενός κενού (% του μικτού όγκου)	≤ 12.5	≤ 12.5 για οπτοπλίνθους ≤ 25 για λιθοσώματα από σκυρόδεμα	≤ 12.5 για οπτοπλίνθους ≤ 25 για λιθοσώματα από σκυρόδεμα	Περιορισμός μέγιστου εμβαδού (βλέπε πιο κάτω)
Εμβαδόν ενός κενού	Περιορισμός όγκου (βλέπε παραπάνω)	Περιορισμός όγκου (βλέπε παραπάνω)	Περιορισμός όγκου (βλέπε παραπάνω)	≤ 2800mm ² εκτός από τα λιθοσώματα με ένα μόνον κενό, το οποίο δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 1800mm ²
Σύνθετο πάχος (% του συνολικού πλάτους) (βλέπε σημ.3)	≥ 37.5	≥ 30	≥ 20	-
Σημειώσεις: 1. Τα κενά μπορούν να αποτελούν διαμπερή κατακόρυφα ^(α) κενά ή εσοχές. 2. Εάν υπάρχει εθνική εμπειρία βασιζόμενη σε πειράματα, η οποία να επιβεβαιώνει ότι η ασφάλεια της τοιχοποιίας δεν μειώνεται अपαραδέκτως όταν το ποσοστό των κενών είναι μεγαλύτερο, τότε το όριο του 55% για οπτοπλίνθους και του 60% για λιθοσώματα από σκυρόδεμα μπορεί να αυξηθεί για τα λιθοσώματα που χρησιμοποιούνται στη χώρα που έχει τη σχετική εμπειρία. 3. Το σύνθετο πάχος είναι το πάχος των τοιχωμάτων και των κελυφών, μετρουμένων οριζοντίως διαμέσου του λιθοσώματος σε ορθή γωνία ως προς τις εξωτερικές όψεις του τοίχου.				

Πίνακας 3 Λιθοσώματα σε ομάδες

3.1.2 Ιδιότητες λιθοσωμάτων

3.1.2.1 Θλιπτική αντοχή λιθοσωμάτων

(1) Η θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων, η χρησιμοποιούμενη κατά το σχεδιασμό πρέπει να είναι η ανηγμένη θλιπτική αντοχή, fb: θλιπτική αντοχή λιθοσώματος ξηρού, διαστάσεων όψεως 100x100mm.

(2) Μετατροπή μέσης θλιπτικής αντοχής (EN 772-1) σε ανηγμένη θλιπτική αντοχή fb:

(i) Αναγωγή σε αντοχή ξηρού λιθοσώματος (δεν ορίζεται σχετική διαδικασία)

(ii) Αναγωγή διαστάσεων λιθοσώματος (Πίνακας 3.2: Πολλαπλασιαστής δ)

(3) Μετατροπή χαρακτηριστικής θλιπτικής αντοχής (EN 772-1) σε ανηγμένη θλιπτική αντοχή fb:

(i) Αναγωγή σε μέση θλιπτική αντοχή (συντελεστής διασποράς)

(ii) Αναγωγή όπως στην περίπτωση (2)

(4) Αν τα λιθοσώματα θα καταπονηθούν παράλληλα προς τις οριζόντιες επιφάνειές τους η αντοχή προσδιορίζεται για την κατάλληλη διεύθυνση φόρτισης (EN 772-1).

(5) Θλιπτική αντοχή λιθοσώματος ειδικής μορφής:

(i) Ειδική δοκιμή (EN 772-1) ή

(ii) Άμεσος προσδιορισμός θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας (EN 1052-1)

3.1.2.2 Ανθεκτικότητα σε διάρκεια των λιθοσωμάτων

Απαιτείται επαρκής ανθεκτικότητα σε διάρκεια υπό τις τοπικές συνθήκες περιβάλλοντος .

3.2 Κονίαμα

3.2.1 Τύποι κονιάματος

(1) Α Τα εργοστασιακά, εργοταξιακά και προδοσολογούμενα κονιάματα πρέπει να συμμορφώνονται με το EN 998-2 (εργοταξιακά κονιάματα βλέπε και §6.3.2).

(2) Ένα κονίαμα τοιχοποιίας πρέπει να κατατάσσεται ως γενικής εφαρμογής, κονίαμα λεπτής στρώσεως ή ελαφροκονίαμα.

(3) Το κονίαμα λεπτής στρώσεως χρησιμοποιείται σε τοιχοποιία με οριζόντιους αρμούς ονομαστικού πάχους μεταξύ 1mm και 3mm.

(4) Τα ελαφροκονιάματα πρέπει να κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας ως αδρανές υλικό, ηφαιστειακή γη, διογκωμένο περλίτη, διογκωμένη ύαλο.

(5) Κατάταξη κονιαμάτων:

(i) Βάση η θλιπτική αντοχή: π.χ. M5 (fm = 5 MPa)

(ii) Βάση η σύνθεση κατ' όγκο: π.χ. (1:1:5) (τσιμέντο : ασβέστης : άμμος)

3.2.2 Ιδιότητες του κονιάματος

3.2.2.1 Θλιπτική αντοχή κονιάματος

(1) Α Προσδιορισμός θλιπτικής αντοχής κονιάματος, fm: Πρότυπο EN 1015-11.

(2) Κονιάματα γενικής εφαρμογής: Προδιαγράφονται ως π.χ. M5 ή (1:1:5).

(3) Όρια αντοχής κονιαμάτων γενικής εφαρμογής:

(i) Αρμοί χωρίς οπλισμό: $f_m \geq M1$

(ii) Αρμοί οπλισμένοι, προεντεταμένη τοιχοποιία: $f_m \geq M5$

(iii) Αρμοί με προκατασκευασμένο οπλισμό: $f_m \geq M2.5$

(4) Κονιάματα λεπτής στρώσεως: $f_m \geq M5$ (EN 998-2).

(5) Ελαφροκονιάματα: $f_m \geq M5$ (EN 998-2).

3.2.2.2 Ανθεκτικότητα των κονιαμάτων σε διάρκεια

(1) Α Απαιτείται ανθεκτικότητα ανάλογη προς τη διάρκεια ζωής του κτιρίου.

3.2.2.3 Συνοχή μεταξύ λιθοσωμάτων και κονιάματος

(1) Α Απαιτείται επαρκής συνοχή ανάλογα με τη χρήση.

(2) Θεωρείται επαρκής η συνοχή για κονιάματα κατά το EN 998-2 ή εργοταξιακά κονιάματα κατά την §6.3.2. χωρίς πρόσθετα. Η συνοχή χαρακτηρίζεται από τη διατηρητική αντοχή f_{vk0} αρμού για μηδενική θλιπτική τάση (Πίνακας 3.5, EN 1052-3). Όταν δεν υπάρχουν στοιχεία απαιτούνται δοκιμές (EN 1052-3).

Πίνακας 4 Συντελεστές αναγωγής

3.3 Σκυρόδεμα πληρώσεως

Πίνακας 3.2: Συντελεστές αναγωγής μέσης σε ανηγμένη αντοχή λιθοσώματος

Ύψος λιθοσώματος (mm)	Ελάχιστη οριζόντια διάσταση λιθοσώματος (mm)				
	50	100	150	200	≥250
50	0.85	0.75	0.70	-	-
65	0.95	0.85	0.75	0.70	0.65
100	1.15	1.00	0.90	0.80	0.75
150	1.30	1.20	1.10	1.00	0.95
200	1.45	1.35	1.25	1.15	1.10
≥250	1.55	1.45	1.35	1.25	1.15

Σημείωση: Επιτρέπεται να γίνεται γραμμική παρεμβολή

3.3.1 Γενικότητες

(1) Α Πρέπει να συμμορφώνεται με το EN 206.

3.3.2 Προδιαγραφή για το σκυρόδεμα πληρώσεως

(1) Απαιτούμενη αντοχή $f_{ck} \geq C12/15$.

(2) Μέγιστη διάμετρος αδρανούς 10mm: Για κενά ≥ 50 mm με επικάλυψη οπλισμού $15 < c < 25$ mm.

Μέγιστη διάμετρος αδρανούς 20mm: Για κενά ≥ 100 mm με επικάλυψη οπλισμού $c \geq 25$ mm.

(3) Σημαντική στις συνθέσεις η ποσότητα νερού ώστε:

(i) Να επιτυγχάνεται η προδιαγραφόμενη αντοχή

(ii) Να εξασφαλίζεται η αναγκαία εργασιμότητα

(4) Α Εργασιμότητα κατάλληλη για πλήρες γέμισμα των κενών (κάθιση S3 κατά το EN206).

(5) Συνιστώνται διογκωτικά πρόσμικτα για αποφυγή ρηγμάτωσης λόγω προσρόφησης ύδατος από τα λιθοσώματα.

3.3.3 Ιδιότητες του σκυροδέματος πληρώσεως

Πίνακας 3.3: Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή, f_{ck} , σκυροδέματος πληρώσεως

Κατηγορία αντοχής σκυροδέματος	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30 ή ανώτερη
$f_{ck}(N/mm^2)$	12	16	20	25

Πίνακας 3.4: Χαρακτηριστική διατμητική αντοχή, f_{ctk} , σκυροδέματος πληρώσεως

Κατηγορία αντοχής σκυροδέματος	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30 ή ανώτερη
$f_{ctk}(N/mm^2)$	0.27	0.33	0.39	0.45

Πίνακας 5 Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος πληρώσεως

3.4 Χάλυβας οπλισμού

3.4.1 Γενικότητες

(1)Α Χάλυβας οπλισμού: EN 10080.

Ανοξείδωτος χάλυβας οπλισμού: EN 10088.

(2)Α Οπλισμός οριζόντιων αρμών: EN 845-3.

(3) Απαιτείται επαρκής πλαστιμότητα του χάλυβα, ανάλογα με τις απαιτήσεις σχεδιασμού:

- Συνήθης πλαστιμότητα: $\epsilon_{uk} > 2.5\%$, $(f_t / f_y)k > 1.05$
- Υψηλή πλαστιμότητα: $\epsilon_{uk} > 5.0\%$, $(f_t / f_y)k > 1.08$

(4) Ράβδοι με νευρώσεις $\emptyset < 6$ mm, πλέγματα ή δικτυώματα οπλισμού οριζόντιων αρμών δεν θεωρούνται υψηλής πλαστιμότητας.

(5) Επιτρέπεται η χρήση κοινού ή ωστενητικού ανοξείδωτου χάλυβα, λείου ή υψηλής συνάφειας.

3.4.2 Ιδιότητες του χάλυβα οπλισμού

(1) Α Χαρακτηριστική τιμή ορίου διαρροής f_{yk} : EN 10080.

(2) Μέση τιμή μέτρου ελαστικότητας: $E_s = 200$ KN/mm²

3.4.3 Ανθεκτικότητα του χάλυβα οπλισμού σε διάρκεια

(1)Α Πρέπει να αντέχει υπό τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες για τη διάρκεια ζωής του έργου.

(2) Ο ανοξείδωτος ωστενητικός χάλυβας θεωρείται επαρκώς ανθεκτικός.

(3) Όταν ο κοινός χάλυβας απαιτεί προστασία επιβάλλεται:

- (i) Γαλβανισμός (επιψευδαργύρωση)
- (ii) Εποξειδική βαφή

3.5 Προεντεταμένος χάλυβας

3.5.1 Γενικότητες

(1)Α Προεντεταμένος χάλυβας: EN 10138

3.5.2 Ανθεκτικότητα του προεντεταμένου χάλυβα σε διάρκεια

- (1) Α Πρέπει να αντέχει υπό τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες για τη διάρκεια ζωής του έργου.
 (2) Εάν απαιτείται γαλβανισμός πρέπει να τον ανέχεται χωρίς δυσμενείς επιπτώσεις.

3.6 Μηχανικές ιδιότητες της άοπλης τοιχοποιίας

3.6.1 Γενικότητες

- (1) Γίνεται διάκριση μεταξύ:
 -της ίδιας της τοιχοποιίας, θεωρούμενης ως ένα σύνολο συνδεδεμένων μεταξύ τους λιθοσωμάτων και κονιάματος, η οποία έχει εγγενείς μηχανικές ιδιότητες, και
 -του φέροντος στοιχείου από τοιχοποιία (για παράδειγμα, ενός τοίχου), οι μηχανικές ιδιότητες του οποίου εξαρτώνται όχι μόνον από τις μηχανικές ιδιότητες της τοιχοποιίας αλλά και από τη γεωμετρία του στοιχείου και την αλληλεπίδραση με τα γειτονικά στοιχεία.
 (2) Οι εγγενείς μηχανικές ιδιότητες της τοιχοποιίας, οι οποίες προκύπτουν από συμβατικές μεθόδους δοκιμής και χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό είναι οι ακόλουθες:
 -η θλιπτική αντοχή, f
 -η διατμητική αντοχή, f_v
 -η καμπτική αντοχή, f_x
 -το διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων σ - ϵ .
 (3) Μολονότι η τοιχοποιία διαθέτει εφελκυστική αντοχή, αυτή η ιδιότητα δεν λαμβάνεται συνήθως υπ' όψη κατά το σχεδιασμό.

3.6.2 Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας

3.6.2.1 Γενικότητες

- (1) Η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας f_k πρέπει να προσδιορίζεται με δοκιμές (EN 1052-1).
 (2) Εναλλακτικά, με βάση πειραματικά δεδομένα για τη σχέση της f_k με τις f_b , f_m .
 (3) Όταν δεν διατίθενται πειραματικά αποτελέσματα για το συγκεκριμένο έργο ή σε εθνικό επίπεδο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι σχέσεις των παραγράφων 3.6.2.2 έως 3.6.2.6 εφόσον:
 (i) Τηρούνται οι κανόνες κατασκευής τοιχοποιίας (§5)
 (ii) Ο Συντελεστής Μεταβλητότητας λιθοσωμάτων είναι $<25\%$
 (4) Η τοιχοποιία εμφανίζει ανισότροπη συμπεριφορά.
 Η f_k είναι η αντοχή για θλίψη κάθετα στους οριζόντιους αρμούς.
 Η αντοχή σε θλίψη παράλληλα στους οριζόντιους αρμούς μπορεί να υπολογισθεί από τις σχέσεις των §3.6.2.2. έως 6 με τις εξής διαφορές:
 (i) Ως $f_{bεισάγεται}$ η ανηγμένη θλιπτική αντοχή του λιθοσώματος στην αντίστοιχη διεύθυνση
 (ii) Ο συντελεστής δ του πίνακα 3.2 λαμβάνεται 1.0
 (iii) Για λιθοσώματα των ομάδων 2α και 2β οι τιμές του συντελεστή K πολλαπλασιάζονται επί 0.50

3.6.2.2 Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας κατασκευασμένης με κονίαμα γενικής εφαρμογής

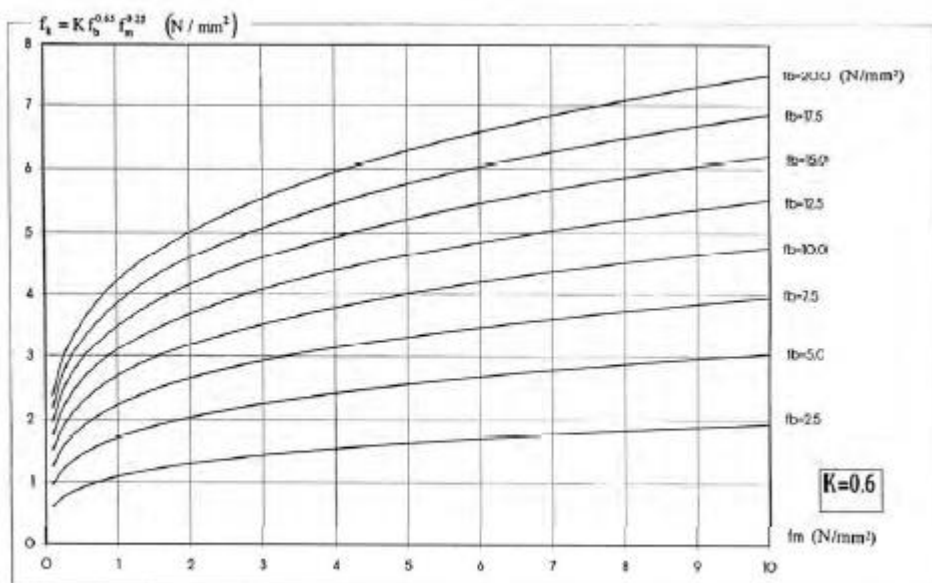
$$(1) f_k = K f_b^{0.65} f_m^{0.25} \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{για } f_m \leq \min(20 \text{N/mm}^2, 2f_b) \quad (3.1)$$

Τιμές του συντελεστή K (N/mm^2)^{0.1}

Τύπος Τοιχοποιίας	Λιθοσώματα			
	Ομάδα 1	Ομάδα 2α	Ομάδα 2β	Ομάδα 3
Χωρίς διαμήκεις αρμούς	0.60	0.55	0.50	0.40
Με τοπικό ή συνεχή διαμήκη αρμό	0.50	0.45	0.40	0.40

Πίνακας 6 Τιμές συντελεστή K

(2) Τσιμεντόλιθοι ομάδας 2 με πλήρωση κενών από έγχυτο σκυρόδεμα θεωρούνται λιθοσώματα ομάδας 1. Ως f_b τίθεται η ασθενέστερη αντοχή λιθοσώματος ή σκυροδέματος.



Διάγραμμα μεταβολής της f_k συναρτήσει των f_b και f_m

Πίνακας 7 Διάγραμμα 1

3.6.2.3 Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας κατασκευασμένης με κονίαμα λεπτής στρώσεως

$$(1) f_k = 0.8 f_b^{0.85} \quad \text{για } 2bf \leq 50 \text{N/mm} \text{ και } 2mf \geq 5 \text{N/mm} \quad (3.2)$$

για λιθοσώματα πυριτικού ασβεστίου ή ελαφρόλιθους σκυροδέματος ομάδας 1, χωρίς διαμήκεις αρμούς.

(2) Για λιθοσώματα λοιπών ειδών ισχύει η σχέση (3.1) για K :

Ομάδα 1: $K = 0.70$	Ομάδα 2α: $K = 0.60$	Ομάδα 2β: $K = 0.50$
---------------------	----------------------	----------------------

3.6.2.4 Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας κατασκευασμένης με ελαφροκονίαμα

$$(1) f_k = K f_b^{0.65} \quad \text{για } f_b \leq 15 \text{N/mm} \text{ και δόμηση χωρίς διαμήκεις αρμούς} \quad (3.3)$$

Τιμές του συντελεστή K

Λιθοσώματα ομάδων 1, 2α, 2β	Από ελαφροσκυρόδεμα EN 771-3 Ελαφρόλιθοι EN 771-4	Οπτόπλινθοι EN 771-1 Πυριτικού ασβεστίου 771-2 Τσιμεντόλιθοι EN 771-3	
Πυκνότητα κονιάματος	600 ÷ 1500 Kg/m ³	700 ÷ 1500	600 ÷ 700
K	0.80	0.70	0.55

Πίνακας 8 Τιμές συντελεστή K

3.6.2.5 Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας με μη πληρωμένους κατακόρυφους αρμούς

(1) Εφαρμόζονται κατά περίπτωση οι σχέσεις (3.1), (3.2), (3.3). εφόσον η διατμητική αντοχή ικανοποιεί τις απαιτήσεις της § 3.6.3 (7).

3.6.2.6 Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας από σκαφοειδή λιθοσώματα

(1) Για λιθοσώματα Ομάδας 1: Ισχύει η σχέση (3.1) εφόσον ισχύουν τα εξής:

- (i) Πλάτος λωρίδας κονιάματος $\geq 30\text{mm}$
- (ii) Δεν υπάρχουν διαμήκεις αρμοί
- (iii) $b / t \leq 0.80$ και

$K = 0.30$ για $b / t = 0.80$

$K = 0.60$ για $b / t \leq 0.50$

Εάν $0.5 < b / t < 0.8$, γραμμική παρεμβολή

(2) Λιθοσώματα Ομάδων 2α ή 2β: Ισχύει η σχέση (3.1) με τις ίδιες προϋποθέσεις, και εφόσον το f_b έχει προκύψει από δοκιμές και αναφέρεται στη μικτή διατομή λιθοσώματος.

3.6.3 Χαρακτηριστική διατμητική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας

(1) Η χαρακτηριστική διατμητική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας f_{vk} πρέπει να προσδιορίζεται με δοκιμές.

(2) Εναλλακτικά, με βάση πειραματικά δεδομένα για τη συνοχή f_{vk0} (EN1052-3, 4) ή τις τιμές του Πίνακα 3.5.

(3) Όταν δεν διατίθενται πειραματικά αποτελέσματα ειδικά ή σε εθνικό επίπεδο μπορεί να εφαρμοσθεί η σχέση:

$$f_{vk} = \min (f_{vk0} + 0.4\sigma_d \text{ ή } 0.065f_b) \text{ και } f_{vk} \leq \min (f_{vk0} \text{ ή } f_{vk}^{lim}) \quad (\text{Πίν.3.5}) \quad (3.4)$$

Ελλείψει δεδομένων μπορεί να λαμβάνεται: $f_{vk0} = 0.1 \text{ MPa}$

(4) Τοιχοποιία με μη πλήρεις κατακόρυφους αρμούς αλλά με γειτονικά λιθοσώματα σε επαφή εφαρμόζεται η σχέση:

$$f_{vk} = \min (0.50f_{vk0} + 0.4\sigma_d \text{ ή } 0.045f_b) \text{ και } f_{vk} \leq \min (f_{vk0} \text{ ή } 0.7f_{vk}^{lim}) \quad (\text{Πίν.3.5}) \quad (3.5)$$

(5) Τοιχοποιία από σκαφοειδή λιθοσώματα ομάδας 1 (§ 3.6.2.6(1)):

$$f_{vk} = \min \left(\frac{g}{t} f_{vk0} + 0.4\sigma_d \text{ ή } 0.050f_b \right) \text{ και } f_{vk} \leq \min (f_{vk0} \text{ ή } 0.7f_{vk}^{lim}) \quad (\text{Πίν. 3.5}) \quad (3.6)$$

(6) Τοιχοποιία κονιάματος λεπτής στρώσεως με λιθοσώματα:

Ελαφρόλιθοι σκυροδέματος} Εξισώσεις (3.4), (3.5), (3.6) με οριακές

Πυριτικού ασβεστίου τιμές από Πίνακα 3.5 για οπτοπλίνθους

Τσιμεντόλιθους ίδιας ομάδας και κονίαμα M10 έως M20

(7) Τοιχοποιία ελαφροκονιάματος: ισχύουν οι σχέσεις (3.4) ή (3.5)

Οριακές τιμές από Πίνακα 3.5 για κονίαμα M5.

Πίνακας 3.5: Τιμές της f_{tk} και οριακές τιμές της f_{yk} για κονιάματα γενικής εφαρμογής

Λιθοσώμα	Κονίαμα	$f_{tk}(N/mm^2)$	Οριακή τιμή της $f_{yk}(N/mm^2)$	
Οπτόπλινθοι Ομάδας 1	M10 ως M20	0.30	1.70	
	M2.5 ως M9	0.20	1.50	
	M1 ως M2	0.10	1.20	
Λιθοσώματα Ομάδας 1 εκτός οπτοπλίνθων και φυσικών λίθων	M10 ως M20	0.20	1.70	
	M2.5 ως M9	0.15	1.50	
	M1 ως M2	0.10	1.20	
Φυσικοί λίθοι Ομάδας 1	M2.5 ως M9	0.15	1.00	
	M1 ως M2	0.10	1.00	
Οπτόπλινθοι Ομάδας 2 α	M10 ως M20	0.30	Η μικρότερη από τις παράπλευρες τιμές ή η θλιπτική αντοχή κατά τη διαμήκη διεύθυνση (βλέπε σημείωση)	1.40
	M2.5 ως M9	0.20		1.20
	M1 ως M2	0.10		1.00
Ομάδες 2α και 2β εκτός οπτοπλίνθων και οπτόπλινθοι 2β	M10 ως M20	0.20		1.40
	M2.5 ως M9	0.15		1.20
	M1 ως M2	0.10		1.00
Οπτόπλινθοι Ομάδας 3	M10 ως M20	0.30	Δεν δίνονται όρια πέραν εκείνων της εξισώσεως (3.4)	
	M2.5 ως M9	0.20		
	M1 ως M2	0.10		

Σημείωση: Για τα λιθοσώματα των Ομάδων 2α και 2β, η διαμήκης θλιπτική αντοχή λαμβάνεται ίση με τη μετρηθείσα, για δ όχι μεγαλύτερο από 1.0. Όταν η διαμήκης θλιπτική αντοχή αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από 0.15 f_b , λαμβανομένης υπ' όψη της διατάξεως των κενών, δεν είναι αναγκαία η διεξαγωγή δοκιμών.

Πίνακας 9 Κονιάματα γενικής εφαρμογής

3.6.4 Χαρακτηριστική καμπτική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας

- (1) Η χαρακτηριστική καμπτική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας f_{xk} πρέπει να προσδιορίζεται με δοκιμές (EN 1052-2).
- (2) Η f_{xk} πρέπει να διακρίνεται σύμφωνα με το Σχ. 3.1.



Εικόνα 20 Καμπτικές αντοχές

Η καμπτική αντοχή f_{xk1} της τοιχοποιίας μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον για το σχεδιασμό τοίχων φερόντων παροδικά φορτία (π.χ. άνεμος) καθέτως προς το επίπεδό τους. Η τιμή της f_{xk1} πρέπει να λαμβάνεται ίση με μηδέν όταν η αστοχία του τοίχου θα μπορούσε να οδηγήσει σε μείζονα κατάρρευση ή σε πλήρη απώλεια ευστάθειας του συνόλου της κατασκευής ή κατά το σχεδιασμό έναντι σεισμικών δράσεων.

Η καμπτική αντοχή της τοιχοποιίας πρέπει να κατατάσσεται σύμφωνα με τα λιθοσώματα και την κατηγορία κονιάματος τα οποία χρησιμοποιούνται, και μπορεί να εκφράζεται ως εξής: Ff_{xk1}/f_{xk2} (π.χ. F0.35/1.00 MPa).

3.7 Μηχανικές ιδιότητες οπλισμένης προεντεταμένης και διαζωματικής τοιχοποιίας

3.7.1 Γενικότητες

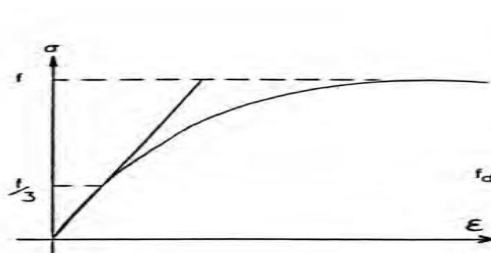
Η αντοχή της οπλισμένης, προεντεταμένης και διαζωματικής τοιχοποιίας προσδιορίζονται από τις μηχανικές ιδιότητες λιθοσωμάτων, κονιάματος,

σκυροδέματος πληρώσεως σε δράση από κοινού με τους οπλισμούς. Πλην των f_k , f_{vk} , f_{xk} ορίζονται και οι ακόλουθες μηχανικές ιδιότητες:

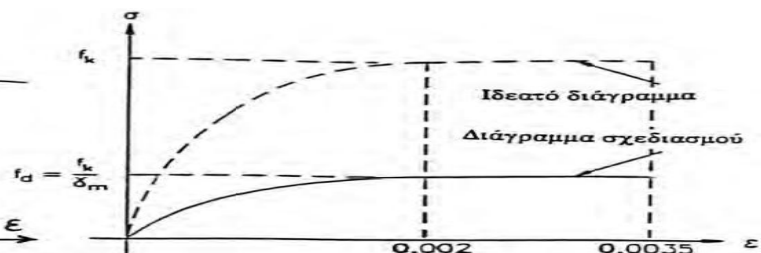
- Η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος πληρώσεως, f_c
- Η διατμητική αντοχή του σκυροδέματος πληρώσεως, f_{cn}
- Το όριο διαρροής του χάλυβα οπλισμού, f_y , σε θλίψη ή σε Εφελκυσμό.
- Η εφελκυστική αντοχή του χάλυβα προεντάσεως, f_p
- Η αντοχή συνάφειας του οπλισμού, f_{b0}

3.7.2 Χαρακτηριστική αντοχή συνάφειας οπλισμών-σκυροδέματος πληρώσεως ή κονιάματος

Για ειδικό οπλισμό (π.χ. προκατασκευασμένος οπλισμός οριζοντίων αρμών) η f_{b0k} προσδιορίζεται μέσω δοκιμών (EN 846-2).



Σχ. 3.2: Γενική μορφή του διαγράμματος τάσεων-παραμορφώσεων τοιχοποιίας



Σχ. 3.3: Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων τοιχοποιίας για το σχεδιασμό έναντι κάμψεως και θλίψεως

Εικόνα 21 Διαγράμματα τάσεων-παραμόρφωσης

Πίνακας 3.6/3.7: Χαρακτηριστική αντοχή συνάφειας οπλισμού εντός οπών διαστάσεων $\geq 150\text{mm}$ ή εντός περισφιγμένου σκυροδέματος πληρώσεως || εντός οπών διαστάσεων $< 150\text{mm}$ ή εντός μη περισφιγμένου σκυροδέματος πληρώσεως ή εντός κονιάματος.

Για ειδικό οπλισμό (π.χ. προκατασκευασμένος οπλισμός οριζοντίων αρμών) η f_{b0k} προσδιορίζεται μέσω δοκιμών (EN 846-2).

3.8 Παραμορφωσιακά χαρακτηριστικά τοιχοποιίας

Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων

Η γενική μορφή του διαγράμματος τάσεων – παραμορφώσεων της τοιχοποιίας είναι όπως στο Σχ. 3.2.

- Το διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων της τοιχοποιίας μπορεί να ληφθεί για τους σκοπούς του σχεδιασμού ως παραβολικό, παραβολικό – ορθογωνικό ή ορθογωνικό (Σχ. 3.3).

3.8.2 Μέτρο ελαστικότητας

Το βραχυχρόνιο επιβατικό μέτρο ελαστικότητας, E , πρέπει να προσδιορίζεται μέσω δοκιμών κατά το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 1052-1, υπό συνθήκες φορτίων λειτουργίας, δηλαδή, στο ένα τρίτο του μέγιστου φορτίου. Επιτρέπεται να ληφθεί κατά την ανάλυση:

$$E = 1000f_k.$$

Σε οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας συνιστάται μείωση στο 60%. Μακροχρόνιο μέτρο ελαστικότητας: Από την περίπτωση (2) με μείωση λόγω ερπυσμού.

3.8.3 Μέτρο διατμήσεως

Όταν δεν διατίθεται ακριβέστερη τιμή, το μέτρο διατμήσεως, G , μπορεί να λαμβάνεται ίσο με το 40% του μέτρου ελαστικότητας, E .

4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

4.1 Δομητική συμπεριφορά και ευστάθεια του συνόλου

4.1.1 Προσομοιώματα σχεδιασμού της δομητικής συμπεριφοράς.

Για κάθε έλεγχο οριακής καταστάσεως, θα καταστρώνεται ένα προσομοίωμα.

Ο σχεδιασμός μπορεί να γίνει σε μεμονωμένες διατομές ή για τμήματα του δομήματος εφ' όσον έχει ληφθεί υπ' όψη η διάταξη και η αλληλεπίδραση μεταξύ τμημάτων του δομήματος στο χώρο.

Πρέπει να εξασφαλίζεται επαρκής ευστάθεια, στερεότητα και αμεταθετότητα του δομήματος τόσο σε οριζόντιο επίπεδο, όσο και καθ' ύψος. Αθέλητη απόκλιση σχεδιασμού από την κατακόρυφο:

Γωνία $\nu = 0.01/\sqrt{h_{\text{tot}}}$ (rad), h_{tot} σε (m).

4.1.2 Δομητική συμπεριφορά υπό τυχηματικές καταστάσεις (πλην σεισμού και πυρκαγιάς)

Πρέπει να εξασφαλίζεται η αποφυγή καταρρεύσεως από ατύχημα που μπορεί να προκαλέσει αστοχία ουσιωδών φερόντων στοιχείων του δομήματος.

- Ο Ευρωκώδικας 8 περιλαμβάνει οδηγίες αντισεισμικού σχεδιασμού κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία.
- Ο ENV-1996-1-2 περιλαμβάνει οδηγίες πυραντίστασης.

4.1.3 Σχεδιασμός δομικών στοιχείων

Ο Σχεδιασμός πρέπει να γίνεται στην οριακή κατάσταση αστοχία και λειτουργικότητας (εκτός αν καλύπτεται από την πρώτη) και να εξασφαλίζεται η συνολική ευστάθεια στις φάσεις κατασκευής.

4.2 Δράσεις, συνδυασμοί και επί μέρους συντελεστές

Δράσεις: Μόνιμες (GK), Μεταβλητές (QK), Άνεμος (WK), Ωθήσεις γαιών. Δράσεις και Συνδυασμοί καθορίστηκαν στο Κεφ. 2.

4.3 Αντοχή σχεδιασμού της τοιχοποιίας

Η τιμή σχεδιασμού της αντοχής δίνεται από τις ακόλουθες σχέσεις:

- σε θλίψη $f_d = f_k / \gamma_M$ (4.1)
- σε διάτμηση $f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$ (4.2)
- σε κάμψη $f_{xd} = f_{xk} / \gamma_M$ (4.3) όπου γ_M είναι η κατάλληλη τιμή από την §2.3.3.2.

4.4 Άοπλοι τοίχοι υποβαλλόμενοι σε κατακόρυφα φορτία

4.4.1 Γενικότητες

Η αντοχή των άοπλων τοίχων υπολογίζεται από τη γεωμετρία του δομικού στοιχείου, την επιρροή των εκκεντροτήτων και τις ιδιότητες των υλικών της τοιχοποιίας.

Παραδοχές:

- ισχύει η επιπεδότητα των διατομών
- η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας καθέτως προς τους οριζόντιους αρμούς είναι ίση με μηδέν
- το διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων έχει τη μορφή του Σχ. 3.2

Πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη:

- η μακροχρόνια επιρροή των δράσεων
- τα φαινόμενα δευτέρας τάξεως
- οι εκκεντρότητες, υπολογιζόμενες βάσει της διατάξεως των τοίχων και της αλληλεπιδράσεως δαπέδων και τοίχων δυσκαμψίας
- οι εκκεντρότητες που προκύπτουν από κατασκευαστικές αποκλίσεις και από διαφορές στις ιδιότητες των υλικών διαφόρων στοιχείων.

Στην οριακή κατάσταση αστοχίας απαιτείται: $N_{sd} \leq NR_d$

4.4.2 Έλεγχος άοπλων τοίχων

Η τιμή σχεδιασμού του κατακόρυφου φορτίου αντοχής, NR_d , ενός μονόστρωτου

τοίχου ανά μονάδα μήκους δίνεται από τη σχέση: $NR_d = \frac{\Phi_{i,m} t f_k}{\gamma_M}$

Φ : Μειωτικός συντελεστής λυγηρότητας και εκκεντρότητας (§4.4.3: Φ_m στο μέσο, Φ_i στη κορυφή ή βάση του τοίχου)

t : Πάχος τοίχου (υπολογίζονται εσοχές βάθους $>5\text{mm}$)

Για εμβαδόν οριζόντιας φορτιζόμενης διατομής $A < 0.1\text{m}^2$: $f^*k = f_k(0.7 + 3 A)$ (4.6)

Οδηγίες ελέγχου διαφόρων τύπων τοιχοποιίας (κοίλος, δίστρωτος, τοίχος όψεως)

Αντιμέτωπιση τοπικών εγκοπών ή εσοχών (μεγαλύτερων από τα όρια της § 5.5)

(i) Θεώρηση ανοίγματος στον τοίχο

(ii) Έλεγχος όλου του τοίχου με το μειωμένο πάχος $t' (\leq 0.75t)$

Οι έλεγχοι αστοχίας (εξίσωση 4.5) καλύπτουν και την Ο.Κ. λειτουργικότητας.

4.4.3 Μειωτικός συντελεστής λυγηρότητας και Εκκεντρότητας

Υπολογισμός των Φ_i , Φ_m .

(i) Στην κορυφή ή στη βάση του τοίχου: $\Phi_i = 1 - 2 \frac{e_i}{t}$

e_i : εκκεντρότητα στην κορυφή ή στη βάση του τοίχου

$e_i = \frac{M_i}{N_i} + e_{hi} + e_s \geq 0.05t$

M_i : καμπτική ροπή από εκκεντρότητες εφαρμογής κατακόρυφων φορτίων (§4.4.7)

e_{hi} : εκκεντρότητα από οριζόντια φορτία (π.χ. άνεμος)

e_s : τυχηματική εκκεντρότητα (§4.4.7.2)

Εισάγοντας την (4.7) στην (4.5) προκύπτει

$$N_{Rd} = \frac{f_k}{\gamma_m} (t - 2e_i)$$

(ii) Στο μεσαίο πέμπτο του ύψους του τοίχου:

Ο μειωτικός συντελεστής Φ_m συνεκτιμά εκκεντρότητες, ερπυσμό και λυγηρότητα.

Λαμβάνεται από το Σχ. 4.2 όπου:

e_{mk} : είναι η εκκεντρότητα στο μεσαίο πέμπτο του ύψους του τοίχου

$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0.05t$$

$$e_m = \frac{M_m}{N_m} + e_{hm} \pm e_s$$

e_{hm} : εκκεντρότητα από οριζόντια φορτία (π.χ. άνεμος)

e_m : εκκεντρότητα λόγω ερπυσμού

$$e_k = 0.02 \varphi_{\infty} \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{te_m}$$

φ_{∞} : είναι ο τελικός συντελεστής ερπυσμού από τον Πίνακα 3.8

Η e_k μπορεί να θεωρηθεί μηδενική για:

(i) Οπτοπλινθοδομές ή λιθοδομές γενικά

(ii) Άλλες τοιχοποιίες με λυγηρότητα $\alpha = h_{ef} / t_{ef} < 15$

h_{ef} : είναι το ύψος λυγισμού, προκύπτει από την 4.4.4

t_{ef} : είναι το ενεργό πάχος του τοίχου, κατά την 4.4.5

Οι e_{hi} , e_{hm} δεν πρέπει να μειώνουν τις e_i , e_m αντίστοιχα.

4.4.4 Μήκος λυγισμού των τοίχων

4.4.4.1 Γενικότητες

- Διάκριση των τοίχων με κριτήριο τη σύνδεση τους με δάπεδα και εγκάρσιους τοίχους:

(i) Ελεύθερα ιστάμενοι τοίχοι

(ii) Τοίχοι πακτωμένοι κατά 2,3, ή 4 πλευρές

4.4.4.2 Πακτωμένοι τοίχοι

Οι τοίχοι μπορούν να θεωρηθούν πακτωμένοι κατά μία κατακόρυφη πλευρά, εάν:

- δεν αναμένεται ρηγμάτωση μεταξύ του τοίχου και του εγκάρσιου προς αυτόν
- η σύνδεση έχει μελετηθεί ώστε να αναλαμβάνει τις

αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Οι εγκάρσιοι τοίχοι πρέπει να έχουν:

Μήκος: $l_{lat} \geq (1/5)h$ (h : το καθαρό ύψος ορόφου)

Πάχος: $t_{lat} \geq (1/3)t_{ef}$ και ≤ 85 mm

4.4.4.3 Προσδιορισμός του μήκους λυγισμού

Το μήκος λυγισμού μπορεί να ληφθεί ως:

$$H_{ef} = \rho_n h \quad (\rho_n = \rho_2 \text{ ή } \rho_3 \text{ ή } \rho_4, \text{ ανάλογα με το πλήθος των πακτωμένων πλευρών}) \quad (4.12)$$

Ο μειωτικός συντελεστής ρ_2 , μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι: $\rho_2 = 0.75$ για πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος άνω και κάτω, αμφίπλευρες ή μονόπλευρες με πλάτος έδρασης $\geq (2/3)t$ και $\leq 85\text{mm}$

Για εκκεντρότητα έδρασης μονόπλευρης πλάκας $> (1/4)t$: $\rho_2 = 1.00$ $\rho_2 = 1.00$ για ξύλινα δάπεδα άνω και κάτω, αμφίπλευρα ή μονόπλευρα.

Ο μειωτικός συντελεστής ρ_3 , αναφέρεται σε τοίχους με μία ελεύθερη πλευρά:

$$\rho_3 = \frac{1.5L}{h} \quad \text{για } h > 3.5L$$

όπου L η απόσταση ελεύθερης πλευράς – εγκάρσιου τοίχου

Οι τιμές του ρ_3 (εξίσωση 4.13) δίνονται στο διάγραμμα Β.1 (Παράρτημα Β του EC6)

Εάν $L \geq 15t$, ο τοίχος θεωρείται πακτωμένος μόνο άνω και κάτω

Οπότε $\rho_3 = \rho_2 = 0.75$ ή 1.00

Ο μειωτικός συντελεστής ρ_4 , αναφέρεται σε τοίχους με τέσσερις πακτωμένες πλευρές:

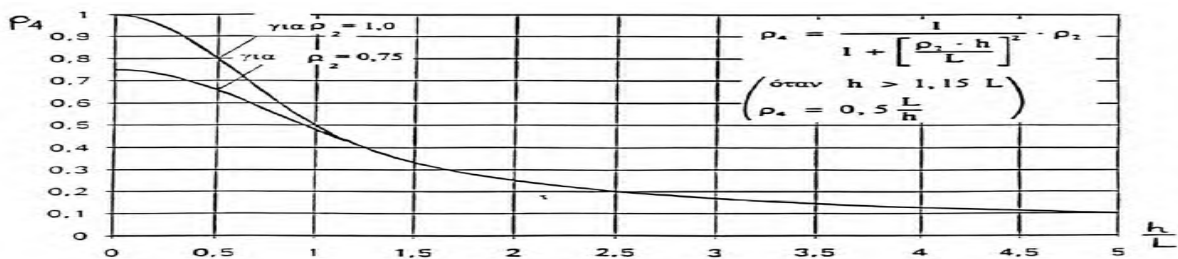
$$\rho_4 = \frac{1}{1 + \left[\frac{\rho_2 \cdot h}{L} \right]^2} \rho_2 \quad \text{για } h \leq L \quad (\rho_2 \text{ όπως παραπάνω}) \quad (4.15)$$

$$\rho_4 = \frac{0.5L}{h} \quad \text{για } h > L \quad (4.16)$$

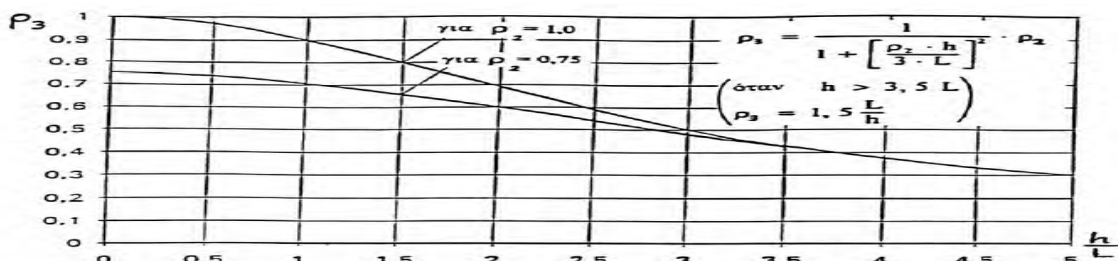
όπου L είναι η απόσταση των δύο εγκάρσιων τοίχων

Οι τιμές του ρ_4 (εξίσωση 4.15) δίνονται στο διάγραμμα Β.2 (Παράρτημα Β του EC6)

Εάν $L \geq 30t$, ο τοίχος θεωρείται πακτωμένος μόνο άνω και κάτω, οπότε $\rho_4 = \rho_2 = 0.75$ ή 1.00



B.1 Διάγραμμα των τιμών ρ_3 , όπως προκύπτουν από την εξίσωση 4.13



B.2 Διάγραμμα των τιμών ρ_4 , όπως προκύπτουν από την εξίσωση 4.15

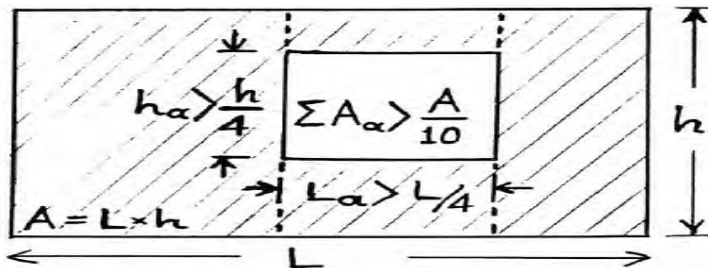
4.4.4.4 Επιρροή των ανοιγμάτων, των εσοχών και των εγκοπών στους τοίχους

Εάν οι εσοχές ή εγκοπές είναι εκτός των ορίων της §5.5 (Πίνακες 5.3, 5.4):

(i) Μειώνεται κατάλληλα το πάχος του τοίχου ($t' < t$)

(ii) Εάν $t' > t/2$, στη θέση εγκοπής ή εσοχής θεωρείται ελεύθερη παρειά

Τοίχος με ανοίγματα θεωρείται ενιαίος εκτός εάν ισχύει μία από τις ανισότητες του σχήματος, οπότε θεωρείται ελεύθερη παρειά στην παραστάδα του ανοίγματος για τον υπολογισμό του μήκους λυγισμού του τοίχου.



Εικόνα 22 Τοίχος με ανοίγματα

4.4.5 Ενεργό πάχος τοίχου

Το ενεργό πάχος κάθε τύπου τοίχου πλην του κοίλου ισούται με το πραγματικό πάχος του τοίχου:

$$t_{ef} = t.$$

Το ενεργό πάχος, t_{ef} , ενός κοίλου τοίχου, στον οποίο οι δύο στρώσεις είναι συνδεδεμένες μέσω συνδέσμων κατά την 5.4.2.2 θα πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με την εξίσωση:

$$t_{ef} = \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3}$$

Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τυχόν διαφορετικό μέτρο ελαστικότητας των δύο στρώσεων του κοίλου τοίχου.

4.4.6 Λυγηρότητα

Απαγορεύεται $\lambda = h_{ef} / t_{ef} > 27$ (ο περιορισμός αυτός αποτελεί κριτήριο επιλογής του t).

4.4.7 Εκκεντρότητα των φορτίων του τοίχου εκτός επιπέδου

4.4.7.1 Γενικότητες

Απαιτείται η αποτίμηση της εκτός επιπέδου εκκεντρότητας των φορτίων ενός τοίχου. Η εκκεντρότητα υπολογίζεται (Παράρτημα Γ) και επηρεάζει τον έλεγχο αντοχής του τοίχου.

4.4.7.2 Ατέλειες (τυχηματική εκκεντρότητα)

Απαιτείται η θεώρηση τυχηματικής εκκεντρότητας.

Για θεώρηση των κατασκευαστικών ατελειών γίνεται δεκτή σ' όλοτο ύψος του τοίχου τυχηματική εκκεντρότητα: $e_s = h_{ef} / 450$

4.4.8 Συγκεντρωμένα φορτία

- Τοπική αύξηση της τάσης σχεδιασμού υπό συγκεντρωμένο φορτίο επιτρέπεται μόνο για τοίχο από λιθοσώματα, όχισκαφοειδή, της ομάδας 1. Η αυξημένη τιμή της τάσης σχεδιασμού προκύπτει από τη σχέση:

$$\frac{f_k}{c \gamma_M} \quad \text{όπου } c = (1 + 0.15x)(1.5 - 1.1 \frac{A_b}{A_{ef}})$$

και $c \leq 1.25$ για $x=0$,

$c \leq 1.50$ για $x=1.0$ (γραμμική παρεμβολή για $0 < x < 1$) όπου (βλέπε Σχ. 4.4):

$$x = 2a_1/H \leq 1.0, A_b \leq 0.45A_{ef}, A_{ef} = L_{ef} \cdot t, e \leq \frac{t}{4}$$

- Στη διατομή στη στάθμη ($H/2$) πρέπει ο τοίχος να επαρκεί υπό το σύνολο των φορτίων χωρίς αύξηση της τάσης σχεδιασμού.
- Οι τιμές του αυξητικού συντελεστή c της σχέσης 4.18 δίνονται στο διάγραμμα Δ.1 (παράρτημα Δ του EC6).

4.4.9 Τάσεις λόγω περιορισμού των στροφών στις στηρίξεις

- Ο τύπος της σύνδεσης στις στηρίξεις πρέπει να αποτρέπει την εμφάνιση υψηλών τάσεων και βλαβών.

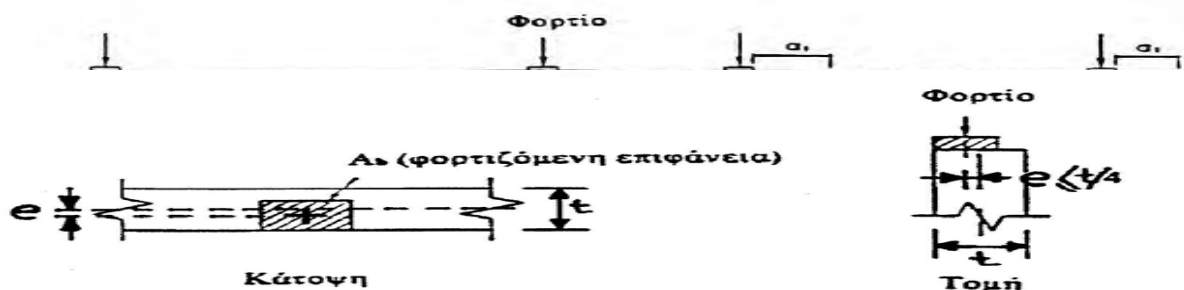
4.5 Άοπλα διατμητικά τοιχώματα από τοιχοποιία

4.5.1 Γενικότητες

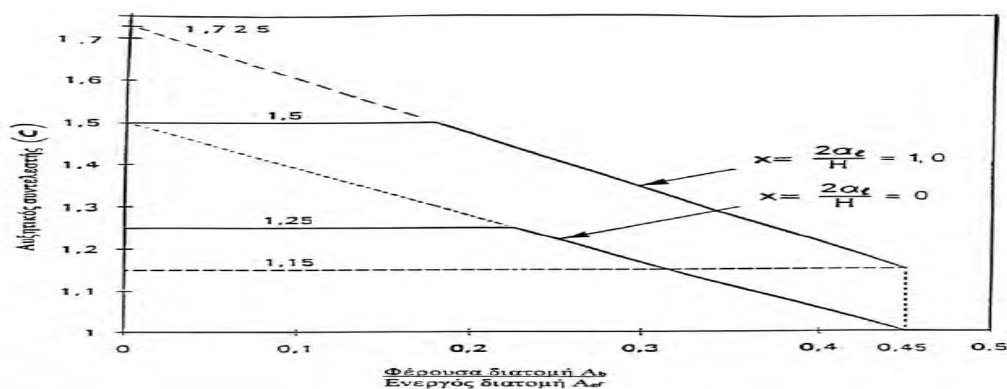
Η αντίσταση στις οριζόντιες δράσεις εξασφαλίζεται εν γένει από ένα σύστημα αποτελούμενο από τα δάπεδα και από τα διατμητικά τοιχώματα.

Τα ανοίγματα των διατμητικών τοιχωμάτων μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη συμπεριφορά τους και η παρουσία τους θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη.

Απλοποιημένες μέθοδοι μπορούν να εφαρμοστούν αιτιολογημένως.



Εικόνα 22 Φέρουσα διατομή



Εικόνα 23 Δ.1: Διάγραμμα το οποίο δίνει τον αυξητικό συντελεστή της 4.4.8

Συγκεντρωμένα φορτία κάτω από εδράσεις

Εγκοπές και εσοχές εκτός των ορίων της §5.5 μειώνουν τη διατμητική αντοχή του τοιχώματος (θεώρηση μειωμένου πάχους).

Ένα μικρό τμήμα του εγκάρσιου τοίχου μπορεί να δράσει ως συνεργαζόμενο πλάτος για το διατμητικό τοίχο, αυξάνοντας τη δυσκαμψία και την αντοχή του.

Συνεργαζόμενο πλάτος εγκάρσιου τοίχου: $L_{\text{συν}} = t + L1 + L2$

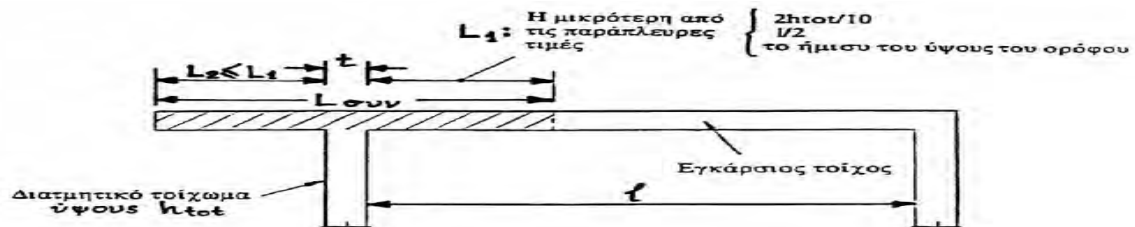
(βλέπε Σχ. 4.5).

Η ελαστική δυσκαμψία του σύνθετου τοιχώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατανομή των οριζόντιων δράσεων.

Κατανομή των οριζόντιων δυνάμεων ανάλογα με τη δυσκαμψία των τοιχωμάτων επιτρέπεται για δάπεδα που θεωρούνται διαφράγματα (π.χ. έγχυτες επί τόπου πλάκες Ο/Σ).

Η επιρροή τυχόν στροφής του δομήματος λόγω ασύμμετρης διάταξης των τοίχων σε κάτοψη πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην κατανομή των οριζόντιων δυνάμεων.

Σε περίπτωση απουσίας διαφράγματος, κάθε τοίχωμα αναλαμβάνει τις οριζόντιες δυνάμεις από τα τμήματα του δαπέδου με τα οποία είναι άμεσα συνδεδεμένο (εναλλακτικά απαιτείται ακριβέστερη ανάλυση).



Εικόνα 24 Σχ. 4.5 Συνεργαζόμενα πλάτη διατμητικών τοιχωμάτων

4.5.2 Ανάλυση διατμητικών τοιχωμάτων

- Θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ο πλέον δυσμενής συνδυασμός των κατακόρυφων φορτίων και της τέμνουσας, κατά τα ακόλουθα:
 - μέγιστο αξονικό φορτίο ανά μονάδα μήκους του διατμητικού τοιχώματος, λόγω κατακόρυφων φορτίων, και συνυπολογισμός της διαμήκους εκκεντρότητας λόγω κάμψης του τοιχώματος θεωρουμένου ως προβόλου
 - μέγιστο αξονικό φορτίο ανά μονάδα μήκους στις φλάντζες ή στον εγκάρσιο τοίχο.
 - μέγιστη οριζόντια τέμνουσα στο διατμητικό τοίχωμα, όταν το ελάχιστο κατακόρυφο φορτίο συνδυάζεται με το μέγιστο οριζόντιο Φορτίο.
 - η μέγιστη κατακόρυφη τέμνουσα ανά μονάδα μήκους στη σύνδεση μεταξύ του διατμητικού τοιχώματος αφ' ενός και οποιασδήποτε φλάντζας ή εγκάρσιου τοίχου.
- Επιτρέπεται ανακατανομή της οριζόντιας τέμνουσας διατμητικού τοιχώματος (μέγιστη μείωση 15%) λόγω περιορισμένης ρηγμάτωσης των τοίχων.

4.5.3 Έλεγχος διατμητικών τοιχωμάτων

- Το καθαρό μήκος και πάχος τοιχώματος και φλάντζας καθορίζονται λαμβάνοντας υπόψη τυχόν ανοίγματα εγκοπές και εσοχές. Τα τμήματα υπό κατακόρυφο εφελκυσμό παραλείπονται.
- Οι συνδέσεις μεταξύ διατμητικού τοιχώματος και φλάντζας ή εγκάρσιου τοίχου πρέπει να ελέγχονται έναντι κατακόρυφης τέμνουσας, όπως αυτή έχει προκύψει από την ανάλυση.
- Έλεγχος διατμητικής επάρκειας τοιχώματος:

$$V_{sd} \leq V_{Rd}$$

$$V_{sd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} t I_c$$

όπου I_c το μήκος της θλιβόμενης ζώνης από τριγωνική κατανομή των ορθών τάσεων

- Η αντοχή συνδέσεως σε κατακόρυφη τέμνουσα εκτιμάται πειραματικά. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τιμή: f_{vk0} / γ_M .
- Οι έλεγχοι αστοχίας (εξίσωση 4.22, 4.23) καλύπτουν και την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.

4.6 Άοπλοι τοίχοι υποβαλλόμενοι σε οριζόντια φορτία κάθετα στο επίπεδο τους

4.6.1 Γενικότητες

- Διατίθενται μόνον προσεγγιστικές μέθοδοι σχεδιασμού τοίχων για δράσεις κάθετα στο επίπεδό τους (π.χ. άνεμος).
- Εγκοπές και εσοχές εκτός των ορίων της §5.5 προκαλούν μείωση της καμπτικής αντοχής του τοίχου (μείωση πάχους).
- Όταν χρησιμοποιούνται στρώσεις προστασίας από την υγρασία, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη οποιαδήποτε ενδεχόμενη επιρροή αυτών των στρώσεων στην καμπτική αντοχή του τοίχου

4.6.2 Τοίχοι υποβαλλόμενοι σε φορτία ανέμου

4.6.2.1 Συνθήκες στηρίξεως και συνέχειας

- Επιτρέπεται ισοκατανομή αντιδράσεων κατά μήκος στηριζόμενης πλευράς τοίχου.
- Σε περίπτωση κοίλου τοίχου αθροίζονται οι αντοχές των δύο στρώσεων σε περίπτωση επάρκειας των συνδέσεων.

4.6.2.2 Μέθοδος σχεδιασμού τοίχου εδραζόμενου κατά τις πλευρές του

Οι τοίχοι από τοιχοποιία δεν είναι ισότροποι και, επομένως, παρουσιάζουν έναν λόγο αντοχών κατά δύο κύριες διευθύνσεις, εξαρτώμενο από το λιθόσωμα και από το κονίαμα που έχουν

χρησιμοποιηθεί (βλέπε § 3.6.4).

Η καμπτική ροπή σχεδιασμού για δράση κάθετα στο επίπεδο του τοίχου (π.χ. άνεμος) μπορεί να ληφθεί ίση με μια από τις ακόλουθες τιμές:

$$M_{d2} = \alpha W_{K\gamma} L_2^2 \text{ ανά μονάδα ύψους (αστοχία κατά το Σχ. 3.1β)}$$

$$M_{d1} = \mu \alpha W_{K\gamma} L_1^2 \text{ ανά μονάδα μήκους (αστοχία κατά το Σχ. 3.1α)}$$

όπου

γ_F : ο επί μέρους συντελεστής για τα φορτία (§2.3.3.1)

μ : ο λόγος μεταξύ των καμπτικών αντοχών f_{xk1} / f_{xk2} (βλέπε § 3.6.4)

L_1 : το ύψος του ανοίγματος μεταξύ των εκάστοτε στηρίξεων του πετάσματος

L_2 : το μήκος του ανοίγματος μεταξύ των εκάστοτε στηρίξεων του πετάσματος

W_K : το χαρακτηριστικό φορτίο ανέμου ανά μονάδα επιφανείας

α : συντελεστής, συνάρτηση του μ , του λόγου L_1/L_2 και των συνθηκών πάκτωσης (ορίζεται από το Εθνικό Κείμενο Εφαρμογής)

Εάν η αντοχή f_{xk1} αυξάνεται από δράση κατακόρυφου φορτίου, αυξάνεται αντίστοιχα και ο λόγος μ :

$$f'_{xk1} = f_{xk1} + \gamma_M \sigma_{dp} \quad (\mu = f'_{xk1} / f_{xk2}) \quad (4.26)$$

$$\text{Ροπή αντοχής τοίχου για φόρτιση κάθετα στο επίπεδο του: } M_{Rdi} = f_{xki} Z_i / \gamma_M \quad (i=1, 2) \quad (4.27)$$

όπου Z_i η ροπή αντίστασης της εκάστοτε θεωρούμενης διατομής του τοίχου (για τοίχο ορθογωνικής διατομής χωρίς φλάντζες: $Z_i = L_i t^2/6$)
 Καμπτική επάρκεια υπάρχει όταν $M_{di} \leq M_{rdi}$

4.6.2.3 Μέθοδος σχεδιασμού τοίχων με σημειακές εδράσεις (λειτουργία τόξου)

Εφόσον οι στηρίξεις είναι ικανές να δεχθούν ισχυρές αντιδράσεις επιτρέπεται η παραδοχή σχηματισμού τόξου μέσα στο πάχος της τοιχοποιίας (βλέπε Σχ. 4.6).

Στην οριακή κατάσταση θεωρείται ότι σχηματίζεται τριαρθρωτό τόξο. Το πλάτος των αρθρώσεων ορίζεται ως $0.10t$.

Μία μικρή μεταβολή του μήκους ενός τοίχου μπορεί να μειώσει σημαντικά την αντοχή του τόξου. Γι' αυτό θα πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή, στην περίπτωση κατά την οποία η τοιχοποιία

είναι κατασκευασμένη από λιθοσώματα, τα οποία αναμένεται να παρουσιάσουν σημαντική συστολή ξηράνσεως.

Το ύψος του τόξου ορίζεται ως (βλέπε Σχ. 4.6): $h_b = 0.9t - d \approx 0.9t$. (4.28)

Η μέγιστη αντοχή ανά μονάδα μήκους έδρασης τόξου μπορεί να θεωρηθεί:

$$R_{Rd} = c \gamma_M \frac{f_k t}{10} \quad (\text{όπου } c=1.5, \text{ βλέπε §4.4.8})$$

Η τιμή σχεδιασμού του εγκάρσιου φορτίου αντοχής προκύπτει ως εξής:

$$q_{lat} = \frac{L}{2} R_{Rd} \sin \varphi \quad \text{Όπου } \sin \varphi =$$

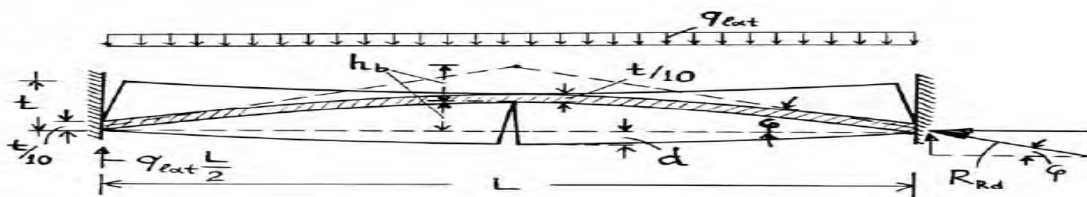
Εισάγοντας την τιμή των h_b και R_{Rd} από τις (4.28) και (4.29)

$$\text{Προκύπτει } q_{lat} \approx \frac{f_k}{\gamma_M} \left[\frac{t}{L} \right]$$

Οι έλεγχοι αστοχίας (εξίσωση 4.30) καλύπτουν και την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.

4.6.2.4 Σύνδεσμοι

- Παρέχονται οδηγίες για τη διαστασιολόγηση των συνδέσμων μεταξύ των δύο στρώσεων κοίλου τοίχου, ο οποίος δέχεται φορτίο ανέμου.



Εικόνα 25 Σχ. 4.6: Οριζόντια τομή τοίχου μεταξύ ισχυρών στηρίξεων (το σχήμα δεν περιλαμβάνεται στον EC6)

4.6.3 Τοίχοι υποβαλλόμενοι σε ώθηση γαιών

Η καμπτική αντοχή f_{xk1} (βλέπε §3.6.4) αγνοείται κατά το σχεδιασμό υπό ωθήσεις γαιών.

Παράρτημα Ε: Εμπειρική μέθοδος για το σχεδιασμό τοίχων υπό ωθήσεις γαιών

Όταν ικανοποιούνται οι συνθήκες που ακολουθούν, δεν απαιτείται λεπτομερής σχεδιασμός ενός τοίχου υπογείου έναντι ωθήσεως γαιών:

- καθαρό ύψος του τοίχου $\leq 2600\text{mm}$ και το πάχος τοίχου $\geq 200\text{mm}$
- το δάπεδο πάνω από το υπόγειο δρα ως διάφραγμα και είναι ικανό να φέρει τις δυνάμεις που προέρχονται από την ώθηση γαιών

- το φορτίο p_s , που ασκείται στην επιφάνεια του εδάφους εντός της περιοχής που επηρεάζει τον τοίχο δεν υπερβαίνει τα 5 kN/m^2 . Επί πλέον, κανένα συγκεντρωμένο φορτίο ασκούμενο σε απόσταση μικρότερη των 1500mm από τον τοίχο, δεν υπερβαίνει τα 15kN
- η επιφάνεια του εδάφους δεν είναι κεκλιμένη και το βάθος του γεμίσματος δεν υπερβαίνει το ύψος του τοίχου
- το κατακόρυφο φορτίο σχεδιασμού του τοίχου, N , ανά μονάδα μήκους, το οποίο προέρχεται από μόνιμα φορτία στο μέσον του ύψους του τοίχου, ικανοποιεί τις ακόλουθες σχέσεις

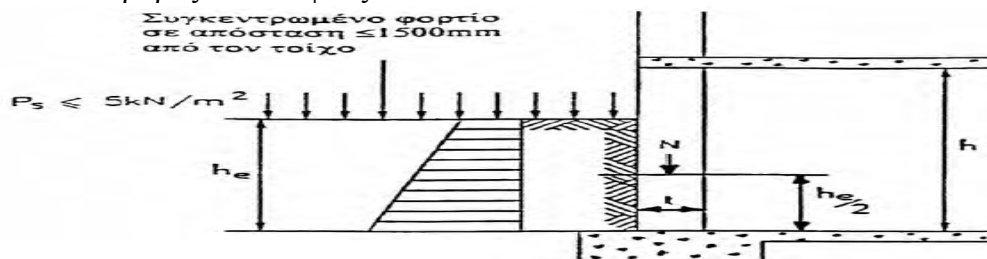
(βλέπε Σχ. E.1): όταν $b_c \geq 2h$ $\frac{t f_k}{3 \gamma_M} \geq N \geq \frac{p_{e h h_e}}{20 t}$

όταν $b_c \geq h$ $\frac{t f_k}{3 \gamma_M} \geq N \geq \frac{p_{e h h_e}}{40 t}$

όταν $h < b_c < 2h$ επιτρέπεται γραμμική παρεμβολή εφόσον:

- δεν υπάρχει υδροστατική πίεση
- δεν δημιουργείται επίπεδο ολισθήσεως εξ αιτίας στρώσεως για την προστασία έναντι της υγρασίας

όπου: b_c η απόσταση διαδοχικών εγκάρσιων τοίχων ή αντηρίδων
 ρ_e το ειδικό βάρος του εδάφους



Εικόνα 26 Σχ. E1: Φορτία σχεδιασμού τοίχου υπογείου

4.7 Οπλισμένη τοιχοποιία

4.7.1 Στοιχεία από οπλισμένη τοιχοποιία υποβαλλόμενα σε κάμψη και σε αξονικό φορτίο

4.7.1.1 Γενικότητες

Η αντοχή των στοιχείων από οπλισμένη τοιχοποιία θα πρέπει να υπολογίζεται μέσω μιας θεωρίας η οποία να λαμβάνει υπ' όψη τη μη γραμμική συμπεριφορά των υλικών και τα φαινόμενα δευτέρας τάξεως.

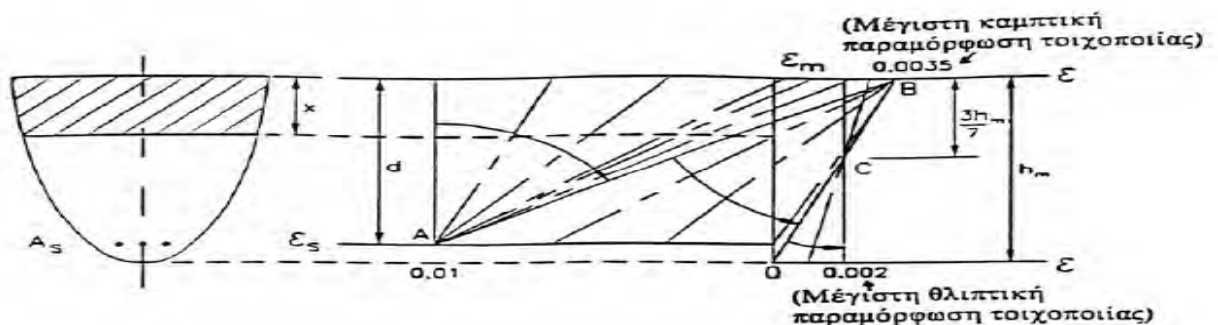
Τα παραμορφωσιακά χαρακτηριστικά του σκυροδέματος πληρώσεως θα πρέπει να υποτεθούν ίδια με της τοιχοποιίας.

Οι πιο κάτω απαιτήσεις της παραγράφου (3) για την τοιχοποιία ισχύουν και για το σκυρόδεμα πληρώσεως.

Ο σχεδιασμός των μελών από οπλισμένη τοιχοποιία, υποβαλλόμενων σε κάμψη, κάμψη και ορθή δύναμη ή αξονικό φορτίο, θα βασίζεται στις ακόλουθες παραδοχές:

- ισχύει η επιπεδότητα των διατομών
- η μέγιστη θλιπτική παραμόρφωση της τοιχοποιίας επιλέγεται βάσει του υλικού

- ο οπλισμός υποβάλλεται στις ίδιες μεταβολές παραμορφώσεων με τη γειτονική του τοιχοποιία
- αμελείται η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας και του σκυροδέματος πλήρωσης
- η μέγιστη εφελκυστική παραμόρφωση του οπλισμού επιλέγεται βάσει του υλικού
- το διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων της τοιχοποιίας λαμβάνεται παραβολικό, ή παραβολικό – ορθογωνικό ή ορθογωνικό (βλέπε §3.8.1)
- το διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων του οπλισμού θεωρείται διγραμμικό
- το διάγραμμα παραμορφώσεων τοιχοποιίας και σκυροδέματος ορίζεται στο Σχ. 4.9



Εικόνα 27 Σχ. 4.9: Διαγράμματα παραμορφώσεων για την οριακή κατάσταση αστοχίας

Οι κανόνες εφαρμογής αφορούν κάμψη και εντός και εκτός του επιπέδου των στοιχείων και περιλαμβάνουν τοίχους και δοκούς.

Το διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων τοιχοποιίας και σκυροδέματος πλήρωσεως βασίζεται στο Σχ. 3.3.

Όταν η θλιβόμενη ζώνη μιας διατομής περιλαμβάνει και τοιχοποιία και σκυρόδεμα πλήρωσεως, τότε η θλιπτική αντοχή θα πρέπει να υπολογίζεται βάσει της θλιπτικής αντοχής του ασθενέστερου υλικού.

4.7.1.2 Θεωρητικό άνοιγμα στοιχείων υποβαλλόμενων σε κάμψη

- Παρέχονται οδηγίες και σκαριφήματα για τον υπολογισμό του θεωρητικού ανοίγματος κατά περίπτωση

4.7.1.3 Οριακές τιμές του ανοίγματος καμπτόμενων στοιχείων

(1) Το άνοιγμα ενός στοιχείου από οπλισμένη τοιχοποιία πρέπει να κείται εντός των ορίων του Πίνακα 4.1.

(2) Με σκοπό την εξασφάλιση εγκάρσιας ευστάθειας πρέπει το καθαρό άνοιγμα να μην υπερβαίνει τη μικρότερη από τις ακόλουθες τιμές:

$$60b_e \quad \text{ή} \quad \frac{250}{d} b_e^2$$

ελεύθερα εδραζόμενα ή συνεχή στοιχεία:

$$25b_e \quad \text{ή} \quad \frac{100}{d} b_e^2$$

πρόβολοι:

όπου: b_e το πλάτος της θλιβόμενης ζώνης στο μέσον του ανοίγματος
 d το στατικό ύψος της διατομής

Πίνακας 4.1: Οριακές τιμές του λόγου ανοίγματος προς στατικό ύψος για τοίχους και δοκούς

Συνθήκη στηρίζεως	Λόγος ανοίγματος προς στατικό ύψος	
	Τοίχος	Δοκός
Ελεύθερη έδραση	35	20
Συνεχής	45	26
Τετραέρειστος	45	-
Πρόβολος	18	7

Σημειώσεις:
 1. Ένας τοίχος είναι στοιχείο υποβαλλόμενο σε κάμψη κάθετα στο επίπεδό του, ενώ μία δοκός μπορεί να αποτελεί τμήμα του τοίχου καμπτόμενο εντός του επιπέδου του τοίχου.
 2. Για ελεύθερους τοίχους οι οποίοι δεν αποτελούν τμήμα ενός κτιρίου, και οι οποίοι υποβάλλονται κυρίως σε φορτία ανέμου, οι τιμές του λόγου οι οποίες δίνονται στον Πίνακα για τοίχους, μπορούν να αυξηθούν κατά 30% υπό τον όρο ότι αυτοί οι τοίχοι δεν έχουν τελειώματα τα οποία μπορούν να βλαβούν από παραμορφώσεις.

Πίνακας 11 Οριακές τιμές για τοιχούς και δοκούς

4.7.1.4 Λυγηρότητα κατακορύφως φορτιζόμενων στοιχείων

□ Η λυγηρότητα στοιχείων φορτιζόμενων κατακορύφως εντός του επιπέδου τους πρέπει να

υπολογίζεται σύμφωνα με την §.4.4.4.

□ Ακολουθούν διατάξεις σχεδιασμού στοιχείων οπλισμένης τοιχοποιίας.

- Γραμμικών στοιχείων έναντι κάμψης με αξονικό φορτίο και έναντι διάτμησης

- Υψίκορμων δοκών έναντι κάμψης και διάτμησης

- Έναντι οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας

4.7.2 Στοιχεία από οπλισμένη τοιχοποιία υποβαλλόμενα σε διάτμηση

□ Η διαστασιολόγηση ακολουθεί τις αντίστοιχες διατάξεις του οπλισμένου σκυροδέματος.

4.8 ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ

□ Παρέχονται διατάξεις σχεδιασμού στοιχείων από προεντεταμένη τοιχοποιία έναντι οριακών καταστάσεων αστοχίας και λειτουργικότητας.

4.9 Διαζωματική τοιχοποιία

□ Παρέχονται γενικές οδηγίες σχεδιασμού στοιχείων διαζωματικής τοιχοποιίας (βλέπε §5.2.9).

5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Υλικά: - Σύμφωνα με το Κεφ. 3 του παρόντος

Πίνακας 5.1: Επιλογή χάλυβα με κριτήριο την ανθεκτικότητα

Κατηγορία εκθέσεως	Ελάχιστη στάθμη προστασίας για τον οπλισμό	
	Τοποθετημένος σε κόνιαμα	Τοποθετημένος σε σκυροδέμα με επικάλυψη μικρότερη από την απαιτούμενη κατά τον Πίνακα 5.2
1	Κοινός χάλυβας χωρίς προστασία (βλέπε σημείωση 1)	Κοινός χάλυβας χωρίς προστασία
2	Κοινός χάλυβας, βαρέως γαλβανοποιημένος ή με άλλη ισοδύναμη προστασία (βλέπε σημείωση 2)	Χάλυβας χωρίς προστασία ή, όταν χρησιμοποιείται κόνιαμα για την πλήρωση των κενών, εντόνωσ γαλβανοποιημένος ή με άλλη ισοδύναμη προστασία
3	Κοινός χάλυβας, χωρίς προστασία, σε τοιχοποιία επηχρωσμένη κατά την εκτεθειμένη παρεία της (βλέπε σημείωση 3)	Κοινός χάλυβας, εντόνωσ γαλβανοποιημένος ή με άλλη ισοδύναμη προστασία
	Εστενθητικός ανοξείδωτος χάλυβας (βλέπε σημείωση 4)	
4 και 5	Κοινός χάλυβας, χωρίς προστασία, σε τοιχοποιία επηχρωσμένη κατά την εκτεθειμένη παρεία της (βλέπε σημείωση 3)	Εστενθητικός ανοξείδωτος χάλυβας (βλέπε σημείωση 4)
	Εστενθητικός ανοξείδωτος χάλυβας (βλέπε σημείωση 4)	

Σημειώσεις:
 1. Για την εσωτερική στρώση εξωτερικού κοίλου τοίχου, η οποία ενδέχεται να υγρανθεί, θα πρέπει να χρησιμοποιείται κοινός χάλυβας εντόνωσ γαλβανοποιημένος ή χάλυβας με άλλη ισοδύναμη προστασία, κατά τη σημείωση 2.
 2. Ο κοινός χάλυβας πρέπει να γαλβανίζεται με μίαν ελάχιστη μάζα νευδαργύρου ίση με 900g/m² ή με ελάχιστη μάζα 0,08% , υπό τον όρο ότι θα εξασφαλίζεται και στρώση εποξειδικού περφλάνιματος με ελάχιστο πάχος 80μm και μέσο πάχος 100μm. Βλέπε επίσης § 3.4.3.
 3. Το κόνιαμα της τοιχοποιίας θα πρέπει να είναι κόνιαμα γενικής εφαρμογής ποιότητας τουλάχιστον M15, η ελεγκτική επικάλυψη του Σχ. 5.12 θα πρέπει να αυξάνεται στα 30 mm και η τοιχοποιία θα πρέπει να είναι επηχρωσμένη με κόνιαμα πάχους τουλάχιστον ίσου με 15mm, κατά το ΕΝ 998-1.
 4. Ως εναλλακτική λύση του ανοξείδωτου χάλυβα μπορεί να επιτευχθεί μια ισοδύναμη προστασία μέσω επικαλύψεως του κοινού χάλυβα με στρώση εστενθητικού ανοξείδωτου χάλυβα πάχους τουλάχιστον 1mm.

Πίνακας 12 Ανθεκτικότητα χάλυβα

- Συμβατότητα μεταξύ τους (κονίαμα, σκυρόδεμα πληρώσεως οπλισμοί κατάλληλοι για τον τύπο του τούβλου)

Τύποι τοίχων

Ελάχιστο πάχος τοίχων: - Φέροντες $\min t = 100\text{mm}$

Εμπλοκή τούβλων: - Μέσω κονιάματος, σύμφωνα με τους κανόνες της πρακτικής (πλέξιμο τοίχου) - Αλληλεπικάλυψη όπως στα Σχ. 5.7(Σχ. 5.8, 5.9, 5.10) - Στη σύνδεση φερόντων-μη φερόντων τοίχων, προτιμάται η τοποθέτηση συνδέσμων διαφορικών παραμορφώσεων παρά η εμπλοκή τούβλων

Αρμοί κονιάματος: - Για κονίαμα γενικής εφαρμογής ή ελαφροκονίαμα: Οριζόντιοι και κατακόρυφοι: $8\text{mm} \leq t \leq 15\text{mm}$

- Για κονίαμα λεπτής στρώσης:

Οριζόντιοι και κατακόρυφοι: $1\text{mm} \leq t \leq 3\text{mm}$

- Οι κατακόρυφοι αρμοί:

Σε άοπλη τοιχοποιία θεωρούνται πλήρεις εάν υπάρχει κονίαμα σε όλο το ύψος και τουλάχιστον στο 40% του πάχους, άλλως θεωρούνται κενοί (βλέπε §3.6.2.5).

Σε οπλισμένη τοιχοποιία πρέπει να είναι πλήρεις.

5.2 ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ

5.2.1 Γενικά

- Απαιτείται εξασφάλιση συνεργασίας των ράβδων με την τοιχοποιία
- Πρέπει να εξασφαλίζεται η αποφυγή διαρροής κατά τη ρηγμάτωση της τοιχοποιίας
- Διάφορες μορφές όπλισης

5.2.2 Προστασία του οπλισμού

- Απαιτείται χρήση χάλυβα ανθεκτικού έναντι διάβρωσης ή κατάλληλα προστατευόμενου (βλέπε Πίνακα 5.1) ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες (βλέπε §5.2.2.2).

Εναλλακτικά, όταν χρησιμοποιείται μη προστατευόμενος κοινός χάλυβας, η προστασία του μπορεί να επιτευχθεί μέσω των τιμών επικάλυψης του Πίνακα 5.2. Όταν ο χάλυβας επιλέγεται βάσει του Πίνακα 5.1, η ελάχιστη επικάλυψη φαίνεται στο Σχ. 5.12

- Κατάταξη των περιβαλλοντικών συνθηκών – Κατηγορίες εκθέσεως

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατατάσσονται στις ακόλουθες πέντε κατηγορίες:

- **Κατηγορία 1:** Ξηρό περιβάλλον όπως το εσωτερικό μιας συνήθους κατοικίας ή γραφείου, περιλαμβανομένης της εσωτερικής στρώσεως των εξωτερικών κοίλων τοίχων, η οποία δεν υγραίνεται.

Σημείωση: Αυτή η κατηγορία εκθέσεως ισχύει υπό τον όρο ότι η τοιχοποιία ή τμήματα αυτής δεν

υποβάλλονται σε δυσμενέστερες συνθήκες κατά τη διάρκεια της κατασκευής και για σχετικώς

παρατεταμένα χρονικά διαστήματα.

- **Κατηγορία 2:** Εσωτερικό υγρό περιβάλλον, όπως πλυντήριο, ή εξωτερικό μη υποβαλλόμενο σε παγετό. Περιλαμβάνει και στοιχεία τα οποία ευρίσκονται εντός μη βλαπτικού εδάφους ή ύδατος.

- **Κατηγορία 3:** Υγρό περιβάλλον με στοιχεία υποβαλλόμενα σε παγετό.

- **Κατηγορία 4:** Περιβάλλον θαλασσίου ύδατος με στοιχεία πλήρως ή εν μέρει

βυθισμένα στο ύδωρ, ή στην περιοχή κύματος ή εκτεθειμένα σε κεκορεσμένο σε άλατα

αέρα ή σε παράκτια περιοχή, εκτεθειμένη ή μη σε παγετό.

- **Κατηγορία 5:** Βλαπτικό χημικό περιβάλλον σε αέρια, υγρή ή στερεά μορφή.

Πίνακας 5.2: Ελάχιστη επικάλυψη σκυροδέματος για κοινό χάλυβα χωρίς προστασία έναντι διαβρώσεως

Κατηγορία εκθέσεως	Ελάχιστο πάχος επικάλυψης (mm)			
	Λόγος νερού προς τσιμέντο όχι μεγαλύτερος από			
	0.65	0.55	0.50	0.45
	Περιεκτικότητα σε τσιμέντο (Kg/m ³) όχι μικρότερη από			
	260	280	300	300
1	20	20	20	20
2	-	25	25	25
3	-	-	40	40
4	-	-	40	40
5	-	-	-	40

Περιλαμβάνει στοιχεία εντός βλαπτικού εδάφους.

Πίνακας 13 Ελάχιστη επικάλυψη σκυροδέματος

5.2.3 Ελάχιστος οπλισμός

- Ελάχιστοι οπλισμοί (οπλισμένης τοιχοποιίας):

α. κατακόρυφοι οπλισμοί 0.10%

οριζόντιοι οπλισμοί αρμού 0.03%

όταν χρησιμοποιούνται για αύξηση φέρουσας ικανότητας (σε κάμψη), έλεγχο ρηγμάτωσης, αύξηση πλαστιμότητας

β. Σε κοίλη τοιχοποιία, με κοιλότητα οπλισμένη και πλήρη σκυροδέματος απαιτείται δευτερεύων οπλισμός για διανομή τάσεων 0.05%.

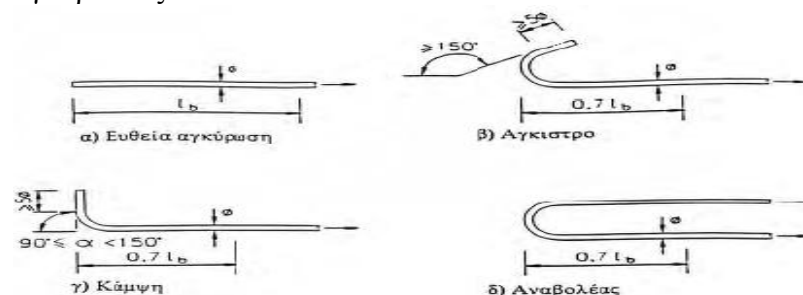
γ. Για τον έλεγχο ρηγμάτωσης λόγω θερμικών παραμορφώσεων ή υγρασίας ίσως να απαιτείται περισσότερος δευτερεύων οπλισμός.

5.2.4 Διάμετρος οπλισμού

- minΦ: 6mm.
- maxΦ: περιορίζεται από κατασκευαστικά κριτήρια και από την επάρκεια των τάσεων αγκύρωσης.

5.2.5 Αγκύρωση και ενώσεις με αλληλεπικάλυψη - Αγκυρώσεις οπλισμού

Ευθύγραμμες, κεκαμμένες ράβδοι, άγκιστρα, αναβολείς (Σχ. 5.13) ή μηχανικές αγκυρώσεις.



Σχ. 5.1
$$l_b = \gamma_M \frac{\Phi}{4} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot \frac{1}{f_{bok}}$$
 τάσεων

Εικόνα 28 Αγκυρώσεις

Μήκος αγκύρωσης:

Παράδειγμα:

Φ8, χάλυβας S400: $f_{yk} = 400$ MPa, $\gamma_s = 1.15$

Κατηγορία ελέγχου τούβλων I, κατηγορία κατασκευής B, $\gamma_M = 2.2$

Κονίαμα M5, ράβδοι υψηλής συνάφειας, χαρακτηριστική αντοχή συνάφειας οπλισμού-κονιάματος: $f_{bk0} = 1.0 \text{ MPa}$ (βλέπε Πίνακες 3.6, 3.7)

$$l_b = 2.2 \cdot \frac{0.8}{4} \cdot \frac{400}{1.15} \cdot \frac{1}{1.0} = 153 \text{ cm (!)}$$

Είναι προφανές ότι λόγω της υψηλής τιμής του συντελεστή ασφαλείας προκύπτει υπερβολικό μήκος αγκύρωσης.

Προβλέπονται ειδικές διατάξεις για διάφορες περιπτώσεις:

- μείωση λόγω διαμόρφωσης του άκρου της ράβδου (Σχ. 5.13)
- μείωση λόγω χρήσης περισσότερου οπλισμού έναντι του απαιτούμενου
- ενώσεις με επικάλυψη
- αγκυρώσεις οπλισμού διάτμησης

5.2.6 Οπλισμός διάτμησης

- Όταν απαιτείται οπλισμός για την ανάληψη της τέμνουσας, τοποθετείται ελάχιστο ποσοστό οπλισμού 0.10% της διατομής της τοιχοποιίας, υπό μορφή συνδετήρων.

5.2.7 Περίσφιξη του θλιβόμενου οπλισμού

- Απαιτείται περίσφιξη του θλιβόμενου οπλισμού ώστε να αποφεύγεται ο λυγισμός του. Η απαίτηση ισχύει υπό όρους.

5.2.8 Αποστάσεις ράβδων οπλισμού

- Προβλέπονται ελάχιστες αποστάσεις ράβδων ώστε να διευκολύνεται η διέλευση και η συμπίκνωση του σκυροδέματος ή του κονιάματος.

5.2.9 Διαζωματική τοιχοποιία

Παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την Ελλάδα επειδή ήδη χρησιμοποιείται με κάποια μορφή (συνήθως μόνο οριζόντια διαζώματα) και συγχρόνως διότι ο Ν.Ε.Α.Κ. προβλέπει μεγαλύτερο q-factor.

Οι διατάξεις του EC6 είναι ελάχιστες, με σημαντικότερες τις εξής:

- Διαζώματα οριζόντια και κατακόρυφα, υπό μορφή οπλισμένου σκυροδέματος ή οπλισμένης τοιχοποιίας
- Οριζόντια διαζώματα τουλάχιστον στις στάθμες των ορόφων
- Κατακόρυφα διαζώματα τουλάχιστον στις συναντήσεις κατακόρυφων τοίχων και εκατέρωθεν ανοιγμάτων εμβαδού $\leq 1.50 \text{ m}^2$
- Ελάχιστη απόσταση μεταξύ διαζωμάτων 4m (οριζοντίως και κατακόρυφως)
- Ελάχιστη διατομή 0.02 m^2 (π.χ. 10x20cm)
- Ελάχιστη διάσταση 10 cm^2
- Ελάχιστος οπλισμός $2t$ (mm^2) (t το πάχος του τοίχου σε mm), και τουλάχιστον 200 mm^2
- Κατασκευή διαζωμάτων μετά την κατασκευή του τοίχου και αγκύρωση των οπλισμών στους τοίχους

5.3 ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

- Χρησιμοποιούνται τένοντες με ή χωρίς συνάφεια.
- Η κατακόρυφη προένταση είναι γενικά πολύ ευνοϊκή για τη φέρουσα ικανότητα έναντι σεισμού επειδή αυξάνει την αντοχή σε διάτμηση λόγω αύξησης της θλιπτικής τάσης (σ_0) του τοίχου.

5.4 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΤΟΙΧΩΝ

- Συνδέσεις τοίχων, πατωμάτων, ορόφων.
- Εξασφάλιση μεταφοράς των δράσεων από τον οριζόντιο φέροντα οργανισμό στα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία δυσκαμψίας

- Απαιτείται η διασφάλιση επαρκούς διαφραγματικής λειτουργίας των πατωμάτων(δοκίδες από Ο.Σ., ή προκατασκευασμένες ή ξύλινες). Εναλλακτικά μπορεί να κατασκευασθεί μια περιμετρική δοκός στη στέψη των τοίχων επί της οποίας εδράζεται και συνδέεται το πάτωμα
- Μεταφορά φορτίων (κυρίως οριζόντιων) είτε μέσω συνδέσμων είτε μέσω τριβής στις διεπιφάνειες τοίχων-πατωμάτων. Θεωρείται επαρκής η τριβή (άρα δεν απαιτούνται σύνδεσμοι) όταν το πάτωμα στηρίζεται στο μισό πάχος του τοίχου και τουλάχιστον σε πλάτος 65mm. Έτσι, θεωρείται ότι αποφεύγεται η ολίσθηση στη στήριξη
- Σύνδεση αλληλοτεμνόμενων τοίχων μέσω εμπλοκής τούβλων ή μέσω συνδέσμων
- Συνιστάται η ταυτόχρονη δόμηση αλληλοτεμνόμενων τοίχων
- Παρέχονται οδηγίες για σύνδεση στρώσεων κοίλων και δίστρατων τοίχων

5.5 ΕΣΟΧΕΣ ΚΑΙ ΕΓΚΟΠΕΣ

- Όταν βρίσκονται κάτω από τα όρια των Πινάκων 5.3, 5.4 παραλείπονται κατά τον υπολογισμό της αντοχής των τοίχων. Αλλιώς μειώνεται κατάλληλα το πάχος του τοίχου.

Πίνακας 5.3: Επιτρεπόμενες διαστάσεις κατακόρυφων εσοχών / εγκοπών στην τοιχοποιία, ώστε να μην απαιτείται νέος υπολογισμός του τοίχου

Πάχος τοίχου (mm)	Εσοχές / εγκοπές διαμορφούμενες μετά από τη δόμηση του τοίχου		Εσοχές / εγκοπές διαμορφούμενες κατά τη δόμηση του τοίχου	
	Μέγιστο βάθος (mm)	Μέγιστο πλάτος (mm)	Μέγιστο πλάτος (mm)	Μέγιστο απομένον πάχος τοίχου(mm)
≤ 115	30	100	300	70
116 + 175	30	125	300	90
176 + 225	30	150	300	140
226 + 300	30	175	300	175
> 300	30	200	300	215

Σημειώσεις:

1. Το μέγιστο βάθος μιας εσοχής / εγκοπής θα πρέπει να περιλαμβάνει το βάθος οποιουδήποτε κενού, το οποίο συναντάται κατά τη διαμόρφωση της εσοχής / εγκοπής.
2. Κατακόρυφες εγκοπές, οι οποίες δεν εκτείνονται πέραν του ενός τρίτου του ορόφου πάνω από τη στάθμη του δαπέδου, μπορούν να έχουν μέγιστο βάθος 80mm και πλάτος 120mm, εφόσον το πάχος του τοίχου είναι τουλάχιστον ίσο με 225mm.
3. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ διαδοχικών εγκοπών ή μεταξύ εγκοπής και της γειτονικής της εσοχής ή του γειτονικού της ανοίγματος δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 225mm.
4. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών εσοχών, είτε βρίσκονται στην ίδια πλευρά του τοίχου είτε στις απέναντι παρειές ενός τοίχου, δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από το διπλάσιο του πλάτους της μεγαλύτερης από τις δύο. Το ίδιο ισχύει και για την απόσταση μεταξύ εγκοπής και ανοίγματος.
5. Το συνολικό πλάτος όλων των κατακόρυφων εσοχών / εγκοπών δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 13% του μήκους του τοίχου.

Πίνακας 14 Επιτρεπόμενες διαστάσεις

Πίνακας 5.4: Επιτρεπόμενες άνευ υπολογισμού διαστάσεις οριζόντιων και κεκλιμένων εσοχών / εγκοπών στην τοιχοποιία

Πάχος τοίχου (mm)	Μέγιστο βάθος (mm)	
	Απεριόριστο μήκος	Μήκος ≤ 1250mm
≤ 115	0	0
116 + 175	0	15
176 + 225	10	20
226 + 300	15	25
> 300	20	30

Σημειώσεις:

1. Το μέγιστο βάθος της εγκοπής θα πρέπει να περιλαμβάνει το βάθος οποιουδήποτε κενού συναντάται κατά τη διαμόρφωση της εγκοπής.
2. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ του τέλους μιας εγκοπής και ενός ανοίγματος δεν θα πρέπει αν είναι μικρότερη από 500mm.
3. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ διαδοχικών εγκοπών περιορισμένου μήκους, είτε αυτές βρίσκονται στην ίδια είτε στις απέναντι πλευρές του τοίχου, δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από το διπλάσιο του μήκους της επιμηκύτερης εγκοπής.
4. Σε τοίχους με πάχος μεγαλύτερο από 115mm, το επιτρεπόμενο βάθος της εγκοπής μπορεί να αυξηθεί κατά 10mm, εάν η εγκοπή ανοίγεται με μηχανικά μέσα και με ακρίβεια ως προς το βάθος της. Όταν οι εγκοπές γίνονται με μηχανικά μέσα, σε τοίχους με πάχος όχι μικρότερο των 225mm, μπορούν να υπάρχουν εγκοπές βάθους μέχρι 10mm και στις δύο όψεις του τοίχου.
5. Το πλάτος της εγκοπής δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το ήμισυ του απομένοντος πάχους του τοίχου.

Πίνακας 15 Επιτρεπόμενες άνευ υπολογισμού διαστάσεις

6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

6.1 Λιθοσώματα

- Παρέχονται οδηγίες για την εξασφάλιση των απαιτούμενων ιδιοτήτων και της στάθμης ελέγχου παραγωγής λιθοσωμάτων.

6.2 Παραλαβή και αποθήκευση λιθοσωμάτων και άλλων υλικών

- Καθορίζονται οι συνθήκες παραλαβής και αποθήκευσης λιθοσωμάτων, υλικών κονιάματος και σκυροδέματος καθώς και οπλισμών.

6.3 Κονίαμα και σκυρόδεμα πλήρωσης

- Παρέχονται οδηγίες για την εξασφάλιση των απαιτούμενων ιδιοτήτων και αντοχών κονιάματος και σκυροδέματος πλήρωσης.

6.4 Κατασκευή της τοιχοποιίας

- Παρέχονται κατασκευαστικές οδηγίες για εμπλοκή λιθοσωμάτων, αρμούς κονιάματος, αρμούς λεπτής στρώσης, αρμολόγημα και βαθύ αρμολόγημα.

6.5 Σύνδεση τοίχων

- Παρέχονται κατασκευαστικές οδηγίες για την εξασφάλιση συνεργασίας σε διασταυρώσεις τοίχων ή μεταξύ των στρώσεων κοίλων τοίχων μέσω συνδέσμων.

6.6 Τοποθέτηση οπλισμού

- Παρέχονται οδηγίες όσον αφορά τη διαμόρφωση και τοποθέτηση των οπλισμών (διάταξη, ανοχές, καβίλιες, συνδετήρες, δέσιμο με σύρμα συγκράτησης).

6.7 Προστασία νεόδμητης τοιχοποιίας

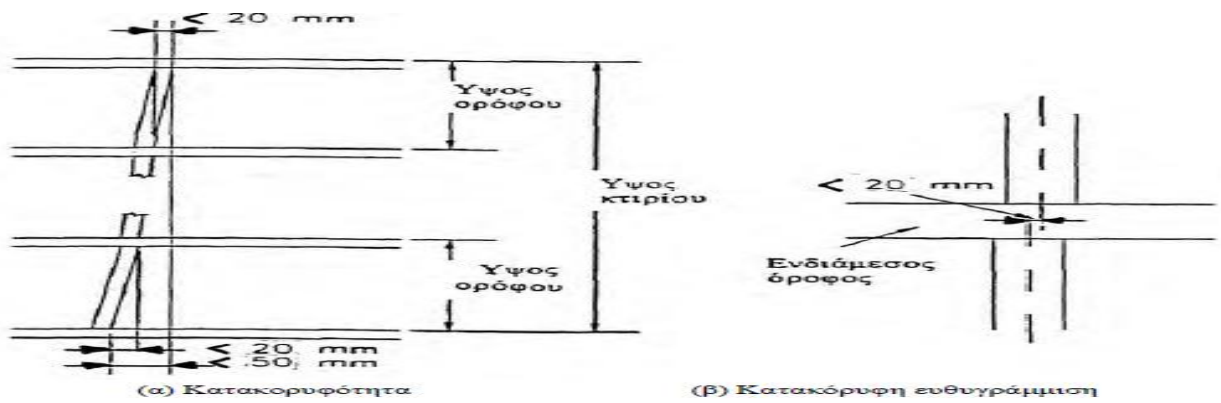
- Παρέχονται οδηγίες για τα απαιτούμενα μέτρα προστασίας και συντήρησης της νεόδμητης τοιχοποιίας έναντι μηχανικής βλάβης (κρούση), έναντι καιρού, έναντι υγρασίας, έναντι παγετού, περί αποφυγής φόρτισης πριν από την απόκτηση αντοχών, περί προσωρινής αντιστήριξης έναντι ανέμου κ.λ.π.

6.8 Επιτρεπόμενες αποκλίσεις

(1) Η τοιχοποιία πρέπει να κατασκευάζεται με οριζόντιους αρμούς, εκτός εάν άλλως προβλέπεται από τον Μελετητή.

(2) Οι μέγιστες τιμές των αποκλίσεων, οι οποίες έχουν ληφθεί υπ' όψη στον παρόντα κανονισμό είναι οι ακόλουθες:

- **κατακορυφότητα:** 20mm στο ύψος ενός ορόφου, ή 50mm εντός του συνολικού ύψους του κτιρίου (βλέπε Σχ. 6.1(α)). Λαμβάνεται η μικρότερη από τις δύο τιμές.
- **κατακόρυφη ευθυγράμμιση:** 20mm μέγιστη οριζόντια απόσταση μεταξύ των αξόνων των τοίχων πάνω και κάτω από ένα δάπεδο (βλέπε Σχ. 6.1(β)).
- **ευθυγράμμιση:** 5mm ανά μέτρο, με μέγιστη τιμή 20mm για 10m.



Σχ. 6.1: Μέγιστες κατακόρυφες αποκλίσεις

Εικόνα 29 Κατακόρυφες αποκλίσεις

6.9 Κατηγορία κατασκευής

- Ισχύουν οι εξής γενικοί όροι:
 - Πρέπει να καθορίζεται από το Κράτος με βάση τις εθνικές συνθήκες
 - Προβλέπονται τρεις στάθμες εκτέλεσης έργου (κατά φθίνουσα σειρά): Α, Β, Γ
 - Η κατηγορία ελέγχου εκτέλεσης δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για οπλισμένη ή προεντεταμένη τοιχοποιία, με ορισμένες εξαιρέσεις

6.10 Άλλα κατασκευαστικά θέματα

- Παρέχονται κατασκευαστικές οδηγίες για τα ακόλουθα θέματα:
 - Αρμοί διαστολής
 - Ύψος τοίχου κατά τη κατασκευή
 - Κοίλοι τοίχοι με πλήρωση Ο.Σ.
 - Οπλισμένος τοίχος με φωλιές

6.11 Οπλισμός προέντασης και εξαρτήματα

- Παρέχονται κατασκευαστικές οδηγίες για τα ακόλουθα θέματα:
 - Αποθήκευση τενόντων
 - Προετοιμασία τενόντων
 - Τοποθέτηση των τενόντων
 - Τάνυση των τενόντων

7. ΕΙΔΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΓΙΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ ΣΕΣΕΙΣΜΟΓΕΝΕΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

7.1 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- Το κείμενο του Βοηθήματος προέρχεται από το κεφ. 1-3-5 του ENV 1998/1994 (EC8). Τα σημεία στα οποία έγιναν τροποποιήσεις επισημαίνονται ιδιαίτερα στο Βοήθημα.
- Το παρόν Βοήθημα περιλαμβάνει πρόσθετους κανόνες ως προς το ENV 1996-1-1 (EC6).

Σε γενικές γραμμές τα κείμενα του Βοηθήματος και του EC6 είναι συμβατά μεταξύ τους, εκτός από ορισμένες λεπτομέρειες. Έχουν επίσης επαναλήψεις και επικαλύψεις που χρειάζονται ξεκαθάρισμα.

Το βοήθημα εφαρμόζεται για το σχεδιασμό κτιρίων από άοπλη, διαζωματική και οπλισμένη τοιχοποιία σε σειсмоγενείς περιοχές.

7.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΙΧΟΥ

Λιθοσώματα (πλίνθοι, φυσικοί ή τεχνητοί λίθοι)

- Όγκος οπών το πολύ 50%.
- Ελάχιστο πάχος κελύφους και εσωτερικών χωρισμάτων: 10mm.
- Εσωτερικά χωρίσματα σε όλο το μήκος του τούβλου.
- Φυσικοί λίθοι με παράλληλες οριζόντιες επιφάνειες.
- Τούβλα με διαφορετική γεωμετρία από την προηγούμενη μπορούν να χρησιμοποιούνται για οπλισμένη τοιχοποιία μετά από εργαστηριακό έλεγχο των απαιτήσεων πλαστιμότητας της τοιχοποιίας.
- Σε σεισμικές ζώνες με $a_g \leq 0.10$ (τέτοιες ζώνες δεν υπάρχουν στην Ελλάδα) οι κρατικές αρχές μπορούν να επιτρέπουν τούβλα διαφορετικά από τα προηγούμενα (a_g : επιτάχυνση εδάφους).
- Ελάχιστη αντοχή: κατακορύφως $f_b = 2.5 \text{ MPa}$ (στο επίπεδο του τοίχου): οριζοντίως $f_{bh} = 2.0 \text{ MPa}$

Κονίαμα –Σκυρόδεμα

- Για άοπλη τοιχοποιία επιτρέπεται η χρήση κονιάματος M20-M15-M10-M5.
- Οι κρατικές αρχές μπορούν να επιτρέψουν, ανάλογα με τη σεισμικότητα, κονίαμα M2.
- Για οπλισμένη τοιχοποιία επιτρέπεται η χρήση κονιάματος M20-M15-M10 (όχι μικρότερης αντοχής).
- Το σκυρόδεμα πλήρωσης είναι σύμφωνο με τον EC6.

Χάλυβας

- Είναι σύμφωνος με τον EC2.

Αρμοί κονιάματος

- Στρώσεις οριζόντιες.
- Όταν $a_g > 0.10g$ (δηλαδή σε όλες τις σεισμικές ζώνες της Ελλάδας) οι κατακόρυφοι αρμοί πρέπει να είναι πλήρεις.
- Αρμοί σε διασταυρώσεις τοίχων πρέπει να εξασφαλίζουν πλήρη σύνδεση.
- Για πάχος τοίχου μεγαλύτερο από το πάχος του τούβλου, απαιτείται κατάλληλη εμπλοκή τούβλων.

Πίνακας 7.2: Γεωμετρικές απαιτήσεις αντισεισμικών τοίχων

Τύπος τοιχοποιίας	t (mm)	h_g / t	h / l
Άοπλη, φυσικοί λίθοι	≥ 400	≤ 9	≤ 2
Άοπλη, τεχνητοί λίθοι	≥ 300	≤ 12	≤ 2
Άοπλη, τεχνητοί λίθοι, ζώνες μικρής σεισμικότητας	≥ 175	≤ 15	≤ 2.5
Διαζωματική τοιχοποιία	≥ 240	≤ 15	≤ 3
Οπλισμένη τοιχοποιία	≥ 240	≤ 15	Καμία προϋπόθεση

Πίνακας 16 Γεωμετρικές απαιτήσεις

7.3 ΤΥΠΟΙ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Πίνακας 7.1: Συντελεστές συμπεριφοράς

Τύπος τοίχου	q
Άοπλη τοιχοποιία	1.5
Διαζωματική τοιχοποιία	2.0
Οπλισμένη τοιχοποιία	2.5
Συστήματα	Μετά από εργαστηριακό έλεγχο

Προσοχή: Υπάρχει μικρή διαφορά από τον Ε.Α.Κ. 2000

Πίνακας 17 Συντελεστές συμπεριφοράς

7.4 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

- Χρήση κατάλληλου προσομοιώματος που να αναπαριστά επαρκώς τη δυσκαμψία όλου του συστήματος.
 - Τα πατώματα μπορούν να θεωρούνται ως διαφράγματα όταν:
 - τα ανοίγματα δεν επηρεάζουν την εντός επιπέδου δυσκαμψία τους.
 - είναι κατασκευασμένα από Ο.Σ.
 - Η κατανομή της τέμνουσας βάσης μεταξύ των τοίχων, όπως υπολογίζεται από γραμμική ανάλυση, μπορεί να τροποποιείται υπό την προϋπόθεση ότι:
 - ικανοποιούνται οι συνθήκες ισοροπίας.
 - η τέμνουσα σε κανένα στοιχείο δεν μειώνεται πάνω από 30%.
 - η τέμνουσα σε κανένα στοιχείο δεν αυξάνεται πάνω από 50%.
- Προσοχή: Υπάρχει σημαντική διαφορά από την §4.5.2 του EC6

Πίνακας 7.4: Ποσοστό διατομής τοίχων (%)

Επιτάχυνση εδάφους a_g	0.12g	0.16g	0.24g, 0.36g
Άοπλη τοιχοποιία	3	5	6
Διαζωματική τοιχοποιία	2	4	5
Οπλισμένη τοιχοποιία	2	4	5

Πίνακας 18 Ποσοστό διατομής τοίχων

7.5 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

t: πάχος τοίχου

hef : ενεργό ύψος (συνήθως ταυτίζεται με το ύψος ορόφου)

h : το μεγαλύτερο καθαρό ύψος των εκατέρωθεν ανοιγμάτων του τοίχου

l: μήκος τοίχου

Παρατηρήσεις:

- Για ύψος ορόφου μέχρι 3.60m, κρίσιμο είναι το πάχος t του τοίχου. Για ύψος μεγαλύτερο των 3.60m πρέπει να αυξηθεί το πάχος t ώστε να ικανοποιείται ο λόγος hef/t.
- Το κριτήριο (h / l) χρειάζεται προσοχή διότι είναι δύσκολο να ικανοποιηθεί, π.χ. για ύψος ανοίγματος h = 2.50m και άοπλη τοιχοποιία απαιτούνται εκατέρωθεν του ανοίγματος τοίχοι μήκους l = 1.25m τουλάχιστον.

Παρέχονται κανόνες σχεδιασμού και κατασκευής (κυρίως μορφολογικού χαρακτήρα) για:

- Άοπλη τοιχοποιία

- Διαζωματική τοιχοποιία
- Οπλισμένη τοιχοποιία

Π.χ. για άοπλη τοιχοποιία δεν επιτρέπεται κατασκευή άνω των δύο ορόφων όταν $\alpha_g \geq 0.24g$.

7.6 ΈΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

- Για τον έλεγχο ασφάλειας έναντι οριακής κατάστασης αστοχίας, η αντοχή σχεδιασμού κάθε δομικού στοιχείου πρέπει να υπολογίζεται σύμφωνα με τα άρθρα 4.4, 4.5 και 4.7 του EC6. Ειδικά για τον υπολογισμό της ροπής αντοχής ενός άοπλου τοίχου μπορούν να χρησιμοποιούνται οι σχέσεις:

$$M_{ud} = \frac{\sigma_d t l^2}{2} \left(1 - \frac{\sigma_d}{f_d} \right) \qquad M_{ud} = \frac{\sigma_d t^2 l}{2} \left(1 - \frac{\sigma_d}{f_d} \right)$$

(εντός επιπέδου)

(εκτός επιπέδου)

t: το πάχος του τοίχου

l: το μήκος του τοίχου

σ_d : η μέση τιμή της κατακόρυφης θλιπτικής τάσης σχεδιασμού, $d \leq \sigma \leq N / (t \leq l)$

f_d : η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής αντοχής του τοίχου

- Από τους ελέγχους ασφαλείας εξαιρούνται τα «απλά κτίρια από τοιχοποιία».

7.7 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ «ΓΙΑ ΑΠΛΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ»

- Πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις των κεφαλαίων 2 και 5 του Βοηθήματος και του παρόντος κεφαλαίου. Τότε οι έλεγχοι ασφαλείας δεν είναι υποχρεωτικοί.
- Το επιτρεπόμενο πλήθος ορόφων, πάνω από το υπόγειο, είναι:

Πίνακας 7.3: Επιτρεπόμενο πλήθος ορόφων (πάνω από το υπόγειο)

Επιτάχυνση εδάφους α_g	0.12g	0.16g	0.24g, 0.36g
Άοπλη τοιχοποιία	3	2	1
Διαζωματική τοιχοποιία	4	3	2
Οπλισμένη τοιχοποιία	5	4	3

Πίνακας 19 Έπιτρεπόμενο πλήθος ορόφων

- Κάτοψη περίπου ορθογωνική, λόγος πλευρών $l_{\min}/l_{\max} > 0.25$, εσοχές – εξοχές σε κάτοψη έως 15% της αντίστοιχης διάστασης του κτιρίου.
- Συμμετρική διάταξη τοίχων κατά δύο διευθύνσεις, τουλάχιστον δύο ανά διεύθυνση, με μήκος τουλάχιστον ίσο προς το 30% του μήκους του κτιρίου στην αντίστοιχη διεύθυνση και με απόσταση τουλάχιστον ίση προς το 75% της κάθετης διάστασης του κτιρίου.
- Τουλάχιστον το 75% των κατακόρυφων φορτίων πρέπει να μεταφέρονται από διατημητικούς τοίχους που συμμετέχουν στην ανάληψη οριζόντιων σεισμικών φορτίων.
- Διαφοροποίηση μάζας καθ' ύψος $\leq 20\%$.
- Μέγιστη απόσταση 7m μεταξύ εγκάρσιων τοίχων που αντιστηρίζουν επιμήκη τοίχο.

- Η οριζόντια διατομή των φερόντων τοίχων, σε κάθε διεύθυνση, ως ποσοστό (%) του αθροίσματος των επιφανειών των υπερκειμένων ορόφων, σε κάθε όροφο πρέπει να είναι:
- Ένα παράδειγμα διώροφου κτιρίου, σχεδιασμένου με τους κανόνες για τα απλά κτίρια, φαίνεται στα επόμενα δύο σχήματα. Επισημαίνεται ότι το κτίριο αντιστοιχούσε στην παλιά ζώνη I ($a_g=0.12$) του αντισεισμικού κανονισμού, πριν δηλαδή από την αναθεώρηση του 2003. Η ισχύουσα σήμερα ζώνη I αντιστοιχεί σε $a_g=0.16$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ FEDRA

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ -ΤΙ ΚΑΝΕΙ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Το πρόγραμμα FEDRA-Τοιχοποιία βοηθάει στην μελέτη κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία. Είναι βασισμένο στον Ευρωκώδικα 6 για τα αφωρόντα την τοιχοποιία. Για την ολοκλήρωση της επίλυσης του κτιρίου επιλύονται και διαστασιολογούνται επίσης τα δάπεδα, τα υποστυλώματα και η θεμελίωση από μπετόν βάσει του Ελληνικού Κανονισμού Οπλισμένου Σκυροδέματος, η στέγη βάσει του Ευρωκώδικα 5. Ο υπολογισμός και κατανομή των σεισμικών δυνάμεων γίνεται βάσει του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού-ΕΑΚ 2003. Επιλύονται και διαστασιολογούνται πλήρως κτίρια, των οποίων ο σεισμός παραλαμβάνεται εξ ολοκλήρου από τους τοίχους.

Με το πρόγραμμα παράγεται ένα πλήρες και ολοκληρωμένο τεύχος μελέτης, με σχέδια κατόψεων και ξυλοτύπων. Υπάρχει ενσωματωμένο σχεδιαστικό με το οποίο είναι εφικτό να δοθούν τα δεδομένα (τοίχους, ανοίγματα, δοκούς κλπ) σε απλά σχέδια κατόψεων.

Το έμπειρο σύστημα του προγράμματος, αναλαμβάνει να κάνει με ασφάλεια την αναγνώριση του στατικού μοντέλου από τα σχέδια απαλλάσσοντας έτσι τον χρήστη από την αντίστοιχη χρονοβόρα και επιρρεπή σε λάθη διαδικασία. Το στατικό μοντέλο και η μεθοδολογία επίλυσης επιλέχθηκαν για να αποδώσουν τα πιο ακριβή αποτελέσματα εντατικών μεγεθών σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ισχυόντων κανονισμών και τις πιο προηγμένες μεθόδους επίσης όπως η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων.

Τα τεύχη της μελέτης που παράγεται είναι αναλυτικότερα, με σύντομη περιγραφή των μεθόδων επίλυσης και επεξηγήσεις των αποτελεσμάτων. Σχέδια κατόψεων και ξυλοτύπων που παράγονται ολοκληρώνουν τις απαιτήσεις μιας μελέτης. Ο χρήστης έχει πλήρη εποπτεία με γραφικές παραστάσεις των αποτελεσμάτων των πεπερασμένων στοιχείων, καθώς και πλήρη επισκόπηση των τευχών εκτύπωσης όπως θα εκτυπωθούν.

Όσο πρωτοποριακό, εύχρηστο και γρήγορο και αν είναι το πρόγραμμα, σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αντικαταστήσει την εμπειρία, γνώση, άποψη και τεχνική οξυδέρκεια του μηχανικού που κάνει κάποια μελέτη. Το πρόγραμμα είναι απλώς ένα εργαλείο υποβοήθησης στην εκτέλεση της μελέτης, που μαζί με τον Η/Υ δίνει την δυνατότητα στον μελετητή σε ελάχιστο χρόνο, χρησιμοποιώντας προηγμένες μεθόδους με μεγάλο αριθμό αγνώστων προς επίλυση, να παίρνει αποτελέσματα. Όμως ο μελετητής μηχανικός δεν πρέπει να ξεχνά ότι είναι ο κύριος υπεύθυνος για τη σωστή είσοδο δεδομένων και χρήση του προγράμματος, καθώς επίσης και για την όρθη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

2. FEDRA ME EAK 2000

Οι υπολογισμοί των σεισμικών δυνάμεων έχουν εναρμονιστεί με τις απαιτήσεις του EAK 2000 (απλοποιημένη φασματική μέθοδος). Επιπλέον η θεμελίωση των τοίχων και υποστηλωμάτων εναρμονήστηκε με τον Ευρωκώδικα 7 και EAK 2000. Αντί για επιτρεπόμενη τάση σ_E χρησιμοποιείται πλέον η θληπτική αντοχή εδάφους q_u N/mm². Η τιμή q_u σε σχέση με την σ_E (επιτρεπόμενη τάση) σύμφωνα με το παράρτημα Z του EAK είναι $q_u = 2.1 \cdot \sigma_E$, όπου $i = (1 - V/N)^{1.4}$. Ανάλογα με την σεισμική επιβάρυνση έχουμε $V/N = 0.250.50$ οπότε $q_u = 1.30 \sigma_E \sim 0.75 \sigma_E$.

3. FEDRA ME EAK 2003

Τροποποίηση και συμπλήρωση αντισεισμικού κανονισμού EAK 2000. Υπάρχουν μόνο 3 ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας, $i = 0.16$, $ii = 0.24$, $iii = 0.36$. Οι ζώνες αυτές και ο αντίστοιχος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας συμπεριλήφθηκαν στο πρόγραμμα, καθώς και οι αντίστοιχες απαιτούμενες αλλαγές στους υπολογισμούς.


4. ΒΑΣΙΚΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Οι βασικοί χειρισμοί στο πρόγραμμα είναι οι εξής:

1. Αρχεία, παράμετροι προγράμματος, βάσεις δεδομένων με υλικά, συντελεστές, παράμετροι εκτύπωσης.

Όλες αυτές οι διεργασίες γίνονται με τα μενού στην κορυφή του προγράμματος.


2. Υπολογισμοί

Οι παράμετροι, οι συντελεστές για κάθε μελέτη και οι υπολογισμοί φαίνονται στο κίτρινο φύλλο υπολογισμών. Οι ενέργειες υπολογισμών ή αλλαγής παραμέτρων μελέτης γίνονται κάνοντας κλικ στις αντίστοιχες γραμμές του κίτρινου φύλλου υπολογισμών. Υπολογισμοί που γίνονται ή συντελεστές που καθορήστηκαν μαρκάρονται μπροστά με ένα κόκκινο .



Εικόνα 30 Υπολογισμοί

3. Τεύχη

Συγχρόνως με τους υπολογισμούς παράγονται και τα αντίστοιχα τεύχη, δεξιά στο πράσινο φύλλο τευχών. Κάθε τεύχος που παράγεται μαρκάρεται με ένα πράσινο  μπροστά. Κάνοντας κλικ στις αντίστοιχες γραμμές του φύλλου των τευχών (προεσκόπηση) φαίνονται τα τεύχη όπως θα εκτυπωθούν.

4. Εκτυπώσεις

Οι εκτυπώσεις των τευχών και σχεδίων γίνονται με το μενού των εκτυπώσεων ή τα κουμπιά πάνω δεξιά.

5. Βοήθεια

On-lineβοήθεια

6. Νομοθεσία

Εθνικό Κείμενο Εφαρμογής Ευρωκώδικα 6 (1996)

Ευρωκώδικας 6,ENV 1996-1-1(1995)

Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (1995)

Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (2000)

Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (1997)

Αντισεισμικός Κανονισμός (1984)

Αντισεισμικός Κανονισμός (1992-2000) (NEAK)

Αντισεισμικός Κανονισμός (2001-....) (ΕΑΚ)

Τροποποιήσεις ΕΑΚ (2003)

Φορτία κατασκευών

7. Εκμάθηση

On-line εκμάθηση του προγράμματος μέσα από το παράδειγμα, που εμφανίζεται σταδιακά στην οθόνη σας.

5. ΤΙ ΣΥΜΒΑΪΝΕΙ Μ'ΟΛΙΣ ΠΡΩΤΟΤΟΠΟΘΕΤΗΘΕΙ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

- καθορίζονται οι παράμετροι, κτίριο, υλικά, σεισμική ζώνη και συντελεστές της περιοχής σας.

Αυτό γίνεται με τις εντολές του μενού **Παράμετροι**

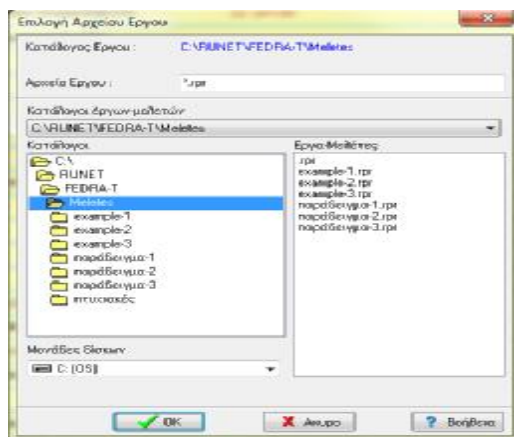
- δημιουργείται ένας ή δυο καταλόγοι έργων.

Αυτό γίνεται με το μενού **Επιλογές-Κατάλογος έργου**

- επιλέγονται γραμματοσειρές για τα τεύχη σας, με το μενού **Επιλογές-Εμφάνιση εκτυπώσεων** και τεστάρεται ο εκτυπωτής γι' αυτή τη γραμματοσειρά (αν δουλεύουν τα ελληνικά) με την εντολή του μενού **Αρχαία-Τεστ Εκτυπότη.**

6. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΜΙΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΊΝΑΙ ΕΝ ΣΥΝΤΟΜΊΑ ΤΑ ΑΚΟΛΟΥΘΑ.

1. Ανοίγμα ενός αρχείου μελέτης



Εικόνα 31 Βασικά στάδια μιας μελέτης.

2. Αφού ανοίξει το αρχείο οι αρχικοί συντελεστές και παράμετροι ενημερώνουν το αρχείο της νέας οικοδομής. Οι αρχικοί αυτοί συντελεστές (υλικά, σεισμικοί συντελεστές, φορτία)

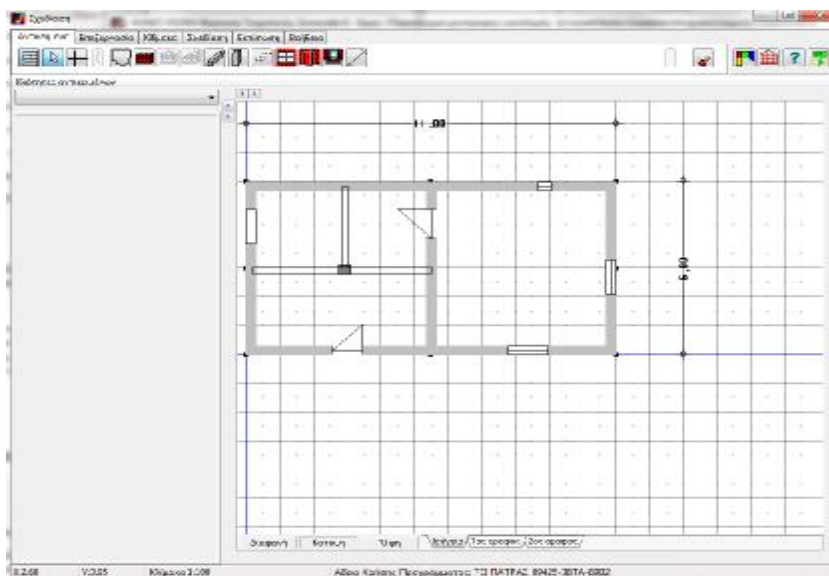
Διατηρούνται συνεχώς το πρόγραμμα και αλλάζουν μέσω του μενού Παράμετροι.

3. Ελέγχονται οι συντελεστές και οι παράμετροι της μελέτης στο κίτρινο φύλλο αριστερά και αν χρειάζεται να ελεγχθεί κάτι, τότε γίνεται επιλογή στην αντίστοιχη επιλογή του πίνακα, π.χ. να προστεθούν ορόφοι στο κτίριο.



Εικόνα 32 Μορφή κτιρίου-ορόφοι

4. Εν συνεχεία γίνεται επιλογή σχεδίασης (Σχεδίαση)



Εικόνα 33 Επιλογή σχεδίασης

5. Αφού δοθούν τα δομικά στοιχεία στη σχεδίαση (τοιχοί, ανοίγματα, δοκοί, υποστυλώματα) γίνεται η επιλογή αναγνώριση πλακών πατώντας το κουμπί πάνω δεξιά, ή έξω από την σχεδίαση όπου ο δείκτης δείχνει Πλάκες. Πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμα και αν έχει ξύλινα δάπεδα και στέγες πρέπει Να γίνει αναγνώριση πλακών. Στην περίπτωση ξύλινων δαπέδων πρέπει οποσδήποτε να κλείνει το εξωτερικό περίγραμμα σαν ένας χώρος για να είναι δυνατός ο υπολογισμός φορτίων δαπέδων.

6. Αφού γίνει αναγνώριση πλακών επιλέγεται η γραμμή του κίτρινου φύλλου υπολογισμών αριστερά (Επίλυση) και πατώντας το κουμπί “Υπολόγισε” γίνονται όλοι οι υπολογισμοί. Από το μενού παράμετροι στο παράθυρο υπολογισμών υπάρχει δυνατότητα επίλυσης ρυθμίσεων μερικών παραμέτρων επίλυσης.

7. Αφού γίνουν οι υπολογισμοί φαίνονται τα τεύχη ή τα σχέδια όπως θα εκτυπωθούν κάνοντας κλικ στο δεξιά φύλλο τευχών, όπου τα τμήματα του τεύχους εμφανίζονται κατά ενότητες. Οποσδήποτε πρέπει να ελεγχεί το τμήμα του τεύχους με τίτλο Επίλυση έλεγχοι τοίχων. Αν κάτι εμφανίζεται με κόκκινο στο τεύχος σημενεί ανεπάρκεια στην επίλυση και πρέπει να γίνουν αλλαγές στα δομικά στοιχεία.

8. Τέλος για την πραγματοποίηση της εκτύπωσης γίνεται κλικ στο κουμπί εκτύπωσης τευχών ή σχεδίων πάνω δεξιά.

7. ΣΧΕΔΙΑΣΗ

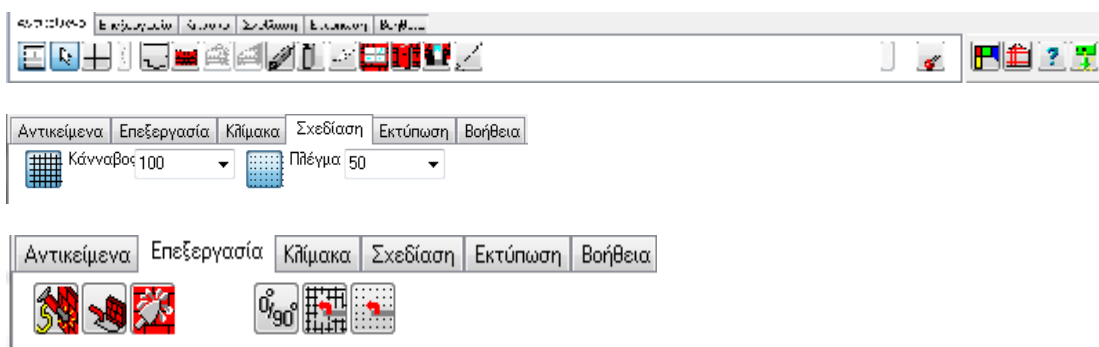
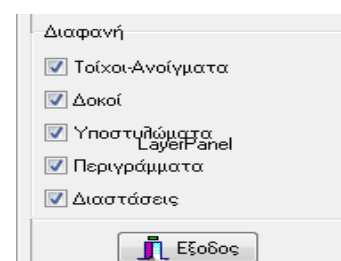
Το σχεδιαστικό τμήμα του προγράμματος είναι φτιαγμένα με την φιλοσοφία “righttothepoint” δηλαδή εύχρηστο και χωρίς περιττές

διαδικασίες, έτσι μέσα σε ελάχιστο χρόνο να μπορεί κανείς να δίνει με ακρίβεια όλα τα απαραίτητα δομικά στοιχεία.

Τα αντικείμενα φαίνονται στην παλέτα στο πάνω μέρος και είναι: περίγραμμα, τοίχοι, παράθυρα, πόρτες, δοκοί, υποστηλώματα, ενισχυμένες ζώνες, πρόβολοι, διαστάσεις.

Κάθε αντικείμενο έχει χαρακτηριστικές ιδιότητες όπως μήκος, θέση κλπ. Οι ιδιότητες αυτές φαίνονται και

τροποποιούνται στο αριστερό παράθυρο. Τα αντικείμενα επιλέγονται ένα-ένα κάνοντας κλικ με το ποντίκι και τοποθετούνται στην οθόνη. Αυτόματα παίρνουν όνομα και προκαθορισμένες ιδιότητες. Εν συνεχεία κάνοντας κλικ στο κάθε αντικείμενο γίνεται να μετακινηθούν με το ποντίκι ή να αλλάξουν οι ιδιότητες του.



Εικόνα 34 Σχεδίαση

Τα αντικείμενα είναι οργανωμένα σε διαφανή ανάλογα με το είδος τους (τοίχοι-ανοίγματα-πρόβολοι, δοκοί-ενισχυμένες ζώνες, κολώνες, περιγράμματα,

διαστάσεις). Μπορούν να καθοριστούν οι κατηγορίες των αντικειμένων που είναι ορατά κάνοντας κλικ στο κουμπί “διαφανή” (κάτω από την επιφάνεια σχεδίασης).

8. ΒΉΜΑ ΠΡΟΣ ΒΉΜΑ ΈΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Για να σχεδιαστεί ένα κτίριο χρησιμοποιείται μια βοηθητική γραμμή το οποίο ονομάζεται περίγραμμα. Το περίγραμμα βοηθά στο να τοποθετούνται οι εξωτερικοί τοίχοι. Ξεκινάει με το ισόγειο.

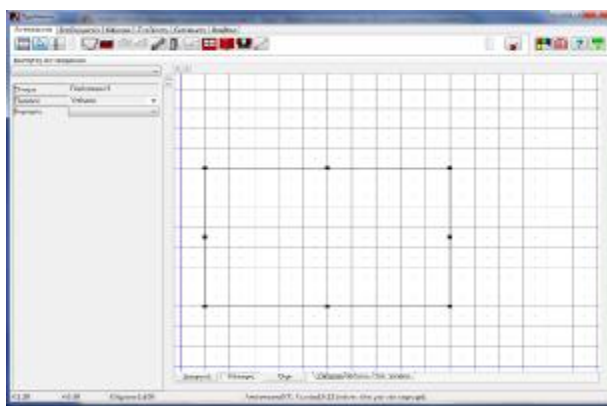
1. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγουμε περίγραμμα

Γίνεται κλικ στην επιφάνεια σχεδίασης και δίνονται οι κορυφές. Μαρκάρονται οι τέσσερις γωνίες ώστε να σχηματίζουν ορθογώνιο περίπου 5m (y) ύψος και 8m (x) μήκος. Πάντα από την κάτω αριστερά γωνία πηγαίνοντας προς δεξιά. Η ευθυγράμμιση ολοκληρώνεται στον κάναβο.

Κάτω αριστερά φαίνονται οι συντεταγμένες με βάση την κίνηση του ποντικιού, τη γωνία και το μήκος της πλευράς του περιγράμματος. Επίσης οι συντεταγμένες δίνονται και πατώντας [insert] αφού έχει επιλεγθεί το περίγραμμα. Αυτό είναι χρήσιμο όταν το περίγραμμα είναι περίπλοκο.

2. Κλείνεται το περίγραμμα με δεξί κλικ του ποντικιού αφού εφαρμοστεί η τελευταία κορυφή. Για να ευθυγραμμισθεί το ορθογώνιο πρέπει να επιλεγθεί το αντικείμενο κάνοντας κλικ μέσα ή πάνω σε αυτό. Όταν το αντικείμενο είναι επιλεγμένο γίνεται κόκκινο. Επιλέγεται το αντικείμενο και από τον πίνακα αριστερά ιδιότητες αντικειμένων.

3. Από μενού Επεξεργασία επιλέγεται Ευθυγράμμιση στον κάναβο. Το περίγραμμα ευθυγραμμίζεται στον κάναβο.

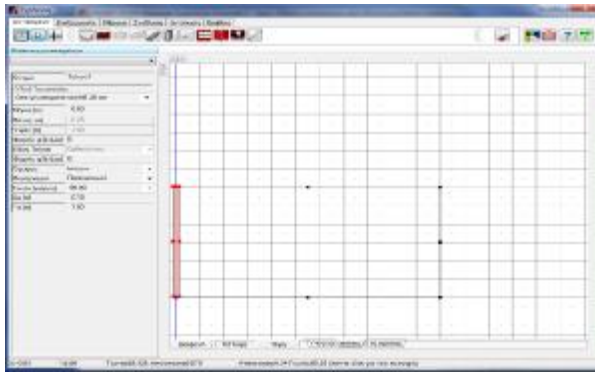


Εικόνα 35 Ευθυγράμμιση κάναβου

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Αν κάτι δεν ικανοποιεί τον χρήστη του προγράμματος, μπορεί να πατήσει το πλήκτρο Delete μπορεί να το διαγράψει.

4. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγεται Ορθογώνιο τοίχο

Μετακινείται ο δείκτης του ποντικιού στο μεσαίο κόμβο της πλευράς του περιγράμματος που θέλει ο χρήστης να τοποθετήσει το νέο τοίχο κάνοντας κλικ. Ο τοίχος ευθυγραμμίζεται στην πλευρά του περιγράμματος. Η αρίθμηση των τοίχων γίνεται με τη σειρά που δημιουργούνται.



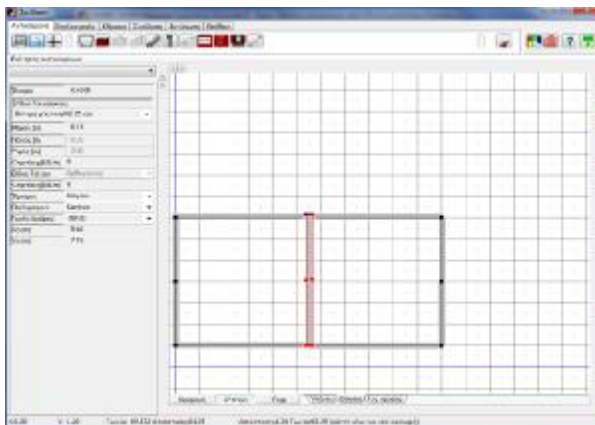
Εικόνα 36 Ορθογώνιος τοίχος

5. Με τον ίδιο τρόπο δημιουργούνται και οι υπόλοιποι τοίχοι.

6. Στην συνέχεια δημιουργείται ένας εσωτερικός τοίχος από τον τοίχο 2 στον τοίχο 4, περίπου 3m από τα αριστερά, κάνοντας κλικ στα δυο άκρα του.

Προς το παρόν έχει τελειώσει η δημιουργία των τοίχων.

Μπορεί ο χρήστης να σύρει τους τοίχους ή τις δοκούς με το ποντίκι ή να δώσει την ακριβή τους θέση από τις “Ιδιότητες αντικειμένων “. Από τις “Ιδιότητες αντικειμένων” επίσης μπορούν να επιλεγθούν διαφορετικά υλικά τοίχων ή να αλλαχθούν οι διαστάσεις. Με τον ίδιο τρόπο τοποθετούνται υποστυλώματα, παράθυρα, πόρτες κλπ. Επίσης μπορούν να συρθούν όλα τα αντικείμενα με το ποντίκι σε άλλη θέση.



Εικόνα 37 Ορθογώνιος τοίχος

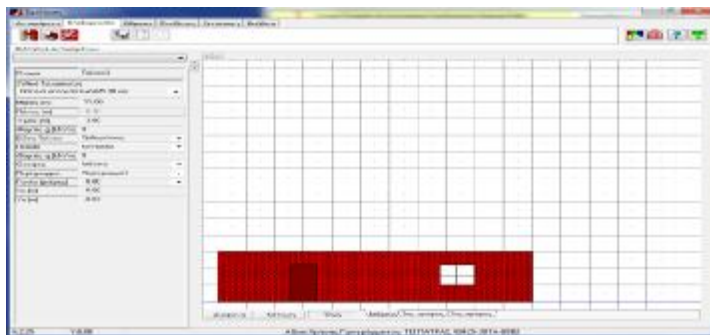
7. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγουμε υποστύλωμα και κάνουμε κλικ στο κέντρο του δωματίου. Το υποστύλωμα δημιουργήθηκε.

8. Σε αυτό το βήμα δημιουργείται μία δοκός από τον τοίχο 5 έως τον τοίχο 3 που περνάει πάνω από το υποστύλωμα.

9. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγεται δοκός. Επιλέγεται στο μέσο του τοίχου 5 και κατόπιν στο μέσο του τοίχου 3. Η δοκός δημιουργήθηκε.

10. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγεται παράθυρο και δημιουργούνται μερικά παραθύρα επιλέγοντας το σημείο που θέλουμε να τοποθετηθούν. Το παράθυρο δημιουργείται με τις προκαθορισμένες παραμέτρους του. Μπορείτε να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός ανοίγματος από το παράθυρο “Ιδιότητες Αντικειμένου”. Έχει τελειώσει η σχεδίαση της κάτοψης της ισογείου.

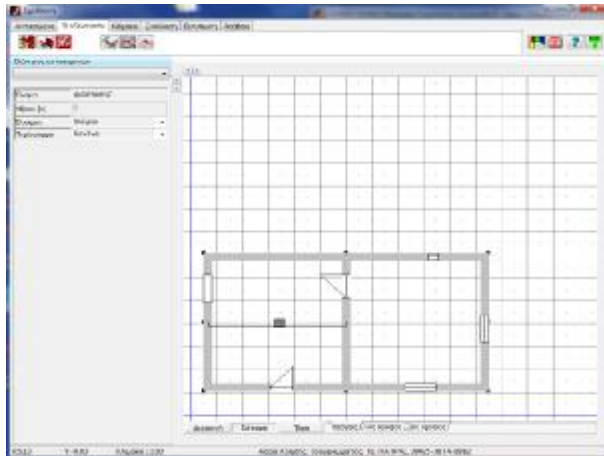
11. Για να φανεί η όψη ενός τοίχου στο ισόγειο επιλέγεται ο τοίχος και κατόπιν στο κουμπί όψη κάτω από την επιφάνεια σχεδίασης. Επιστρέφεται στην σχεδίαση της κατοψης της ισογείου επιλέγοντας το κουμπί κάτοψη κάτω από την επιφάνεια σχεδίασης.



Εικόνα 38 Όψη

Συνεχίζοντας με την σχεδίαση του πρώτου ορόφου. Εφόσον ο πρώτος όροφος είναι παρόμοιος με το ισόγειο απλά θα αντιγραφεί η κάτοψη του ισογείου στην κάτοψη του πρώτου ορόφου και έπειτα γίνονται οι απαραίτητες αλλαγές.

12. Επιλέγεται το τετράγωνο και σχηματίζεται ένα τετράγωνο που περικλείει όλη την κάτοψη του ισογείου.



Εικόνα 39 Δοκός και Υποστύλωμα

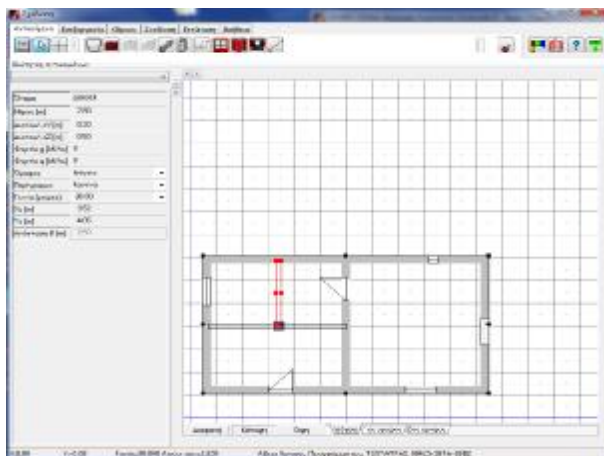
13. Από το μενού Επεξεργασία επιλέγεται αντιγραφή

14. Κάνεται κλικ στην σελίδα [πρώτος όροφος] (κάτω από την επιφάνεια σχεδίασης).

15. Από το μενού Επεξεργασία επιλέγεται επικόλληση. Είναι πολύ σημαντικό οι τοίχοι να αντιγραφούν από το ισόγειο στον πρώτο όροφο και όχι από το ισόγειο στο ισόγειο. Σε αυτή την περίπτωση θα αντιμετωπιστούν προβλήματα με την αναγνώριση τοπολογίας του κτιρίου λόγω της ύπαρξης τοίχων πάνω από τοίχους στον ίδιο όροφο, οπότε δεν μπορεί να γίνει κατανοητός ο φέρων οργανισμός του κτιρίου.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ :πρώτα αλλάζεται όροφο και μετά επιλέγεται επικόλληση.

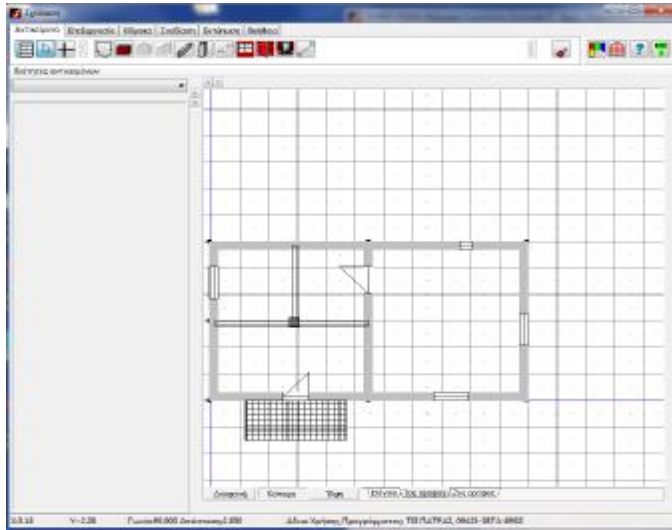
16. Σχεδιάζεται μια δοκό από το υποστύλωμα στον πάνω τοίχο. Στη συνέχεια σχεδιάζεται ένας πρόβολος και μια πόρτα στην κάτοψη του πρώτου ορόφου.



Εικόνα 40 Δοκός

17. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγεται πρόβολος και επιλέγεται το μέσο του δεξιού τοίχου.

18. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγεται πόρτα και επιλέγεται ο τοίχος μπροστά από το πρόβολο. Στη συνέχεια δημιουργούνται κάποιες διαστάσεις στην κάτοψη του ισόγειου.



Εικόνα 41 Κάτοψη

19. Επιστρέφοντας στο ισόγειο κάνοντας κλικ στη σελίδα “ισόγειο” (κάτω από την επιφάνεια σχεδίασης).

20. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγεται διάσταση

21. Επιλέγεται συνεχής σχεδίαση.

22. Επιλέγεται τους τοίχους, παράθυρα και άλλα αντικείμενα που θα τοποθετηθούν διαστάσεις.

23. Επιλέγεται συνεχής σχεδίαση, για να διακοπεί η συνεχής σχεδίαση. Η κατάσταση συνεχούς σχεδίασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλα τα αντικείμενα. Επίσης μπορεί να δημιουργηθεί μια διάσταση επιλέγοντας τα δύο άκρα της. Το πρόγραμμα δεν περιλαμβάνει τη σχεδίαση κλίμακας (σκάλας) αλλά μπορεί να δηλωθεί μια πλάκα ως άνοιγμα για το κλιμακοστάσιο.

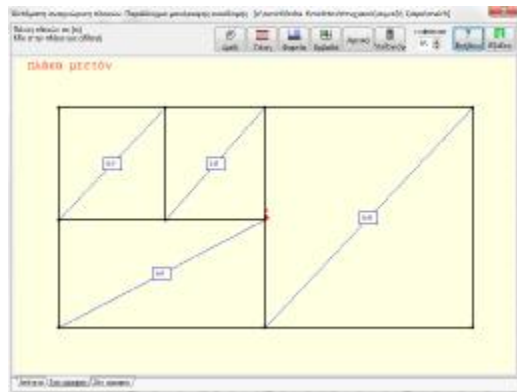
24. Επιστρέφεται στην κάτοψη του πρώτου ορόφου.

25. Επιλέγεται “αναγνώριση πλακών”. Στον πρώτο όροφο φαίνεται ότι έχει γίνει αναγνώριση τεσσάρων πλακών οι οποίες έχουν το προκαθορισμένο πάχος.

26. Επιλέγεται το κουμπί “πάχη” για να δούμε τα πάχη της κάθε πλάκας.

27. Επιλέγεται η πλάκα Π3 και δίνεται πάχος 0,00. Αυτή η περιοχή τώρα αποτελεί το άνοιγμα για το κλιμακοστάσιο. Αν η τοπολογία των πλακών δεν είναι σωστή, αυξάνεται την τιμή d_{min} και επιλέξτε το κουμπί υπολόγισε. Στη συνέχεια, επιλέγεται έξοδος για την έξοδο από το τμήμα “αναγνώριση πλακών”. Επιλέγεται έξοδος “exit”

για την έξοδο για το σχεδιαστικό του προγράμματος. Επιλέγεται “επίλυση” στο κίτρινο φύλλο για να γίνει η ανάλυση του φέροντος οργανισμού του κτιρίου.



Σχεδίαση - Υπολογισμοί		
✓	Σχεδίαση	τοιχο-ανοίγματα-δοκοί
✓	Αναγνώριση τοπολογίας κτιρίου	τοπολογία πλακών φορτία
👍	Υπολογισμοί - Διαστασιολόγηση	υλικά *πλάκες* *δοκοί* *τοιχοί* *υπασ*

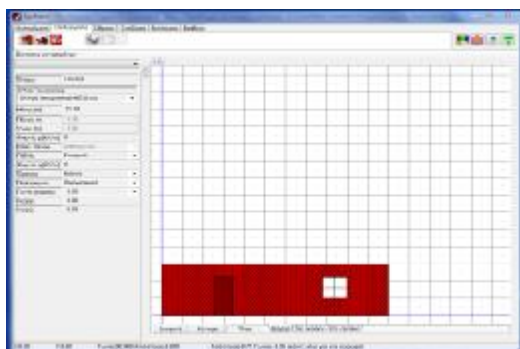
Εικόνα 42 Πλάκες-Αναγνώριση τοπολογίας κτιρίου

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: πρέπει να ελεγχτούν τα τεύχη της επίλυσης για την παρουσία σχολίων σε κόκκινο χρώμα το οποίο επισημαίνει λάθη στην στατική σχεδίαση του κτιρίου.

Σε αυτήν την περίπτωση τροποποιούνται οι παράμετροι (π.χ. αλλάζετε τα υλικά των τοίχων) και επαναλάβετε την επίλυση.

9. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

1. Τοίχος: υλικό, οπτ/μή υπερμπατική-M2, μήκος (m), πάχος (m), ύψος H_a (m), ύψος H_B (m), είδος τοίχου-τριγωνική σκεπή, ύψος $H_m(m)$, απόσταση L_m (m), όροφος-πρώτος όροφος, περίγραμμα-κανένα, γωνία (μοίρες), X_o (m), Y_o (m).



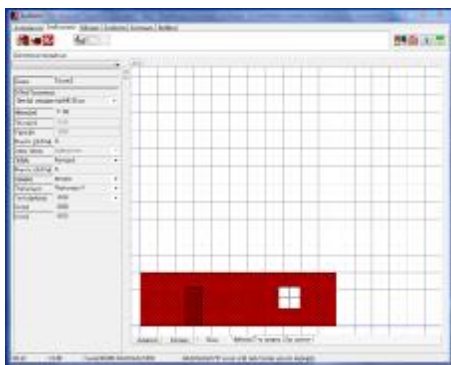
Εικόνα 43 Ιδιότητες αντικειμένων

2. Δοκός: μήκος (m), διατομή dY (m), διατομή dZ (m), φορτίο (kN/m), όροφος-ισόγειο, περίγραμμα-κανένα, γωνία (μοίρες), X_o (m), Y_o (m), απόσταση θ σε (m).



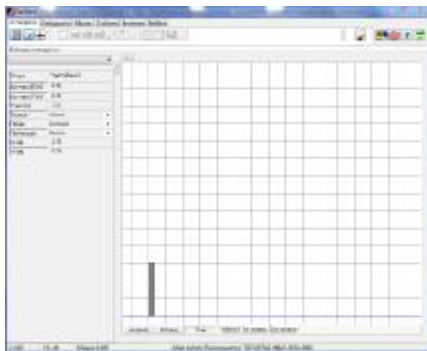
Εικόνα 44 Δοκός

3. Παράθυρο: κάτοχος-τοίχος, άνοιγμα (m), ύψος (m), απόσταση L_a (m), κάτωκασι.



Εικόνα 45 Παράθυρο

4. Υποστύλωμα: διατομή dX (m), διατομή dY (m), ύψος (m), όροφος-ισόγειο, πέδιλο-κεντρικό, περίγραμμα-κανένα, X_o (m), Y_o (m).

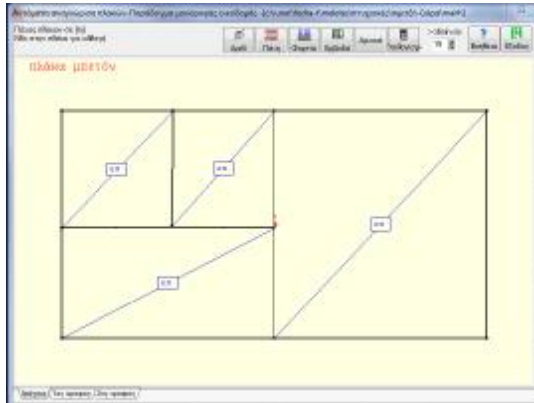


Εικόνα 46 Υποστύλωμα

10. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΛΑΚΩΝ

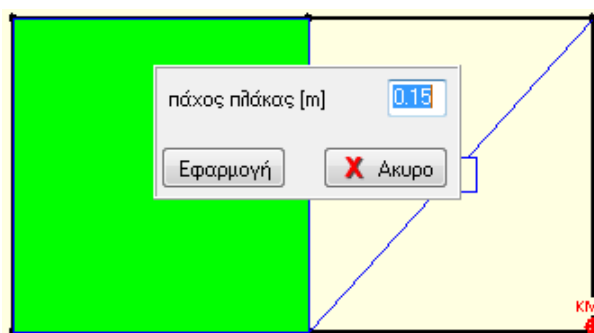
Στο πρόγραμμα έχει ενσωματωθεί ένα έμπειρο σύστημα αυτόματης αναγνώρισης του στατικού μοντέλου του κτιρίου από τα δεδομένα του σχεδίου. Έτσι η τοπολογία των πλακών αναγνωρίζεται αυτόματα. Δηλαδή, για κάθε πλάκα αναγνωρίζονται αυτόματα οι περιβάλλοντες δοκοί και η συνέχεια κατά κάθε κατεύθυνση καθώς και το στατικό σύστημα των λωρίδων επίλυσης κατά Marcus. Η αναγνώριση πλακών είναι

απαραίτητη για να προχωρήσει περαιτέρω η επίλυση. Πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμα και αν υπάρχουν ξύλινα δάπεδα και στέγες πρέπει να γίνει αναγνώριση πλακών. Στην περίπτωση ξύλινων δαπέδων πρέπει οπωσδήποτε να κλείνει το εξωτερικό περίγραμμα σαν ένας χώρος για να είναι δυνατός ο υπολογισμός φορτίων δαπέδων. Ενεργοποιείται η αναγνώριση πλακών είτε από το αντίστοιχο εικονίδιο στο σχεδιαστικό είτε από το κεντρικό παράθυρο επιλέγοντας Πλάκες.



Εικόνα 47 Πλάκες

Η αναγνώριση των πλακών βασίζεται σε μια βασική απόσταση d_{min} που μπορεί να αλλάξει με τις τιμές στο πλαίσιο τιμών πάνω δεξιά. Η ελάχιστη απόσταση αναγνώρισης πλακών, χρησιμοποιείται για να κλείνουν τα κενά μεταξύ των δομικών στοιχείων. Αν στην αναγνώριση δεν κλείνουν οι πλάκες αυξάνεται αυτή η απόσταση. Μια απόσταση αρχική γύρω στο μισό πάχος τοίχου είναι καλή και έτσι καθορίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα. Αυτή η απόσταση διευκολύνει από το να τοποθετείται ακριβώς στο χλιοστό τους τοίχους και τα δοκάρια. Αν δεν εφάπτονται ή αν δεν πατάνε ακριβώς, το έμπειρο σύστημα βασιζόμενο στην απόσταση d_{min} κλείνει τα κενά εκεί που πρέπει. Το παράθυρο αναγνώρισης πλακών μπορεί να καθοριστεί ή να διαφοροποιηθεί η αρίθμηση των πλακών τα πάχη και τα φορτία πλακών επιλέγοντας τα αντίστοιχα εικονίδια και εν συνεχεία στην πλάκα που αναφέρεται.



Εικόνα 48 Μορφολογία πλάκας

Αν μια πλάκα είναι τρύπα τότε το πάχος ισούται με μηδέν. Αν τμήμα πλάκας είναι τρύπα τότε περικλείεται με ενισχυμένες ζώνες. Αν έχουν γίνει πολλές αλλαγές και χρειάζεται να επανέλθουν τα προκαθορισμένα φορτία τότε αφού επιλεγθούν τα

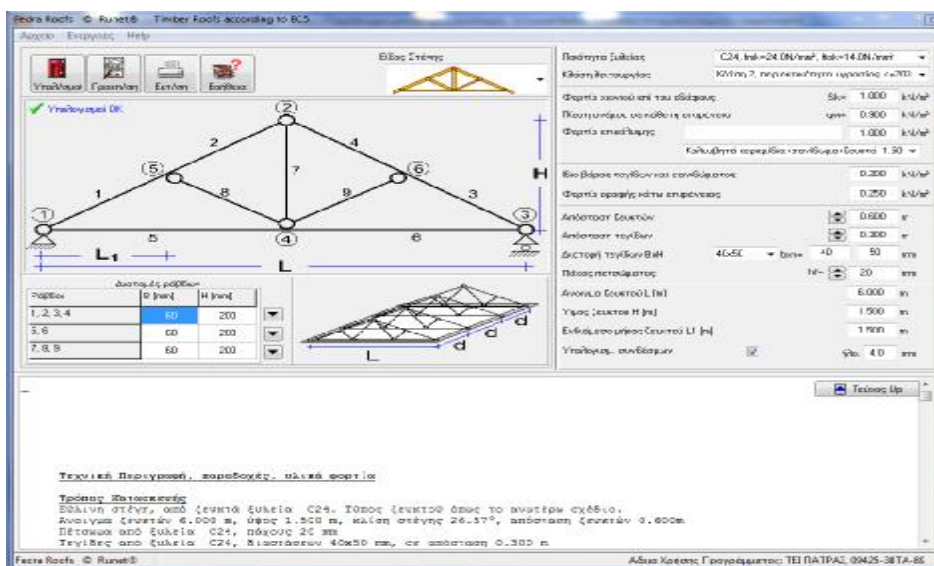
φορτία επιλέγεται το κουμπί Προ/να. Όταν αλλάζει το dimin, επιλέγεται το κουμπί Υπολ/σε για να ξαναγίνει η αναγνώριση πλακών.

11. ΕΠΙΛΥΣΗ

Στην επίλυση προστέθηκε το μενού Παράμετροι από όπου μπορεί να επιλεγεί: τριγωνικό διάγραμμα κατανομής σεισμού σύμφωνα με τον ισχύοντα ΕΑΚ ή ορθογωνικό διάγραμμα κατανομής σεισμού. Στην περίπτωση αυτή ο σεισμός λαμβάνεται 1χΜόνιμα+1χΚινητά+Σεισμός. Για κατακόρυφη φόρτιση επιλέγεται $1.35xg+1.50xq$ σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 6 ή $0.0xg+1.00xq$, σύμφωνα με τον κανονισμό. Ο Ευρωκώδικας 6 απαιτεί παρ. 3.6.3(8) μείωση της διατμητικής αντοχής κατά 0.70 για να δυνάμεις φορτίσεις. Αυτή η απαίτηση του Ευρωκώδικα μπορεί να απενεργοποιηθεί. Οι επιλογές αυτές δεν διατηρούνται, άρα κάθε φορά που κάνετε επίλυση πρέπει να ενεργοποιούνται.

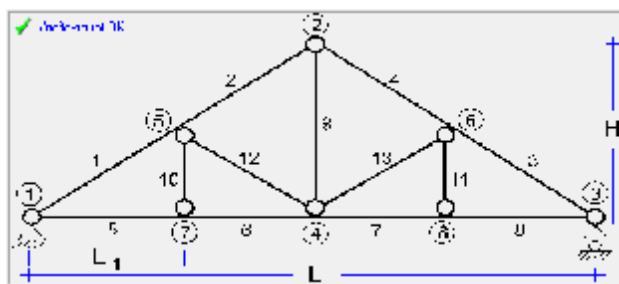
12. ΣΤΕΓΗ

Μπορεί να επιλυθούν και να διαστασιολογηθούν μερικές τυπικές στέγες. Σε μια οικοδομή ανάλογα με τη διάταξη των τοίχων μπορεί να υπάρχουν διαφορετικές στέγες. Δίνεται η δυνατότητα καθεμία από αυτές τις στέγες (μέχρι πέντε) να υπολογισθούν συγχρόνως.



Εικόνα 49 Χαρακτηριστικά στέγης

Είδος στέγης, Διαστάσεις ζευκτού.

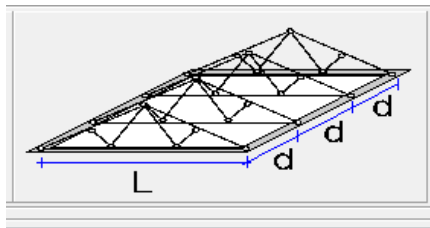


Εικόνα 50 Είδος στέγης

Εικόνα 51 Διατομές ράβδων ζευκτού.

Ράβδοι	B [mm]	H [mm]
1, 2, 3, 4	60	200
5, 6, 7, 8	60	200
9, 10, 11, 12, 13	60	200

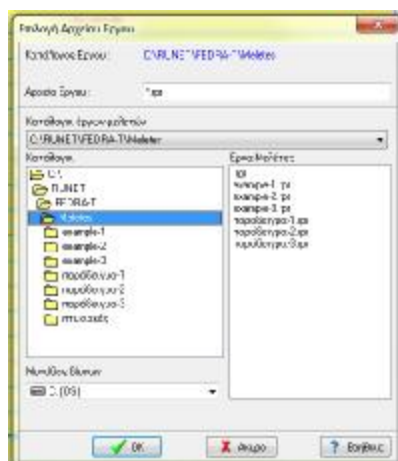
Εικόνα 52 Απόσταση ζευκτών.



13. ΑΡΧΕΙΑ

Δημιουργούνται πολλά αρχεία για τα δεδομένα, τα αποτελέσματα και τα έγγραφα του προγράμματος. Για να μην υπάρξει μπερδεμα η βασική οργάνωση των αρχείων του προγράμματος είναι ως εξής:

Για κάθε έργο ή μελέτη επιλέγεται ένα όνομα με την εντολή του μενού **Αρχείο/Έργο-Μελέτη**. Τότε στο κατάλογο του έργου δημιουργείται ένας καινούργιος κατάλογος με το όνομα του έργου.



Εικόνα 53 Αρχείο μελέτης

Όνομα Αρχείου έργου-μελέτης

Δίνεται το όνομα του αρχείου του έργου ή μελέτης. Ονόματα αρχείων όπως επιτρέπουν τα αρχεία Windows. Μπορεί να δοθεί και κατάλογος που θα

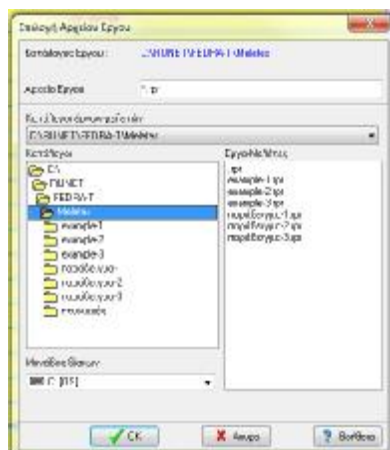
δημιουργηθεί. Το όνομα αρχείου πρέπει να έχει την κατάληξη .prt (αν παραλειφθεί προστίθεται μόνη της).

Διαγραφή Αρχείου έργου-μελέτης

Μπαίνοντας στο διάλογο όπου επιλέγεται το έργο επιλέγοντας κατάλογο και αρχείο έργου. Καθώς επιλέγεται το έργο στο πάνω πλαίσιο εμφανίζεται η ημερομηνία δημιουργίας του αρχείου, καθώς και σύντομη περιγραφή του έργου. Πατώντας το πλήκτρο **Διαγραφή** διαγράφεται, μετά από πρόσθετη επιβεβαίωση τα αρχεία και καταλόγους του έργου.

Αναζήτηση έργου-μελέτης

Μπαίνοντας σε ένα διάλογο επιλέγεται το αρχείο. Καθώς επιλέγεται το έργο στο πάνω πλαίσιο εμφανίζεται η ημερομηνία δημιουργίας του αρχείου, καθώς και η σύντομη περιγραφή του έργου. Όταν ανοιχθεί ένα αρχείο εμφανίζεται ο παρακάτω διάλογος, όπου επιλέγονται βασικές ονομασίες για τη μελέτη που εμφανίζονται και στα τεύχη.

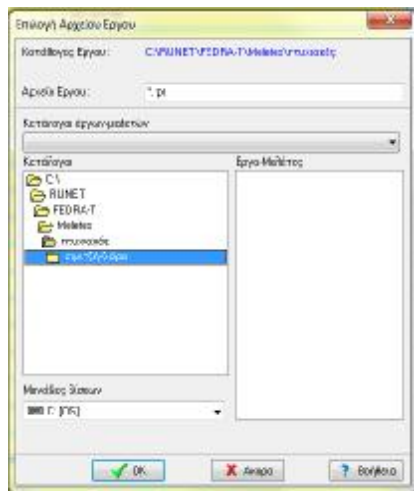


Εικόνα 54 Αναζήτηση μελέτης

Οι κατάλογοι έργων δημιουργούνται από το μενού **Επιλογές/Κατάλογος Έργου**. Καλό είναι να οργανώνονται οι μελέτες σε χαρακτηριστικούς καταλόγους (ανάλογα με το είδος ή την περιοχή).

Σχέδια σε DXF αρχεία

Αφού ανοιχθεί ένα αρχείο και πατώντας το κουμπί «αποθήκευση σε αρχεία» ανοίγει το παράθυρο όπου δίνονται τα ονόματα αρχείων dxf. Μπορούν επίσης να επεξεργαστούν τα σχέδια με το autoCAD. Τα σχέδια έχουν διάφορα layers που μπορούν να αλλάξουν τις ιδιότητες. Για να επεξεργαστεί το σχέδιο πρέπει να επιλεγθεί το select all και explode.



Εικόνα 55 Σχέδια σε DXF αρχεία

14. ΥΛΙΚΑ

Το πρόγραμμα διατηρεί μια ευρεία βάση δεδομένων με υλικά. Η βάση αυτή των δεδομένων μπορεί άμεσα να ενημερώνεται από το χρήστη του προγράμματος. Τα υλικά του προγράμματος είναι: **Τοιχοποιία, Λιθοσώματα, Κονιάματα, Σκυρόδεμα, Χάλυβας οπλισμού, Ξυλεία Στέγης**. Οι ιδιότητες των υλικών αυτών είναι σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς. Η ενημέρωση της βάσης των υλικών γίνεται με τις εντολές του μενού Παράμετροι/Υλικά. Για τα υλικά τοιχοποιίας εμφανίζεται πρώτα η λίστα των υλικών και εν συνεχεία πατώντας το κουμπί Αλλαγές ή με διπλό κλικ πάνω σε ένα υλικό μπαίνετε στο παράθυρο όπου φαίνονται όλες τις ιδιότητες αναλυτικά και μπορούν να αλλαχθούν αφού πρώτα ξεκλειδωθεί πατώντας το κουμπί Κλειστό.

Εικόνα 56 Τοιχοποιία – Λιθοσώματα

Όνομασία	Όγκοι (m³) ανά m²
Οπτόληθο κοινό 6x6x13	4.200 (N/m²)
Οπτόληθο βελτισμένο 6x6x13	4.300 (N/m²)
Οπτόληθο βελτισμένο 12x 6x25	5.000 (N/m²)
Οπτόληθο βελτισμένο 19x 9x33	5.050 (N/m²)
ΥΤ0ΜΣ 25x25x60	3.120 (N/m²)
ΥΤ0ΜΣ 25x25x80	2.880 (N/m²)
ΥΤ0ΜΣ 30x25x80	2.000 (N/m²)
Αγβού 10x9x 28x20x25	9.200 (N/m²)
Αγβού 20x15x25	0.000 (N/m²)
Γυμνάθε 20x20x25	5.750 (N/m²)
Γυμνάθε 20x20x40	4.750 (N/m²)
Τραπέζοθε	5.700 (N/m²)
ΙΣ0ΠΑΣΤ	7.350 (N/m²)
Επιχρισματούχο 1.00x 00x25	24.800 (N/m²)
Σταθεροποιητικό 30 x 30 x 70 x 7	13.040 (N/m²)
Επιχρισματούχο 1x1x1	0.000 (N/m²)
Σάβανο κορφο	4.600 (N/m²)
Σόβη	16.000 (N/m²)

Όνομασία: Οπτόληθο κοινό 6x6x13

Τύπος Λιθοσωμάτων: Οπτόληθο EN 771-1

Μήκος [mm]	Πλάτος [mm]	Ύψος [mm]	Κατηγορία	Ομάδα
190	90	60	I	2

Μέγρο Ελαστικότητα (δFσ) 2.00

Ισο βάρος (KN/m³) 15.00

Συνφ-δ 0.84

Θέλπη άντωση [N/mm²] 2.00

Ανεγμένη θέλπη άντωση 1.68

fb= 0.84x 2.00= 1.68(N/mm²)

Σημειώσεις: Οπτόληθο βελτισμένο κοινό κομψής ποιότητας παραγωγή.

Εικόνα 57 Κονιάματα

Όνομασία	Ελάχιστη Αντοχή [N/mm ²]
Τοιχοποιόκοιμο M2	2.000 [N/mm ²]
Τοιχοποιόκοιμο M5	5.000 [N/mm ²]
Τοιχοποιόκοιμο M10	10.000 [N/mm ²]
Τοιχοποιόκοιμο M15	15.000 [N/mm ²]
Κάλα ΥΤΟΜΣ	10.000 [N/mm ²]
Σταθόμενα πηρώσεις	5.000 [N/mm ²]
Σταθόμενα	15.000 [N/mm ²]
Γράβη	7.000 [N/mm ²]

Επιλογή Κονιάματος (EC6, 93.2)

Όνομασία: Τοιχοποιόκοιμο M2

Είδος Κονιάματος: Γενική εφαρμογή

Ελάχιστη Αντοχή f_{ctd} [N/mm²]: 2.000

Σημειώσεις: παράλληλο-ορθογώνιο [1] - [1.25-2.5] - [B-3]

Εικόνα 58 Σκυροδέματα

Επιλογή Κλάσσης Σκυροδέματος

Κατηγορία Αντοχής Σκυροδέματος: C12/15

Ελάχιστη Αντοχή f_{ctd} [N/mm²]: 1.18

Εφαρμοσμένη Αντοχή f_{ctd} [N/mm²]: 1.68

Εφαρμοσμένη Αντοχή f_{ctd} [N/mm²]: 2.08

Ελαστικότητα ϵ_{yk} [1/mm]: 8.27

Ελαστική Αντοχή f_{yk} [N/mm²]: 3.28

Μέτρο Ελαστικότητας E [GPa]: 26

Αριθμός Πλάκων: 8.15

Συντ. Θερμικής Διάστασης α [1/°C]: 0.0001

Εικόνα 59 Χάλυβες

Επιλογή Υλικών - Χάλυβες οπλισμένου σκυροδέματος

Κατηγορία Χάλυβα: S220

Όριο Διαρροής (MPa): 220

Εφαρμοστική Αντοχή (MPa): 220

Μέτρο Ελαστικότητας (GPa): 200

Συντ. Θερμικής Διάστασης (ανά °C): 0.0001

Υλικός ορίθμος θερμικής επέκτασης χάλυβα συμμορφωμένου υπό προεπιβλεπόμενες συνθήκες EN/DT 3093

Εικόνα 60 Ξυλεία στέγης

Υλικά-Ξυλεία Στέγης

Κατηγορία Ξυλείας (DIN-1052): II-Μαλακή

Κόμμη επιτρεπόμενη τάση [N/mm²]: 10.0

Εφαρμοσμένη επιτρεπόμενη τάση [N/mm²]: 8.5

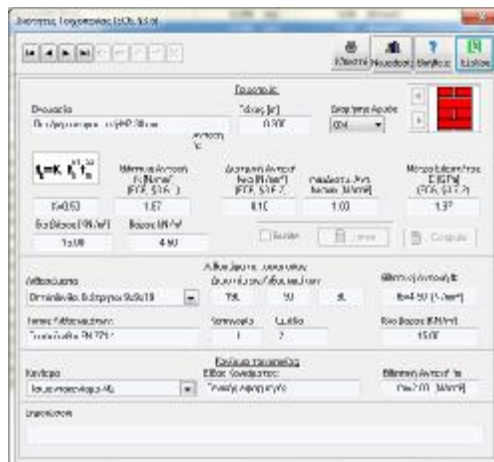
Ελάχιστη επιτρεπόμενη τάση [N/mm²]: 8.5

Διότρωση επιτρεπόμενη τάση [N/mm²]: 0.9

Μέτρο Ελαστικότητας E [GPa]: 10.0

Ενισχύσεις

Μπορούν να προστεθούν μανδύες σκυροδέματος στους τοίχους και αυτόματα να ληφθεί υπόψη η πρόσθετη θλιπτική και διατμητική αντοχή. Στην πρόσθετη διατμητική αντοχή του μανδύα λαμβάνεται υπόψη και η συμμετοχή του οπλισμού. Έτσι, από το μενού Παράμετροι|Υλικά|Τοιχοποιία, επιλέγετε τον τοίχο που θέλετε να έχει μανδύα (ή δημιουργείτε νέο) πατώντας το πλήκτρο Αλλαγές. Έπειτα, εμφανίζεται το παράθυρο αλλαγής ιδιοτήτων όπου έχει προστεθεί η ύπαρξη μανδύα. Πρέπει να πατηθεί το κουμπί κλειστό για να ενεργοποιηθεί η δυνατότητα αλλαγών. Έτσι σε κάποιο τοίχο θεωρείτε ότι υπάρχει μανδύας διπλός. Τσεκάρετε την ύπαρξη μανδύα και πατήστε το κουμπί μανδύας. Οπότε μπαίνετε στην χαρακτηριστική οθόνη που δίνονται οι ιδιότητες του μανδύα.

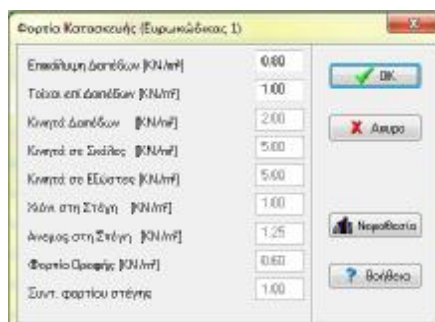


Εικόνα 61 Ενισχύσεις

Πατώντας **OK** βγαίνετε και έχουν αλλάξει οι χαρακτηριστικές τιμές f_k , f_{yk} , E και το πλάτος, συμπεριλαμβάνοντας την επίδραση του μανδύα. Με το Υπολογισμοί γίνονται οι υπολογισμοί και βλέπετε το κείμενο των υπολογισμών της πρόσθετης αντοχής του μανδύα. Με το **Βοήθεια** φαίνεται όλο το θεωρητικό υπόβαθρο υπολογισμών αντοχών μανδύα.

15. ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Καθορίζετε κάνοντας κλικ στις αντίστοιχες γραμμές του κίτρινου φύλλου υπολογισμών.



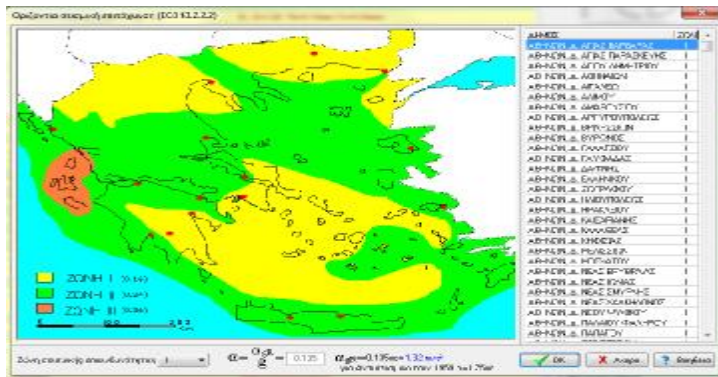
Εικόνα 62 Φορτία κατασκευής

16. ΚΑΤΑΝΟΜΉ ΦΟΡΤΙΩΝ ΕΎΛΙΝΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ ΚΑΙ ΣΤΕΓΗΣ, ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΤΕΓΗΣ

Τα φορτία της στέγης και των ξύλινων δαπέδων, κατανέμονται ισομερώς στους περίξ τοίχους. Δηλαδή αν S_L το μήκος των περίξ τοίχων τότε το φορτίο πάνω τους, λόγω στέγης ή ξύλινων δαπέδων λαμβάνεται ως $a \cdot (\text{φορτίο στέγης}) / S_L$. Όπου a ο ανωτέρω συντελεστής φορτίου στέγης.

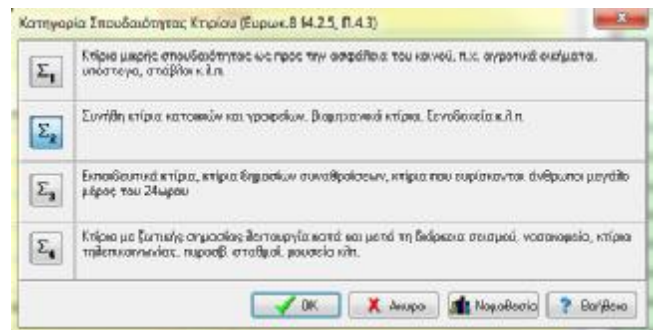
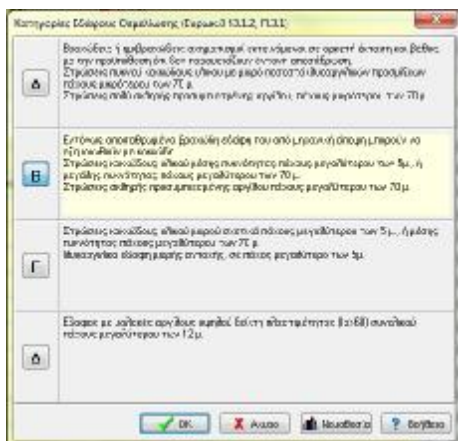
17. ΣΕΙΣΜΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

Οι σεισμικοί συντελεστές, σεισμική ζώνη, κατηγορία εδάφους και κατηγορία κτιρίου, καθορίζονται αφού γίνει κλικ στις αντίστοιχες σειρές του κίτρινου φύλλου μελέτης.



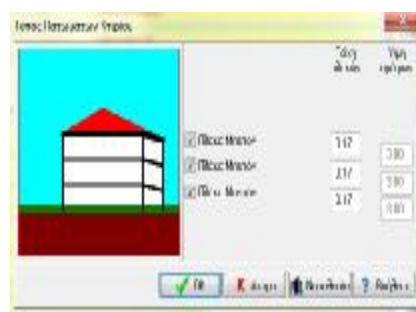
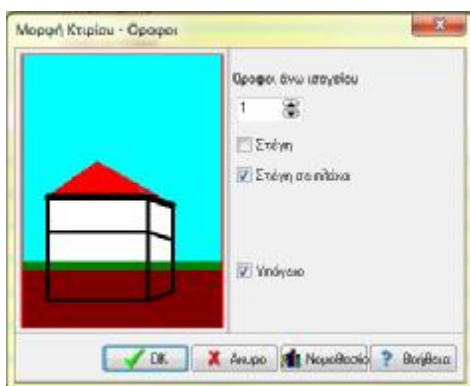
Εικόνα 63 Σεισμικοί συντελεστές

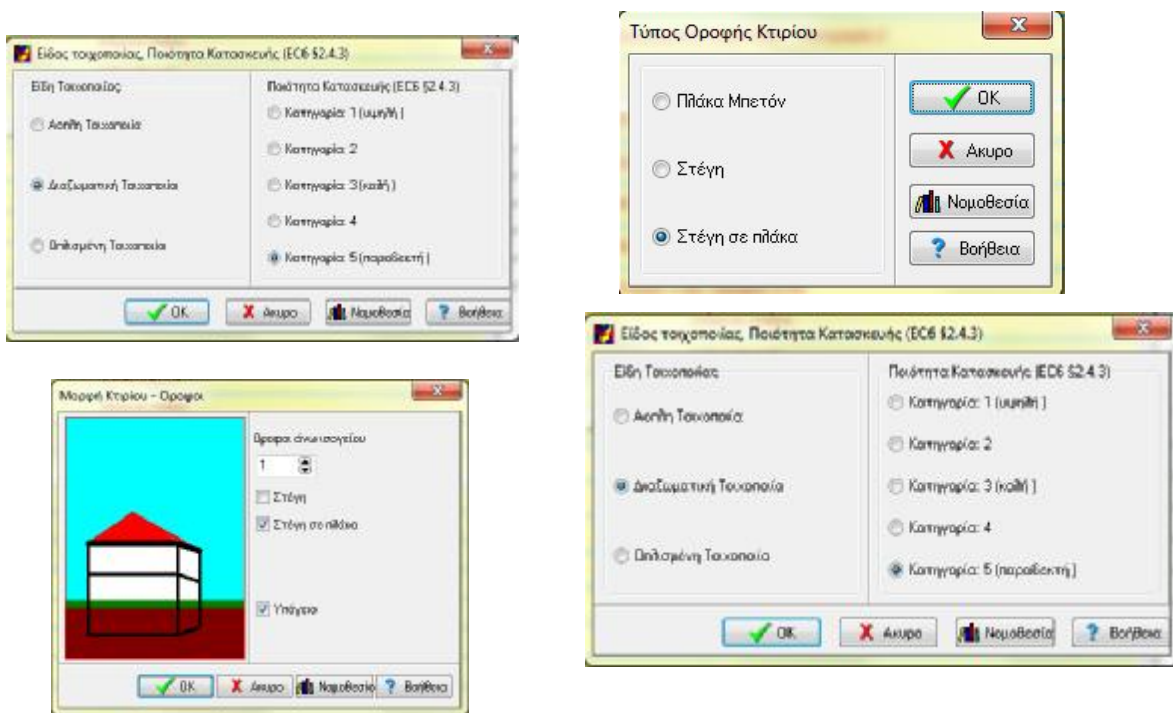
Για να καθοριστεί η σεισμική ζώνη επιλέγετε από το κάτω αριστερά πλαίσιο τιμών. Επιλέγετε κατηγορία εδάφους ή κτιρίου κάνοντας κλικ στην αντίστοιχη θέση στον πίνακα που εμφανίζεται.



18. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Τα γενικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (όροφοι, τύπος δαπέδων, ύψη ορόφων) τα δίνετε επιλέγοντας στην αντίστοιχη γραμμή του κίτρινου φύλλου υπολογισμών.





Εικόνα 64 Γενικά χαρακτηριστικά κτιρίου

19. ΑΡΧΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

Οι αρχικές τιμές είναι οι τιμές των συντελεστών του προγράμματος, π.χ., σεισμικοί συντελεστές, υλικά, φορτία κλπ., που αρχικά ενημερώνεται μια μελέτη μόλις ανοίγει ένα καινούργιο αρχείο. Τις τιμές αυτές τις καθορίζετε με τις εντολές του μενού **Παράμετροι/Αρχικές τιμές**. Στη συνέχεια από το διάλογο που εμφανίζεται επιλέγετε το τι θέλετε να καθορίσετε. Οι αρχικές τιμές που παίρνουν οι συντελεστές μιας μελέτης μπορούν να αλλάξουν εκ των υστέρων επιλέγοντας την αντίστοιχη θέση στο κίτρινο φύλλο υπολογισμών.





Εικόνα 65 Αρχικές τιμές

Βασικοί παράμετροι έμπειρου συστήματος και πεπερασμένων στοιχείων.

Δύο παράμετροι είναι βασικοί στη ρύθμιση του έμπειρου συστήματος αναγνώρισης και στο χωρισμό πεπερασμένων στοιχείων. Μπορείτε να τους αλλάξετε με το μενού **Σταθερές Υπολογιστικού μοντέλου**.

Ελάχιστη απόσταση αναγνώρισης πλακών. Η πρώτη παράμετρος είναι η παράμετρος ελάχιστης αναγνώρισης πλακών, δηλαδή το dm_{in} που αναφέρουμε στις πλάκες. Με αυτή την απόσταση αναγνωρίζεται το στατικό μοντέλο και αν τα δομικά στοιχεία δεν κλείνουν στις αποστάσεις, το έμπειρο σύστημα τα κλείνει με αυτήν την απόσταση.

Κάναβος πεπερασμένων στοιχείων. Η δεύτερη παράμετρος είναι ο αριθμός των στοιχείων που χωρίζεται κατακόρυφα ο τοίχος. Στην οριζόντια διάταξη ο χωρισμός γίνεται αυτόματα κρατώντας λόγο πλευρών στα ορθογωνικά στοιχεία μικρότερο του δύο. Ο αριθμός στοιχείων στην κατακόρυφη απόσταση καθορίζει και τον αριθμό στοιχείων που χωρίζεται ο κάθε τοίχος άρα και τα μεγέθη των μητρώων, άρα και το χρόνο επίλυσης κάθε τοίχου. Ένας αριθμός στοιχείων καθ' ύψος 8 με 10 είναι ικανοποιητικός, (σημαίνει διαστάσεις στοιχείων περίπου 30cm). Μπορείτε για παράδειγμα να αυξήσετε τον αριθμό στοιχείων καθ' ύψος και να παρατηρήσετε την μεταβολή των τάσεων των τοίχων. Θα παρατηρήσετε ότι αρκετά ικανοποιητικές τιμές και ταχύτατη χρόνοι επίλυσης επιτυγχάνονται με αριθμό 8 ή 10 άρα δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσετε μεγαλύτερους για τις περισσότερες περιπτώσεις τοίχων.

Εξομάλυνση τάσεων. Οι τάσεις που προκύπτουν από πεπερασμένα στοιχεία εξομαλύνονται κατά πλάτος για να χρησιμοποιηθούν στους ελέγχους αντοχής. Μπορείτε να επιλέξετε την κατανομή των μαζών των τοίχων. Η μάζα ενός τοίχου σε έναν όροφο προστίθεται στις μάζες της υπερκείμενης οροφής και του δαπέδου. Εν συνεχεία γίνεται ο υπολογισμός των δυνάμεων σεισμού με τριγωνική κατανομή. Δυσμενέστερη επιλογή είναι η μάζα του τοίχου να προστίθεται ολόκληρη στη μάζα της οροφής του ορόφου. Μπορείτε να επιλέξετε ένα τμήμα π.χ. 40% να προστεθεί στην οροφή και το υπόλοιπο 60% στο δάπεδο.

Κατανομή μάζας τοίχων. Μια ουσιώδης παράμετρος είναι το ποσοστό κατανομής της μάζας των τοίχων στην άνω και κάτω επιφάνεια στη σεισμική καταπόνηση. Ένα ποσοστό 50% άνω και 50% κάτω είναι μια εύλογη επιλογή.

20. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Η επίλυση του κτιρίου βασίζεται στο ότι το μέγιστο των κατακόρυφων φορτίων, καθώς και οι οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις εξ ολοκλήρου φέρονται από τους τοίχους. Η επίλυση των δαπέδων σε κατακόρυφα φορτία γίνεται ανεξάρτητα, θεωρώντας το δάπεδο σαν εσχάρα δοκών και μετακινώντας τα κινητά φορτία ώστε να επιτευχθούν οι δυσμενέστερες συνθήκες φόρτισης για κάθε δοκό. Οι πλάκες επιλύονται με τη μέθοδο των λωρίδων, Marcus. Οι οριζόντιες δυνάμεις σεισμού υπολογίζονται με ισοδύναμα στατικά φορτία βάσει ΕΑΚ. Η κατανομή των σεισμικών δυνάμεων στους τοίχους γίνεται αφού υπολογιστούν οι ακριβείς ακαμψίες των τοίχων μέσω ανάλυσης με πεπερασμένα στοιχεία. Οι τοίχοι επιλύονται με πεπερασμένα στοιχεία για τον ακριβή υπολογισμό των εντατικών μεγεθών τους στα κατακόρυφα φορτία και στα φορτία σεισμού. Η διαστασιολόγηση των στοιχείων από μπετόν, πλάκες, δοκοί, υποστυλώματα, πέδιλα γίνεται βάσει του Ελληνικού Κανονισμού Οπλισμένου Σκυροδέματος, η δε διαστασιολόγηση και έλεγχος τοίχων βάσει Ευρωκώδικα 6. Τέλος γίνονται όλοι οι έλεγχοι που απαιτούνται επί πλέον από το Εθνικό κείμενο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 6 και οι έλεγχοι για απλά κτίρια τοιχοποιίας.

Πλάκες

Η διάταξη (περιβάλλοντες δοκοί, συνέχεια, μορφή) και ότι άλλο χρειάζεται το πρόγραμμα για την επίλυση των πλακών, αναγνωρίζονται από το σχέδιο της κάτοψης αυτόματα από το έμπειρο σύστημα του προγράμματος. Ο χρήστης έχει πλήρη εποπτεία της αναγνώρισης και τοπολογίας των πλακών, καθώς και των αναλυτικών επιλύσεων και υπολογισμών στα τεύχη υπολογισμών. Ακολουθεί ένα θεωρητικό υπόβαθρο της μεθοδολογίας υπολογισμών και της διαστασιολόγησης των πλακών στις οποίες στηρίζεται το πρόγραμμα. Τα κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία σχεδόν στο σύνολο τους έχουν απλές περίπου ορθογωνισμένες μορφές κάτοψης και απλής μορφής ξυλότυπο δαπέδων. Ως εκ τούτου για την επίλυση και υπολογισμό των εντατικών μεγεθών των πλακών επιλέχθηκε και θεωρήθηκε πιο αρμόζουσα η μέθοδος Marcus. Η μέθοδος αυτή, ως γνωστόν, βασίζεται στην επίλυση διασταυρούμενων λωρίδων με κοινό βέλος κάμψης στο μέσον της πλάκας και κατανομή του φορτίου της πλάκας στις δύο κύριες διευθύνσεις. Η ευνοϊκή επίδραση της συστροφής στις ροπές ανοιγμάτων δεν λαμβάνεται υπόψη, υπέρ της ασφάλειας. Εν συνεχεία οι πλάκες επιλύονται σαν συνεχείς ανεξάρτητοι δοκοί η κάθε λωρίδα. Σύμφωνα με τον Κανονισμό Οπλισμένου Σκυροδέματος πλάκες με λόγο πλευρών μεταξύ 0.5 και 2 επιλύονται σαν τετραέρειστες, αλλιώς σαν αμφιέρειστες. Επιπλέον στο πρόγραμμα για ευνόητους λόγους, αν το φορτίο τετραέρειστης κατά τη μία διεύθυνση είναι <10% του φορτίου της πλάκας η πλάκα επιλύεται σαν διέρειστη κατά την άλλη διεύθυνση. Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών οι συνθήκες στήριξης των πλακών λαμβάνονται υπόψη μέσω κατάλληλων συντελεστών υπολογισμού ροπών στήριξης που προκύπτουν από επίλυση συνεχών δοκών ισοδύναμων ανοιγμάτων. Οι

συντελεστές αυτοί λαμβάνονται οι δυσμενέστεροι σε κάθε περίπτωση, οπότε τα προκύπτοντα εντατικά μεγέθη είναι πάντα μεγαλύτερα προς την πλευρά της ασφάλειας. Οι ελάχιστες ροπές (μέγιστες σε απόλυτη τιμή) στήριξης $minMsd$ προκύπτουν χρησιμοποιώντας συνδυασμό κινητών φορτίων που δίνει ευμενέστερες ροπές στήριξης. Οι μέγιστες ροπές ανοιγμάτων $maxMsd_{an}$ προκύπτουν από τις μικρότερες σε απόλυτη τιμή ροπές στήριξης και φόρτιση $1.35g+1.50q$ στο άνοιγμα. Τα μεταφερόμενα στους δοκούς φορτία προκύπτουν για φόρτιση με κινητά στις πλάκες εκατέρωθεν της δοκού. Σε περίπτωση διερείστων πλακών στους δοκούς που δεν παίρνουν φορτία μεταβιβάζεται ελάχιστο φορτίο από πλάκα ίσο με $qL/4$ όπου q το φορτίο ($1.35g+1.50q$) της πλάκας και L το άνοιγμα της δοκού. Οι υπολογισμοί αντοχής γίνονται σύμφωνα με το Ελλην. Κανον. Οπλισμ. Σκυροδέματος 10.1 και 10.4. Ο έλεγχος οριακής κατάστασης λειτουργικότητας από παραμόρφωση, βασίζεται στον έλεγχο λυγιρότητας σύμφωνα με (Καν. 16.2), οπότε ο έλεγχος βελών κάμψεως μπορεί να παραλειφθεί. Γίνονται επίσης όλοι οι έλεγχοι για ελάχιστους οπλισμούς και αποστάσεις σύμφωνα με Κανον. 18.1. η ελάχιστη επικάλυψη οπλισμών λαμβάνεται 20mm που ικανοποιεί τα όρια (Κανον 5.1) για συνθήκες περιβάλλοντος ελάχιστα ή μετρίως διαβρωτικό.

Δοκοί

Το σύστημα δοκών του πατώματος επιλύεται σαν εσχάρα δοκών στο χώρο, με πεπερασμένα στοιχεία. Τα πεπερασμένα στοιχεία είναι ραβδόμορφα με τρεις βαθμούς ελευθερίας ανά κόμβο, δύο στροφές με άξονες τους άξονες της εσχάρας $x-x$ και $y-y$ και μία βύθιση στην κατακόρυφη διεύθυνση $z-z$. Η εσχάρα δοκών εδράζεται στους τοίχους και στα υποστυλώματα, όπου η βύθιση είναι 0. Στις εδράσεις στους τοίχους επειδή πάντα παρεμβάλλεται σενάζ, η στροφή περί τον άξονα των στοιχείων που εδράζονται στον τοίχο λαμβάνεται ίση με 0. Για τις ακαμψίες των στοιχείων της εσχάρας λαμβάνεται συνεργαζόμενο πλάτος $0.70L/10$ στις μονόπλευρες πλακοδοκούς και $0.70L/5$ στις συμμετρικές πλακοδοκούς. Το έμπειρο σύστημα του προγράμματος αυτόματα αναγνωρίζει την τοπολογία και συνέχεια των δοκών, τον τρόπο έδρασης και την κατανομή φορτίων από τις πλάκες. Η επίλυση γίνεται για μοναδιαία φορτία σε κάθε άνοιγμα της εσχάρας. Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών της εσχάρας δοκών γίνονται όλοι οι επικίνδυνοι συνδυασμοί φορτίσεων στα ανοίγματα με μόνιμα και κινητά φορτία. Η επίλυση γίνεται με μέθοδο Gauss για συμμετρικούς banded πίνακες, αφού προηγηθεί βελτιστοποίηση του πλάτους του μητρώου με αρμόζουσα επαναρύθμιση κόμβων. Η διαστασιολόγηση των δοκών γίνεται βάση του Ελληνικού Κανονισμού Οπλισμένου Σκυροδέματος. Οι ροπές παρειάς στις στηρίξεις λαμβάνονται σε απόσταση 10 cm από τον άξονα του τοίχου ή υποστυλώματος. Οι τέμνουσες σχεδιασμού λαμβάνονται σε απόσταση d από την παρειά, όπου d το ύψος της δοκού. Το συνεργαζόμενο πλάτος λαμβάνεται $0.70L/10$ στις μονόπλευρες πλακοδοκούς και $0.70L/5$ στις συμμετρικές πλακοδοκούς. Η ελάχιστη επικάλυψη οπλισμών λαμβάνεται 50 mm που ικανοποιεί τα όρια για συνθήκες περιβάλλοντος ελάχιστα ή μετρίως διαβρωτικό. Οι δοκοί οπλίζονται με ίσα σίδερα και η τέμνουσα παραλαμβάνεται εξ ολοκλήρου από κατακόρυφους συνδετήρες. Γίνονται όλοι οι

έλεγχοι για ελάχιστα ποσοστά οπλισμών. Γίνεται έλεγχος ρηγματώσεως και μεγέθους παραμορφώσεων.

Τοίχοι

Οι τοίχοι παραλαμβάνουν το μέγιστο των κατακόρυφων φορτίων και όλα τα οριζόντια φορτία λόγω σεισμού. Η κατανομή των κατακόρυφων φορτίων από πλάκες και δοκούς γίνεται αυτόματα από το έμπειρο σύστημα του προγράμματος. Ο υπολογισμός των σεισμικών δυνάμεων ανά όροφο γίνεται βάσει ΕΑΚ με ισοδύναμα στατικά φορτία. Η βάση για την κατανομή των σεισμικών δυνάμεων στους τοίχους κάθε ορόφου είναι η ακαμψία κάθε τοίχου. Η ακαμψία αυτή εξαρτάται από τις διαστάσεις του τοίχου καθώς και από το είδος και θέση των ανοιγμάτων. Η ακαμψία του κάθε τοίχου υπολογίζεται με ακρίβεια από το πρόγραμμα αφού γίνει επίλυση του κάθε τοίχου με πεπερασμένα στοιχεία, για μοναδιαίες σχετικές μετατοπίσεις του πάνω και κάτω άκρου του τοίχου. Ο κάθε τοίχος χωρίζεται αυτόματα σε πεπερασμένα στοιχεία επίπεδα επιφανειακά ορθογώνια τεσσάρων κόμβων. Το πλήθος των στοιχείων χωρισμού μπορείτε να το αλλάξετε αλλάζοντας μία και μόνο παράμετρο στο αντίστοιχο μενού. Ο υπολογισμός και η κατανομή σεισμικών δυνάμεων φαίνεται αναλυτικά στο τεύχος υπολογισμών. Στους υπολογισμούς ακαμψιών στο τεύχος δείχνεται και η προσεγγιστική τιμή της ακαμψίας κάθε τοίχου χωρίς ανοίγματα. Εν συνεχεία γίνεται πάλι επίλυση των τοίχων με πεπερασμένα στοιχεία για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών, στους διάφορους συνδυασμούς φορτίσεων. Οι τρεις βασικές τάσεις κάθε στοιχείου τοίχου ορθές τάσεις σ_{xx} , σ_{yy} και διάτμηση τ_{xy} εκτυπώνονται στο τεύχος υπολογισμών. Μπορείτε επίσης να έχετε έγχρωμη ειοπτεία πατώντας το αντίστοιχο πλήκτρο στο σχεδιαστικό πρόγραμμα. Οι τάσεις αυτές δείχνονται για δύο φορτίσεις κατακόρυφα φορτία και κατακόρυφα φορτία + σεισμό. Οι έλεγχοι αντοχής των τοίχων γίνονται στην οριακή κατάσταση αστοχίας βάσει του Ευρωκώδικα 6. Γίνονται έλεγχοι σε αξονικό φορτίο για κατακόρυφη φόρτιση, καθώς και ο έλεγχος διάτμησης για φόρτιση με σεισμό. Γίνονται επίσης έλεγχοι λυγιρότητας και συγκεντρωμένων φορτίων, σύμφωνα πάντα με τον Ευρωκώδικα 6.

21. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΪΩΝ

Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων είναι μια μέθοδος με την οποία ένα συνεχές με άπειρους βαθμούς ελευθερίας προσεγγίζεται από ένα σύστημα στοιχείων με καθορισμένο αριθμό αγνώστων. Τα στοιχεία αυτά συνδέονται μεταξύ τους σε διακεκριμένα σημεία. Με τη μέθοδο αυτή τα πλέον πολύπλοκα προβλήματα φυσικής και μηχανικής μπορούν να προσεγγιστούν με συστήματα πεπερασμένου αριθμού εξισώσεων. Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων θεμελιώθηκε στο τέλος της δεκαετίας του 1950 από τους Argyris, Turner και Clough. Στη συνέχεια πληθώρα εργασιών και προγραμμάτων H/Y, έκαναν τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων ένα απαραίτητο και δυναμικό εργαλείο ανάλυσης για τις κατασκευές. Στο πρόγραμμα χρησιμοποιούνται για τους τοίχους επίπεδα επιφανειακά στοιχεία, ορθογώνια με τέσσερις κόμβους. Ο χωρισμός σε πεπερασμένα στοιχεία γίνεται αυτόματα από το πρόγραμμα κρατώντας ένα λόγο πλευρών στοιχείων μικρότερο του 2 και χωρίζοντας καθ' ύψος σε όσα στοιχεία έχετε καθορίσει με την παράμετρο του

μενού[Παράμετροι/Σταθερές υπολογιστικού μοντέλου]. Οι αλγόριθμοι επίλυσης του προγράμματος και η ακρίβεια επίλυσης με πεπερασμένα στοιχεία έχουν ελεγχθεί διεξοδικά με αποτελέσματα των γνωστών προγραμμάτων SAPIV και STRUDL.

22. ΣΗΜΕΪΑ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΡΟΣΈΞΕΤΕ

- Μπορείτε με το πρόβλημα να επιλύσετε **μικτά κτίρια**, δηλαδή τοιχοποιία και υποστυλώματα. Πρέπει όμως να υπενθυμίσουμε ότι τα υποστυλώματα δεν παραλαμβάνουν οριζόντιες δυνάμεις σεισμού, οι οποίες παραλαμβάνονται μόνο από τους τοίχους. Ως εκ τούτου τα υποστυλώματα πρέπει να είναι σχετικά εύκαμπτα και όχι μορφής τοιχίου οπότε η ακαμψία τους είναι μεγάλη κατά τη μία διεύθυνση. Ο κανονισμός αναφέρει ότι στην περίπτωση απλών κτιρίων τοιχοποιίας πρέπει το 75% των κατακόρυφων φορτίων να παραλαμβάνεται από τους διατμητικούς τοίχους. Δεν θέτει περιορισμούς για μη απλά κτίρια τοιχοποιίας.
- Το πρόγραμμα ελέγχει την **συνέχεια των κατακόρυφων στοιχείων** και αν δεν είναι ικανοποιητική δεν συνεχίζει την επίλυση. Έτσι πρέπει από πάνω προς τα κάτω κάθε υποστύλωμα να συνεχίζει προς τα κάτω με άλλο τοίχο. Δεν μπορεί να έχετε υποστύλωμα πάνω σε τοίχο, ή φυτευτό σε δοκό. Δεν μπορείτε επίσης να έχετε δύο τοίχους σε πάνω όροφο να συνεχίζουν σε ένα τοίχο στον κάτω όροφο, ή ένας τοίχος πάνω ορόφου να χωρίζεται σε δύο τοίχους στον κάτω όροφο. Σε περίπτωση που έχετε να αντιμετωπίσετε κάτι τέτοιο απλώς δημιουργείτε περισσότερους τοίχους.
- Τα **φορτία μεταβιβάζονται** από τις πλάκες σε δοκούς ή τοίχους. Δεν μπορείτε δηλαδή να έχετε πλάκες απευθείας πάνω σε υποστυλώματα.
- Μπορείτε να έχετε **διασταυρώσεις δοκών** χωρίς υποστυλώματα από κάτω, το πρόγραμμα επιλύει τα δάπεδα σαν εσχάρα δοκών.
- Ειδικές περιπτώσεις τοίχων με **μандύες** μπορούν εύκολα να αντιμετωπιστούν αφού στα δομικά υλικά δημιουργήσετε τοίχο με ανάλογες ιδιότητες της μικτής τοιχοποιίας.
- **Παραδείγματα** κατόψεων μπορείτε να δείτε στον κατάλογο έργων.
- η βοήθεια του προγράμματος είναι κατατοπιστική για όλα τα θέματα. Στο μενού Βοήθεια/**Βασικές συμβουλές**, θα βρείτε πάντα μερικές απαιτητικές συμβουλές.
- **Όρια προγράμματος**, μπορείτε να δείτε τα μέγιστα όρια αριθμού αντικειμένων στο πρόγραμμα.

Τεχνική έκθεση

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Μεθοδολογία επίλυσης και διαστασ ιολόγησης.

Η επίλυση του κτιρίου βασίζεται στο ότι το μέγιστο των κατακόρυφων φορτίων, καθώς και οι οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις εξ ολοκλήρου, φέρονται από τους τοίχους. Τα υποστυλώματα δεν συμμετέχουν στην ανάληψη δυνάμεων σεισμού.

Η επίλυση των δαπέδων σε κατακόρυφα φορτία γίνεται ανεξάρτητα, θεωρώντας το δάπεδο σαν εσχάρα δοκών και μετακινώντας τα κινητά φορτία ώστε να επιτευχθούν οι δυσμενέστερες συνθήκες φόρτισης για κάθε δοκό. Οι πλάκες επιλύονται με τη μέθοδο των λωρίδων, κατά Marcus.

Οι οριζόντιες δυνάμεις σεισμού υπολογίζονται με την απλοποιημένη φασματική μέθοδο κατά ΕΑΚ. Η κατανομή των σεισμικών δυνάμεων στους τοίχους γίνεται αφού υπολογισθούν οι ακριβείς ακαμψίες των τοίχων μέσω ανάλυσης με πεπερασμένα στοιχεία.

Οι τοίχοι επιλύονται με πεπερασμένα στοιχεία για τον ακριβή υπολογισμό των εντατικών μεγεθών τους στα κατακόρυφα φορτία και στα φορτία σεισμού.

Η διαστασολόγηση των στοιχείων από μπετόν, πλάκες, δοκοί, υποστυλώματα, πέδιλα γίνεται βάσει του Ελληνικού Κανονισμού Οπλισμένου Σκυροδέματος, η δε διαστασολόγηση και έλεγχος τοίχων βάσει του Ευρωκώδικα 6.

Τέλος γίνονται όλοι οι έλεγχοι που απαιτούνται επί πλέον από το Εθνικό Κείμενο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 6 και οι έλεγχοι για απλά κτίρια τοιχοποιίας.

Πλάκες

Η επίλυση και ο υπολογισμός των εντατικών μεγεθών των πλακών γίνεται με τη μέθοδο Marcus. Η μέθοδος αυτή, ως γνωστόν, βασίζεται στην επίλυση διασταυρούμενων λωρίδων με κοινό βέλος κάμψης στο μέσον της πλάκας και κατανομή του φορτίου της πλάκας στις δύο κύριες διευθύνσεις. Η ευνοϊκή επίδραση της συστροφής στις ροπές ανοιγμάτων δεν λαμβάνεται υπόψη, υπέρ της ασφαλείας.

Εν συνεχεία οι πλάκες επιλύονται σαν συνεχείς ανεξάρτητοι δοκοί η κάθε λωρίδα. Σύμφωνα με τον κανονισμό οπλισμένου σκυροδέματος (18.1) πλάκες με λόγο πλευρών μεταξύ 0.050 και 2.00 επιλύονται σαν τετραέρειστες, άλλως ως διέρειστες.

Τα μεταφερόμενα στους δοκούς φορτία προκύπτουν για φόρτιση με κινητά στις πλάκες εκατέρωθεν της δοκού. Σε περίπτωση διερείστων πλακών στους δοκούς που δεν παίρνουν φορτία μεταβιβάζεται ελάχιστο φορτίο από πλάκα ίσο με $qL/4$ όπου q το φορτίο ($1.35g+1.50q$) της πλάκας και L το άνοιγμα της δοκού.

Οι υπολογισμοί αντοχής (οριακή κατάσταση αστοχίας) γίνονται σύμφωνα με τον Ελλην. Κανον. Οπλισμ. Σκυροδέματος 10.1 και 10.4. Ο έλεγχος οριακής κατάστασης λειτουργικότητας από παραμόρφωση, βασίζεται στον έλεγχο λυγρότητας σύμφωνα με (Καν. 16.2), οπότε ο έλεγχος βελών κάμψης μπορεί να παραλειφθεί. Γίνονται επίσης όλοι οι έλεγχοι για ελάχιστους οπλισμούς και αποστάσεις σύμφωνα με (Κανον. 18.1). Η ελάχιστη επικάλυψη οπλισμών λαμβάνεται 20mm που ικανοποιεί τα όρια (Κανον 5.1) για συνθήκες περιβάλλοντος ελάχιστα ή μετρίως διαβρωτικό.

Δοκοί

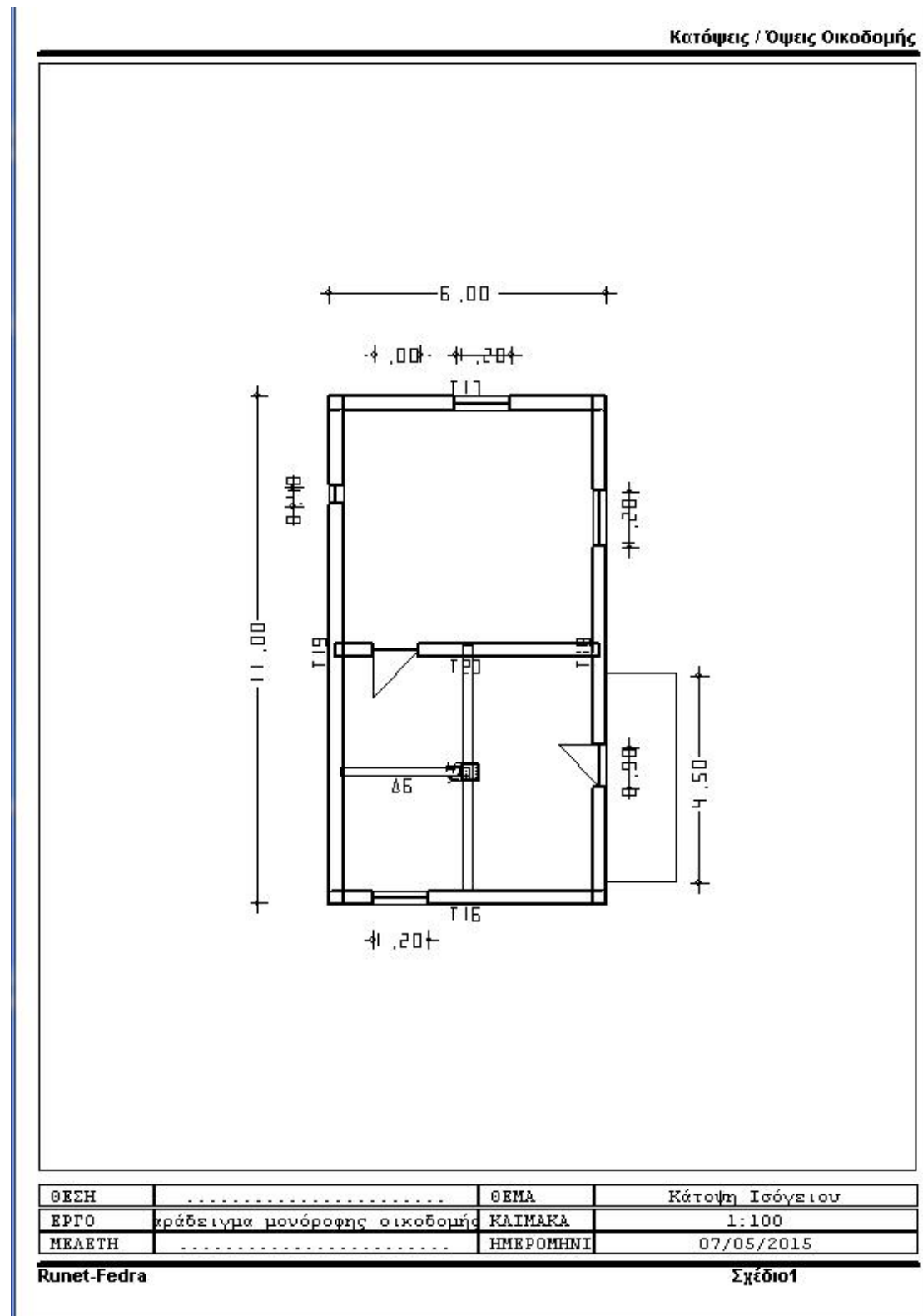
Το σύστημα δοκών του πατώματος επιλύεται σαν εσχάρα δοκών στο χώρο, με πεπερασμένα στοιχεία. Τα πεπερασμένα στοιχεία είναι ραβδόμορφα με τρεις βαθμούς ελευθερίας ανά κόμβο, δύο στροφές με άξονες τους άξονες της εσχάρας $x-x$ και $y-y$ και μία βύθιση στην κατακόρυφη διεύθυνση $z-z$. Η εσχάρα δοκών εδράζεται στους τοίχους και τα υποστυλώματα, όπου η βύθιση είναι 0. Στις εδράσεις στους τοίχους επειδή πάντα παρεμβάλλεται σενάζ, η στροφή περι τον άξονα των στοιχείων που εδράζονται στον τοίχο λαμβάνεται ίση με 0. Για τις ακαμψίες των στοιχείων της εσχάρας λαμβάνεται συνεργαζόμενο πλάτος $0.70L/10$ στις μονόπλευρες πλακοδοκούς και $0.70L/5$ στις συμμετρικές πλακοδοκούς. Η επίλυση γίνεται για μοναδιαία φορτία σε κάθε άνοιγμα της εσχάρας.

Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών της εσχάρας δοκών γίνονται όλοι οι επικίνδυνοι συνδυασμοί φορτίσεων στα ανοίγματα με $1.35g$ (μόνιμα) και $1.50q$ (κινητά) φορτία. Η επίλυση γίνεται με μέθοδο Gauss για συμμετρικούς banded πίνακες, αφού προηγηθεί βελτιστοποίηση του πλάτους του μητρώου με αρμόζουσα επαναρίθμηση κόμβων.

Η διαστασολόγηση των δοκών γίνεται βάσει του Ελληνικού κανονισμού οπλισμένου σκυροδέματος. Οι ροπές παρειάς στις στηρίξεις λαμβάνονται σε απόσταση 10 cm από τον άξονα του τοίχου ή υποστυλώματος. Οι τέμνουσες σχεδιασμού λαμβάνονται σε απόσταση d (cm) από την παρειά (κανον. 5.1)

ΚΑΤΟΨΗ

-Είναι η ίδια και για το ισόγειο και τους δύο ορόφους



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Παπαιωάννου Κυριάκος, Η Τεχνολογία της Τοιχοποιίας, Εκδόσεις University Studio Press , 2005
2. Ευρωκώδικας 6, Σχεδιασμός Κατασκευών από Τοιχοποιία, μετάφραση του ENV 1996-1-1, Έκδοση Τ.Ε.Ε., 1995.
3. Εθνικό Κείμενο Εφαρμογής του Ευρωκώδικα 6 ENV 1996-1-1/1995, Έκδοση Τ.Ε.Ε., 1995.
4. Στυλιανίδης, Κ., Στατική και δυναμική ανάλυση διατηρητέων κτιρίων, Εκδόσεις Σταμούλη, 2000
5. Κωνσταντίνος Γεωργιάδης, Γιώργος Μεταξάς και Greta K. Tenfjord, FEDRA, Finite Element Analysis Program-Βιβλίο Οδηγιών