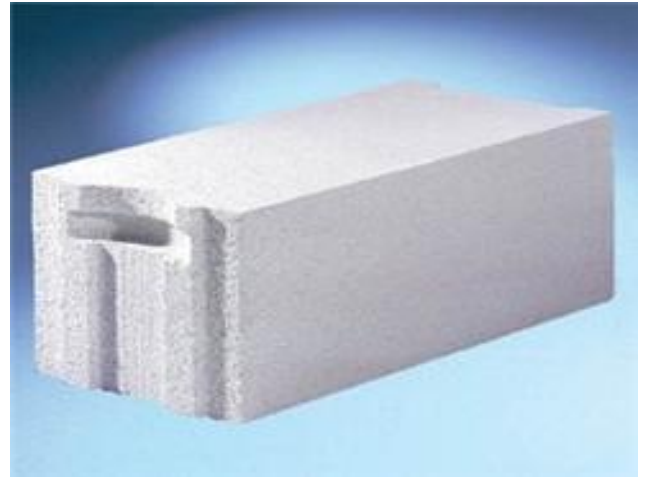
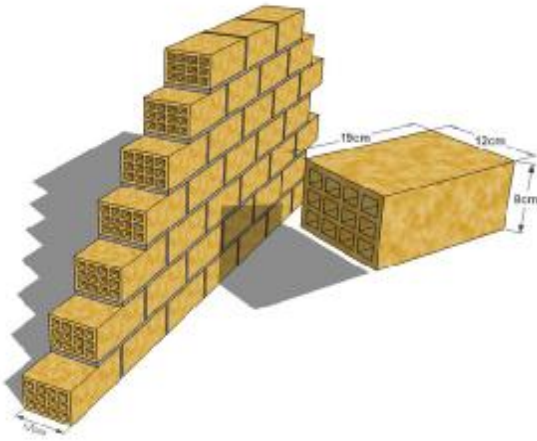


ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑ
ΣΤΕ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ



**ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΜΕ
ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΥΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΦΕΔΡΑ-ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ #6
(ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ)**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΑΓΓΕΛΟΣ ΣΚΡΕΜΥΔΑΣ

ΑΧΙΛΛΕΥΣ-ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ ΠΑΠΑΡΙΔΗΣ

ΕΛΕΝΗ ΦΟΥΤΣΗ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ Π. ΚΑΚΑΒΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

Υπεύθυνη δήλωση σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές

Άγγελος Σκρεμμύδας

Αχιλλέας Παπαρίδης

Ελένη Φούτση

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στη μελέτη τοιχοποιίας από οπτόπλινθους και Υ-tong. Μελετήσαμε την συμπεριφορά τοιχοποιιών από τα δύο ανωτέρω υλικά με το πρόγραμμα ΦΕΔΡΑ το οποίο έχουμε στο εργαστήριο Δομικών Υλικών του τμήματος.

Αρχικά, στο κεφάλαιο ένα περιγράφουμε τα ήδη τοιχοποιίας που χρησιμοποιούνται σε συμβατικές κατασκευές κτιρίων. Στο κεφάλαιο δύο περιγράψαμε τις μηχανικές ιδιότητες συμβατικών τοιχοποιιών από οπτόπλινθους. Το κεφάλαιο τρία περιγράφει τον τρόπο χρήσης του προγράμματος ΦΕΔΡΑ για τοιχοποιίες. Στο κεφάλαιο τέσσερα χρησιμοποιήσαμε το ανωτέρω πρόγραμμα για την αντισεισμική επίλυση ενός δώροφου κτιρίου με δεδομένα στην περιοχή της Σπάρτης για δύο διαφορετικές τοιχοποιίες και συγκρίναμε τα αποτελέσματα.

Περιεχόμενα

Πίνακες.....	4
Κεφάλαιο 1 ^ο ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ	5
1.1 Εισαγωγικά.....	5
1.2 Είδη – Διαστάσεις – Προδιαγραφές τούβλων	12
1.3 Σχεδιασμός διαζωματικής και οπλισμένης τοιχοποιίας	15
1.4 Οπλισμένη τοιχοποιία	18
Κεφάλαιο 2 ^ο : ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ	21
2.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τη θλιπτική αντοχή.....	23
2.2 Λειτουργία της φέρουσας τοιχοποιίας.....	30
2.2.1 Η άοπλη τοιχοποιία.....	31
2.2.2 Προσδιορισμός αντοχής τοιχοποιίας	32
2.2.3 Προσδιορισμός θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΦΕΔΡΑ.....	43
3.1 Επίλυση δώροφης οικοδομής με το πρόγραμμα FEDRA	43
3.2 Επίλυση δώροφου βήμα προς βήμα.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ... 51	
4.1 Αποτελέσματα τοιχοποιίας με οπτόπλινθο και YTONG	52
4.2 Σύγκριση οπτόπλινθων – YTONG	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	85

Πίνακες

Πίνακας 2- 1 Επίδραση υλικού αρμού στη θλιπτική αντοχή της οπλιθοδομής (Monk, 1967)	24
Πίνακας 2- 2: Επίδραση υλικού αρμού στη θλιπτική αντοχή της οπτοπλιθοδομής (Morsy, 1968)	24
Πίνακας 2- 3 Τιμές του μειωτικού συντελεστή K	40
Πίνακας 2- 4 Συντελεστής αναγωγής δ	41
Πίνακας 2- 5 Επιμέρους συντελεστές για την τοιχοποιία.....	42
Πίνακας 4- 1	82

Σχήματα

Σχήμα 1- 1	17
Σχήμα 2- 1 Επίδραση του λόγου πάχος αρμού / ύψος τοιχοσώματος στη θλιπτική αντοχή της τοιχοπο τοιχοποιίας	35
Σχήμα 2- 2 Θεωρητική θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας συναρτήσει των αντοχών τοιχοσώματος τήσει τα κονιάματος.....	35

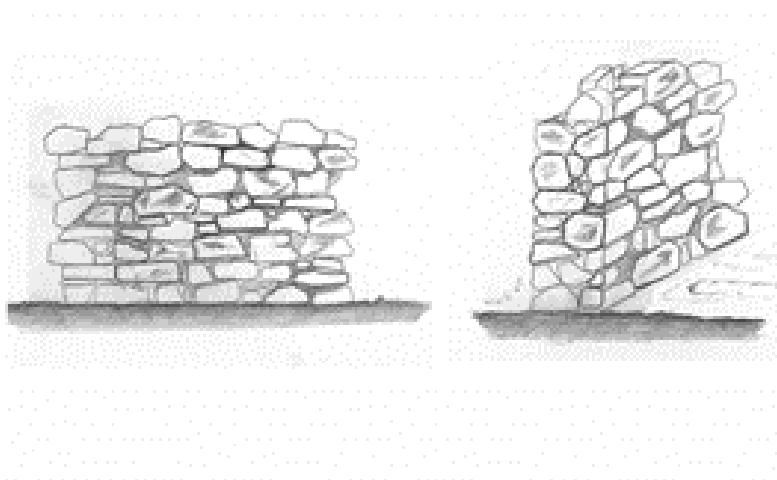
Κεφάλαιο 1^ο ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ¹

1.1 Εισαγωγικά

Η κατάταξη των τοιχοποιιών ακολουθεί διάφορα κριτήρια όπως το υλικό, τη θέση, τη λειτουργία ή τον σκοπό, τον τρόπο δόμησης κ.λπ.. Οι κυριότερες κατηγορίες που συναντώνται είναι :

α) Ανάλογα με το υλικό δόμησης:

Λιθοδομές :



- **Ξηρολιθοδομές (ξερολιθιές)**, που αποτελούνται από ακατέργαστους φυσικούς λίθους, χωρίς τη χρήση συνδετικού κονιάματος.

¹ www.nemertes.gr



- **Αργολιξηρολιθοδομές**, που αποτελούνται από τελείως ακατέργαστους ή ελαφρά κατεργασμένους φυσικούς λίθους., χωρίς τη χρήση συνδετικού κονιάματος
- **Ημιλαξευτές ξηρολιθοδομές**, που κατασκευάζονται με φυσικούς λίθους που έχουν υποστεί επεξεργασία στις έδρες και το πρόσωπο, ώστε να έχουν κανονικό σχήμα και διαστάσεις, χωρίς τη χρήση συνδετικού κονιάματος.
- **Λαξευτές ξηρολιθοδομές**, που κατασκευάζονται από πλήρως κατεργασμένους φυσικούς λίθους.
- **Αργολιθοδομές**, που αποτελούνται από ακατέργαστους λίθους, με τη χρήση συνδετικού κονιάματος



- **Ημιλαξευτές λιθοδομές**, που αποτελούνται από τελείως ακατέργαστους ή ελαφρά κατεργασμένους λίθους



- **Λαξευτές λιθοδομές**, που κατασκευάζονται από πλήρως κατεργασμένους λίθους.



Πλινθοδομές:

- **Ωμοπλινθοδομές**, αν το υλικό είναι ωμόπλινθοι, δηλαδή άψητες χωματόπλιθες
- **Οπτοπλινθοδομές**, όταν αποτελούνται από ψημένες (οπτές) πλίνθους.



Συμπαγείς , με ή χωρίς σκάφη

Διάτρητες , με κατακόρυφες οπές ή διάκενα

Διάτρητες , με οριζόντιες οπές ή διάκενα

- **Τσιμεντοπλινθοδομές** – Γυψοπλινθοδομές, όταν τα λιθοσώματα είναι τσιμεντόλιθοι (τσιμεντόπλιθες) ή πλίθες από γύψο, αντίστοιχα.
- **Μικτές τοιχοποιίες**, που αποτελούνται από λιθοσώματα με διαφορετικές ιδιότητες:
- **Λιθοπλινθοδομές**
- **Ξυλόπηκτες τοιχοποιίες**
- **Σύνθετες τοιχοποιίες**
- **Τοιχοποιίες από Y-TONG:** 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.

β) Ανάλογα με τον τρόπο δόμησης:

- **Ανισόδομες τοιχοποιίες**, όπου δεν υπάρχουν συνεχείς στρώσεις τοιχοσωμάτων σε όλη την έκταση της λιθοδομής και η ορατή επιφάνεια της πέτρας δεν έχει σχήμα ορθογωνικό.
- **Ισόδομες τοιχοποιίες**, όπου οι λίθοι έχουν ισομεγέθη, κανονικά, ορθογώνια παραλληλεπίπεδα σχήματα.
- **Έμπλεκτες τοιχοποιίες**
- **Δρομικές τοιχοποιίες**



- **Μπατικές τοιχοποιίες**



- **Υπερμπατικές τοιχοποιίες**



- **Ψαθωτές ή δικέλυφες τοιχοποιίες**
- **Τοιχοποιίες με αλυσοειδές ή σταυροειδές σύστημα** (English bond)
- **Τοιχοποιίες με μικτό σύστημα** (Flemish bond)
- **Οπλισμένες τοιχοποιίες**

γ) Ανάλογα με τη θέση τους στο κτίριο:

- **Τοιχοποιίες εξωτερικές**
- **Τοιχοποιίες εσωτερικές** (διαχωριστικές)

δ) Ανάλογα με τον σκοπό και τη λειτουργία τους:

- **Φέρουσες τοιχοποιίες**, όταν προορίζονται να μεταφέρουν στο έδαφος κατακόρυφα ή και οριζόντια φορτία.
- **Τοιχοποιίες πληρώσεως** (διαχωριστικές), όταν δεν προορίζονται να μεταφέρουν φορτία, αλλά κατασκευάζονται για να διαμορφώσουν χώρους σε ένα οικοδόμημα.
- **Συνδετικές τοιχοποιίες**

- **Ειδικές τοιχοποιίες** (περίφραξης, αντιστήριξης κ.λ.π.)

1.2 Είδη – Διαστάσεις – Προδιαγραφές τούβλων

Είδη τούβλων

Η μορφή των τούβλων εξαρτάται από τα υλικά δόμησης και τον προορισμό τους

στην κατασκευή. Έχουν κατά κανόνα πρισματική μορφή, με κυρίαρχο σχήμα εγγεγραμμένο σε ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο. Διακρίνονται σε :

α) **συμπαγή τούβλα**, που έχουν οπές, αλλά εκπληρούν και τις δύο ακόλουθες συνθήκες, σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς:

- το ποσοστό πλήρωσής τους είναι τουλάχιστον 75% της επιφανείας τους
- το πάχος των τοιχοσωμάτων των οπών υπερβαίνει τα 20mm (Σχ. 1.1α)

β) **διάτρητα τούβλα**, που έχουν καθαρή επιφάνεια, χωρίς οπές, τουλάχιστον ίση με το 45% της μεικτής επιφανείας τους και πάχος τοιχοσωμάτων τουλάχιστον 10mm. Σύμφωνα με τον prEN 1996-1-1:2001 και τις συστάσεις της UNIDO (1984), για την κατασκευή φερόντων τοίχων σε σειсмоγενείς περιοχές, τα διάτρητα τούβλα πρέπει να έχουν κατακόρυφες οπές και χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή τουλάχιστον 5 MPa. Η χρήση οπτοπλίνθων, με οριζόντιες οπές, επιτρέπεται μόνο για διαχωριστικούς τοίχους. Το Εθνικό Κείμενο Εφαρμογής του Ευρωκώδικα 6 (1996), προδιαγράφει ελάχιστη θλιπτική αντοχή οπτοπλίνθων της τάξεως των 2.5 MPa και 2.0 MPa, για φόρτιση κάθετα και παράλληλα στην πλευρά έδρασης, αντίστοιχα.

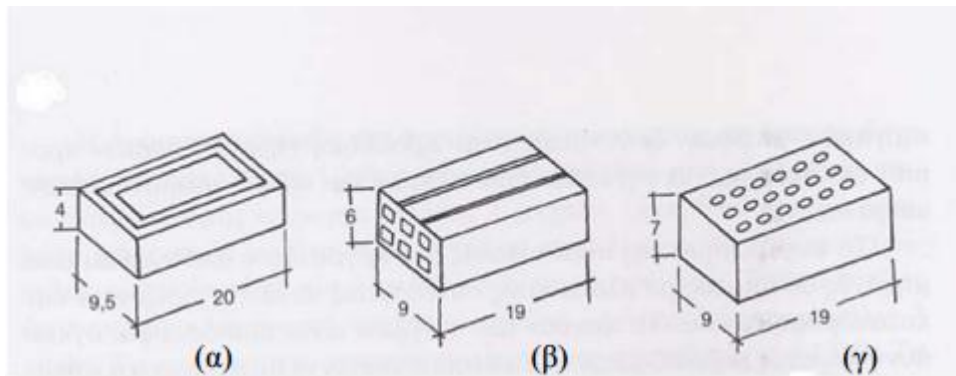
Διακρίνονται σε:

- διάτρητους οπτόπλινθους με οριζόντιες οπές (παράλληλες προς

την επιφάνεια έδρασης (Σχ. 1.1β) και με κατακόρυφες οπές (κάθετες προς την επιφάνεια έδρασης (Σχ. 1.1γ)). Παλαιότερα στην Ελλάδα ο αριθμός των οπών ήταν συνήθως 6 ή 9 και τα τούβλα ονομάζονταν εξάοπα ή εννιάοπα, αντίστοιχα. Σήμερα υπάρχει ποικιλία τούβλων με διάφορους αριθμούς οπών.

γ) τούβλα διαφόρων σχημάτων με ειδικές χρήσεις

Σε διάφορες χώρες κυκλοφορούν και άλλες κατηγορίες και είδη οπτοπλίνθων, ανάλογα με τη θέση τους στην οικοδομή, τις ειδικές χρήσεις τους, το σχήμα τους, την αντοχή τους κ.λπ..



Εικόνα 1 Είδη τούβλων (α) συμπαγές (β) με οριζόντιες οπές και (γ) με κατακόρυφες οπές

Διαστάσεις τούβλων

Είναι κοινώς αποδεκτό ότι η τυποποίηση αποτελεί προϋπόθεση για μία ορθολογική βιομηχανοποιημένη παραγωγή και μία εύστοχη οικονομοτεχνικά κατασκευή. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο περιορισμός της πανσπερμίας των διαστάσεων στα δομικά στοιχεία και η δυνατότητα εναλλακτικών χρησεών τους στα κτίρια.

Οι οπτόπλινθοι πρέπει να παράγονται σε τέτοιες διαστάσεις, ώστε αφενός να διευκολύνουν τη σωστή δόμηση των τοίχων και αφετέρου να συντελούν στη δημιουργία τυποποιημένων οικοδομικών μεγεθών. Το προσφορότερο σχήμα είναι το ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο, με διάσταση πλάτους ίση με το άνοιγμα της παλάμης και με τις υπόλοιπες διαστάσεις να ακολουθούν τον “χρυσό κανόνα”, δηλαδή μήκος διπλάσιο από το πλάτος και

πλάτος διπλάσιο από το ύψος.

Αν συμβολίσουμε μ το μήκος, π το πλάτος, υ το ύψος του οπτόπλινθου και t_m το πάχος του αρμού (συνήθως 1 cm) ισχύουν οι σχέσεις:

$$\mu = 2 \times \pi + t_m \quad (1.1)$$

$$\pi = 2 \times \upsilon + t_m \quad (1.2)$$

$$\text{από τις οποίες συνεπάγεται} \quad \upsilon = \frac{\mu - 3 \times t_m}{4} \quad (1.3)$$

Οι διαστάσεις των ελληνικών τούβλων είναι ποικίλες και έτσι δεν μπορούν εύκολα να ομαδοποιηθούν. Γενικά πάντως θα μπορούσαν να ταξινομηθούν σε:

α) μικρά τούβλα (εξάοπα) με διαστάσεις (σε cm) $6 \times 9 \times 19$ και $9 \times 9 \times 19$

β) μεγάλα τούβλα (μπλόκια) με διαστάσεις (σε cm) $15 \times 18 \times 25$ ή 30

Στα μεγάλα συγκαταλέγονται και οι γλώσσες με πλάτος 7-9 cm, μήκος 25-30 cm και ύψος 18 cm.

Από τις διαστάσεις των οπτοπλίνθων καθορίζονται τα αντίστοιχα πάχη των τοίχων, που πρέπει να είναι πολλαπλάσια του πάχους των οπτοπλίνθων, δηλαδή :

$$Π = \lambda \times \pi + (\lambda - 1) \times t_m \quad (1.4)$$

όπου :

$Π$ το πάχος του τοίχου

λ ακέραιος αριθμός

π πλάτος οπτόπλινθου

t_m αρμός (1 cm)

Έτσι για $\lambda = 1$ έχουμε δρομικό τοίχο

για $\lambda = 2$ έχουμε μπατικό τοίχο

για $\lambda = 3$ έχουμε υπερμπατικό τοίχο

1.3 Σχεδιασμός διαζωματικής και οπλισμένης τοιχοποιίας

1.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κυριότερο μειονέκτημα της άοπλης τοιχοποιίας, που είναι σχεδόν η μηδενική εφελκυστική αντοχή της εξαλείφεται χρησιμοποιώντας διαζωματική και οπλισμένη τοιχοποιία. Στην Ελλάδα καλό θα ήταν τόσο η διαζωματική όσο και η οπλισμένη τοιχοποιία να χρησιμοποιούνται περισσότερο, αφού η εμπειρία από τους σεισμούς έχει δείξει ότι ακόμα και τα κτίρια από άοπλη τοιχοποιία με συμμετρικές κατόψεις, δάπεδα και οροφή που εξασφαλίζουν διαφραγματική λειτουργία και τρία οριζόντια διαζώματα σε κάθε στάθμη, έχουν επιδείξει πολύ καλή σεισμική συμπεριφορά. Με την εφαρμογή των Ευρωκωδίκων, σε ένα μεγάλο μέρος της χώρας δεν επιτρέπεται η χρήση άοπλης τοιχοποιίας, επομένως η χρήση της διαζωματικής ή της οπλισμένης τοιχοποιίας είναι επιβεβλημένη. Για τους δύο αυτούς τύπους υπάρχει εκτεταμένη ερευνητική εργασία, αλλά έλλειψη θεωρητικών σχέσεων και επαλήθευσής τους, και αυτό αποτελεί ένα μειονέκτημα στη χρήση τους. Το EN 1996-1-1 παρέχει τρόπους ελέγχου για ορισμένες μόνο περιπτώσεις οπλισμένης τοιχοποιίας. Για άλλες, παρατίθενται συνιστώμενες μέθοδοι ελέγχου που χρησιμοποιούνται κυρίως στις ΗΠΑ, όπου η χρήση άοπλης τοιχοποιίας επιτρέπεται σε ελάχιστες περιπτώσεις.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

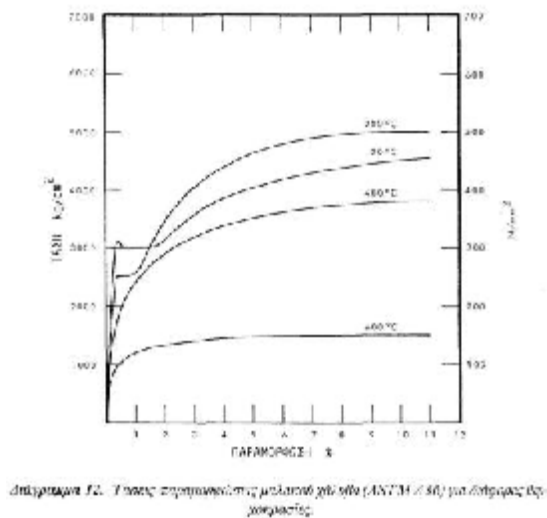
Η οπλισμένη τοιχοποιία προσφέρει τη δυνατότητα ανάπτυξης σημαντικής πλαστιμότητας στους τοίχους αλλά και στο σύνολο της κατασκευής, εξασφαλίζοντας τη συνεργασία των τοίχων και μετά τη ρηγμάτωσή τους. Ο οπλισμός αυξάνει την ικανότητα ανάληψης τεμνουσών δυνάμεων, επιτρέπει μεγαλύτερες μετ' ελαστικές παραμορφώσεις και, πράγμα σημαντικό για σεισμογενείς περιοχές, βελτιώνει την ικανότητα απορρόφησης της ενέργειας. Η οπλισμένη τοιχοποιία επιτρέπει την κατασκευή κτιρίων με μικρότερα πάχη τοίχων και σε μεγαλύτερες αποστάσεις, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση όχι μόνο χρημάτων αλλά και χώρου. Το μικρότερο βάρος της κατασκευής έχει

επίσης συνέπεια και μικρότερες αδρανειακές δυνάμεις στην περίπτωση σεισμικής καταπόνησης. Αν και η αύξηση του ποσοστού του οπλισμού αυξάνει την πλαστιμότητα των τοίχων, είναι σημαντικό στο σχεδιασμό να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι μεγάλα ποσοστά οπλισμού μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την αστοχία του τοίχου λόγω ψαθυρής αστοχίας των λιθοσωμάτων πριν καν διαρρεύσει ο εφελκυστικός χάλυβας. Πρέπει να σημειωθεί ότι για εκτός επιπέδου φόρτιση οι οπλισμένοι τοίχοι συμπεριφέρονται ως άοπλοι μέχρι τη δημιουργία της πρώτης ρωγμής. Οπότε ενεργοποιείται ο οπλισμός. Τελευταίες έρευνες έχουν αποδείξει ότι οι αρχές που διέπουν το σχεδιασμό κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με τη συνολική αντοχή, μπορούν να εφαρμοσθούν και στις κατασκευές από οπλισμένη τοιχοποιία αφού γίνουν κατάλληλες προσαρμογές για τις διαφορές που παρουσιάζουν οι ιδιότητες των υλικών. Έτσι, οι υπολογισμοί που φτάνουν στα όρια λειτουργικότητάς μπορούν να βασισθούν στην ελαστική συμπεριφορά του υλικού, ενώ εκείνοι που αφορούν στην οριακή κατάσταση αστοχίας.

Για το σχεδιασμό κατασκευών από οπλισμένη τοιχοποιία η αντοχή των μελών πρέπει να υπολογίζεται χρησιμοποιώντας μια θεωρία που θα λαμβάνει υπόψη τη μη-γραμμική συμπεριφορά των υλικών καθώς και φαινόμενα II τάξεως. Στην περίπτωση αυτή τοιχοποιίας με οπλισμό στον πυρήνα μπορούν να λαμβάνονται ίσες με αυτές της τοιχοποιίας. Οι παραδοχές που γίνονται για το σχεδιασμό οπλισμένων μελών που υπόκεινται θλίψη, κάμψη και θλίψη είναι:

- οι επίπεδες διατομές παραμένουν επίπεδες
- ο οπλισμός παραμορφώνεται με τον ίδιο τρόπο που παραμορφώνεται και η τοιχοποιία που τον περιβάλλει,
- η τοιχοποιία δεν μπορεί να αναλάβει εφελκυστικές τάσεις,
- η μεγαλύτερη θλιπτική παραμόρφωση της τοιχοποιίας εξαρτάται από το υλικό της,
- η μεγαλύτερη εφελκυστική παραμόρφωση του οπλισμού της τοιχοποιίας εξαρτάται από την ποιότητά του,

- η σχέση τάσεων-παραμορφώσεων της τοιχοποιίας μπορεί να ληφθεί παραβολική, ορθογωνική-παραβολική ή ορθογωνική,
- η σχέση τάσεων παραμορφώσεων για το χάλυβα οπλισμού λαμβάνεται από το Σχ (2.6.4)
- σε διατομές υπό καθαρή θλίψη η μέγιστη θλιπτική παραμόρφωση είναι -0,002,



Σχήμα 1- 1

σε διατομές υπό κάμψη με ουδέτερο άξονα στη διατομή, η μέγιστη θλιπτική παραμόρφωση μπορεί να λαμβάνεται ίση με -0,0035 για τοιχοσώματα των ομάδων 2,3 και 4. Σε ενδιάμεσες περιπτώσεις το διάγραμμα παραμορφώσεων δημιουργείται θεωρώντας ότι σε απόσταση 3/7h από το περισσότερο θλιβόμενο άκρο η παραμόρφωση είναι -0,002 και 0,001 αντιστοίχως.

Για τη δημιουργία του διαγράμματος των θλάσεων σχεδιασμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί η διγραμμική σχέση τάσεων-παραμορφώσεων Σχ. 6.2.3 και για το σκυρόδεμα του πυρήνα, εάν τεθεί $f_d = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$ όπου f_{ck} είναι η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος και γ_c ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για το σκυρόδεμα (που ισούται με 1.5). Όταν μια θλιβόμενη διατομή αποτελείται από τοιχοποιία και από σκυρόδεμα, τότε η θλιπτική αντοχή υπολογίζεται θεωρώντας την κατανομή τάσεων του υλικού με την μικρότερη αντοχή. Σύμφωνα με α ανωτέρω, σε μια διατομή υπό κάποιο

συνδυασμό θλίψης και κάμψης το διάγραμμα παραμόρφωσης θα διέρχεται από κάποιο από τα σημεία A, B ή C του σχ. 6.2.5 που προέρχεται από την αντίστοιχη θεωρία που αφορά στο σκυρόδεμα. Η εφελκυστική παραμόρφωση του χάλυβα σε όλες τις περιπτώσεις θεωρείται 0.01. Ο προκατασκευασμένος οπλισμός διέπεται από το πρότυπο EN 845-3.

1.4 Οπλισμένη τοιχοποιία

Η οπλισμένη τοιχοποιία από όλους τους κανονισμούς εν γένει αντιμετωπίζεται όπως το οπλισμένο σκυρόδεμα. Ο Ευρωκώδικας 6 καλύπτει μόνο μερικές περιπτώσεις οπλισμένων τοίχων.

Καμπτόμενα μέλη χωρίς ή με μικρή θλιπτική δύναμη

Για οπλισμένα μέλη υπό καθαρή κάμψη ή υπό κάμψη και μικρή τιμή της ορθής τάσης σχεδιασμού σ_d , δηλαδή που δεν ξεπερνά την τιμή $0,3 f_{wd}$ η ροπή αντοχής με οπλισμό μόνο στο εφελκυσμένο πέλμα δίδεται από τη σχέση :

$$M_{rd} = \frac{A_s \times f_{yz} \times z}{\gamma_s}$$

Όπου ο μοχλοβραχίονας z υπολογίζεται από το απλοποιημένο διάγραμμα κατανομής των τάσεων του Σχ. 6.4.1 θεωρώντας ότι αναπτύσσονται συγχρόνως οι αντοχές των θλιβόμενων και εφελκυσμένων στοιχείων:

$$z = d$$

όπου:

b το πλάτος της διατομής

d το στατικό ύψος της διατομής

A_s η διατομή του εφελκυσμένου χάλυβα

f_{wk} η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας ή του σκυροδέματος που περιβάλλει τον οπλισμό, όποια τιμή είναι μικρότερη

f_{yk}	η χαρακτηριστική αντοχή του χάλυβα
γ_{μ}	ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για την τοιχοποιία
γ_s	ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τον χάλυβα

Για τον υπολογισμό της M_{Rd} καμπτόμενων οπλισμένων μελών η f_{wd} στο σχ. 6.4.1 μπορεί να λαμβάνεται σε όλο το θλιβόμενο μήκος l_x , στην περίπτωση που η M_{Rd} δεν λαμβάνεται μεγαλύτερη από: $M_{Rd} < 0.40 f_{wd} b d^2$ 6.4.3(α) για τοιχοσώματα των Ομάδος 1 ελαφροβαρών ή

$$M_{Rd} < 0.30 f_{wd} b d^2$$

6.4.3(β)

για τοιχοσώματα των Ομάδων 2,3 και 4 τα ελαφροβαρή Ομάδας 1 όπου:

f_{wd}	είναι η θλιπτική αντοχή σχεδιασμού της τοιχοποιίας
b	είναι το πλάτος της διατομής
d	είναι το στατικό ύψος της διατομής

· Σε διατομές της μορφής του Σχ. 6.4.2(α) που δεν θεωρούνται ότι διαθέτουν πέλματα ή νευρώσεις, όπως συμβαίνει στη διατομή του Σχ. 6.4.2(β) το οπλισμένο τμήμα θα λαμβάνεται με πλάτος b ίσο με την απόσταση s μεταξύ των οπλισμών αλλά θα πρέπει να ισχύει $b \leq 3t$, όπου t είναι το πάχος του τοίχου.

· Για μέλη με οπλισμό συγκεντρωμένο τοπικά ή σε φωλιές ώστε να σχηματίζεται διατομή με πέλματα, σχήματος T ή L όπως στην περίπτωση του Σχ. 6.4.2 (β), η ροπή αντοχής υπολογίζεται από τη σχέση 6.4.1 αλλά πρέπει:

$$M_{Rd} \leq \frac{f_{wk}}{\gamma_M} b_{ef} t_f (d - 0.5t_f) \quad 6.4.3(\gamma)$$

όπου:

d	το στατικό ύψος της διατομής
-----	------------------------------

t_f το πλάτος του πέλματος

b_{ef} το συνεργαζόμενο πλάτος

Σε αυτή την περίπτωση ως πλάτος t_f του πέλματος της διατομής μπορεί να λαμβάνεται το πλάτος t της τοιχοποιίας, αλλά δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή $0.5d$, όπου d είναι το στατικό ύψος της οπλισμένης διατομής.

Ως συνεργαζόμενο πλάτος του τμήματος του τοίχου b_{ef} , λαμβάνεται το ελάχιστο από:

α. Για μέλη τοιχοποιίας T:

- i. το πραγματικό πλάτος t_f του πέλματος
- ii. το πλάτος της νεύρωσης t_{r2} συν 12 φορές το πάχος του πέλματος t_f
- iii. την απόσταση των οπλισμένων νευρώσεων l_{ef}
- iv. το $\frac{h}{3}$, όπου h είναι το ύψος του τοίχου

β. Για μέλη σχήματος L:

- i. το πραγματικό πλάτος t_f του πέλματος
- ii. το πλάτος την νεύρωσης t_{r1} συν 6 φορές το πλάτος του πέλματος t_f
- iii. το ήμισυ της απόστασης των οπλισμένων νευρώσεων l_{ef}

Σε τοίχους με προκατασκευασμένο οπλισμό απμών, όταν η αντοχή του οπλισμού αυτού είναι απαραίτητη για την ανάληψη ροπών κάμψης μπορεί να υπολογισθεί μια ισοδύναμη f_{xk2} από την κατωτέρω σχέση:

$$f_{xk2,app} = \frac{6A_s f_{yd}}{t^2} z$$

Με τους συμβολισμούς όπως επεξηγούνται στη σχέση 6.4.2

Στις διατομές που ο οπλισμός είναι τοπικά συγκεντρωμένος σε φωλιές, ο

τοίχος μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από εναλλασσόμενες οπλισμένες και άοπλες κατακόρυφες λωρίδες μήκους $3t$. Αν η απόσταση μεταξύ των ράβδων του οπλισμού είναι μικρότερη από $3t$ (t είναι το πάχος του τοίχου) ο τοίχος θεωρείται πλήρως οπλισμένος. Σε αντίθετη περίπτωση θεωρείται ως σύνολο από οπλισμένες λωρίδες μήκους $3t$ με ενδιάμεσα άοπλα τμήματα. Στην περίπτωση αυτή κατά τον έλεγχο των τοίχων θα θεωρείται ότι μόνο οι οπλισμένες λωρίδες αναλαμβάνουν αξονικά και καμπτικά φορτία και θα πρέπει να ελέγχονται και τα άοπλα τμήματα εάν είναι ικανά να αντέξουν τα φορτία στα οποία υποβάλλονται.

Από τους περιορισμούς ισχύος της σχέσης $M_{rd} = \frac{A_s \times f_{yz} \times z}{\gamma_s}$ γίνεται φανερό ότι μπορεί να εφαρμοστεί για τον υπολογισμό της ροπής αντοχής σε οπλισμένα ανώφλια ή τοίχους αντιστήριξης. Οι οπλισμένοι πεσσοί σε σειсмоγενείς περιοχές δεν μπορούν να ελεγχθούν σύμφωνα με τα ανωτέρω, διότι ο οπλισμός δεν τίθεται στη μια παρειά του τοίχου.

Κεφάλαιο 2^ο: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

2.1 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Ο προσδιορισμός των μηχανικών ιδιοτήτων της τοιχοποιίας είναι δυσχερής, επειδή αφ' ενός δεν είναι ένα ομογενές και ισότροπο υλικό και αφ' ετέρου δεν είναι βιομηχανικό προϊόν με ελεγχόμενη και σταθερή ποιότητα. Λόγω ακριβώς αυτής της δυσχέρειας, ο προσδιορισμός της αντοχής της τοιχοποιίας σε θλίψη, εφελκυσμό και διάτμηση συγκεντρώνει ακόμα ερευνητικό ενδιαφέρον και εξακολουθούν οι εργαστηριακοί προσδιορισμοί των μηχανικών χαρακτηριστικών να συγκρίνονται με προταθείσες θεωρητικές σχέσεις. Εκτός όμως των διαφορετικών συνθηκών που επικρατούν στην κατασκευή των δοκιμίων στο εργαστήριο και του πραγματικού τοίχου στο εργοτάξιο, πρόσθετες δυσκολίες ανακύπτουν από το γεγονός ότι ο προσδιορισμός της αντοχής ενός δοκιμίου στο εργαστήριο γίνεται με πρότυπες δοκιμές, οι συνθήκες των οποίων δεν εκπληρούνται στο σύνθετο υλικό τοιχοποιίας σε

συνθήκες λειτουργίας.

Επειδή οι κατασκευές από τοιχοποιία υπό τα συνήθη φορτία (δηλαδή απουσία φορτίων λόγω σεισμού), υπόκεινται κυρίως σε θλίψη, είναι ο προσδιορισμός της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας, ως συνάρτηση της αντοχής των τοιχοσωμάτων και του είδους της αντοχής κονιάματος, δηλαδή των δύο συστατικών που την αποτελούν, που έχει απασχολήσει περισσότερο τους ερευνητές, οι οποίοι έχουν προτείνει ένα μεγάλο αριθμό σχέσεων για τον υπολογισμό της. Παρόλο το μεγάλο αριθμό των σχέσεων κοινή είναι η διαπίστωση ότι οι κάτωθι παράγοντες επηρεάζουν τη θλιπτική αντοχή:

1. Τα χαρακτηριστικά των τοιχοσωμάτων, δηλαδή η αντοχή, ο τύπος και η γεωμετρία τους (συμπαγή ή διάτρητα, είδος και ποσοστό οπών, σχετικό ύψος), και η υδατοαπορροφητικότητά τους.
2. Τα χαρακτηριστικά του κονιάματος, δηλαδή η αντοχή και η σύνθεση του μείγματος (λόγος νερού τσιμέντου, συγκράτηση ύδατος), το σχετικό πάχος του κονιάματος εν σχέσει προς το τοιχόσωμα και η σχετική παραμόρφωση των δύο υλικών.
3. Οι συνθήκες που επικρατούν στην ίδια τοιχοποιία, δηλαδή ο τρόπος εμπλοκής των τοιχοσωμάτων, η διεύθυνση φόρτισης, οι τοπικές αυξήσεις τάσεων, ο τόπος επιβολής του φορτίου, κ.α.

Οι βασικές ενδείξεις από εργαστηριακές δοκιμές έχουν αποδείξει ότι η τοιχοποιία υπό ομοιόμορφη θλίψη αστοχεί, είτε από εφελκυστικές ρωγμές παράλληλες στο επιβαλλόμενο φορτίο, είτε από ένα είδος διατμητικής αστοχίας, ο τύπος της οποίας εξαρτάται από το ποιο υλικό (τοιχόσωμα ή κονίαμα) είναι περισσότερο ισχυρό. Ένα ακόμα ενδιαφέρον αποτέλεσμα είναι ότι, εν γένει η αντοχή της τοιχοποιίας είναι μικρότερη από την ονομαστική τιμή της αντοχής των τοιχοσωμάτων, όπως προσδιορίζεται από δοκιμή σε θλίψη και ποικίλει ανάλογα με την τετραγωνική ρίζα της αντοχής του τοιχοσώματος και την τρίτη ή τέταρτη ρίζα της αντοχής του κονιάματος. Έχει γίνει επίσης φανερό ότι: α) Όταν συμβεί αστοχία εφελκυστικής ολίσθησης, αυτή προκαλείται από της αδυναμία περαιτέρω παραμόρφωσης του κονιάματος στον αρμό, β) όταν συμβεί αστοχία του τοιχοσώματος της τοιχοποιίας, η αντοχή του τοιχοσώματος δε μπορεί να προσδιορισθεί απ' ευθείας, καθώς ο

τρόπος αστοχίας διαφέρει από αυτόν σε πρότυπες δοκιμές θλίψης και οφείλεται σε εφελκυστικές τάσεις που αναπτύσσονται στις εγκάρσιες πλευρές του τοιχοσώματος σε αντιστάθμισμα των θλιπτικών τάσεων στο κονίαμα, γ) το κονίαμα μπορεί να αναπτύξει στην τοιχοποιία μεγαλύτερη αντοχή από όση σε ένα πείραμα κυβικού δοκιμίου, λόγω περιορισμού των εγκάρσιων παραμορφώσεων του από τα τοιχοσώματα, που έχει ως συνέπεια την επικράτηση συνθηκών τριαξονικής εντατικής κατάστασης.

2.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τη θλιπτική αντοχή

- Επίδραση του υλικού και του πάχους του αρμού

Αν και η αντοχή κύβου του κονιάματος συνεισφέρει στην αντοχή της τοιχοποιίας ανάλογα με την τρίτη ή την τέταρτη ρίζα, έχει αποδειχθεί ότι το κονίαμα ρυθμίζει την τελική αντοχή της. Στον παρακάτω πίνακα 1.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από πειράματα θλίψης σε δοκίμια από τούβλα μεγάλης θλιπτικής αντοχής (110 MPa), τα οποία πραγματοποίησε ο Monk. Τα δοκίμια είχαν ύψος δύο τοιχωμάτων. Στον πίνακα 1.2 παρουσιάζονται αποτελέσματα παρόμοιων πειραμάτων που διενεργήθηκαν από τον Morsy. Στην περίπτωση που ως υλικό αρμού χρησιμοποιήθηκε καουτσούκ, τα τούβλα αστόχησαν από εφελκυσμό λόγω εφελκυστικών τάσεων που αναπτύχθηκαν σε αυτά εξαιτίας της μεγάλης παραμόρφωσης του υλικού του αρμού. Αντιθέτως, η τοποθέτηση χάλυβα στους αρμούς, είχε ως αποτέλεσμα τον περιορισμό των παραμορφώσεων των τούβλων, δημιουργώντας έτσι συνθήκες τριαξονικής θλίψης και αύξηση της αντοχής του τοίχου, επίσης η αστοχία συνέβη όπως σε ένα ψαθυρό υλικό. Από του πίνακες αυτού γίνεται φανερό ότι οι ελαστικές ιδιότητες του υλικού του αρμού είναι κρίσιμο χαρακτηριστικό της αντοχής της τοιχοποιίας, κατά συνέπεια ο λόγος του πάχους του αρμού προς το ύψος των τοιχοσωμάτων αυξάνεται και επηρεάζεται περισσότερο η αντοχή της τοιχοποιίας από τις ιδιότητες του υλικού του αρμού.

Πίνακας 2- 1 Επίδραση υλικού αρμού στη θλιπτική αντοχή της οπλιθοδομής (Monk, 1967)

Υλικά αρμού	f_{wc} [MPa]	f_{wc}/f_{kc}
Φύλλο Αλουμίνιου	106	0.96
Κονίαμα ¹ (1:0:5:4.5)	44	0.40
Άμμος	65	0.59
Έδαφος	98	0.89

¹ τσιμέντο: άσβεστος: άμμος

Πίνακας 2- 2: Επίδραση υλικού αρμού στη θλιπτική αντοχή της οπτοπλιθοδομής (Morsy, 1968)

Υλικό Αρμού	F_{wc} [Mpa]	f_{wc}/f_{bc}
Χάλυβας	56.48	1.4
Συγκολλητή Ξυλεία	46.39	1.15
Hardboard	43.86	1.09
Πολυαιθυλένιο	16.99	0.42
Καουτσούκ με ίνες	11.71	0.42
Μαλακό καουτσούκ	6.99	0.17
Χωρίς υλικό αρμών	37.2	0.93
Κονίαμα ¹ (1:0.25:3)	14.0	0.35

¹ τσιμέντο: άσβεστος: άμμος

· Επίδραση του ύψους του τοιχοσώματος

Ο προσδιορισμός της επίδρασης του ύψους του τοιχοσώματος στη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας παρουσιάζει δυσκολίες, καθώς ένα πρόβλημα που δημιουργείται είναι ο προσδιορισμός της επίδρασης του ύψους του τοιχοσώματος στη δική του αντοχή. Σε ένα τοιχώσωμα μικρού ύψους η επίδραση των δύσκαμπτων πλακών της συσκευής ελέγχου, οι οποίες μέσω της τριβής εμποδίζουν την πλευρική παραμόρφωσή του, είναι μεγάλη και έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία συνθήκων τριαξονικής θλίψης και κατά συνέπεια την αύξηση της μετρούμενης θλιπτικής αντοχής. Όσο το ύψος του τοιχοσώματος αυξάνεται, η επίδραση των πλακών μειώνεται και επομένως μειώνεται και η μετρούμενη θλιπτική αντοχή. Η επίδραση των πλακών της συσκευής θλίψης μπορεί να μειωθεί εάν οι πλάκες αποκτήσουν τη μορφή βούρτσας, οπότε δεν παρεμποδίζεται η εγκάρσια παραμόρφωση του τοιχώματος. Στο Σχήμα 1.1 που έχει προκύψει από έρευνα του Page (1984) φαίνεται η σχέση της αντοχής τούβλων που ελέγχθηκαν με τη χρήση πλακών τύπου βούρτσας με αυτή όπως προέκυψε από τις συνήθεις δοκιμές θλίψης με δύσκαμπτες πλάκες. Προκύπτει ότι για μικρά ύψη τούβλων ο λόγος των μετρούμενων αντοχών υπερβαίνει το 1.5. Επειδή η χρήση των πλακών τύπου βούρτσας είναι πρόσφατη, δεν έχει γίνει εκτενής σχετική έρευνα και έτσι δεν υπάρχουν σχέσεις για την επίδραση του ύψους του τοιχοσώματος στην αντοχή του.

· Είδος διάτρητων τοιχοσωμάτων

Τα αποτελέσματα πειραμάτων για τον της επίδρασης των οπών στη θλιπτική αντοχή των τούβλων απέδειξαν ότι για οπές σε ποσοστό περίπου 20% της επιφάνειάς τους, οι κυκλικού σχήματος οπές, οι οποίες τη μειώνουν. Η μείωση αυτή είναι πιθανό να οφείλεται στη συγκέντρωση τάσεων στις γωνίες των οπών, όχι μόνο στο στάδιο λειτουργείας, αλλά και στο στάδιο της παραγωγής των τούβλων. Η συγκέντρωση τάσεων όμως παραμένει σε παραδεκτά όρια σε

ορθογωνικές οπές με καλά στρογγυλεμένες γωνίες. Για ποσοστό των οπών μεγαλύτερο από το ανωτέρω, η αντοχή επηρεάζεται ανεξαρτήτως του είδους των οπών. Στο ελληνικό χώρο τα συνήθη τούβλα έχουν κυρίως οριζόντιες κυκλικές οπές και ποσοστό οπών γύρο στο 30-35%.

· **Επίδραση της διαπλοκής των τοιχοσωμάτων, του τύπου του τοίχου και της διεύθυνσης φόρτισης**

Ένας εκ των κυριότερων παραγόντων που επηρεάζουν τη θλιπτική αντοχή μια τοιχοδομής είναι η ποιότητα δόμησης. Η θλιπτική αντοχή πρισμάτων λιθοδομής εν σχέσει προς αυτή του λίθου μπορεί να είναι πολύ μικρότερη εξαιτίας του τρόπου δομής τους. Τοίχοι με πυρήνα από μικρές πέτρες και άφθονο ασβεστοκονίαμα είναι φυσικό να έχουν μικρότερη αντοχή από καλοδομημένους συμπαγείς τοίχους από τα ίδια υλικά.

Γενικά, η επίδραση των διαφόρων τρόπων διαπλοκής των τοιχοσωμάτων στην θλιπτική αντοχή οπτοπλινθοδομών δεν έχει αποδειχθεί ουσιώδης. Ωστόσο μερικοί έλεγχοι σε διπλούς τοίχους (από δύο κατακόρυφες στρώσεις με τις ίδιες ιδιότητες), με φορτίο ισοκατανεμημένο στις δύο στρώσεις, απέδειξαν ότι η συνολική αντοχή του διπλού τοίχου ήταν περίπου το 70% της αντοχής δύο τοίχων μιας στρώσης από το ίδιο υλικό. Πιθανές ερμηνείες για τη μείωση αυτή είναι: α) είναι δύσκολο να εξακριβωθεί ότι το φορτίο έχει ισοκατανεμηθεί στις δύο στρώσεις, β) είναι δύσκολο να επιτευχθεί ακριβώς η ίδια ποιότητα για την κατασκευή των δύο στρώσεων και γ) η αντοχή του τοίχου επηρεάζεται από την αντοχή της ασθενέστερης από τις δύο στρώσεις, η αστοχία της οποίας θεωρείται αστοχία τοίχου. Ένα συμπέρασμα πολλών ερευνών, είναι ότι η οριακή αντοχή (δηλαδή το φορτίο που προκάλεσε αστοχία) τοίχων πάχους ενός τοιχοσώματος, ήταν μεγαλύτερη από αυτή τοίχων από το ίδιο υλικό και ίσου πάχους αλλά δημιουργούμενο από διαπλεκόμενα τοιχοσώματα, οπότε δημιουργείται κατά το πάχος του τοίχου κατακόρυφος αρμός συνεχής ή διακοπτόμενος. Το γεγονός αυτό λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής κατά το

EC 6.

Σε ορισμένες περιπτώσεις η τοιχοποιία μπορεί να φορτιστεί υπό διεύθυνση άλλη της καθέτου στους αρμούς διάστρωσης. Τα αποτελέσματα πειραμάτων απέδειξαν μείωση της θλιπτικής αντοχής όταν η φόρτιση είναι υπό γωνία ως προς την κάθετο στους αρμούς, πλην όμως δεν έχει καταστεί δυνατή η εξαγωγή μιας σχέσης για τον προσδιορισμό του ποσού της μείωσης. Από τον EC 6 συνιστάται όπως αυτή προσδιορίζεται πειραματικά.

· **Επίδραση των κατασκευαστικών λεπτομερειών**

1. *Συγκεντρωμένα φορτία.* Η επίδραση των συγκεντρωμένων φορτίων στην τοιχοποιία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες μερικοί από τους οποίους είναι: ο λόγος της φορτιζόμενης επιφάνειας προς το μήκος του τοίχου, η θέση του φορτίου και το μήκος, ο τρόπος επιβολής (δηλ. μέσω εύκαμπτης ή δύσκαμπτης πλάκας), ο τύπος και η αντοχή των υλικών της τοιχοποιίας, ο λόγος ύψους προς το μήκος και το πάχος του τοίχου, η ύπαρξη ή όχι ομοιόμορφου φορτίου από ανώτερους ορόφους, η ύπαρξη ή όχι στρωτήρα και ο αριθμός των συγκεντρωμένων φορτίων. Για την επιρροή μερικών μόνο από τους ανωτέρω παράγοντες υπάρχουν πειραματικά δεδομένα αλλά μόνο για τοίχους από συμπαγή τούβλα. Για τοίχους από διάτρητα τούβλα με οριζόντιες οπές έχει παρατηρηθεί ότι υπό συγκεντρωμένα φορτία αστοχούν τα τοιχοσώματα στην περιοχή του μεμονωμένου φορτίου λόγω αστοχίας των τοιχοσωμάτων των οπών.
2. *Εγκοπές στο σώμα του τοίχου.* Σε όλες τις κατασκευές από οπτοπλινθοδομή δημιουργούνται εγκοπές για τη δίοδο των ηλεκτρικών καλωδίων και των υδραυλικών σωλήνων, οι οποίες δημιουργούν ασθενείς περιοχές επειδή αυξάνουν τις τάσεις στο απομένον πάχος του. Οι εγκοπές αυτές είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς σε λεπτούς τοίχους και κυρίως όταν έχουν οριζόντια ή διαγώνια διεύθυνση, οπότε επηρεάζουν μεγάλο μέρος τους.

Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατόν να αποφευχθούν με την τοποθέτηση των καλωδίων και σωληνώσεων στο στάδιο της κατασκευής, τότε πρέπει να γίνονται όσο δυνατών λεπτότερες, αβαθέστερες και κατακόρυφες. Στον EC 6 αναφέρονται σχέσεις μεταξύ των διαστάσεων των εγκοπών και εσοχών που δεν επηρεάζουν την ικανότητα ανάληψης κατακόρυφου φορτίου.

· **Επίδραση της ποιότητας κατασκευής**

Η τοιχοποιία είναι υλικό που κατασκευάζεται επί τόπου του έργου από εργατοτεχνικό προσωπικό που η εμπειρία του ποικίλει, υπό διάφορες κλιματολογικές συνθήκες, με υλικά που μπορεί και να μην πληρούν τις προδιαγραφές της πολιτείας και έτσι η αντοχή της μπορεί να διαφέρει ανάλογα και με αυτούς τους παράγοντες. Το πιο συνηθισμένο είναι να υπάρχουν μερικοί από τους παράγοντες που μειώνουν την αντοχή της, οπότε αυτή η μείωση μπορεί να φτάσει σε μεγάλο ποσοστό. Για το λόγο αυτό πρέπει να δίδεται μεγάλη προσοχή κυρίως από τον επιβλέποντα του έργου για την αποφυγή των δυσμενών παραγόντων. Κατά τον EC 6 η ποιότητα κατασκευής υπεισέρχεται στον προσδιορισμό της αντοχής σχεδιασμού μέσω του επιμέρους συντελεστή ασφαλείας του υλικού γ_M , ο οποίος δεν είναι σταθερός, όπως σε υλικά με σταθερές ιδιότητες, π.χ χάλυβα, σκυρόδεμα, αλλά κυμαίνεται αναλόγως της κατηγορίας ελέγχου του έργου.

Στη συνέχεια αναφέρονται οι παράγοντες που σχετίζονται με την κατασκευή της τοιχοποιίας και για τους οποίους υπάρχουν στοιχεία για την επιρροή τους στη θλιπτική αντοχή της, αναφέρονται αναλυτικότερα από τον Hendry (1990).

Ø *Η λανθασμένη αναλογία στο μείγμα του κονιάματος, η οποία έχει ως συνέπεια τη μεταβολή της θλιπτικής αντοχής του, έχει περισσότερη σημασία σε τοιχοποιίες από φυσικούς λίθους που έχουν υψηλή θλιπτική αντοχή και λιγότερο σε οπτοπλινθοδομές (Τάσιος, 1992).*

Πειραματικά αποτελέσματα θραύσης δοκιμών τοίχων από τούβλα θλιπτικής αντοχής 35MPa έδειξαν ότι όταν σε κονίαμα η αναλογία τσιμέντου:άμμου 1:3 (αντοχή σε θραύση κύβου 14 MPa) έγινε 1:4.5 (αντοχή σε θραύση κύβου 7MPa), η αντοχή του τοίχου μεταβλήθηκε λίγο και από 16MPa έγινε 14MPa (McIntson, 1970)

Ø *Ο μη κανονικό ρυθμός απορρόφησης της υγρασίας.* Για να επιτευχθεί η μέγιστη αντοχή της τοιχοποιίας πρέπει να ελεγχθεί ο βαθμός απορρόφησης του ύδατος του κονιάματος από τα τοιχοσώματα. Απορρόφηση μεγάλης ποσότητας ύδατος δημιουργεί μετά την εξάτμισή του κοιλότητες με αέρα στο κονίαμα και συρρίκνωση του υλικού με αποτέλεσμα την ελλιπή έδραση των τοιχοσωμάτων. Από τη άλλη πλευρά, δόμηση με κορεσμένα από υγρασία τούβλα εγκυμονεί κινδύνους από τη δημιουργία πάγουκατά τους χειμερινούς μήνες. Αποδείχθηκε πειραματικά (Haller, 1969) ότι σε λυγηρούς τοίχους με έκκεντρη φόρτιση, η αύξηση της απορρόφησης του ύδατος από $2\text{kg/m}^2/\text{min}$ σε $4\text{kg/m}^2/\text{min}$ μείωσε στο $\frac{1}{2}$ τη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας. Η χρήση κονιαμάτων υψηλής συνεκτικότητας μπορεί να αποδειχθεί καλή λύση στην περίπτωση που δε μπορεί να ελεγχθεί η απορρόφηση υγρασίας.

Ø *Η κακή αρμολόγηση.* Μια μεγάλη ποικιλία προβλημάτων μπορεί να προκύψει από κακή αρμολόγηση. Κακή διάστρωση (όχι πλήρες γέμισμα) των κατακόρυφων αρμών δεν αποδείχθηκε να έχει σημαντική επίδραση στη θλιπτική αντοχή των τοίχων, αντίθετα, κακή διάστρωση των οριζοντίων αρμών μπορεί να επιφέρει μείωση μέχρι 33% της θλιπτικής αντοχής. Κατά τον EC 6, ο τρόπος αρμολόγησης των κατακόρυφων αρμών συνεκτιμάται μόνο στον υπολογισμό της διατμητικής

αντοχής, ενώ στον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής θεωρείται ότι έχει εξασφαλισθεί καλή οριζόντια διάστρωση.

Ø *Η απόκλιση του τοίχου από την κατακόρυφο.* Η αδυναμία κατασκευής ενός πλήρως κατακόρυφου τοίχου δημιουργεί εκκεντρότητες των φορτίων με συνέπεια την αύξηση των τάσεων. Έχει αποδειχθεί ότι μία συγκεκριμένη απόκλιση από την κατακόρυφο οδηγεί ακριβώς στην ίδια μείωση αντοχής με ίση εκκεντρότητα φορτίου σε έναν τελείως κατακόρυφο τοίχο.

Ø *Η κατασκευή υπό ακραίες κλιματολογικά συνθήκες.* Υπάρχουν λίγα στοιχεία για την επίδραση των κλιματολογικών συνθηκών κατά τη διάρκεια της κατασκευής ενός έργου από τοιχοποιία. Αποδείχθηκε πάντως ότι, κατασκευή και διατήρηση ενός τοίχου υπό υψηλή θερμοκρασία (γύρω στους 40 °C) μείωσε λίγο την αντοχή του, ενώ παραδόξως δόμηση και διατήρηση των τοίχων υπό θερμοκρασία -5°C δεν είχε καμία συνέπεια.

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 άνεμος, 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

2.2.1 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 υδατοαπορροφητικότητά 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

2.2.2 Προσδιορισμός αντοχής τοιχοποιίας

Ένα μεγάλο πλήθος παραγόντων, που αναφέρθηκε παραπάνω, επηρεάζει την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας. Έτσι, δεν είναι εύκολος ο ακριβής προσδιορισμός της και γι' αυτό έχουν πραγματοποιηθεί ένα πλήθος πειραμάτων. Ωστόσο σπανίως είναι δυνατό να αντιστοιχηθούν τα στοιχεία μιας πραγματικής τοιχοποιίας με αυτά των πειραματικών δεδομένων. Είναι προφανές ότι η αντοχή ενός τοίχου διαφέρει από εκείνη ενός δοκιμίου από τα ίδια υλικά, καθώς η λυγηρότητα, η ποιότητα κατασκευής (εξασφάλιση καθετότητας, καλή πλήρωση των αρμών) και οι οριακές συνθήκες (π.χ. ύπαρξη εγκαρσίων τοίχων και πλακών στους πραγματικούς τοίχους) απέχουν για τις δύο περιπτώσεις, επηρεάζοντας σημαντικά την αντοχή. Επομένως απαιτείται μια σχέση για τον προσδιορισμό της θλιπτικής αντοχής, που θα λαμβάνει υπόψη αυτούς τους παράγοντες.

2.2.3 Προσδιορισμός θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας και αναφέρθηκαν εν συντομία παραπάνω, καθιστούν δύσκολο τον ακριβή προσδιορισμό της. Έτσι, έχουν πραγματοποιηθεί και πραγματοποιούνται πλήθος πειραμάτων. Όμως, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, σπανίως

μπορούν να αντιστοιχηθούν τα στοιχεία μιας πραγματικής τοιχοποιίας με εκείνα των πειραματικών δεδομένων. Έτσι, απαιτείται μια σχέση για τον προσδιορισμό της θλιπτικής αντοχής, που θα λαμβάνει κατά το δυνατό υπόψη όλους τους παράγοντες.

Ø Υπολογισμός της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας σύμφωνα με τον Τάσιο (1986) Ο Τάσιος (1986) προτείνει την ακόλουθη ημιεμπειρική σχέση :

$$f_{wc} = \frac{2}{3}\sqrt{f_{bc}} - a + m \times f_{mc} \quad (\text{Μρα}) \quad (1)$$

όπου:

f_{bc} η θλιπτική αντοχή του τοιχοσώματος

f_{mc} η μέση θλιπτική αντοχή του κονιάματος

a μειωτικός συντελεστής για τοιχοποιία από φυσικούς λίθους, που κυμαίνεται από 0.5 για λαξευμένες πέτρες μέχρι 2.5 για κροκάλες (για τεχνητούς λίθους $a = 0$)

m συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την συνεισφορά του κονιάματος στην αντοχή και είναι $\beta = 0.5$ για λιθοδομή και $\beta = 0.1$ για οπτοπλινθοδομή

Στις περιπτώσεις που το ποσοστό κονιάματος είναι σημαντικό, τότε υπολογίζεται μια μειωμένη θλιπτική αντοχή από την ακόλουθη σχέση :

$$f'_{wc} \approx \xi f_{wc}$$

Με $\xi \approx \frac{1}{1+3.5(k-k_0)}$

όπου :

k το ποσοστό κατ' όγκο του κονιάματος στην τοιχοποιία
 k_0 το μέγιστο ποσοστό κονιάματος, που θεωρείται ότι δεν προκαλεί μείωση της αντοχής του τοίχου και εξαρτάται από το είδος της τοιχοποιίας
 Είναι $k_0 = 0.3$ για αργολιθοδομή και οπτοπλινθοδομή, 0.2 για ημιλαξευμένη και 0.1 για λαξευμένη λιθοδομή.

Επίσης με βάση τη θεωρία του Franciso Τάσιος προτείνει την ακόλουθη σχέση :

$$\frac{f_{wc}}{f_{bc}} = \frac{1}{1 + \frac{a(v_m - \beta v_b)}{\lambda(1 + \alpha\beta - v_m - \alpha\beta v_b)}}$$

Όπου:

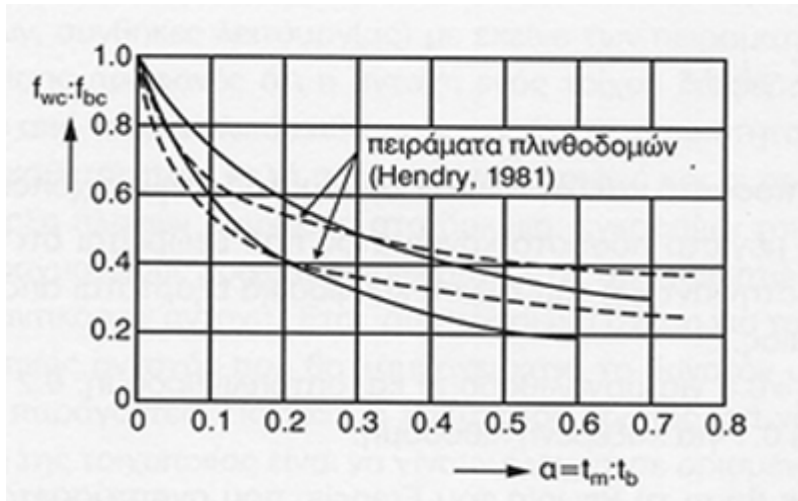
$a = \frac{t_m}{t_b}$ ο λόγος πάχους αρμού προς ύψος τοιχοσώματος

$\beta = \frac{E_m}{E_b}$ ο λόγος του μέτρου ελαστικότητας του κονιάματος προς το αντίστοιχο του τοίχου τοιχοσώματος

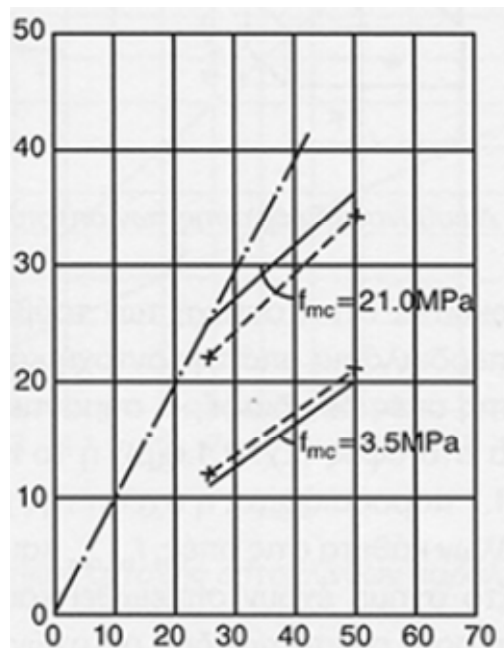
$\lambda_b = \frac{f_{bt}}{f_{bc}}$ ο λόγος της εφελκυστικής προς τη θλιπτική αντοχή του τοιχοσώματος

ν ο συντελεστής Poisson, που μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:
 $\nu \approx 0.5 - 0.1\sqrt[4]{f_c}$ στην οποία f_c είναι η θλιπτική αντοχή του υλικού (κονίαμα ή τοιχοποιία), του ο του οποίου ο συντελεστής ζητείται.

Στο Σχ. 2.1 φαίνεται η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, όπως αυτή προκύπτει από εφαρμογή της ανωτέρω σχέσης, συναρτήσε του συντελεστή a , ενώ στο Σχ. 2.2 συναρτήσε των αντοχών τοιχοσώματος και κονιάματος σε σύγκριση με ανάλογα πειραματικά αποτελέσματα του Hendry (Τάσιος 1992).



Σχήμα 2- 1 Επίδραση του λόγου πάχους αρμού / ύψος τοιχοσώματος στη θλιπτική αντοχή της τοιχοπο τοιχοποιίας



αντοχή λιθοσώματος, f_{cb} [MPa]

Σχήμα 2- 2 Θεωρητική θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας συναρτήσει των αντοχών τοιχοσώματος τήσει τα κονιάματος

Ø **Θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας κατά τον EC 6 (prEN 1996-1-1:2001)**

Κατά τον Ευρωκώδικα 6 (prEN1996-1-1:2001) η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή f_{wk} της άοπλης τοιχοποιίας, από κονίαμα γενικής χρήσης με πληρωμένους τους κατακόρυφους αρμούς υπολογίζεται από την σχέση :

$$f_{wk} = K \times f_b \times f_m^{0.3} \text{ (MPa)}$$

και εάν χρησιμοποιείται κονίαμα λεπτής στρώσης από την σχέση :

$$f_{wk} = K f_b^{0.85} \text{ (MPa)}$$

όπου :

K συντελεστής εξαρτώμενος από τον τύπο των τοιχοσωμάτων και του κονιάματος.

Τιμές του δίδονται στον Πίν. 2.1

f_b η ανηγμένη αντοχή των τοιχοσωμάτων

f_m η μέση θλιπτική αντοχή του συνδετικού κονιάματος

Οι ανωτέρω σχέσεις ισχύουν υπό τις κάτωθι προϋποθέσεις :

- Η f_b δε θα ληφθεί μεγαλύτερη από 75 MPa, όταν χρησιμοποιείται κονίαμα γενικής χρήσης
- Η f_b δε θα ληφθεί μεγαλύτερη από 50 MPa, όταν χρησιμοποιείται κονίαμα λεπτής στρώσης
- Η f_m δε θα ληφθεί μεγαλύτερη από 20 MPa ούτε μεγαλύτερη από $2f_b$ για κονίαμα γενικής χρήσης

- Η f_m δε θα ληφθεί μεγαλύτερη από 10 MPa για κονίαμα λεπτής στρώσης
- Η f_m δε θα ληφθεί μεγαλύτερη από 5 MPa για ελαφροβαρές κονίαμα
- Η τοιχοποιία κατασκευάζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κανονισμού
- Οι αρμοί ικανοποιούν τις απαιτήσεις για να είναι πληρωμένοι
- Το πάχος της τοιχοποιίας σχηματίζεται έτσι ώστε να μην υπάρχει πουθενά κατακόρυφος αρμός

Εάν υπάρχει κατακόρυφος αρμός κατά το πάχος της τοιχοποιίας, οι τιμές του K που λαμβάνονται από τον Πίνακα 2.1, πρέπει να πολλαπλασιάζονται με 0.80.

Για τον ορθό προσδιορισμό των συντελεστών της ανωτέρω σχέσης, είναι απαραίτητα η παράθεση των ορισμών και παραμέτρων, όπως ορίζονται στον EC6 :

- § *Χαρακτηριστική θλιπτική της τοιχοποιίας f_{wc}* είναι η αντοχή της τοιχοποιίας υπό θλιπτικό φορτίο, χωρίς τον υπολογισμό τη επίδρασης της εκκεντρότητας της φόρτισης, της λυγηρότητας του δοκιμίου και των συνθηκών παρεμπόδισης της παραμόρφωσης που επιφέρει η συσκευή ελέγχου.
- § *Θλιπτική αντοχή τοιχοσωμάτων f_{bc}* είναι η μέση θλιπτική αντοχή ορισμένου αριθμού τοιχοσωμάτων.
- § *Ανηγμένη θλιπτική αντοχή τοιχοσωμάτων f_b* είναι η θλιπτική αντοχή των τοιχοσωμάτων μετατρεπομένη σε ισοδύναμο τοιχόσωμα διαστάσεων 100 mm πλάτος και 100 mm ύψος.

§ **Θλιπτική αντοχή κονιάματος** f_{mc} είναι η μέση θλιπτική αντοχή 28 ημερών ορισμένου αριθμού δοκιμίων από κονίαμα.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή αναφέρεται μόνο στην τοιχοποιία, ενώ στο κονίαμα και τα τοιχοσώματα αναφέρεται μόνο η μέση θλιπτική αντοχή. Για τον προσδιορισμό της χαρακτηριστικής αντοχής από μικρό αριθμό δοκιμίων (ελάχιστο τρία) έχει προταθεί ως χαρακτηριστική αντοχή να λαμβάνεται η μικρότερη από : α) τη μικρότερη τιμή της θλιπτικής αντοχής και β) τη μέση τιμή των δοκιμίων διαιρούμενη με το 1.2, δηλαδή για τρία δοκίμια θα είναι :

$$f_{wk} = \min \left\{ \min(f_{wc1} - f_{wc2} - f_{wc3}), \frac{f_{wc1} + f_{wc2} + f_{wc3}}{3 \times 1.2} \right\}$$

Η ανηγμένη θλιπτική αντοχή του τοιχοσώματος f_b δίδεται από την σχέση :

$$f_b = \delta f_{bc}$$

όπου :

f_{bc} η θλιπτική αντοχή του τοιχοσώματος

δ συντελεστής αναγωγής συναρτήσεως του ύψους και της ελάχιστης από τις άλλες δύο διαστάσεις του, ο οποίος δίδεται από τον Πίνακα 2.2

Η σχέση 1 ισχύει και για τοιχοσώματα της Ομάδας 1 και 4, που έχουν τη μορφή του σχήματος 2.1, με τις κατωτέρω προϋποθέσεις :

- Το πλάτος κάθε λωρίδας κονιάματος είναι 30 mm ή περισσότερο

- Το πάχος της τοιχοποιίας σχηματίζεται από ένα τοιχόσωμα

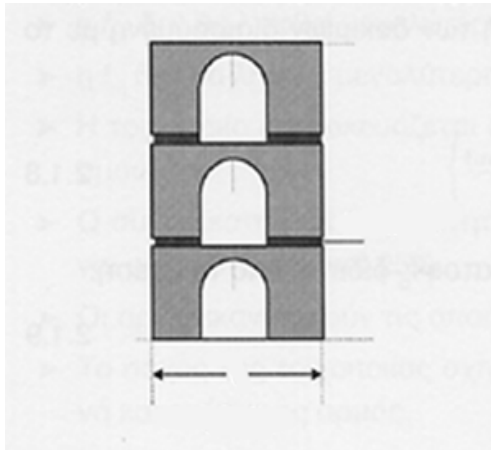
- Ισχύει $g/t_w \leq 0.8$

όπου :

g το συνολικό πλάτος των λωρίδων κονιάματος

t_w το πάχος του τοίχου

Για τοιχοσώματα της Ομάδας 2, της μορφής αυτών του Σχ. 2.3, ισχύει η ίδια σχέση, αλλά πρέπει να καθορισθεί η ανηγμένη αντοχή των τοιχοσωμάτων από πειραματικούς ελέγχους σε δοκίμια που δε θα έχουν λωρίδες κονιάματος πλατύτερες από όσο θα κατασκευαστούν στον πραγματικό τοίχο, αλλά να αναχθεί η αντοχή του τοιχοσώματος στη μεικτή επιφάνειά του.



Σχ. 2.3 Τοίχος από τοιχοσώματα ειδικής

μορφής

ΤΟΜΗ

πίνακας 2- 3 Τιμές του μειωτικού συντελεστή K

Τοιχόσωμα		Κονίαμα γενικής χρήσης	Κονίαμα λεπτής στρώσης	Ελαφροβαρές κονίαμα Πυκνότητας	
				600$\rho_3\leq 700$ Kg/m ³	700$\rho_3\leq 1500$ Kg/m ³
Αργιλικό	Ομάδα 1	0.50	0.75	0.30	0.40
	Ομάδα 2	0.45	0.55	0.30	0.40
	Ομάδα 3	0.35	0.25	0.20	0.25
	Ομάδα 4	0.30	Δε χρησι- μοποιείται	Δε χρησι- μοποιείται	Δε χρησι- μοποιείται
Πυρητικού ασβεστίου	Ομάδα 1	0.50	0.80	Δε χρησι- μοποιείται	Δε χρησι- μοποιείται
	Ομάδα 2	0.45	0.55	Δε χρησι- μοποιείται	Δε χρησι- μοποιείται
Από σκυρόδεμα	Ομάδα 1	0.50	0.80	0.45	Δε χρησι- μοποιείται
	Ομάδα 2	0.50	0.80	0.45	Δε χρησι- μοποιείται
	Ομάδα 3	0.50	Δε χρησι- μοποιείται	Δε χρησι- μοποιείται	Δε χρησι- μοποιείται
	Ομάδα 4	0.30	Δε χρησι- μοποιείται	Δε χρησι- μοποιείται	Δε χρησι- μοποιείται
Αυτόκλειστο Κυψελωτό σκυρόδεμα	Ομάδα 1	0.50	0.85	0.45	Δε χρησι- μοποιείται
Βιομηχανική πέτρα	Ομάδα 1	0.50	0.85	Δε χρησι- μοποιείται	Δε χρησι- μοποιείται
Λαξεμένη Φυσική πέτρα	Ομάδα 1	0.20	0.75	Δε χρησι- μοποιείται	Δε χρησι- μοποιείται

Πίνακας 2- 4 Συντελεστής αναγωγής δ

Ύψος τοιχοσώματος [mm]	Ελάχιστη οριζόντια διάσταση [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	1.45	1.25	1.15

Η θλιπτική αντοχή σχεδιασμού f_{wd} δίδεται από τη σχέση :

$$f_{wd} = \frac{f_{wk}}{\gamma_m}$$

όπου :

f_{wk} η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή

γ_m ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για την τοιχοποιία (δίδεται στον Πίν. 2.5)

Επειδή, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ποιότητα κτισίματος της τοιχοποιίας επηρεάζει την αντοχή της, ο παράγοντας αυτός ελήφθη υπόψη στον επιμέρους συντελεστή ασφαλείας για την τοιχοποιία. Έτσι, ορίζονται πέντε κατηγορίες ελέγχου της δόμησης της τοιχοποιίας (ουσιαστικά πέντε επίπεδα ποιότητας) και δύο κατηγορίες της παραγωγής των τοιχοσωμάτων και αναλόγως του συνδυασμού τους, καθορίζεται ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας γ_m για την τοιχοποιία, σύμφωνα με τον Πίνακα 2.5.

Πίνακας 2- 5 Επιμέρους συντελεστές για την τοιχοποιία

Υλικό	γ_m				
	Κατηγορία ελέγχου της δόμησης				
	1	2	3	4	5
Τοιχοσώματα : Κατηγορίας I και κονίαμα με προδιαγραφόμενη σύνθεση	1.5	1.7	2	2.2	2.5
Κατηγορίας I και έτοιμο κονίαμα	1.7	2	2.2	2.5	2.7
Κατηγορίας II και οποιοδήποτε κονίαμα	2	2.2	2.5	2.7	2.7
Αγκυρώσεις χάλυβα οπλισμού	1.7	2	2.2	2.5	2.7
Χάλυβας οπλισμού και προέντασης	1.15				
Δευτερεύοντα στοιχεία (προσαρτήματα)	1.7	2	2.2	2.5	2.7
Ανώφλια κατά το πρότυπο EN 845- 2	1.5				

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΦΕΔΡΑ

3.1 Επίλυση διώροφης οικοδομής με το πρόγραμμα FEDRA

Το πρόγραμμα FEDRA – Τοιχοποιία σας βοηθάει στην μελέτη κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία. Είναι βασισμένο στον Ευρωκώδικα 6 για τα αφορώντα στην 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 η κατανομή των σεισμικών δυνάμεων γίνεται βάσει του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού – ΕΑΚ 2003. επιλύετε και διαστασιολογείται πλήρως κτίρια, των οποίων ο σεισμός περιλαμβάνεται 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 μπορείτε εύκολα να δώσετε 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 επιλέχτηκαν για να αποδώσουν πιο ακριβή αποτελέσματα εντατικών μεγεθών σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ισχυόντων κανονισμών και τις πιο προηγμένες μεθόδους επίλυσης όπως η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων.

Τα τεύχη της μελέτης που παράγεται είναι αναλυτικά, με σύντομη περιγραφή των μεθόδων επίλυσης και επεξηγήσεις των αποτελεσμάτων. Σχέδια κατόψεων και ξυλοτύπων που παράγονται ολοκληρώνουν τις απαιτήσεις μια μελέτης. Ο χρήστης έχει πλήρη εποπτεία με γραφικές παραστάσεις των

αποτελεσμάτων των πεπερασμένων στοιχείων, καθώς και πλήρη επισκόπηση των τευχών εκτύπωσης όπως θα εκτυπωθούν.

Θα θέλαμε να τονίσουμε ότι όσο πρωτοποριακό, εύχρηστο και γρήγορο και αν είναι το πρόγραμμα, σε καμία περίπτωση δε 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 μιας μελέτης, που μαζί με τον Η/Υ δίνει τη δυνατότητα στο 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 κύριος υπεύθυνος για τη σωστή είσοδο δεδομένων και χρήση του προγράμματος, καθώς επίσης και για ορθή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Ξεκινώντας:

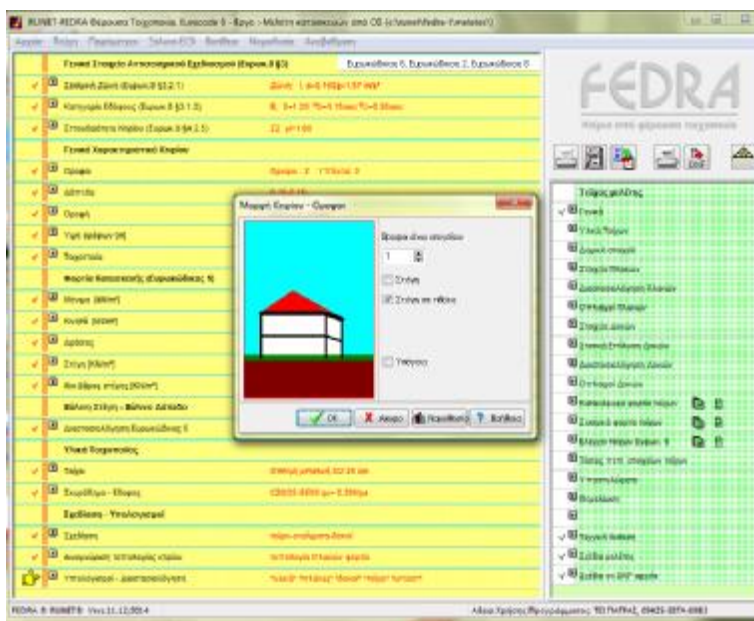
- Καθορίζετε τις παραμέτρους, κτίριο, υλικά, σεισμική ζώνη και συντελεστές της περιοχής σας. Αυτό γίνεται με τις εντολές **Παράμετροι**.
- Δημιουργείται έναν ή δύο καταλόγους έργων. Αυτό γίνεται με το μενού **Επιλογές – Κατάλογος Έργου**.
- Διαλέγετε γραμματοσειρές για τα τεύχη σας, με το μενού **Επιλογές – Εμφάνιση Ετυπώσεων** και τεστάρετε τον εκτυπωτή σας για αυτή τη γραμματοσειρά (αν δουλεύουν τα ελληνικά) με την εντολή του μενού **Αρχεία – Τεστ Εκτύπωση**.

Βασικά στάδια μιας μελέτης είναι εν συντομία τα ακόλουθα:

1. Ανοίγετε ένα αρχείο 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 στο πρόγραμμα και αλλάζουν από εσάς μέσω του μενού παράμετροι.



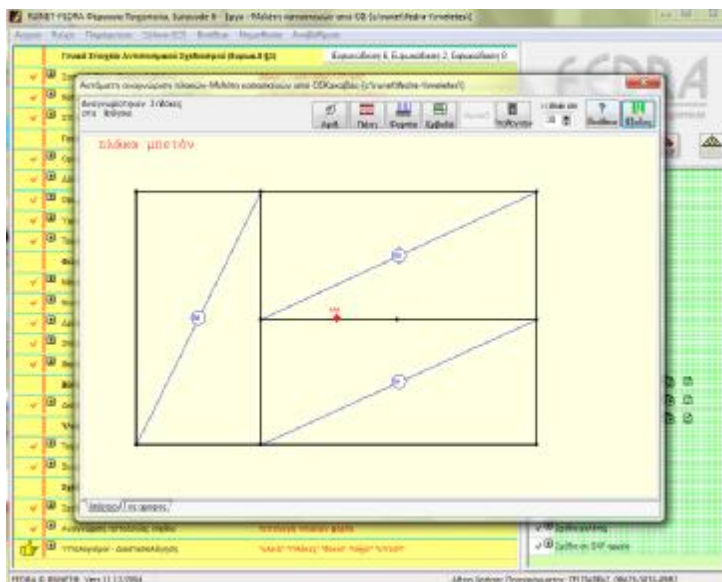
3. Ελέγχετε τους συντελεστές και παραμέτρους της μελέτης στο κίτρινο φύλλο αριστερά και αν θέλετε να αλλάξετε κάποιον κάνετε κλικ στην αντίστοιχη γραμμή του πίνακα, π.χ. να προσθέσετε ορόφους στο κτίριο.



4. Εν συνεχεία κάνοντας κλικ στο σημείο που σας υποδεικνύεται μπαίνετε στη σχεδίαση







5. Αφού δώσετε τα δομικά στοιχεία στη σχεδίαση (τοιχοί, ανοίγματα, δοκοί, υποστυλώματα), μπορείτε μέσα από την σχεδίαση να επιλέξετε αναγνώριση πλακών πατώντας το κουμπί πάνω δεξιά, ή έξω από την σχεδίαση κάνοντας κλικ όπου σας δείχνει ο δείκτης(Πλάκες). Πρέπει να σημειώσετε ότι ακόμα και αν έχετε ξύλινα δάπεδα και στέγες πρέπει να κάνετε

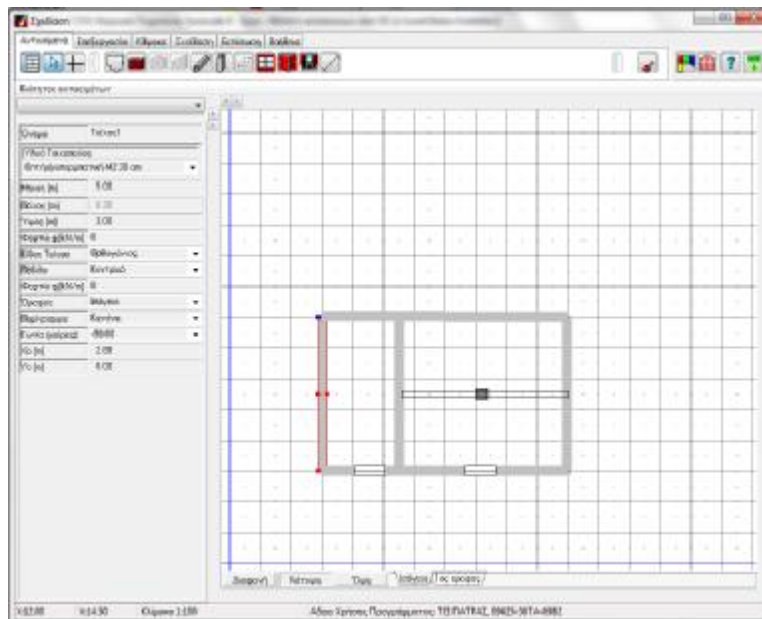
αναγνώριση πλακών. Στην περίπτωση ξύλινων δαπέδων πρέπει οπωσδήποτε να κλείνει το εξωτερικό περίγραμμα σαν ένας χώρος για να είναι δυνατός ο υπολογισμός φορτίων δαπέδων.



6. Αφού γίνει η αναγνώριση πλακών κάνετε κλικ στη γραμμή του κίτρινου φύλλου υπολογισμών αριστερά (**Επίλυση**) και πατώντας το κουμπί Υπολόγισε γίνονται όλοι οι υπολογισμοί. Από το μενού παράμετροι στο παράθυρο υπολογισμών μπορείτε πριν την επίλυση να ρυθμίσετε μερικές παραμέτρους επίλυσης.
7. Αφού γίνουν οι υπολογισμοί μπορείτε να δείτε τα **τεύχη** ή τα σχέδια όπως θα εκτυπωθούν κάνοντας κλικ στο δεξιά πράσινο φύλλο τευχών, όπου τα τμήματα του τεύχους εμφανίζονται κατά ενότητες. Οπωσδήποτε πρέπει να δείτε το τμήμα του τεύχους με τίτλο **Επίλυση έλεγχοι τοίχων**. Αν κάτι εμφανίζεται με κόκκινο στο τεύχος σημαίνει ανεπάρκεια στην επίλυση και πρέπει να γίνουν αλλαγές στα δομικά στοιχεία.
8. Τέλος **εκτυπώνετε** κάνοντας κλικ στο κουμπί εκτυπώσεις τευχών ή σχεδίων πάνω δεξιά. Επιλέγετε δε πριν από την εκτύπωση όποιο κομμάτι του τεύχους θέλετε να εκτυπώσετε.


3.2 Επίλυση διώροφου βήμα προς βήμα

1. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγουμε περίγραμμα. 
Κάνουμε κλικ στη επιφάνεια σχεδίασης και δίνουμε τις κορυφές ξεκινώντας από την κάτω αριστερά γωνία και πηγαίνουμε προς τα δεξιά.
2. Κλείνουμε το περίγραμμα με δεξί κλικ αφού βάλουμε την τελευταία κορυφή.
3. Από το μενού Επεξεργασία επιλέγουμε Ευθυγράμμιση στον κάναβο. 
4. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγουμε Ορθογώνιο τοίχο για να ξεκινήσουμε τη σχεδίαση του κτιρίου. 
5. Με τον ίδιο τρόπο δημιουργούμε και τους υπόλοιπους τοίχους.
6. Στη συνέχεια δημιουργούμε έναν εσωτερικό τοίχο από τον τοίχο 2 στον τοίχο 4, κάνοντας κλικ στα δύο άκρα του.
7. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγουμε υποστύλωμα και κάνουμε κλικ στο κέντρο του δωματίου. 
8. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγουμε δοκό.  Κάνουμε κλικ στο μέσο του τοίχου 5 και κατόπιν στο μέσο του τοίχου 3 και περνάει πάνω από το υποστύλωμα.
9. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγουμε παράθυρα και δημιουργούμε μερικά παράθυρα. 




10. Για να δούμε την όψη ενός τοίχου κάνουμε κλικ στον τοίχο για να τον επιλέξουμε και κατόπιν στο κουμπί όψη κάτω από την επιφάνεια σχεδίασης.

11. Επιστρέφουμε στη σχεδίαση της κάτοψης για τη σχεδίαση του πρώτου ορόφου.


12. Επιλέγουμε το εικονίδιο Δείκτης  και σχηματίζουμε ένα τετράγωνο που περικλείει όλη την κάτοψη του ισογείου.


13. Από το μενού Επεξεργασία επιλέγουμε αντιγραφή. 

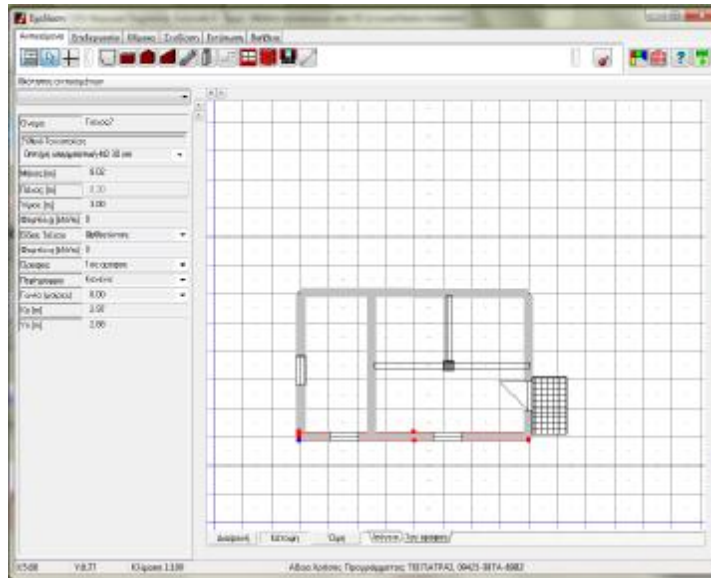
14. Κάνουμε κλικ στη σελίδα (1^{ος} όροφος)

15. Από το μενού επεξεργασία επιλέγουμε επικόλληση. 


16. Σχεδιάζουμε μια δοκό από το υποστύλωμα στον πάνω τοίχο.

17. Από το μενού Αντικείμενα επιλεγούμε πρόβολος  και κάνουμε κλικ στο μέσο του δεξιού τοίχου.

18. Από το μενού Αντικείμενα επιλεγούμε πόρτα  και κάνουμε κλικ στον τοίχο μπροστά στον πρόβολο.




19. Επιστρέφουμε στο ισόγειο κάνοντας κλικ στη σελίδα ισόγειο.

20. Από το μενού Αντικείμενα επιλέγουμε διάσταση 

21. Κάνουμε κλικ στο κουμπί συνεχής σχεδίασης 

22. Κάνουμε κλικ στους τοίχους, παράθυρα και άλλα αντικείμενα που επιθυμούμε να τοποθετήσουμε διαστάσεις.

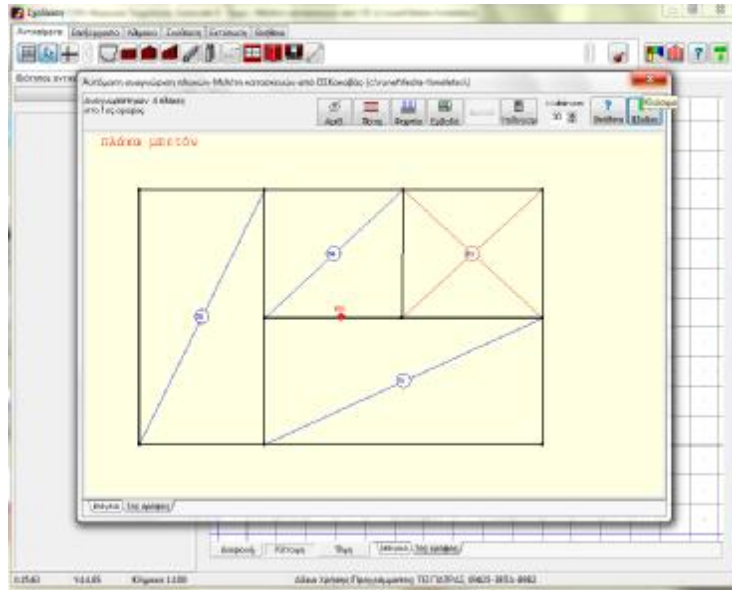
23. Κάνουμε κλικ στο κουμπί συνεχής σχεδίασης  για να διακόψουμε την κατάσταση συνεχούς σχεδίασης.


24. Πηγαίνουμε στην κάτοψη του 1^{ου} ορόφου





25. Κάνουμε κλικ στο κουμπί Αναγνώριση πλακών 

26. Κάνουμε κλικ στο κουμπί Πάχη  Πάχη για να δούμε τα πάχη της κάθε πλάκας

27. Κάνουμε κλικ στην πλάκα Π3 και δίνουμε πάχος 0.00. Αυτή η περιοχή τώρα αποτελεί το άνοιγμα για το κλιμακοστάσιο. Αφού τελειώσαμε με τις αλλαγές στις πλάκες κάνουμε κλικ στο κουμπί Έξοδος για να βγούμε από το τμήμα Αναγνώριση πλακών.



Πατάμε έξοδο  για να βγούμε από το σχεδιαστικό του προγράμματος και επιλέγουμε Υπολογισμοί-Διαστασιολόγηση στο κίτρινο φύλλο για να γίνει η ανάλυση του φέροντος οργανισμού του κτιρίου.

Σχεδίαση - Υπολογισμοί		
✓	 Σχεδίαση	ταίχοι-ανοίγματα-δοκοί
✓	 Αναγνώριση τοπολογίας κτιρίου	τοπολογία πλάκων φορτία
	 Υπολογισμοί - Διαστασιολόγηση	*υλικά* *πλάκες* *δοκοί* *ταίχοι* *υποστ*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ

Στη διώροφη οικοδομή που επιλύσαμε, αρχικά χρησιμοποιήσαμε για την τοιχοποιία οπτ/μή υπερμπατική-M2 30 cm η οποία έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

Οπτ/μή υπερμπατική-M2 30cm

Ειδικό βάρος: 15.00 [KN/m³]

Βάρος ανά m² : 4.5 [KN/m²]

Πάχος τοίχου : 0.30 [m]

Διαμήκης αρμός : ΟΧΙ

Ιδιότητες Λιθοσωμάτων (EC6 § 3.1)

Τύπος Λιθοσωμάτων: Οπτόπλινθοι EN 771-1

Διαστάσεις Λιθοσωμάτων: 190x190x90[mm]

Θλιπτική αντοχή : 5.00 [N/mm²]

Ανηγγμένη Θλιπτική Αντοχή: fb= 4.90[N/mm²]

Οπτόπλινθοι διάτρητοι 9x9x19

Κατηγορία: II

Ομάδα : 2

Συντελεστής δ= 0.98

fb= 0.98x 5.00= 4.90[N/mm²]

Ιδιότητες Κονιάματος (EC6 §3.2)

Είδος Κονιάματος: Γενικής εφαρμογής

Θλιπτική Αντοχή fk: 2.00 [N/mm²]

Τσιμεντοκονίαμα-M2

Χαρακτηριστικές Αντοχές Τοιχοποιίας (EC6, §3.6)

Θλιπτική Αντοχή fk= 2.06 [N/mm²]

Διατμ/κή Αντοχή fnko=0.10 [N/mm²]

Μέτρο Ελαστ/τος E=2.06 [GPa=KN/mm²]

Μέτρο Διάτμησης G=40%E G=0.82 [GPa=KN/mm²]

Στη συνέχεια επιλύσαμε την ίδια οικοδομή αλλάζοντας την τοιχοποιία χρησιμοποιώντας τοίχο YTONG με τις παρακάτω ιδιότητες:

Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm

Ειδικό βάρος : 4.00 [KN/m³]

Βάρος ανά m² : 1.20 [KN/m²]

Πάχος τοίχου : 0.30 [m]

Διαμήκης Αρμός : ΟΧΙ

Ιδιότητες Λιθοσωμάτων (EC6 §3.1)**YTONG 30x25x60**

Τύπος Λιθοσωμάτων : Ελαφρομπετόν EN 771-4 Κατηγορία: I

Διαστάσεις Λιθοσωμάτων: 600x300x250[mm] Ομάδα : 2

Θλιπτική αντοχή: 2.50 [N/mm²] Συντελεστής δ = 1.15

Ανηγμένη Θλιπτική Αντοχή : fb= 2.88 [N/mm²] fb= 1.15x 2.50= 2.88[N/mm²]

Ιδιότητες Κονιάματος (EC6, §3.2)**Κόλλα YTONG**

Είδος Κονιάματος: Λεπτής στρώσεως (1mm-3mm)

Θλιπτική Αντοχή fk: 10.00 [N/mm²]

Χαρακτηριστικές Αντοχές Τοιχοποιίας (EC6, §3.6)

Θλιπτική Αντοχή fk=1.98 [N/mm²] (EC6, §3.6.1)

Διατμ/κή Αντοχή fnko=0.3 [N/mm²](EC6, §3.6.2)

Μέτρο Ελαστ/τος E=1.98 [GPa](EC6, §3.7.2)

Μέτρο Διάτμησης G=40%E G=0.79 [GPa=KN/mm²]

4.1 Αποτελέσματα τοιχοποιίας με οπτόπλινθο και YTONG

Δομικά Στοιχεία

Όροφος	Δομ.	Υλικά	Διαστάσεις [m]	Θέση (x [m], y [m], θ°)
Ισόγειο	T1	Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm	5.00x 3.00x0.30	3.03, 0.00, 0.00
Ταόγειο	T2	Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm	6.02x 3.00x0.30	2.87, 3.03, 0.00
Ισόγειο	T3	Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm	5.00x 3.00x0.30	10.58, 3.00, 0.00
Ισόγειο	T4	Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm	6.00x 3.00x0.30	3.00, 8.05, 0.00
Ισόγειο	T5	Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm	5.03x 3.00x0.30	7.50, 8.13, 0.00
Ισόγειο	Δ1	Σηλ. βκυρ. C20/25	0.20x 0.50x5.43	5.60, 5.50, 0.00
Ταόγειο	Υ1	Σηλ. βκυρ. C20/25	0.35x 0.35x3.00	0.20, 5.50, 0.00
1ος	T6	Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm	5.00x 3.00x0.30	3.03, 8.00, 0.00
1ος	T7	Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm	6.02x 3.00x0.30	2.87, 3.03, 0.00
1ος	T8	Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm	5.00x 3.00x0.30	10.58, 3.00, 0.00
1ος	T9	Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm	6.00x 3.00x0.30	3.00, 8.05, 0.00
1ος	T10	Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm	5.03x 3.00x0.30	7.50, 8.13, 0.00
1ος	Δ2	Σηλ. βκυρ. C20/25	0.20x 0.50x5.43	5.60, 5.50, 0.00
1ος	Υ3	Σηλ. βκυρ. C20/25	0.20x 0.50x2.00	0.20, 7.95, 0.00
1ος	Υ2	Σηλ. βκυρ. C20/25	0.35x 0.35x3.00	0.20, 5.50, 0.00

Οπλισμοί Πλακών

Οροφος	Πλάκ	πάχος [cm]	Lx [m]	Ly [m]	Οπλισμοί		Οπλισμοί στηρίξεων				
					x-x	y-y	□	□	□	□	
Ισόγειο	Π1	15	5.48	2.47	∅10/20	∅10/20κ	∅10/20				∅10/20
Ισόγειο	Π2	15	2.47	5.01	∅10/20κ	∅10/20		∅10/20			
Ισόγειο	Π3	15	5.48	2.54	∅10/20	∅10/20κ	∅10/20			∅10/20	
1ος	Π1	15	5.48	2.47	∅10/20	∅10/20κ	∅10/20				∅10/20
1ος	Π2	15	2.47	5.01	∅10/20κ	∅10/20		∅10/20			
1ος	Π4	15	2.71	2.54	∅10/20	∅10/20κ	∅10/20			∅10/20	
1ος	ΠΡ1	15	1.20	2.00			∅10/20				

Οπλισμοί Δοκών

Οροφος	Δοκός	Άνοιγμα		Στήριξη-Α		Στήριξη-Β		Συνδ/ρες
		κάτω	πάνω	πάνω	κάτω	πάνω	κάτω	
Ισόγειο	κ1-0	4 ∅12	2 ∅12			1 ∅16		□ ∅10/34
Ισόγειο	κ1-1	4 ∅12	2 ∅12	1 ∅16				□ ∅10/34
1ος	κ2-0	4 ∅12	2 ∅12					□ ∅10/34
1ος	κ2-1	4 ∅12	2 ∅12					□ ∅10/34
1ος	κ2-2	4 ∅12	2 ∅12					□ ∅10/34

Φορτία Τοίχων

Φορτία τοίχων

Σε κάθε πάτωμα μεταφέρονται τα κατανεμημένα φορτία των πλακών στους αντίστοιχους τοίχους καθώς και τα συγκεντρωμένα φορτία στις θέσεις έδρασης των δοκών.

1ος οροφος **Σ6**

Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 θέση x=3.03m, y=8.00m, θ=270.00°, επιφάνεια τοίχου=13.80m²
 Τοίχος ΥΤΟΝΣ-κόλλα 30 cm
 Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 13.80x 1.2= 16.6 kN
 Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m
 Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 11.2 kN, κινητό Qf= 3.8 kN



1ος οροφος **Σ7**

Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 θέση x=2.97m, y=3.03m, θ=0.00°, επιφάνεια τοίχου=21.67m²
 Τοίχος ΥΤΟΝΣ-κόλλα 30 cm
 Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 21.67x 1.2= 26.0 kN
 Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m
 Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 30.7 kN, κινητό Qf= 5.6 kN



1ος οροφος **Σ8**

Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 θέση x=10.98m, y=3.00m, θ=90.00°, επιφάνεια τοίχου=12.80m²
 Τοίχος ΥΤΟΝΣ-κόλλα 30 cm
 Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 12.80x 1.2= 15.4 kN
 Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m
 Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 29.0 kN, κινητό Qf= 14.3 kN



Ιος ορόφος	T9	Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=3.00m, y=8.05m, θ=359.82°, επιφάνεια τοίχου=24.00m ² Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 24.00x 1.2= 28.8 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 19.1 kN, κινητό Qf= 3.7 kN
-------------------	-----------	---

Ιος ορόφος	T10	Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=5.50m, y=8.13m, θ=270.00°, επιφάνεια τοίχου=12.88m ² Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 12.88x 1.2= 15.5 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 46.3 kN, κινητό Qf= 9.4 kN
-------------------	------------	---

Ιος ορόφος	Συνολικά φορτία ορόφου
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου από τοίχους,	μόνιμα Q1= 197 kN, κινητά Q1= 36 kN
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου από υποστυλώματα,	μόνιμα Q2= 42 kN, κινητά Q2= 4 kN
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου (δάπεδο+τοίχοι),	μόνιμα G0= 239 kN, κινητά G0= 40 kN
Συνδυασμός δράσεων για κατακόρυφη φόρτιση, ολικά φορτία ορόφου (1.35G0+1.50Q0)=	383 kN
Συνδυασμός δράσεων για σεισμική φόρτιση, ολικά φορτία ορόφου (1.00G0+0.30Q0)=	251 kN
Ολική μάζα ορόφου Mo=(1.00G0+0.30Q0)/9.81=251/9.81=	26 kNsec ² /m
Κέντρο μάζας ορόφου	xm=214.87/30.80=6.98m, ym=168.08/30.80=5.46m

Ισόγειο	T1	Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=3.00m, y=8.00m, θ=270.00°, επιφάνεια τοίχου=15.00m ² Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 15.00x 1.2= 18.0 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 21.2 kN, κινητό Qf= 9.3 kN
----------------	-----------	---

Φορτία Τοίχων

Ισόγειο	T2	Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=2.97m, y=3.03m, θ=0.00°, επιφάνεια τοίχου=21.67m ² Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 21.67x 1.2= 26.0 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 30.7 kN, κινητό Qf= 13.5 kN
----------------	-----------	--

Ισόγειο	T3	Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=10.98m, y=3.00m, θ=90.00°, επιφάνεια τοίχου=12.60m ² Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 12.60x 1.2= 15.4 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 26.3 kN, κινητό Qf= 10.3 kN
----------------	-----------	--

Ισόγειο	T4	Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=3.00m, y=9.05m, θ=359.82°, επιφάνεια τοίχου=24.00m ² Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 24.00x 1.2= 28.8 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 31.4 kN, κινητό Qf= 13.8 kN
----------------	-----------	--

Ισόγειο	T5	Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=5.50m, y=9.13m, θ=270.00°, επιφάνεια τοίχου=12.88m ² Τοίχος YTONG-κόλλα 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 12.88x 1.2= 15.5 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 45.5 kN, κινητό Qf= 19.6 kN
----------------	-----------	--

Ισόγειο	Συνολικά φορτία ορόφων			
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου από τοίχους,	μόνιμα G1=	258 kN,	κινητά Q1=	66 kN
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου από υποστυλώματα,	μόνιμα G2=	45 kN,	κινητά Q2=	12 kN
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου (δάπεδα+τοίχοι),	μόνιμα G0=	303 kN,	κινητά Q0=	78 kN
Συνδυασμός δράσεων για κατακόρυφη φόρτιση, ολικά φορτία ορόφου	(1.35xG0+1.50xQ0)=	526 kN		
Συνδυασμός δράσεων για σεισμική φόρτιση, ολικά φορτία ορόφου	(1.00xG0+0.30xQ0)=	326 kN		
Ολική μάζα ορόφου	M0=(1.00xG0+0.30xQ0)/5.81=	326/5.81= 56.11 kNsec ² /m		
Κέντρο μάζας ορόφου	xm=230.59/33.40=	6.90m, ym=185.76/33.40=		
		5.56m		

Σεισμικά Φορτία Τοίχων

Υπολογισμός σεισμικών φορτίων τοίχων (Ευρωκ.8 §3, §4.3.3.2, §9)

Η κατανομή της σεισμικής δύναμης γίνεται αφού υπολογιστούν με ακρίβεια οι ακαμψίες των τοίχων σε οριζόντιες δυνάμεις. Ο υπολογισμός γίνεται με τη μέθοδο πεπερασμένων στοιχείων, με επιβολή οριζόντιας μοναδιαίας σχετικής μετατόπισης του πάνω άκρου του τοίχου. Χρησιμοποιούνται επίπεδα ορθογώνια (plane stress) πεπερασμένα στοιχεία τεσσάρων κόμβων. Υπολογίζεται επίσης η προσεγγιστική ακαμψία τοίχου (χωρίς ανοίγματα)=1/(h³/12EI+1.2h/GA)

Γενικά Στοιχεία Αντισεισμικού Σχεδιασμού (Ευρωκ.8 §3)

Σεισμική ζώνη	ζώνη I, a=0.160g=1.57 m/s ²	(Ευρωκ.8 §3.2.1)
Κατηγορία εδάφους	B, σ=1.20 T _b =0.15sec T _c =0.50sec	(Ευρωκ.8 §3.1.2)
Σπουδαιότητα κτιρίου	Σ2 γI=1.00	(Ευρωκ.8 §4.3.5)
Δομικό σύστημα	Διαζυματική τοιχοποιία η=2.00	(Ευρωκ.8, §9.3, T.9.1)
Συντελεστής θεμελίωσης	β = 1.20	(Ευρωκ.8 §3.2.2.2)

Θεμελίωση ιδιοπερίοδος κτιρίου T=0.050(H)^{0.75}=0.19sec (Ευρωκ.8 eq.4.6)

Μέγιστη οριζόντια επιτάχυνση σεισμού Rd(T)=a.g.gI.n.β.2.5/g (EC8 eq.3.15)

$$R_d(T)=0.160 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.20 \times 2.5 \times g / 2.00 = 0.240g$$

Συνολική μάζα κατασκευής M=(26+33) = 59 kNsec²/m

Τέμνουσα βάση V=59x0.240x9.81= 139 kN

Κατακόρυφη κατανομή σεισμικής δύναμης ως σε κανονικά κτίρια (Ευρωκ.8, §4.3.3.2.3)

Οροφος	Μάζα [kNsec ² /m]	z _i [m]	π _i ·z _i	οριζόντια δύναμη F _i [kN]	e _i =π _i /Σπ _i [m]
1ος οροφος	26.00 (31.00)	6.00	156	139x 156/ 255=	85.0 1.02
Ισόγειο	33.00 (33.00)	3.00	99	139x 99/ 255=	54.0 1.16
σύνολα	59.00		255		139.0

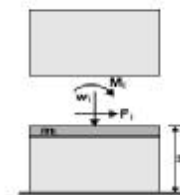


(σε κάθε όροφο ακολουθεί υπολογισμός κέντρου διάτμησης και έλεγχος κανονικότητας κτιρίου)

Διάφραγμα στη στάθμη 0.8H, διάφραγμα 1ος οροφου

Ελαστικός άξονας κτιρίου στο κ=6.42m, γ=5.92m

Ακολουθως δείχνεται, αναλυτικά σε κάθε όροφο και τοίχο, η κατανομή των σεισμικών δυνάμεων. Η σχετική ακαμψία κάθε τοίχου υπολογίζεται με ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων. Οι περιοχές ελαστικών τάσεων αφαιρούνται από τους τοίχους και οι ακαμψίες μειώνονται ανάλογα.





Κατανομή μάζας τοίχων : 50% στην οροφή, και 50% στο δάπεδο του ορόφου.

Έλεγχος ανατροπής


$\sum(F_i \cdot z_i) = 672.0 \text{ kNm} \leq 0.90 \cdot \sum W \cdot x = 0.90 \cdot 627.8 \cdot 4.13 = 2330.9 \text{ kNm}$


$\sum(F_i \cdot z_i) = 672.0 \text{ kNm} \leq 0.90 \cdot \sum W \cdot y = 0.90 \cdot 627.8 \cdot 2.66 = 1504.5 \text{ kNm}$


<p>Ιος ορόφου</p> 	<p>T6</p> <p>Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m</p> <p>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</p> <p>Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.</p> <p>Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K = 0.237 \text{ GN/m}$</p> <p>Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F = 37.76 \text{ kN}$</p>
---	--

<p>Ιος ορόφου</p> 	<p>T7</p> <p>Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m</p> <p>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</p> <p>Ο τοίχος χωρίζεται σε 270 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.</p> <p>Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K = 0.403 \text{ GN/m}$</p> <p>Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F = 46.78 \text{ kN}$</p>
---	--

Στατική Φορτία Τοίχων

<p>Ιος ορόφου</p> 	<p>T8</p> <p>Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m</p> <p>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</p> <p>Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.</p> <p>Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K = 0.212 \text{ GN/m}$</p> <p>Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F = 35.90 \text{ kN}$</p>
---	--

<p>Ιος ορόφου</p> 	<p>T9</p> <p>Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m</p> <p>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</p> <p>Ο τοίχος χωρίζεται σε 270 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.</p> <p>Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K = 0.553 \text{ GN/m}$</p> <p>Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F = 59.96 \text{ kN}$</p>
---	--

<p>Ιος ορόφου</p> 	<p>T10</p> <p>Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m</p> <p>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</p> <p>Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.</p> <p>Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K = 0.209 \text{ GN/m}$</p> <p>Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F = 29.05 \text{ kN}$</p>
---	---

<p>Κέντρο Διαίτησης ορόφου (ΚΔ)</p> <p>Κέντρο διαίτησης $x = 4.325/0.674 = 6.42 \text{ m}$, $y = 5.752/0.972 = 5.92 \text{ m}$</p> <p>Στραβική ακαμψία ορόφου $I_p = 35.110 + 39.900 - 6.42^2 \cdot 0.674 - 5.92^2 \cdot 0.972 = 13.218 \text{ GNm}$</p> <p>Στατικές εκκεντρότητες $e_{ox} = 6.98 - 6.42 = 0.56 \text{ m}$, $e_{oy} = 5.46 - 5.92 = -0.46 \text{ m}$</p> <p>Τυχμαστικές εκκεντρότητες ορόφου $e_{ax} = 0.05 \cdot 8.25 = 0.41 \text{ m}$, $e_{ay} = 0.05 \cdot 5.32 = 0.27 \text{ m}$ (ΕΟ8 §4.3.2)</p> <p>Οι κόρυφες διευθύνσεις του κτιρίου λαμβάνονται παράλληλα με τους άξονες x και y.</p> <p>Τυχμαστικά στραβικά φαινόμενα λαμβάνονται υπ όψη με τις τυχμαστικές εκκεντρότητες.</p> <p>Οι ισοδύναμες στατικές εκκεντρότητες λαμβάνονται ως : (Ευρωκ.8 §4.3.2.4 (2))</p> <p>$e_{fx} = 1.50 \cdot e_{ax}$, $e_{fy} = 0.50 \cdot e_{ay}$</p> <p>$e_{fx} = 1.50 \cdot 0.41 = 0.62 \text{ m}$, $e_{fx} = 0.50 \cdot 0.56 = 0.28 \text{ m}$, $e_{fy} = 1.50 \cdot (-0.46) = -0.69 \text{ m}$, $e_{fy} = 0.50 \cdot (-0.46) = -0.23 \text{ m}$</p> <p>Εκκεντρότητες σχεδιασμού (Ευρωκ.8 4.3.3.2)</p> <p>$max_{ex} = 0.84 + 0.41 = 1.25 \text{ m}$, $min_{ex} = 0.28 - 0.41 = -0.13 \text{ m}$</p> <p>$max_{ey} = -0.23 + 0.27 = 0.04 \text{ m}$, $min_{ey} = -0.69 - 0.27 = -0.96 \text{ m}$</p> <p>Μέγιστες στραβικές ροπές φορτίου ορόφου λόγω εκκεντρότητας max_e και min_e</p> <p>Φόρτιση κατά x-x $max_{M_{zx}} = 1.25x$ 85 = 107 kNm</p> <p>Φόρτιση κατά y-y $max_{M_{zy}} = 0.96x$ 85 = 81 kNm</p> <p>Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου $\Delta x = 0.001x$ 85.0/ 0.486 = 0.175 mm (ΕΟ8 §9.4.2)</p> <p>Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου $\Delta y = 0.001x$ 85.0/ 0.337 = 0.252 mm (ΕΟ8 §9.4.2)</p>

Έλεγχος Κονονικότητας ορόφου κτιρίου (Ευρωκ.8 §4.2.3)

α) Έλεγχος Διαστάσεων (Ευρωκ.8 §4.2.3.2)

Περιγραφή ορόφου $l_{\max}= 2.88\text{m}$, $l_{\min}= 11.13\text{m}$, $l_{\max}/l_{\min}= 2.88/11.13= 0.258$, $l_{\max}/l_{\min}= 2.88/11.13= 0.258$

Πλευρές κτιρίου $l_x= 8.25\text{ m}$, $l_y= 5.32\text{ m}$

Λόγος πλευρών $l_{\max}/l_{\min}= 8.25/5.32= 1.55 < 4$ ικανοποιείται η συνθήκη (Ευρωκ.8 §4.2.3.2(5))

$e_{ox}=0.560 < 0.30$, $e_{oy}=0.30 \times 3.687= 1.106$, $e_x=3.687 > 1$, $e_y=0.493$

$e_{ox}/l_x=0.068 < 0.30$, $e_{oy}/l_y=0.093 < 0.30$, $e_x/l_x=0.493 < 0.30$, $e_y/l_y=0.093 < 0.30$ (Ευρωκ.8 §4.2.3.3)

Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.2.3.2(6)) (4.1a) και (4.1b)


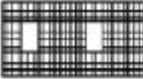



$3.687^2=13.597 > 0.493^2+0.560^2=0.557$ $e_x^2 > 1e^2+e_{ox}^2$ \Rightarrow κίνηση/κλίση οροφής και μάζας ορόφου.

$4.428^2=19.608 > 0.493^2+0.460^2=0.455$ $e_x^2 > 1e^2+e_{ox}^2$

Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.3.3.1(8) d)

$T1=0.192\text{s} < T_c=4 \times 0.500=2.000\text{s}$, $T1=0.192\text{s} < 2.00\text{s}$

Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.3.3.2(2) a)

Ισόγειο	T1	Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
		Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K= 0.316 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=70.13 \text{ kN}$
Σεισμικά Φορτία Τοίχων		
Ισόγειο	T2	Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
		Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του Ο τοίχος χωρίζεται σε 270 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K= 0.403 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=73.16 \text{ kN}$
Ισόγειο	T3	Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
		Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K= 0.229 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=53.76 \text{ kN}$
Ισόγειο	T4	Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
		Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του Ο τοίχος χωρίζεται σε 270 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K= 0.553 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=94.70 \text{ kN}$
Ισόγειο	T5	Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
		Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K= 0.214 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=42.06 \text{ kN}$

Κέντρο Διαίτησης ορόφου (ΚΔ)

Κέντρο διαίτησης $x= 4.778/0.775 = 6.16 \text{ m}$, $y= 5.752/0.972 = 5.92 \text{ m}$

Στρεπτική ακαμψία ορόφου $I_p=38.032+39.900-6.16^2 \times 0.775-5.92^2 \times 0.972=14.435 \text{ GNm}$

Στατικές εκκεντρότητες $e_{ox}=8.90-6.42=0.48 \text{ m}$, $e_{oy}=5.56-5.92=-0.36 \text{ m}$

Τυχματικές εκκεντρότητες ορόφου $e_{ox}=0.05 \times 8.25=0.41 \text{ m}$, $e_{oy}=0.05 \times 5.32=0.27 \text{ m}$ (ΕΚ8 §4.3.2)

Οι κύριες διευθύνσεις του κτιρίου λαμβάνονται παράλληλα με τους άξονες x και y.

Τυχματικά στρεπτικά φαινόμενα λαμβάνονται ως 0 με τις τυχματικές εκκεντρότητες.

Οι ισοδύναμες στατικές εκκεντρότητες λαμβάνονται ως : (Ευρωκ.8 §4.3.3.2.4 (2))

$e_{fx}=1.50 \times e_{ox}$, $e_{fy}=0.50 \times e_{oy}$

$e_{fx}=1.50 \times 0.49=0.73\text{m}$, $e_{fx}=0.50 \times 0.49=0.24\text{m}$, $e_{fy}=1.50 \times -0.36=-0.53\text{m}$, $e_{fy}=0.50 \times -0.36=-0.18\text{m}$

Εκκεντρότητες σχεδίασμού (Ευρωκ.8 4.3.3.2)

$e_{kx}= 0.73+ 0.41= 1.14 \text{ m}$, $e_{ky}= 0.24- 0.41= -0.17 \text{ m}$

$e_{oy}= -0.18+ 0.27= 0.09 \text{ m}$, $e_{ox}= -0.53- 0.27= -0.80 \text{ m}$

Μέγιστες στρεπτικές ροπές φορτίου ορόφου λόγω εκκεντρότητας m_{kx} και m_{ky}

Φόρτιση κατά x-x $m_{kx}= 1.14 \times 139= 159 \text{ kNm}$

Φόρτιση κατά y-y $m_{ky}= 0.80 \times 139= 111 \text{ kNm}$

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου $\Delta x=0.001 \times 139.0/ 0.486= 0.286 \text{ mm}$ (ΕΚ8 §9.4.2)

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου $\Delta y=0.001 \times 139.0/ 0.388= 0.359 \text{ mm}$ (ΕΚ8 §9.4.2)

Έλεγχος Κανονικότητας ορόφου κτιρίου (Ευρωκ.8 §4.2.3)
α) Έλεγχος διαστάσεων (Ευρωκ.8 §4.2.3.2)
 Περίγραμμα ορόφου $minX= 2.88m$, $maxX= 11.13m$, $minY= 2.88m$, $maxY= 9.20m$
 Πλευρές κτιρίου $Lx= 8.25 m$, $Ly= 5.32 m$
 λόγος πλευρών $Lmax/Lmin= 8.25/5.32=1.55 \leq 4$ ικανοποιείται η συνθήκη (Ευρωκ.8 §4.2.3.2(5))
 $e_{ok}=0.488 \leq 0.30$ $\alpha_k=0.30$ $\alpha_3=1.156$, $\alpha_k \leq 1$
 $e_{oy}=0.355 \leq 0.30$ $\alpha_y=0.30$ $\alpha_3=1.295$, $\alpha_y \leq 1$ **εκ.8 §4.2.3.3)**
 Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.2.3.2(6)) (4.1a) και (4.1b)
 $3.853^2=14.849 > 0.466^2+0.488^2=0.455$ $\alpha_k^2 > 1e^2+e_{ok}^2$
 $4.315^2=18.623 > 0.466^2+0.355^2=0.343$ $\alpha_k^2 > 1e^2+e_{ok}^2$
 Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.3.3.1(8)) d

 $T1=0.192s < T_{cr}=4 \times 0.500=2.000s$, $T1=0.192s < 2.00s$
 Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.3.3.2(2)) a)

Έλεγχος αντοχής τοίχων

Έλεγχος αντοχής τοίχων (Ευρωκώδικας 6, EN1996-1-1:2002, EC6)
 Οι έλεγχοι αντοχής των τοίχων σε γίνονται στην οριακή κατάσταση ατοχίας (EC6 §6).
 Οι έλεγχοι αντοχής και οι συνδυασμοί φορτίσεων είναι:
 α) Έλεγχος σε αξονικό φορτίο για φόρτιση $1.35kg+1.50kg$, $N_{ed} \leq N_{rd}$ (EC6 §6.1.2)
 β) Έλεγχος σε αξονικό φορτίο για φόρτιση $1.00kg+0.30kg+Σεισμός$, $N_{ed} \leq N_{rd}$ (EC6 §6.1.2)
 γ) Έλεγχος σε διάτμηση για φόρτιση $1.00kg+0.30kg+Σεισμός$, $V_{ed} \leq V_{rd}$ (EC6 §6.2)
 δ) Έλεγχος λυγρότητας τοίχων $hef/tef \leq 27$ (EC6 §5.5.1.4)
 ε) Έλεγχος σε συγκεντρωμένα φορτία στις θέσεις έδρασης δοκών (EC6 §6.1.3)
 Γίνονται επίσης έλεγχοι γεωμετρικών απαιτήσεων, πάχος τοίχου, λυγρότητα λ'όψος προς πάχος, σύμφωνα με το Εθνικό κείμενο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 6.
 Τα φορτία σχεδιασμού N_{ed} , ή V_{ed} προσδιορίζονται σαν φορτία ανά μονάδα πλάτους από τις τάσεις που υπολογίζονται από την επίλυση πεπερασμένων στοιχείων.
 Οι εκκεντρότητες για τον υπολογισμό των μειωτικών συντελεστών ψ_1 και ψ_2 προκύπτουν από τις φορτίσεις των πατωμάτων της κατασκευής (EC6 §6.1.2.2). Οι ροπές M_{1d} στην κορυφή κάθε τοίχου υπολογίζονται από τα φορτία των πατωμάτων (EC6, Παράρτ.Γ).
 Οι εκκεντρότητες εθ υπολογίζονται από την μέγιστη οριζόντια μετατόπιση λόγω σεισμού. Για τον προσδιορισμό του μήκους λυγισμού λαμβάνεται υπόψη η μερική ή ολική πάκτωση στην κορυφή και βάση του τοίχου. Στις κατακόρυφες παρτίδες ανοιγμάτων και προσών οι συντελεστές ρ_3, ρ_4 λαμβάνονται επί το ευμενέστερο $\rho_3=\rho_4=1$ (EC6 §5.5.1.2). Η τυχαμική εκκεντρότητα λαμβάνεται $e_s=hef/450$ (EC6, §5.5.1.1)

	<u>1ος οροφος</u>	<u>T6</u>
	Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m	
	Τοίχος YTCMC-κόλλα 30 mm	
	Λυγρότητα $hef/tef=7.12 \leq 27$ εντάξει (EC6, §5.5.1.4)	
Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	<u>1.35kg+1.50kg</u>	<u>1.00kg+0.30kg+Σεισμός</u>
Κορυφή του τοίχου	$N_{ed}= 6.9 \leq 121.8=N_{rd}$	$N_{ed}= 4.5 \leq 162.4=N_{rd}$
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	$N_{ed}= 10.9 \leq 259.7=N_{rd}$	$N_{ed}= 7.2 \leq 346.2=N_{rd}$
Βάση του τοίχου	$N_{ed}= 15.5 \leq 187.2=N_{rd}$	$N_{ed}= 33.2 \leq 257.5=N_{rd}$
Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		$V_{ed}= 37.9kN \leq 310.4kN =V_{rd}$.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		$\max f_b=0.053 \leq 1.981/2.0=0.990N/mm^2$
Επίτες επιπέδου ροπές λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		$M_{ed}= 0.26kNm \leq 1.13kNm =M_{rd}$
Επίτες επιπέδου ροπές λόγω ανέμων (EC6, §3.6.3, §6.3)		$M_{ed}= 0.90kNm \leq 1.13kNm =M_{rd}$
Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3		
Πάχος τοίχου= 0.300 $\geq 0.240 m$ (εντάξει)	Διαζωματική τοιχοποιία	
L/h $\mu\mu\mu\mu=2.18/1.20=1.82 > 0.33$, $1.82/1.20=1.51 > 0.33$ δεκτό λυγρότητα $\lambda= 7.12 \leq 15$ (εντάξει)		

**Ιος οροφος T7**

Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Τοίχος ΥΤΟΝΩ-κόλλα 30 cm

Δυγηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35kg+1.50kg	1.00kg+0.30kg+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 6.2 <= 104.0=Nrd	Ned= 4.0 <= 138.7=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 10.6 <= 259.6=Nrd	Ned= 7.1 <= 346.2=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 17.1 <= 181.3=Nrd	Ned= 29.5 <= 248.6=Nrd
Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 46.0kN <= 497.1kN =Ved.

Εκτός επιπέδου ροπή λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3) Ned= 0.37kNm<=1.11kNm =Ned

Εκτός επιπέδου ροπή λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3) Ned= 1.26kNm>1.11kNm =Nrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει) Διαζωματική τοιχοποιία

L/h προσάνοι:1.07/1.20=0.89>0.33, 2.61/1.20=2.17>0.33, 2.35/Δυγηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

Έλεγχος αντοχής τοίχου**Ιος οροφος T8**

Διαστάσεις μήκος=3.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Τοίχος ΥΤΟΝΩ-κόλλα 30 cm

Δυγηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35kg+1.50kg	1.00kg+0.30kg+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 12.1 <= 267.4=Nrd	Ned= 6.7 <= 356.6=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 17.2 <= 259.7=Nrd	Ned= 9.9 <= 346.3=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 49.7 <= 267.4=Nrd	Ned= 29.6 <= 356.6=Nrd
Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 35.9kN <= 313.0kN =Ved.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.194<=1.981/2.0=0.990N/mm²
Εκτός επιπέδου ροπή λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Ned= 0.26kNm<=1.20kNm =Nrd
Εκτός επιπέδου ροπή λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Ned= 0.90kNm<=1.20kNm =Nrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει) Διαζωματική τοιχοποιία

L/h προσάνοι:0.93/2.20=0.42>0.33, 3.07/2.20=1.40>0.33 δεκτό Δυγηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

**Ιος οροφος T9**

Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Τοίχος ΥΤΟΝΩ-κόλλα 30 cm

Δυγηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35kg+1.50kg	1.00kg+0.30kg+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 3.9 <= 112.9=Nrd	Ned= 2.5 <= 146.6=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 5.9 <= 256.7=Nrd	Ned= 4.0 <= 342.3=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 10.5 <= 211.0=Nrd	Ned= 22.3 <= 285.3=Nrd
Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 60.0kN <= 493.1kN =Ved.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.045<=1.981/2.0=0.990N/mm²
Εκτός επιπέδου ροπή λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Ned= 0.37kNm<=1.05kNm =Nrd
Εκτός επιπέδου ροπή λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Ned= 1.25kNm>1.05kNm =Nrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει) Διαζωματική τοιχοποιία

L/h προσάνοι:0.00/3.00=2.67>0.33, δεκτό Δυγηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)



Ισός σραφός T10
 Διοστάσεις μήκος=3.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 Τοίχος ΥΤΟΝG-κόλλα 30 cm
 Διηρηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35kg+1.50kg	1.00kg+0.30kg+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 14.9 <= 228.8=Nrd	Ned= 5.7 <= 305.1=Nrd
Μεσαίο πέλμα τοίχου	Ned= 20.7 <= 259.7=Nrd	Ned= 13.7 <= 346.3=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 35.0 <= 252.6=Nrd	Ned= 33.5 <= 336.8=Nrd
Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 29.1kN <= 319.7kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.138<=1.991/2.0=0.990N/mm²
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Ned= 0.26kNm<=1.37kNm =Nrd
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Ned= 0.91kNm<=1.37kNm =Nrd
Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωπαϊκών και Ευρωπαϊκών 8 §9.3		
Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει)	Διαζωματική τοιχοποιία	
L/h πεισών: 1.11/2.20=0.50>0.33, 2.92/2.20=1.33>0.33 Εκτός Διηρηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)		

Ελεχοι ανοχής τοίχου



Ισόςγειο T1
 Διοστάσεις μήκος=3.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 Τοίχος ΥΤΟΝG-κόλλα 30 cm
 Διηρηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35kg+1.50kg	1.00kg+0.30kg+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 19.9 <= 211.0=Nrd	Ned= 12.6 <= 289.2=Nrd
Μεσαίο πέλμα τοίχου	Ned= 21.8 <= 259.7=Nrd	Ned= 14.0 <= 346.3=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 26.1 <= 225.8=Nrd	Ned= 26.3 <= 313.0=Nrd
Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 70.1kN <= 321.6kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.099<=1.991/2.0=0.990N/mm²
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Ned= 0.42kNm<=1.52kNm =Nrd
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Ned= 0.90kNm<=1.52kNm =Nrd
Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωπαϊκών και Ευρωπαϊκών 8 §9.3		
Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει)	Διαζωματική τοιχοποιία	
L/h πεισών: 5.00/3.00=1.67>0.33, Εκτός Διηρηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)		



Ισόςγειο T2
 Διοστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 Τοίχος ΥΤΟΝG-κόλλα 30 cm
 Διηρηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35kg+1.50kg	1.00kg+0.30kg+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 19.3 <= 205.0=Nrd	Ned= 11.6 <= 285.3=Nrd
Μεσαίο πέλμα τοίχου	Ned= 26.7 <= 259.7=Nrd	Ned= 17.2 <= 346.3=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 37.6 <= 219.8=Nrd	Ned= 32.8 <= 305.1=Nrd
Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 79.2kN <= 313.9kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.132<=1.991/2.0=0.990N/mm²
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Ned= 0.53kNm<=1.46kNm =Nrd
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Ned= 1.26kNm<=1.46kNm =Nrd
Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωπαϊκών και Ευρωπαϊκών 8 §9.3		
Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει)	Διαζωματική τοιχοποιία	
L/h πεισών: 1.07/1.20=0.89>0.33, 2.61/1.20=2.17>0.33, 2.35/ Διηρηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)		

**Ισόγειο****T3**

Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Τοίχος ΥΤΟΜΣ-κόλλα 30 cm

Διηρηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

<u>Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)</u>	<u>1.35kg+1.50kg</u>	<u>1.00kg+0.30kg+Σεισμός</u>
Κορυφή του τοίχου	Ned= 36.5 <= 267.4=Nrd	Ned= 15.6 <= 356.6=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 35.2 <= 259.7=Nrd	Ned= 21.1 <= 346.3=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 54.9 <= 267.4=Nrd	Ned= 85.0 <= 356.6=Nrd
<u>Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)</u>		Ved= 53.8kN <= 324.9kN =Vrd.
<u>Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)</u>		max fb=0.198<=1.981/2.0=0.990N/mm ²
<u>Εκτός επιπέδου ροπής λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)</u>		Med= 0.42kNm<=1.61kNm =Mrd
<u>Εκτός επιπέδου ροπής λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)</u>		Med= 0.90kNm<=1.61kNm =Mrd
<u>Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3</u>		
Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει)		Διαζωματική τοιχοποιία
L/h πεσσών=0.50/2.20=0.23<0.33 μη δεκτό		Διηρηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

**Ισόγειο****T4**

Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Τοίχος ΥΤΟΜΣ-κόλλα 30 cm

Διηρηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

<u>Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)</u>	<u>1.35kg+1.50kg</u>	<u>1.00kg+0.30kg+Σεισμός</u>
Κορυφή του τοίχου	Ned= 16.7 <= 187.2=Nrd	Ned= 10.6 <= 265.5=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 18.6 <= 259.7=Nrd	Ned= 12.0 <= 346.3=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 25.3 <= 211.0=Nrd	Ned= 44.9 <= 293.2=Nrd
<u>Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)</u>		Ved= 94.7kN <= 510.2kN =Vrd.
<u>Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)</u>		max fb=0.099<=1.981/2.0=0.990N/mm ²
<u>Εκτός επιπέδου ροπής λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)</u>		Med= 0.53kNm<=1.43kNm =Mrd
<u>Εκτός επιπέδου ροπής λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)</u>		Med= 1.25kNm<=1.43kNm =Mrd
<u>Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3</u>		
Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει)		Διαζωματική τοιχοποιία
L/h πεσσών=8.00/3.00=2.67>0.33, δεκτό		Διηρηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

**Ισόγειο****T5**

Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Τοίχος ΥΤΟΜΣ-κόλλα 30 cm

Διηρηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

<u>Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)</u>	<u>1.35kg+1.50kg</u>	<u>1.00kg+0.30kg+Σεισμός</u>
Κορυφή του τοίχου	Ned= 37.2 <= 261.5=Nrd	Ned= 23.0 <= 348.7=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 48.5 <= 259.7=Nrd	Ned= 30.3 <= 346.3=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 72.3 <= 267.4=Nrd	Ned= 56.9 <= 356.6=Nrd
<u>Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)</u>		Ved= 42.1kN <= 336.5kN =Vrd.
<u>Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)</u>		max fb=0.262<=1.981/2.0=0.990N/mm ²
<u>Εκτός επιπέδου ροπής λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)</u>		Med= 0.42kNm<=1.97kNm =Mrd
<u>Εκτός επιπέδου ροπής λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)</u>		Med= 0.91kNm<=1.97kNm =Mrd
<u>Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3</u>		
Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει)		Διαζωματική τοιχοποιία
L/h πεσσών=0.94/2.20=0.43>0.33, 3.08/2.00=1.40>0.33 δεκτό		Διηρηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

Έλεγχος για απλά κτίρια τοιχοποιίας (Εθν. κείμενο εφαρμογής Ευροκώδικα 6)

- (1) Οι υπέρ το έδαφος όροφοι είναι 2, και η σεισμικότητα I , $\alpha=0.160g=1.57 \text{ m/s}^2$, άρα ικανοποιούνται οι περιορισμοί στον αριθμό ορόφων του πίνακα 3.
- (2) α) Το σχήμα του κτιρίου είναι περίπου ορθογωνικό
β) Μικρότερη προς μεγαλύτερη πλευρά = $5.32/ 8.25= 0.65 > 0.25$
γ) Οι εξοχές ή εσοχές, δεν έχουν μήκος μεγαλύτερο του 15% του μήκους της πλευράς που είναι παράλληλη προς αυτές.
- (3) α) Η ακαμψία του κτιρίου εξασφαλίζεται μέσω διατημητικών τοίχων που διατάσσονται περιμετρικά στις δύο κύριες κάθετες διευθύνσεις x-x και y-y του κτιρίου.
β) Σε κάθε μία από τις κύριες κατεύθυνσεις x-x και y-y υπάρχουν τουλάχιστον δύο τοίχοι με μήκος μεγαλύτερο του 30% του μήκους του κτιρίου κατά την διεύθυνση του τοίχου.
γ) Η απόσταση ανάμεσα στους παραπάνω τοίχους είναι μεγαλύτερη του 75% του μήκους του κτιρίου κατά την άλλη κατεύθυνση.
δ) Τουλάχιστον 75% των κατακόρυφων φορτίων του κτιρίου παραλαμβάνονται από τους διατημητικούς τοίχους.
- (5) Από όροφο σε όροφο η μεταβολή της μάζας και της οριζόντιας διατομής των τοίχων δεν ξεπερνά το 20% και στις δύο διευθύνσεις του κτιρίου.
- (6) Σε κάθε όροφο το εμβαδόν διατομής των διατημητικών τοίχων σε κάθε μία από τις κάθετες διευθύνσεις ως ποσοστό του συνολικού εμβαδού του ορόφου είναι μικρότερο από τα ποσοστά του πίνακα 4. που στην περίπτωση μας είναι
Διαζωματική τοιχοποιία, σεισμός : I , $\alpha=0.160g=1.57 \text{ m/s}^2$, ελάχιστο ποσοστό τοίχων 4% x-x κατεύθυνση, ποσοστό τοίχων στο ισόγειο $4.908/39.949=0.121>0.04$

Υποστυλώματα - Πέδιλα

Υποστυλώματα

Η συνολική οριζόντια δύναμη του κάθε ορόφου παραλαμβάνεται εξ ολοκλήρου από τους τοίχους, επειδή οι ακαμψίες των τοίχων είναι πολύ μεγαλύτερες από τις ακαμψίες των υποστυλωμάτων, τα υποστυλώματα δεν παραλαμβάνουν οριζόντιες δυνάμεις σεισμού.
Τα υποστυλώματα ελέγχονται σε κατακόρυφα φορτία, με ροπές στην κορυφή τις ροπές που προκύπτουν από τις στρώσεις των κόμβων της εσχάρας των δοκών του δοπέδου.
Ο έλεγχος γίνεται σε διαξονική κάμψη με θλιπτική δύναμη. Φαινόμενα 2ας τάξης δεν ελέγχονται.
Ελέγχεται η αυξηρότητα $\lambda_c < \lambda_{c0}$, λ_{c0} όριο σύμφωνα με (Ευρωκ.2 5.5.3.1) οπότε απαλλάσσονται από περαιτέρω έλεγχο φαινομένων δευτέρας τάξης.

Πέδιλα υποστυλωμάτων

Τα πέδιλα των υποστυλωμάτων επιλύονται σαν κεντρικά. Τυχόν ροπές λόγω μικρής εκκεντρότητας κατακόρυφου φορτίου παραλαμβάνονται από τους συνδετήριους δοκούς.
Τίθενται συνδετήριοι δοκοί στη θεμελίωση κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις με ελάχιστη διατομή 25x60 και οπλισμούς πάνω 4#14 και κάτω 4#14 και συνδετήρες #8/20

Ιος οροφος **Υποστέλιμα:** **Υ2** 35x35 cm C20/25-B500

Φορτία δαπέδου μόνιμο: 32.4 kN, κινητό: 4.0 kN, (δίο βάρος: $0.35 \times 0.35 \times 25.00 = 9.2 \text{ kN}$

Φορτία από υπερκείμενο υποστέλιμα μόνιμο: 0.0 kN, κινητό: 0.0 kN

Φορτία σε υποκείμενο υποστέλιμα μόνιμο : 41.6 kN, κινητό: 4.0 kN

Κατακόρυφο φορτία σχεδιασμού

Στρώσεις εσχάρας δοκών στην κορυφή $\rho_{xk}=0.000043$, $\rho_{yy}=0.000028$ [rad]



Ροπές στην κορυφή $M_{xk}= 2.08 \text{ kNm}$, $M_{yk}= 1.35 \text{ kNm}$

$N_{edkx}= 2.1 \text{ kNm}$ $\mu_{edkx}=(N_{edkx}/h^2 f_{cd})= 0.00$

$N_{edyy}= 1.4 \text{ kNm}$ $\mu_{edyy}=(N_{edyy}/h^2 f_{cd})= 0.00$

$N_{ed} = -62.1 \text{ kN}$ $\nu_5=(N_{ed}/(h^2 f_{cd}))=-0.04$

από διαγράμματα N-My-Mz $\nu_{tot}=0.10$, $\lambda_{s,tot}= 3.76 \text{ cm}^2$

Ελάχιστος οπλισμός $0.008 \times 0.35 \times 0.35= 9.80 \text{ cm}^2$ (Ευρωκ.2 9.5)

$N_{ed}/(\lambda_{c0} f_{cd})=0.04$, $\lambda_{c0}=20 \times 0.7 \times 1.1 \times 0.7/\sqrt{0.04}=55.3$ (Ευρωκ.2 5.5.3.1)

$\lambda=0.7 \times 3.00/(0.289 \times 0.35)=20.76 < 55.3=\lambda_{c0}$, δεν απαιτείται έλεγχος σε φαινόμενα 2ας τάξης

Οπλισμοί 4#20, (12.6cm²), συνδετήρες άνω και κάτω άκρα 0.50m #8/10, ενδιάμεσα #8/20

Ισόγειο Υποστόλωμα: Υ1 35x35 cm C20/25-B500

Φορτία δαπέδου μόνιμοι 36.1 kN, κινητόι 11.9 kN, (ίδιο βάρος) 0.35x0.35x3.00x25.00=9.2kN

Φορτία από υπερκείμενο υποστόλωμα μόνιμο: 41.6 kN, κινητό: 4.0 kN

Φορτία σε υποκείμενο υποστόλωμα μόνιμο: 86.8 kN, κινητό: 15.9 kN

Κατακόρυφο φορτίο σχεδιασμού

Προσέξτε το σχήμα δοκών στην κορυφή $f_{ck}=0.000000$, $f_{ty}=0.000025$ (rad)



Φορές στην κορυφή $M_{xx}=0.00$ kNm, $M_{yy}=1.20$ kNm

$N_{ed,xx}=0.0$ kN $\mu_{ed,xx}=(N_{ed,xx}/h^2 \cdot f_{cd})=0.00$

$N_{ed,yy}=1.2$ kNm $\mu_{ed,yy}=(N_{ed,yy}/h^2 \cdot f_{cd})=0.00$

$N_{ed}=-141.0$ kN $\nu_{ed}=(N_{ed}/(h \cdot f_{cd}))=-0.09$

από διαγράμματα N-My-Mz $\omega_{tot}=0.10$, $\lambda_s, \omega_{tot}=3.76 \text{ cm}^2$

Ελάχιστος οπλισμός $0.008 \times 0.35 \times 0.35 = 9.80 \text{ cm}^2$ (Ευρωκ.2 9.5)

$N_{ed}/(\lambda_s \cdot f_{cd})=0.09$, $\lambda_s=20 \times 0.7 \times 1.1 \times 0.7/\sqrt{0.09}=36.7$ (Ευρωκ.2 5.8.3.1)

$\lambda=0.7 \times 36.7 / (0.299 \times 0.35) = 20.76 < 36.7 = \lambda_s$, δεν απαιτείται έλεγχος σε φαινόμενα 2ας τάξης

Οπλισμοί 4#20, (12.6cm²), συνδετήρες άνω και κάτω άκρα 0.50m #8/10, ενδιάμεσα #8/20

Πεδίο υποστυλώματος



Πεδίο κεντρικό 1.10x1.10m, H=0.80m (ίδιο βάρος 11.6kN), $N_{ed}=152.7$ kN

(STR) $N_{ed}=156.8 \text{ kN} < 242.0 \text{ kN} = 1000 \times 0.20 \times 1.10 \times 1.10 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους

(GEO) $N_{ed}=119.1 \text{ kN} < 172.9 \text{ kN} = 1000 \times 0.20 \times 1.10 \times 1.10 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους

$N_{ed}=156.8 \text{ kN} \times (1.10 - 0.35) / 8 = 14 \text{ kNm}$, $\kappa/d=0.01$, $\epsilon_c/\epsilon_{sc}=0.9/20.0$, $\lambda_s=0.4 \text{ cm}^2$

διατύπωση $\nu_{ed}=0.001 \times 153 \times (1.10 - 0.35) / (2 \times 1.10 \times 1.10 \times 0.3 \times 0.75) = 0.07 < 0.30 \text{ N/mm}^2 = \nu_{rd}$

οπλισμός πεδίου: διπλή εσχάρα #12/25

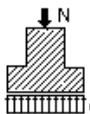
Θεμελίωση

Θεμελίωση τοίχου

Θλιπτική αντοχή εδάφους $q_m = 0.20$ [MPa=N/mm²]

Θεμελίωση τοίχου: T1

Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m



Ιδίο βάρος θεμελίωσης = $(0.50 \times 0.50 \times 25 + 0.25 \times 1.20) \times 5.00 = 32.75$ kN

Ολικό κατακόρυφο φορτίο (STR) $N_{ed} = 1.35 \times (77.0 + 32.8) + 1.50 \times 13.1 = 167.8$ kN

(GEO) $N_{ed} = 1.00 \times (77.0 + 32.8) + 1.30 \times 13.1 = 126.8$ kN

Φορτίο ανά μέτρο μήκους τοίχου + ιδ. βάρος πεδίου (STR) $N_{ed} = 34$ kN/m

(GEO) $N_{ed} = 25$ kN/m

Για πλάτος πεδίου $b_p = 0.50$ m $\sigma_{ed} = 0.001 \times 34 / 0.50 = 0.07 \text{ MPa}$

(STR) $N_{ed} = 34 \text{ kN/m} < 100 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

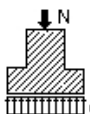
(GEO) $N_{ed} = 25 \text{ kN/m} < 71 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

Πέδιο από σκυρόδεμα πλάτος πεδίου 0.50m, ύψος πεδίου 0.50 m,

οπλισμός 4#14 κάτω-άνω, τσέρκι #10/30 (Ευρωκ.2 §9.8.2.1)

Θεμελίωση τοίχου: T2

Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m



Ιδίο βάρος θεμελίωσης = $(0.50 \times 0.50 \times 25 + 0.25 \times 1.20) \times 8.02 = 52.56$ kN

Ολικό κατακόρυφο φορτίο (STR) $N_{ed} = 1.35 \times (113.4 + 52.6) + 1.50 \times 19.1 = 252.7$ kN

(GEO) $N_{ed} = 1.00 \times (113.4 + 52.6) + 1.30 \times 19.1 = 190.8$ kN

Φορτίο ανά μέτρο μήκους τοίχου + ιδ. βάρος πεδίου (STR) $N_{ed} = 31$ kN/m

(GEO) $N_{ed} = 24$ kN/m

Για πλάτος πεδίου $b_p = 0.50$ m $\sigma_{ed} = 0.001 \times 31 / 0.50 = 0.06 \text{ MPa}$

(STR) $N_{ed} = 31 \text{ kN/m} < 100 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

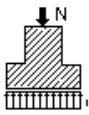
(GEO) $N_{ed} = 24 \text{ kN/m} < 71 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

Πέδιο από σκυρόδεμα πλάτος πεδίου 0.50m, ύψος πεδίου 0.50 m,

οπλισμός 4#14 κάτω-άνω, τσέρκι #10/30 (Ευρωκ.2 §9.8.2.1)

Θεμελίωση τοίχου:**T3**

Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

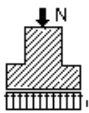
Ιδίο βάρος θεμελίωσης $= (0.50 \times 0.50 \times 25 + 0.25 \times 1.20) \times 5.00 = 32.75 \text{ kN}$ Ολικό κατακόρυφο φορτίο (STR) $N_{ed} = 1.35 \times (86.1 + 32.8) + 1.50 \times 24.6 = 197.3 \text{ kN}$ (GEO) $N_{ed} = 1.00 \times (86.1 + 32.8) + 1.30 \times 24.6 = 150.8 \text{ kN}$ Φορτίο ανά μέτρο μήκους τοίχου + ιδ. βάρος πεδύλου (STR) $N_{ed} = 39 \text{ kN/m}$ (GEO) $N_{ed} = 30 \text{ kN/m}$ Για πλάτος πεδύλου $b_p = 0.50 \text{ m}$ σε $\sigma = 0.001 \times 39 / 0.50 = 0.08 \text{ MPa}$ (STR) $N_{ed} = 39 \text{ kN/m} < 100 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)(GEO) $N_{ed} = 30 \text{ kN/m} < 71 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

Πέδιλο από σκυρόδεμα πλάτος πεδύλου 0.50m, ύψος πεδύλου 0.50 m,

οπλισμός 4#14 κάτω-άνω, τσέρκι #10/30 (Ευρωκ.2 §9.8.2.1)

Θεμελίωση τοίχου:**T4**

Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

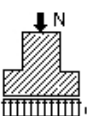
Ιδίο βάρος θεμελίωσης $= (0.50 \times 0.50 \times 25 + 0.25 \times 1.20) \times 8.00 = 52.40 \text{ kN}$ Ολικό κατακόρυφο φορτίο (STR) $N_{ed} = 1.35 \times (108.1 + 52.4) + 1.50 \times 17.5 = 242.9 \text{ kN}$ (GEO) $N_{ed} = 1.00 \times (108.1 + 52.4) + 1.30 \times 17.5 = 183.3 \text{ kN}$ Φορτίο ανά μέτρο μήκους τοίχου + ιδ. βάρος πεδύλου (STR) $N_{ed} = 30 \text{ kN/m}$ (GEO) $N_{ed} = 23 \text{ kN/m}$ Για πλάτος πεδύλου $b_p = 0.50 \text{ m}$ σε $\sigma = 0.001 \times 30 / 0.50 = 0.06 \text{ MPa}$ (STR) $N_{ed} = 30 \text{ kN/m} < 100 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)(GEO) $N_{ed} = 23 \text{ kN/m} < 71 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

Πέδιλο από σκυρόδεμα πλάτος πεδύλου 0.50m, ύψος πεδύλου 0.50 m,

οπλισμός 4#14 κάτω-άνω, τσέρκι #10/30 (Ευρωκ.2 §9.8.2.1)

Θεμελίωση τοίχου:**T5**

Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Ιδίο βάρος θεμελίωσης $= (0.50 \times 0.50 \times 25 + 0.25 \times 1.20) \times 5.03 = 32.91 \text{ kN}$ Ολικό κατακόρυφο φορτίο (STR) $N_{ed} = 1.35 \times (122.8 + 32.9) + 1.50 \times 28.0 = 252.2 \text{ kN}$ (GEO) $N_{ed} = 1.00 \times (122.8 + 32.9) + 1.30 \times 28.0 = 192.1 \text{ kN}$ Φορτίο ανά μέτρο μήκους τοίχου + ιδ. βάρος πεδύλου (STR) $N_{ed} = 50 \text{ kN/m}$ (GEO) $N_{ed} = 38 \text{ kN/m}$ Για πλάτος πεδύλου $b_p = 0.50 \text{ m}$ σε $\sigma = 0.001 \times 50 / 0.50 = 0.10 \text{ MPa}$ (STR) $N_{ed} = 50 \text{ kN/m} < 100 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)(GEO) $N_{ed} = 38 \text{ kN/m} < 71 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

Πέδιλο από σκυρόδεμα πλάτος πεδύλου 0.50m, ύψος πεδύλου 0.50 m,

οπλισμός 4#14 κάτω-άνω, τσέρκι #10/30 (Ευρωκ.2 §9.8.2.1)

Δομικά Στοιχεία

Οροφος	Δομ.	Υλικά	Διαστάσεις [m]	Θέση (x [m], y [m], θ°)
Ισόγειο	T1	Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm	5.00x 3.00x0.30	3.03, 8.00, 0.00
Ισόγειο	T2	Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm	8.02x 3.00x0.30	2.97, 3.03, 0.00
Ισόγειο	T3	Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm	5.00x 3.00x0.30	10.98, 3.00, 0.00
Ισόγειο	T4	Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm	8.00x 3.00x0.30	3.00, 8.05, 0.00
Ισόγειο	T5	Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm	5.03x 3.00x0.30	5.50, 8.13, 0.00
Ισόγειο	Δ1	Ωπλ.Σκυρ. C20/25	0.20x 0.50x5.43	5.60, 5.50, 0.00
Ισόγειο	Υ1	Ωπλ.Σκυρ. C20/25	0.35x 0.35x3.00	8.20, 5.50, 0.00
1ος	T6	Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm	5.00x 3.00x0.30	3.03, 8.00, 0.00
1ος	T7	Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm	8.02x 3.00x0.30	2.97, 3.03, 0.00
1ος	T8	Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm	5.00x 3.00x0.30	10.98, 3.00, 0.00
1ος	T9	Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm	8.00x 3.00x0.30	3.00, 8.05, 0.00
1ος	T10	Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm	5.03x 3.00x0.30	5.50, 8.13, 0.00
1ος	Δ2	Ωπλ.Σκυρ. C20/25	0.20x 0.50x5.43	5.60, 5.50, 0.00
1ος	Δ3	Ωπλ.Σκυρ. C20/25	0.20x 0.50x2.30	8.23, 7.95, 0.00
1ος	Υ2	Ωπλ.Σκυρ. C20/25	0.35x 0.35x3.00	8.20, 5.50, 0.00

Οπλισμοί Πλακών

Οροφος	Πλάκ	πάχος [cm]	Lx [m]	Ly [m]	Οπλισμοί		Οπλισμοί στηρίξεων				
					x-x	y-y	□	□	□	□	
Ισόγειο	Π1	15	5.48	2.47	∅10/20	∅10/20κ	∅10/20				∅10/20
Ισόγειο	Π2	15	2.47	5.01	∅10/20κ	∅10/20		∅10/20			
Ισόγειο	Π3	15	5.48	2.54	∅10/20	∅10/20κ	∅10/20			∅10/20	
1ος	Π1	15	5.48	2.47	∅10/20	∅10/20κ	∅10/20				∅10/20
1ος	Π2	15	2.47	5.01	∅10/20κ	∅10/20		∅10/20			
1ος	Π4	15	2.71	2.54	∅10/20	∅10/20κ	∅10/20			∅10/20	
1ος	ΠΡ1	15	1.20	2.00			∅10/20				

Οπλισμοί Δοκών

Οροφος	Δοκός	Άνοιγμα		Στήριξη-A		Στήριξη-B		Ευνδ/ρες
		κάτε	πάνω	πάνω	κάτε	πάνω	κάτε	
Ισόγειο	Δ1-2	4 ∅12	2 ∅12			1 ∅16		∅10/34
Ισόγειο	Δ1-1	4 ∅12	2 ∅12	1 ∅16				∅10/34
1ος	Δ2-2	4 ∅12	2 ∅12					∅10/34
1ος	Δ2-1	4 ∅12	2 ∅12					∅10/34
1ος	Δ2-1	4 ∅12	2 ∅12					∅10/34

Φορτία Τοίχων

φορτία τοίχων

Σε κάθε πάτωμα μεταφέρονται τα κατανομημένα φορτία των πλακών στους αντίστοιχους τοίχους καθώς και τα συγκεντρωμένα φορτία στις θέσεις έδρασης των δοκών.

1ος οροφος	T6	Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m Θέση x=3.03m, y=8.00m, θ=270.00°, επιφάνεια τοίχου=13.80m ² Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm Ιδίο βάρος τοίχου Gw= 13.80x 4.5= 62.1 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Qf= 21.2 kN, κινητό Qf= 3.8 kN
1ος οροφος	T7	Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m Θέση x=2.97m, y=3.03m, θ=0.00°, επιφάνεια τοίχου=21.67m ² Οπτι/μή υπερμπατική-M2 30 cm Ιδίο βάρος τοίχου Gw= 21.67x 4.5= 97.5 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Qf= 30.7 kN, κινητό Qf= 5.6 kN

Ιος ορόφος	T6	Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=10.98m, y=3.00m, θ=90.00°, επιφάνεια τοίχου=12.80m ² Οπτ/μή υπερμετατική-M2 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 12.80x 4.5= 57.6 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 29.0 kN, κινητό Qf= 14.3 kN
-------------------	-----------	--



Ιος ορόφος	T9	Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=3.00m, y=8.05m, θ=359.82°, επιφάνεια τοίχου=24.00m ² Οπτ/μή υπερμετατική-M2 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 24.00x 4.5= 108.0 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 19.1 kN, κινητό Qf= 3.7 kN
-------------------	-----------	--



Ιος ορόφος	T10	Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=5.50m, y=8.13m, θ=170.00°, επιφάνεια τοίχου=12.88m ² Οπτ/μή υπερμετατική-M2 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 12.88x 4.5= 57.9 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 46.3 kN, κινητό Qf= 8.4 kN
-------------------	------------	---



Ιος ορόφος	Συνολικά φορτία ορόφου
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου από τοίχους,	μόνιμα G1= 338 kN, κινητά Q1= 36 kN
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου από υποστυλόματα,	μόνιμα G2= 42 kN, κινητά Q2= 4 kN
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου (δάπεδα+τοίχοι),	μόνιμα G0= 380 kN, κινητά Q0= 40 kN
Συνδυασμός δράσεων για κατακόρυφη φόρτιση, ολικά φορτία ορόφου (1.35xG0+1.50xQ0)=	573 kN
Συνδυασμός δράσεων για σεισμική φόρτιση, ολικά φορτία ορόφου (1.00xG0+0.30xQ0)=	392 kN
Ολική μάζα ορόφου Mo=(1.00xG0+0.30xQ0)/9.81=392/9.81=	40 kNsec ² /m
Κέντρο μάζας ορόφου xp=407.33/59.42=6.85m, ym=328.45/59.42=5.53m	

Ισόγειο	T1	Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=2.05m, y=9.00m, θ=270.00°, επιφάνεια τοίχου=15.00m ² Οπτ/μή υπερμετατική-M2 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 15.00x 4.5= 67.5 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 21.2 kN, κινητό Qf= 9.3 kN
----------------	-----------	---



Φορτία Τοίχων

Ισόγειο	T2	Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=2.97m, y=3.03m, θ=0.00°, επιφάνεια τοίχου=21.67m ² Οπτ/μή υπερμετατική-M2 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 21.67x 4.5= 97.5 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 30.7 kN, κινητό Qf= 13.6 kN
----------------	-----------	--




Ισόγειο	T3	Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=10.98m, y=3.00m, θ=90.00°, επιφάνεια τοίχου=12.80m ² Οπτ/μή υπερμετατική-M2 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 12.80x 4.5= 57.6 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 26.0 kN, κινητό Qf= 10.0 kN
----------------	-----------	--



Ισόγειο	T4	Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m θέση x=3.00m, y=8.05m, θ=359.82°, επιφάνεια τοίχου=24.00m ² Οπτ/μή υπερμετατική-M2 30 cm Ίδιο βάρος τοίχου Gw= 24.00x 4.5= 108.0 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 31.4 kN, κινητό Qf= 13.8 kN
----------------	-----------	---



Ισόγειο	T5	Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m Θέση x=5.50m, y=0.13m, θ=270.00°, επιφάνεια τοίχου=12.88m ² Οπτ/μή υπερμαστική-M2 30 cm Ιδιο βάρος τοίχου Gw= 12.88x 4.5= 57.9 kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=0.0kN/m κινητό=0.0kN/m συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο Gf= 45.5 kN, κινητό Qf= 19.6 kN	
			
Ισόγειο	Συνολικά φορτία ορόφου		
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου από τοίχους,	μόνιμα G1=	541 kN, κινητά Q1=	66 kN
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου από υποστυλώματα,	μόνιμα G2=	45 kN, κινητά Q2=	12 kN
Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου (δάπεδο+τοίχοι),	μόνιμα G0=	586 kN, κινητά Q0=	78 kN
Συνδυασμός δράσεων για κατακόρυφη φόρτιση, ολικά φορτία ορόφου (1.35xG0+1.50xQ0)=			900 kN
Συνδυασμός δράσεων για σεισμική φόρτιση, ολικά φορτία ορόφου (1.00xG0+0.30xQ0)=			609 kN
Ολική μάζα ορόφου Mo=(1.00xG0+0.30xQ0)/9.81=609/9.81=			62 kNsec ² /m
Κέντρο μάζας ορόφου xp=424.27/62.43=6.80m, yp=348.37/62.43=5.58m			

Σεισμικά Φορτία Τοίχων

Υπολογισμός σεισμικών φορτίων τοίχων (Ευρωκ.8 §3, §4.3.3.2, §9)

Η κατανομή της σεισμικής δύναμης γίνεται αφού υπολογιστούν με ακρίβεια οι ακαμψίες των τοίχων σε οριζόντιες δυνάμεις. Ο υπολογισμός γίνεται με τη μέθοδο πεπερασμένων στοιχείων, με επιβολή οριζόντιας μοναδιαίας σχετικής μετατόπισης του πάνω άκρου του τοίχου. Χρησιμοποιούνται επίπεδα ορθογώνια (plain stress) πεπερασμένα στοιχεία τεσσάρων κόμβων. Υπολογίζεται επίσης η προσεγγιστική ακαμψία τοίχου (χωρίς ανοίγματα)=1/(h³/12EI+1.2h/GA)

Γενικά Στοιχεία Αντισεισμικού Σχεδιασμού (Ευρωκ.8 §3)

<u>Σεισμική ζώνη</u>	ζώνη: I, α=0.160g=1.57 m/s ²	(Ευρωκ.8 §3.2.1)
<u>Κατηγορία Εδάφους</u>	B, S=1.20 Tb=0.15sec Tc=0.50sec	(Ευρωκ.8 §3.1.2)
<u>Επιδεικνύεται Κτιρίου</u>	Σ2 γI=1.00	(Ευρωκ.8 §4.2.5)
<u>Δομικό σύστημα</u>	Διαζωματική τοιχοποιία α=2.00	(Ευρωκ.8, §9.3, T.9.1)
<u>Συντελεστής θεμελίωσης</u>	S = 1.20	(Ευρωκ.8 §3.2.2.2)

Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος κτιρίου T=0.050(H)^{0.75}=0.19sec (Ευρωκ.8 eq.4.6)

Μέγιστη οριζόντια επιτάχυνση σεισμού Rd(T)=α.g.γI.η.β.5.2.5/γ (EC8 eq.3.15)

$$Rd(T)=0.160 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.20 \times 2.5 \times 5 / 2.00 = 0.240g$$

Συνολική μάζα κατασκευής M=(40+62) = 102 kNsec²/m

Τέμνουσα βάση Vo=102x0.240x9.81= 240 kN

Κατακόρυφη κατανομή σεισμικής δύναμης ως σε κανονικά κτίρια (Ευρωκ.8, §4.3.3.2.3)

Όροφος	Μάζα(α)(kNsec ² /m)	zi(m)	mi.zi	οριζόντια δύναμη Fi(kN)			ei=Mi/Wi(m)
1ος οροφος	40.00(59.00)	6.00	240	240x	240/	426=	135.2 1.03
Ισόγειο	62.00(62.00)	3.00	186	240x	186/	426=	104.8 1.12
σύνολα	102.00		426				240.0

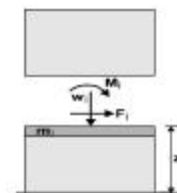


(σε κάθε όροφο ακολουθεί υπολογισμός κέντρου διάτμησης και έλεγχος κανονικότητας κτιρίου)

Διάφραγμα στη οιάθμη 0.8M, Ειάφραγμα 1ου οροφου

Ελαστικός άξονας κτιρίου στο x=6.42m, γ=5.92m

Ακολούθως δείχνεται, αναλυτικά σε κάθε όροφο και τοίχο, η κατανομή των σεισμικών δυνάμεων. Η σχετική ακαμψία κάθε τοίχου υπολογίζεται με ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων. Οι περιοχές εφελκυστικών τάσεων αφαιρούνται από τους τοίχους και οι ακαμψίες μειώνονται ανάλογα.



Κατανομή μάζας τοίχων : 50% στην οροφή, και 50% στο δάπεδο του ορόφου.

Ελεγχος αντιστοπής

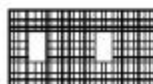
$\text{Sum}(F_i \cdot z_i) = 1125.6 \text{ kNm} \leq 0.90 \times W_t \times x = 0.90 \times 1187.0 \times 4.13 = 4406.8 \text{ kNm}$

$\text{Sum}(F_i \cdot z_i) = 1125.6 \text{ kNm} \leq 0.90 \times W_t \times y = 0.90 \times 1187.0 \times 2.88 = 2944.4 \text{ kNm}$

<u>λος οροφος</u>	<u>T6</u>	Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του.</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K = 0.246 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F = 58.59 \text{ kN}$
-------------------	-----------	--



<u>λος οροφος</u>	<u>T7</u>	Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του.</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 270 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K = 0.419 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F = 71.83 \text{ kN}$
-------------------	-----------	--



Σεισμικά Φορτία Τοίχων

<u>λος οροφος</u>	<u>T8</u>	Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του.</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K = 0.221 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F = 55.59 \text{ kN}$
-------------------	-----------	--



<u>λος οροφος</u>	<u>T9</u>	Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του.</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 270 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K = 0.575 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F = 92.79 \text{ kN}$
-------------------	-----------	--




<u>λος οροφος</u>	<u>T10</u>	Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του.</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K = 0.218 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F = 46.00 \text{ kN}$
-------------------	------------	--





Κέντρο Διάτμησης ορόφου (ΚΔ)	
Κέντρο διάτμησης $x = 4.501/0.701 = 6.42 \text{ m}$, $y = 5.978/1.010 = 5.92 \text{ m}$	
Στρεπτική ακαμψία ορόφου $I_p = 36.549 + 41.467 - 6.42^2 \times 0.701 - 5.92^2 \times 1.010 = 13.749 \text{ GNm}$	
Στατικές εκκεντρότητες $e_{sx} = 6.05 - 6.42 = -0.44 \text{ m}$, $e_{sy} = 5.53 - 5.92 = -0.39 \text{ m}$	
Τυχαριστικές εκκεντρότητες ορόφου $e_{sx} = 1.05 \times 0.25 = 0.41 \text{ m}$, $e_{sy} = 0.05 \times 5.30 = 0.27 \text{ m}$ (BC8 §4.3.2)	
Οι κλίσεις διευθύνσεις του κτιρίου λαμβάνονται παράλληλα με τους άξονες x και y.	
Τυχαριστικά στρεπτικά φοιόμενα λαμβάνονται υπ όψη με τις τυχαριστικές εκκεντρότητες.	
Οι ισοδύναμες στατικές εκκεντρότητες λαμβάνονται ως : (Ευρωκ.0 §4.3.2.4 (2))	
$e_{fi} = 1.50 \times e_{si}$, $e_{fr} = 0.50 \times e_{si}$	
$e_{fx} = 1.50 \times 0.44 = 0.66 \text{ m}$, $e_{fx} = 0.50 \times 0.44 = 0.22 \text{ m}$, $e_{fy} = 1.50 \times 0.35 = 0.50 \text{ m}$, $e_{fy} = 0.50 \times 0.39 = 0.20 \text{ m}$	
Εκκεντρότητες σχεδιασμού (Ευρωκ.8 §4.3.3.2)	
$m_{ax} = 0.65 + 0.41 = 1.07 \text{ m}$, $m_{in} = 0.22 - 0.41 = -0.19 \text{ m}$	
$m_{ay} = -0.20 + 0.27 = 0.07 \text{ m}$, $m_{in} = -0.59 - 0.27 = -0.86 \text{ m}$	
Μέγιστες στρεπτικές ροπές φορτίου ορόφου λόγω εκκεντρότητας m_{ax} και m_{in}	
φόρτιση κατά x-x $m_{ax} \times x = 1.07 \times 135 = 144 \text{ kNm}$	
φόρτιση κατά y-y $m_{ay} \times y = 0.85 \times 135 = 115 \text{ kNm}$	
Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου $\Delta x = 0.001 \times 135.2 / 0.505 = 0.268 \text{ mm}$ (EC8 §9.4.2)	
Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου $\Delta y = 0.001 \times 135.2 / 0.351 = 0.386 \text{ mm}$ (EC8 §9.4.2)	

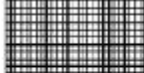
Έλεγχος Κανονικότητας ορόφου κτιρίου (Ευρωκ.8 §4.2.3)
 α) Έλεγχος Διαστάσεων (Ευρωκ.8 §4.2.3.2)
 Περίγραμμα ορόφου $\min X= 2.89m, \max X= 11.13m, \min Y= 2.98m, \max Y= 9.20m$
 Πλευρές κτιρίου $Lx= 8.25 m, Ly= 5.32 m$
 Λόγος Πλευρών $L_{\max}/L_{\min}= 8.25/5.32=1.55 < 4$ ικανοποιείται η συνθήκη (Ευρωκ.8 §4.2.3.2(5))
 $e_{ox}=0.435 < -0.30; e_{oy}=0.30; e_{ox} < 3.689-1.107, e_{oy} < 3.689-1.107$
 $e_{ox}=0.391 < -0.30; e_{oy}=0.30; y_4.428 > -1.328, x_4.428 > -1.0 < 0.368$ (ΚΚ.8 §4.2.3.3)
 Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.2.3.2(6)) (4.1a) και (4.1b)
 $3.689^2=13.611 > 0.368^2+0.435^2=0.325 \quad x_4^2 > 1.0^2+0.368^2$ μετατοπισής ακαμψίας και μήκους ορόφου.
 $4.428^2=19.610 > 0.368^2+0.391^2=0.288 \quad x_4^2 > 1.0^2+0.368^2$
 Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.3.3.1(8)) d


 $T1=0.192s < Tc=4 \times 0.500=2.000s, \quad T1=0.192s < 2.00s$
 Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.3.3.2(2)) α)

Ισόγειο T1

 Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του
 Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.
 Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K= 0.328 \text{ GN/m}$
Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=119.52 \text{ kN}$

Ισόγειο T2

 Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του
 Ο τοίχος χωρίζεται σε 270 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.
 Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K= 0.419 \text{ GN/m}$
Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=122.97 \text{ kN}$

Ισόγειο T3

 Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του
 Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.
 Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K= 0.239 \text{ GN/m}$
Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=91.82 \text{ kN}$

Ισόγειο T4

 Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του
 Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.
 Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K= 0.575 \text{ GN/m}$
Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=150.17 \text{ kN}$

Ισόγειο T5

 Διαστάσεις μήκος=8.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
 Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του
 Ο τοίχος χωρίζεται σε 170 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.
 Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K= 0.222 \text{ GN/m}$
Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=72.20 \text{ kN}$

Κέντρο Διάτμησης ορόφου (ΚΔ)
 Κέντρο Διάτμησης $x= 4.968/0.805 = 6.17 m, y= 5.978/1.010 = 5.92 m$
 Στρεπτική ακαμψία ορόφου $I_p=39.588+41.467-6.17^2 \times 0.905-5.92^2 \times 1.010=13.021 \text{ GNm}$
 Στατικές εκκεντρότητες $e_{ox}=6.60-6.42=0.38 m, e_{oy}=5.58-5.52=0.34 m$
 Τυχασιακές εκκεντρότητες ορόφου $e_{ax}=0.05 \times 8.25=0.41 m, e_{ay}=0.05 \times 5.32=0.27m$ (ΕΚ8 §4.3.2)
 Οι κύριες διευθύνσεις του κτιρίου λαμβάνονται παράλληλα με τους άξονες x και y .
 Τυχασιακά στρεπτικά φαινόμενα λαμβάνονται υπ όψη με τις τυχασιακές εκκεντρότητες.
 Οι ισοδύναμες στατικές εκκεντρότητες λαμβάνονται ως : (Ευρωκ.8 §4.3.3.2.4 (2))
 $e_{f1}= 1.50 \times e_{ax1}, e_{f2}= 0.50 \times e_{ay1}$
 $e_{fx}=1.50 \times 0.38=0.57m, e_{fx}=0.50 \times 0.38=0.19m, e_{fy}=1.50 \times 0.34=0.51m, e_{fy}=0.50 \times 0.34=0.17m$
Εκκεντρότητες σχεδιασμού (Ευρωκ.8 §4.3.3.2)
 $\max e_{fx}= 0.57+ 0.41= 0.98 m, \min e_{fx}= 0.19- 0.41= -0.22 m$
 $\max e_{fy}= -0.17+ 0.27= 0.10 m, \min e_{fy}= -0.51- 0.27= -0.77 m$
Μέγιστες στρεπτικές ροπές φορτίου ορόφου λόγω εκκεντρότητας $\max e_{fx}$ και $\min e_{fy}$
 Φόρτιση κατά $x-x \max M_{fx}= 0.98 \times 240= 235 \text{ kNm}$
 Φόρτιση κατά $y-y \max M_{fy}= 0.77 \times 240= 185 \text{ kNm}$
 Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου $\Delta x=0.001 \times 240.0/ 0.505= 0.475 \text{ mm}$ (ΕΚ8 §9.4.2)
 Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου $\Delta y=0.001 \times 240.0/ 0.403= 0.596 \text{ mm}$ (ΕΚ8 §9.4.2)

Έλεγχος Κανονικότητας ορόφου κτιρίου (Συμκ.8 §4.2.3)

α) Έλεγχος διαστάσεων (Συμκ.8 §4.2.3.2)

Περίγραμμα ορόφου minX= 2.88m, maxX= 11.13m, minY= 2.88m, maxY= 8.20m

Πλευρές κτιρίου Lx= 8.25 m, Ly= 5.32 m

Λόγος πλευρών lmax/lmin= 8.25/5.32=1.55<=4 (κανονοποιείται η συνθήκη) (Συμκ.8 §4.2.3.2(5))

eox=0.377<=0.30ix=0.30x3.956=1.157, ix=3.956>=1e=0.356

Ay=0.337<=0.30iy=0.30y4.319=1.266, iy=4.319>=1e=0.356 (Συμκ.8 §4.2.3.2)

Ικανοποιούνται οι συνθήκες [Συμκ.8 §4.2.3.2(6)] (4.1a) και (4.1b)

 $3.956^2-11.071>0.356^2+0.377^2=0.269$ ix²>1e²+eox² $4.319^2=18.657>0.356^2+0.337^2=0.241$ iy²>1e²+eoy²

Ικανοποιούνται οι συνθήκες [Συμκ.8 §4.3.3.1(8)]

T1=0.192s <Tc=4X0.500=2.000s, T1=0.192s <1.00s

Ικανοποιούνται οι συνθήκες [Συμκ.8 §4.3.3.2(2) α)

Έλεγχος αντοχής τοίχων**Έλεγχος αντοχής τοίχων (Ευρωκώδικας 6, EN1996-1-1:2002, EC6)**

Οι έλεγχοι αντοχής των τοίχων σε γίνονται στην οριακή κατάσταση αστοχίας (EC6 §6).

Οι έλεγχοι αντοχής και οι συνδυασμοί φορτίσεων είναι:

α) Έλεγχος σε αξονικό φορτίο για φόρτιση 1.35xq+1.50xq, Ned<=Nrd (EC6 §6.1.2)

β) Έλεγχος σε αξονικό φορτίο για φόρτιση 1.00xq+0.30xq+σεισμό, Ned<=Nrd (EC6 §6.1.2)

γ) Έλεγχος σε διάτμηση για φόρτιση 1.00xq+0.30xq+σεισμό, Ved<=Vrd (EC6 §6.2)

δ) Έλεγχος λυγηρότητας τοίχων hef/tef<27 (EC6 §5.5.1.4)

ε) Έλεγχος σε συγκεντρωμένα φορτία στις θέσεις έδρασης δοκών (EC6 §6.1.3)

Γίνονται επίσης έλεγχοι γεωμετρικών απαιτήσεων, πάχος τοίχου, λυγηρότητα λ-όψος προς πάχος, σύμφωνα με το Εθνικό κείμενο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 6.

Τα φορτία σχεδιασμού Ned, ή Ved προσδιορίζονται σαν φορτία ανά μονάδα πλάτους από τις τάσεις που υπολογίζονται από την επίλυση πεπερασμένων στοιχείων.

Οι εκκεντρότητες για τον υπολογισμό των μειωτικών συντελεστών ϕ_1 και ϕ_n προκύπτουν από τις φορτίσεις των πατωμάτων της κατασκευής (EC6 §6.1.2.2). Οι ροπές Mid στην κορυφή κάθε τοίχου υπολογίζονται από τα φορτία των πατωμάτων (EC6, Παράρτ.Γ).

Οι εκκεντρότητες eh υπολογίζονται από την μέγιστη οριζόντια μετατόπιση λόγω σεισμού.

Για τον προσδιορισμό του μήκους λυγημού λαμβάνεται υπόψη η μερική ή ολική κάλυψη στην κορυφή και βάση του τοίχου. Στις κατακόρυφες παρειές ανοιγμάτων και πεσσών οι πιυτελευτέρες r3 και r4 λαμβάνονται επί το δυσμενέστερο r3=r4=1 (EC6 §5.5.1.2).

Η τυχηματική εκκεντρότητα λαμβάνεται es=hef/450 (EC6, §5.5.1.1)

**Ιος οροφος****T6**

Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Οπ/μή υπερμπατική-M2 30 cm

Λυγηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)1.35xq+1.50xq1.00xq+0.30xq+σεισμός

Κορυφή του τοίχου

Ned= 6.9 <= 98.9=Nrd

Ned= 4.5 <= 148.3=Nrd

Μεσαίο πέριπτο τοίχου

Ned= 17.0 <= 216.0=Nrd

Ned= 11.8 <= 324.1=Nrd

Βάση του τοίχου

Ned= 27.6 <= 197.6=Nrd

Ned= 56.7 <= 304.1=Nrd

Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)

Ved= 58.6kN <= 110.0kN =Vrd

Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)max fb=0.102<=2.060/2.5=0.824N/mm²**Επί της επιπέδου ροπές λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)**

Med= 0.41kNm<=1.44kNm =Mrd

Επί της επιπέδου ροπές λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)

Med= 0.90kNm<=1.44kNm =Mrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §5.3

Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει)

Διαχωματική τοίχοπλάκα

L/h πεσσών: 2.18/1.20=1.82>0.33, 1.82/1.20=1.51>0.33 δεκτό λυγηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)



1ος οροφος 77

Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
Οπ/μή υπερμαστική Μ2 30 cm
Λυγρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35xg+1.50xq	1.00xg+0.30xq+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 6.2 <= 84.0=Nrd	Ned= 4.0 <= 122.4=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 17.0 <= 216.0=Nrd	Ned= 11.8 <= 324.1=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 29.7 <= 197.9=Nrd	Ned= 49.0 <= 300.3=Nrd
Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 71.0kN <= 175.6kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.104<=2.060/2.5=0.824N/mm²
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω σεισμού (EC6, §3.5.3, §6.3)		Med= 0.60kNm<=1.40kNm =Mrd
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 1.26kNm<=1.40kNm =Mrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει) Διαζωματική τοιχοποιία
L/h ποσών:1.07/1.20=0.89>0.33, 2.01/1.20=2.17>0.33, 2.35/1.20=1.96>0.33
Λυγρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)



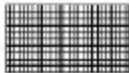
1ος οροφος 78

Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
Οπ/μή υπερμαστική-Μ2 30 cm
Λυγρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35xg+1.50xq	1.00xg+0.30xq+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 12.1 <= 222.5=Nrd	Ned= 6.7 <= 333.7=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 22.9 <= 216.0=Nrd	Ned= 14.1 <= 324.1=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 58.2 <= 222.5=Nrd	Ned= 54.3 <= 333.7=Nrd
Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 55.6kN <= 111.8kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.249<=2.060/2.5=0.824N/mm²
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω σεισμού (EC6, §3.5.3, §6.3)		Med= 0.41kNm<=1.47kNm =Mrd
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.90kNm<=1.47kNm =Mrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει) Διαζωματική τοιχοποιία
L/h ποσών:0.93/2.20=0.42>0.33, 3.07/2.20=1.40>0.33 δεκτό
Λυγρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)



1ος οροφος 79

Διαστάσεις μήκος=9.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m
Οπ/μή υπερμαστική-Μ2 30 cm
Λυγρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35xg+1.50xq	1.00xg+0.30xq+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 3.9 <= 89.0=Nrd	Ned= 2.5 <= 129.8=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 11.2 <= 216.0=Nrd	Ned= 7.9 <= 324.1=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 24.1 <= 212.6=Nrd	Ned= 42.2 <= 322.6=Nrd
Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 92.0kN <= 174.0kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.092<=2.060/2.5=0.824N/mm²
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω σεισμού (EC6, §3.5.3, §6.3)		Med= 0.60kNm<=1.40kNm =Mrd
Εκτός επιπέδου ροπές λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 1.25kNm<=1.40kNm =Mrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει) Διαζωματική τοιχοποιία
L/h ποσών:8.00/3.00=2.67>0.33, δεκτό
Λυγρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

**Ιος οροφος T10**

Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Οπτική υπερμεταλλική-M2 30 cm

Δυστηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35xq+1.50xq	1.00xq+0.30xq+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Med= 14.9 <= 190.3=Nrd	Med= 9.7 <= 205.5=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Med= 26.4 <= 216.0=Nrd	Med= 17.9 <= 324.1=Nrd
Βάση του τοίχου	Med= 51.5 <= 220.0=Nrd	Med= 56.7 <= 330.0=Nrd
Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 46.0kN <= 116.1kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.174<=2.060/2.5=0.824N/mm ²
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.41kNm<=1.64kNm =Mrd
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.91kNm<=1.64kNm =Mrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει)

Διαζωματική τοιχοποιία

L/h περσών:1.11/2.20=0.50>0.33, 2.92/2.20=1.33>0.33 δεκτό Δυστηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

Έλεγχος αντοχής τοίχων**Ισόγειο T1**

Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Οπτική υπερμεταλλική-M2 30 cm

Δυστηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35xq+1.50xq	1.00xq+0.30xq+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Med= 32.1 <= 197.6=Nrd	Med= 21.7 <= 307.8=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Med= 39.4 <= 216.0=Nrd	Med= 27.1 <= 324.1=Nrd
Βάση του τοίχου	Med= 52.3 <= 212.6=Nrd	Med= 103.6 <= 326.3=Nrd
Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 119.5kN <= 125.5kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.200<=2.060/2.5=0.824N/mm ²
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.73kNm<=2.33kNm =Mrd
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.90kNm<=2.33kNm =Mrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει)

Διαζωματική τοιχοποιία

L/h περσών:5.00/3.00=1.67>0.33, δεκτό

Δυστηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

**Ισόγειο T2**

Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Οπτική υπερμεταλλική-M2 30 cm

Δυστηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35xq+1.50xq	1.00xq+0.30xq+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Med= 30.3 <= 195.3=Nrd	Med= 20.5 <= 304.1=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Med= 49.1 <= 216.0=Nrd	Med= 33.8 <= 324.1=Nrd
Βάση του τοίχου	Med= 71.8 <= 210.1=Nrd	Med= 96.2 <= 322.6=Nrd
Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 123.0kN <= 207.4kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.247<=2.060/2.5=0.824N/mm ²
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.92kNm<=2.21kNm =Mrd
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 1.26kNm<=2.21kNm =Mrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει)

Διαζωματική τοιχοποιία

L/h περσών:1.07/1.20=0.89>0.33, 2.61/1.20=2.17>0.33, 2.35/Δυστηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

**Ισόγειο T3**

Διαστάσεις μήκος=3.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

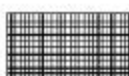
Οπτική υπερμετατική-M2 30 cm

Αυξηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35xg+1.50xq	1.00xg+0.30xq+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 37.9 <= 222.5=Nrd	Ned= 24.1 <= 333.7=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 55.1 <= 216.0=Nrd	Ned= 35.0 <= 324.1=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 90.0 <= 222.5=Nrd	Ned= 146.7 <= 333.7=Nrd
Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 91.8kN <= 192.7kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.339<=2.060/2.5=0.824N/mm ²
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.73kNm<=2.31kNm =Mrd
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.90kNm<=2.31kNm =Mrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει) Διαζωματική τοιχοποιία
 L/h πεσσών:0.50/2.20=0.23<0.33 μη δεκτό Αυξηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

**Ισόγειο T4**

Διαστάσεις μήκος=3.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Οπτική υπερμετατική-M2 30 cm

Αυξηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35xg+1.50xq	1.00xg+0.30xq+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 30.0 <= 192.8=Nrd	Ned= 20.5 <= 300.3=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 37.3 <= 216.0=Nrd	Ned= 25.9 <= 324.1=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 54.3 <= 210.1=Nrd	Ned= 86.2 <= 322.6=Nrd
Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 160.2kN <= 203.9kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.212<=2.060/2.5=0.824N/mm ²
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.92kNm<=2.27kNm =Mrd
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 1.25kNm<=2.27kNm =Mrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει) Διαζωματική τοιχοποιία
 L/h πεσσών:0.00/3.00=2.67>0.33, δεκτό Αυξηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

**Ισόγειο T5**

Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Οπτική υπερμετατική-M2 30 cm

Αυξηρότητα hef/tef=7.12<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)	1.35xg+1.50xq	1.00xg+0.30xq+Σεισμός
Κορυφή του τοίχου	Ned= 40.6 <= 220.0=Nrd	Ned= 31.5 <= 333.7=Nrd
Μεσαίο πέμπτο τοίχου	Ned= 68.4 <= 216.0=Nrd	Ned= 45.0 <= 324.1=Nrd
Βάση του τοίχου	Ned= 99.8 <= 222.5=Nrd	Ned= 97.9 <= 333.7=Nrd
Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)		Ved= 72.2kN <= 142.3kN =Vrd.
Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)		max fb=0.390<=2.060/2.5=0.824N/mm ²
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.73kNm<=2.67kNm =Mrd
Εκτός επιπέδου ροπής λόγω ανέμου (EC6, §3.6.3, §6.3)		Med= 0.91kNm<=2.67kNm =Mrd

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Πάχος τοίχου= 0.300 >=0.240 m (εντάξει) Διαζωματική τοιχοποιία
 L/h πεσσών:0.94/2.20=0.43>0.33, 3.00/2.20=1.40>0.33 δεκτό Αυξηρότητα λ= 7.12<=15 (εντάξει)

Έλεγχος για απλά κτίρια τοιχοποιίας (Εθν. κείμενο εφαρμογής Ευρωκώδικα 6)

- (1) Οι υπέρ το έδαφος όροφοι είναι 2, και η σεισμικότητα I , $a=0.160g=1.57 \text{ m/s}^2$, άρα ικανοποιούνται οι περιορισμοί στον αριθμό ορόφων του πίνακα 3.
- (2) α) Το σχήμα του κτιρίου είναι περίπου ορθογώνιο
β) Μικρότερη προς μεγαλύτερη πλευρά = $5.32/8.25=0.65 > 0.25$
γ) Οι εσχάρες ή εσχάρες, δεν έχουν μήκος μεγαλύτερο του 15% του μήκους της πλευράς που είναι παράλληλη προς αυτές.
- (3) α) Η ακαμψία του κτιρίου εξασφαλίζεται μέσω διατημητικών τοίχων που διατάσσονται περιμετρικά στις δύο κύριες κάθετες διευθύνσεις x-x και y-y του κτιρίου.
β) Σε κάθε μία από τις κύριες κατευθύνσεις x-x και y-y υπάρχουν τουλάχιστον δύο τοίχοι με μήκος μεγαλύτερο του 30% του μήκους του κτιρίου κατά την διεύθυνση του τοίχου.
γ) Η απόσταση ανάμεσα στους παραπάνω τοίχους είναι μεγαλύτερη του 75% του μήκους του κτιρίου κατά την άλλη κατεύθυνση.
δ) Τουλάχιστον 75% των κατακόρυφων φωτίων του κτιρίου παραλαμβάνονται από τους διατημητικούς τοίχους.
- (5) Από όροφο σε όροφο η μεταβολή της μάζας και της οριζόντιας διατομής των τοίχων δεν ξεπερνά το 20% και στις δύο διευθύνσεις του κτιρίου.
- (6) Σε κάθε όροφο οι εμβαδόν διατομής των διατημητικών τοίχων σε κάθε μία από τις κύριες διευθύνσεις ως ποσοστό του συνολικού εμβαδού του ορόφου είναι μικρότερο από τα ποσοστά του πίνακα 4. που στην περίπτωση μας είναι
Διαχωματική τοιχοποιία, σεισμός : I , $a=0.160g=1.57 \text{ m/s}^2$, ελάχιστο ποσοστό τοίχων 4% x-x κατεύθυνση, ποσοστό τοίχων στο ισόγειο $4.809/39.849=0.121 > 0.04$

Υποστυλώματα - Πέδιλα

Υποστυλώματα

Η συνολική οριζόντια δύναμη του κάθε ορόφου παραλαμβάνεται εξ ολοκλήρου από τους τοίχους, επειδή οι ακαμψίες των τοίχων είναι πολύ μεγαλύτερες από τις ακαμψίες των υποστυλωμάτων, τα υποστυλώματα δεν παραλαμβάνουν οριζόντιες δυνάμεις σεισμού.
Τα υποστυλώματα ελέγχονται σε κατακόρυφα φορτία, με ροπές στην κορυφή τις ροπές που προκύπτουν από τις στρεφές των δοκών της εσχάρης του δοκάν του δαπέδου.
Ο έλεγχος γίνεται σε διαμορφωμένη κατάσταση με θλιπτική δύναμη. Φαινόμενα 2ας τάξης δεν ελέγχονται. Ελέγχεται η λυγρητότητα $\lambda < \lambda_0$, λ_0 όριο σύμφωνα με (Ευρωκ.2 §5.8.3.1) οπότε απαλλάσσονται από περαιτέρω έλεγχο φαινόμενα δευτέρας τάξης.

Πέδιλα υποστυλωμάτων

Τα πέδιλα των υποστυλωμάτων επιλύονται σαν κεντρικά. Τυχόν ροπές λόγω μικρής εκκεντρότητας κατακόρυφων φορτίων παραλαμβάνονται από τους συνδετήριους δοκούς.
Τίθενται συνδετήριοι δοκοί στη θεμελίωση κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις με ελάχιστη διατομή 25×50 και οπλισμός πάνω $4\phi 14$ και κάτω $4\phi 14$ και συνδετήρες $\phi 8/20$.

Ιος οροφος	Υποστόλωμα	Y2	35x35 cm	C20/25-B500
Φορτία δαπέδου μόνιμο: 32.4 kN, κινητό: 4.0 kN, ίδιο βάρος: $0.35 \times 0.35 \times 3.00 \times 25.00 = 9.2 \text{ kN}$				
Φορτίο από υπερκείμενο υποστόλωμα μόνιμο: 0.0 kN, κινητό: 0.0 kN				
Φορτίο σε υποκείμενο υποστόλωμα μόνιμο : 41.6 kN, κινητό: 4.0 kN				
Κατακόρυφο φορτίο σχεδιασμού				
Στρεφές εσχάρης δοκών στην κορυφή $\phi_{xx}=0.000043$, $\phi_{yy}=0.000023$ (rad)				
	Ροπές στην κορυφή $M_{xx}= 2.08 \text{ kNm}$, $M_{yy}= 1.35 \text{ kNm}$			
	$M_{edxx}= 2.1 \text{ kNm}$ $\mu_{edxx}=(M_{edxx}/b h^2 f_{cd})= 0.00$			
	$M_{edyy}= 1.4 \text{ kNm}$ $\mu_{edyy}=(M_{edyy}/b h^2 f_{cd})= 0.00$			
	$N_{sd} = -62.1 \text{ kN}$ $\nu_{sd}=(N_{sd}/(b h f_{cd}))=-0.04$			
	από διαγράμματα N-M _y -M _z $\omega_{tot}=0.10$, $A_{s,tot}= 3.76 \text{ cm}^2$			
	Ελάχιστος οπλισμός $0.008 \times 0.35 \times 0.35 = 9.80 \text{ cm}^2$ (Ευρωκ.2 9.5)			
	$N_{ed}/(A_s \cdot f_{cd})=0.04$, $\lambda_u=20 \times 0.7 \times 1.1 \times 0.7 / \sqrt{0.04}=55.3$ (Ευρωκ.2 5.8.3.1)			
	$\lambda=0.7 \times 3.00 / (0.20 \times 0.35)=20.76 < 55.3=\lambda_0$, δεν απαιτείται έλεγχος σε φαινόμενα 2ας τάξης			
	Οπλισμοί $4\phi 20$, (12.6 cm^2), συνδετήρες άνω και κάτω άκρα $0.50 \text{ m } \phi 8/10$, ενδιάμεσα $\phi 8/20$			

Ισόγειο **Υποστυλώμα:** **Y1** 35x35 cm C20/25-s500

Φορτία διαπέδου μόνιμο: 36.1 kN, κινητό: 11.9 kN, (ίδιο βάρος: 0.35x0.35x3.00x25.00=9.2)kN

Φορτία από υπερκείμενα υποστυλώματα μόνιμο: 41.6 kN, κινητό: 4.0 kN

Φορτία σε υποκείμενο υποστυλώμα μόνιμο : 86.8 kN, κινητό: 15.9 kN

Κατακόρυφο φορτίο σχεδιασμού

Επιρροές εσχάρων δοκών στην κορυφή $\mu_{xx}=0.000000$, $\mu_{yy}=0.000025$ (rad)



Ροπές στην κορυφή $M_{xx}=0.00$ kNm, $M_{yy}=1.20$ kNm

$M_{sdxx}=0.0$ kNm $\mu_{sdxx}=(M_{sdxx}/bh^2f_{cd})=0.00$

$M_{sdyy}=1.2$ kNm $\mu_{sdyy}=(M_{sdyy}/bh^2f_{cd})=0.00$

$N_{sd}=-141.0$ kN $\nu_{sd}=(N_{sd}/(bhf_{cd}))=-0.09$

από διαγράμματα N-My-Mz $\omega_{tot}=0.10$, $A_s, tot=3.76$ cm²

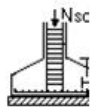
Ελάχιστος οπλισμός $0.008 \times 0.35 \times 0.35 = 9.80$ cm² (Ευρωκ.2 9.5)

$N_{ed}/(A_c \cdot f_{cd})=0.09$, $\lambda_0=20 \times 0.7 \times 1.1 \times 0.7 / \sqrt{0.09}=36.7$ (Ευρωκ.2 5.8.3.1)

$\lambda=0.7 \times 3.00 / (0.289 \times 0.35)=20.76 < 36.7 = \lambda_0$, δεν απαιτείται έλεγχος σε φαινόμενα 2ας τάξης

Οπλισμοί 4#20, (12.6cm²), συνδετήρες άνω και κάτω άκρα 0.50m #8/10, ενδιάμεσα #8/20

Πέδιλο υποστυλώματος



Πέδιλο κεντρικό 1.10x1.10m, H=0.80m (ίδιο βάρος 11.6kN), $N_{ed}=152.7$ kN

(STR) $N_{ed}=156.8$ kN < 242.0 kN = $1000 \times 0.20 \times 1.10 \times 1.10 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους

(GEO) $N_{ed}=119.1$ kN < 172.9 kN = $1000 \times 0.20 \times 1.10 \times 1.10 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους

$M_{ed}=156.8 \times (1.10 - 0.35) / 8 = 14$ kNm, $x/d=0.01$, $\epsilon_c/\epsilon_{s0.3/20.0}$, $A_s=0.4$ cm²

Διάτμηση $\nu_{ed}=0.001 \times 153 \times (1.10 - 0.35) / (2 \times 1.10 \times 1.10 \times 0.9 \times 0.75) = 0.07 < 0.30$ N/mm² = ν_{rdc}

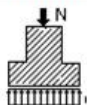
οπλισμός πεδίου: διπλή εσχάρα #12/25

Θεμελίωση τοίχων

θλιπτική αντοχή εδάφους $\sigma_u = 0.20$ [MPa=N/mm²]

Θεμελίωση τοίχου: **T1**

Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m



Ιδίο βάρος θεμελίωσης = $(0.50 \times 0.50 \times 25 + 0.25 \times 4.50) \times 5.00 = 36.88$ kN

Ολικό κατακόρυφο φορτίο (STR) $N_{ed}=1.35 \times (172.0 + 36.9) + 1.50 \times 13.1 = 301.6$ kN

(GEO) $N_{ed}=1.00 \times (172.0 + 36.9) + 1.30 \times 13.1 = 225.9$ kN

φορτίο ανά μέτρο μήκους τοίχου + ιδ. βάρος πεδίου (STR) $N_{ed}=60$ kN/m

(GEO) $N_{ed}=45$ kN/m

Για πλάτος πεδίου $b_p=0.50$ m $\sigma_{ed}=0.001 \times 60 / 0.50 = 0.12$ MPa

(STR) $N_{ed}=60$ kN/m < 100 kN/m = $1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

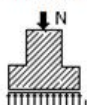
(GEO) $N_{ed}=45$ kN/m < 71 kN/m = $1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

Πέδιλο από σκυρόδεμα πλάτος πεδίου 0.50m, ύψος πεδίου 0.50 m,

οπλισμός 4#14 κάτω-άνω, τσέρκι #10/30 (Ευρωκ.2 §9.8.2.1)

Θεμελίωση τοίχου: **T2**

Διαστάσεις μήκος=8.02m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m



Ιδίο βάρος θεμελίωσης = $(0.50 \times 0.50 \times 25 + 0.25 \times 4.50) \times 8.02 = 59.18$ kN

Ολικό κατακόρυφο φορτίο (STR) $N_{ed}=1.35 \times (256.4 + 59.2) + 1.50 \times 19.1 = 454.7$ kN

(GEO) $N_{ed}=1.00 \times (256.4 + 59.2) + 1.30 \times 19.1 = 340.4$ kN

φορτίο ανά μέτρο μήκους τοίχου + ιδ. βάρος πεδίου (STR) $N_{ed}=57$ kN/m

(GEO) $N_{ed}=42$ kN/m

Για πλάτος πεδίου $b_p=0.50$ m $\sigma_{ed}=0.001 \times 57 / 0.50 = 0.11$ MPa

(STR) $N_{ed}=57$ kN/m < 100 kN/m = $1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

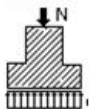
(GEO) $N_{ed}=42$ kN/m < 71 kN/m = $1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

Πέδιλο από σκυρόδεμα πλάτος πεδίου 0.50m, ύψος πεδίου 0.50 m,

οπλισμός 4#14 κάτω-άνω, τσέρκι #10/30 (Ευρωκ.2 §9.8.2.1)

Θεμελίωση τοίχου:**T3**

Διαστάσεις μήκος=5.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

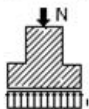
Ιδίο βάρος θεμελίωσης $= (0.50 \times 0.50 \times 25 + 0.25 \times 4.50) \times 5.00 = 36.88 \text{ kN}$ Ολικό κατακόρυφο φορτίο (STR) $N_{ed} = 1.35 \times (170.5 + 36.9) + 1.50 \times 24.6 = 316.9 \text{ kN}$ (GEO) $N_{ed} = 1.00 \times (170.5 + 36.9) + 1.30 \times 24.6 = 239.4 \text{ kN}$ Φορτίο ανά μέτρο μήκους τοίχου + ιδ. βάρος πεδύλου (STR) $N_{ed} = 63 \text{ kN/π}$ (GEO) $N_{ed} = 48 \text{ kN/π}$ Για πλάτος πεδύλου $b_p = 0.50 \text{ m}$ $\sigma_{ed} = 0.001 \times 63 / 0.50 = 0.13 \text{ MPa}$ (STR) $N_{ed} = 63 \text{ kN/m} < 100 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)(GEO) $N_{ed} = 48 \text{ kN/m} < 71 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

Πέδιλο από σκυρόδεμα πλάτος πεδύλου 0.50m, ύψος πεδύλου 0.50 m,

οπλισμός 4φ14 κάτω-άνω, τσέρκι φ10/30 (Ευρωκ.2 §9.8.2.1)

Θεμελίωση τοίχου:**T4**

Διαστάσεις μήκος=8.00m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

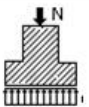
Ιδίο βάρος θεμελίωσης $= (0.50 \times 0.50 \times 25 + 0.25 \times 4.50) \times 8.00 = 59.00 \text{ kN}$ Ολικό κατακόρυφο φορτίο (STR) $N_{ed} = 1.35 \times (266.5 + 59.0) + 1.50 \times 17.5 = 465.7 \text{ kN}$ (GEO) $N_{ed} = 1.00 \times (266.5 + 59.0) + 1.30 \times 17.5 = 348.3 \text{ kN}$ Φορτίο ανά μέτρο μήκους τοίχου + ιδ. βάρος πεδύλου (STR) $N_{ed} = 58 \text{ kN/π}$ (GEO) $N_{ed} = 44 \text{ kN/π}$ Για πλάτος πεδύλου $b_p = 0.50 \text{ m}$ $\sigma_{ed} = 0.001 \times 58 / 0.50 = 0.12 \text{ MPa}$ (STR) $N_{ed} = 58 \text{ kN/m} < 100 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)(GEO) $N_{ed} = 44 \text{ kN/m} < 71 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

Πέδιλο από σκυρόδεμα πλάτος πεδύλου 0.50m, ύψος πεδύλου 0.50 m,

οπλισμός 4φ14 κάτω-άνω, τσέρκι φ10/30 (Ευρωκ.2 §9.8.2.1)

Θεμελίωση τοίχου:**T5**

Διαστάσεις μήκος=5.03m, ύψος=3.00m, πάχος=0.30m

Ιδίο βάρος θεμελίωσης $= (0.50 \times 0.50 \times 25 + 0.25 \times 4.50) \times 5.03 = 37.06 \text{ kN}$ Ολικό κατακόρυφο φορτίο (STR) $N_{ed} = 1.35 \times (207.6 + 37.1) + 1.50 \times 28.0 = 372.3 \text{ kN}$ (GEO) $N_{ed} = 1.00 \times (207.6 + 37.1) + 1.30 \times 28.0 = 281.1 \text{ kN}$ Φορτίο ανά μέτρο μήκους τοίχου + ιδ. βάρος πεδύλου (STR) $N_{ed} = 74 \text{ kN/π}$ (GEO) $N_{ed} = 56 \text{ kN/π}$ Για πλάτος πεδύλου $b_p = 0.50 \text{ m}$ $\sigma_{ed} = 0.001 \times 74 / 0.50 = 0.15 \text{ MPa}$ (STR) $N_{ed} = 74 \text{ kN/m} < 100 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.00 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)(GEO) $N_{ed} = 56 \text{ kN/m} < 71 \text{ kN/m} = 1000 \times 0.20 \times 0.50 / 1.40 = R_d$ φέρουσα ικανότητα εδάφους (Ευρωκ.7 6.5.2)

Πέδιλο από σκυρόδεμα πλάτος πεδύλου 0.50m, ύψος πεδύλου 0.50 m,

οπλισμός 4φ14 κάτω-άνω, τσέρκι φ10/30 (Ευρωκ.2 §9.8.2.1)

4.2 Σύγκριση οπτόπλινθων – YTONG

Οπτόπλινθοι 12οποι

διαστάσεις: 9 x 12 x 19 cm



Η χρήση των τούβλων στη δόμηση παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα συγκριτικά με άλλα υλικά.

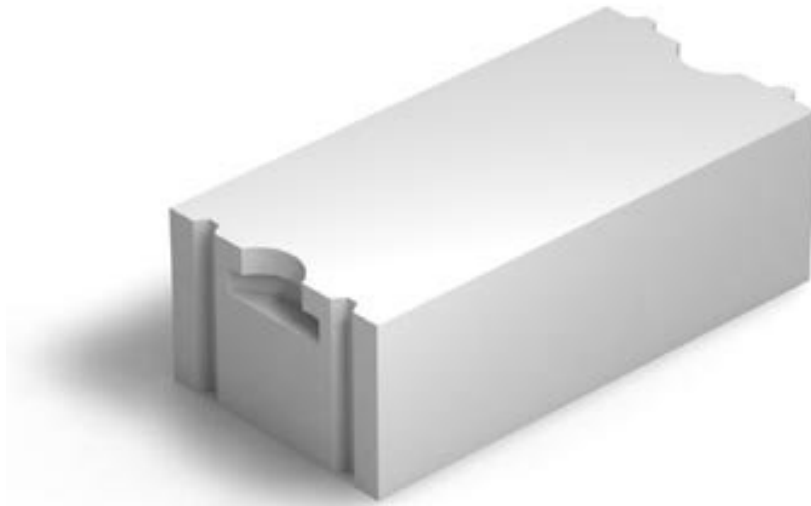
1. Βοηθούν στη δημιουργία μικροκλίματος: εξισορροπούν τη θερμοκρασία κάθε εποχής, εξασφαλίζοντας ζέστη τον χειμώνα και δροσιά το καλοκαίρι, ενώ παράλληλα λειτουργούν ως ρυθμιστές της υγρασίας.
2. Συμβάλλουν στην εξοικονόμηση χρημάτων: οι κατασκευές είναι υψηλής ποιότητας αλλά χαμηλού κόστους, είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στον χρόνο και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση. Επίσης, με τη δημιουργία μικροκλίματος, μειώνονται οι απαιτήσεις για ψύξη/θέρμανση.
3. Έχουν θερμομονωτικές ιδιότητες: ελαχιστοποιούν τις απώλειες θερμότητας.
4. Έχουν ηχοαπορροφητικές ιδιότητες: τα κτίρια με συμπαγή δομή, όπως αυτά που είναι κατασκευασμένα από τούβλα, προσφέρουν μεγαλύτερη προστασία από θορύβους από εκείνα που είναι χτισμένα με ελαφρά υλικά.

5. Παρουσιάζουν αντίσταση σε φωτιές: κατατάσσονται στα υλικά υψηλής πυραντίστασης. Διατηρούν τις ιδιότητές τους ακόμη και σε περίπτωση φωτιάς, ενώ κατά την καύση τους δεν αποβάλλουν τοξικές ουσίες ή αέρια.
6. Προστατεύουν από την υγρασία: αντέχουν στον διαποτισμό από νερό λόγω πλημμύρας ή λόγω θραύσεως των σωλήνων χωρίς να υποστούν βλάβες.
7. Προσφέρουν ασφάλεια: έχουν μεγάλη μηχανική αντοχή και ενισχύουν τον σκελετό της οικοδομής, αυξάνοντας την ασφάλεια της κατασκευής. Ανταποκρίνονται θετικά σε σεισμικές δονήσεις.
8. Παρουσιάζουν μεταβλητότητα κατά τη χρήση: δίνουν τη δυνατότητα να μεταβληθεί η κατασκευή σε επιθυμητή μορφή και διαστάσεις (π.χ. αλλαγή διαρρύθμισης). Η αισθητική τους εναρμονίζεται με μοντέρνες αλλά και κλασικές κατασκευές.
9. Είναι φιλικά προς το περιβάλλον: οι πρώτες ύλες από τις οποίες κατασκευάζονται είναι 100% φυσικά προϊόντα. Η παραγωγή τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον και επομένως δεν βλάπτει τον άνθρωπο.



YTONG

διαστάσεις: 60 x 25 x 30 cm



Γενικά, τα πλεονεκτήματα των προϊόντων YTONG είναι ανεξάντλητα.

1. Παράγονται σε ακριβείς διαστάσεις
2. Άριστη θερμομόνωση
3. Εξαλείφει την ανάγκη για πρόσθετη μόνωση
4. Συνεισφέρει στο να δημιουργεί ένα άνετο περιβάλλον διαβίωσης
5. Παρέχει ακόμη και διαφορά θερμοκρασίας στο εσωτερικό του σπιτιού, το χειμώνα ή το καλοκαίρι
6. Διανέμει την υγρασία σε όλο το κτήριο
7. Άριστη ηχομόνωση
8. Ανθεκτικό στην Πυρκαγιά
9. Είναι πολύ γρήγορο στο κτίσιμο
10. Δέχεται ένα ευρύ φάσμα επιχρισμάτων
11. Ιδανικό για πολλές εφαρμογές - χρήση για να κτίσει κάποιος ολόκληρη την κατοικία
12. Προσαρμόσιμο για να χρησιμοποιείται σε καινοτόμα σχέδια
13. Εύκολο στις μετατροπές κατά τη διάρκεια ή μετά τη διαδικασία κατασκευής
14. Φιλικό προς το χρήστη
15. Εύκολο στο κτίσιμο

16. Μπορεί να δεχτεί ιδιαίτερα μεγάλα φορτία
17. Δεν χρειάζεται συντήρηση
18. Εύκολο στην επίτευξη αεροστεγής κατασκευής
19. Συρρικνούμενη μεμβράνη για την προστασία και την καθαρότητα
20. Παραδίδεται σε παλέτες τα προϊόντα για να γίνεται πιο εύκολη η μετακίνηση και η αποθήκευση
21. Το μεγαλύτερο μέρος του YTONG Block καταλαμβάνεται από αέρα, προσφέροντας μικρό βάρος, μεγάλη θερμομόνωση και εξαιρετική συμπεριφορά απέναντι στους σεισμούς
22. Μειώνει το φορτίο της οικοδομής, ειδικά στις μεγαλύτερες κατασκευές
23. Επιτρέπει την κατασκευή μεγαλύτερων ανοιγμάτων
24. Έχει μεγάλες αντοχές
25. Δυνατότητα κατασκευής φέρουσας τοιχοποιίας
26. Μεγάλη διάρκεια και αντοχή στο χρόνο
27. Χαμηλή φθορά λόγω χρήσης
28. Ανθεκτικό στην υγρασία
29. Ανθεκτικό στον παγετό
30. Δεν σαπίζει και δεν αποσυντίθεται
31. Άριστη βαλλιστική αντίσταση
32. Φιλικό προς το περιβάλλον
33. Εύκολο στην κοπή του, μειώνοντας τα μπάζα στο εργοτάξιο
34. Ανακυκλώσιμο στο σύνολό του ως υλικό



Πίνακας 4- 1

		Ισόγειο	1 ^{ος} όροφος	
Y-TONG	Ολ. μάζα	33 KNsec ² /m	26 KNsec ² /m	Μολ=59 KNsec ² /m
	Κέντρο μάζας	X _m =6,90 m Y _m =5.56 m	X _m =6.98 m Y _m =5.46 m	
	Οριζόντια δύναμη	54 KN	85 KN	Fολ=139 KN
	Έλεγχος ανατροπής	2330.9 KNm	1504.5 KNm	
	Οριζόντια μετατόπιση ορόφου	Δ _x =0.286 mm Δ _y =0.359 mm	Δ _x =0,175 mm Δ _y =0.257 mm	
	Λυγιρότητα (λ)	7.12<15 OK	7.12<15 OK	
Οπτόπλινθοι	Ολική μάζα	62 KNsec ² /m	40 KNsec ² /m	Μολ=102 KNsec ² /m
	Κέντρο μάζας	X _m =6.85 m Y _m =5.53 m	X _m =6.80 m Y _m =5.58 m	
	Οριζόντια δύναμη	104.8 KN	135.2 KN	240 KN
	Έλεγχος ανατροπής	4406.8 KNm	2844.4 KNm	
	Οριζόντια μετατόπιση ορόφου	Δ _x =0.475 mm Δ _y =0.596 mm	Δ _x =0.268 mm Δ _y =0.386 mm	
	Λυγιρότητα (λ)	7.12<15 OK	7.12<15 OK	

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι:

Η Θλιπτική αντοχή του Y-TONG είναι μικρότερη από την αντίστοιχη των οπτόπλινθων, ακόμα παρατηρούμε ότι το ίδιο ισχύει και για την Ανοιγμένη θλιπτική αντοχή. Επίσης η Θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας με Y-TONG και κόλλα είναι ίδια με την αντίστοιχη της τοιχοποιίας με τους οπτόπλινθους. Οπότε η συμπεριφορά της τοιχοποιίας σε θλίψη είναι ίδια και με τα δύο υλικά.

Το μέτρο ελαστικότητας E είναι ίδιο και για τα δύο είδη τοιχοποιίας.

Το ειδικό βάρος τοιχοποιίας με Y-TONG είναι 4 KN/m^2 , αντίθετα της τοιχοποιίας με οπτόπλινθους είναι 15 KN/m^2 , άρα η τοιχοποιία με Y-TONG έχει πολύ μικρότερο βάρος από την αντίστοιχη με τους οπτόπλινθους, και λόγω του μικρού της βάρους χρησιμοποιείτε σε κατασκευές που δεν επιτρέπουν την φόρτιση με πολύ μεγάλα βάρη.

Οι διαστάσεις των Y-TONG είναι πολύ μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των οπτόπλινθων. Αυτό συνεπάγεται στην γρηγορότερη κατασκευή κτιρίων από Y-TONG εν αντιθέση της συμβατικής κατασκευής από οπτόπλινθους.

Το βάρος που εξασκεί η τοιχοποιία από οπτόπλινθους είναι πολύ μεγαλύτερο από την αντίστοιχη με Y-TONG. Το υλικό κατασκευής του Y-TONG είναι ελαφρομπετόν κατηγορίας I με βάση τον κανονισμό EN 771-4, ενώ των οπτόπλινθων είναι από αργυλικό πηλό κατηγορίας II με βάση τον κανονισμό EN 771-1.

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι το ίδιο βάρος της τοιχοποιίας T6 είναι $16,6 \text{ KN}$ χρησιμοποιώντας Y-TONG ενώ εάν χρησιμοποιήσουμε οπτόπλινθους το ίδιο βάρος γίνεται $62,1 \text{ KN}$. Το ολικό βάρος που ασκείται από τον πρώτο όροφο είναι 573 kg με οπτόπλινθους ενώ το αντίστοιχο με Y-TONG είναι 383 kg . Η μελέτη με το ΦΕΔΡΑ αποδεικνύει ότι είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί το Y-TONG από ότι οι οπτόπλινθοι.

Η συνολική μάζα κατασκευής είναι $59 \text{ kg sec}^2/\text{m}$ για Y-TONG ενώ για οπτόπλινθους είναι $102 \text{ kg sac}^2/\text{m}$. Η τέμνουσα βάρους της ολικής κατασκευής με τοιχοποιία οπτόπλινθου είναι 240 KN ενώ με Y-TONG είναι 139 KN .

Η ροπή στρέψης για τοιχοποιία με Y-TONG είναι $1504,5 \text{ KN}$ στη βάση του 1^{ου} ορόφου και $2330,9 \text{ KN}$ στα θεμέλια του κτιρίου, ενώ για την τοιχοποιία με τους οπτόπλινθους η ροπή στρέψης είναι $4406,8 \text{ KN}$ στα θεμέλια και $2844,4 \text{ KN}$ στη βάση του 1^{ου} ορόφου.

Τελικά αποδίδνεται ότι η κατασκευή ενός διώροφου κτιρίου με τοιχοποιία από

Y-TONG έχει καλύτερη αντισεισμική συμπεριφορά από την αντίστοιχη με οπτοπλινθους. Άρα από τις παραπάνω συγκρίσεις καταλήγουμε ότι είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσουμε Y-TONG για την κατασκευή του κτιρίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Τάσιος, Θ. Π. (1992). Η Μηχανική της τοιχοποιίας, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Π. Κακαβάς, Π. Λέμης – Πετρόπουλος (2008). Τεχνολογία Δομικών Υλικών, Εκδόσεις ΖΗΤΗ.

Καραντώνη Φυλλίτσα (2004). Κατασκευές από Τοιχοποιία, Εκδόσεις Παπασωτηρίου.

Drysdale, R. G., Hamid, A. A. and Baker, L. R. (1994). Masonry Structures, Behavior and Design, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

EN 1996-1-1 (2005) Eurocode 6 – Design of Masonry Structures – Part 1-1: General Rules for Reinforced and Unreinforced Masonry Structures, European Committee for Standardization.

Hendry, A. W. (1990). Structural Masonry, MacMillan Education Ltd., London.

Illston, J. M. (1994), editor. Construction Materials – Their Nature and Behaviour, E & FN Spon, London.